

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

Tomáš KRÁLÍK

ANAGLYFOVÉ VIZUALIZACE STAVBY
AREÁLU ŠANTOVKA

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Olomouc 2014

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracoval samostatně pod vedením pana Prof. RNDr. Víta Voženílka, CSc.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 12. Května 2014

.....

podpis

Děkuji vedoucímu práce Prof. RNDr. Vítu Voženílkovi, CSc. za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji konzultantům Prof. Dr. Ing. Karlu Pavelkovi, Bc. Karlu Horálkovi a RNDr. Jakubu Miřijovskému, Ph.D za ochotu při pomoci řešení problémů, které se vyskytly při zpracování práce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš KRÁLÍK**
Osobní číslo: **R11331**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**
Název tématu: **Anaglyfové vizualizace stavby areálu Šantovka**
Zadávající katedra: **Katedra geoinformatiky**

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

Cílem bakalářské práce je zpracovat obrazový materiál pořízený dvojicí webových kamer a sestavit soubor anaglyfových vizualizací (snímky a videa). Student samostatně vyřeší problém šikmého snímání objektu a provede výběr vhodných záběrů pro soubor vizualizací.

Student vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořil nebo získal v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celou práci (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O bakalářské práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002). Na závěr bakalářské práce připojí student jednostránkové resumé v anglickém jazyce.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **max. 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

Voženílek, V. (2005): Cartography for GIS - geovisualization and map communication. Vydavatelství UP, Olomouc, 140 s.
Kraak, M.-J., Brown, A. eds. (2000): Web Cartography.
Peterson, M., Cartwright, W., Gartner, G. (eds) (2010): Multimedia Cartography.
práce K. Pavelky
konferenční sborníky z ICA a KSČR kongresů a konferencí

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: **28. května 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2014**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOINFORMATIKY
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc
-1-

L.S.

Prof. RNDr. Juraj Ševčík, Ph.D.
děkan


Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 28. května 2013

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 CÍLE PRÁCE.....	10
2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	11
2.1 Použité metody	11
2.2 Použitá data.....	11
2.3 Použitý hardware a software	11
2.4 Postup zpracování	12
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	14
3.1 Vymezení a historie zájmového území	14
3.2 Monitorování staveb.....	14
3.3 Historie umělého navození prostorového jevu	15
3.4 Prostorové vidění u člověka	16
3.5 Nastavení kamer	17
3.6 Oprava distorze objektivu	18
3.7 Výběr vhodných snímků pro anaglyfickou fotografii	19
3.8 Vytvoření anaglyfického snímku	20
3.9 Tisk anaglyfických fotografií	21
4 TVORBA DATOVÉ SADY	22
4.1 Přípravy	22
5 SNÍMÁNÍ	25
5.1 Výpadky snímkování	25
5.2 Rozostření jedné z kamer	26
5.3 Ukládání a záloha dat	26
6 PŘÍPRAVA DATOVÉ SADY	27
6.1 Fotogrammetrické úpravy snímků	27

6.2	Srovnání kalibrací.....	30
6.3	Výběr vhodných párových snímků	31
7	TVORBA ANAGLYFICKÝCH FOTOGRAFIÍ.....	34
7.1	Úprava anaglyfických fotografií	36
8	TVORBA VÝSTUPŮ	38
8.1	Tvorba tištěných materiálů.....	38
8.2	Tvorba animovaných materiálů ŠANTAN	39
8.3	Webové prezentační rozhraní.....	43
9	VÝSLEDKY.....	44
10	DISKUZE	46
11	ZÁVĚR.....	48

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

SUMMARY

PŘÍLOHY

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
ALV	Nativní formát programu Stereophotomaker obsahující nastavení slícování
AVI	Audio Video Interleave
a.s.	Akciová společnost
CMM	Color management module
CMYK	Subtraktivní barevný model azurová, purpurová, žlutá a černá
ČNI	Český normalizační institut
DBMS	Database Management System
ICC	International Color Consortium
JPEG	Metoda ukládání snímků za pomoci ztrátové metody založení na základě Joint Photographic Experts Group konsorcia
MP4	Multimediální kontejner definovaný standardem ISO/IEC 14496-14:2003
PMSC	Photomodeller Scanner
RGB	Aditivní barevný model červená, zelená a modrá
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným

ÚVOD

Časosběrné snímání objektů je světově známou technikou, umožňující zachytit objekty v průběhu času videem, nebo foto sekvencí. Od běžného videa se odlišuje časovou deformací, zobrazující delší časové úseky animací v délce několika minut. Divák při sledování takové animace často nezajímá, jak rychle čas v animaci plyne, ale nechává se unášet pocitem z růstu, změny nebo transformace objektu.

Bakalářská práce se věnuje časosběrnému snímání stavby obchodní galerie Šantovka. Myšlenka samotného snímání má původ v obdobných projektech, kde docházelo ke snímání stavby objektů a následné vizualizaci v podobě časosběrných videí. Pro odlišení se od konvenčních způsobů tvorby videa, byla použita metoda stereofotografie, která umožňuje konečné výstupy prezentovat ve formě uměle navozeného prostorového vjemu. Takto vytvořený výstup divák strhne nejen rychlostí stavby, ale zároveň mu poskytuje možnost částečného prostorového vcítění výrazně umocňující pocit z růstu stavby.

Prostorový vjem v posledních letech zažil své znovuzrození v podobě rozličných zařízení podporujících 3D projekce a nových celovečerních filmů umožňujících zobrazení prostoru. Většinou se však jedná o techniky aktivní, které vyžadují poměrně drahé vybavení. V bakalářské práci byla použita metoda starší, avšak nenáročná na vybavení.

Starší technika anaglyfu byla zvolena z nejen z výše zmíněného důvodu materiální jednoduchosti, ale také proto, že doposud nebyla pro účel vizualizace časosběrných snímků stavby využita. Zároveň anaglyf ze svojí fyzikální podstaty umožňuje tisk, což výrazně rozšiřuje spektrum možných aplikací.

Přínosem práce je nejen vizualizační soubor analogových a digitálních materiálů, ale především nastíněný postup jak si počínat při podobném snímkování s cílem vytvoření anaglyfických výstupů. Bakalářská práce obsahuje velké množství poznatků ze zahraniční literatury a zároveň vyřešené problémy vzniklé při samotném zpracování datové sady a přípravy výstupů.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zpracovat obrazový materiál pořízený dvojicí webových kamer a sestavit soubor anaglyfových vizualizací ve formě snímků a videí. Součástí je samostatné vyřešení problému šikmého snímání objektu a provedení výběru vhodných záběrů pro soubor vizualizací.

Další část práce zahrnuje zpracování snímků do podoby, která je vhodná pro tvorbu anaglyfů. Při úpravách je nezbytné zohlednit fotogrammetrickou povahu snímání a zajistit co nejvyšší možnou přesnost využití datové sady. Takto opravené snímky budou převedeny do anaglyfické formy, ze kterých budou následně vytvořeny jak digitální tak analogové výstupy.

U tvorby výstupů bude kladen důraz na co nejširší spektrum využití. Cílem je předvést rozmanité možnosti anaglyfické techniky a zároveň korektně prezentovat vstupní datovou sadu snímků.

Díky bakalářské práci bude možné uplatnit širokou paletu technik a úkonů tak, aby byl konečný výstup co nejlepší. V následujících odrážkách jsou stručně shrnuty body, ve kterých má bakalářská práce přínos pro budoucí projekty podobné formy:

- postup jak správně usadit kamery pro šikmé pozemní fotogrammetrické snímání,
- podklady a informace k tomu, na jaké specifikace kamerového vybavení by se měl brát zřetel při plánování podobného projektu,
- fotogrammetrické úpravy snímků v dostupném softwarovém vybavení tak, aby bylo docíleno co nejvyšší přesnosti u výstupů,
- metodika jak převádět snímky do anaglyfické formy a zároveň si k nim vést statistické údaje,
- široká oblast výstupů zahrnujících jak digitální tak analogové materiály,
- hodné prezentační rozhraní pro animační výstupy.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

2.1 Použité metody

Použité metody řešily úkoly zpracování dat a tvorby anaglyfických fotek. Součástí jsou poznatky od českých a zahraničních autorů věnujících se tomuto nebo příbuznému tématu. Praktická část práce následně vychází z těchto teoretických poznatků.

Pro nastavení kamer se použila metoda *off-axis* s rovnoběžnými osami záběru. Vzhledem k výsledným snímkům fotogrammetrické povahy se k odladění přesnosti využila technika korekce radiální distorze. Následně se snímky vybraly pro tvorbu anaglyfů tak, aby měly co nejvyšší podobnost jak v zobrazovaném tvaru objektu, tak i v jeho textuře. Anaglyfické snímky byly vytvářeny v souladu s principem spektrálního oddělení levého a pravého obrazu. Výsledkem je složený snímek obsahující složku pro levé i pravé oko filtrovanou speciálními brýlemi. Při tisku analogových dokumentů může dojít k vytvoření *crosstalk* efektu, který výrazně narušuje spektrální odrazivost následně porušující prostorový vjem.

2.2 Použitá data

Vzhledem k povaze zadání práce byl dostupný jeden typ vstupních dat. Jedná o video záběry ze dvou synchronizovaných kamer umístěných na budově síla na adrese Polská 7. Data v jejich nezpracované podobě jsou ve formátu AVI. Snímání probíhalo ve dnech od 4. 7. 2012 do 16. 8. 2013.

2.3 Použitý hardware a software

Snímání bylo prováděno dvěma webovými kamerami značky Brinno (Tab. 1). Kamery byly zakoupeny ve dvou stejných exemplářích. Pro snímání byl využíván video mód.

Tab. 1 Specifikace kamer Brinno TLC 200 (zdroj: <http://www.brinno.com/html/TLC200.html>)

Model	TLC 200
Výstupní formát	- Video Mód
	Formát: AVI.
	Rozlišení: 1280 × 720, 640 × 480 pixelů
	- Mód jednoho obrazu
	Formát: JPEG.
	Rozlišení: 1280 × 720, 640 × 480 pixelů
Zorné pole	59 °
Ohnisková délka	36 mm (35mm ekvivalentní)
Ohnisková vzdálenost	75 cm (minimum)
Časový interval	Nejrychlejší: do dvou snímků za sekundu
	Vlastní: od 1 sekundy do 24 hodin
Paměťová média	SD Karta (podpora do velikosti 32GB)
LCD Obrazovka	1, 44" TFT LCD
Elektrický zdroj	4 AA Baterie
	DC IN: 5V (Micro USB konektor)
Odhadovaná živostnost baterie	Časový interval: nejrychleji zaznamená 270,000 snímků za 2,2 dne
	Časový interval: nejpomaleji zaznamená 3,700 snímků za 78 dní
Velikost (DxŠxV)	64 × 46 × 106 mm

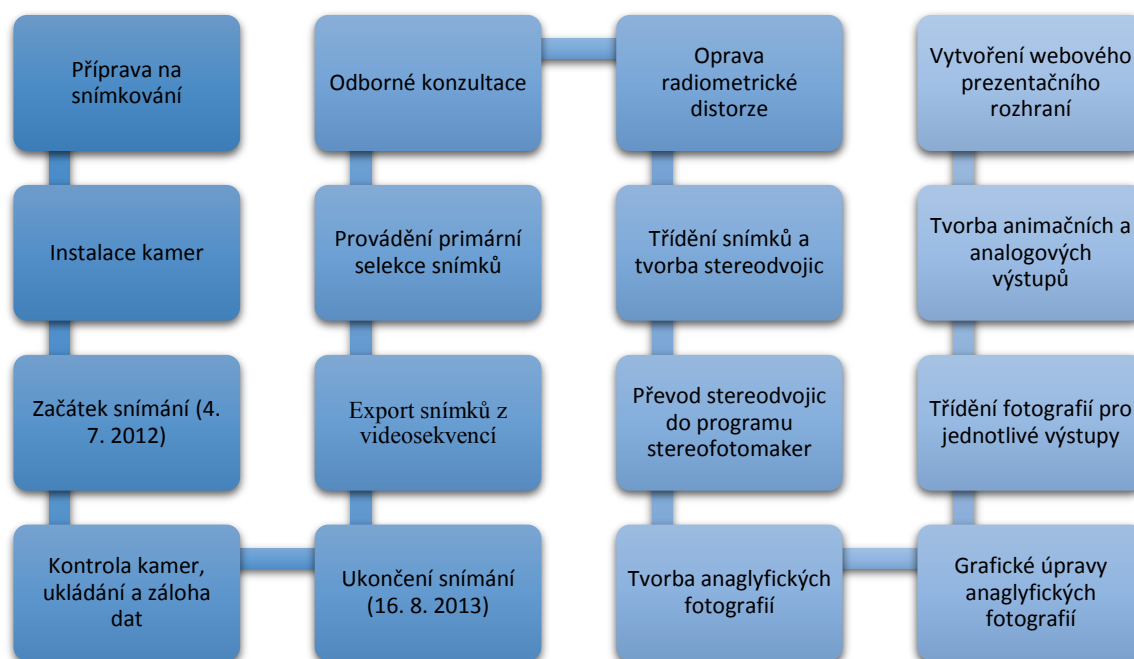
Použitý software při práci zahrnuje Corel Draw X6, Zoner Photo Studio 16, kancelářský balík Microsoft Office, Agisoft Lens, Agisoft PhotoScan, Total commander, Free Video to Jpeg Converter, WYSIWYG Web Builder 9, Stereophotomaker a Windows Movie Maker. Veškeré využití softwarové vybavení bylo buď zakoupeno, nebo používáno ve studentských či testovacích verzích v souladu s licenčními podmínkami.

2.4 Postup zpracování

Prvopočátkem práce byla příprava a následná instalace párových kamer na budovu a zahájení snímání 4. 7. 2012. V době snímání probíhaly pravidelné kontroly kamer, ukládání a záloha dat. Po dokončení snímání dne 16. 8. 2013 došlo ke konsolidaci dat a jejich následnému roztřídění.

U vytříděných dat byly vymazány snímky, které nenesly žádnou informaci, jako například snímky noční nebo snímky za deště. V mezičase těchto úprav byla s pomocí panů Prof. Dr. Ing. Karla Pavelky (ČVUT Praha) a RNDr. Jakuba Miřijovského, Ph.D, (UP Olomouc) zpracována radiometrická korekce snímků pomocí programů Agisoft Lens a Agisoft PhotoScan.

Upravená data byla následně dále tříděna na tři snímky za den, kdy byly pravidelně vybírány nejlepší snímky z rána, odpoledne a v podvečera. Zároveň s výběrem byly tyto stereodvojce paralelně převáděny do anaglyfických snímků programem Stereophotomaker. V závěrečné části práce probíhala další úprava snímků jako ořez a vložení časové osy. Po těchto úpravách došlo k finálnímu vytvoření výstupů a to jak animačních tak analogových. Tisk byl realizován firmou Properus s.r.o. za odborného dohledu pana Bc. Karla Horálka.



Obr. 1 Vývojový diagram postupu práce

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Vymezení a historie zájmového území

Areál Šantovky se nachází téměř ve středu města Olomouce a s jeho rozlohou přes 11 ha je nezanedbatelnou součástí katastrálního území města Olomouc.

V období před druhou světovou válkou byl objekt užíván jako továrna „Moravský potravinářský průmysl Olomouc“. Po válce a během komunistického režimu tato továrna byla využívána ke stejnému účelu. Po Sametové revoluci v důsledku častých ekonomických problémů a poškozením povodněmi došlo v roce 2001 k uzavření těchto Milo závodů. V červenci 2005 se majitelem stala společnost ZENMEX s.r.o., která poté na základě smlouvy areál poskytla investiční společnosti SMC Development a.s. Právě tato společnost začala provádět rozsáhlou rekultivaci celé oblasti zahrnující demolici starých budov, kompletní sanaci celé oblasti a v posledním kroku připravila projekt nové městské čtvrti Šantovka.

Samotné zájmové území využitě pro práci je část nově vznikajícího areálu Šantovky, přesněji se jedná o budovu nákupní galerie. Jde o kolos zahrnující část obchodní a rozsáhlé oblasti parkovací, umístěné z části na střeše a z části v suterénu budovy. V době snímání probíhaly práce na takzvané první části revitalizace, čímž je právě již zmíněná galerie. Druhá fáze stavby rezidenční oblasti a třetí etapa dostavby rezidenčně administrativního komplexu není v práci zahrnuta z časových důvodů, jelikož jejich stavba je naplánována až na rok 2014 a dále (Studio Koráb 2010).

3.2 Monitorování staveb

Ačkoliv je snímání stavebních prací poměrně známá věc, u většiny projektů není z několika důvodů prováděna:

- technická náročnost snímacího zařízení, zejména výdrž ve venkovním prostředí,
- nutnost dlouhodobého snímání,
- zajištění napájení, datového úložného prostoru a pravidelné čištění objektivu či jeho krytu,
- požadavky na snímací místo - stavba musí být dobře viditelná a zároveň toto místo musí být přístupné pro umístění snímací soupravy.

Při splnění všech těchto podmínek je možné snímat stavbu v delším časovém horizontu.

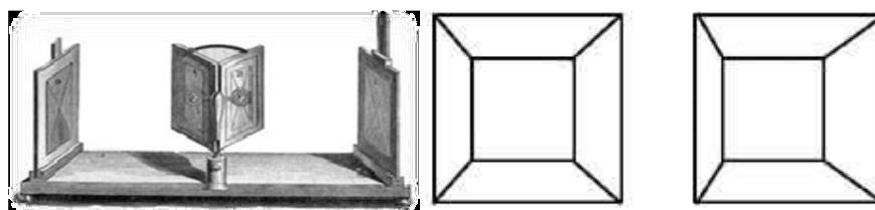
Snímání stavebních prací může mít rozdílné důvody, účely a využití. Jedním z nich je kontrola nad stavebními pracemi, která se běžně provádí například u stavby dálnic. Zpětně se z těchto video nebo foto materiálů dají dohledat nepřesnosti, chyby, či jiné závady, které by konvenčními metodami byly nedohledatelné. Příkladem z praxe je společnost Geodis, která běžně toto snímání provádí (Geodis, 2013). Dalším využitím je právě časosběrná vizualizace stavebních prací, kterou je možno po úpravách prezentovat široké veřejnosti.

3.3 Historie umělého navození prostorového jevu

Prostorový (stereoskopický) vjem lze navodit i uměle při pozorování pouze plošných obrazů. K provedení takového efektu je nutný stereoskopický pár neboli dvojice obrazů s charakteristickými vlastnostmi. Typickými vlastnostmi je napodobování geometrického umístění lidských očí a to vhodným posuvem jednoho fotoaparátu od druhého (Grézlová 2011).

V historii bylo vymyšleno mnoho postupů a zařízení, jak lze navodit prostorový vjem. Mezi první známé pokusy patří práce Aristotela, který popisoval *diplopii* (dvojitě vidění) při zaostřování na přibližující se prst (Čížek 2005). Na jeho práci navázal Euklides, který kolem roku 300 př. n. l. v knize Optika shrnul veškeré jeho poznatky o vidění včetně geometrických nákresů. Stereoskopií se zabýval arabský svět. V roce 1 000 přispěl učenec Alhazan svoji knihou *Perspektiva* (Čížek 2005). V Evropě se s prvním studiem vnímání prostoru lze setkat až v období renesance s rapidním rozvojem přírodních věd. Kepler, Descartes či Newton se optikou zabývali, avšak rozdílům objektů v očích nepřisuzovali velký význam (Čížek 2005).

Přelom nastal až roku 1938 na základě práce Angličana Charlese Wheatstona, kterému se podařilo pomocí vlastnoručně sestrojených stereoskopů navodit prostorové vnímání u hranolů. Důkaz spočíval v tom, že v případě použití dvou stejných obrazů se v tomto zařízení obraz jevil jako plošný, ale při využití rozdílných obrazů nastal prostorový jev.



Obr. 2 Wheatstonův stereoskop a v něm využití stereoobrazů (Grézlová 2011)

V roce 1869 byl patentován princip anaglyfických brýlí Francouzem Louisem Ducos du Hauronem (Čížek 2005). Divák používal polarizační brýle k pohledu na plátno s povrchem neměnicí se roviny polarizačního materiálu, odrážející kolmo světlo vzhledem k pozorovateli. Největší rozmach této technologie vznikl po první světové válce s příchodem jak dostupných a spolehlivých letadel tak i dobrého fotografického vybavení. Firmy Leica a Contax přišly s výměnnými objektivy a formáty 24 x 23 mm a 24 x 29 mm (Čížek 2005). V dalších letech docházelo víceméně pouze ke zlepšování technického vybavení, jako například fotografických filmů a především polarizačních filtrů. Zvrat přišel v roce 1959 kdy dr. Bela Julesz objevil stereogram náhodných bodů, který dokázal, že prostorové vnímání není záležitostí očí, ale mozku. Tento objev byl následně rozšířen Christopherem W. Taylorem, který představil stereogram náhodných bodů, známým též pod názvem autostereogram (Čížek 2005).

V dnešní době se technologie stereozobrazování přesunula z tištěných fotek zobrazovaných pomocí optických soustav spíše do roviny digitální. Prostorové techniky se úspěšně používají například v simulátorech virtuální reality, v moderních televizích využívajících zatmívací brýle nebo v helmách s dvojicí obrazovek (Čížek 2005).

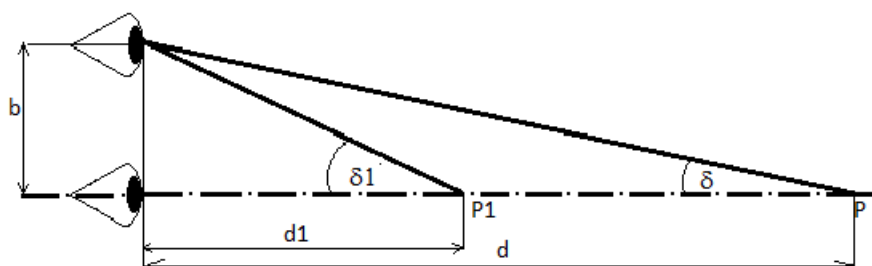
3.4 Prostorové vidění u člověka

Samotná schopnost prostorového vnímání je založena na binokulárním vidění, díky kterému je člověk schopen posuzovat i větší vzdálenosti. Při monokulárním pozorování je člověk schopen určit vzdálenost přibližně do čtyř metrů (Grézlová 2011). Aby požadovaný prostorový vjem nastal, musí dojít k sjednocení tří funkčních složek oka. Jde o složku optickou, sensorickou a motorickou. Optická složka zajišťuje ostrost dopadajícího světla na oční sítnici. Motorická složka pracuje s oční bulvou jako takovou a pomocí jejích deformací mění její optické vlastnosti tak, aby obraz dopadal do optických center v očích. Sensorickou složkou se rozumí oční sítnice a nervová soustava,

kteřá odvádí zaznamenané informace do korových center, kde dochází ke splynutí obrazů. Různost dvou obrazových vstupů je příčinou prostorového vidění (Grézlová 2011).

3.4.1 Stereoskopická paralaxa

Na obrázku číslo 3 je patrné, že pokud je bod pozorován oběma očima, tak osy svírají úhel δ nazývaný stereoskopická paralaxa. Paralaxu je možné vypočítat vzorcem $\delta = \frac{b}{d}$, kde d je chápána jako vzdálenost bodu od oka a b je vzdálenost snímacích zařízení. Z níže uvedeného obrázku je patrná rozdílná paralaxa pro dva body P a P_1 , která má za výsledek rozdílné prostorové vnímání objektů. Limitním faktorem prostorového vidění je takzvaná mez prostorového vidění δ_0 , která je dána rozdílem paralax nebo rovna $\delta_0 = 0,0001$ rad nebo po převedení na stupně $\delta_0 = 20''$. Hodnota se u lidí může měnit, ale většinou kolísá mezi $10''$ až $30''$ (Grézlová 2011). Paralaktický úhel jako takový má velký význam pro stanovení hloubky prostorového vnímání (Nečasová 2007).

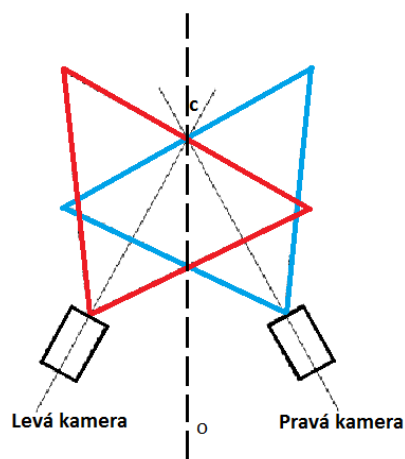


Obr. 3 Stereoskopická paralaxa (Grézlová 2011)

3.5 Nastavení kamer

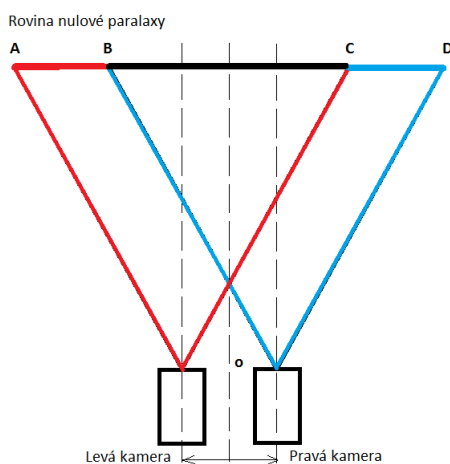
Praxe používání stereoskopických kamer dospěla k využívání dvou metod nastavení os kamer zaměřených na tentýž objekt. Obě metody je možné bez problémů využít, avšak každá má své klady a zápory.

První z nich je *Toe-in* metoda, která vychází z natočení os kamer vůči sobě. Tyto osy se poté promítají v jednom bodě. Výhodou je podobnost s lidským viděním, jelikož toto nastavení konverguje stejně jako oči. Nevhodnost této metody spočívá v zavedení vertikální paralaxy neboli posuvu objektů, která není pro lidské oči přirozená. U některých jedinců mohou snímky pořízené touto metodou vést až k bolestem hlavy (Grézlová 2011).



Obr. 4 Toe-in metoda (Grézlová 2011)

Off-axis je metoda uplatňující paralelní nastavení kamer. Jejich osy jsou rovnoběžné s osou záběru (Grézlová 2011). Toto řešení nevnáší do snímků vertikální paralaxu a tudíž je pro naše oči mnohem příjemnější na sledování. Nevýhodou je, že každá z kamer zabírá pouze část z potencionálně složené stereokompozice. Z obrázku níže je patrné, které části je nutné ořezat.



Obr. 5 Off-axis metoda (Grézlová 2011)

3.6 Oprava distorze objektivu

Snímky, které jsou v této práci využívány, se řadí do kategorie pozemní fotogrammetrie. Aby byl konečný výstup co nejkvalitnější, je nutné provést několik úprav tak, aby se zamezilo distorzním vlivům objektivu (Pavelka 2003). Existují dva druhy této distorze a to radiální a tangenciální.

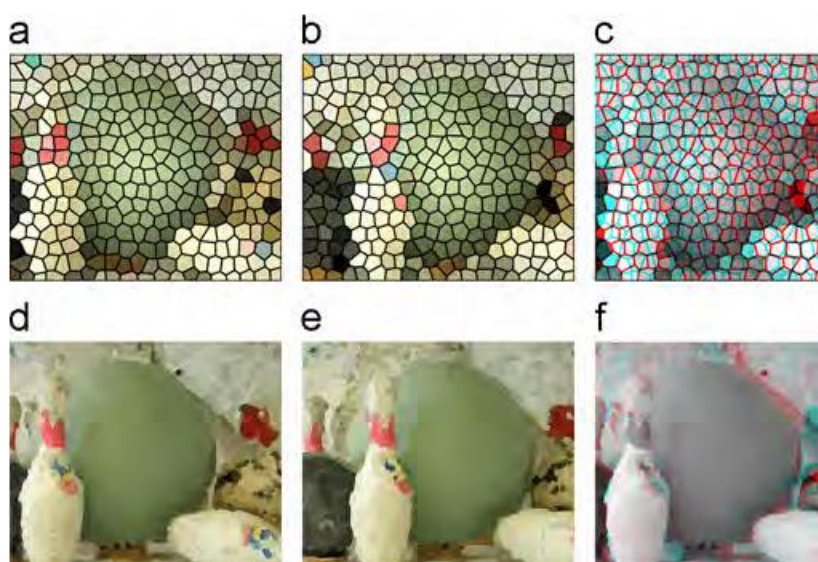
O radiální distorzi se jedná při posunu bodu o radiální vzdálenosti r' na snímku o hodnotu $\Delta r'$ (Pavelka 2003). Průběh této deformace v praxi není rotačně symetrický, ale při kompenzaci se jako symetrický počítá. Radiální distorze bývá zpravidla vyjadřována křivkou pro každý oktant nebo se využívá konstrukcí izolinií distorze (Pavelka 2003).

Druhou vadou objektivu je chyba tangenciální, která vzniká díky nepřesné centraci čoček objektivu vůči snímači (Pavelka 2003). Projevuje se kolmo na směr radiální jako nepravidelné a špatně definovatelné lokální posuny (Pavelka 2003). V praxi toto zkreslení nelze jednoduše kompenzovat a u většiny aplikací se nebere v potaz (Pavelka 2003).

Odstranění radiální distorze se v praxi provádí pomocí fotogrammetrických softwarů, které využívají data o distorzi objektivu buď přímo od výrobce snímače, nebo z kalibračních měření.

3.7 Výběr vhodných snímků pro anaglyfickou fotografii

Vhodně vybrané snímky k vytvoření anaglyfu si musí být velmi podobné ve svých spektrálních charakteristikách. Nejvíce konsistentním se anaglyfický efekt zdá, když jsou si objekty na obou snímcích ve všech směrech velice podobné (Northam a kol. 2013). Jestliže se snímky liší v textuře tak je pár nekonzistentní a výsledný obraz není příjemný na pohled (Northam a kol. 2013).



Obr. 6 Artefakty plynoucí z nekonzistentnosti snímků (Northam a kol. 2013)

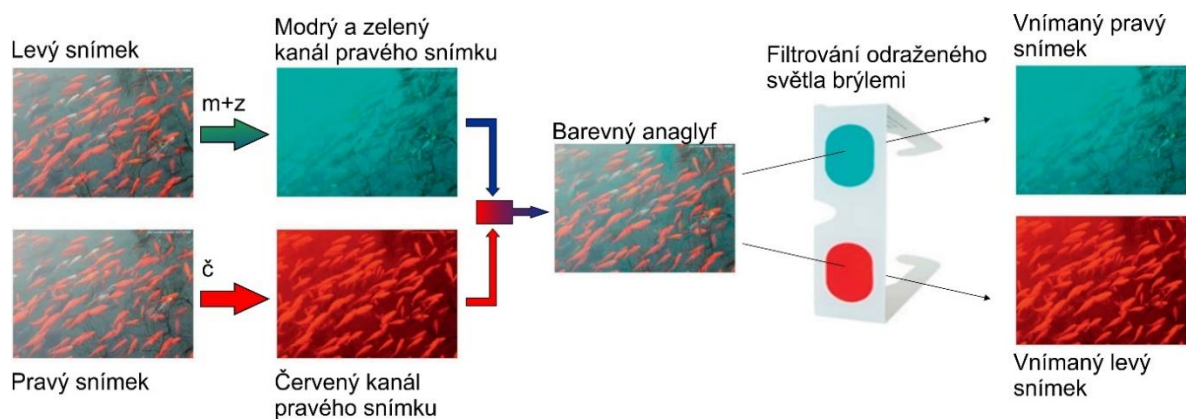
Při výrazné rozdílnosti objektů vzniká efekt binokulární rivality, kdy každé oko vidí jiný objekt a dochází k poškození anaglyfického efektu (Northam a kol. 2013).



Obr. 7 Binokulární rivalita (Northam a kol. 2013)

3.8 Vytvoření anaglyfického snímku

Softwarová tvorba anaglyfických snímků se skládá z několika na sebe vzájemně navazujících částí, které v konečné fázi splynou v požadovaný efekt. Princip jeho fungování je v použití dvou snímků z levé a pravé strany, které byly zacíleny na totožný objekt. Zásadní funkcí zpracujícího programu je odfiltrování barevných kanálů a přiřazení modré a červené barvy pro levý a pravý snímek (Li a kol. 2013). Na obrázku číslo 4 je patrné, že pro levý snímek je využíváno modré a zelené spektrum převedené do jednotného modrého spektra a pro snímek pravý je využito spektra červeného. Nezbytné je, aby program zajistil použití barev s totožnou vlnovou délkou odrazu, jako mají následně použité anaglyfické brýle. Právě anaglyfické brýle propustí pouze vlnové délky jednoho odrazu, tudíž každé oko vnímá rozdílný snímek (Li a kol. 2013).



Obr. 8 Průběh tvorby anaglyfu (Li a kol.2013)

3.9 Tisk anaglyfických fotografií

Pro úplné pochopení významu využití anaglyfu v této práci je nutné zdůraznit, že se jedná o jedinou metodu, která dokáže efektivně a levně navodit prostorový vjem bez pomoci aktivních prvků. Díky jeho fyzikální povaze jej lze jak promítat na monitorech či jiných zobrazovacích soustavách, tak je možné ho i tisknout.

Tisk anaglyfů však s sebou přináší několik problémů, na které je nutné brát ohled. Tím, co způsobuje rušení v anaglyfu, je takzvaný *crosstalk* efekt, neboli optické překrývání či vpíjení se barev do sebe, díky němuž nejde k odražení správné vlnové délky, kterou poté brýle nejsou schopny odfiltrovat.

Podle práce pana Andrewa J. Woodse existují 4 hlavní faktory, které ovlivňují tvorbu *crosstalku* (Woods 2013). Prvním důvodem, proč k rušení dochází, jsou spektrální charakteristiky barev, kdy při jejich chybném použití nebo namíchání dojde k odrazu jiného spektra, než filtrují brýle (Woods 2013). Dalším problémem může být konverze mezi RGB, ve kterém jsou snímky pořizovány, a CMYK s barevným rozhraním běžně používaným k tisku. Dle Woodse může dojít při využití některých algoritmů k mísení barevných kanálů, což v některých případech může přispívat k tvorbě *crosstalku* (Woods 2013). Management barev chápáný jako matematický proces sloužící k zajištění stejné barevnosti snímku na různých výstupných zařízeních. Tento proces začíná pořízením snímku a vytvořením jeho barevného profilu podle norem mezinárodní konsorcia pro barvu (ICC) a později při přenosu je soubor převeden pomocí modulu managementu barev (CMM) tak aby při zobrazení na jiném zařízení došlo k zachování barev (Woods 2013). Pro tisk anaglyfu je nebezpečím podobný efekt jako při konverzi mezi RGB a CMYK kdy dochází opět k mixování barevných kanálů, což negativně ovlivňuje tvorbu *crosstalku*. Čtvrtým důvodem proč může vzniknout *crosstalk*, je kombinace barev CMYK. U většiny tiskáren je obvyklé, že pro omezení plýtvání inkoustem, nahrazují šedou barvu vkládáním černé barvy a tudíž šetřením ostatních tří dražších barev, které by se pro vytvoření šedého odstínu musely míchat ve velkých koncentracích. U anaglyfu se tedy může stát, že je na neutrální místa ve snímku (tj. šedá barva v místech překryvu modré a červené složky) použita černá barva, která způsobí *crosstalk* (Woods 2013).

4 TVORBA DATOVÉ SADY

4.1 Přípravy

Počátkem celého projektu byla příprava na snímkování. Během ní byl v průběhu dvou měsíců navržen předběžný plán a byly společností Grapo s.r.o. vyrobeny dvě vodě a větru odolné schránky na kamery. Zároveň byly objednány 2 časosběrné kamery Brino TLC200. Umístění celé snímací soustavy bylo domluveno s majitelem objektu Sila na ulici Polská 7. Obrázek 9 ukazuje na satelitním mapovém podkladu Google maps umístění kamer a přibližnou plochu v jejich záběru.



Obr. 9 Umístění a přibližný záběr kamer (zdroj: <https://www.google.cz/maps/preview>)

4.1.1 Umístění kamer

Webové kamery byly umístěny v rohových částech střechy objektu. Jejich horizontální vzdálenost byla přibližně 10 metrů. Jako nastavení úhlu jejich os byla zvolena metoda *off-axis*, která je vhodnější pro anaglyfické výstupy, jelikož je pozorování výstupů vytvořených na jejím základě pohodlnější většímu spektru diváků (Grézlová 2011). Při opětovném umístění kamer bylo dbáno na co nepřesnější nastavení os tak, aby byly vůči sobě paralelní.

Kamery byly ustavovány opětovně po každé kontrole, jelikož pro jejich vyjmutí bylo nezbytné krycí schránky sundat z kraje budovy a přemístit na lépe dostupné místo. Z tohoto důvodu má každá snímková sada po kontrole a stahování snímků lehce jinou polohu os vůči sobě. Tyto rozdíly se následně projevují ve velikosti překryvu dvou fotografií u tvorby anaglyfických výstupů.

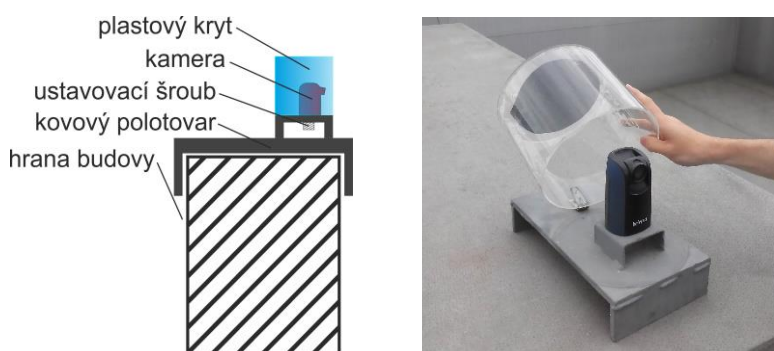


Obr. 10 Pohled z umístění kamery a usazení kamer v rozích budovy

4.1.2 Kryty kamer

Webové kamery pro fungování ve venkovních podmínkách potřebovaly další krytí, vzhledem k tomu že jejich schránka z výroby by nevydržela déšť a zimní podmínky. Proto byly vyrobeny dva kryty kamer, které měly za cíl ochránit pouzdra kamer před povětrnostními vlivy.

Jako podstava u těchto krytů byl použit masivní železný antikorozně ošetřený polotovar s váhou přibližně 5 kilogramů s primární funkcí stabilizovat kamery vůči povětrnostním vlivům. Další část tvořil menší, opět kovový, držák na kamery s ustavovacím šroubem běžně používaným například u stativů. Na tomto podstavci byl pevně ukotven na pantu plastový válec, který chránil kameru. U tohoto válce bylo použito co nejtenčího plastu z důvodu minimalizace jakýchkoli optických vad, které by mohly vzniknout při průchodu světla válcem. Otestování fotografií zevnitř a vně válce potvrdilo, že k distorzi obrazu nedochází. Na vrcholu válce byla nalepena černá folie, která zabraňovala oslňování kamery.



Obr. 11 Boční průřez krytem kamery a fotografie krytu s kamerou

4.1.3 Nastavení kamer

Specifikace kamer byla primárním vodítkem při přípravě kamer na snímkování. Základním prvkem, nezbytným pro pozdější orientaci v datové sadě snímků, bylo nastavení správného času a data na obou kamerách. Vzhledem k nepřesnosti hodin na kamerách bylo provedeno obnovení času zhruba v polovině snímacího období. Další možností nastavení je kvalita pořizovaných snímků, která byla nastavena na nejvyšší možnou hodnotu a to 1280 × 720 pixelů. Periodou snímkování byl zvolen interval 10 minut. Tento časový interval je nejvhodnějším řešením zajišťujícím jak velký počet snímků tak zároveň i dostatečnou časovou výdrž na jedno nabití baterií, která se pohybuje okolo dvou měsíců.

5 SNÍMÁNÍ

Proces focení objektu byl zahájen 4. 7. 2012 v odpoledních hodinách a od té doby probíhalo nepřetržitě až do konce snímkování dne 16. 8. 2012. Počátek snímkování byl nejbližší možný a ukončení bylo v momentě dostavění vnější strany objektu. V průběhu snímkování byly pravidelně prováděny kontroly dvěma způsoby. První byla vizuální, kdy se kontrolovala blikající kontrolka na horní ploše kamery signalizující její funkčnost a druhým byla vyjmutí kamer ze schránek a stažení veškerého obsahu. Vizuální revize probíhala velmi často, v řádu několika dnů a nebyla k ní vedena bližší statistika. Při druhé kontrole se vyjmuly kamery, stáhl obsah a čistily se vnější kryty. Tato kontrola byla prováděna pravidelně zhruba v měsíčních intervalech.

Během snímkování však došlo k několika negativním jevům, kdy byla porušena konzistence záznamů. Vznikaly ze dvou hlavních důvodů, přičemž jedním byly vlivy počasí a druhým technické problémy spojené s provozem kamer. Mezi nejmarkantnější negativní vlivy počasí patřil déšť, osvětlení objektivu ranním sluncem a námraza v zimních měsících. Do technického problému patřily především vybití tužkových baterií v kamerách a v posledním měsíci i vytečení jedné baterie, které způsobilo dočasné vyřazení jedné z kamer. Příloha této práce obsahuje tabulku s údaji o menších výpadcích v průběhu roku společně s výpadky kamer. Odstranění ranních snímků kvůli oslnění kamer je z tabulky úmyslně vynecháno z důvodu jejího zbytečného rozšiřování.

5.1 Výpadky snímkování

V průběhu snímání došlo k několika přerušením. Počasí ovlivňovalo proces po celé trvání a vytvářelo špatné snímkovací podmínky na maximálně dva dny, které jsou obsaženy v příloze této práce. Došlo však i k delším výpadkům:

- 8. 7. 2012 až 19. 7. 2012 – špatné umístění slunečních krytů, které se prohnuly a zakryly z části objektiv; v pozdější fázi snímkování byly nahrazeny černou samolepící folií nalepenou zevnitř schránek,
- 2. 9. 2012 až 10. 9. 2012 – vybití baterií v jedné z kamer; záběry jsou pořízeny pouze jednou kamerou, proto nebyly použity při vytvoření anaglyfu,
- 20. 10. 2012 do 26. 3. 2013 – slunce bylo nízko nad obzorem a svítilo do objektivu téměř až do poledne; tyto snímky nebyly použity,

- 30. 5. 2013 až 16. 8. 2013 – vytečení baterie v jedné z kamer; kameru se podařilo opravit až v polovině července; druhá kamera však záměrně snímala, aby byly dostupné záběry alespoň z jedné kamery pro pozdější využití.

5.2 Rozostření jedné z kamer

V počátečních fázích snímání došlo k viditelnému poškození ostření u jedné z kamer. Tato chyba nebyla jednoduše opravitelná a promítá se do celého snímání. Vzhledem k použitému vizualizačnímu výstupu však neostrost jednoho ze snímků není fatální, jelikož ostřejší snímek v anaglyfu doplňuje ten méně ostrý a ve výsledku jejich kombinací efekt rozostření téměř zaniká. Na tomto základě bylo upřednostněno snímání i s touto chybou. V případě přerušení snímání za účelem opravy kamery by pravděpodobně došlo k delšímu výpadku, který by zbytečně narušil konzistenci dat.



Obr. 12 Porovnání rozostřeného levého snímku s nerozostřeným pravým snímkem

5.3 Ukládání a záloha dat

V průběhu snímání docházelo k pravidelnému ukládání všech nasnímaných dat, aby se předešlo jejich případné ztrátě. Z tohoto důvodu byla data ukládána na třech místech a to v osobním počítači, na externím harddisku a na portálu uložto.cz. Na tomto serveru byly dle smluvních podmínek veškeré soubory označeny za privátní a díky tomuto opatření k nim měl přístup pouze vlastník účtu, ze kterého byly nahrány (Nodus Technologies spol. s.r.o. 2013).

6 PŘÍPRAVA DATOVÉ SADY

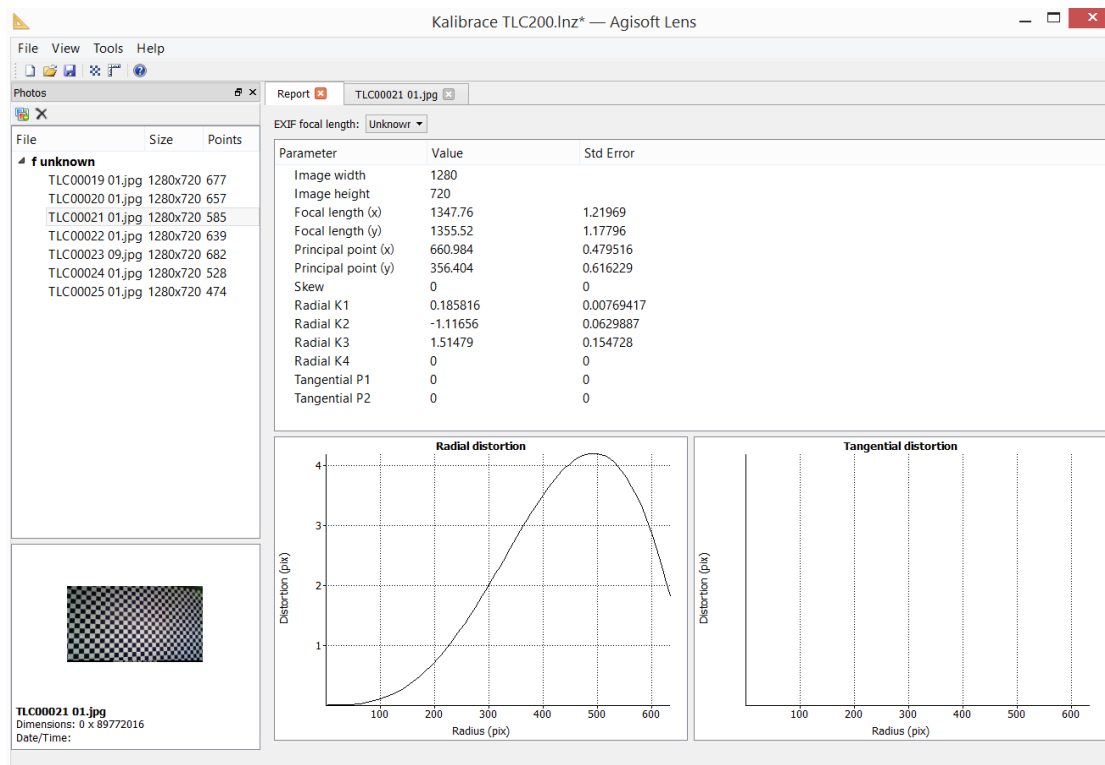
Po skončení nahrávání bylo provedeno několik kroků ke zpřehlednění získaných dat. V prvním kroku byly převedeny z formátu AVI do formátu JPEG pomocí softwaru Free Video to Jpeg Converter. Hlavní výhodou použití právě tohoto programu je, že při exportu videa byl snímek vytvořen při změně obrazu videa. Díky této funkci bylo zajištěno, že snímky v datové sadě nebudou duplicitní ani vynechané. Pojmenování složek se snímky bylo přejaté z dřívějšího postupu tak, že složka se snímky nesla název dne, kdy bylo dané snímkování ukončeno. Digitální rozšířená data o snímku (např. datum pořízení, čas a podobně) nebyly bohužel dostupné z důvodu exportu z formátu AVI, který tyto informace pro jednotlivé snímky neobsahuje. Čas a datum jednotlivých snímků jsou dostupné pouze v analogové formě.

Po exportu byly zároveň odstraněny veškeré snímky, které obsahovaly nepoužitelné snímky. Fotografie v noci nebo jinak výrazně poškozené byly celoplošně vymazány. Tento krok zmenšil datovou sadu zhruba o 63 %, kdy čistě vyexportovaných snímků bylo 115 102 a po tomto základním vytřídění jich zůstalo 42 542. Další fotogrammetrické úpravy byly tvořeny právě z této sady použitelných snímků.

6.1 Fotogrammetrické úpravy snímků

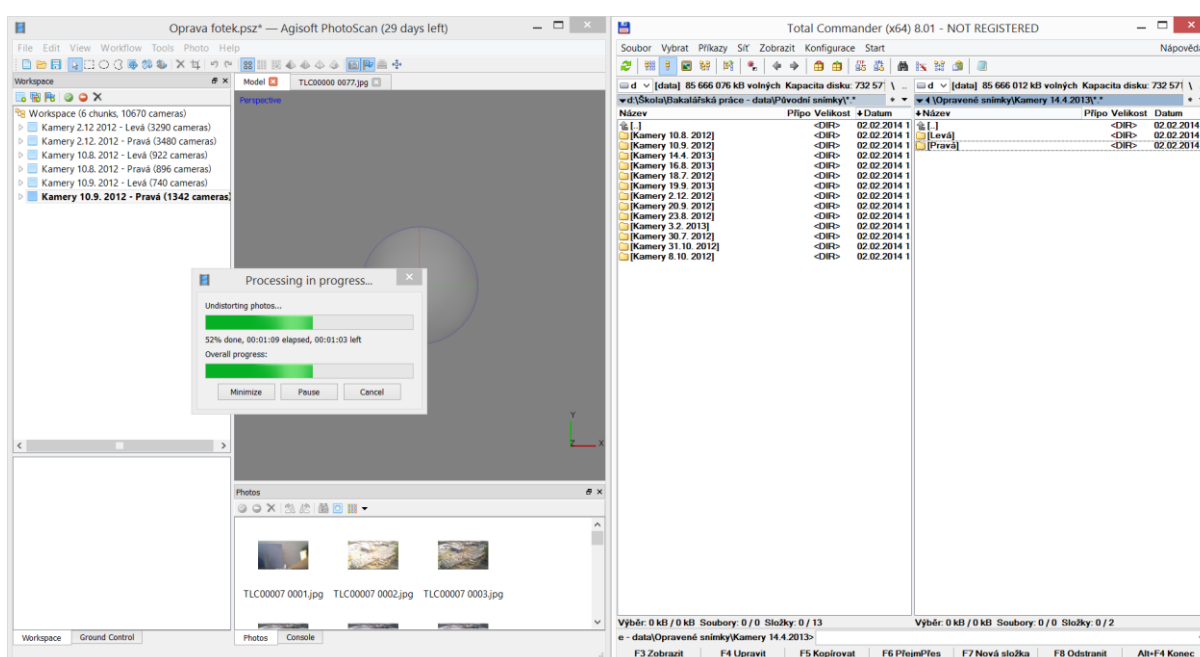
Vzhledem k tomu, že snímkování má povahu pozemní fotogrammetrie, bylo nutné při zpracování snímků zohlednit i možnosti fotogrammetrických úprav snímků. Na základě konzultace s panem Prof. Pavelkou byla vybrána oprava distorze objektivu. Ostatní úpravy snímků nebyly relevantní, jelikož použité kamery mají z fotogrammetrického hlediska velmi malé rozlišení a nepřesný objektiv.

Samotná úprava radiální distorze probíhala v několika krocích. V první fázi bylo nezbytné vybrat vhodný program, k vyřešení této problematiky. Po konzultaci s panem Dr. Miřijovským byly vybrány programy Agisoft Lens a Agisoft PhotoScan. Výhodou tohoto řešení je, že se nemusí tisknout kalibrační listy, protože mřížku používanou ke kalibraci je možné zobrazit na monitoru počítače (Agisoft LCC 2011). Focení probíhalo bohužel pouze jednou kamerou, jelikož u druhé se v průběhu snímkování z nejasných důvodů poškodilo ostření. Z tohoto důvodu byla kalibrace jedné kamery použita i pro snímky z kamery druhé. Pro kalibraci bylo nafoceno 7 fotografií podle návodu společnosti Agisoft. Podmínkami pro focení bylo pouze dodržet stejné nastavení objektivu a zabránit případným odleskům na monitoru (Agisoft LCC 2011). Výsledkem je kalibrační zpráva a exportovaný kalibrační protokol později využitý pro samotnou korekci distorze.



Obr. 13 Kalibrační zpráva programu Agisoft Lens s křivkou radiální distorze

Po vyhodnocení distorze byl kalibrační soubor nahrán do programu Agisoft PhotoScan, který byl využit pro opravu radiální distorze. Postup opravy byl proveden tak, že se postupně do softwaru nahrávaly jednotlivé složky s fotkami, kterým byla posléze odstraněna radiální distorze. V průběhu oprav byla rovněž každá složka kontrolována, zda obsahuje opravdu požadovaný počet fotek a jestli jsou výstupní snímky se správně aplikovanou distorzí. Rychlost zpracování snímků se pohybovala okolo 1 000 snímků za 5 minut na kvalitním počítači. Opravována byla kompletní sada vyříděných snímků bez nocí a jiných vad z důvodu možného opětovného využití fotogrammetricky zpracované sady pro jiné účely.



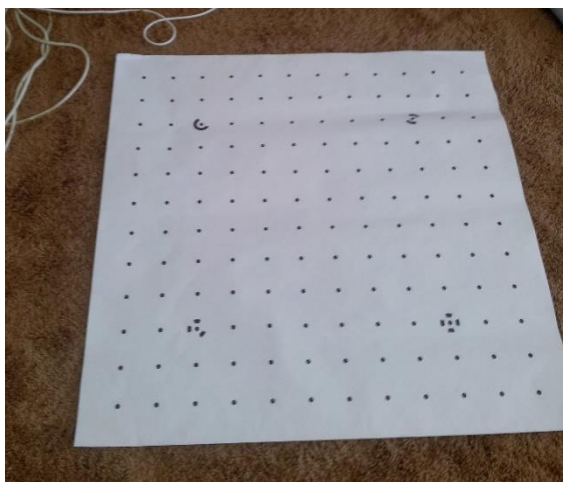
Obr. 14 Aplikační prostředí softwaru Agisoft PhotoScan spojené s kontrolou fotek

6.1.1 Kalibrace a oprava radiální distorze na ČVUT

Paralelně s kalibrací prováděnou programem Agisoft, která byla vybrána jako technika hlavní z důvodu její rychlosti a jednoduchosti, provedl pan Prof. Karel Pavelka na pracovišti Katedry mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze vlastní kalibraci. Postup toho zpracování je v některých bodech odlišný od techniky provedené v Agisoftu. Níže je stručně shrnut postup uplatněný prof. Pavelkou.

První bylo nutné kalibrovat kamery pomocí kalibračního obrazce, což jsou vytištěné listy s geometrickým vzorcem. Kalibrace se prováděla v softwaru Photomodeler Scanner ve verzi 2012. Byly tak získány kalibrační parametry, na jejichž základě je možno provádět hromadné úpravy snímků. K tomu slouží specializovaná funkce ve vyšších verzích PMSC, konkrétně se jedná o funkci Idealize project.

Program PSMC vytvořil kopie snímků s opravenou distorzí tak, že nové snímky byly na základě distorzních parametrů přepočítány na ideální kameru bez distorze. Zásadní nevýhodou je PSMC tvořen pro blízkou fotogrammetrii se soubory o velikosti do stovek snímků. V případě této práce se jednalo o 40 000 snímků, což je nad zpracovací možnosti i velmi výkonného počítače. Po mnoha pokusech bylo potvrzeno, že pro běžný kvalitní počítač je maximální dávkou okolo 1 000 snímků. Jejich zpracování však probíhalo v řádu desítek hodin.

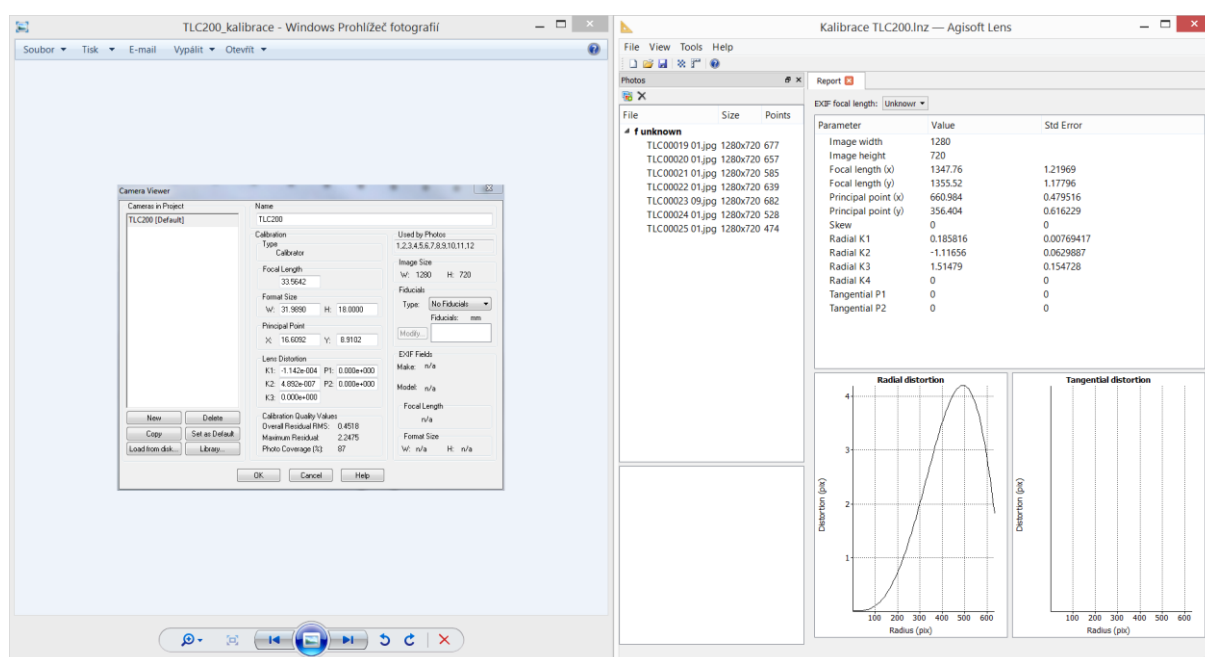


Obr. 15 Kalibrační pole

6.2 Srovnání kalibrací

Na základě srovnání upravených snímků a rovněž výsledků obou kalibrací vyšlo, že výsledky jsou si velmi podobné z jak početního tak vizuálního hlediska. V početním bylo zohledněno, že použité programy využívaly jiných rovnic pro výpočet distorze a tudíž se čísla nerovnaj, i přesto že vedou k podobnému výsledku. Z tohoto důvodu pan Prof. Pavelka neupravoval dále celou datovou sadu, ale pro zpracování celé datové sady se vybrala rychlejší varianta s využitím programů od společnosti Agisoft.

Pro vizuální porovnání je však metodou Prof. Pavelky opraveno okolo 1 300 stereosnímků spadajících do data od 9. 11. 2012 do 19. 11. 2012, kdy byly snímky nejnáročnější pro slícování, jelikož se v tomto období stavěla kostra budovy. Z těchto snímků je vytvořen jeden videovýstup názorně srovnávající výsledky vytvořené postupem Prof. Pavelky a výstupy z programové sady společnosti Agisoft.



Obr. 16 Porovnání kalibračních zpráv

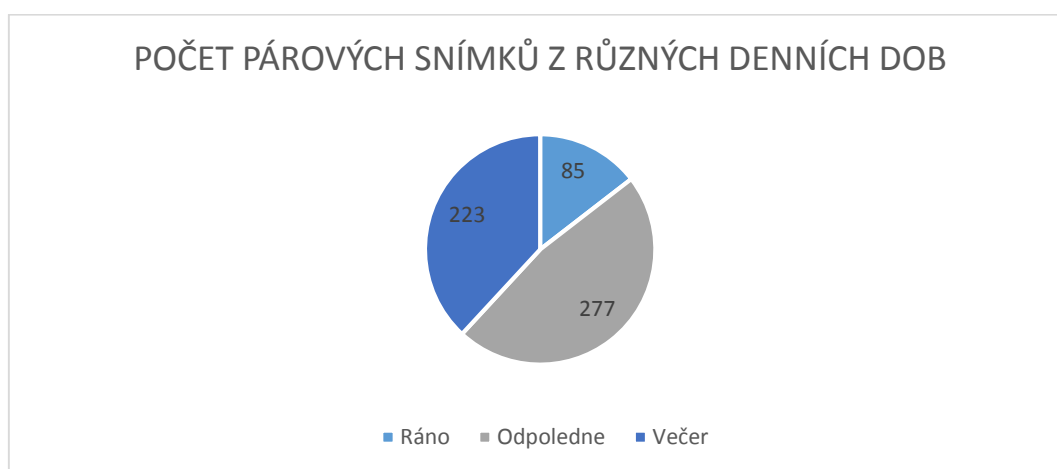


Obr. 17 Vizuální porovnání dvou upravených fotek. Levý upraven na ČVUT a pravý Agisoftem

6.3 Výběr vhodných párových snímků

Správný výběr snímků, ze kterých se tvoří anaglyfické snímky, byl pro výsledek práce stěžejní. Vzhledem k velmi obsáhlé sadě zpracovávaných snímků bylo časově náročné provést třídění. Rovněž nebylo možné využít žádné metody automatizace výběru z důvodu velkých rozdílů mezi snímky v různých ročních obdobích a neexistující

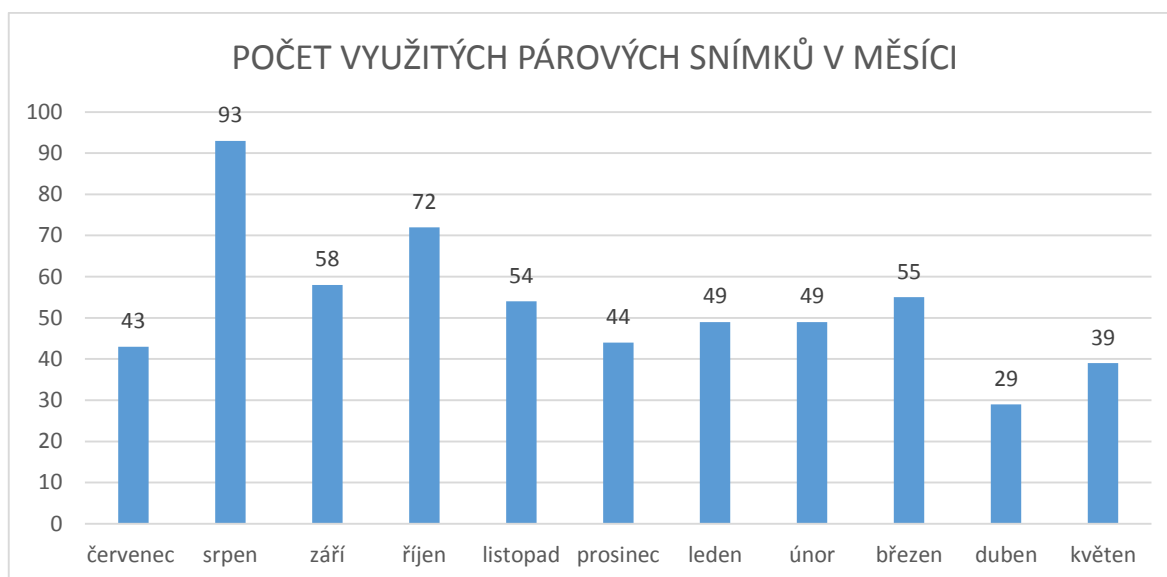
EXIF složky u fotografií. S ohledem na plánované výstupy bylo určeno, že se snímky vyberou v maximálně třech exemplářích za den a to jeden z rána, jeden z odpoledne a jeden z večera. Hlavním důvodem tohoto rozhodnutí bylo přihlídnutí k rychlosti stavebních prací. Při výběru tří snímků za den docházelo k dostatečně velkým pauzám, ve kterých se již projevovaly rozdíly ve stavbě. Při frekventovanějším výběru snímků by rozdíly ve stavbě nebyly tak znatelné. Rovněž by při takto hustém výběru snímků došlo k nežádoucímu nafukování datové sady snímky, které by později při výstupech nebyly použity.



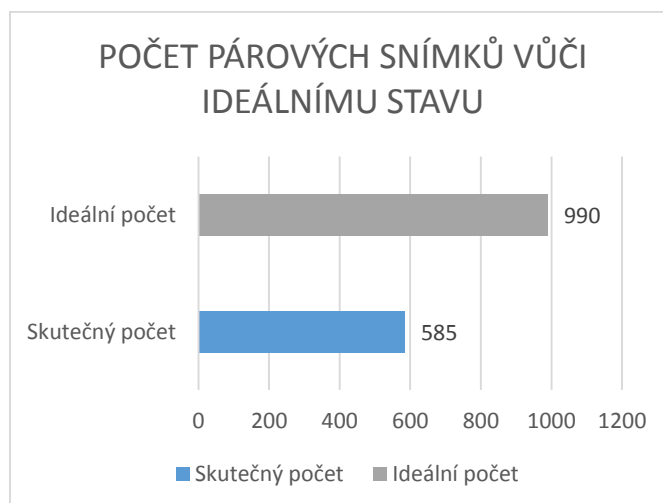
Obr. 18 Využité párové snímky z různých denních dob

Třídění prováděl autor subjektivně pomocí vizuální kontroly snímku a zároveň kontrolou jeho histogramu v programu Zoner Photo Studio 16. Při kontrole byly využívány některé funkce Zoneru, které pomáhaly při výběru fotografií. Mezi ně patří detekce přepalů, neboli odlesků od skel nebo rovných ploch či třídění podle data vytvoření. Tento proces vedl k vybrání největšího možného množství snímků s tou nejvyšší možnou kvalitou v každém období snímání.

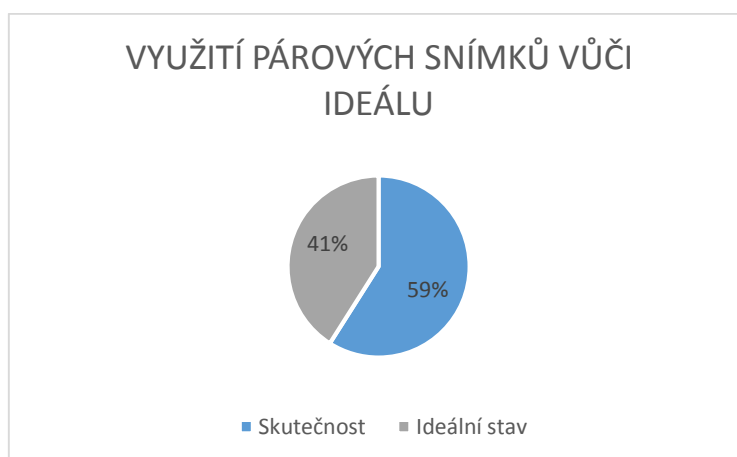
Přílohou této práce je detailní statistický přehled výběru snímků. Mezi sledované atributy patřil den s přiděleným kódovým číslem a monitorování, zdrojová složka se snímky, důvody výpadků, kolik snímků bylo za den pořízeno a v jakou denní dobu. Pokud by bylo nezbytné zjistit, jaký snímek byl přesně použit, stačí vyhledat neořezaný anaglyfický snímek a v dolní liště jej nalézt podle data pořízení jeho vstupní pár.



Obr. 19 Histogram počtu párových snímků v jednotlivých měsících



Obr. 20 Porovnání ideálně možného počtu párových snímků se skutečností

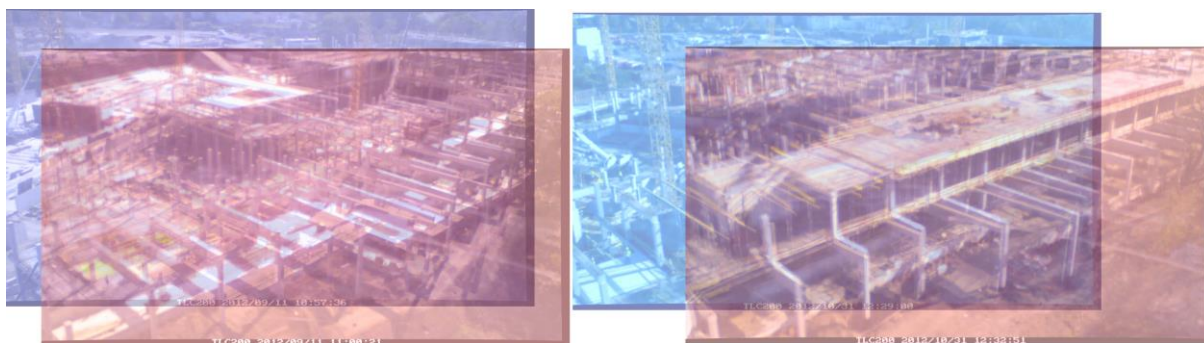


Obr. 21 Vyjádření využití párových snímků vůči ideálnímu stavu v procentech

7 TVORBA ANAGLYFICKÝCH FOTOGRAFIÍ

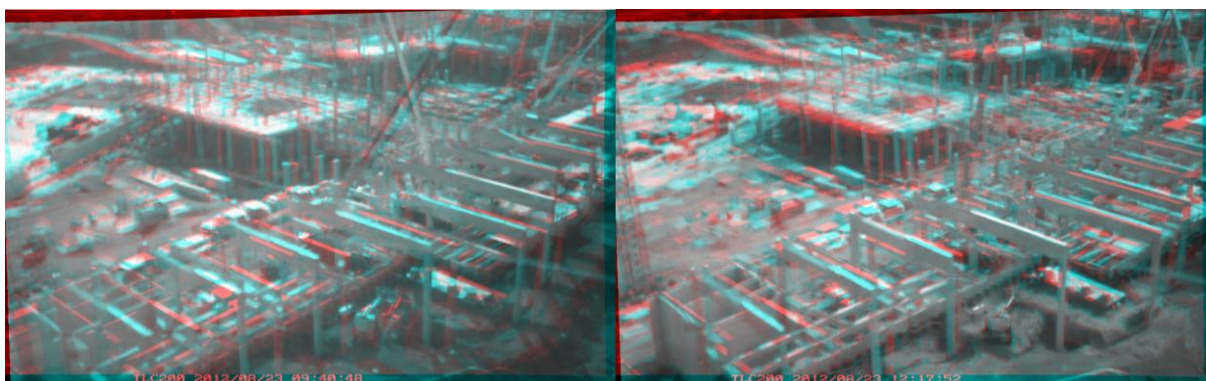
Vytváření anaglyfických fotografií bylo spojeno s předchozím výběrem párových snímků. Cílem bylo dosažení co nejlepšího prostorového efektu v co největší oblasti snímku. Během veškerých úprav se zohledňovaly postupy tvorby anaglyfických snímků (Li a kol. 2013). Se správným slícováním párových fotografií se vyskytly dva problémy, které jsou popsány v následujících odstavcích.

Základním prvkem, podstatným pro celou tvorbu, bylo slícování snímků tak, aby při pohledu anaglyfickými brýlemi vznikl prostorový vjem. Vzhledem k tomu, že každá série snímků je vůči sobě jinak usazena, muselo se lícování pro každou sérii provádět zvlášť. Jako výchozí nastavení při slícování bylo používáno funkce automatického vyhodnocení překryvů v programu Stereophotomaker. Toto slícování bylo dále subjektivně upravováno za účelem dosažení co nejlepšího výsledku. Automatického slícování bez subjektivních úprav nebylo využito z důvodu častého zaostření na nezajímavá místa ve snímku. Navíc u některých méně kvalitních snímků, převážně v zimních měsících, automatické vyhodnocení nemohlo být provedeno. V tomto případě bylo nastavení prolínání snímků k vytvoření anaglyfu nastaveno autorem. Překryv u slícování se měnil v závislosti na nastavení os kamer vycházejícím z jejich ustavení. U lepšího ustavení se překryv pohyboval v řádu 85 % a v těch nejhorších případech vyskytujících se převážně v zimních měsících okolo 65 %.



Obr. 22 Porovnání nejlepšího a nejhoršího překryvu.

Dalším problémem se ukázal rozdílný postup ve stavbě objektu a s tím vázané výrazné změny ve struktuře v různých částech snímků. Díky velké horizontální i vertikální vzdálenosti objektů na snímku nebylo možné zaostřit anaglyfický snímek na celou plochu, ale bylo možné jej lokalizovat do oblastí s přibližně stejnou vzdáleností od kamer. Zohlednění tohoto faktu se při tvorbě projevilo zdůrazněním efektu v pohledově zajímavých oblastech a rozostřením v oblastech ostatních. Kompromisu mezi tímto nešlo dosáhnout, protože jednotlivá místa na snímku jsou od sebe velmi vzdálená. V průběhu snímání se oblasti s vyšší stavební aktivitou průběžně měnily a tak v celém souboru došlo k několika přeastřením. Na obrázku níže jsou vloženy snímky 51a a 51b, na kterých lze pozorovat změnu ostření v dolní části u nově se stavějících sloupů.



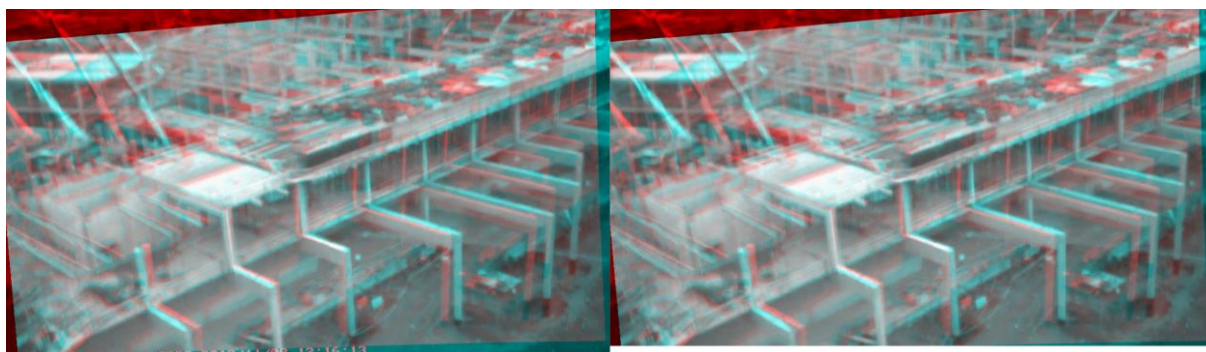
Obr. 23 Ukázka přeastření (přesunutí efektu ze zadní části na přední nově stavěné sloupy)

Statistická data byla zaznamenávána i pro tuto část tvorby anaglyfů a to při sledování názvů vázající k souborům obsahujícím nastavení slícování programu Stereophotomaker. Soubory s nastavením jsou obsaženy v DVD příloze práce a díky nim je možno zpětně vytvořit jakýkoli snímek přesně tak, jak byl využit v této práci. Nastavení je uloženo ve formátu ALV, nativního formátu softwaru Stereophotomaker. Následující ukázka obsahuje část vnitřní struktury programového kódu tohoto formátu, která byla využívána při práci. Využívaným nastavením u většiny snímku je rotace a vzájemná pozice dvou snímků.

```
[Data]
AlignmentValueFile=1
Rotation_L=0
Rotation_R=-35
Position_H=54
N_Position_V=-89
```

7.1 Úprava anaglyfických fotografií

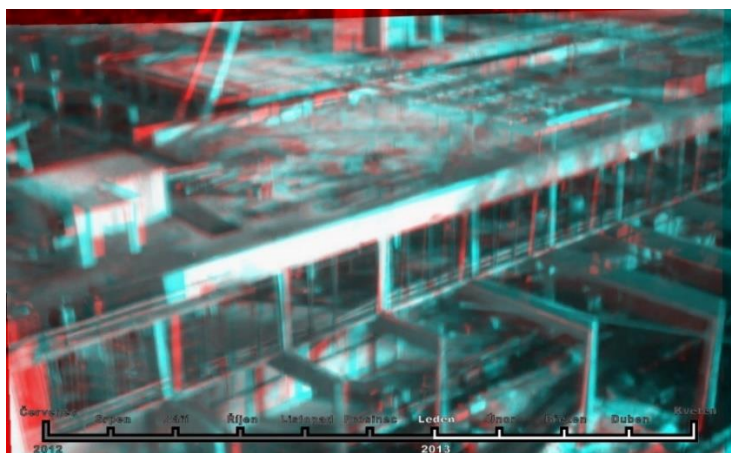
Před vytvářením finálních výstupů byly upraveny vytvořené anaglyfické fotografie. Následující úpravy byly prováděny v programu Zoner Photo Studio 16. První a nezbytnou editací u všech výstupních snímků, byl ořez spodní lišty s informacemi o snímku. Šlo o úpravu dělanou hromadně vždy pro sadu snímků upravovanou stejným nastavením slícování. Při ořezu se dbalo o nejvyšší možnou přesnost, která při zpracování pohybovala v rámci jednotek pixelů.



Obr. 24 Snímek před a po ořezu

Dalším krokem úpravy snímků bylo vložení časové osy. Časová osa byla vytvořena s vědomím, že ji uživatel bude sledovat skrze anaglyfické brýle na popředí anaglyfického snímku. Díky tomu byla vytvořena robustně s kontrastními barvami v černo bílém provedení, kdy se aktuální měsíc zvýrazňuje bílou barvou s černým okrajem, přičemž ostatní měsíce zůstávají zašedlé. Zároveň se ubíhající čas znázorňuje posuvem bílé barvy na časové ose.

Změna velikosti časové osy v jednotlivých snímcích je způsobena tím, že po každém slícování měla sada snímků jinou velikost než skupiny ostatní. Tyto rozlišnosti se následně projeví u vkládání časové osy v programu Zoner Photo Studio, který pracuje s relativní velikostí snímků a osu vždy deformuje podle aktuálního snímku. Výhodou tohoto řešení je, že osa využívá maximální možnou plochu. Nevýhodou je její měnící se velikost v animacích. S dostupným programovým vybavením nebylo možné vložení na základě absolutních velikostí a s tím související nehybnou polohou časové osy.



Obr. 25 Vložení časové osy do snímku

8 TVORBA VÝSTUPŮ

8.1 Tvorba tištěných materiálů

Analogové dokumenty této práce mají formu dvou výstupů, knihu vhodnou pro rychlé listování a poster. Knížka i poster byly vytištěny u firmy Properus s.r.o.

8.1.1 Anaglyfická kniha

Práce a předtiskové úpravy byly řešeny pod dohledem pana Bc. Karla Horálka ve firmě Properus s.r.o. Časová přímka byla pro tento účel vyexportována ve vektorové formě ve formátu CDR. Vstupní datovou sadou byla sada nejlepších, subjektivně vybraných snímků. Při tisku byl kladen důraz na veškeré možné chyby detailně popsané v metodách práce. Z tohoto důvodu byla pro tisk využita velkoformátová laserová tiskárna Xerox Colour 1 000, která poskytuje veškeré nástroje ke kontrole převodů mezi RGB a CMYK barevnými modely a jistotu správně kalibrovaných barev, umožňujících maximální eliminaci crosstalku ve snímcích (Woods 2013).

Na základě testovacího výtisku byly upraveny následující hotové knihy tak, aby se jimi dobře listovalo. Hlavní úpravou je přidání 5 cm odrážky od vazby tak, že při listování nezakrývá část obrazu. Další změnou je umístění stránek odspodu dopředu, díky kterému je rychlé listování pro uživatele pohodlnější a intuitivnější. Ořez knihy je zacentrován na levý dolní roh a řezalo se milimetr do snímku tak, aby na jeho okrajích nevznikaly rušivé bílé pruhy. Digitální předtiskové dokumenty jsou obsaženy na DVD příloze.

8.1.2 Poster

Poster je druhým analogovým výstupem této práce. Jeho hlavním smyslem je především předvést možnosti anaglyfických metod. Díky fyzickým možnostem anaglyfického efektu je poster určen pro dvě pozorovací vzdálenosti. První je pohled z dálky na poster jako na celek, kdy do popředí pozorovateli vystupuje anaglyf na pozadí. Text a ostatní prvky posteru sice lehce ruší prostorový vjem, ale i přesto je znatelný. Tento efekt má za cíl upoutat pozornost diváka.

Menší anaglyfické snímky jsou naopak určeny pro blízké pozorování, kdy je možné porovnávat stavbu v jednotlivých měsících. Anaglyf na pozadí nemá jakýkoliv vliv na menší snímky kvůli využití černého rámečku, který odděluje snímek od pozadí. Rovněž velký anaglyf na pozadí ztrácí při pohledu zblízka svoji celistvost a pohled diváka nenarušuje.

Snímků využitých v posteru je 12 s důrazem kladeným především na jejich vizuální kvalitu a rovnoměrné pokrytí stavebních prací. Díky snaze co nejlépe zachytit všechny výrazné změny ve struktuře stavby dochází ke kumulaci snímků v prvních měsících stavby. Datová sada snímků využitých pro poster je dostupná v digitální příloze této práce. Poster byl vytištěn na velkoformátové tiskárně Roland DG VersaCMM VS-640 využívající ecosolventních barev.



Obr. 26 Poster

8.2 Tvorba animovaných materiálů ŠANTAN

Veškeré zpracované videomateriály vycházejí z předchozích vytvořených a upravených anaglyfických snímků. Díky rozsáhlé datové sadě je vytvořeno více videovýstupů, které jsou níže podrobně popsány. Zvolen byl formát videa MP4 jakožto platforma poskytující dobrou kvalitu za nízké datové náročnosti oproti ostatním formátům. Videá jsou primárně určena pro zobrazení na webové stránce vytvořené pro tuto práci s dodatečnou možností je spustit i v externích prohlížečích, kde však dojde ke ztrátě časových značek. Anaglyfické snímky byly pro jednotlivá videa vybírány ze sady

snímků s aplikovaným ořezem a vloženou časovou osou. Všechna videa nesou společné heslo ŠANTAN odvozené od čtyř začátečních písmen areálu Šantovky a následujících dvou písmen ze slova anaglyf. Název byl vytvořen z důvodu jednodušší orientace v souboru videí, kdy jednotlivá videa nesou tento název spojený s jejich nejvýraznější charakteristikou. Příloha této práce obsahuje kopii webových prezentačních stránek se všemi níže popsanými animacemi a zároveň využité datové sady umístěné ve složce Snímkové sady.

8.2.1 Videá z kompletní sady

Pro tyto animační video výstupy byla použita kompletní sada anaglyfických snímků, která je prezentována ve třech videích lišících se rychlostí přehrávání. Použité frekvence jsou 2 Hz, 5 Hz a 10 Hz. Rozdílnost ve frekvencích byla vybrána z důvodu odlišných preferencí pozorovatelů. V průběhu práce bylo vypořádáno, že právě tyto frekvence vyhovují většině uživatelů. Na webových stránkách jsou tato videa dostupná pod hesly ŠANTAN 2, ŠANTAN 5 a ŠANTAN 10.

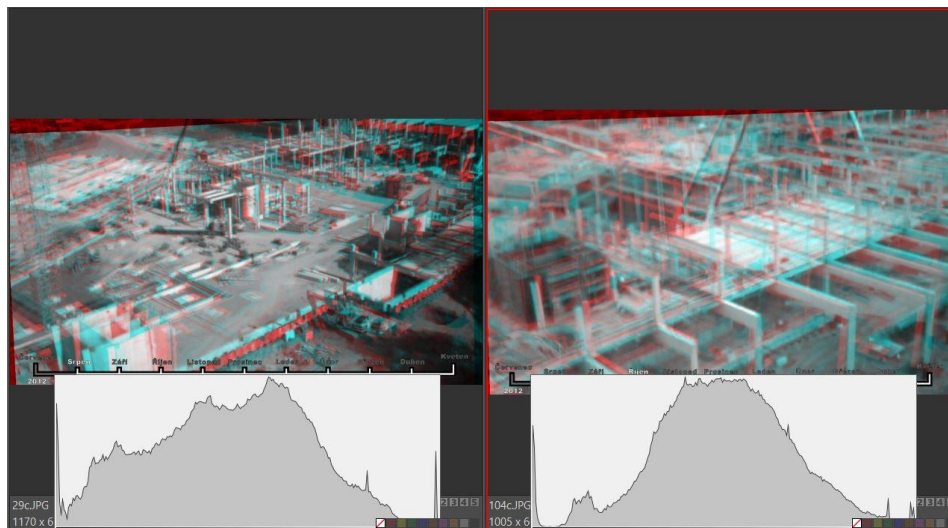
8.2.2 Videá z nejlepších snímků

Video výstup nejlepších snímků obsahuje dvě animace, pro které byly použity dvě sady rozdílně vybraných dat. Hlavním kritériem pro výběr snímku byla jejich kvalita. Upřednostňován byl kontrast, jako hlavní prvek umocňující efekt prostorového vjemu.

Prvním je sada Nejlepší snímky subjektivní vybraná subjektivně autorem práce s důrazem na pohledově nejlepší snímky. Druhá sada s názvem Nejlepší snímky objektivní byla vybrána objektivně na základě histogramů jednotlivých snímků.

Jako referenční snímek (snímek číslo 29c) byl vybrán anaglyf dobře kontrastní s histogramem plošším a mírně skloněným doleva. Podle něj byly pomocí vizuálního srovnání histogramů vybírány další anaglyfy. Byl zvolen kontrastní snímek, protože poskytoval jistotu výběru pouze dobrých snímků v celé datové sadě. Při použití snímku s Gaussovským nebo jiným rozložením histogramu docházelo k výběru jak ostrých tak i neostrých a rozmazaných snímků, které neodpovídaly požadovanému výstupu. Rozdíl objektivně vybrané sady oproti té subjektivně vybrané je, že v objektivním řešení nebylo přihlíženo na kumulaci snímků v obdobích s dobrými snímkovacími podmínkami. Naproti tomu v subjektivním řešení je snaha o rovnoměrnější pokrytí a tak jsou v některých obdobích vybrány i snímky, které metodou filtrování podle histogramů

nebyly vybrány a naopak jsou někde vyřazeny snímky při nadměrné kumulaci. Frekvence přehrávání je zvolena u obou videí na 2 Hz. Hesla na webových stránkách pro tyto animace jsou ŠANTAN Subjektivní a ŠANTAN objektivní.



Obr. 27 Porovnání dobrého (levý snímek) a chybného histogramu snímku (pravý snímek)

8.2.3 Animace dělené dle denní doby

Datové sady využitě pro animace dělené podle data pořízení tvoří tři videa z rána, odpoledne a večera. Snímkové sady použité pro tvorbu videí jsou dostupné v příloze pod názvy Snímky ráno, Snímky odpoledne a Snímky večer.

Důvodem vytvoření těchto videí je znázornění, jak se jednotlivé denní doby projevují jak na aktivitě stavebních prací tak zároveň na kvalitě snímků. Pro soubory snímků je charakteristické, že odpoledne obsahuje 47 % snímků, večer obsahuje 38 % snímků a ráno má pouze kolem 15 % snímků. Frekvence přehrávání jsou u všech tří videí nastaveny na shodně na 5 Hz. Na webových stránkách jsou animace dostupné pod názvy ŠANTAN Ráno, ŠANTAN Odpoledne a ŠANTAN Večer.

8.2.4 Zásadní momenty stavby

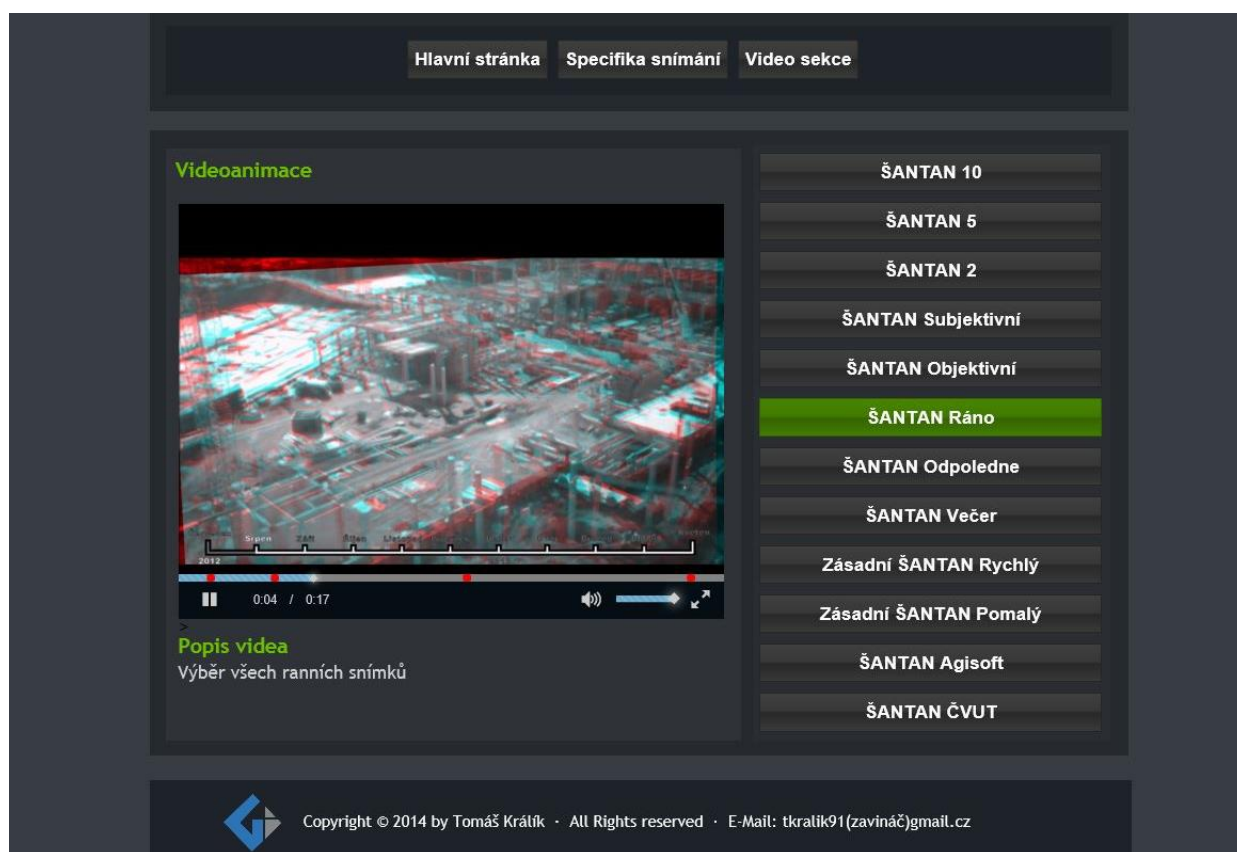
Další animací je soubor snímků Zásadní snímky, který je zaměřen na výrazné změny struktury ve stavbě. Výběr snímků byl prováděn subjektivně s důrazem na rozdílnosti ve stavebních pracích. Tato animace je charakteristická kumulací snímků v prvních třech měsících stavby, kdy byla konstruována kostra budovy. Z těchto snímků jsou vytvořena dvě videa, lišící se pouze rychlostí přehrávání. Zvolená frekvence přehrávání je 0,5 Hz umožňující detailní pohled na jednotlivé snímky a 2 Hz umocňující pocit z růstu budovy. Hesly zvolenými pro videa jsou Zásadní ŠANTAN pomalý a Zásadní ŠANTAN rychlý. Datová sada použitá pro animaci je dostupná v příloze práce pod názvem Zásadní snímky.

8.2.5 Video s radiální korekcí distorze z ČVUT

Posledním video výstupem je animace vytvořená ze snímků upravených na Fakultě stavební ČVUT na katedře mapování a kartografie. Cílem animace je především porovnání výsledků dosažených na dvou různých pracovištích pomocí rozdílných metod práce. Aby mohlo dojít k co nejlepšímu porovnání, byla vytvořena obdobná animace z dat upravených programem Agisoft. Pro co nejlepší možnost porovnání byly použity snímky bez aplikovaných ořezů a bez časové osy. Použité snímky jsou z dnů od 9. 11. 2012 do 19. 11. 2012, kdy je vytvoření anaglyfického efektu nejnáročnější. Frekvence přehrávání je zvolena na 1 Hz. ŠANTAN Agisoft a ŠANTAN ČVUT jsou hesly využitými pro tyto videa na webových prezentačních stránkách. Datové sady snímků jsou dostupné v příloze práce pod názvy Snímky ČVUT pro snímkovou sadu z Fakulty stavební ČVUT a Snímky Agisoft pro snímky vytvořené technikou Agisoft.

8.3 Webové prezentační rozhraní

Pro přehrávání animací na webových stránkách byl vytvořen HTML5 video přehrávač VideoJS, dostupný pod licencí Apache (Apache Licence 2004). Zdrojový kód této aplikace využívá verzi VideoJS 4.3.0 dostupnou z webových stránek vývojářů (<http://www.videojs.com/>). Pro zajištění funkčnosti časových značek byl do stávajícího kódu implementován plugin VideoJS Markers, přidávající plně modifikovatelné interaktivní body na časovou přímku videa. Samotné webové stránky byly vytvořeny programem WYSIWYG Web Builder 9. Výsledné stránky budou umístěny na aplikačním serveru katedry Geoinformatiky. Kompletní zdrojové kódy jsou dostupné v příloze v kategorii Prezentační webové stránky.



Obr. 28 Ukázka webového prezentačního rozhraní

9 VÝSLEDKY

Hlavním výsledkem bakalářské práce je ověřený postup, jak zpracovat časosběrná data za účelem tvorby anaglyfických výstupů. Postup je uplatněn u dat pořízených dvojicí webových kamer snímajících průběh stavby obchodní galerie Šantovka v Olomouci. Výstupem celého procesu převádění, úprav a korekcí snímků jsou tři sady snímků, 12 videoanimací a dva analogové dokumenty.

Jedinečnosti postupu tkví v jeho celistvosti, kdy se v práci postupovalo od samotného počátku a plánování umístění kamer až po tvorbu výstupů. Právě nutnost zpracování velkého množství úkonů tvořila tuto práci náročnou. Početné odborné konzultace zajistily nejvyšší možnou přesnost a efektivnost u většiny použitých technik. Kombinace komplexního postupu, teoretických i praktických poznatků a odborných konzultací tvoří základ pro budoucí obdobné projekty.

Prvním typem výstupů jsou **anaglyfické snímky**, sloužící jako podklad pro tvorbu animací a analogových dokumentů. Tyto snímky v jejich primární podobě mohou být použity pro nepřeberné množství aplikací. V příloze této práce jsou navíc obsaženy i soubory s aplikovaným ořezem a časovou řadou. Navíc je vytvořena menší sada anaglyfických snímků panem Prof. Karlem Pavelkou za účelem srovnání dvou různých metod opravy radiální distorze snímků a jejich vlivu na tvorbu anaglyfických snímků. K této sadě od Prof. Pavelky je přiložena sada korespondujících snímků vytvořených programem Agisoft.

Druhým výstupem jsou **anaglyfické animace**. Jejich hlavní výhodou je, že nejsou vázány na fyzická média a mohou být přehrávána skrze webové prohlížeče. Vložení časových značek u videí zároveň oproti analogovým výstupům výrazně ulehčuje orientaci. Výstupy bakalářské práce tvoří 12 animací, lišících se v nejrůznějších aspektech, jako je rychlost přehrávání nebo odlišně vybranými snímkovými soubory.

Třetí výstupy tvoří **analogové dokumenty**. Tyto výstupy jsou unikátní, jelikož anaglyf je jedna z mála metod, kterými lze zkombinovat dva snímky v analogové podobě za účelem navození prostorového jevu za využití levného vybavení. Ostatní stereoskopické metody jsou oproti anaglyfu výrazně náročnější na techniku. Snímky vytvořené v rámci práce jsou prezentovány pomocí dvou analogových dokumentů, které mají odlišné cíle. **Anaglyfická knížka** obsahující větší počet anaglyfických snímků je vhodná jak pro rychlé listování, tak i pro detailní pohledy. Umožňuje pozorovateli

určovat si vlastní rychlosti změny snímků s případnými paузami na pohledově zajímavějších snímcích. **Anaglyfický poster** naopak zdůrazňuje technické možnosti práce s anaglyfickým efektem. Kombinace jednoho snímku na pozadí s menšími snímky v ploše posteru tvoří jedinečné pozorovací zážitky z rozdílných vzdáleností pohledu diváka.

Celkově veškeré výstupy této práce jsou vytvořeny za účelem prezentace možností jak časosběrného snímání tak i vizualizace pomocí anaglyfické metody. Zároveň bylo myšleno na další možnosti využití dat o stavbě areálu Šantovky pro možné budoucí využití a tak jsou data dostupná i v neupravených verzích.

10 DISKUZE

Zpracování veškerých dat do podoby použitelné pro tvorbu anaglyfů je komplexní záležitostí, která s sebou nesla nemalé překážky. V postupujících momentech práce bylo nezbytné řešit problémy a zároveň se vynořilo několik nedostatků, které vznikly již dříve. Veškeré problémy lze zařadit do tří kategorií, kdy první jsou specifika kamerového vybavení, druhé jsou technické problémy vybavení a třetí je využití jiných metodik navození prostorového vjemu.

První kategorie problémů je spojená s kamerami. Nejzávažnějším problémem byla kvalita použitých webových kamer. Vzhledem k nejasnému výsledku práce v rané fázi plánování byl proveden nákup levnějších kamer, u kterých se později projevil potíže s nemožností nastavování optiky a nízkým rozlišením. Při nákupu dražšího kamerového vybavení mohlo být dosaženo mnohem lepších výsledků, především díky vyššímu rozlišení, možnosti navolit si vlastní ostření, schopnost výměnné optiky a také kapacity zaznamenávat informační data ke každému snímku. Lze tedy předpokládat, že využití lepšího vybavení by vedlo k výraznému ulehčení práce a zároveň k možnosti částečné automatizace celého zpracovacího procesu. Zároveň při použití lepší optiky je možné provést mnohem přesnější fotogrammetrické úpravy následně vedoucí k výrazně lepším výsledkům. Dalším problémem je způsob umísťování kamer na střechu budovy, kdy není možné po usazení zkontrolovat přesnou pozici a nastavení snímacích os vůči sobě. Výše zmíněný nedostatek se projevuje na rozdílně překrývajících se snímcích a s tím se vzájemně rozdílnou konečnou velikost výsledného anaglyfického snímku. Pro budoucí použití je nezbytné vyřešit umístění kamer tak, aby byly vždy stejně usazené. Nejlepším řešením je využití staticky umístěných kamer, s nimiž se nebude pohybovat v průběhu celého snímání. Použití tohoto usazení by vedlo k dosažení konstantní velikosti výsledných anaglyfických snímků a odstranění efektu měnící se velikosti snímků z různých usazení v průběhu snímání. Přes všechny výše uvedené nevýhody, má umístění a kvalita kamer své odůvodnění. Podobné kamerové vybavení a umístění si může dovolit skoro každý, přičemž výsledek je uspokojivý.

Důležitou skutečností, která při snímání sehrála svou roli, je technický stav vybavení. V průběhu snímání, i přese všechny kontroly došlo k několika výpadkům, za kterými stála technika. Zásadní věcí, která se promítla téměř do celého snímání, je rozostření jedné z kamer. Z neznámých důvodů se u nasnímaných fotografií z této kamery projevuje

rozmazání, jenž nelze nijak opravit, protože kamera nemá žádné dostupné možnosti nastavení ostření. Dalším problémem se projevilo použití tužkových baterií v kamerách. Několikrát došlo během natáčení k jejich neplánovanému vybití a v poslední fázi jedna baterie vytekla a dočasně vyřadila kameru. Při budoucím snímání by bylo vhodné, zajistit pro kamery stálý zdroj energie a využít snímací zařízení s nastavovatelným ostřením. Využití baterií s sebou nese ale i výhody, a to možnost umístění zařízení v místech jako třeba les nebo pustina, kde není možné připojení externího elektrického zdroje.

Posledním bodem, ve kterém by bylo možné dosáhnout lepších výsledků, je využití jiných metodik navození prostorového jevu. Anaglyfický snímek je sice metodou velmi nenáročnou na uživatelské vybavení, ale dochází u něj ke ztrátě barevnosti a při užití špatných anaglyfických brýlí může dojít k poškození prostorového efektu. Při využití aktivních metod, kdy se využívá buď zatmívacích brýlí, nebo rozdílných displejů pro každé oko je možné dosáhnout lepších výsledků a zároveň zachování barevnosti o kterou je anaglyf ochuzen.

Mimo výše zmíněné problémy je nutné podotknout, že v počátky práce doprovázela skepse ohledně možnosti tvorby kvalitních anaglyfických snímků z výstupů šikmé pozemní fotogrammetrie. Přes veškeré pochybnosti tato práce dokazuje, že tvorba takovýchto výstupů je možná a se zohledněním výše zmíněných problémů je možno dosáhnout výborných vizualizačních výstupů.

Budoucností podobných projektů je zajisté v poslední době značně rostoucí technický pokrok poskytující nové technologie. Bylo by vhodné, aby se další práce soustředily především na výběr lepšího snímacího zařízení a také další možnosti zobrazení prostorového vjemu. Oblast zpracování snímků a fotogrammetrických korekcí je v současnosti velmi dobře prozkoumána.

11 ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vytvoření sady vizualizací průběhu stavby areálu Šantovky. Vizualizace byly rozděleny do třech variant podle jejich podoby a to do sady snímků, videoanimací a analogových dokumentů. Výstupy ve formě animací jsou navíc umístěny na webových stránkách, kde jsou volně dostupné k nahlédnutí.

Práce probíhala v na sebe navazujících etapách, kdy se jako první začalo se samotným snímáním stavby. Se začátkem natáčení se pojilo překonání mnoha překážek a to jak technických tak i teoretických. Tyto otázky byly řešeny pracovníky Geoinformatiky stejně jako následné kontroly vybavení.

Nasnímaná data bylo posléze nezbytné upravit. Při všech úpravách byl brán ohled na to, že se jedná v konečném důsledku o pozemní fotogrammetrii a na základě toho se odvíjely i následné úpravy datové sady. V první řadě se data exportovala do formátu JPEG, u kterého ale bohužel nebyly dostupné EXIF informace, ale veškeré údaje o snímku byly obsaženy v jeho patičce. Následně po konzultaci s panem Prof. Pavelkou (ČVUT Praha) byla provedena fotogrammetrická úprava radiální distorze, která jako jediná z mnoha fotogrammetrických úprav měla smysl a ovlivňovala výsledek u této datové sady. Pro opravu radiální distorze bylo použito programové sady Agisoft a pro kontrolní účely byla opravena malá část snímků Prof. Pavelkou na jeho pracovišti na katedře mapování a geografie v Praze. Fotogrammetricky se opravily veškeré použitelné snímky z důvodu jejich možného dalšího využití v jiných aplikacích.

V další fázi probíhal výběr stereodvojic snímků s ohledem na plánované výstupy, kdy bylo důležité pojmut majoritu změn ve stavbě a zároveň netvořit nadbytečný počet později nevyužitých anaglyfů. Z toho důvodu byla zvolena metoda, kdy se během jednoho dne braly nanejvýše 3 snímky a to jeden z rána, odpoledne a večera.

Z těchto stereodvojic byly dále vytvořeny anaglyfické snímky programem Stereophotomaker, jenž byly opraveny ořezem a vložením časové osy. Datová sada takto upravených snímků byla připravena pro tvorbu výstupů. Samotné snímky v podobě před a po úpravě jsou součástí digitálních výstupů práce dostupných na DVD příloze.

Videoanimace byly tvořeny výhradně v programu Windows Movie Maker. Celkově jich je vytvořeno dvanáct za účelem maximálního využití datové sady a zvýrazňování různých aspektů. Jedna z animací má kontrolní využití a je vytvořená ze sady snímků opravených panem Prof. Karlem Pavelkou. Veškeré animace jsou prezentovány formou

volně dostupných webových stránek na aplikačním webovém serveru katedry Geoinformatiky v Olomouci.

Poslední částí práce je vytvoření dvou analogových dokumentů. Prvním je anaglyfická kniha obsahující okolo 150 snímků vytvořená tak, aby v ní uživatel mohl pohodlně listovat. Druhým výstupem je velkoformátový poster vhodný pro vyvěšení na zeď a přiloženými anaglyfickými brýlemi. Z důvodu limitovaných finančních prostředků byly vytvořeny 2 anaglyfické knihy a dva postery.

Ve výsledku je výsledek práce nejen souborem vizualizací, ale především postupem, který lze s menšími úpravami aplikovat na případné budoucí snímání jiných objektů. V praxi je výstupy bakalářské práce možné využít buď k tvorbě dalších vizualizací, nebo k populárně naučným účelům a prezentaci samotného objektu obchodní galerie Šantovky.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Tištěné Zdroje

- [1] AGISOFT LCC, 2011. Agisoft Lens User Manual. No. Version 0.4.0, p. 5.
- [2] ČÍŽEK, Jaroslav, 2005. *Prostorové zobrazování*. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni.
- [3] GRÉZLOVÁ, Jana, 2011. *3D Vidění*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- [4] LI, Songnan, Lin MA and King NGI NGAN, 2013. Anaglyph image generation by matching color appearance attributes. *Signal Processing: Image Communication*: Elsevier, 7., vol. 28, no. 6, pp. 597–607. ISSN 09235965
- [5] NEČASOVÁ, Hana, 2007. *Dvojstředové promítání*. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně
- [6] NORTHAM, Lesley, Paul ASENTE and Craig S. KAPLAN, 2013. Stereoscopic 3D image stylization. *Computers & Graphics*: Elsevier, 8., vol. 37, no. 5, pp. 389–402. ISSN 00978493
- [7] PAVELKA, Karel, 2003. *Fotogrammetrie 10*. Praha: České Vysoké Učení Technické - Fakulta stavební.
- [8] WOODS, Andrew J., 2013. Characterizing and reducing crosstalk in printed anaglyph stereoscopic 3D images. *Optical Engineering*. 5.4., vol. 52, no. 4, p. 20. ISSN 0091-3286.

Elektronické zdroje

- [9] GEODIS. Inženýrská geodézie: Příklady inženýrských prací v roce 2009 [online]. 2009 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://sluzby.geodis.cz/modules/marwel/index.php?rewrite=reference/inzenyrska-geodezie>
- [10] NODUS TECHNOLOGIES SPOL. S.R.O. Zásady uživatelského obsahu [online]. 15.7.2013. 2013 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://www.ulozto.cz/podminky/zasady-uzivatelskeho-obsahu>
- [11] PIKNER, Michal. Šantovka: Historie. STUDIO KORÁB. [online]. 2010. vyd. [cit. 2013-10-25]. Dostupné z: <http://www.santovka.cz/historie/>
- [12] THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION. *Apache License: Version 2.0* [online]. Únor 2004. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

SEZNAM ILUSTRACÍ

- Obr. 1 Vývojový diagram postupu práce
- Obr. 2 Wheatstonův stereoskop a v něm využití stereoobrazy
- Obr. 3 Stereoskopická paralaxa
- Obr. 4 Toe-in metoda
- Obr. 5 Off-axis metoda
- Obr. 6 Artefakty plynoucí z nekonzistentnosti snímků
- Obr. 7 Binokulární rivalita
- Obr. 8 Průběh tvorby anaglyfu
- Obr. 9 Umístění a přibližný záběr kamer
- Obr. 10 Pohled z umístění kamery a usazení kamer v rozích budovy
- Obr. 11 Boční průřez krytem kamery a fotografie krytu s kamerou
- Obr. 12 Porovnání rozostřeného levého snímku s nerozostřeným pravým snímkem
- Obr. 13 Kalibrační zpráva programu Agisoft Lens s křivkou radiální distorze
- Obr. 14 Aplikační prostředí softwaru Agisoft PhotoScan spojené s kontrolou fotek
- Obr. 15 Kalibrační pole
- Obr. 16 Porovnání kalibračních zpráv
- Obr. 17 Vizuální porovnání dvou upravených fotek. Levý upraven na ČVUT a pravý Agisoftem
- Obr. 18 Využití párové snímky z různých denních dob
- Obr. 19 Histogram počtu párových snímků v jednotlivých měsících
- Obr. 20 Porovnání ideálně možného počtu párových snímků se skutečností
- Obr. 21 Vyjádření využití párových snímků vůči ideálnímu stavu v procentech
- Obr. 22 Porovnání nejlepšího a nejhoršího překryvu
- Obr. 23 Ukázka přeastření
- Obr. 24 Snímek před a po ořezu
- Obr. 25 Vložení časové osy do snímku
- Obr. 26 Poster
- Obr. 27 Porovnání dobrého a chybného histogramu snímku
- Obr. 28 Ukázka webového prezentačního rozhraní

SUMMARY

The aim of the thesis was to create a set of visualizations of the building of Šantovka complex. Visualizations are divided into three variants including sets of images, animations and analog documents. Outputs in the form of animations are placed on the website available to watch freely.

The work was carried out in successive stages. The first started with the actual shooting of the building. With the beginning of the shooting was linked overcoming of many obstacles, both technical and theoretical. These issues were solved by the staff of Department of Geoinformatics in Olomouc as well as subsequent control equipment.

At first the data from the cameras had to be corrected. All adjustments taken in account the fact that in basics these pictures are made as terrestrial photogrammetry and on this basis were made all modifications. To start with, the data were exported to JPEG format, which unfortunately did not contain the EXIF information, though it had information about date at the bottom in raster form. After conversion majority of damaged pictures was deleted. Consulting with Prof. Dr. Ing. Karel Pavelkova (ČVUT Prague) lead to photogrammetric adjustments in radial distortion, which was ultimately the only one of many photogrammetric adjustments that made sense and influenced the outcome of this dataset. For correction of radial distortion was used software package from Agisoft Company. Furthermore for control purposes was corrected a small portion of the images by Prof. Pavelka at the Department of Geography and Mapping in ČVUT.

In the next stage was conducted selection of stereocouples with respect to the intended outputs, where was important to capture the majority of changes in structure and at the same time not to create excessive number of unused anaglyphs.

From these stereocouples were further created anaglyphic pictures using a program Stereophotomaker. Afterwards anaglyphic pictures were trimmed and timeline was inserted. At this point dataset was prepared for the production of outputs.

Video animations are made exclusively in Windows Movie Maker. Overall, twelve of them are created to maximize the potential usage of the data set and highlighting different aspects. One of the animations has control use and is made up of a set of images corrected by Prof. Pavelka. All animations are available on the web sites on the web application server of the Department of Geoinformatics in Olomouc.

The last part is the creation of two analog documents. The first is anaglyphic book containing around 150 images. The book itself is created in a special way that the user can easily browse through its content. The second output is large format poster made for hanging on the wall with attached anaglyphic glasses. Due to limited financial resources have been created two anaglyphic books and two posters.

The result is not only a set of visualizations, but also a process that can be applied with minor modifications to any future shootings of other objects. In practice, the outputs of the thesis can be used either for creating new visualizations, or creating more conceptions from already captured shooting of the creation of Šantovka shopping mall.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy

Příloha 1 Tabulka obsahující dodatečná data o výpadcích

Volné přílohy

Příloha 2 Poster
Příloha 3 Kniha vhodná pro rychlé listování
Příloha 4 DVD
Příloha 5 Anaglyfické brýle

Popis struktury DVD

Adresáře:

 Anaglyfické snímky

 Bez úprav

 Ořezané

 Ořezané s časovou osou

 Snímky ČVUT

Metadata

Prezentační webové stránky

Snímkové sady

 Nejlepší snímky objektivní

 Nejlepší snímky subjektivní

 Snímky Agisoft

 Snímky ČVUT

 Snímky odpoledne

 Snímky ráno

 Snímky večer

 Zásadní snímky

Statistická data

Textová část bakalářské práce

Tiskové podklady

 Anaglyfická kniha

 Anaglyfický poster

Webové stránky o bakalářské práci

Příloha 1: Tabulka s dodatečnými daty o výpadcích kamer při snímání

Den	Přerušeni ráno	Přerušeni odpoledne	Přerušeni večer
8. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
9. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
10. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
11. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
12. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
13. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
14. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
15. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
16. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
17. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
18. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
19. 7. 2012	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu	Prohnutí krytu
25. 7. 2012	Déšť		
2. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
3. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
4. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
5. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
6. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
7. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
8. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
9. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
10. 9. 2012	Výpadek kamery	Výpadek kamery	Výpadek kamery
13. 9. 2012	Déšť	Déšť	
22. 9. 2012	Déšť		
7. 10. 2012	Déšť		
12. 10. 2012	Déšť		
16. 10. 2012	Déšť	Déšť	Déšť
27. 10. 2012		Déšť	Déšť
1. 11. 2012		Déšť	Déšť
2. 11. 2012		Déšť	
21. 11. 2012		Déšť	
23. 11. 2012		Déšť	Déšť
4. 12. 2012			Déšť
6. 12. 2012		Námraza	

14. 12. 2012		Námraza	Námraza
15. 12. 2012			Déšť
16. 12. 2012		Déšť	
17. 12. 2012		Déšť	Déšť
18. 12. 2012		Déšť	
23. 12. 2012		Námraza	
24. 12. 2012		Námraza	Námraza
25. 12. 2012		Námraza	Námraza
26. 12. 2012		Námraza	
27. 12. 2012		Déšť	
29. 12. 2012		Déšť	
6. 1. 2013			Déšť
9. 1. 2013		Déšť	Déšť
10. 1. 2013			Déšť
11. 1. 2013		Déšť	
20. 1. 2013			Déšť
21. 1. 2013		Déšť	Déšť
22. 1. 2013		Námraza	
27. 1. 2013		Déšť	
28. 1. 2013		Mlha	Mlha
6. 2. 2013		Mlha	Mlha
19. 2. 2013			Sněžení
25. 2. 2013		Déšť	Déšť
18. 3. 2013		Sněžení	Sněžení
5. 4. 2013		Déšť	