



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYUŽITÍ FOTOGRAMMETRIE PRO REALITNÍ PRAXI  
TITLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

ING. ARCH. JAKUB VIKTORA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. PAVEL KLIKA

BRNO 2014



Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Ing. arch. Jakub Viktora

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Realitní inženýrství (3917T003)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Využití fotogrametrie pro realitní praxi**

v anglickém jazyce:

### **The Use of Photogrammetry in the Real Estate Practice**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem bude vypracovat seznam možných využití digitální fotografie s vysokým rozlišením vytvořené skládáním více snímků v realitní praxi, zpracovat metodiku jak s těmito snímky pracovat a vytvořit pro každý případ ukázkou s podrobným popisem postupu zpracování.

Cíle diplomové práce:

Po zmapování možností využití fotografie v realitní praxi se student zaměří na využití fotogrametrie a možnosti měření rozměrů nemovitostí z fotografií.

Seznam odborné literatury:

BRADÁČ, A.; a kol. Teorie oceňování nemovitostí, 8th ed. Brno: AKADEMICKÉ  
NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2009, 753 p. ISBN 978-80-7204-630- 0

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Klika

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 2.5.2014



doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel vysokoškolského ústavu

## ***Abstrakt***

Úkolem diplomové práce je prozkoumání možností výpočetní techniky v realitní a projekční praxi. Zabývám se zjednodušením mnohdy nesnadných, nebo neproveditelných úkolů.

Zaměřím se na dnes velmi prudce se rozvíjející odvětví fotogrammetrie a jejího dalšího zpracování pomocí softwaru. Zaměříme se na způsoby měření stávajících nemovitostí bez použití klasických metod (pásma, laser). Místo těchto měřících pomůcek využiji fotografická data a program PhotoModeler pro vytvoření zaměření a 3D modelu fasády objektu. Prověřím i další využitelnost získaných dat až do fáze renderu fasády zaměřené budovy.

## ***Abstract***

This diploma thesis aims to explore possibilities of using IT in real estate and projection practice. It deals with simplification of difficult or insolvable tasks.

It focuses on rapidly developing field of photogrammetry and its further processing via software. The work presents methods of measurement of existing realties without using standard methods (tape line, laser). Instead of these tools, the author uses photographic data and program PhotoModeler for surveying and creating a 3D model of the facade. The thesis verifies further serviceability of gained data up to the render phase of the surveyed building facade.

## ***Klíčová slova***

Fotografie, fotogrammetrie, 3D model, měření, fotoaparát, kompaktní fotoaparát, kompaktní s výměnnými objektivy, PhotoModeler, CAD, mračno bodů, Rhinoceros, Lightroom.

## ***Keywords***

Photography, photogrammetry, 3D model, measurement, camera, compact camera, compact camera with replaceable objectives, PhotoModeler, CAD, point cloud, Rhinoceros, Lightroom

***Bibliografická citace***

VIKTORA, J. Využití fotogrammetrie pro realitní praxi. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 93 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Pavel Klika.

***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne .....

.....

podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu své diplomové práce za vstřícnost a ochotu při vypracování této práce.



# OBSAH

ÚVOD.....	12
1 FOTOGRAFIE A FOTOGRAMMETRIE .....	13
1.1 HISTORIE FOTOGRAMMETRIE.....	13
1.2 DĚLENÍ FOTOGRAMMETRIE .....	13
1.2.1 Podle polohy stanoviska.....	14
1.2.2 Podle počtu a konfigurace snímků.....	14
1.2.3 Podle technologického postupu zpracování .....	15
1.2.4 Podle typu výstupu.....	15
1.3 PRINCIPY FOTOGRAMMETRIE.....	16
1.3.1 Centrální projekce .....	16
1.3.2 Vnitřní orientace snímku .....	17
1.3.3 Vnější orientace snímku.....	18
1.4 ZÁKLADNÍ POJMY .....	19
1.5 DRUHY DOSTUPNÝCH NEMĚŘICKÝCH KOMOR.....	22
1.5.1 Mobilní telefony.....	22
1.5.2 Kompaktní fotoaparáty.....	23
1.5.3 Kompaktní fotoaparáty s výměnnými objektivy.....	24
1.5.4 Digitální zrcadlovky s APS-C čipem .....	25
1.5.5 Profesionální digitální fotoaparáty .....	26
1.6 DRUHY OBJEKTIVŮ .....	27
1.6.1 S proměnnou ohniskovou vzdáleností.....	27
1.6.2 S pevnou ohniskovou vzdáleností .....	27
1.6.3 Nejvhodnější objektiv pro pořizování digitálních podkladů.....	28
1.7 SOFTWARE.....	29
1.7.1 Druhy softwaru pro fotogrammetrické modelování .....	29

2	3D MODELOVÁNÍ .....	33
2.1	TEORIE 3D MODELOVÁNÍ POMOCÍ FOTOGRAFIÍ.....	33
2.1.1	<i>Průseková metoda</i> .....	33
2.2	KALIBRACE NEMĚŘICKÉ DIGITÁLNÍ KOMORY .....	34
2.2.1	<i>Návod kalibrace v programu PhotoMODELER</i> .....	34
3	PRAKTICKÝ POSTUP PRO ZÍSKÁNÍ PODKLADNÍCH FOTOGRAFIÍ .....	40
3.1	PŘÍPRAVA NA FOCENÍ – NUTNÉ VYBAVENÍ.....	40
3.2	OBECNÉ ZÁSADY POŘIZOVÁNÍ DAT NA LOKACI .....	41
3.3	POŘIZOVÁNÍ DIGITÁLNÍCH DAT NA LOKACI.....	44
3.3.1	<i>Mobilním telefonem</i> .....	44
3.3.2	<i>Kompaktním digitálním fotoaparátem</i> .....	44
3.3.3	<i>Digitalní fotoaparáty s pokročilým nastavením (kompakty s výměnnými objektivy, APS-C zrcadlovky, profesionální zrcadlovky)</i> .....	45
4	VYTVÁŘENÍ 3D MODELU POMOCÍ PHOTOMODELERU .....	46
4.1	ZDROJOVÁ DATA.....	46
4.2	PŘÍPRAVA ZDROJOVÝCH DAT PRO PHOTOMODELER .....	46
4.2.1	<i>Úprava a export fotografií v Adobe Lightroom</i> .....	47
4.2.2	<i>Úpravy fotografií v PhotoModeleru</i> .....	50
4.3	VYTVOŘENÍ NOVÉHO PROJEKTU V PROGRAMU PHOTOMODELER.....	52
4.4	VLOŽENÍ VSTUPNÍCH DAT (FOTOGRAFIÍ).....	53
4.5	PRÁCE S DATY .....	54
4.5.1	<i>Referencování snímků</i> .....	55
4.5.2	<i>Možnosti měření v modelu</i> .....	59
4.5.3	<i>Vytvoření a možnosti 3D modelu</i> .....	61
4.5.4	<i>Export 3D modelu do různých formátů</i> .....	66
4.5.5	<i>Práce s daty v Rhinoceros 3D</i> .....	69
4.6	ZADÁNÍ UKÁZKOVÉHO PROJEKTU .....	71

5	PRŮZKUM V REALITNÍ A PROJEKČNÍ PRAXI .....	76
5.1	PROJEKČNÍ KANCELÁŘE .....	76
5.1.1	<i>Sada otázek projekční kanceláře .....</i>	<i>77</i>
5.2	REALITNÍ MAKLÉŘI .....	81
5.2.1	<i>Sada otázek realitní makléře .....</i>	<i>81</i>
6	VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR.....	85
6.1	VYHODNOCENÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI.....	85
6.2	ZÁVĚR.....	86
7	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	88
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	89
9	SEZNAM TABULEK .....	91
10	SEZNAM GRAFŮ .....	92
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	93

## ÚVOD

Znalecká a projekční činnost je mnohdy velmi náročná a to hlavně v případech kdy je nezbytné šetření na místě a případné zjištění rozměrů nemovitostí. Blízká fotogrammetrie je pro tyto účely naprosto ideální a díky bleskovému rozšíření a cenovému přiblížení digitální fotografie široké veřejnosti dnes již není problém pořizování digitálních podkladů kdekoli a kýmkoli, kdo je aspoň základně proškolen a zvládá základní nastavení fotografického přístroje.

V této diplomové práci se zaměřím na usnadnění ověřování základních dimenzí u oceňovaných, paspartizovaných nebo rekonstruovaných nemovitostí. Pokusím se navrhnout a vyzkoušet snadný a bezkontaktní způsob ověření, případně kompletního zaměření základních rozměrů budov a jejich fasád. To vše pomocí kombinace blízké fotogrammetrie a počítačového softwaru.

V poslední části vyzkouším vše aplikovat na reálný projekt. V návodu na práci s PhotoModelerem si připravím data, vytvořím 3D model a nakonec je importuji do programu pro vytváření 3D modelů aby bylo možné návrh dopracovat. Finálním výstupem pak bude render včetně prověření osvětlení.

# 1 FOTOGRAFIE A FOTOGRAMMETRIE

Definice fotogrammetrie se v průběhu doby mění v závislosti na využívaných technologiích a metodách. Dle K. Pavelky (2003) definice zní: "Fotogrammetrie je věda, způsob a technologie, která se zabývá získáváním dále využitelných měření, map, digitálního modelu terénu a dalších produktů, které lze získat z obrazového, nejčastěji fotografického záznamu."

## 1.1 HISTORIE FOTOGRAMMETRIE

Fotogrammetrie není zdaleka novou disciplínou a využívá se již od dob Leonarda Da Vinci (1452-1519) kdy využíval centrální promítání. To je dnes základní zobrazovací metodou moderní fotogrammetrie.

Krátce po vynálezu fotoaparátu začal fotografické snímky využívat Francouz Laussedat pro měřické účely a proto je považován za zakladatele fotogrammetrie. U zrodu fotogrammetrie stála průřezová metoda vyhodnocování neznámých bodů.

V dnešní době drží prvenství analytická metoda vyhodnocování, která byla patentována již roku 1957, ale díky náročnosti se začala dostávat do popředí až v 80. letech, kdy nastala obrovská expanze výpočetní techniky. Vznikaly nové digitální systémy a taky digitální fotogrammetrie.

## 1.2 DĚLENÍ FOTOGRAMMETRIE

- ZÁKLADNÍ DĚLENÍ
- Podle polohy stanoviska
  - Podle počtu a konfigurace snímků
  - Podle technologického postupu zpracování
  - Podle typu výstupu

### **1.2.1 Podle polohy stanoviska**

#### POZEMNÍ (BLÍZKÁ) FOTOGRAMMETRIE

Jak již název napovídá, snímkování probíhá většinou ze země. Výhodou je že při snímání je kamera pevně ustavena a tak lze pro geodetické účely přesně zaměřit její polohu. Hlavní nevýhodou je překrývání objektů okolním prostředím (stromy, vozidla, jiné stavby), kdy vznikají hluché – nevyhodnotitelné oblasti.

Hlavně díky cenové dostupnosti digitálních fotoaparátů a vyhodnocovacího softwaru význam pozemní fotogrammetrie prudce vzrůstá.

#### LETECKÁ FOTOGRAMMETRIE

Snímací přístroj je při této metodě umístěn na letadlo nebo jiný pohyblivý dopravní prostředek. Výhodou je velká plocha záznamu. Nevýhodou je složité okamžité zjišťování polohy záznamového média, čímž se komplikují metody zpracování. Pro záznam polohy se využívají GPS/IMU systémy.

#### DRUŽICOVÁ FOTOGRAMMETRIE

Družicová fotogrammetrie je realizována pomocí družic na oběžné dráze Země. Dříve se jednalo ryze o armádní získávání dat, až do roku 1984, kdy byla vypuštěna první komerční družice Spot 1.

Existují 3 úrovně rozlišení družicové fotogrammetrie a to nízké a střední rozlišení, vysoké rozlišení a velmi vysoké rozlišení. U velmi vysokého rozlišení je limitující velikost jednoho obrazového bodu, která dnes dosahuje zhruba  $1\text{m}^2$  na zemském povrchu.

Družice nám mohou poskytnout data v několika spektrech a taky radarové informace. Výstupní data většinou nejsou přímo použitelná je nutné je zpracovat příslušným softwarem do požadované podoby.

### **1.2.2 Podle počtu a konfigurace snímků**

#### JEDNOSNÍMKOVÁ FOTOGRAMMETRIE

Zde je využíván jednotlivý snímek. Vzhledem k tomu, že takto na snímku změříme pouze rovinné souřadnice, lze určit zase jen rovinné souřadnice (dvou dimenzionální měření).

Využití u pozemní fotogrammetrie je u objektů rovinných nebo blížících se rovině. Například málo členité fasády domů. U letecké fotogrammetrie se využívají pro vyhodnocení polohopisné složky rovinného území.

## VÍCESNÍMKOVÁ FOTOGRAMMETRIE

Využíváme nejméně dvou snímků, které se vzájemně překrývají. Její uplatnění je hlavně při 3D zpracování. Předmět je zobrazen na dvou snímcích pořízených z různých míst, ze známých bodů na snímku jsme schopni dopočítat jeho prostorovou polohu.

Jsou zde dvě základní metody vyhodnocování snímků – stereofotogrammetrická a průřeková metoda.

### **1.2.3 Podle technologického postupu zpracování**

Rozlišuje metody analogové, analytické a digitální. Hlavním rozdílem je, že zpracování analogové probíhá pomocí optických nebo mechanických přístrojů u digitálního zpracování se o vyhodnocení stará počítač vybaven příslušným softwarem.

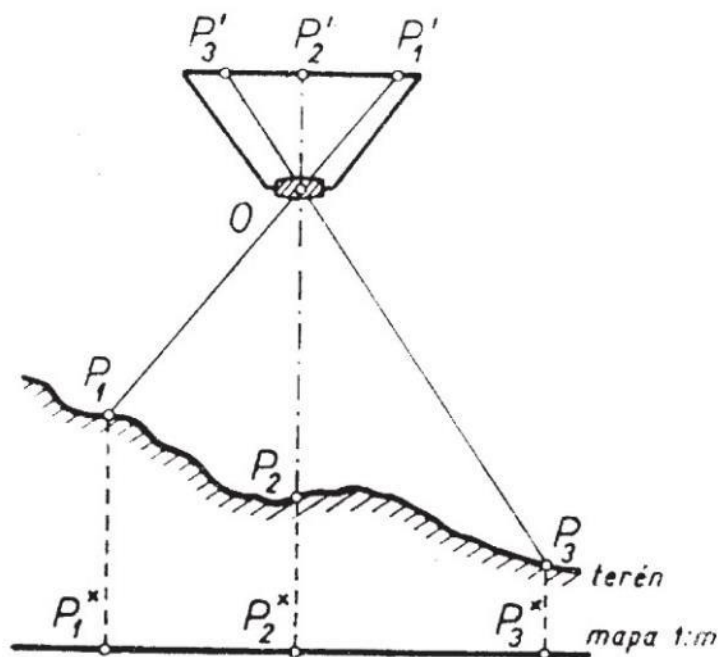
### **1.2.4 Podle typu výstupu**

Z výše zmíněného plyne, že dále získáváme i rozdílné výstupy buď v podobě grafické, nebo numerické. Grafická podoba získaná z analogového zpracování je dnes již málo využívána protože se těžko dál zpracovává pomocí výpočetní techniky. Numerické hodnoty vypočtené počítačem se snadno dále zpracovávají k nejrůznějším účelům a výsledek může být rastrová nebo vektorová forma, která je libovolně editovatelná.

## 1.3 PRINCIPY FOTOGRAMMETRIE

### 1.3.1 Centrální projekce

Fotografický snímek předmětu je jeho centrální projekcí, přičemž středem promítání je střed objektivu a obrazovou rovinou je citlivá vrstva filmu/desky, dnes především digitálního CCD nebo CMOS čipu. Všechny paprsky od předmětových bodů  $P_1$ ,  $P_2$ , ... prochází fotografickým objektivem (který považujeme za střed promítání) a pokračují přímočaře dále a tvoří na fotografické vrstvě perspektivní obraz  $P'_1$ ,  $P'_2$ , ... Souhrn těchto paprsků označujeme jako fotogrammetrický svazek paprsků. Aby bylo možné převést centrální projekci na paralelní rovinu mapy, musíme znát tvar a polohu fotogrammetrického svazku paprsků (obr. č. 1.).<sup>1)</sup>



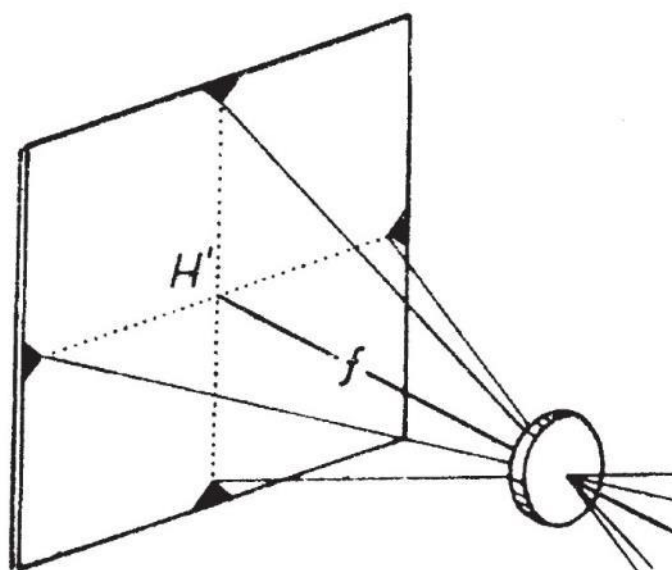
Obr. č. 1. – Projekce mapy a snímku<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Ing. Josef Böhm, FOTOGRAMMETRIE učební texty Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2002. 16 str.

<sup>2)</sup> Ing. Josef Böhm, FOTOGRAMMETRIE učební texty Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2002. 16 str.

### 1.3.2 Vnitřní orientace snímku

Tvar fotogrammetrického svazku paprsků definuje vnitřní orientace snímku, kterou se vyjadřuje vztah projekčního centra (střed objektivu fotokomory) k obrazové rovině. Prvky vnitřní orientace jsou obrazová vzdálenost, t.j. délka kolmice spuštěné z projekčního centra na obrazovou rovinu a poloha paty této kolmice na obrazové rovině, t.j. hlavní bod  $H'$  (obr. č. 2).



Obr. č. 2. – Vnitřní orientace snímku

Fotogrammetrické kamery jsou zaostřeny na nekonečno, takže obrazová vzdálenost je totožná s ohniskovou vzdáleností  $f$  objektivu. Poloha hlavního bodu na snímku je určena průsečíkem spojnic rámových značek, které se při každé expozici naexponují na snímek. Fotografický snímek, jehož prvky vnitřní orientace známe, označujeme jako měřický snímek.<sup>1)</sup>

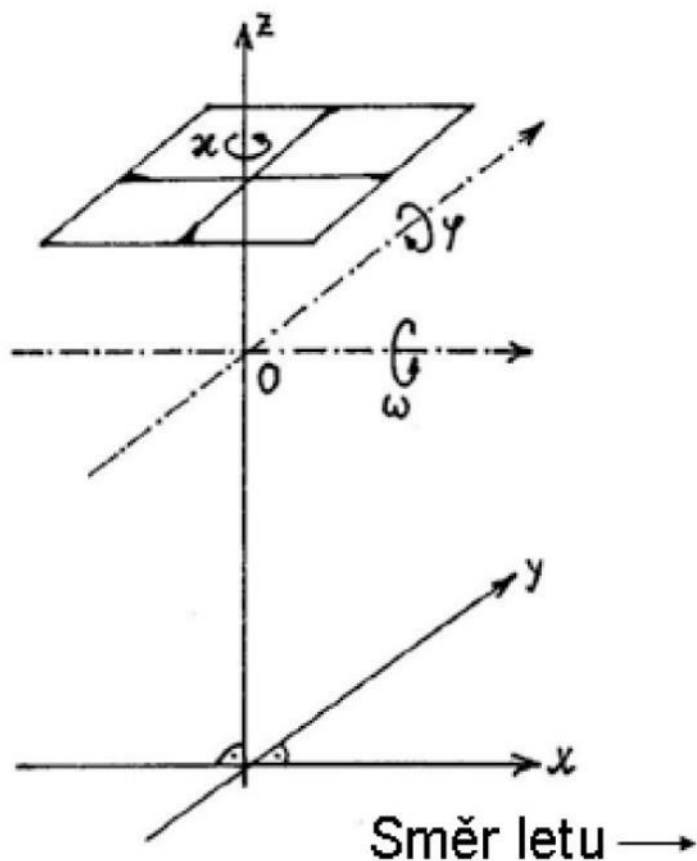
---

<sup>1)</sup> Ing. Josef Böhm, FOTOGAMMETRIE učební texty Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2002. 16 str.

### 1.3.3 Vnější orientace snímku

Prvky vnější orientace určují vztah projekčního centra k vnějším souřadnicím a orientaci osy záběru vůči souřadnicovým osám. Dnes se k jejich zjištění používá v letadlech nejčastěji GPS/IMU (globálního polohového systému/inerciální měřicí jednotky).

Polohu fotogrammetrického svazku paprsků v prostoru určuje šest prvků vnitřní orientace (Obr. č. 3.).



Obr. č. 3. – Úhly pootočení snímku<sup>1)</sup>

Jsou to:

- prostorové souřadnice  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$  stanoviště, tzn. středu optického systému,
- směr osy záběru, resp. rotace, tzn. vodorovný úhel, který svírá průmět osy záběru s určeným stanoveným směrem, označován  $\omega$ ,

<sup>1)</sup> LPS Project manager: User's Guide. Norcross, 2010, 443 s.

- c) sklon osy záběru, měřený ve svislé rovině od horizontály, nebo jeho doplněk měřený od vertikály, označován  $\varphi$ ,
- d) pootočení, tj. úhel, který vyjadřuje otočení snímku ve vlastní rovině kolem osy záběru, označován  $\kappa$ .

## 1.4 ZÁKLADNÍ POJMY

*Rozlišení fotografie* - udává počet bodů, které vykreslují výsledný snímek. Při vyšším rozlišení je možno zobrazit více detailů při zachované kresbě a ostrosti, což může značně usnadnit například odměřování pomocí vloženého měřítka, nebo manuální vkládání referenčních bodů.

*Fotogrammetrie* - dle K. Pavelky (2003) zní: "Fotogrammetrie je věda, způsob a technologie, která se zabývá získáváním dále využitelných měření, map, digitálního modelu terénu a dalších produktů, které lze získat z obrazového, nejčastěji fotografického záznamu."

*Vlícovací bod*

1: bod sloužící pro geometrickou transformaci nejčastěji obrazových dat do jiného (např. referenčního) souřadnicového systému

2: bod stanovené přesnosti, vhodně umístěný v terénu, případně fotogrammetricky signalizovaný a na měřickém snímku identifikovatelný; skupina vlícovacích bodů slouží k určení měřítka výsledného fotogrammetrického vyhodnocení nebo k překreslení měřických snímků a zpravidla i k určení polohy a výšky předmětů měření v daném souřadnicovém a výškovém systému<sup>1)</sup>,

*Expozice* - Jedná se o osvětlení světločivého čipu (nebo filmu) pro vytvoření fotografie. Je ovlivněna množstvím světla, které regulujeme clonou a časem osvitů.

---

<sup>1)</sup> webové stránky společnosti <https://www.vugtk.cz/slovník/> [Online] [Citace: 12. únor 2014]

- Ohnisko* - Jedná se o vzdálenost mezi optickým středem objektivu a rovinou na kterou objektiv dokáže zaostřit snímaný objekt. Čím je toto číslo větší, tím je obraz více přiblížený. Například objektiv s ohniskem 24 mm má diagonální zorný úhel asi 84°.
- Zoom objektiv (transfokátor)* - Jde o objektiv s proměnou ohniskovou vzdáleností. Samotná hodnota zoom, jež je mnohdy uváděna na objektivě kompaktních fotoaparátů označuje poměr nejdelšího a nejkratšího ohniska.
- Clona* - Hodnota regulující množství světla, které dopadá na světločivý čip. Většinou je tvořena množstvím lamel, které umožňují měnit její velikost – podobná oční zorničce. Matematicky se dá vyjádřit poměrem ohniskové vzdálenosti k průměru otvoru. Čím je hodnota vyšší, tím je otvor menší a proniká méně světla.
- Čas expozice* - Doba po kterou je otevřena závěrka fotoaparátu a na světločivý prvek dopadá světlo.
- Zkreslení obrazu* - Jedná se o nestejněměrné zvětšení předmětu v kraji a středu snímku. Rozlišujeme soudkovité, poduškovité a vlnovité (kombinace dvou předchozích) zkreslení. Nejlépe jde zkreslení poznat na fotografii mřížky. Tato vada objektivu je více patrná u širokoúhlých objektivů (do 50mm).
- Obrazový snímač (čip)* - světločivý snímač na bázi polovodičových obvodů, které dokáží měřit intenzitu dopadajícího světla. Rozlišujeme CCD, CMOS, FOVEON a jejich varianty závislé na výrobcích. Barevnou informaci o obrazu zaznamenává tzv. Bayerova maska před světločivými buňkami.
- Citlivost ISO* - Udává citlivost snímače na světlo. Čím je hodnota vyšší, tím méně světla snímač potřebuje.
- Full Frame (FX)* - Snímač jehož fyzická velikost odpovídá kinofilmovému políčku (36x24mm)
- APS-C (DX)* - Snímač, jehož fyzická velikost je menší než kinofilmové políčko, ohniskovou vzdálenost objektivu je potom nutno přepočítat pomocí tzv. „crop“ faktoru (Nikon 1,5x, Canon 1,6x)  $\div$  (24x16mm)

- PhotoMODELER* - umožňuje vytvářet přesné, vysoce kvalitní 3D modely a měření z fotografií pomocí vlastního fotoaparátu <sup>1)</sup>,
- Adobe Lightroom* - software umožňující tzv. vyvolání RAW formátu na dále snadno použitelný \*.jpg formát. Velmi dobře zvládá globální úpravy snímků.
- Gamma* - Při úpravě fotografií ovlivňuje expozici bez toho, aby změnila nejtmaší a nejsvětlejší oblasti.
- CAD software* - Computer-aided design = počítačem podporované navrhování. Jde o programy používané pro návrhovou činnost, tato oblast je velmi široká a zahrnuje velké množství softwaru.
- 3D model* - Skupina bodů, jejichž poloha je definována třemi souřadnicemi. Tyto body se dále dají propojovat úsečkami do drátového modelu, nebo potahovat plochami. Vše se odehrává ve virtuálním prostředí, které umožňuje modelem libovolně otáčet a prohlížet jej.
- Rhinoceros* - Software určený pro 2D a 3D modelování. Využívá pro svoji práci NURBS křivek, které zachovávají plynulost křivek i povrchů, které jsou jimi definovány.
- Textura* - Bitmapový obraz části nebo celku reálného světa. Používá se pro vytvoření realistického vzezření 3D modelu. Ovlivňuje dopadající světlo na model a při renderování simuluje vlastnosti povrchu těles.
- Renderování* - Tvorba realistického obrazu na základě počítačové grafiky. Můžeme se bavit buď o 3D renderingu, kde základem je 3D model potažený texturou, nebo 2D renderig, kdy jsou zdrojová data pouze dvojrozměrná (například film s efekty).
- Analytické řešení* - Geometrické útvary v prostoru vyjádříme pomocí čísel a rovnic, které potom řešíme.

---

<sup>1)</sup> překlad autora ze stránky výrobce

<http://www.photomodeler.com/products/modeler/default.html> [Online] [Citace: 5. leden 2014]

## 1.5 DRUHY DOSTUPNÝCH NEMĚŘICKÝCH KOMOR

Budeme se zabývat především konvenčními digitálními fotoaparáty, které se dají nejnáze použít pro naše účely. Možnost získávání analogových dat a jejich pozdější digitalizace je velmi složitá a nepraktická, proto ji nebudeme uvažovat.

### 1.5.1 Mobilní telefony



*Obr. č. 4. – Fotka mobilního telefonu Apple iPhone<sup>1)</sup>*

- VÝHODY - Prakticky každý ho vlastní => nulová investice
- Skladnost a pohotovost
- NEVÝHODY - Nízký obrazový výkon
- Nemožnost změny ohniskové vzdálenosti

---

<sup>1)</sup> <http://cdn.pocketnow.com/wp-content/uploads/2012/09/twoiphone1.jpg> [Online] [Citace: 5. květen 2014]

## 1.5.2 Kompaktní fotoaparáty



*Obr. č. 5. – Fotka Kompaktního fotoaparátu Fuji X100<sup>1)</sup>*

- VÝHODY**
- Skladný přístroj, který lze nosit stále při sobě
  - Objektivy s proměnnou ohniskovou vzdáleností – oproti mobilním zařízením
  - Cena
- NEVÝHODY**
- Objektivy s proměnnou ohniskovou vzdáleností – možnost změny v průběhu pořizování podkladních dat

---

<sup>1)</sup> <http://www.e-service.cz/export/obr/fotaky/944.jpg> [Online] [Citace: 5. květen 2014]

### 1.5.3 Kompaktní fotoaparáty s výměnnými objektivy



Obr. č. 6. – Fotka Kompaktního fotoaparátu s výměnnými objektivy - Fuji X-E1<sup>1)</sup>

- VÝHODY - Kompaktní rozměry
- Kvalita srovnatelná s digitálními zrcadlovkami APS-C
  - Možnost výměn objektivů – vyšší kvalita než kompaktní fotoaparát
- NEVÝHODY - Oproti kompaktním aparátům možnost zaprášení čipu a zadní strany objektivu
- Poměrně vysoká cena oproti kompaktním fotoaparátům (srovnatelná nebo i vyšší než u digitálních zrcadlovek s APS-C čipem)

---

<sup>1)</sup> <http://fujifilm-x.com/x-e1/en/about/accessory/> [Online] [Citace: 5. květen 2014]

### 1.5.4 Digitální zrcadlovky s APS-C čipem



Obr. č. 7. – Fotka digitální APS-C (DX) zrcadlovky Nikon D5100<sup>1)</sup>

- VÝHODY - vysoký výkon za přijatelnou cenu
- možnost pořízení objektivů přesně se hodících na pořizování zdrojových dat (například objektiv s pevnou ohniskovou vzdáleností, který se snadno kalibruje a nemůže dojít k problému změny ohniskové vzdálenosti)
- NEVÝHODY - Oproti kompaktním fotoaparátům možnost zaprášení čipu a zadní strany objektivu

---

<sup>1)</sup> [http://www.nikon.cz/cs\\_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d5100](http://www.nikon.cz/cs_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d5100) [Online] [Citace: 5. květen 2014]

### 1.5.5 Profesionální digitální fotoaparáty



Obr. č. 8. – Fotka digitální FX zrcadlovky Nikon D610<sup>1)</sup>

- VÝHODY
- nekompromisní výkon a kvalita
  - možnost pořízení objektivů přesně se hodících na pořizování zdrojových dat (například objektiv s pevnou ohniskovou vzdáleností, který se snadno kalibruje a nemůže dojít k problému změny ohniskové vzdálenosti)
- NEVÝHODY
- cena
  - Oproti kompaktním aparátům možnost zaprášení čipu a zadní strany objektivu
  - velké rozměry fotoaparátu i objektivů

---

<sup>1)</sup> [http://www.nikon.cz/cs\\_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d610](http://www.nikon.cz/cs_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d610) [Online] [Citace: 5. květen 2014]

## **1.6 DRUHY OBJEKTIVŮ**

### **1.6.1 S proměnnou ohniskovou vzdáleností**

Tento druh objektivu je pravděpodobně nejvíce rozšířen hlavně u nižší a střední třídy fotoaparátů. Jedná se o tzv. transfokátor, který umožňuje objektivu „zoomovat“ s objektivem. Ve skutečnosti jde o změnu ohniskové vzdálenosti a slovo zoom vyjádřené číslem udává podíl nejdelší ohniskové vzdálenosti k nejmenší.

#### **VÝHODY:**

Hlavní výhodou je možnost přiblížit vzdálené předměty, nebo naopak oddálit předměty příliš blízké.

#### **NEVÝHODY:**

Nevýhodou je možnost změny ohniskové vzdálenosti v průběhu focení, což způsobí nepoužitelnost snímků v softwaru a nutnost znovu nafotit projekt. Další problém bývá, že se jedná o střední třídu objektivů, což znamená nízkou cenu, ale taky nižší optický výkon a světelnost, proto by se mohlo stát, že podkladové snímky nedosáhnou požadované kvality. Toto neplatí u kvalitnějších základních zoom objektivů, které jsou ale násobně dražší než dodávané objektivy v setu s fotoaparátem.

### **1.6.2 S pevnou ohniskovou vzdáleností**

Tyto objektivy se vyznačují fixní ohniskovou vzdáleností, jsou mnohem kvalitnější než základní zoom objektivy a dosahují konstantních výsledků. Protože nejsme schopni měnit ohnisko na objektivu, nemění se ani zkreslení na záběru.

#### **VÝHODY:**

Konstantní ohnisková vzdálenost, vyšší obrazový výkon u základních modelů.

#### **NEVÝHODY:**

Pokud budeme chtít širokoúhlý objektiv na focení ve stísněných prostorách, tak bude cena dramaticky vyšší, než u základního zoom objektivu.

### **1.6.3 Nejvhodnější objektiv pro pořizování digitálních podkladů**

Nejvhodnějším vybavením pro fotografování vstupních dat se jeví pevný objektiv nasazený na digitální zrcadlovce. Toto zabrání nechtěné změně ohniskové vzdálenosti a zároveň vysokou kvalitu vstupních dat. Může se ale stát, že nebude dostatečný odstup pro levnější pevné ohniska a tak je nutno využít základní objektiv dodávaný většinou s přístrojem. Zde je nutno dbát několika zásad. Jako první je nastavit ohnisko na nejširší možné a před každým snímkem zkontrolovat, zda se nezměnilo. Potom je lepší využít vyššího clonového čísla, kdy objektiv dosahuje nejvyššího obrazového výkonu (obvykle clona 8 a dvě clonové čísla níž a výš). Taky je vhodné citlivě zacházet s nastavením hodnoty ISO, u dnešních moderních přístrojů střední třídy doporučuji nezacházet nad hodnotu 1000.

## 1.7 SOFTWARE

### 1.7.1 Druhy softwaru pro fotogrammetrické modelování

PHOTOMODELER – EOS SYSTEMS:



Obr. č. 9. – Logo softwaru PhotoModeler<sup>1)</sup>

Profesionální software používaný po celém světě jak ve výzkumu, tak v praxi. Je v několika verzích – PhotoModeler, PhotoModeler Scanner, PhotoModeler Motion.

	PhotoModeler	PhotoModeler Scanner	PhotoModeler Motion
Vytváření CAD – jako model	ANO	ANO	ANO
Provedení přesného měření	ANO	ANO	ANO
Manuální modelování	ANO	ANO	ANO
Tisk a použití kódovaných terčů	ANO	ANO	ANO
Automatické projekty	ANO	ANO	ANO
Modelování organických a přírodních tvarů	NE	ANO	ANO
Modelování složitého povrchu (DSM)	NE	ANO	ANO
Inteligentní shoda (SmartMatch)	NE	NE	ANO
Časové měření	NE	NE	ANO

Tabulka 1. Verze Photomodeleru a jejich funkce<sup>2)</sup>

Tento software také před nedávnem pořídil Ústav soudního inženýrství Brno a dlouhá léta jej využívá FAST VUT Brno.

Umožňuje od plně manuálního řízení modelování až po automatické režimy, které samy detekují referenční body na fotografiích. Toho lze dosáhnout buď s kontrolními body, které se vytisknou a následně upevní na objekt, nebo i bez nich.

---

<sup>1)</sup> www.photomodeler.com [Online] [Citace: 5. leden 2014]

<sup>2)</sup> www.photomodeler.com [Online] [Citace: 5. květen 2014]

Následné možnosti exportu do velké škály formátů umožňuje ohromné možnosti využití získaných dat.

Díky těmto nepopíratelným výhodám jsem si tento software vybral pro tuto práci a nastíním jeho možnosti pro realitní a projekční praxi.

STRATA FOTO 3D CX:



*Obr. č. 10. – Logo softwaru STRATA FOTO 3D CX<sup>1)</sup>*

Multiplatformní, intuitivní nástroj na tvorbu modelů přímo z fotografických podkladů. Velmi špatně dostupné informace o použití a nenabízí demo nebo trialovou verzi.

ARC 3D WEBSERVICE:

Online 3D modelovací software z fotografických podkladů. Jednoduchá manipulace pro získání základního modelu. Tato služba je navíc zdarma a jediný software, který potřebujete pro její zprovoznění je nahrávací program. Práce s modelem je potom možná v jakémkoli 3D prohlížeči nebo editoru, protože ARC 3D nabízí velkou škálu formátů, které otevřeme prakticky v jakémkoli programu.

Největší slabinou softwaru je jeho univerzálnost. Je sice použitelný na všech platformách a online pro všechny, ale model je vytvářen zcela bez kontroly a proto je mnohdy nepřesný až nepoužitelný. Fotografie se posílají na vnější server, který provede výpočty a pošle e-mailem odkaz na stažení souboru. Další slabinou je, že absence samotného programu v PC nutí uživatele, soubory například přeměřit v dalším programu.

---

<sup>1)</sup> <http://www.pc6.com/up/2011-12/2011122110445862769.jpg> [Online] [Citace: 5. květen 2014]



Obr. č. 11. – grafické znázornění vytváření modelu pomocí online služby ARC 3D Webservice<sup>1)</sup>

MEMENTIFY:



Obr. č. 12. – Logo Mementify<sup>2)</sup>

Mobilní aplikace pro tvorbu 3D modelů z fotografických podkladů. Aplikace funguje opět pomocí odeslání dat na externí zařízení, kde se vše automaticky analyzuje a vrátí do mobilního zařízení hotový 3D model s texturou. Data jsou zobrazena jako 3D model s možností přiblížení a otáčení. V programu nelze měřit ani data dále exportovat a otevřít v jiném softwaru.

<sup>1)</sup> <http://homes.esat.kuleuven.be/~konijn/3d/t1.html> [Online] [Citace: 12. dubna 2014]

<sup>2)</sup> <http://mementify.com/> [Online] [Citace: 5. květen 2014]

I když je tento software pro praxi téměř nepoužitelný, překvapila mě kvalita spojených modelů. Díky omezenému množství fotoaparátů, které pořizují data, jsou modely složeny výrazně lépe, než třeba u ARC 3D webservice, kde není možnost kalibrace neměřické komory. Dovedu si představit využití u jednoduchých objektů, které se touto službou dají snadno vymodelovat přímo v mobilním telefonu a následně komukoli předvést.

#### DALŠÍ PODOBNÝ SOFTWARE:

<a href="http://www.photometrix.com.au">www.photometrix.com.au</a>	- iWitness
<a href="http://www.shapecapture.com">www.shapecapture.com</a>	- shapecapture
<a href="http://usa.autodesk.com">usa.autodesk.com</a>	- ImageModeler
<a href="http://www.technet-gmbh.com">www.technet-gmbh.com</a>	- Pictran D
<a href="http://www.phocad.de">www.phocad.de</a>	- Phidia S-MS

## 2 3D MODELOVÁNÍ

Klasické 3D modelování je obvykle složité a zdlouhavé. Je nutné přesné zaměření a zakreslení dílčích částí objektu, jejich následné vynesení v 3D softwaru a vytvoření uceleného 3D modelu. Poté nastává nutnost buď model kompletně potáhnout jednotlivými texturami, nebo vytvoření celků textur například s fotografií. Celý postup je časově a hlavně technicky náročný.

V projekční činnosti se toto využívá hlavně u větších zakázek nebo při modelování okolí. Pro realitní praxi je tento postup nevyužitelný a zdlouhavý. Jediná možnost, jak rychle, snadno a bezdotykově vytvářet 3D modely s možností jejich pozdějšího měření a presentace, je tedy vytvoření modelu z fotografií pomocí metody zvané průseková fotogrammetrie. Dále jsme schopni snadno a rychle modely exportovat do většiny dnes používaných 3D formátů a dále s nimi pracovat nebo je publikovat.

### 2.1 TEORIE 3D MODELOVÁNÍ POMOCÍ FOTOGRAFIÍ

3D modelování na základě fotogrammetrických podkladů zažívá od 80. let 20. století ohromný rozmach. To vše díky rychlému rozvoji výpočetní techniky.

Díky moderním počítačům jsme schopni zpracovat velké množství dat, které snadno pořídíme fotografickými přístroji, ty navíc za posledních 10 let dosáhly a mnohdy přesáhly kvality analogového snímkování. To vše podtrhuje stále klesající ceny a zvyšující se výkon těchto zařízení, což umožňuje implementaci těchto postupů i do běžné praxe.

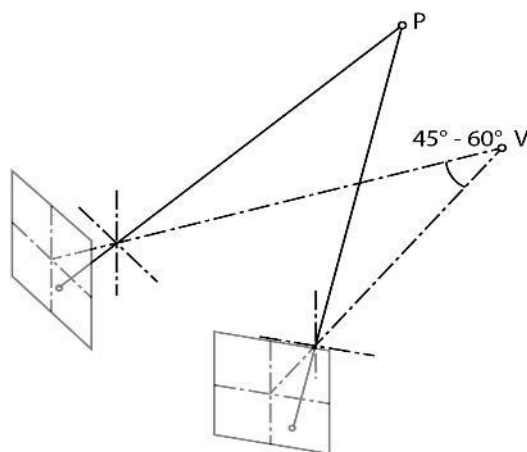
#### 2.1.1 Průseková metoda

Průseková metoda je jednou z nejstarších fotogrammetrických metod, která ale díky své nepřesnosti zažila znovuobjevení až s příchodem výpočetní techniky – ta dokáže nepřesnost způsobenou ručním vynášením značně snížit. Jedná se o geodetickou metodu protínání vpřed řešené pomocí neměřických snímků, jejichž osy záběru svírají konvergentní úhel. Dříve se využívaly přímé geometrické měření a jednoduché výpočetní vztahy, dnes využíváme analytické řešení.

U průsekové metody je nutné znát PVO (prvky vnitřní orientace), ty jsou buď předem známé u měřických komor, nebo se zjistí kalibrací konkrétní komory.

Princip moderní průsekové fotogrammetrie spočívá ve snímkování objektu několika snímky, jejichž ideální uhel protnutí os záběru je mezi 45° až 60°. Pro úspěšný výpočet průsekové metody je zapotřebí na každé straně objektu vyznačit ideálně 6 - 8 spojovacích bodů,

které jsou rovnoměrně rozmístěny po celém objektu a celé ploše snímku. Při výpočtu podrobných bodů je potřeba, aby byla vyhodnocovaná oblast viditelná minimálně na dvou, ideálně alespoň třech snímcích. Z tohoto důvodu by měly pořízené snímky mít co největší překryv.<sup>1)</sup>



Obr. č. 13. – Princip průsekové fotogrammetrie

## 2.2 KALIBRACE NEMĚŘICKÉ DIGITÁLNÍ KOMORY

Jelikož k pořizování podkladových materiálů nebudeme využívat měřických komor (ty mají distorzi do 5 mikronů) ale budeme spoléhat na neměřické digitální komory (kde může tato distorze dosahovat v krajích snímku až 100 mikronů) je nutná kalibrace.

U měřických komor známe prvky vnitřní orientace (PVO), kdežto u neměřických ne. Proto je nezbytné je zjistit a toho lze dosáhnout pouze kalibrací použitého přístroje.

### 2.2.1 Návod kalibrace v programu PhotoMODELER

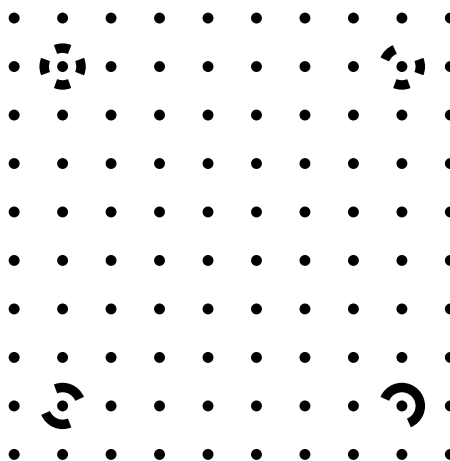
Kalibrace se provádí pomocí testovacího pole, při kalibraci je nezbytné dodržet konstantní nastavení komory a to jak ohnisko objektivu, tak vzdálenost zaostření. To nás přivádí k problému s kalibrací na malých kalibračních tabulkách, kdy je zaostření na hodnotu dramaticky nižší než nekonečno, kdežto při ostření na fasádu budovy budeme ostřit na nekonečno. Toto se dá řešit vytvořením velké kalibrační plochy, kterou budeme snímat ze vzdálenosti alespoň 3m (v závislosti na použitém objektivu).

---

<sup>1)</sup> FOTOGAMMETRIE 1, ČVUT, 2007



Obr. č. 14. – ukázka velkého kalibračního pole<sup>1)</sup>



Obr. č. 15. – ukázka kalibrační tabulky s kontrolními body<sup>2)</sup>

#### POSTUP SNÍMKOVÁNÍ:

Při snímání kalibrační tabulky potřebujeme získat 12 fotografií. Z každé strany tedy 3 snímky s různým postavením fotoaparátu.

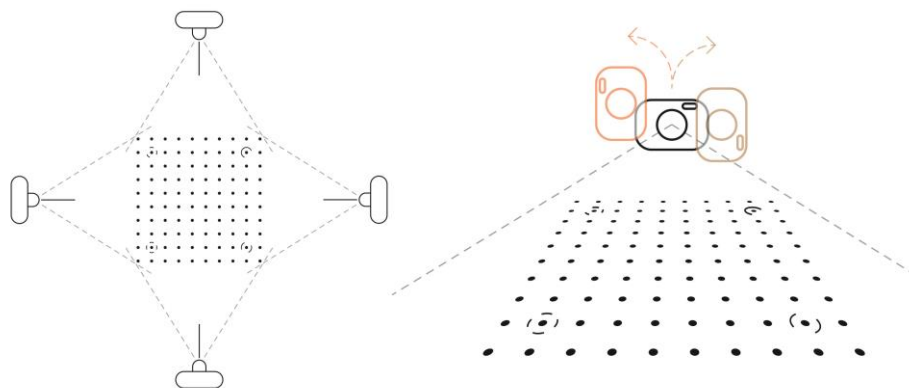
První snímky provedeme po vodorovném ustavení fotoaparátu tak, aby bylo vyplněno maximum obrazu kontrolními body. Druhou sérii snímků provedeme ze stejných míst jako první, ale fotoaparát bude pootočen o 90° doleva, po pořízení čtveřice snímků vše opakujeme,

---

<sup>1)</sup> Ing. Eva Štefanová, Kalibrace měřičských digitálních kamer (2006)

<sup>2)</sup> Eos Systems Inc., PhotoMODELER uživatelská příručka, 5. vydání, 2011

ale fotoaparát otočíme o 180° doprava. Vše provádíme s konstantní ohniskovou vzdáleností a pokud možno s vypnutým ostřením (u moderních objektivů se vyskytuje optická stabilizace obrazu – tu doporučuji vypnout také, protože fluidní člen mění zkreslení objektivu a mohl by ovlivnit výsledky).

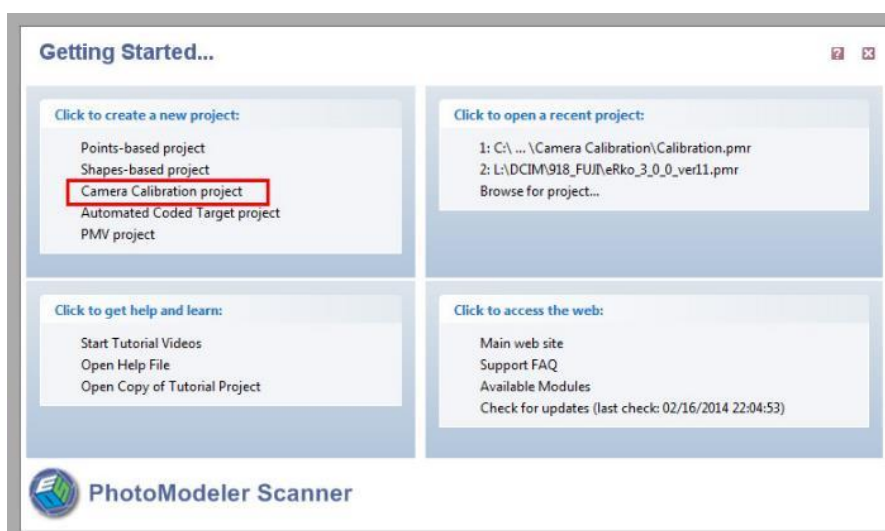


Obr. č. 16. – Pozice fotoaparátu při snímkování kalibračního obrazce

Pokud to fotoaparát dovoluje, je vhodné zapnout černobílý režim pro dosažení preciznějších výsledků, které bude program snadněji zpracovávat.

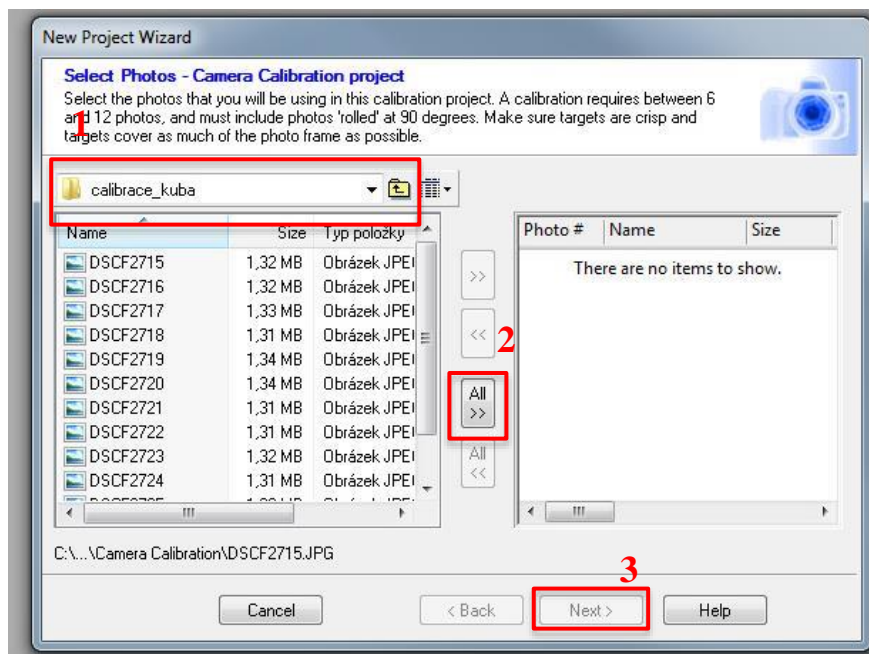
#### PRÁCE S PHOTOMODELEREM:

Po spuštění programu se zobrazí okno s rychlou volbou, vybereme „Camera Calibration project“ (projekt kalibrace kamery).



Obr. č. 17. – Základní nabídka programu PhotoModeler

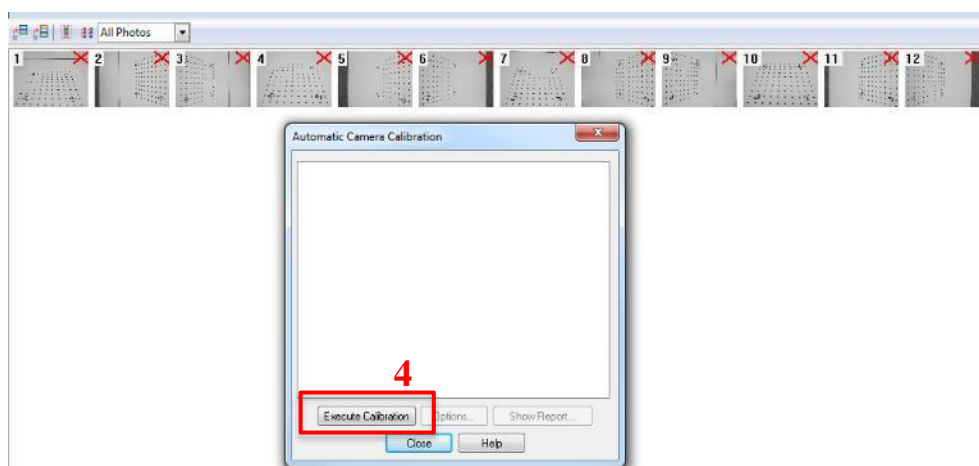
Poté se nám otevře okno s výběrem kalibračních snímků. Doporučuji stáhnout snímky na pevný disk PC a vybrat složku pomocí pole na Obr. č. 18. označeného číslem 1. Jakmile se dostaneme do složky s fotografiemi, je možné vybrat buď jen některé snímky, nebo přidat rovnou všechny snímky kliknutím na „ALL >>“ (Obr. 18. označeno 2)



Obr. č. 18. – Dialog pro přidání fotografií

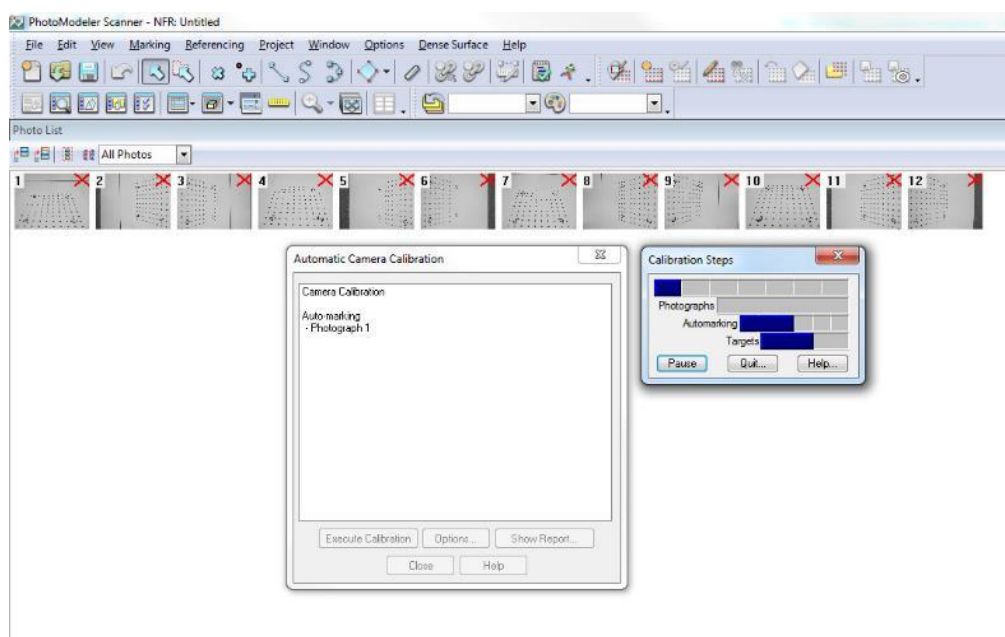
Jakmile budou snímky přesunuty v pravé části okna, stačí zmáčknout „Next>“ (označeno 3).

Snímky se přidají do nového projektu a červený křížek v jejich pravém horním rohu indikuje, že ani jeden snímek není použit v projektu. Zmáčknutím „Execute Calibration“ (označeno 4) program automaticky vyhodnotí vložené snímky.



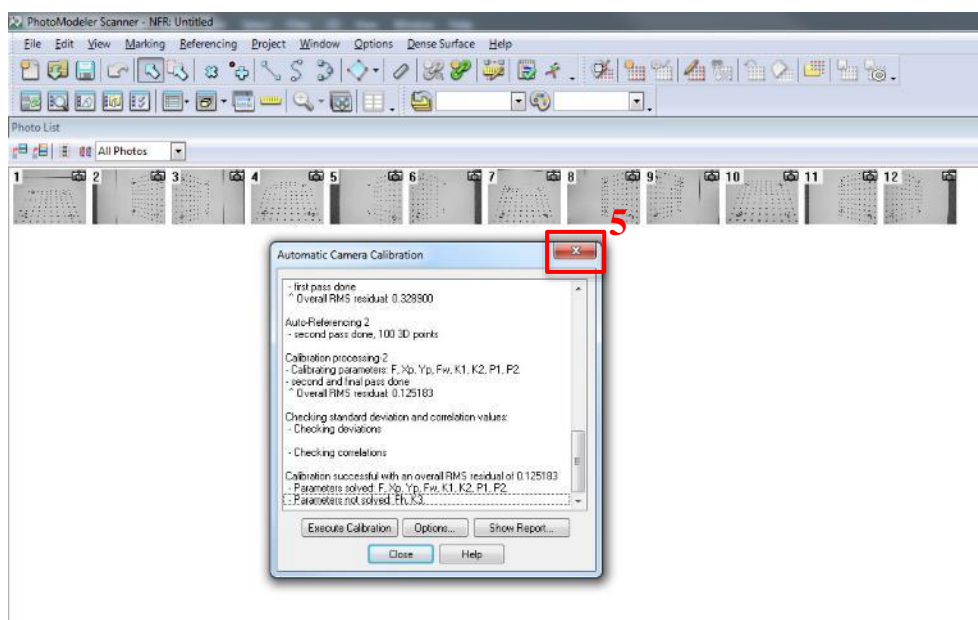
Obr. č. 19. – Provedení kalibrace

Proběhne výpočet, jeho délka závisí na počtu a rozlišení snímků.



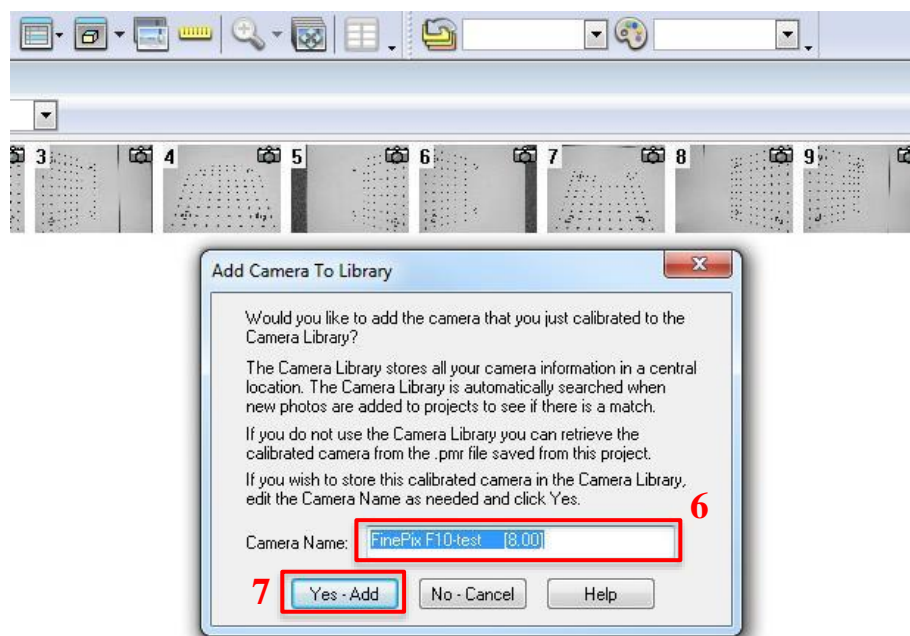
Obr. č. 20. – Průběh kalibrace

Po dokončení se u všech snímků červený křížek změní na ikonu fotoaparátu, která značí, že snímek je použit v projektu. Okno s výpočty můžeme zavřít (označeno 5).



Obr. č. 21. – Možnost ověření kalibrace a uzavření okna.

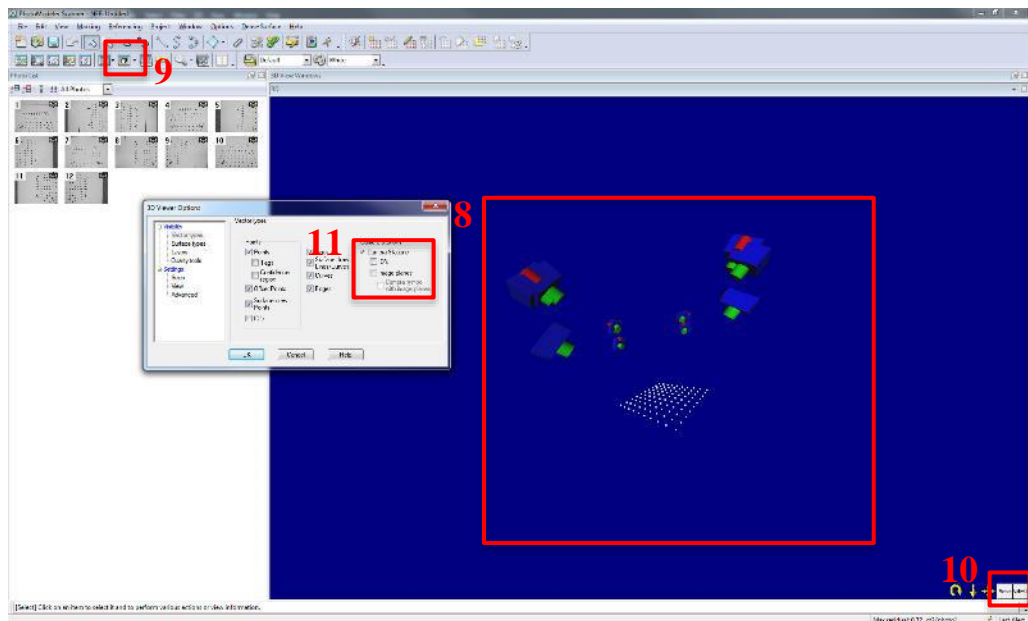
Pokud vše proběhlo správně, zobrazí se okno s možností uložit použitou kameru do knihovny. Nazveme ji, tak abychom ji snadno identifikovali (označeno 6) a zmáčknutím „Yes – Add“ (označeno 7).



Obr. č. 22. – Uložení profilu fotoaparátu

Nyní je kamera uložena a při importování projektu pořízeného stejnou kamerou za stejných podmínek (nastavení ohniska, clony a zaostření) ji snadno načteme.

Dále jsme schopni zkontrolovat prostorový model kalibračního obrazce a polohu kamer při pořizování jednotlivých snímků (označeno 8). Toto snadno zobrazíme pomocí „Open 3D view“ (označeno 9) kde v pravém dolním rohu použijeme „Options“ (označeno 10) a v okně „3D Viewer Options“ zaškrtneme volbu „Camera Stations“ (označeno 11).



Obr. č. 23. – Prostorový model kalibračního obrazce včetně polohy všech kamer

### 3 PRAKTICKÝ POSTUP PRO ZÍSKÁNÍ PODKLADNÍCH FOTOGRAFIÍ

Vysvětlíme si postup pořizování zdrojových dat. Vytvoříme vzorové řešení pro široké spektrum využitelného vybavení od mobilních telefonů až po profesionální fotografické přístroje. Poukážeme na úskalí jednotlivých způsobů a zároveň vyzdvihneme jejich silná místa. Doporučení jsou zobecněny na základní kategorie fotografických přístrojů, jednotlivé vlastnosti se mohou v rámci kategorií prolínat v závislosti na konkrétním typu přístroje.

- POPSANÉ VYBAVENÍ - Mobilní telefon
- Kompaktní digitální fotoaparát
  - Digitální fotoaparáty s pokročilým nastavením (kompakty s výměnnými objektivy, APS-C zrcadlovky, profesionální zrcadlovky)

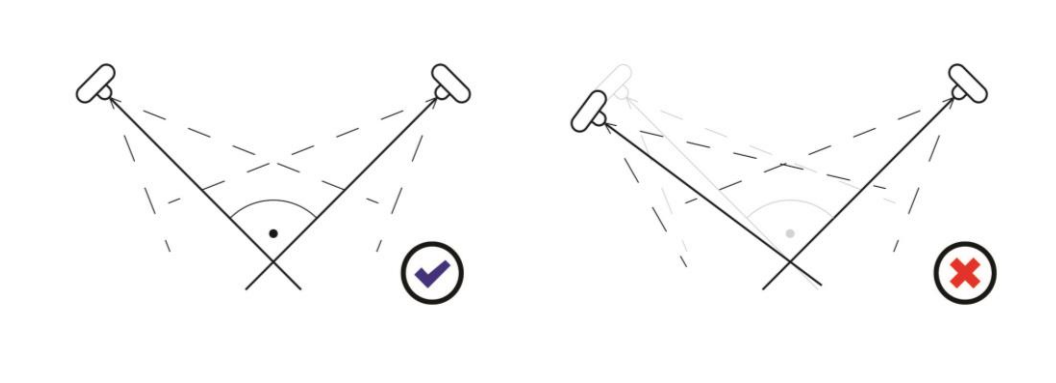
#### 3.1 PŘÍPRAVA NA FOCENÍ – NUTNÉ VYBAVENÍ

Před každým fotografováním zkontrolujeme, zda je vybavení připraveno k použití a nehrozí nebezpečí, že práce nedokončíme.

- ZKONTROLUJEME - Stav akumulátoru (doporučuji mít připraven záložní plně nabitý)
- Stav paměťové karty – pokud je zde nedostatek místa, je nutno zálohovat předešlá data a kartu vymazat.
  - Stav objektivu, u kompaktních přístrojů prohlédneme pod úhlem přední čočky a případně je hadříkem z mikrovláken očistíme. U přístrojů s výměnnými objektivy je nutno zkontrolovat i zadní čočku a nečistoty na čipu. Zadní čočku očistíme stejně jako přední, na čip v žádném případě nesmíme sahat, proto jej pouze ofoukneme ofukovacím balónekem, který je k tomu určen a pokud ani toto nepomůže, zaneseme přístroj do autorizovaného servisu.

### 3.2 OBECNÉ ZÁSADY POŘIZOVÁNÍ DAT NA LOKACI

Osy pořizovaného záběru, by měly svírat zhruba pravý úhel, pokud to není možné, může být úhel menší (minimum je však  $10^\circ$  - potom by byla nepřesnost příliš vysoká).



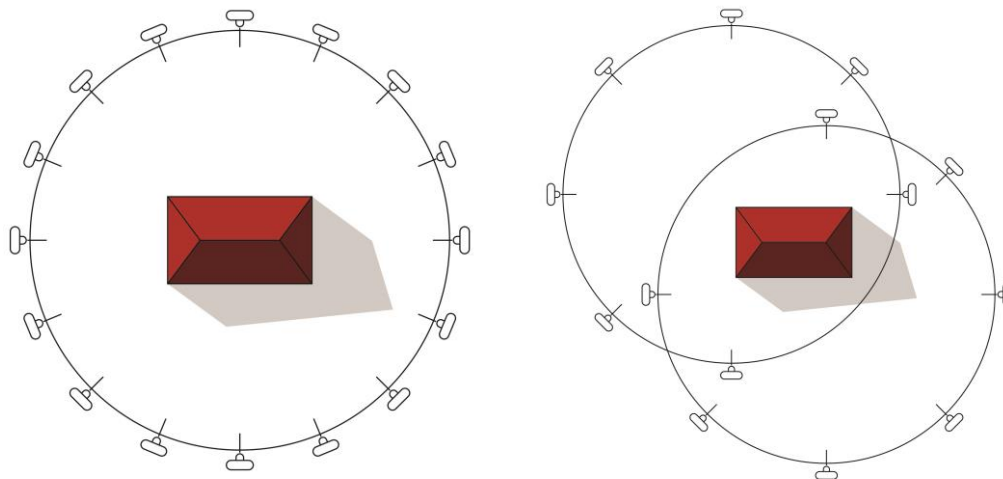
Obr. č. 24. – Správný a nesprávný úhel os snímků

Budova musí vyplňovat maximální plochu snímků s minimálním volným okrajem.

Každý bod, který budeme vynášet, by měl být ideálně zobrazen na třech snímcích (stačí však i na dvou). Obecně platí, že čím více snímků na bod využijeme, tím bude vyšší přesnost. Na jeden roh (2 fasády) je potom ideální počet 8-12 snímků. V rámci časové ekonomičnosti procesu doporučuji pořídít na lokaci větší množství snímků a při zpracování vybrat ty

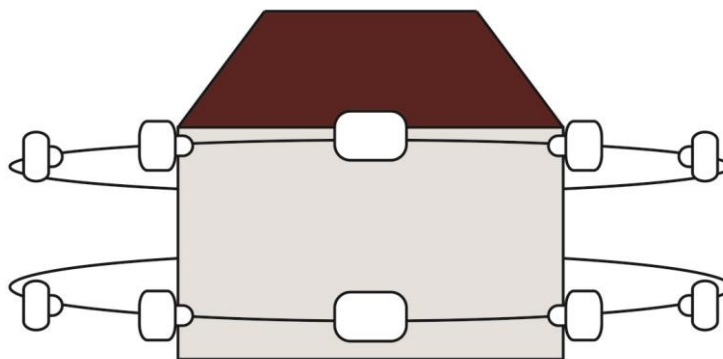
nejkvalitnější pro vytvoření modelu, ostatní snímky ponecháme nevyužity, ale kdykoli v průběhu modelování je můžeme snadno přihrát do projektu a použít.

Při snímkování je dobré použít tzv. metody kruhu, nebo více kruhů.



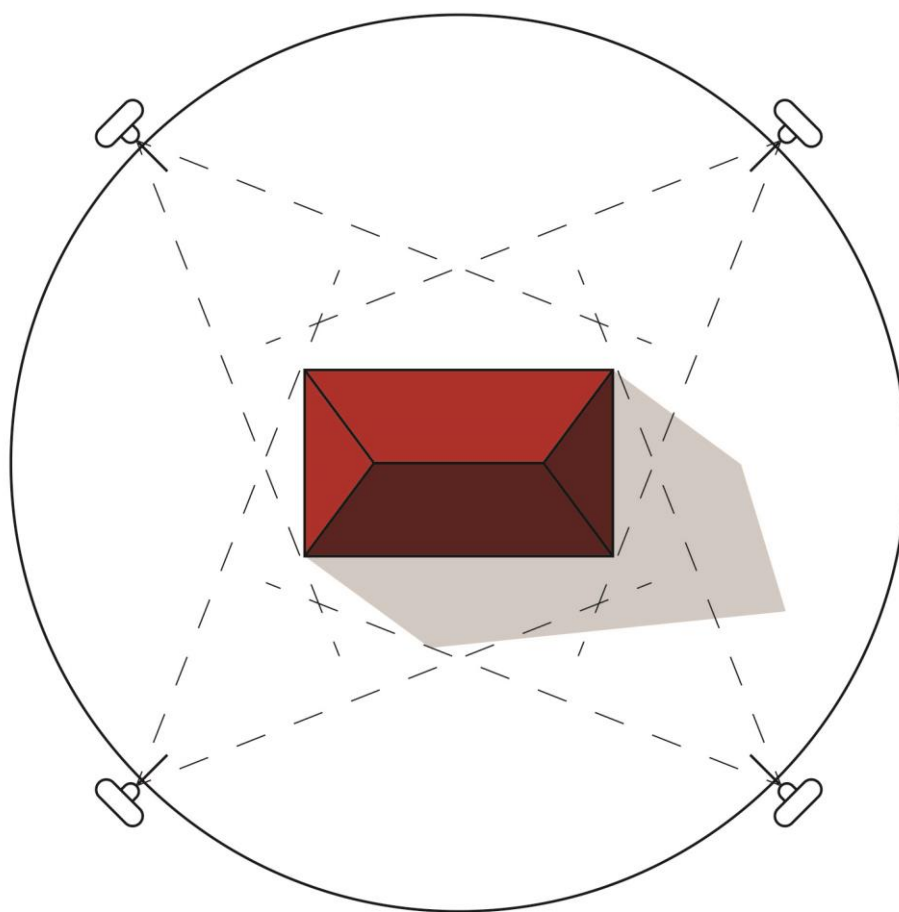
Obr. č. 25. – Metoda kruhu (nalevo) a metoda více kruhů (napravo)

Pokud nám to okolí umožní, je vhodné provést snímkování i z více výškových úrovní. Snímky z větší výšky se využijí hlavně při vynášení a modelování střech.



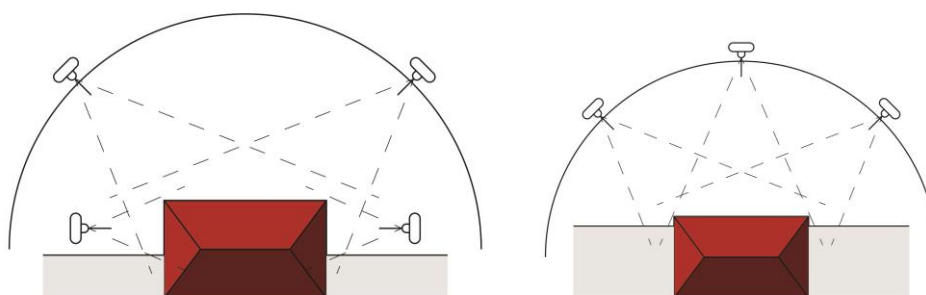
Obr. č. 26. – Pořízení snímků ve více výškových úrovních

Na dalším obrázku vidíme ideální pozici kamer. Důležitý je maximální překryv snímků a vyplnění maximální plochy snímku.



*Obr. č. 27. – Optimální pozice kamer pro snímkování*

Při pořizování dat pro zaměření fasády je nutno opět dodržet hlavně maximální překryv snímků, aby byly body vždy na několika snímcích.



*Obr. č. 28. – Snímkování fasády*

## **3.3 POŘIZOVÁNÍ DIGITÁLNÍCH DAT NA LOKACI**

### **3.3.1 Mobilním telefonem**

Před vlastním fotografováním vypneme externí blesk a funkce panoramatického snímání, které manipulují s obrazovými daty a znemožňují dalšímu softwaru srovnání obrazu – dochází k nefyzikálním deformacím.

Vzhledem k tomu, že mobilní telefon nám nenabízí mnoho nastavení, tak je nutno hlídat hlavně vnější vlivy. Jako první musíme zvážit světelné podmínky, ty by měly být natolik dobré, aby fotoaparát v mobilním zařízení nevyžadoval přisvícení bleskem. Dále je vhodné snímky pořizovat ze stejného místa vždy alespoň dva, to nám poté umožní vybrat vždy kvalitní záběr, který bude správně zaostřen a bez pohybového rozostření.

Důležité je dodržovat minimální počty a úhly záběru na objekt. Doporučuje se 8-12 snímků na roh budovy (2 fasády), proto postupujeme zleva doprava a rovnoměrně zaznamenáváme pohledy na fasádu.

Telefon držíme vždy pevně v rukou a pokud možno se lokty zapřeme do boků, tím minimalizujeme možné otřesy.

### **3.3.2 Kompaktním digitálním fotoaparátem**

Většina kompaktních fotoaparátů jsou bohužel jen nepatrně kvalitnější mobily. Mnohdy nenabízí manuální režimy expozice ani pokročilá nastavení a tak jsme odkázáni na automatický režim s kontrolou korekce expozice. Zaměříme se tedy hlavně na nastavení, které umíme ovlivnit a mohou nám snadno znehodnotit zdrojová data.

Začneme u objektivu, zde nastavíme nejširší úhel záběru a před každým fotografováním zkontrolujeme, zda se nezměnilo ohnisko. Pokud přístroj nabízí stabilizace, v menu ji vypneme. Pokud nám to aparát umožní, nastavíme clonu (doporučuji dvojnásobek minimální clony, kterou nám objektiv nabídne – nastavíme již při kalibraci a vždy zkontrolujeme). Při ostření na budovu a kalibraci se pokusíme nastavit zaostření na nekonečno, pokud toto nastavení chybí, provedeme focení bez něj.

Přístroje většinou nabízí nastavení citlivosti ISO a komprese obrazu. Aby se zachovaly detaily v obraze, nedoporučuji u levných kompakťů volit ISO nad 600. Pokud se jedná o střední třídu kompakťů, horní hranici považují 1000 ISO. Při nastavování rozlišení a komprese zvolte největší možné rozlišení a nejmenší kompresy, aby přístroj zachoval detaily, které budeme

potřebovat při referencování. Po každé expozici obraz zkontrolujeme na display a případně ho expozičně zkorigujeme pomocí korekce expozice tak, aby všechny snímky byly expozičně co nejlíže (exponujeme na fasádu domu).

Opět platí, že pořizujeme vždy dva snímky, kvůli záloze. Aparát držíme blízko těla a lokty zapřeme do boků, aby se obraz netřásl.

### **3.3.3 Digitalní fotoaparáty s pokročilým nastavením (kompakty s výměnnými objektivy, APS-C zrcadlovky, profesionální zrcadlovky)**

Dostáváme se do kategorie fototechniky, která disponuje plně manuálními režimy a pokročilým nastavením. Pro pořizování technické dokumentace doporučuji plně manuální režim, ten nám zajistí konstantní výsledky i při složitých světelných podmínkách. Každou stranu objektu nejdříve zkontrolujeme na display a případně zkorigujeme expozici pomocí nastavení hodnoty ISO nebo času závěrky.

Vzhledem k tomu, že se většinou jedná o přístroje s možností výměny objektivu, je nutné myslet na to, že kalibrace je přiřazena objektivu a ne tělu, proto pokud nemáme daný objektiv kalibrován, je nezbytné to provést. Nejvhodnější jsou pro pořizování fotogrammetrických dat objektivy bez transfokátoru, nemusíme potom hlídat změnu ohniska. Nastavení clony doporučuji na 8, což u většiny objektivů znamená nejvyšší kvalitu kresby, pokud objektiv nabízí stabilizaci obrazu, vypneme ji. ISO můžeme u moderních přístrojů nastavit až na hodnotu 2000 při zachování velkého množství detailů. Opět v menu zvolíme maximální rozměr obrazu a minimální kompresní poměr, případně formát RAW.

Aby se obraz neroztřásl pohybem, je nutno nastavit krátký čas, obecně platí, že lze fotografovat z ruky na čas 1/ohnisková vzdálenost sekundy. To by znamenalo při ohnisku 27mm asi 1/30 vteřiny. Toto je však opravdu hraniční hodnota a doporučuji nejvýše 1/80s. Při horších světelných podmínkách zkrátíme čas pomocí hodnoty ISO. Opět nezapomeneme na pevný postoj a zapření loktů o tělo. Vyvarujeme se fotografování na živý náhled (Live View), ten způsobuje nekvalitní a pomalé ostření. Taky při poloze aparátu od těla hrozí pohybové roztřesení.

## 4 VYTVÁŘENÍ 3D MODELU POMOCÍ PHOTOMODELERU

Na příkladu projdeme po krocích práci v námi zvoleném programu PhotoModeler ver. 6. Vyzkoušíme základní funkce a nastavení, zapracujeme všechny doposud zmíněné znalosti do jednoho projektu a tak vznikne ucelený výstup našeho snažení.

Postup je členěn chronologicky. Provede nás od pořizování snímků, přes jejich editaci, vkládání do PhotoModeleru, referencování až po možné využití v praxi a spolupráci s dalšími programy.

Celý postup je demonstrován na zadání návrhu fasády restaurace Tuřanská Beseda, Podlipná 140/25, 620 00, Brno-Tuřany.

### 4.1 ZDROJOVÁ DATA

Fotografie pro PhotoModeler



*Obr. č. 29. – zdrojové snímky pro PhotoModeler*

Dokumentace a náčrty od investora. Jednalo se o vytisknuté fotografie, do kterých bylo rukou poznačeno, jaké změny by se měly na fasádě udělat. Přímo na místě jsme udělali řadu skic s hrubým obrysem tvarů. Abych mohl vytvořit 3D model v měřítku, zaměřil jsem jedno okno ze strany silnice.

### 4.2 PŘÍPRAVA ZDROJOVÝCH DAT PRO PHOTOMODELER

Fotografie na místě byly pořizeny do formátu JPG, protože se jednalo o málo členitý objekt. Pokud bychom pracovali na složitějším projektu a za horších světelných podmínek, (například ostré světlo, které by vytvářelo jak velmi světlé tak tmavé plochy na různých částech

fasády) doporučuji formát RAW (někdy také nazývaný digitální negativ). Tento formát v sobě ukrývá téměř všechny informace, které umí fotoaparát zaznamenat. To nám umožní fotografie před vložením do PhotoModeleru upravit aby se s nimi dalo snadněji pracovat.

Na uvedeném příkladu jsou fotografie použity bez úprav, ale ukážeme si, jak snadno se dají zdrojové data upravit tak, aby bylo referencování ještě snadnější a fotografie čitelnější. Konkrétně si ukážeme postup v programu Adobe Lightroom 5. Náš příklad zároveň dokazuje, že tento nástroj primárně určený pro exporty RAW souborů si poradí také s JPG daty. Nemůžeme očekávat naprosto stejné výsledky jako u formátu RAW, ale na základní korekce nám JPG postačí (musí však být nastavena minimální komprese na fotoaparátu, aby nedocházelo k znehodnocování fotoaparátem a ztrátě informací v obraze).

#### **4.2.1 Úprava a export fotografií v Adobe Lightroom**

Lightroom dokáže základní úpravy jako je korekce expozice, kontrastu, nebo třeba odbarvení snímků, všechny tyto úpravy neovlivní zkraslení snímku ani ho jakkoli neoříznou, takže při další práci ve PhotoModeleru na ně půjde snadno použít vytvořený kalibrační profil fotoaparátu. V Lightroom je nutno se vyhýbat nastavení ořezu a korekce objektivu.

Otevření fotografií v Adobe Lightroom – základní funkce programu je nejen vyvolávání RAW formátů, ale i jejich organizace a katalogizace. To je výhoda při práci na jedno PC a ukládání dat na pevný disk, který se neodpojuje. Pokud ale používáme externí disky a několik PC, postačí dočasné nahrání snímků a po exportu smazání záložky importu.

Tato diplomová práce není zaměřena na program Lightroom a níže popsaný postup je zjednodušený. Jde zde hlavně o ukázkou, jak se dá s daty pracovat a kolik informací se ve snímků skrývá. Tento software je možno 30 dní testovat v trialové verzi a potom je nezbytné jej koupit, bohužel není ve škole žádná licence k dispozici, tak jsem vše prováděl v trialové verzi.

#### **IMPORT SNÍMKŮ**

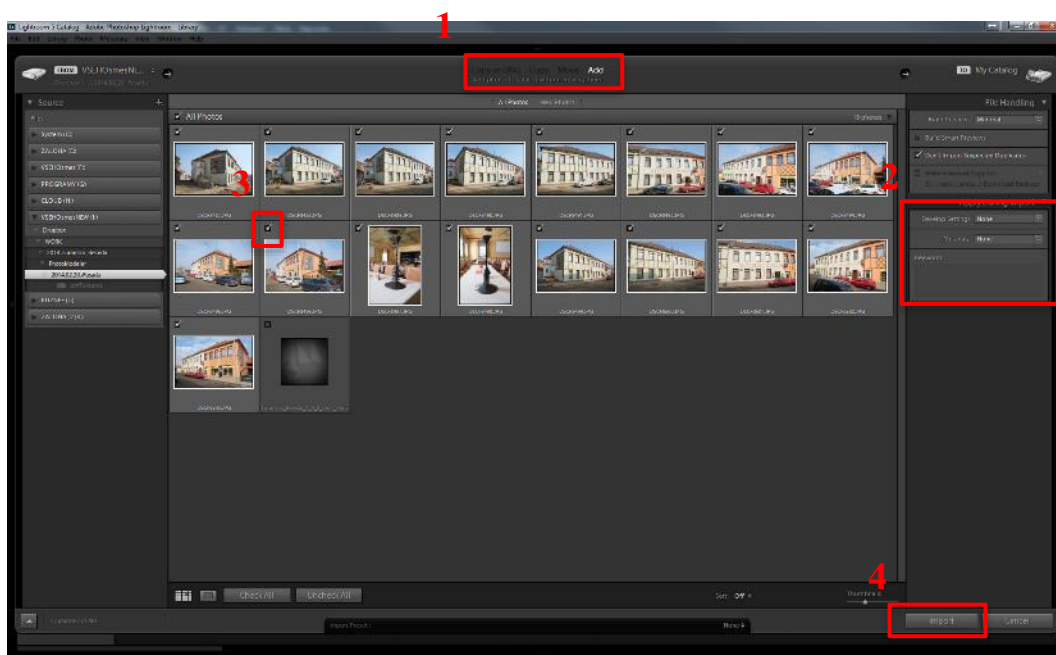
Pro importování snímků je nutno použít záložku Library Pomocí značky „+“ vybereme volbu „Add Folder ...“. Pokud máme předem připravený Preset (nastavení contrast, brightness, clarity, ...) můžeme pomocí volby „Saved Presets“ přiřadit importu přednastavení, které se aplikuje na všechny snímky při importu. Toto přednastavení není neměnné a dá se snadno přizpůsobit u každého snímku.

Složku potom najdeme v PC a označíme ji. Stisknutím „Vybrat složku“ se spustí dialogové okno s náhledy snímků a možností jejich označení nebo odznačení pomocí zatrženého políčka v levém horním rohu každé fotografie.

Okno pro import nám nabízí několik možností. V horní části (Obr. č. 30 označeno 1) jsou volby umožňující buď vytvářet kopie ze záznamového média, přesun fotografií do PC nebo pouhé dočasné přidání do knihovny Lightroomu. Pro naše účely nejlépe vyhovuje volba „Add“, která načte snímky a po ukončení práce můžeme složku z knihovny snadno smazat.

V části označené 2 můžeme opět aplikovat předem připravené „Presety“ na celý import. V případě, že máme ve složce i nepotřebné fotky snadno je odebereme z výběru jejich odznačením (označeno číslem 3).

Jakmile máme základní nastavení hotova, stiskneme „Import“ a snímky se načtou do programu (označeno 4).

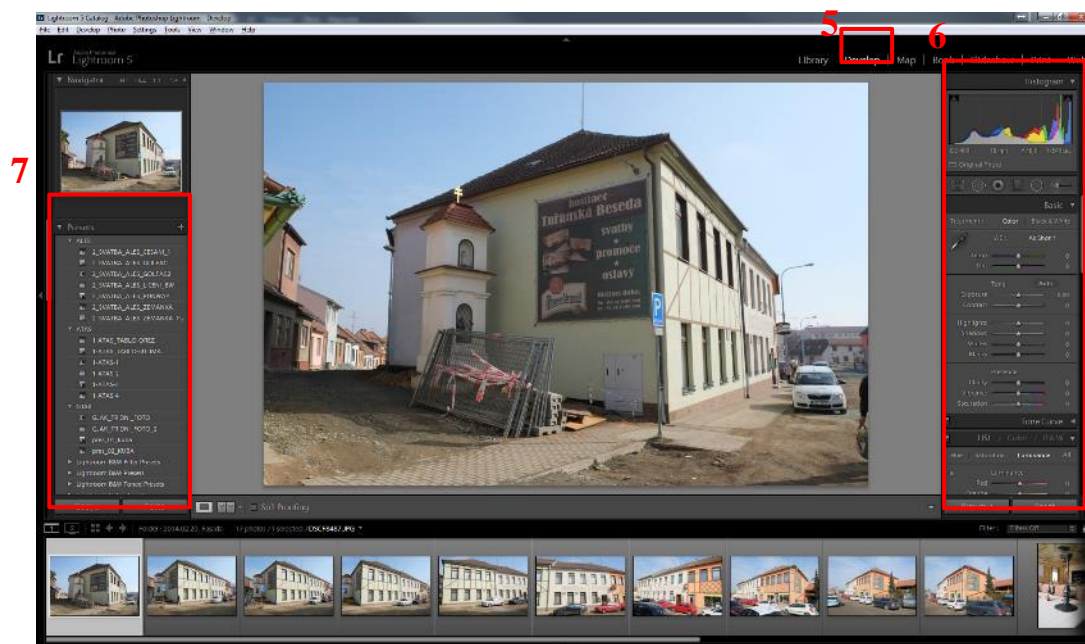


Obr. č. 30. – Označení fotografií pro import a možnost aplikovat na ně preset

První část se odehrává v záložce „Library“, kde můžeme zkontrolovat zda jsou všechny fotografie naimportovány a pomocí záložky „Develop“ (Obr. č. 31. označeno 5) a přejít k úpravám.

V záložce „Develop“ (Obr. č. 31. označeno 5) můžeme pomocí nastavení v oblasti označení 6 upravit fotografie tak, aby se nám lépe rozpoznávaly hrany objektů. Nastavení pro

jednotlivé fotografie je potom snadné uložit pomocí „Presets“ označených 7. Zde stačí stisknout „+“ a ve volbě nastavit která nastavení má „Preset“ obsahovat, taky je vhodné si jej srozumitelně popsat pro pozdější snadnou orientaci.



Obr. č. 31. – Záložka Develop s možností editace a exportu snímků

Pro naše účely nás zajímají nejvíce hodnoty:

Exposure - nastavení expozice snímku

Contrast - nastavení kontrastu

Clarity - čírost, zřetelnost – jedná se o funkci inteligentního zostření, snímek se při vyšších hodnotách stává mnohem snáze čitelný.

Ostatní doplňkové funkce:

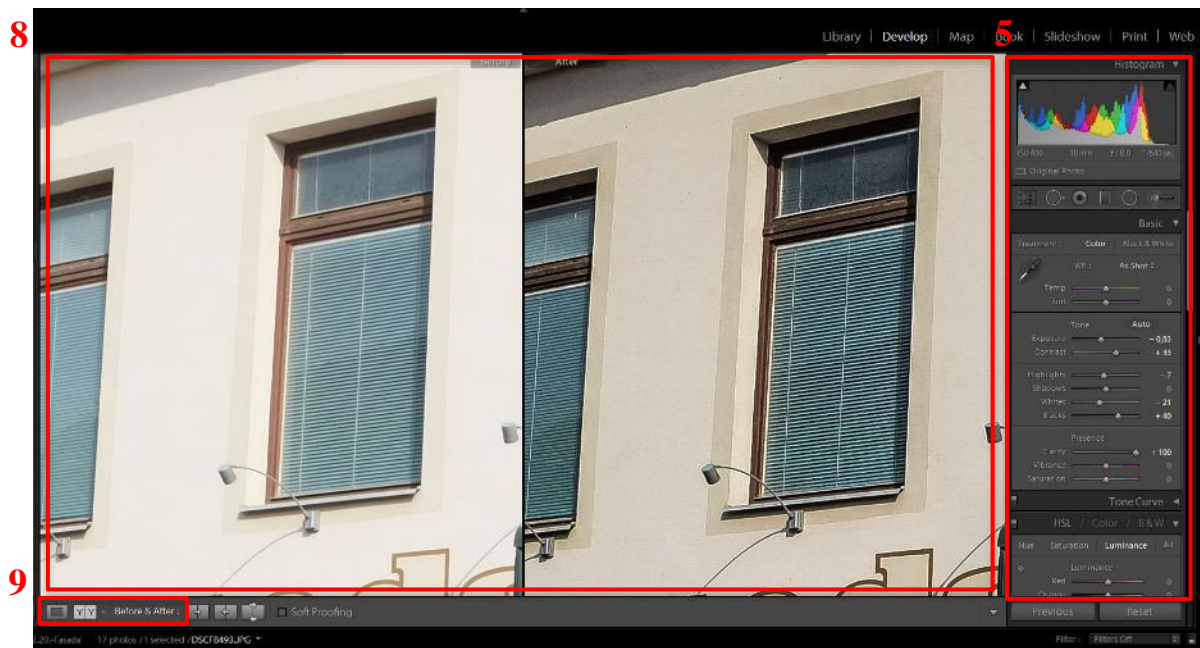
Highlights - přepaly – extrémně světlé místa bez kresby můžeme ztmavit

Shadows - střední tóny (stíny) můžeme prokreslit/ztmavit

Whites - bílé plochy můžeme ztmavit/zesvětlit

Blacks - černé místa bez kresby můžeme zesvětlit/ztmavit

Sharpening - další možnost zostření snímků



Obr. č. 32. – Panel s nastavením a ukázka možného zkontrastnění. Vlevo originál, vpravo upravená verze

U zvoleného príkladu došlo ke ztmavení snímku (Exposure na hodnotu -0,83), přidání kontrastu (Contrast na +33), ztmavení přepalů (Highlights -7), ztmavení bílých ploch (Whites -21), prokreslení černých ploch (Blacks na +40). Rozdíl si snadno zobrazíme volbou označenou 9. Na obrázku č. 32 vidíme v poli 8 zřetelný rozdíl u snímku před editací a po jeho editaci. Hrany jsou více zřetelné a budou se nám velmi snadno referencovat při práci v PhotoModeleru

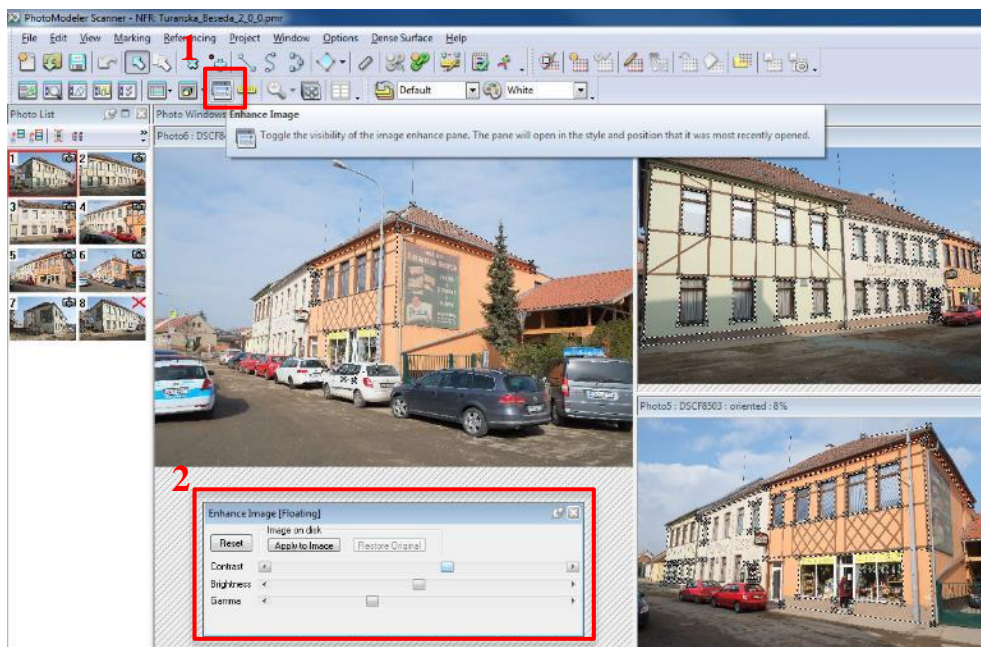
Jakmile jsme s úpravami hotovi, přejdeme k exportu snímků. V záložce „File -> Export ...“. Zobrazí se nám okno „Export One File“, kde jsme schopni nastavit místo uložení exportovaných dat a také jejich kvalitu. Kvalitu doporučuji nastavovat na hodnotu 80 při zachování formátu \*.jpg. V obraze zůstane dostatečné množství informací pro práci a zároveň se zmenší na velikost, která bude snadno použitelná v PhotoModeleru.

#### 4.2.2 Úpravy fotografií v PhotoModeleru

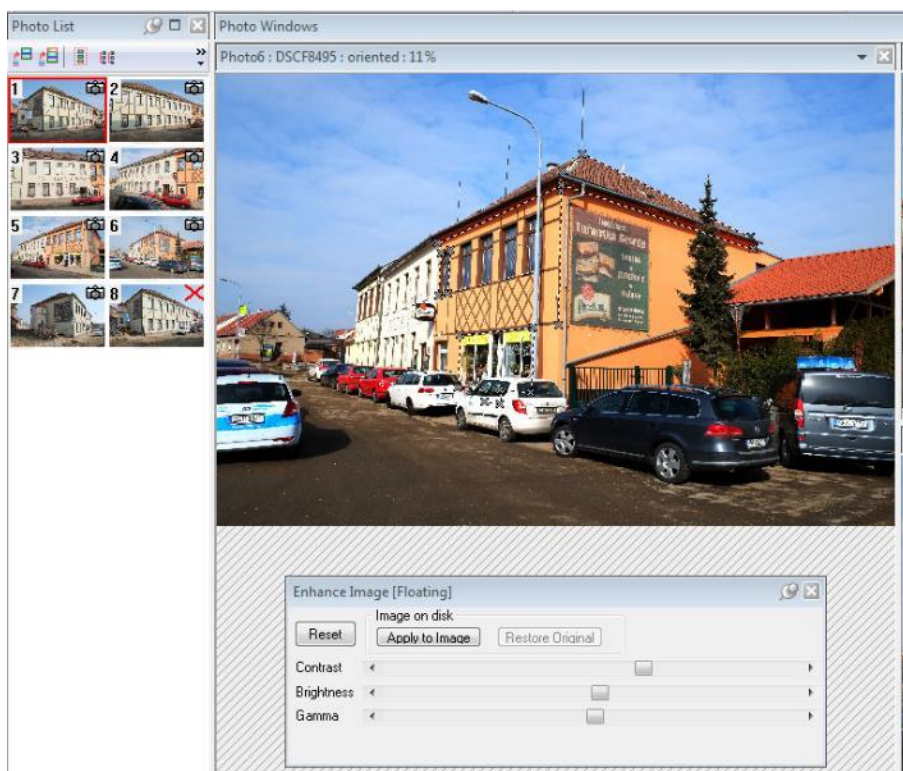
PhotoModeler nabízí možnost upravit snímky přímo při práci s projektem. Možnosti editace zahrnují úpravu kontrastu, jasu a gammy (změna jasu bez ovlivnění nejsvětější a nejtmavší části obrazu). Tato volba nemůže profesionálnějšímu softwaru vůbec konkurovat a troufám si říct, že při neodborném nastavení může práci spíše znesnadnit. Její využití

doporučuji jen při drobných korekcích, kdy jste schopni fotku lehce ztmavit táhlem „Gamma“ a přidat jí kontrast táhlem „Contrast“.

Volbu úprav snímků snadno vyvoláme tlačítkem „Enhance Image“ (označeno 1).



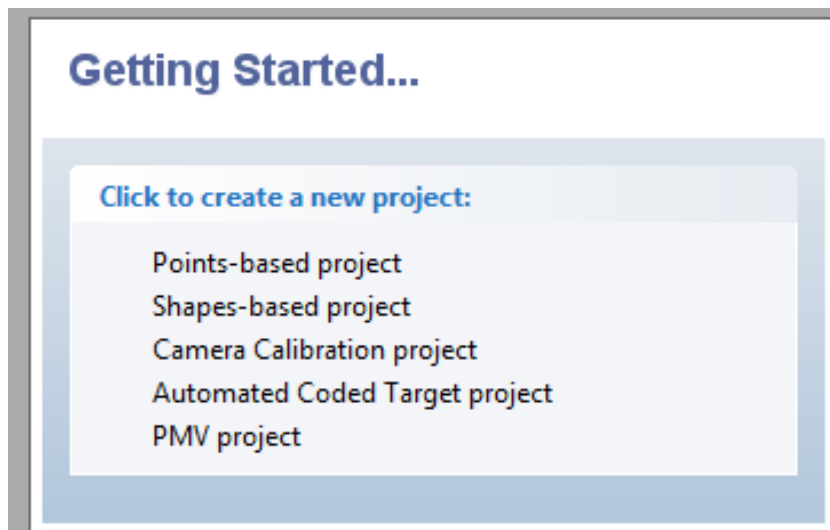
Obr. č. 33. – Volba „Enhance Image“ pro možnost korekce expozice (kontrast, jas a gamma)



Obr. č. 34. – Upravený snímek pro snadnější hledání hran a jejich referencování

## 4.3 VYTVOŘENÍ NOVÉHO PROJEKTU V PROGRAMU PHOTODELER

Při zapnutí programu se automaticky zobrazí nabídka „Getting started ...“ (Obr. č. 35), kde snadno založíme nový projekt. Pokud se nabídka nezobrazí, nebo jsme již s programem pracovali a není zobrazena, snadno ji vyvoláme „File -> Getting started ...“

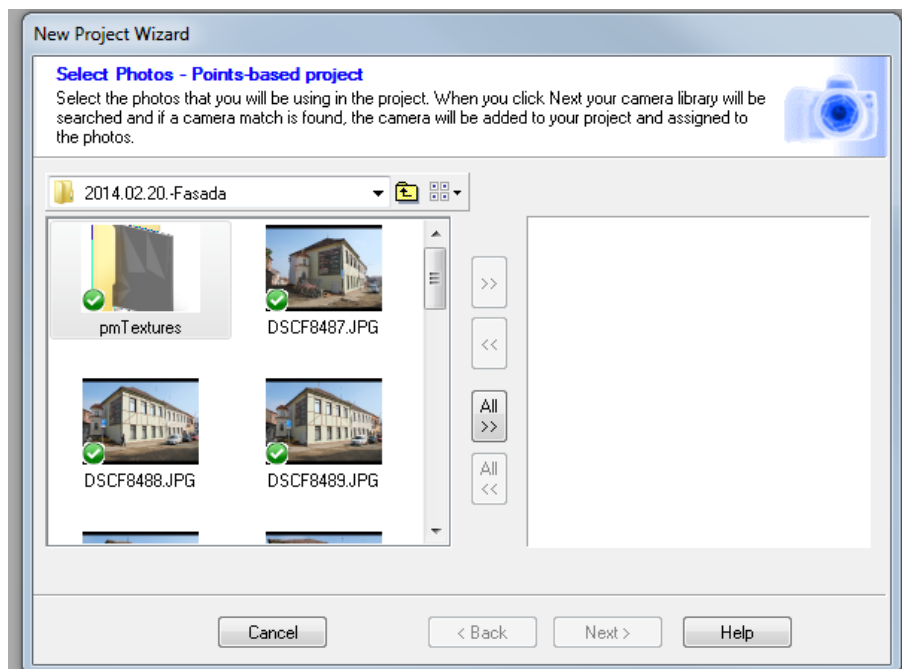


Obr. č. 35. – Menu Getting started ....

Pro naši potřebu bude vyhovovat založení projektu pomocí „Point-based project“. Vzhledem k tomu, že kalibraci již máme hotovou a uloženou, bude založení a spuštění nového projektu velmi snadné a rychlé. Používáme tuto metodu i proto, že má vyšší přesnost a optimalizace bodů v 3D je prováděna nejdříve light-ray metodou a poté zpřesněna bundle adjustment algoritmem.

## 4.4 VLOŽENÍ VSTUPNÍCH DAT (FOTOGRAFIÍ)

Následuje okno s výběrem snímků, zde do začátku doporučuji vybrat několik nejlepších snímků (myšleno s nelepším pokryvem, návazností a uhly pořízení). S těmi začneme a v případě potřeby můžeme přidávat zpřesňující snímky i v průběhu práce.



Obr. č. 36. – Okno výběru snímků

Pokud máme fotografie vybrány předem, klikneme na „All >>“ a tím přidáme všechny snímky ze složky. Jestliže se ve složce nachází snímků více, výběr provedeme sami se stisknutou klávesou „Control“ pomocí levého tlačítka myši, snímky potom přidáme tlačítkem „>>“.

Jakmile jsme s výběrem spokojeni, klikneme na „Next>“.

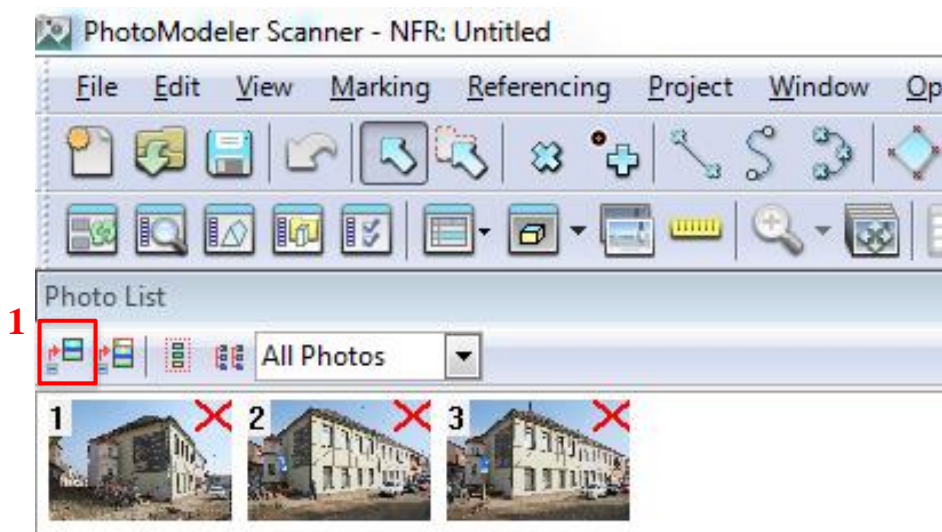


Obr. č. 37. – Okno zobrazující kalibrační profil fotoaparátu.

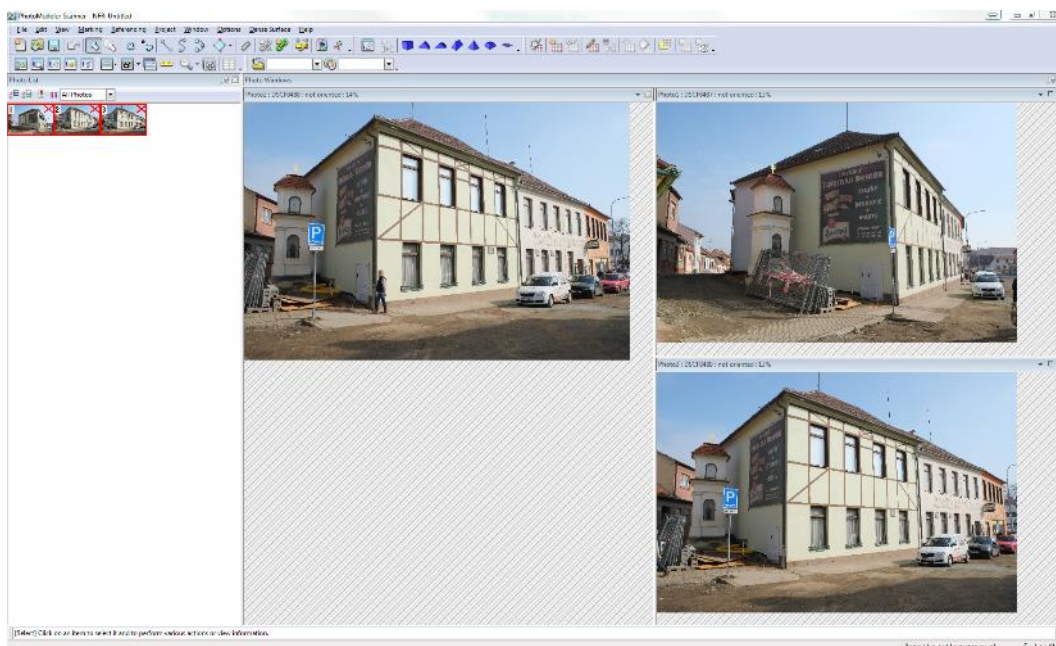
Zobrazí se okno s naším kalibrovaným fotoaparátem. Pokud fotoaparát souhlasí, klikneme na „OK“. Nechceme-li dostávat upozornění u každého projektu, zaškrtneme „Do not show this message again.“

## 4.5 PRÁCE S DATY

Dostáváme se do vlastního pracovního prostředí s novým projektem a načtenými snímky. Červený křížek v jejich rohu napovídá, že snímky zatím nejsou využity k výpočtu. Snímky označíme a pomocí „Open Photo(s)“ (Obr. č. 38. označeno 1) snímky otevřeme ve velkých oknech pro možné referencování.



Obr. č. 38. – Nově otevřený projekt



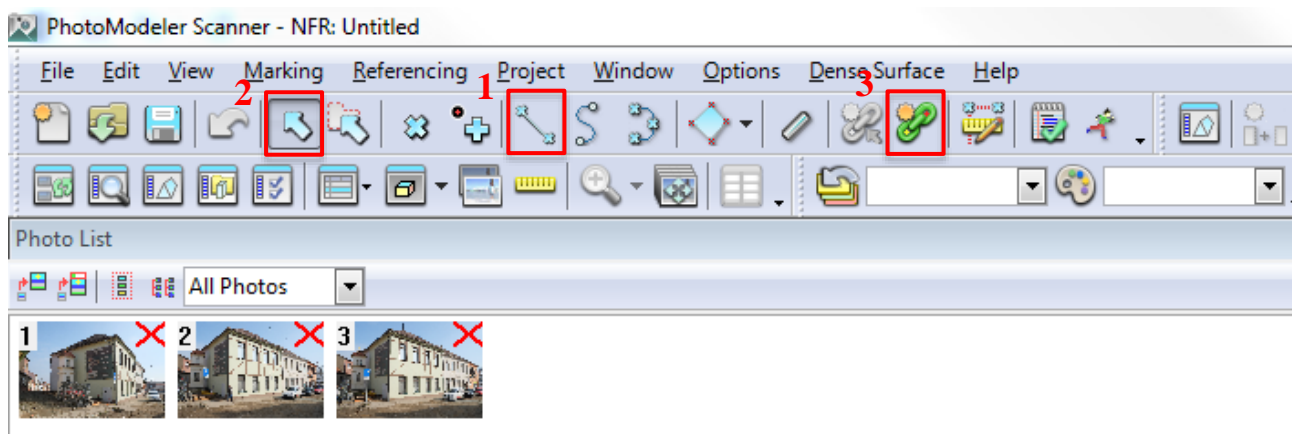
Obr. č. 39. – Otevřené fotografie v oknech pro referencování

Pokud jsou špatně vybrané snímky jako na ukázkovém projektu, snadno je vyměníme. Na snímek klikneme pravým tlačítkem myši a vybereme „Add/Remove Photos ...“ Zobrazí se nám okno jako na začátku, kde snadno odebereme/přidáme fotky a stiskem „OK“ vše potvrdíme.

#### 4.5.1 Referencování snímků

Jedná se o snímání totožných bodů na různých snímcích.

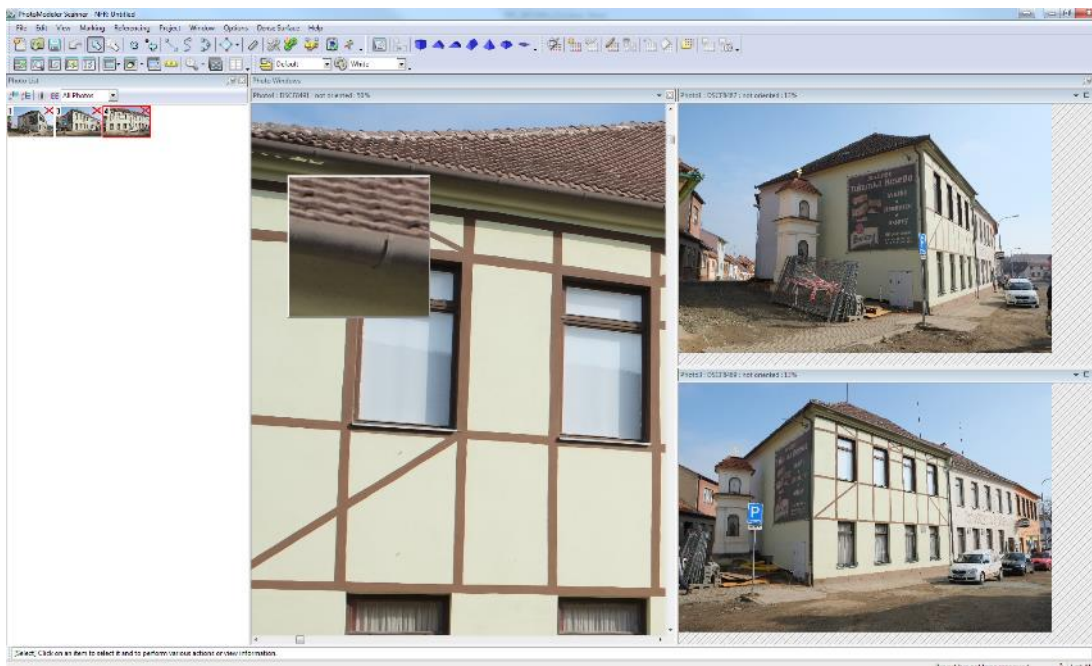
Kromě automatické funkce PhotoModeleru od verze 2010 je základem práce s daty referencování bodů na jednotlivých snímcích. Tyto body můžeme definovat jako jednotlivé nebo se dají spojovat do přehledných úseček a křivek.



Obr. č. 40. – Nástroje pro referencování

Na začátek nám postačí nástroje 1-3 označené na Obr. č. 40.

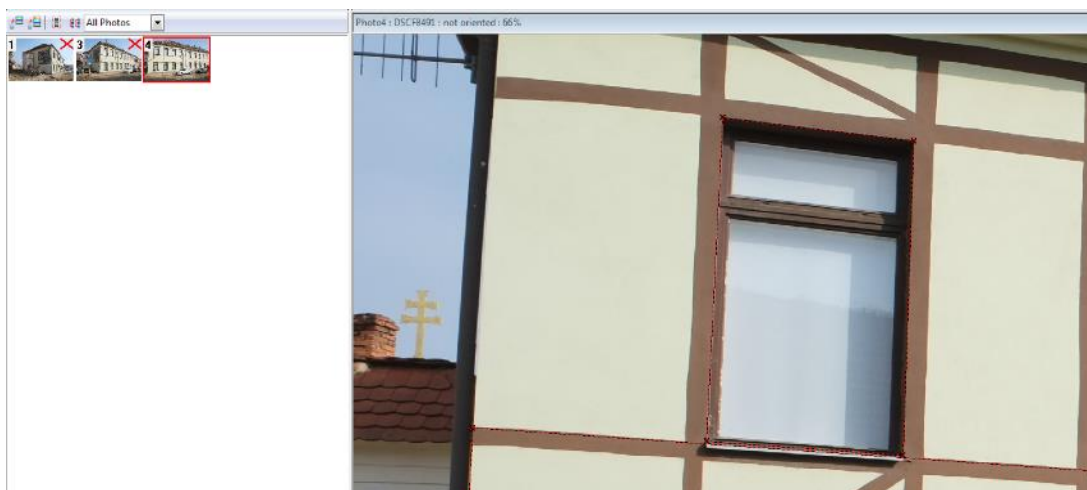
Nejdříve použijeme nástroj „Mark lines Mode“ (označeno 1), přejedeme na snímek kterým chceme začít a kolečkem na myši zazoomujeme na objekt který využijeme jako první k referencování. Doporučuji vybrat dobře ohraničené místo viditelné na všech snímcích. Můžeme si taky pomoci stiskem klávesy „Alt“, která zazoomuje fotografii na 100% a v tomto výřezu snadno najdeme požadovanou hranu/bod.



Obr. č. 41. – referencování, použití lupy pomocí klávesy ALT

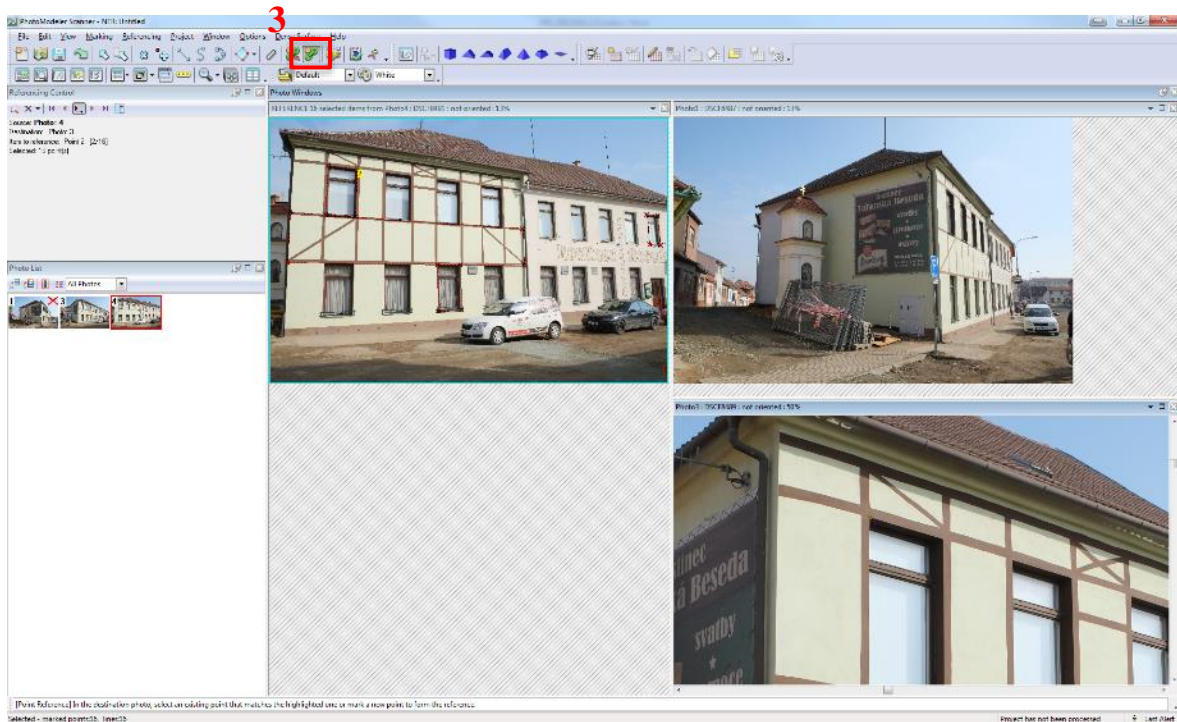
Každý referenční objekt ohraničíme nástrojem a nakonec zmáčkneme pravé tlačítko myši kde vybereme „End draw“, na začátek se pokusíme pokrýt co největší plochu snímku s několika základními body (minimálně 6 bodů).

Poté použijeme nástroj „Select Items Mode“ (označeno 2) táhnutím označíme všechny vytvořené body.

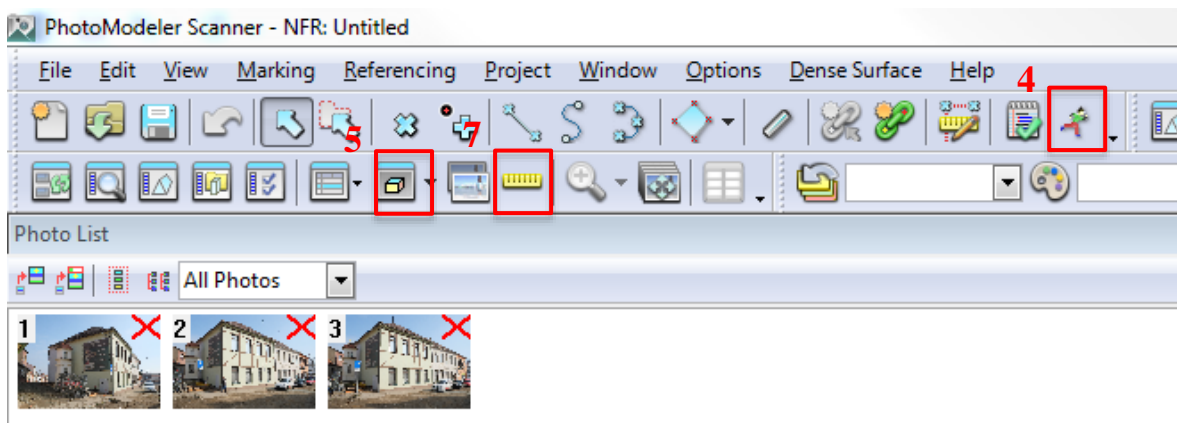


Obr. č. 42. – Označené body a úsečky jsou červené

Dále použijeme nástroj „Referencing mode“ (označeno 3).

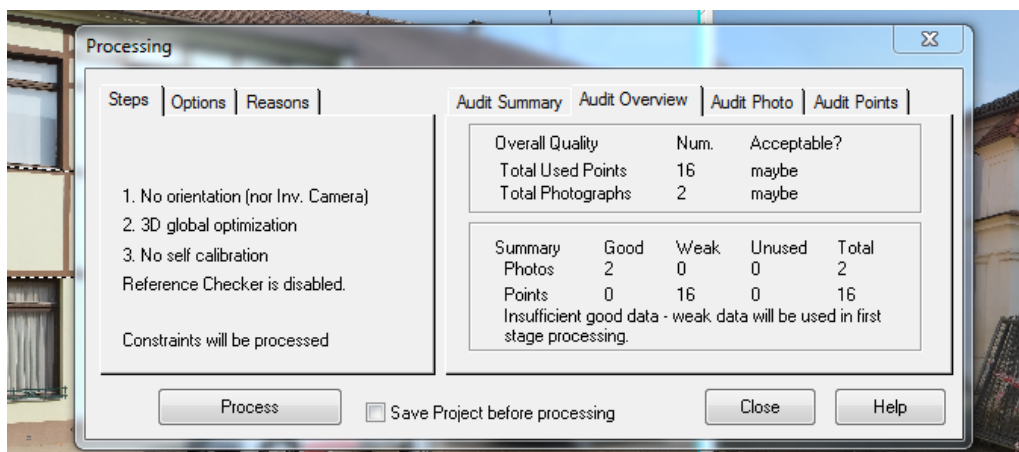


Obr. č. 43. – Označené body a úsečky jsou červené, body které vyznačujeme v dalších snímcích jsou označeny žlutým indexem



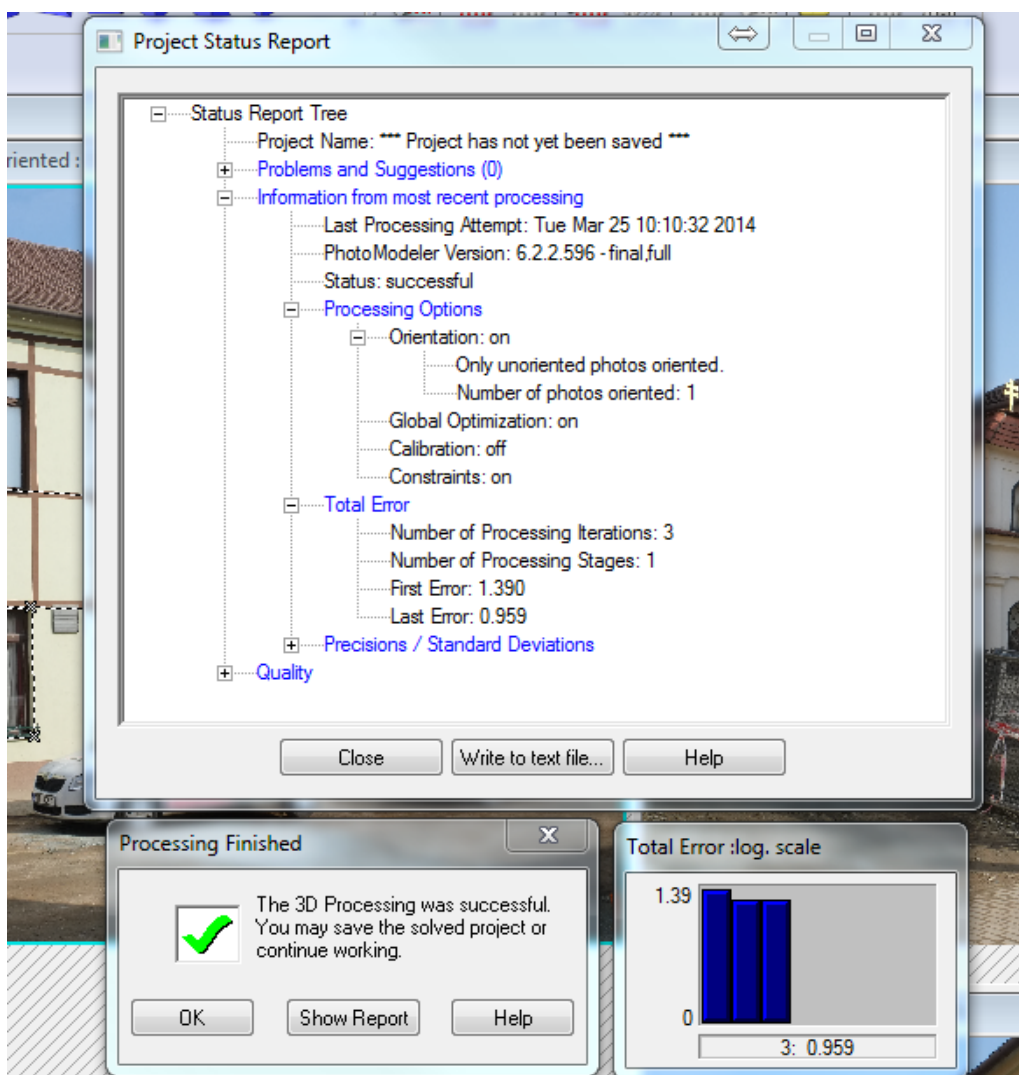
Obr. č. 44. – Výpočet bodů (4), nástroj pro zobrazení 3D okna (5) a měření v modelu (7)

Pro optimalizaci a výpočet bodů do 3D prostoru využijeme nástroj „Process...“ (označeno 4). Zobrazí se panel s možností kontroly projektu a PhotoModeler nám i napoví, zda je možno vypočítat polohu bodů. Je nutno aby ve sloupci „Acceptable?“ bylo alespoň „maybe“. Potom je možno provést výpočet a program dokáže zobrazit body v 3D prostoru.



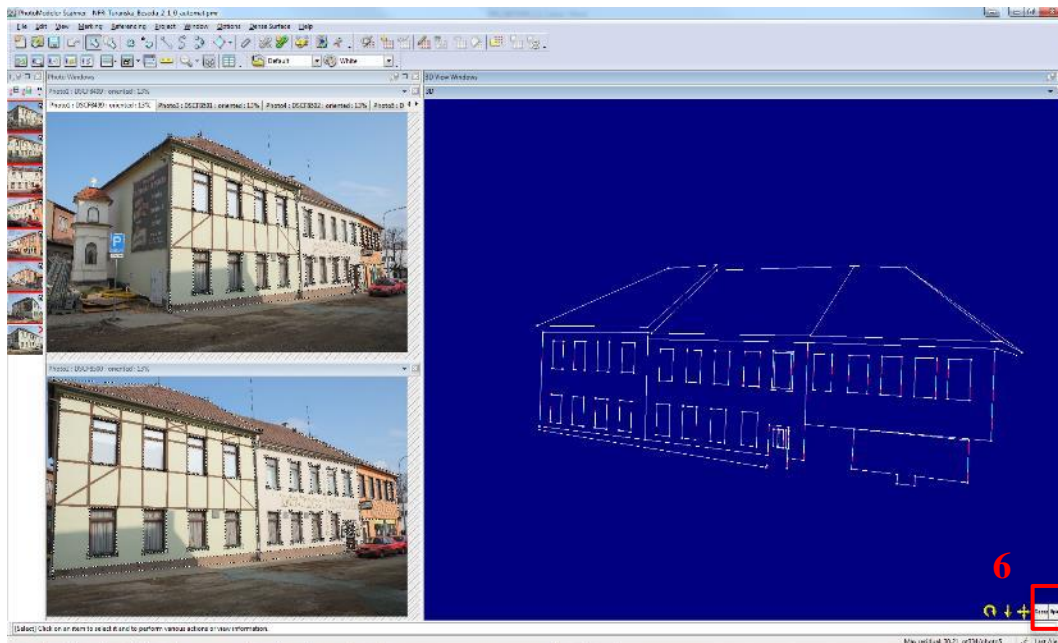
Obr. č. 45. – Kontrolní panel, sloupec „Acetable?“ nám říká, zda má cenu spouštět výpočet

Jakmile se spustí „Process...“ objeví se okno s výpočtem.



Obr. č. 46. – Pole výpočtu, výsledek výpočtu a report o výpočtu

Po této akci můžeme zobrazit 3D okno (Obr. č. 44. označeno 5 „Open 3D View“) s modelem a body umístěnými v prostoru. Lze taky zobrazit polohu fotoaparátu při focení, nebo jednotlivé snímky v prostoru. Veškeré nastavení 3D okna probíhá pomocí volby „Option“ (označeno 6).

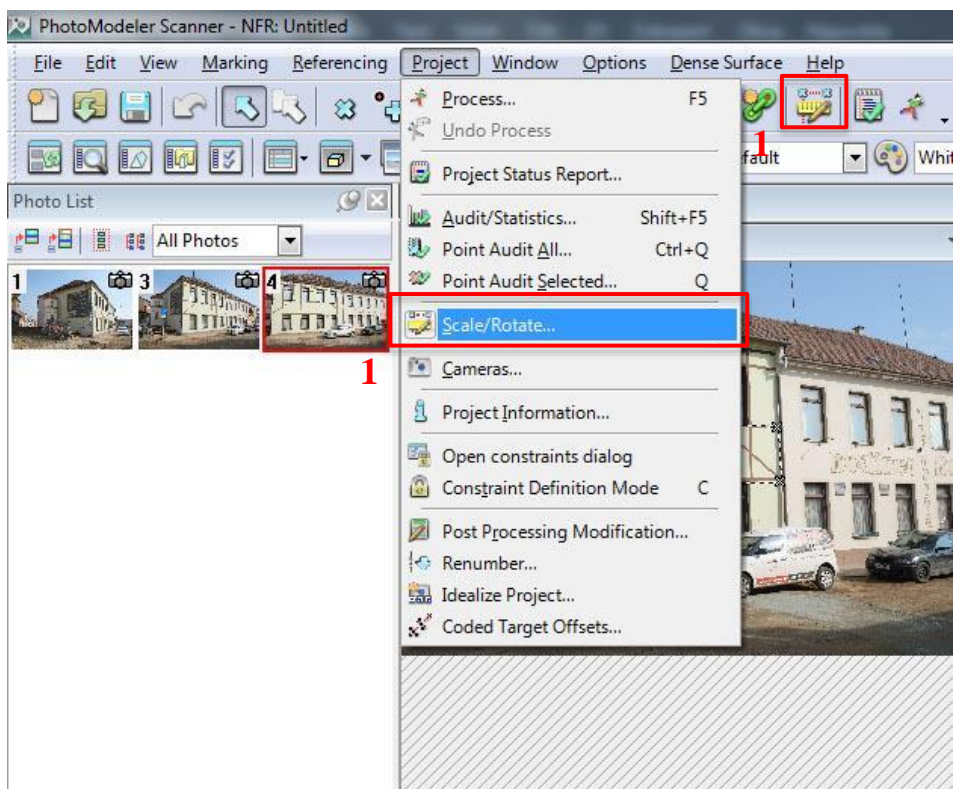


Obr. č. 47. – 3D okno, možnost nastavení označena 6

#### 4.5.2 Možnosti měření v modelu

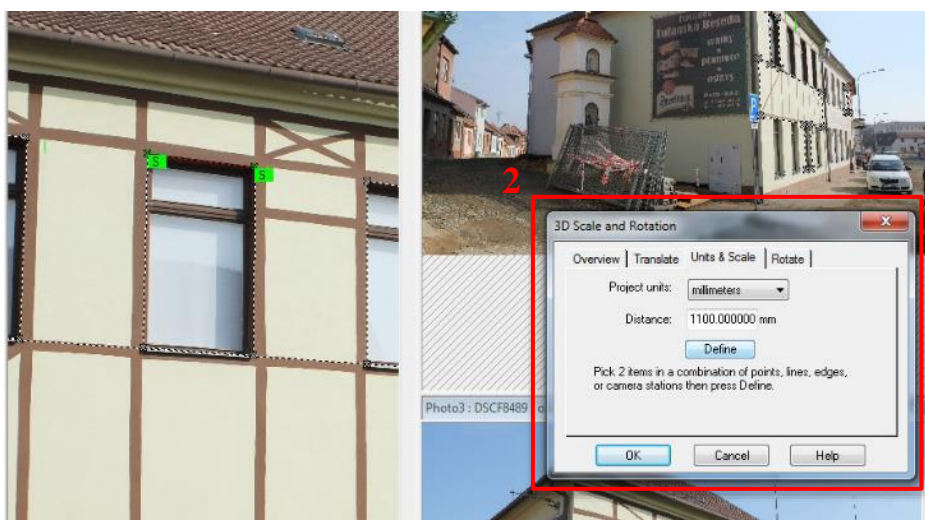
PhotoModeler nabízí možnost základního měření přímo v projektu. Tato funkce není tak propracovaná jako například možnosti kótování v CAD aplikacích, ale i tak může být velmi nápomocná například při kontrole zaměření.

Jako první musíme celému projektu určit měřítko, protože námi vytvořené body, úsečky a plochy jsou zatím bezrozměrné. V záložce Project vybereme volbu „Scale/Rotate“ (na Obr. č. 48 označeno 1) pomocí které programu doslova ukážeme jeden rozměr v projektu. Díky tomu PhotoModeler zvětší/zmenší celý model přesně na reálnou velikost. V té je potom možné kteroukoli úsečku označit a zjistit její délku.



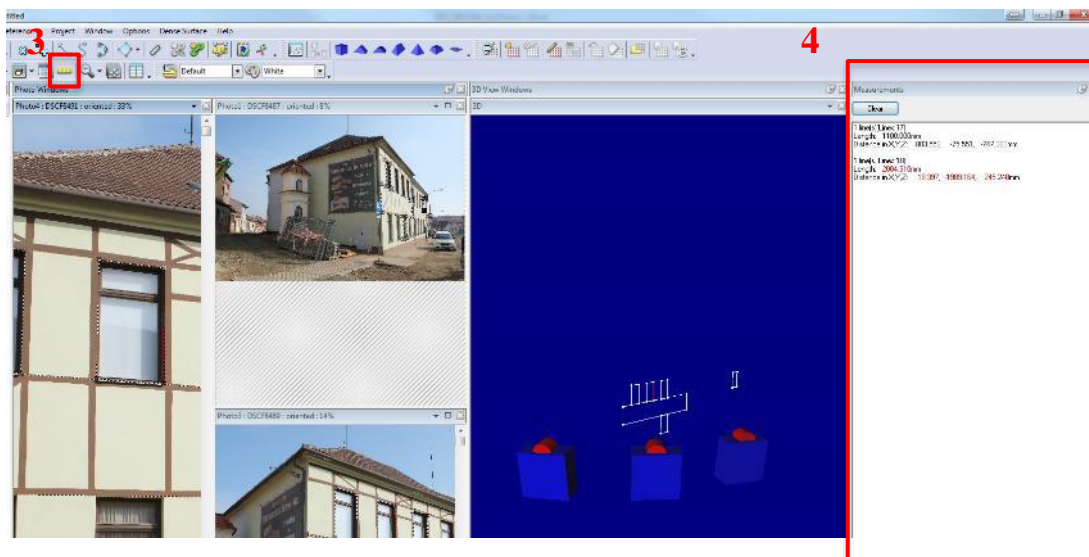
Obr. č. 48. – Scale/Rotate ...

V okně „Scale/Rotate“ (označeno 2) přejdeme na záložku „Units & Scale“. Zde zvolíme jednotky (v našem případě milimetry). Ve 3D modelu nebo na referenčních fotografiích označíme dva body nebo linii a přiřadíme jí délku volbou „Distance“. Následně stiskneme „OK“ a model se upraví.



Obr. č. 49. – Definování měřítka

Díky dialogu Measurement označeného 3 vyvoláme okno s údaji o délkách úseček a polohu bodů v prostoru pomocí spuračnic x, y, z (Obr. č. 50. označeno 4).



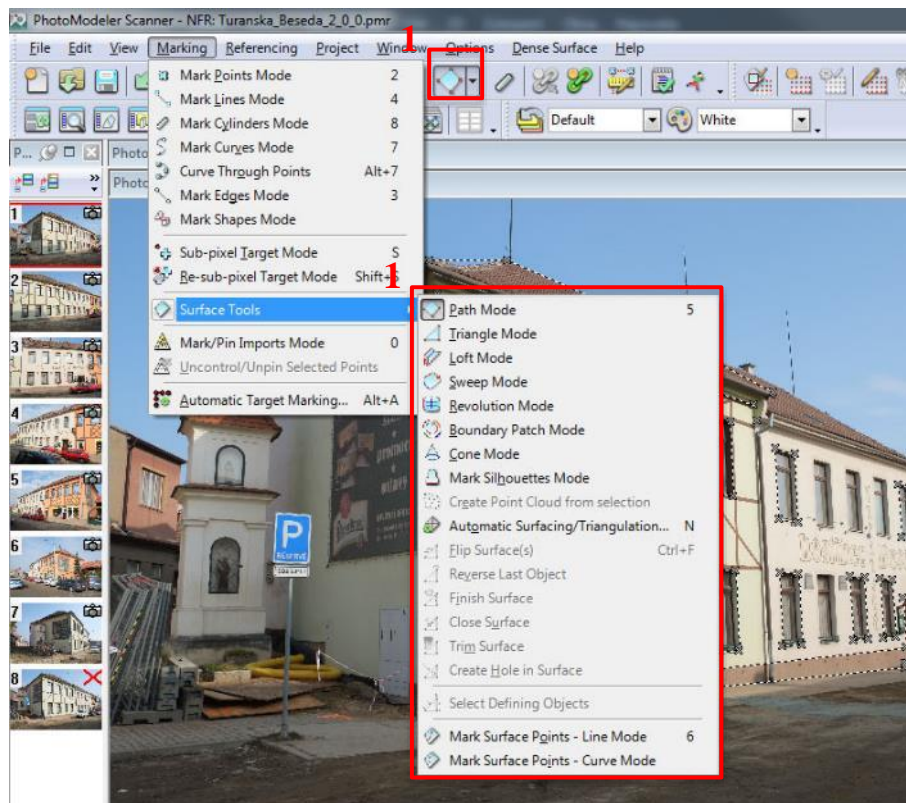
Obr. č. 50. – Možnost měření v projektu

### 4.5.3 Vytvoření a možnosti 3D modelu

PhotoModeler nabízí několik možností a úrovní modelování. Od mračna bodů, až po kompletní model včetně vygenerování textury z fotografií použitých pro modelování. Pokud budeme 3D model používat například jako stafáž nebo doplněk modelu v návrhové fázi projektu, je toto modelování dostačující a dá se použít. Je-li pro nás ale důležité zjistit rozměry a ty potom využít pro další práci, je tato funkce příliš složitá a dále nevyužitelná.

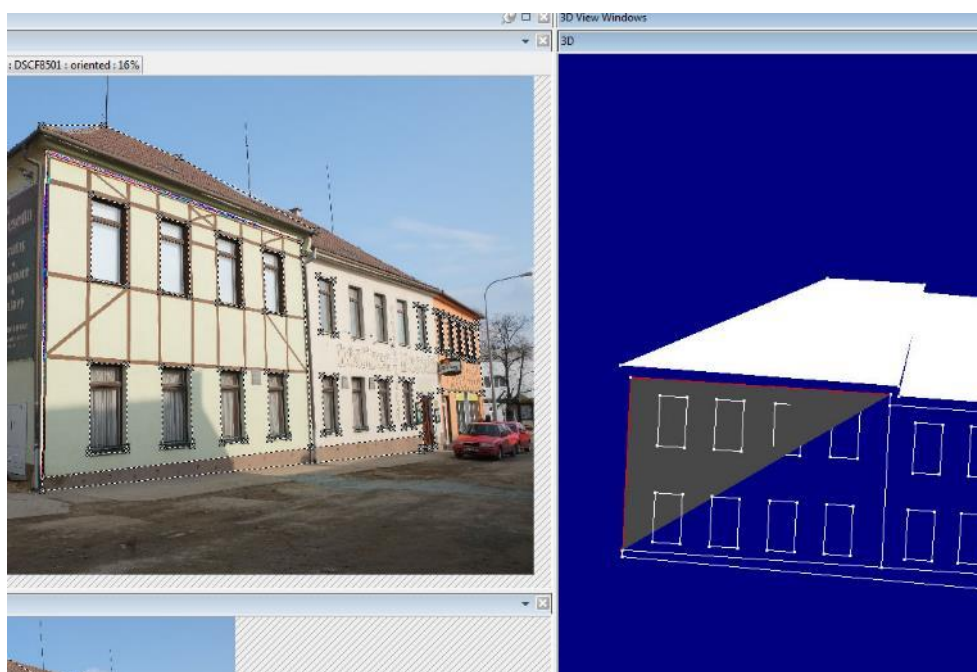
Nastíním práci s modelováním od manuálních nástrojů až po potažení drátového modelu plochami a automatického vygenerování textury.

Nástroje pro vytváření nebo editaci ploch v modelu najdeme v záložce „Marking - > Surface Tools“ (Obr. č. 51. označeno 1).



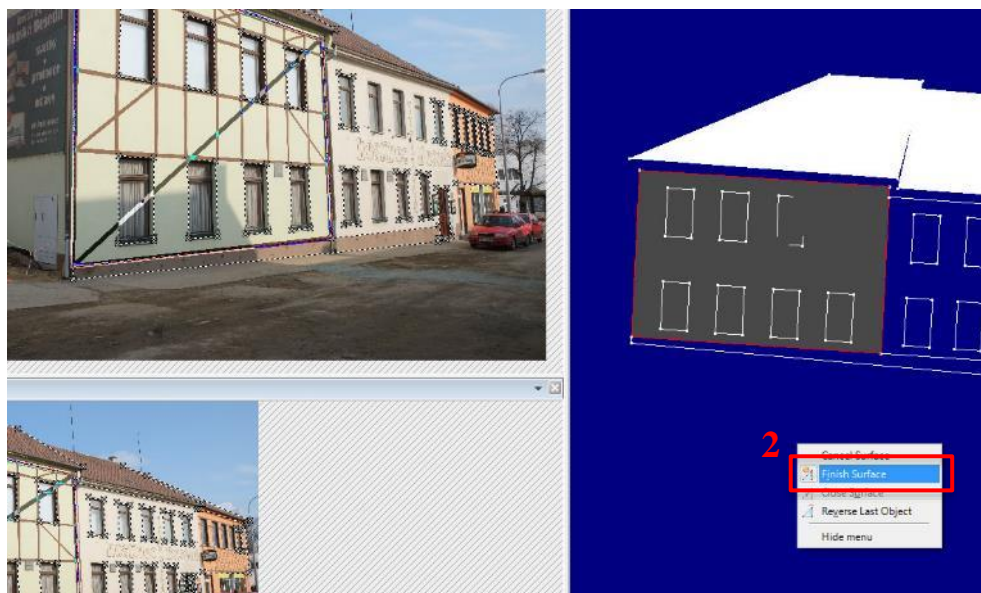
Obr. č. 51. – Nástroje pro tvorbu 3D modelu

Pro manuální vytváření použijeme nástroj „Path Mode“ v záložce „Surface Tools“ (označeno 1). Přejdeme do 3D zobrazení, nebo na referenční fotografii a označováním úseček vytváříme plochu.



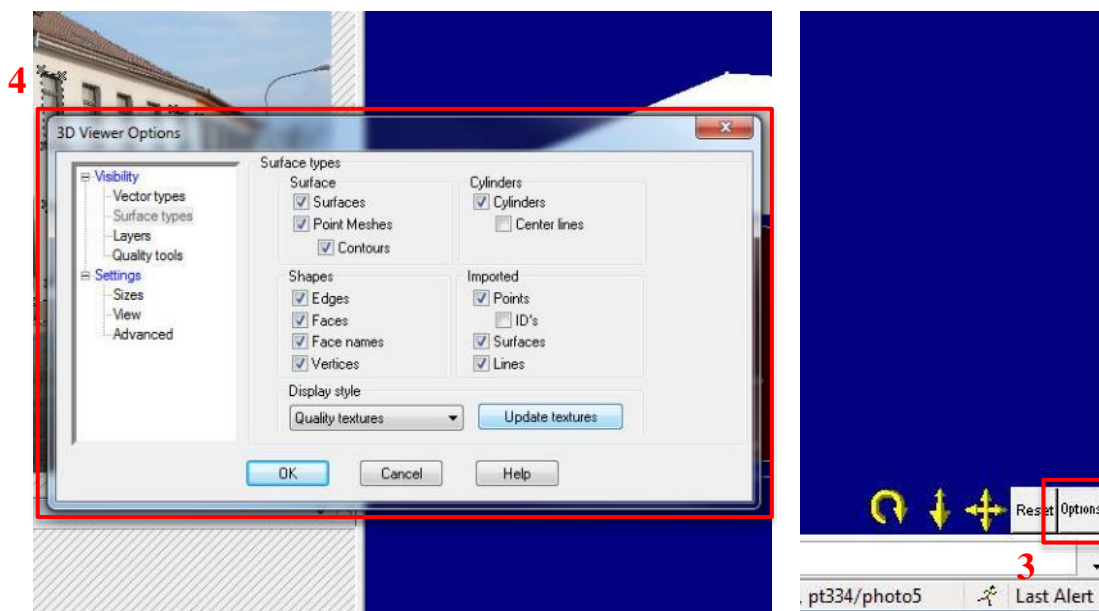
Obr. č. 52. – Postup vytváření ploch

Jakmile jsme s plochou spokojeni, stiskem pravého tlačítka na myši vyvoláme nabídku, kde stiskneme „Finish Surface“ (označeno 2), tím se plocha uzavře.



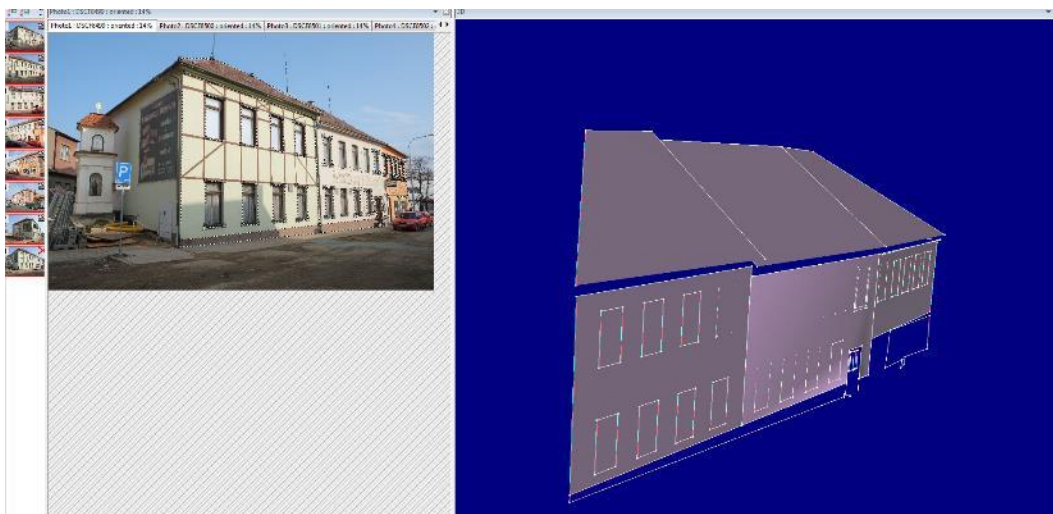
Obr. č. 53. – Ukončení vytvářené plochy

Další možnost, kterou nám PhotoModeler nabízí je, zobrazení textury na ploše. Toto vyvoláme stisknutím „Options“ (označeno 3). V okně „3D Viewer Option“ (označeno 4) zvolíme záložku „Surface Types“ kde určujeme viditelnost ploch. Pokud máme zatrhnuto „Surfaces“, budou v modelu viditelné a můžeme jim přiřadit texturu.



Obr. č. 54. – Možnosti zobrazení v 3D pohledu

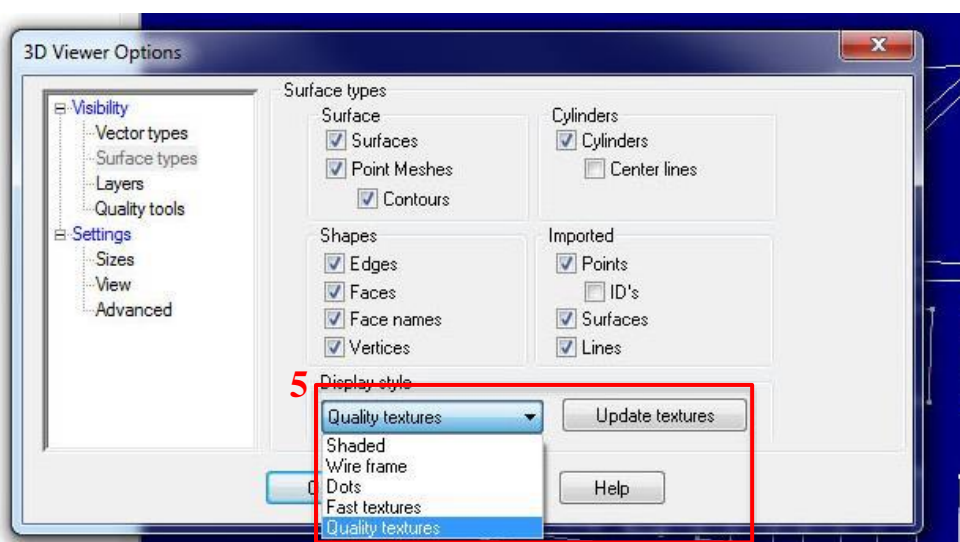
Při nastavení viditelnosti křivek, bodů a ploch by v 3D okně měl být vidět drátový model s plochami jako na Obr. č. 55.



Obr. č. 55. – Zobrazení nově vytvořených ploch na drátovém modelu

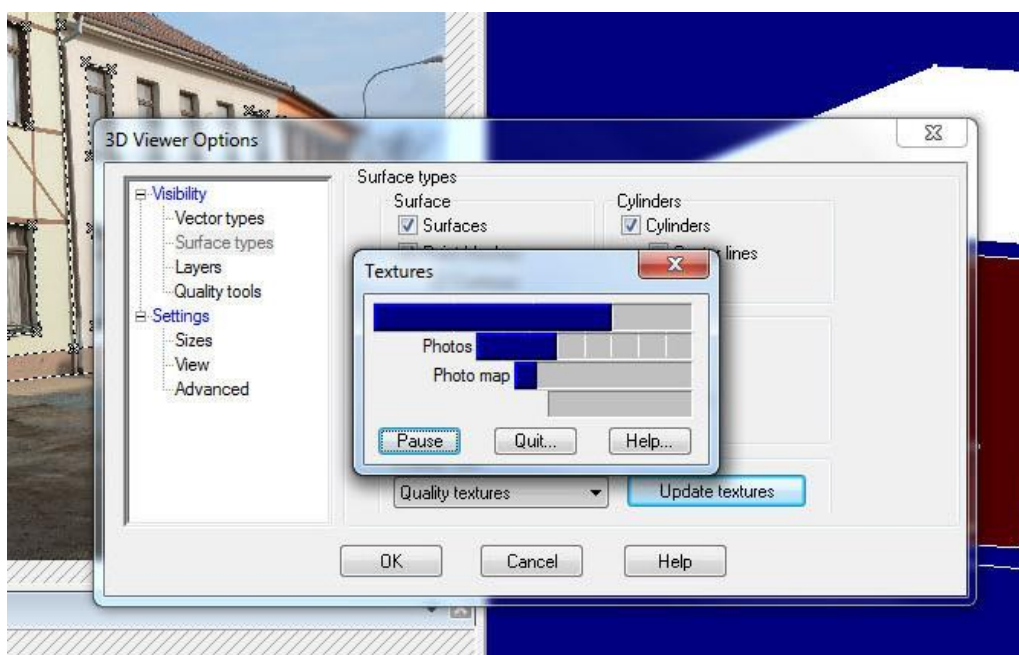
V nastavení „Display style“ můžeme vybrat jak se budou plochy zobrazovat. Nejzajímavější je nastavení „Fast textures“ a „Quality textures“. Při nastavování ploch a modelování nám poslouží „Fast textures“ pro vizuální kontrolu, jakmile skončíme s modelováním, přepneme volbu na „Quality textures“ a stiskneme „Update textures“ (označeno 5), tím se vykreslí mnohem kvalitnější textura.

Pokud se nám textura na ploše nezobrazí, je možné, že plochu je potřeba otočit. Toto provedeme pomocí příkazu „Marking - > Surface Tools - > Flip Surface(s)“. Stačí pouze předem označit plochu a poklepáním na tuto volbu se problém vyřeší.



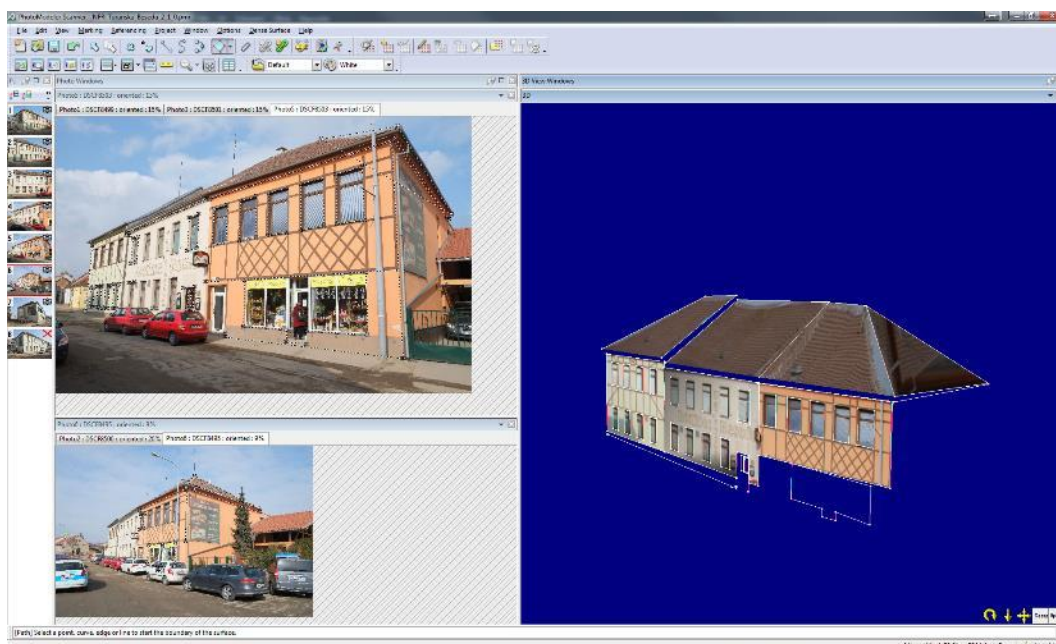
Obr. č. 56. – Zvolení stylu textury

Proběhne výpočet.



Obr. č. 57. – Vytváření textury na povrchy

Po výpočtu se zobrazí model s namapovanou texturou. V našem případě jde vidět, jak je textura citlivá na kvalitu podkladů. Textura fasády je velice kvalitní, naopak mapa střechy je velmi nepřesná což je způsobeno snímkováním jen ze země a velkým zkreslením střechy. Jako možné řešení se nabízí fotografování druhé série fotek z vyššího stanoviště za použití buď žebře, nebo teleskopické tyče s fotoaparátem.



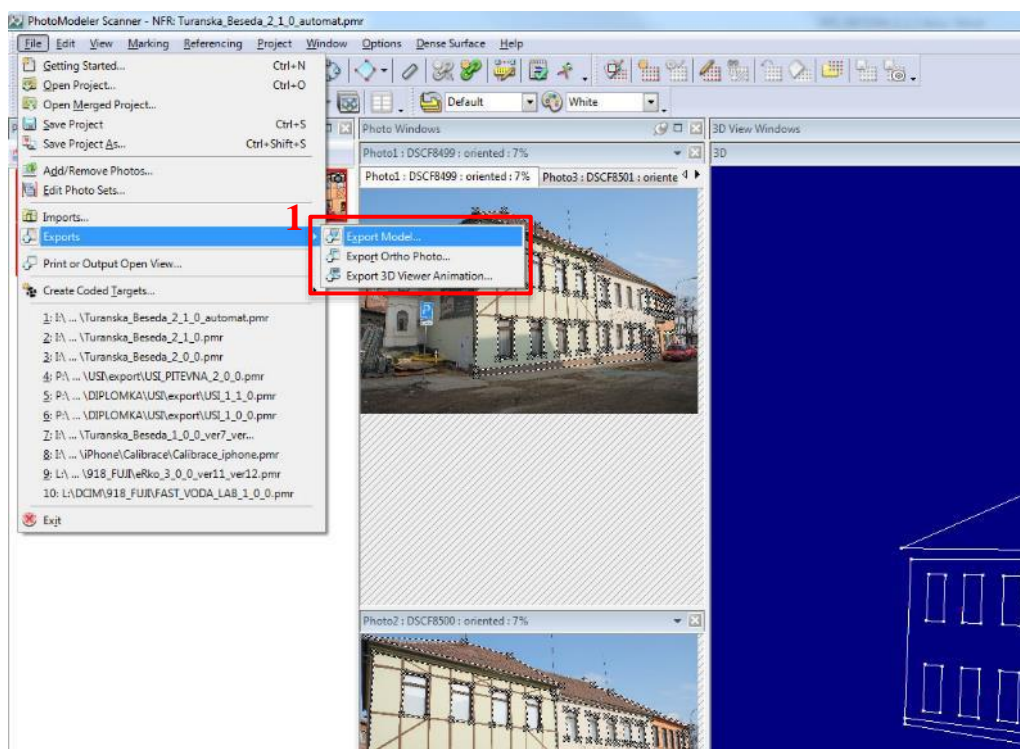
Obr. č. 58. – Ukázka automaticky vytvořených textur na plochách

#### 4.5.4 Export 3D modelu do různých formátů

Program dokáže ukládat pouze své vlastní formáty \*.pmr. Nachází se zde ale funkce „Exports“, kde můžeme snadno exportovat model do nejrůznějších formátů (dxf, 3ds, wrl, obj, RAW, igs, 3dm, stl, ma, kml, kmz, ms, fbx). Za povšimnutí stojí hlavně 3ds, který je velmi dobře použitelný prakticky ve všech programech a taky kmz, který jde poté vložit do Google Earth.

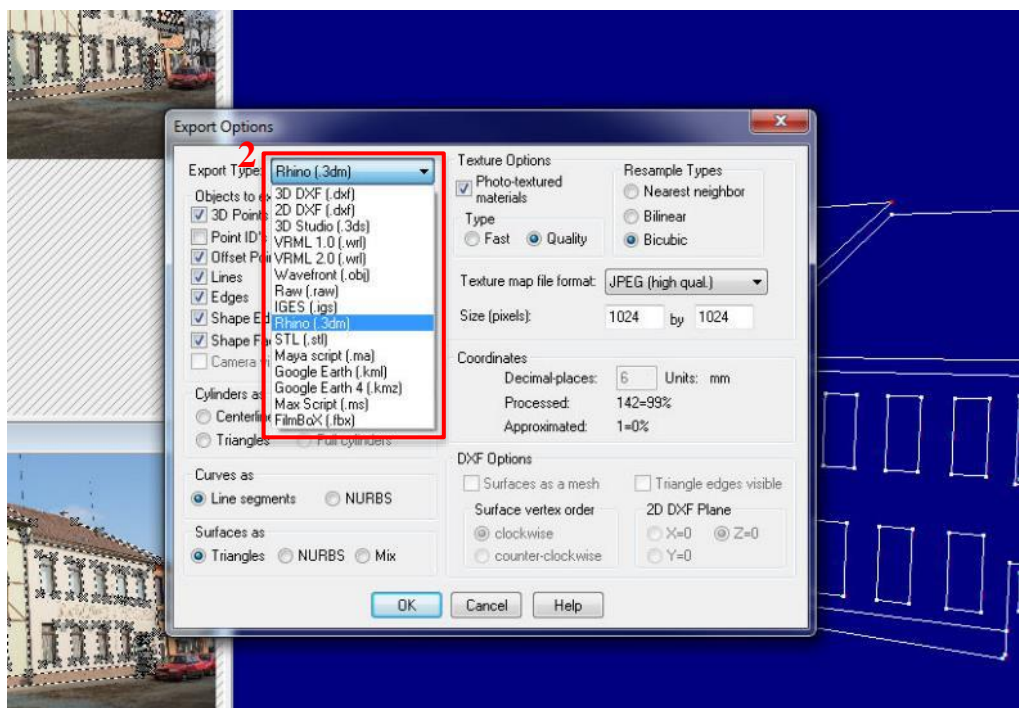
Pro nás je ale nejvhodnější 3dm, který je nativním formátem programu Rhinoceros. Na následujícím příkladu si export a otevření souboru projdeme krok po kroku.

Začneme vyvoláním nastavení exportu pomocí „File -> Exports -> Export Model...“ (označeno 1).



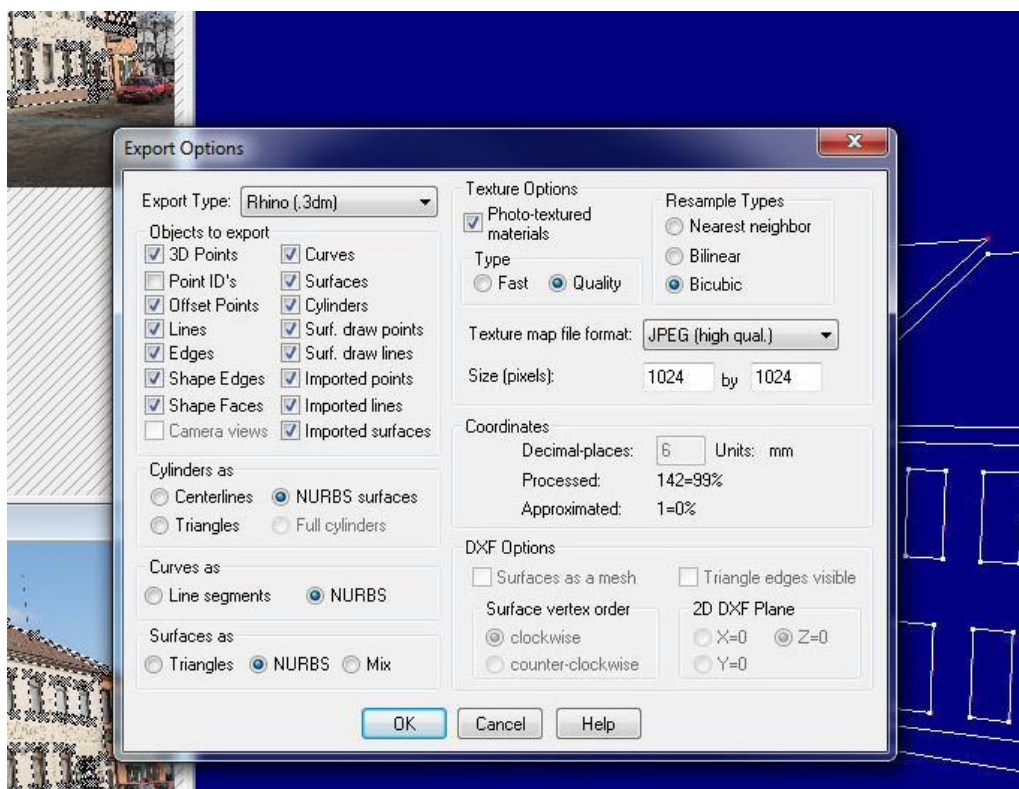
Obr. č. 59. – Volba Export Model...

Vybereme vhodný formát z nabídky „Export Type“ (označeno 2). V našem případě se jedná o 3dm, což je nativní formát pro program Rhinoceros.



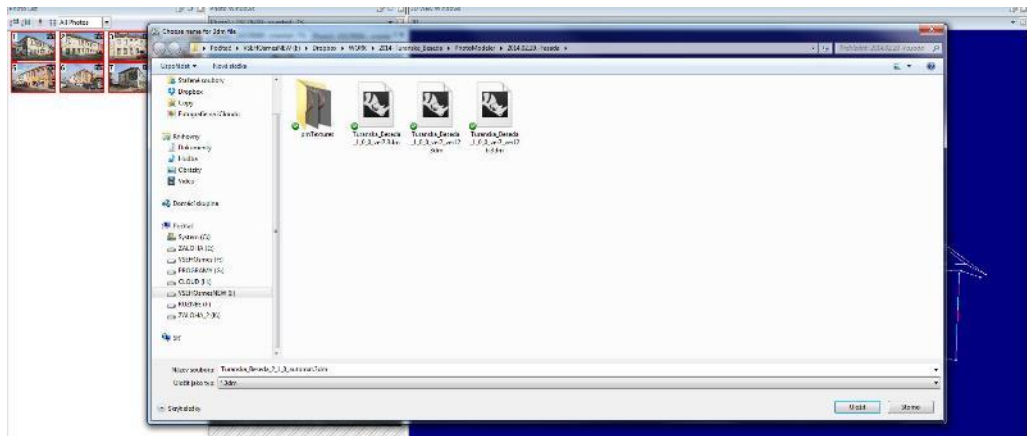
Obr. č. 60. – Výběr formátu exportovaného modelu

Po zvolení námi požadovaného formátu můžeme nastavit exportované vrstvy, kvalitu exportu, nebo nastavení ploch a křivek. Rhino nativně podporuje NURBS křivky a plochy, takže je zvolíme, aby se s nimi dobře pracovalo. Stiskneme Ok.



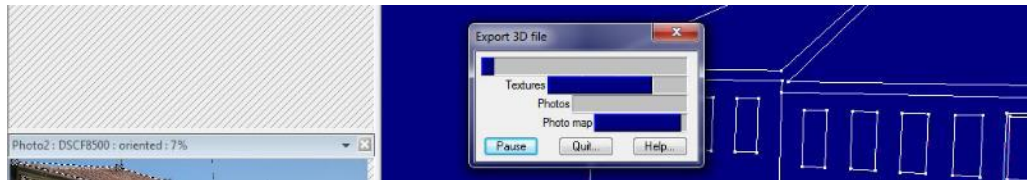
Obr. č. 61. – Možnosti nastavení souboru 3dm pro Rhinoceros

Určíme složku pro exportovaný soubor a stiskneme „Uložit“.



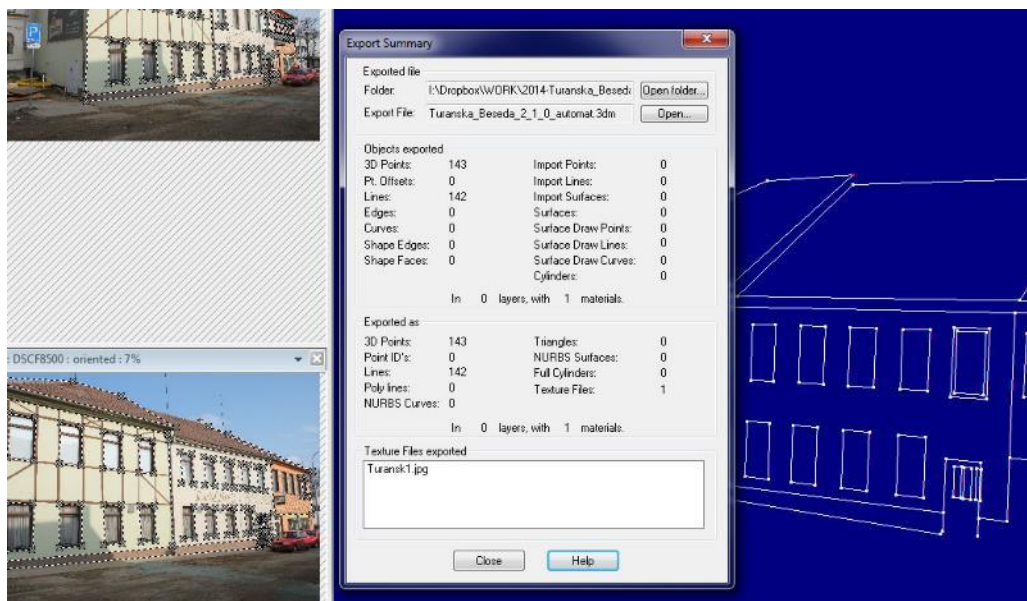
Obr. č. 62. – Vybereme umístění souboru

Proběhne krátký výpočet s grafickým znázorněním postupu.



Obr. č. 63. – Proběhne krátký export

Nakonec se nám zobrazí kontrolní okno, s výsledky exportu. Můžeme zde například zjistit počty křivek, ploch nebo textur, které jsou k souboru připojeny. Volba „Open Folder“, nebo „Open“, nám může okamžitě zobrazit soubor ve složce nebo jej spustit v Rhinu.

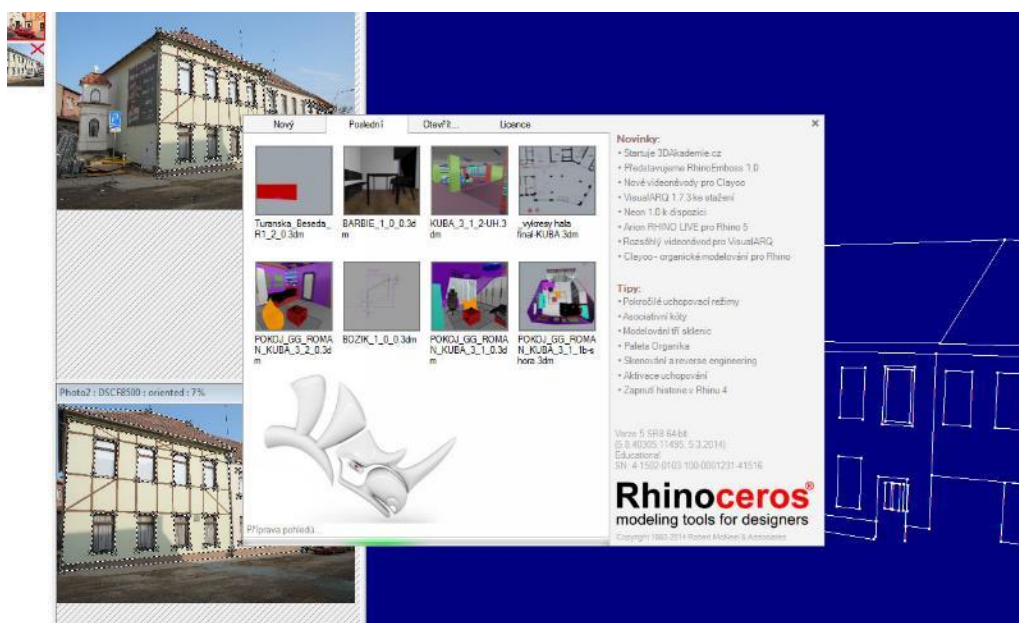


Obr. č. 64. – Kontrolní tabulka s údaji o modelu a možností přímo otevřít složku se souborem v prohlížeči

#### 4.5.5 Práce s daty v Rhinoceros 3D

Postupy v samotném programu Rhinoceros není hlavním předmětem této práce a tak budu vše demonstrovat na sérii obrázků pouze se slovním popisem bez návodu na provádění jednotlivých kroků. Jedná se o software hojně využívaný v návrhové fázi jak v praxi tak škole. Na VUT je vyučován přímo na FAST a já jsem pracoval v zakoupené školní licenci, která není časově ani jinak omezena.

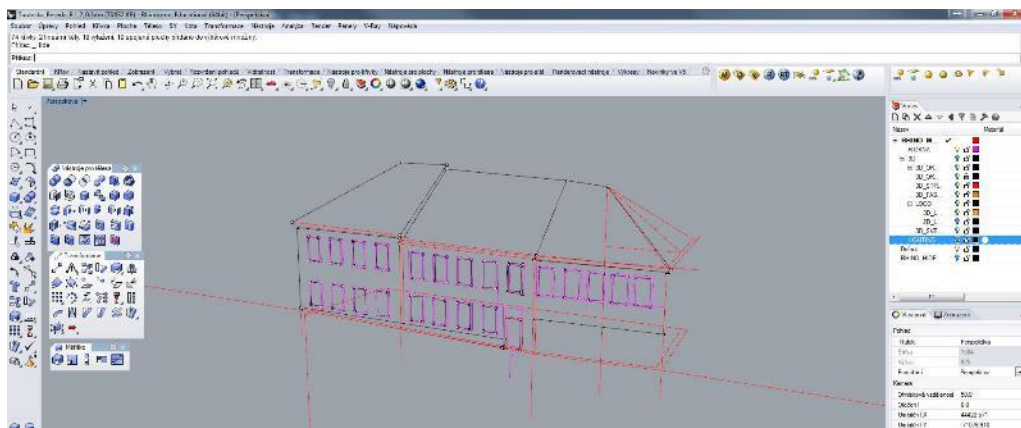
Po spuštění programu nás přivítá jednoduchá nabídka s rychlými možnostmi jako je otevření nového nebo posledního projektu.



Obr. č. 65. – Úvod programu Rhinoceros



abychom byli schopni s nimi snadno manipulovat a případně vypnout podkladová data, které by jinak rušili při práci s modelem.



*Obr. č. 68. – Upravený model pro práci v Rhinoceros a modelování*

## 4.6 ZADÁNÍ UKÁZKOVÉHO PROJEKTU

Na jednoduchém zadání budu demonstrovat, jak se dá velmi rychle a snadno využít PhotoModeler v projekční praxi.

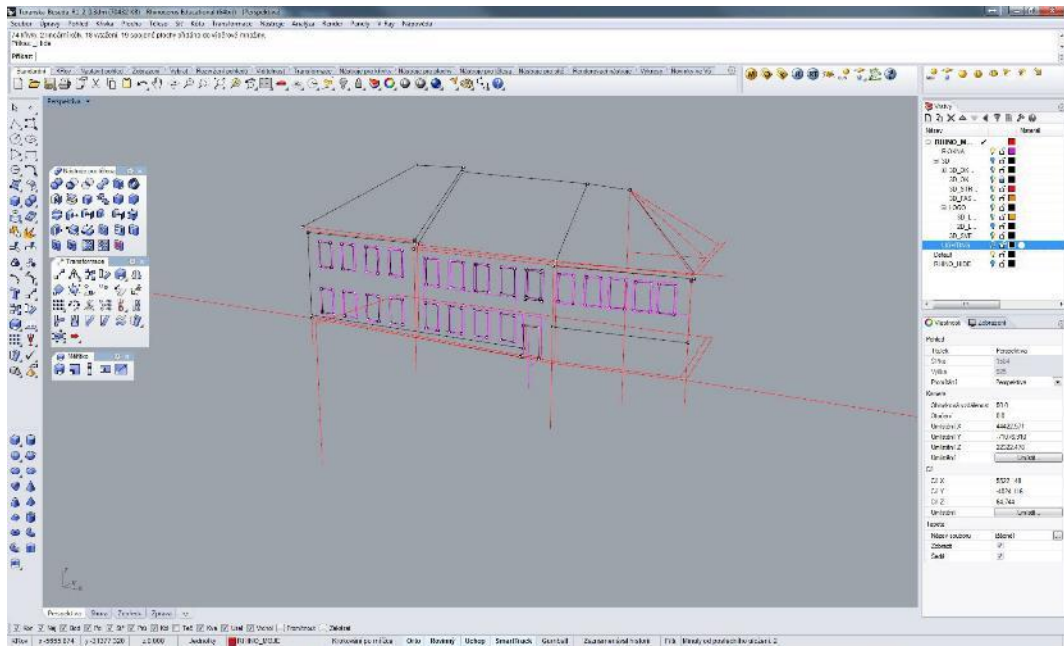
Investor mě požádal, abych udělal jednoduchý návrh čelní fasády včetně vstupu. Na obhlídku jsem si vzal jen fotoaparát a od investora jsem dostal několik velmi zjednodušených výkresů a návrhů (ručně zhotovených) od architekta, jež mu v minulosti se stavbou pomáhal.

- Návrh fasády
- Návrh vstupu a jeho akcentování, vytvoření 3D modelu a renderu

Vytvoření zdrojových dat pro model jsme si popsali v předchozích kapitolách. Proto zde nastíním reálné využití dat až do úrovně renderu fasády.

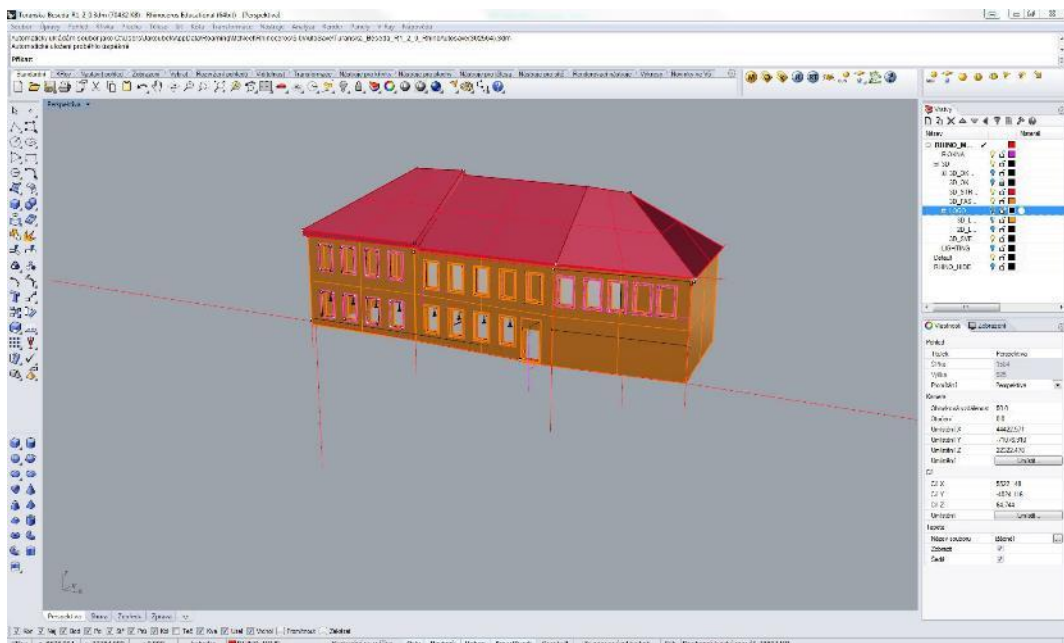
Nejedná se o přímou práci s PhotoModelerem a tak bude postup popsán pouze slovně.

První obrázek ukazuje fázi, ke které jsme dospěli v předešlé kapitole. Vše je připraveno a optimalizováno pro práci v Rhinu. Dostáváme se k modelování ploch a objemů.



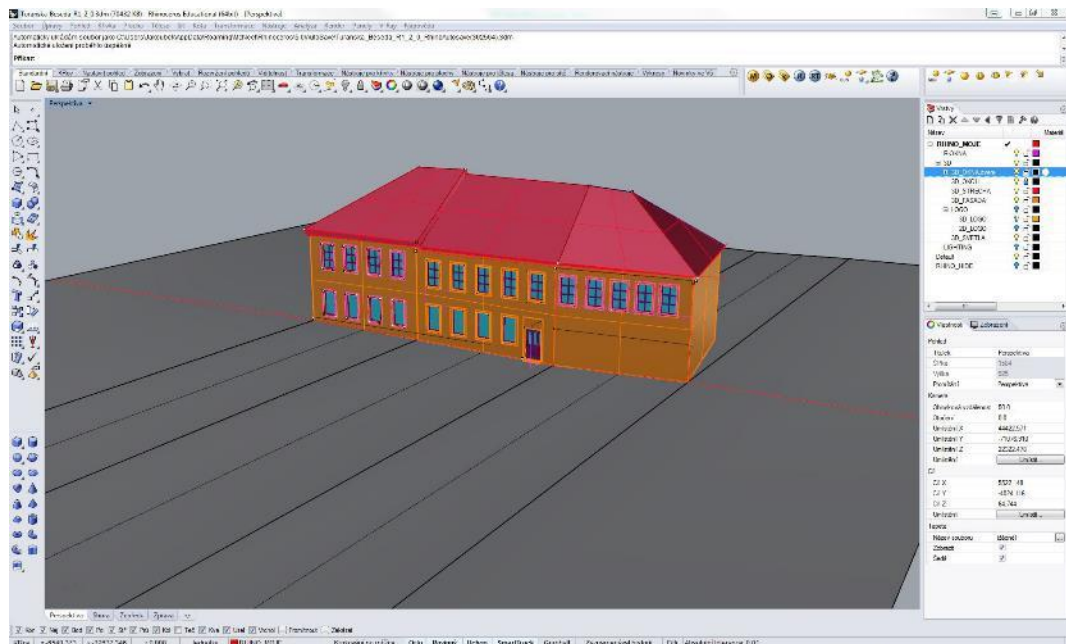
Obr. č. 69. – Upravený model pro práci v Rhinoceros a modelování

Použitím základních nástrojů vytvoříme plochy fasády a střechy, ty potom vytáhneme do objemů, které reprezentují obvodové zdivo.



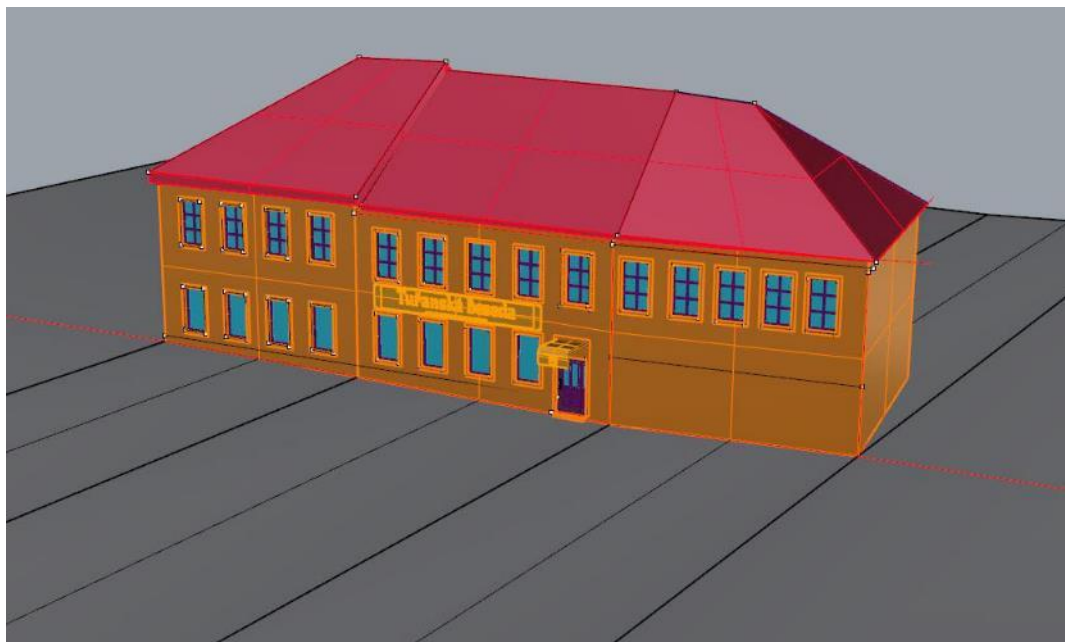
Obr. č. 70. – Základní 3D model stávající fasády

Začneme pracovat na návrhové fázi. Je nutno zasadit do otvorů výplně, dle požadavku investora se jedná v parteru o výklady a v patře členitá okna. Dveře zůstávají stávající a tak je nutno je přeměřit, vše pomocí PhotoModeleru a vložení obrysu do Rhina.



*Obr. č. 71. – Doplnění návrhu výplní otvorů*

Další část jednoduchého návrhu bylo umístění loga a přístřešku nad vstupem.



*Obr. č. 72. – Doplnění detailů na stávající fasádě*

Jakmile máme základní model hotov, je možno jej potáhnout vlastní texturou a utvořit návrh nové fasády. Materiály a pozdější rendering provedeme pomocí plug-in softwaru V-ray pro Rhino který umožňuje až fotorealistické renderování. Rhino nám nabízí řadu zobrazení, od drátového přes stínovaný až po základní renderovaný pohled jako na Obr. č. 73.



*Obr. č. 73. – Základní renderové zobrazení v Rhinoceros*

Výsledný render lze snadno doplnit o popisky a specifikaci materiálů. Investor tak přehledně zhodnotí jak praktickou tak estetickou stránku návrhu. Výsledný formát může být tisk nebo digitální data, která snadno odešleme například e-mailem.



*Obr. č. 74. – Vyrenderovaný model s popisky pro investora*



*Obr. č. 75. – Render může prověřit barevnost nebo třeba možné nasvícení*

## **5 PRŮZKUM V REALITNÍ A PROJEKČNÍ PRAXI**

Abych prokázal a ověřil použitelnost tohoto softwaru, bylo nezbytné získat jiný pohled na věc. Rozhodl jsem se tedy vytvořit krátký dotazník a představit možnosti programu odborné veřejnosti z praxe.

Zaměřil jsem se na dvě skupiny profesionálů a to realitní makléře a projekční kanceláře.

Výzkum byl veden přímo mnou a tak jsem měl maximální kontrolu nad průběhem. Každému dotazovanému jsem podrobně popsal možnosti a úskalí softwaru a poté je požádal o zodpovězení několika otázek. Měli taky možnost zeptat se nebo přidat odpověď, která jim vyhovovala.

### **5.1 PROJEKČNÍ KANCELÁŘE**

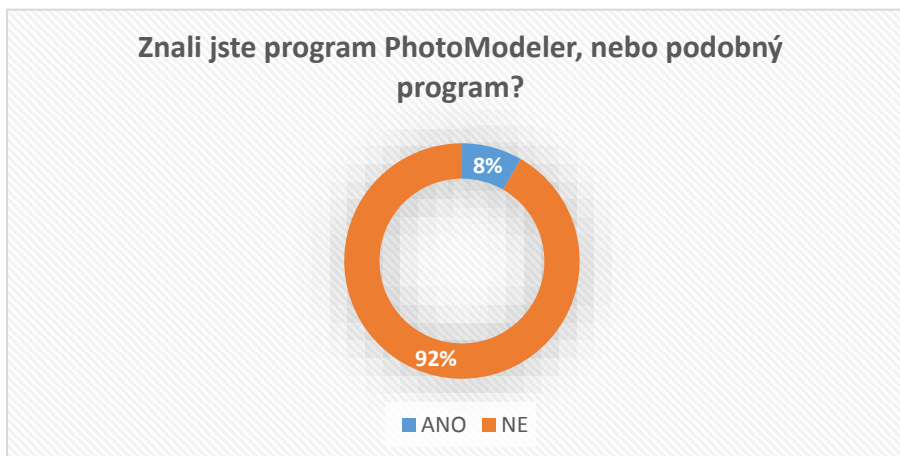
Podařilo se mi setkat s 12 lidmi z praxe pracujícími v 6 různých kancelářích. Ptal jsem se od geodetů až po architekty.

Pro mně osobně bylo velmi příjemné ukázat lidem v oboru, jaké jsou možnosti a co vše se dá zjistit pouze s fotografií. Myslím, že zde byl přínos jak pro respondenty tak i pro mně. Mnohdy mi pokládali otázky, na které jsem buď znal odpověď, nebo je zapracoval do diplomové práce. Přivedli mně dokonce i na nové způsoby jak by se dal software využít a pomohli mi oprostít se od mantinelů, jež jsem si na začátku stanovil.

### 5.1.1 Sada otázek projekční kanceláře

#### Znali jste program PhotoModeler?

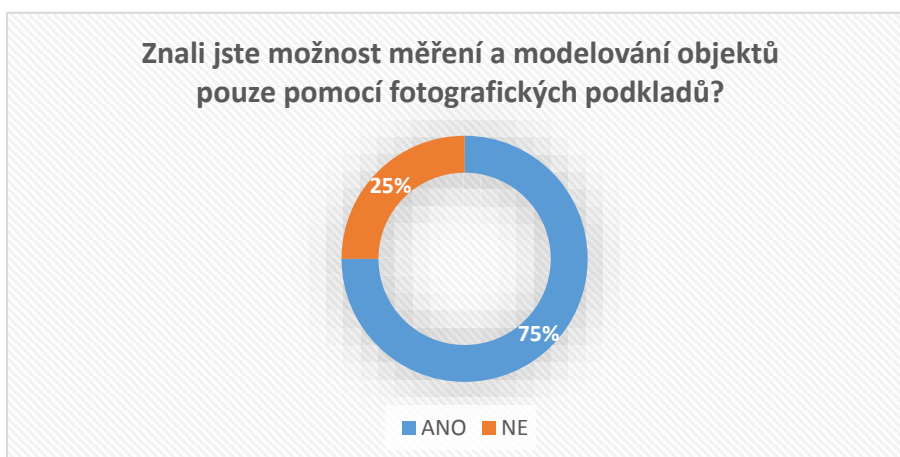
92% tázaných neznala tento software. Jeden dotázaný jej znal, protože o jeho koupi přímo uvažoval.



Graf č. 1. Vyhodnocení otázky „Znali jste program PhotoModeler?“

#### Znali jste možnosti měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?

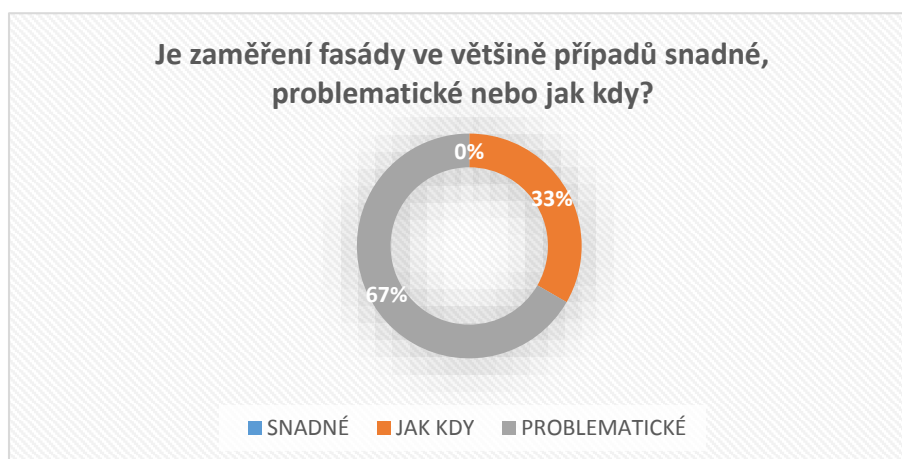
Většina projektantů znala možnosti využívat měření a případně modelování z fotografických dat. Většinou je dokonce i sami používali, sice ve velmi nepřesné variantě odměřování chybějících rozměrů z fotodokumentace poměrovým měřením pomocí CAD softwaru, ale i tak je dobré, že to potřebují a tak by jim PhotoModeler mohl být v budoucnu nápomocný a mnohonásobně zpřesnit jejich počínání.



Graf č. 2. Vyhodnocení otázky „Znali jste možnost měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?“

### Je zaměření fasády ve většině případů snadné, problematické nebo jak kdy?

Tato otázka dopadla přesně podle představ, fasáda je ve většině případů problematická na zaměření a dokonce nikdo neodpověděl, že toto vnímá jako snadný úkol. Respondenti se shodli, že dokumentace k objektům bývá buď nepřesná, nebo zcela chybějící a tak je zaměřování, hlavně větších objektů, dost nesnadné.

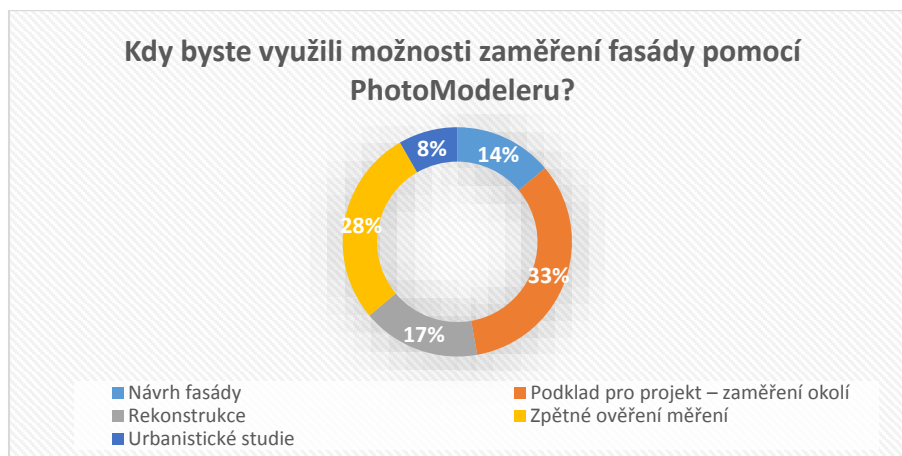


Graf č. 3. Vyhodnocení otázky “Je zaměření fasády snadné, problematické nebo jak kdy?”

### Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?

Zde jsem při průzkumu dostával největší interakci. Lidé s různými obory přidávali nové možnosti využití a pomohli mi tak uvědomit si jak široké by mohlo být využití blízké fotogrammetrie v projekci.

Většina odpovědí byla očekávaná. Jedna mně ale přivedla na zřejmě nejlepší možné využití programu v praxi a to možnost zpětné kontroly zaměřeného projektu. Například provedeme zaměření stavby vzdálené od kanceláře, klasické zaměření a pořízení fotodokumentace. Po příjezdu do kanceláře začneme vynášet projekt a zjistíme, že několik naměřených hodnot buď chybí, nebo se nezdají být v pořádku. Pomocí fotodokumentace (která se pořizuje při každém zaměřování) jsme schopni doměřit chybějící části bez nutnosti navštívit vzdálenou lokaci. Jediná podmínka je, že při fotodokumentaci budeme používat kalibrovaný fotoaparát a snímky pořídíme tak, aby byly vyhovující pro PhotoModeler.



*Graf č. 4 Vyhodnocení otázky “Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?”*

**Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?**

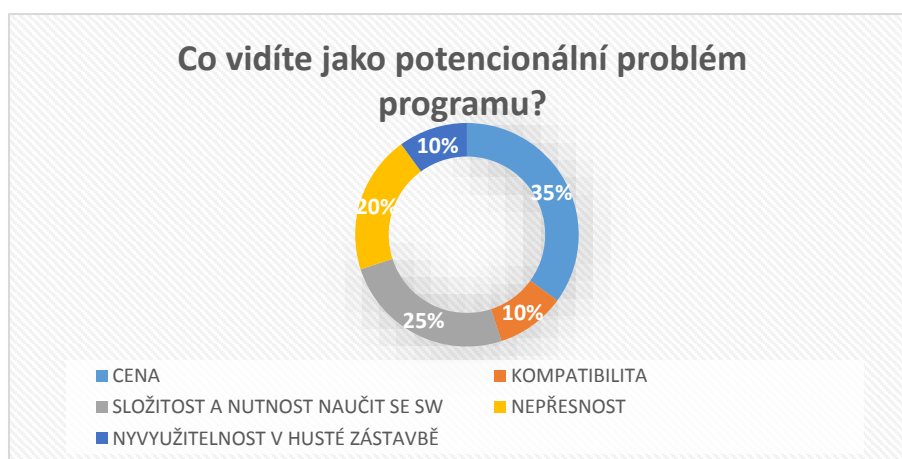
Již při studiu programu jsem si dovedl představit nasazení v reálné praxi. Velmi mě potěšilo, že lidé z praxe mi moji domněnku potvrdili a shodli se 100% na tom, že využitelnost softwaru je možná. Většinou řešili spíš otázku vytížení, kdy v projekční kanceláři, jež se zaměřuje na vše od interiéru přes fasády až po výrobní haly není zaručeno konstantní využití a tak by mohlo docházet k nepravidelnému využívání a možnému zapominání práce v něm.



*Graf č. 5 Vyhodnocení otázky “Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?”*

## Co vidíte jako potenciální problém programu?

Zajímalo mně, co by potenciální uživatelé vyhodnotili před koupí jako největší nedostatek nebo překážku pro jeho používání. Většinou jsme narazili na poměrně vysokou cenu (asi 25 000 Kč) v porovnání s úsporou, kterou by program přinesl.



Graf č. 6 Vyhodnocení otázky “Co vidíte jako potenciální problém programu?”

## Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?

Zde se většina shodla na externí spolupráci. Při větších zakázkách by časová úspora byla pro projektanty přínosem a rádi by využili externisty pro vytvoření podkladu pro projekt za pomoci PhotoModeleru. Naopak většina zakázek by se nevyplatila a nepokryla náklady na koupi a hlavně školení v programu.



Graf č. 7 Vyhodnocení otázky “Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?”

## 5.2 REALITNÍ MAKLEŘI

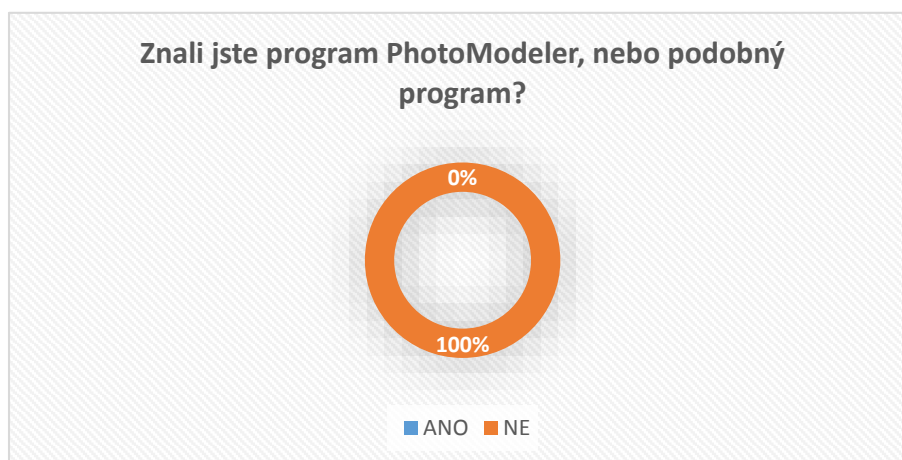
Podařilo se mi setkat s 6 lidmi z praxe pracujícími ve 3 různých kancelářích.

Předem jsem tušil, že budou technologií nadšeni, ale zároveň nemají prostor ani prostředky pro využití takto složité technologie v praxi. Projektanty opravdu zaujalo hlavně zaměření a možnost práce s daty v dalších programech, kdežto realitním makleřům se nejvíce líbila možnost vytvoření základního 3D modelu a jeho další prezentace klientům. Jakmile jsem ale vysvětlil časovou a finanční nákladnost, přiznali se, že to zatím není rentabilní. To však neznamená, že se technologie neposune dál a nebude lehce využitelná a publikovatelná například přímo u inzerce.

### 5.2.1 Sada otázek realitní makleře

#### Znali jste program PhotoModeler?

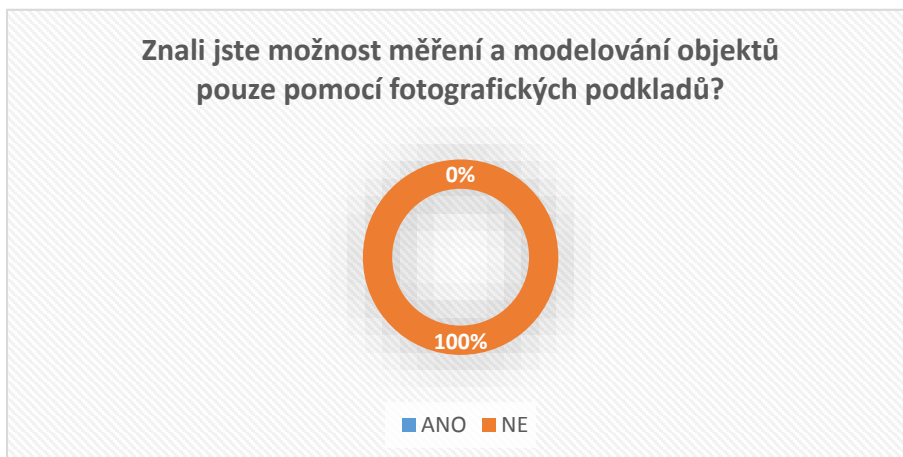
Žádný z dotazovaných neznal tento program.



Graf č. 8. Vyhodnocení otázky „Znali jste program PhotoModeler?“

## Znali jste možnosti měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?

Oproti projektantům nikdo neznal tyto možnosti. Vysvětlují to zcela jiným zaměřením (hlavně na obchod než na návrh nebo projekt) a vzděláním.



Graf č.9. Vyhodnocení otázky „Znali jste možnost měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?“

## Je zaměření fasády ve většině případů snadné, problematické nebo jak kdy?

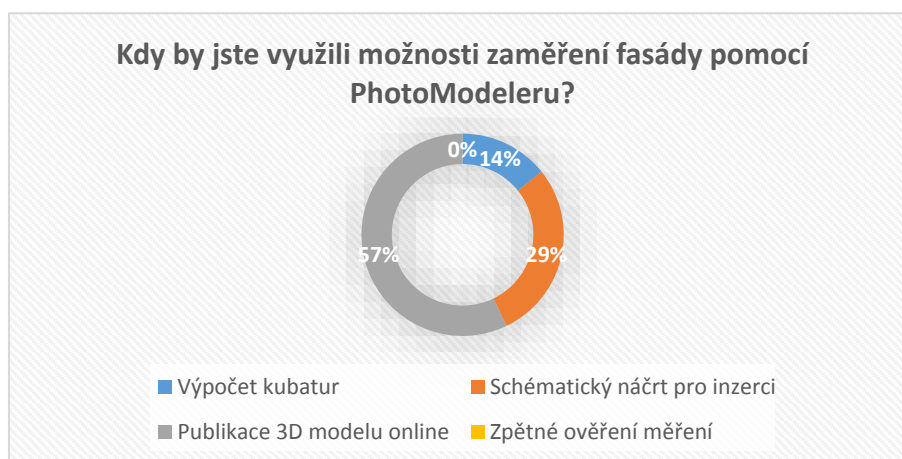
Zde se opět makléři shodli na tom, že zaměřit fasádu není snadný úkol. Někteří dokonce přiznali, že se k této činnosti ještě nedostali. Ostatní již tuto zkušenost měli.



Graf č. 10. Vyhodnocení otázky “Je zaměření fasády snadné, problematické nebo jak kdy?“

### Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?

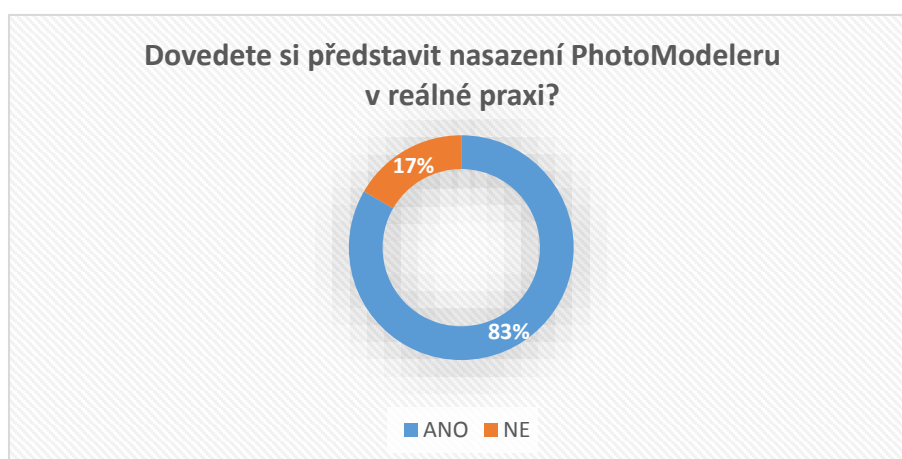
Při dotazu na možnost využití se začali přeptávat na možnosti využití 3D modelu u inzerce. Bohužel při zhodnocení nákladů a složitosti zatím není tato služba reálně využitelná. Proto odpovědi berme v potaz při nezohledňování ceny a pracnosti, která se časem bude snižovat a zjednodušovat.



Graf č. 11 Vyhodnocení otázky “Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?”

### Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?

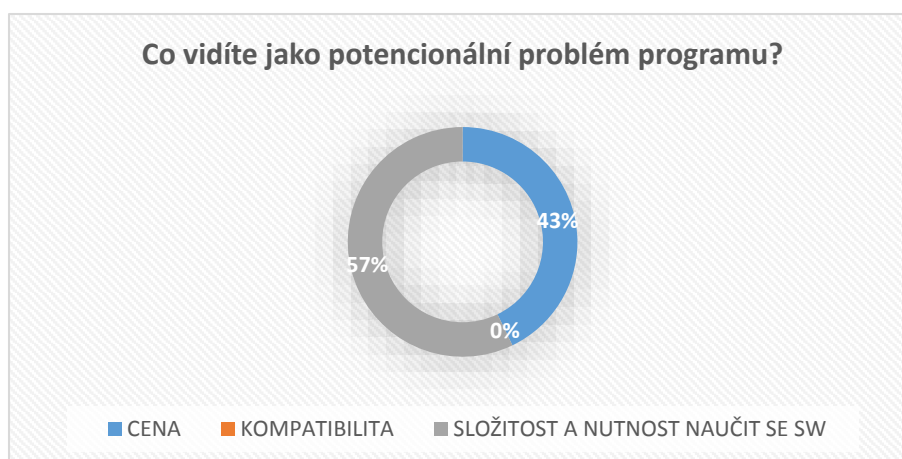
Většina si dovedla představit zapojení programu do své praxe. Jedna respondentka odmítla možnost využití.



Graf č. 12 Vyhodnocení otázky “Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?”

## Co vidíte jako potenciální problém programu?

Zajímalo mně, co by potenciální uživatelé vyhodnotili před koupí jako největší nedostatek nebo překážku pro jeho používání. Jako problém byla vnímána zhruba napůl cena a nutnost učit se nový software.



Graf č. 13 Vyhodnocení otázky “Co vidíte jako potenciální problém programu?”

## Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?

Na rozdíl od projekce, kde by asi čtvrtina volila koupi, makléři by raději veškerou práci s PhotoModelerem zadávali externě.



Graf č. 14 Vyhodnocení otázky “Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?”

## 6 VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Cílem této práce bylo ověření možností využít fotogrammetrická data pro realitní a projekční praxi.

V realitní a projekční praxi se velmi často setkáváme s nutností provést fyzické zaměření objektu. Z uvedeného důvodu jsem za objekt mého zkoumání vybral problematiku bezkontaktního zaměření budovy za pomoci programu PhotoModeler, který je ve vlastnictví ÚSI a FAST VUT Brno. Aby bylo možno toto měření provést, jsou zejména nezbytné základní znalosti o fotografování, úpravě získaných fotografických snímků a především znalost práce s programem PhotoModeler. Z uvedených důvodů se nezabývám jen samotným modelováním, ale okrajově představuji i související znalosti.

V závěrečném průzkumu jsem si ověřil domněnky a poznatky, které jsem v průběhu vykonávaných aktivit na této diplomové práci získal. Ve většině případech jsem se s oslovenými respondenty na závěrech možnosti využití fotogrammetrických dat pro realitní a projekční praxi shodnul, ale taky jsem dostal velmi cennou interakci a některé nové podněty, které jsem zapracoval přímo do této práce.

### 6.1 VYHODNOCENÍ ČASOVÉ NÁROČNOSTI

Jedním z důležitých kritérií pro případné využívání fotogrammetrických dat v realitní a projekční praxi je také časová náročnost této metody zaměřování a modelování. Je tedy nutné se zde rovněž zmínit o orientační časové náročnosti při vlastní aplikaci této metody do praxe zejména z důvodu, aby si potenciální zájemce o tuto problematiku mohl udělat představu o časové náročnosti této techniky.

Před zahájením vlastních fotografických prací je nutné provést kalibraci fotografického přístroje, tedy je zapotřebí vytvořit kalibrační obrazec, případně velké kalibrační pole. Kalibrační obrazec snadno vytiskneme na plotru. Příprava velkého kalibračního pole zabere maximálně 60 minut. Nafocení dvanácti snímků netrvá déle než 10 minut při použití stativu. Vytvoření profilu pomocí PhotoModeleru podle velikosti snímků a výkonu počítače zabere asi 10 minut. Výhodou tohoto postupu je, že pro každý fotoaparát a objektiv stačí kalibraci provést jen jednou.

CELKEM 80 minut při kalibraci s velkým kalibračním polem 40 minut pokud použijeme plotr.

Vzhledem k tomu, že při zaměřování, nebo obhlídce nemovitosti se pořizuje fotodokumentace (na tom jsem se shodl i s respondenty dotazníku), tak pořízení vstupních snímků nezabere žádný čas navíc.

CELKEM 0 minut.

Pokud snímky nafotíme v dobré kvalitě a za optimálních světelných podmínek, není vůbec nutné upravovat pořízené snímky, pokud jsou však snímky v horší kvalitě, pro 20 snímků nepotřebujete víc jak 10 minut.

CELKEM 10 minut.

Vytvoření nového projektu a základní provedení referencování pro vytvoření 3D modelu a možností vynášet požadované délky netrvá déle než 10 minut pro 3 snímky. Budeme tedy počítat, že vynesení jedné chybějící délky při doplnění zaměření, nebo kontrole manuálního zaměření zabere asi 15 minut.

CELKEM 15 minut.

Pokud se chceme dopracovat k základnímu modelu například pro stafáž včetně textury fasád, je nutno si vyčlenit delší čas. Zkušenější uživatel by měl vymodelovat obdobný rozsah, jaký řešíme v této diplomové práci za 60 minut. Jestli potřebujeme i texturu musíme přidat dalších 10 minut. V tomto případě se však jedná spíše o odhad, protože záleží na složitosti fasády, kvalitě vstupních dat a zručnosti.

CELKEM 70 minut.

## **6.2 ZÁVĚR**

Po zkušenostech, které jsem získal v průběhu práce na této diplomové práci a osvojení si této moderní metody zaměřování a modelování s využitím fotogrammetrických dat mohu konstatovat, že mě možnosti použitého softwaru pro sledovaný účel příjemně překvapily. Poměrně rozpačité začátky, způsobené hlavně nesrozumitelnou a chaotickou nápovědou k vlastnímu programu, se v krátké době změnily ve zcela pohodlné a rychlé vytváření podkladů bez nutnosti komplikovaného a mnohdy časově náročného měření na místě zkoumaných objektů. Mám však velké výhrady na výuková videa, která nejsou dohledatelná volně na internetu a musí se tedy hledat přímo na webu PhotoModeleru v dost složité vnitřní struktuře.

Při shromažďování informací o programu jsem se obával hlavně přesnosti a kvality výstupních dat. Mé obavy se ale staly liché v okamžiku, kdy jsem projekt otevřel v Rhinu a po pár minutách úprav jsem měl použitelná data pro model.

V souvislosti s řešením zadaného úkolu jsem se také okrajově zabýval možnostmi použití fotogrammetrických dat i pro měření interiérů. I když není program na to primárně určen a zaplněný interiér by bylo velmi složité až nemožné jakkoli zaměřit, použijeme-li program například na zaměření velké prázdné haly za účelem získání vstupních podkladů pro řešení instalace různých vestaveb, regálových systémů a podobně, určitě zde potenciál využití této moderní metody je. Z uvedeného důvodu je možné předpokládat využití i v jiných odvětvích, jako například v logistice - výroba skladovacích systémů a jejich instalace.

Jako hlavní potenciál programu vidím v možnosti „záložní“ dokumentace manuálně zaměřené budovy. Kombinujeme přesnost konvenčního měření a možnost vyvarovat se lidské chybě (chybné zaměření, zapsání nebo zapomenutí délky).

## 7 SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] Ing. Josef Böhm, FOTOGRAMMETRIE učební texty Ostrava: Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2002. 16 str.
- [2] Kolektiv, FOTOGRAMMETRIE 1, 2: Praktická cvičení. Dotisk prvního vydání. Praha: ČVUT. 2007. str. 163
- [3] ARC 3D SYSTEM [Online] [Citace: 5. leden 2014]  
<http://homes.esat.kuleuven.be/~konijn/3d/t1.html>
- [4] <http://cdn.pocketnow.com/wp-content/uploads/2012/09/twoiphone1.jpg> [Online] [Citace: 5. květen 2014]
- [5] <http://www.e-service.cz/export/obr/fotaky/944.jpg> [Online] [Citace: 5. Května 2014]
- [6] <http://fujifilm-x.com/x-e1/en/about/accessory/> [Online] [Citace: 5. Května 2014]
- [7] [www.geodis.cz](http://www.geodis.cz) [Online] [Citace: 5. leden 2014]
- [8] LPS Project manager: User's Guide. Norcross, 2010, 443 s.
- [9] <http://mementify.com/> [Online] [Citace: 5. květen 2014]
- [10] [http://www.nikon.cz/cs\\_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d5100](http://www.nikon.cz/cs_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d5100) [Online] [Citace: 5. květen 2014]
- [11] [http://www.nikon.cz/cs\\_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d610](http://www.nikon.cz/cs_CZ/product/digital-cameras/slr/consumer/d610) [Online] [Citace: 5. květen 2014]
- [12] <http://www.photomodeler.com> [Online] [Citace: 5. leden 2014]
- [13] <http://www.pc6.com/up/2011-12/2011122110445862769.jpg> [Online] [Citace: 5. květen 2014]
- [14] Eos Systems Inc., PhotoMODELER uživatelská příručka, 5. vydání, 2011
- [15] Ing. Eva Štefanová, Kalibrace měřičských digitálních kamer (2006)
- [16] webové stránky společnosti <https://www.vugtk.cz/slovník/> [Online] [Citace: 12. únor 2014]

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1. – Projekce mapy a snímku)	16
Obr. č. 2. – Vnitřní orientace snímku	17
Obr. č. 3. – Úhly pootočení snímku)	18
Obr. č. 4. – Fotka mobilního telefonu Apple iPhone)	22
Obr. č. 5. – Fotka Kompaktního fotoaparátu Fuji X100)	23
Obr. č. 6. – Fotka Kompaktního fotoaparátu s výměnnými objektivy - Fuji X-E1)	24
Obr. č. 7. – Fotka digitální APS-C (DX) zrcadlovky Nikon D5100)	25
Obr. č. 8. – Fotka digitální FX zrcadlovky Nikon D610)	26
Obr. č. 9. – Logo softwaru PhotoModeler)	29
Obr. č. 10. – Logo softwaru STRATA FOTO 3D CX)	30
Obr. č. 11. – grafické znázornění vytváření modelu pomocí online služby ARC 3D Webservice)	31
Obr. č. 12. – Logo Mementify)	31
Obr. č. 13. – Princip průsekové fotogrammetrie	34
Obr. č. 14. – ukázka velkého kalibračního pole)	35
Obr. č. 15. – ukázka kalibrační tabulky s kontrolními body)	35
Obr. č. 16. – Pozice fotoaparátu při snímkování kalibračního obrazce	36
Obr. č. 17. – Základní nabídka programu PhotoModeler	36
Obr. č. 18. – Dialog pro přidání fotografií	37
Obr. č. 19. – Provedení kalibrace	37
Obr. č. 20. – Průběh kalibrace	38
Obr. č. 21. – Možnost ověření kalibrace a uzavření okna.	38
Obr. č. 22. – Uložení profilu fotoaparátu	39
Obr. č. 23. – Prostorový model kalibračního obrazce včetně polohy všech kamer	40
Obr. č. 24. – Správný a nesprávný úhel os snímků	41

Obr. č. 25. – Metoda kruhu (nalevo) a metoda více kruhů (napravo) .....	42
Obr. č. 26. – Pořízení snímků ve více výškových úrovních .....	42
Obr. č. 27. – Optimální pozice kamer pro snímkování.....	43
Obr. č. 28. – Snímkování fasády.....	43
Obr. č. 29. – zdrojové snímky pro PhotoModeler .....	46
Obr. č. 35. – Menu Getting started ....	52
Obr. č. 36. – Okno výběru snímků.....	53
Obr. č. 37. – Okno zobrazující kalibrační profil fotoaparátu.....	53
Obr. č. 38. – Nově otevřený projekt .....	54
Obr. č. 39. – Otevřené fotografie v oknech pro referencování .....	54
Obr. č. 40. – Nástroje pro referencování .....	55
Obr. č. 41. – referencování, použití lupy pomocí klávesy ALT .....	56
Obr. č. 42. – Označené body a úsečky jsou červené.....	56
Obr. č. 43. – Označené body a úsečky jsou červené, body které vyznačujeme v dalších snímcích jsou označeny žlutým indexem .....	57
Obr. č. 44. – Výpočet bodů (4), nástroj pro zobrazení 3D okna (5) a měření v modelu (7) .....	57
Obr. č. 45. – Kontrolní panel, sloupec „Accetable?“ nám říká, zda má cenu spouštět výpočet.....	58
Obr. č. 46. – Pole výpočtu, výsledek výpočtu a report o výpočtu .....	58
Obr. č. 47. – 3D okno, možnost nastavení označena 6 .....	59
Obr. č. 48. – Scale/Rotate ...	60
Obr. č. 49. – Definování měřítka .....	60
Obr. č. 50. – Možnost měření v projektu.....	61
Obr. č. 51. – Nástroje pro tvorbu 3D modelu .....	62
Obr. č. 52. – Postup vytváření ploch .....	62
Obr. č. 53. – Ukončení vytvářené plochy .....	63

Obr. č. 54. – Možnosti zobrazení v 3D pohledu .....	63
Obr. č. 56. – Zvolení stylu textury .....	64
Obr. č. 57. – Vytváření textury na povrchy .....	65
Obr. č. 58. – Ukázka automaticky vytvořených textur na plochách .....	65
Obr. č. 59. – Volba Export Model... .....	66
Obr. č. 60. – Výběr formátu exportovaného modelu .....	67
Obr. č. 61. – Možnosti nastavení souboru 3dm pro Rhinoceros.....	67
Obr. č. 62. – Vybereme umístění souboru .....	68
Obr. č. 63. – Proběhne krátký export.....	68
Obr. č. 64. – Kontrolní tabulka s údaji o modelu a možností přímo otevřít složku se souborem v prohlížeči.....	68
Obr. č. 65. – Úvod programu Rhinoceros.....	69
Obr. č. 66. – Výběr souboru pro import .....	70
Obr. č. 67. – Zobrazení čárového modelu v Rhinoceros .....	70
Obr. č. 68. – Upravený model pro práci v Rhinoceros a modelování .....	71
Obr. č. 69. – Upravený model pro práci v Rhinoceros a modelování .....	72
Obr. č. 70. – Základní 3D model stávající fasády .....	72
Obr. č. 71. – Doplnění návrhu výplní otvorů.....	73
Obr. č. 72. – Doplnění detailů na stávající fasádě .....	73
Obr. č. 73. – Základní renderové zobrazení v Rhinoceros .....	74
Obr. č. 74. – Vyrenderovaný model s popisky pro investora .....	74
Obr. č. 75. – Render může prověřit barevnost nebo třeba možné nasvícení .....	75

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Verze Photomodeleru a jejich funkce' .....	29
---	----

## 10 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1. Vyhodnocení otázky „Znali jste program PhotoModeler?“ .....	77
Graf č. 2. Vyhodnocení otázky „Znali jste možnost měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?“ .....	77
Graf č. 3. Vyhodnocení otázky “Je zaměření fasády snadné, problematické nebo jak kdy?“ .....	78
Graf č. 4 Vyhodnocení otázky “Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?“ .....	79
Graf č. 5 Vyhodnocení otázky “Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?“ .....	79
Graf č. 6 Vyhodnocení otázky “Co vidíte jako potenciální problém programu?“ ...	80
Graf č. 7 Vyhodnocení otázky “Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?“ .....	80
Graf č. 8. Vyhodnocení otázky „Znali jste program PhotoModeler?“ .....	81
Graf č.9. Vyhodnocení otázky „Znali jste možnost měření a modelování objektů pouze pomocí fotografických podkladů?“ .....	82
Graf č. 10. Vyhodnocení otázky “Je zaměření fasády snadné, problematické nebo jak kdy?“ .....	82
Graf č. 11 Vyhodnocení otázky “Kdy byste využili možnost zaměření fasády pomocí PhotoModeleru?“ .....	83
Graf č. 12 Vyhodnocení otázky “Dovedete si představit nasazení PhotoModeleru v reálné praxi?“ .....	83
Graf č. 13 Vyhodnocení otázky “Co vidíte jako potenciální problém programu?“ .	84
Graf č. 14 Vyhodnocení otázky “Preferoval/a byste koupi, nebo zadávání jednotlivých projektů externě?“ .....	84

## **11 SEZNAM PŘÍLOH**

Všechny přílohy jsou na přiloženém CD

PŘÍLOHA Č. 1 Složka - kalibrace\_fuji\_X-E1 - Snímky pro kalibraci fotoaparátu, včetně

PŘÍLOHA Č. 2 Složka - TURANSKA\_BESEDA\_PHOTOMODELER - Snímky pro kalibraci fotoaparátu, včetně

PŘÍLOHA Č. 3 Pdf soubor - PhotoModelerCalibrationGrid.pdf – Kalibrační tabulka pro PhotoModeler

PŘÍLOHA Č. 4 Pdf soubor - PhotoModelerCalibrationGrid-36x36sd.pdf – Kalibrační tabulka pro PhotoModeler

PŘÍLOHA Č. 5 Rhino soubor 3dm - Turanska\_Beseda\_R2\_0\_0-dipl.3dm – Projekt fasády v programu Rhino 3D