

VŠB - Technical University of Ostrava
VŠB - Technická univerzita Ostrava

Testování programu PhotoScan pro tvorbu 3D modelů objektů

Ing. Tomáš Jiroušek

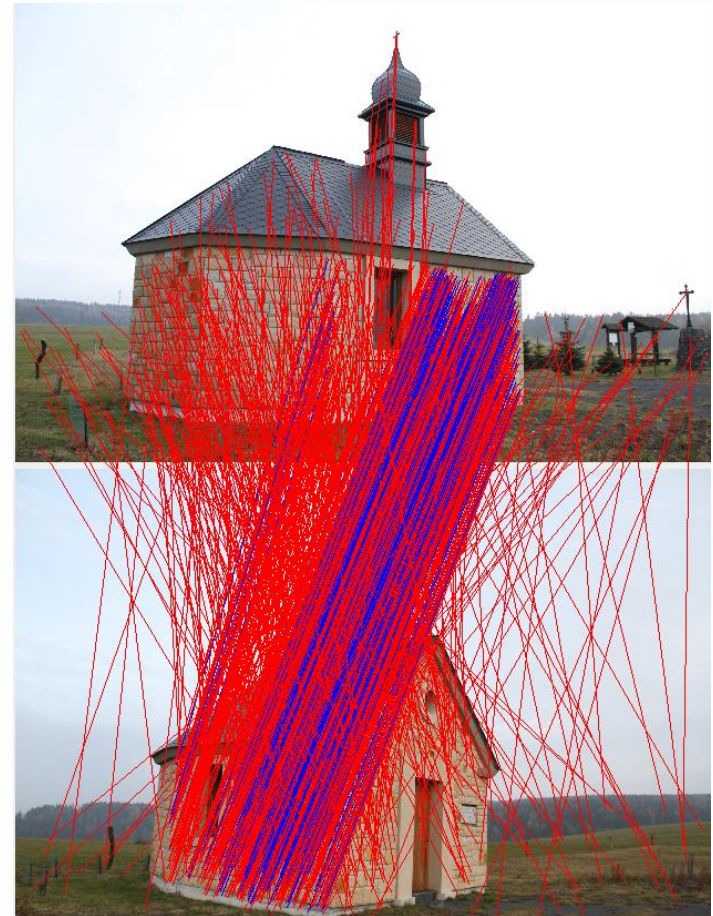


Obsah

- Rozlišovací schopnost použitých fotoaparátů
- Kalibrace – určení prvků vnitřní orientace
- Objekty pro testování
- Testování generace 3D modelů
- Posouzení přesnosti
- Ukázky nasazení

Photoscan

- Agisoft LLC
 - verze 0.91
 - Professional
- autokorelační software
- automatické určení kalibračních parametrů
- bez použití kódových terčů



Objekty vybrané k testování

- Kaple cesty česko-německého porozumění
- Památkově chráněný objekt č.p. 556 v Ostravě - Porubě
- Ostatní předměty pro testování
 - korková nástěnka
 - busta Aloise Jiráska
 - část plastiky památníku 1. čsl. tankové brigády
 - busta T. G. Masaryka



Použité fotoaparáty

Požadavek programu PhotoScan – min. rozlišení 5 mpix

- Canon EOS 7D
 - s objektivem Canon EF-S 18-135 mm



- Canon PowerShot G15

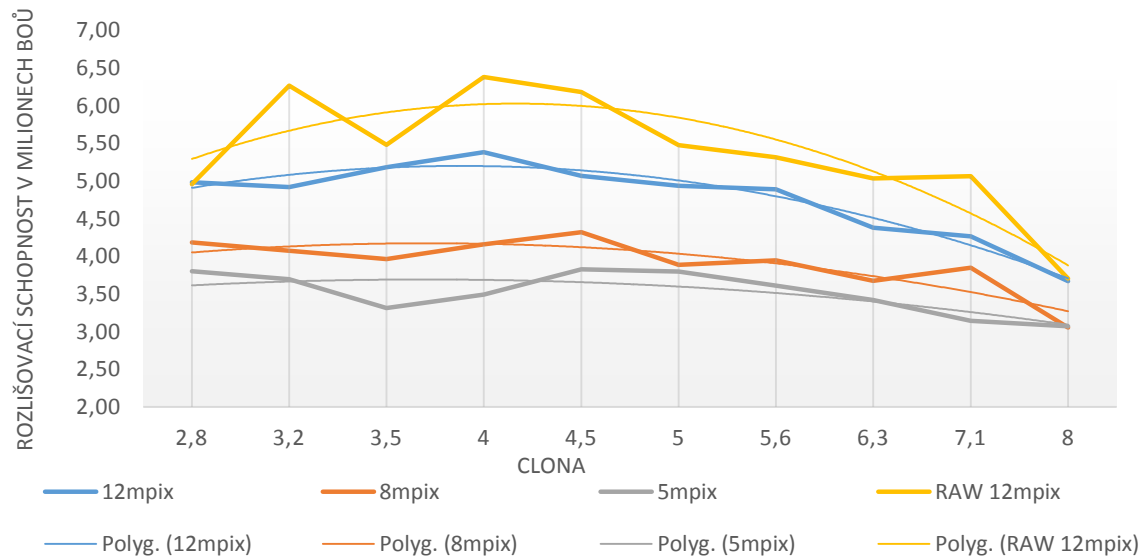
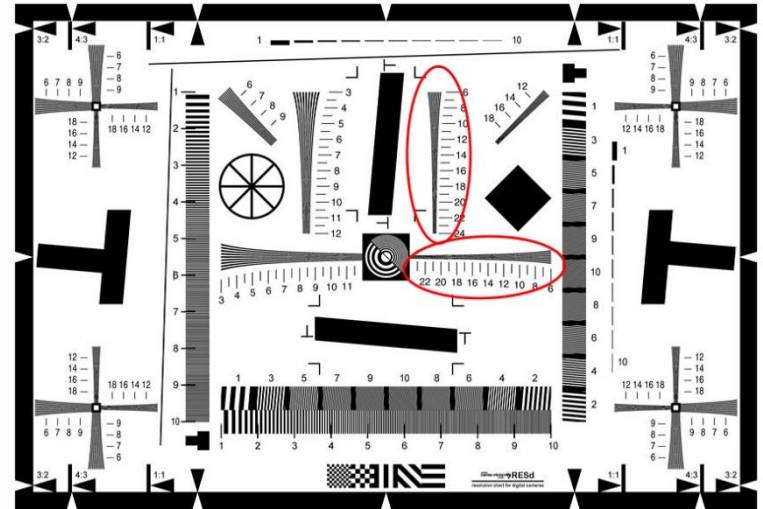


- Canon PowerShot G9



Rozlišovací schopnost

- srovnávací parametr kvality fotoaparátů
- určení optimální clony fotoaparátů
- testovací tabulka Daneš Picta CR3 dle normy ISO 12233
- HYRes firmy Olympus

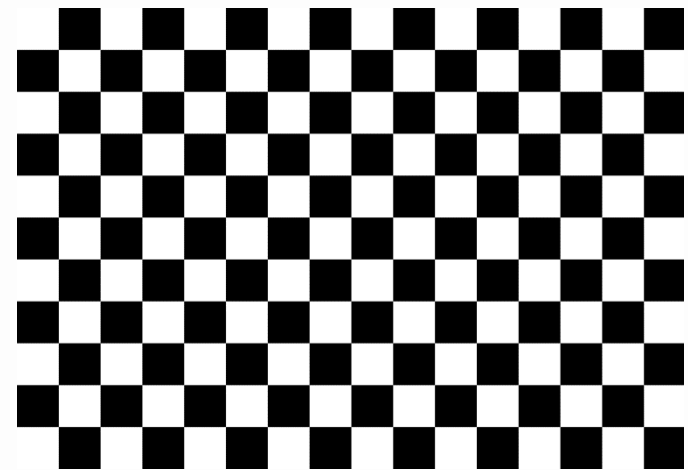
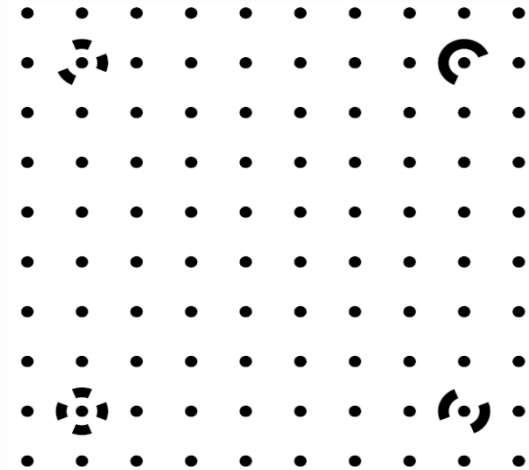


Rozlišovací schopnost

parametr	Canon 7D	Canon G9	Canon G15
plocha čipu v [mm ²]	332,27	43,32	43,32
nejširší ohnisko [mm]	18	7,4	6,1
rozlišovací schopnost v bodech	7 810 000	6 390 000	5 780 000
rozlišovací úhel α [°]	0,0230	0,0224	0,0285
rozlišovací schopnost na 5m v [mm]	1,8	1,8	2,2
rozlišovací schopnost na 10m v [mm]	3,6	3,5	4,5
rozlišovací schopnost na 30 m v [mm]	10,9	10,6	13,5

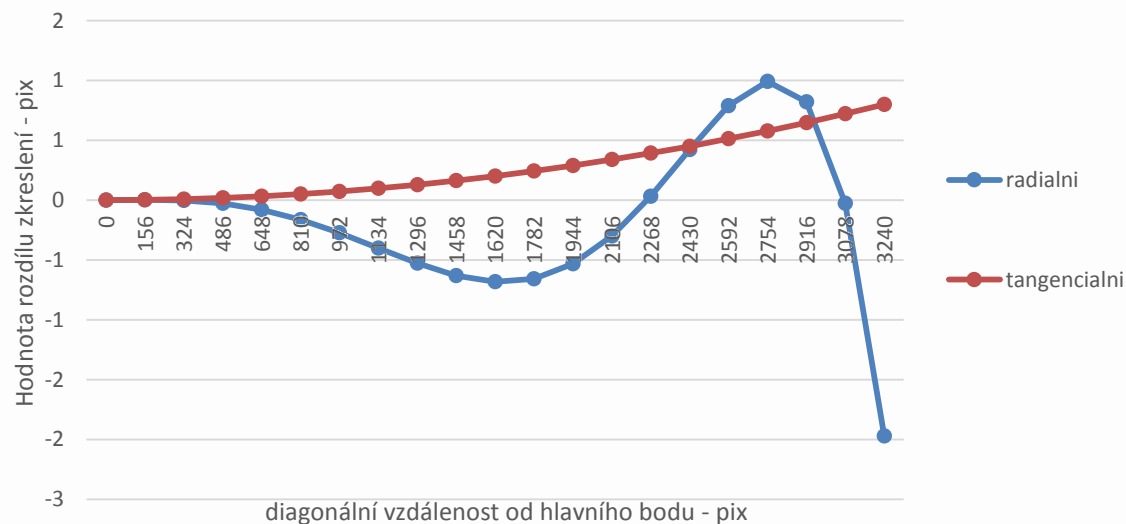
Kalibrace fotoaparátů

- Canon EOS 7D
- Kalibrace Photomodeler
 - vyhotoveno 9 kalibrací
- Kalibrace Agisoft Lens
 - vyhotoveno 8 kalibrací
- **Parametry určené kalibrací:**
 - (f_x, f_y) - ohniskové vzdálenosti (pixel)
 - (c_x, c_y) - souřadnice hlavního bodu snímku (pixel)
 - K_1, K_2, K_3 - koeficienty radiálního zkreslení
 - P_1, P_2 - koeficient tangenciálního zkreslení
 - S - zkreslující koeficient mezi osou x a y



Porovnání kalibrací Canon EOS 7D

Fotoaparát: Canon EOS 7D s objektivem Canon EF - S 18 - 135 mm			
Typ kalibrace		Agisoft Lens	Photomodeler 6
Šířka snímku [pix]		5 184	5 184
Výška snímku [pix]		3 456	3 456
Ohnisková vzdálenost (x) [pix]		4 239,4	4 247,7
Ohnisková vzdálenost (y) [pix]		4 238,6	4 251,7
Souřadnice hlavního bodu (x) [pix]		2 602,0	2 585,8
Souřadnice hlavního bodu (y) [pix]		1 727,9	1 723,8
Zkreslující koeficient		0	-0,138 439 227
Koeficienty radiální distorze	K1	-0.185 364	-0,196 895 69
	K2	0,123 616 00	0,175 994 30
	K3	-0.012 024 9	-0,074 268 01
Koeficienty tangenciální distorze	P1	-0.001 515 81	0,000 864 89
	P2	-0.000 522 966	-0,000 816 65

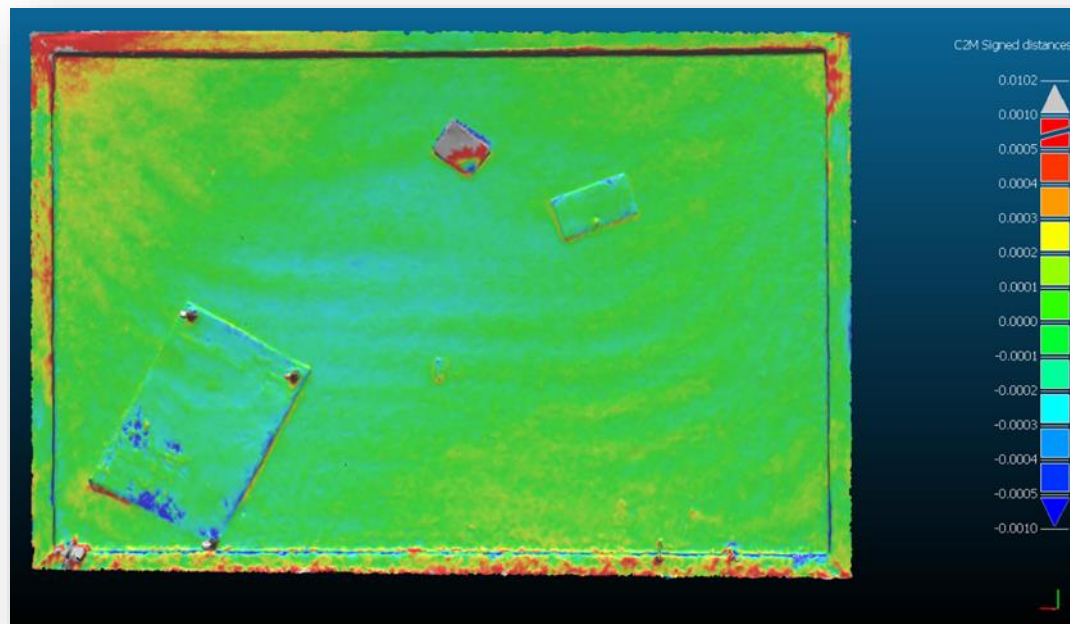
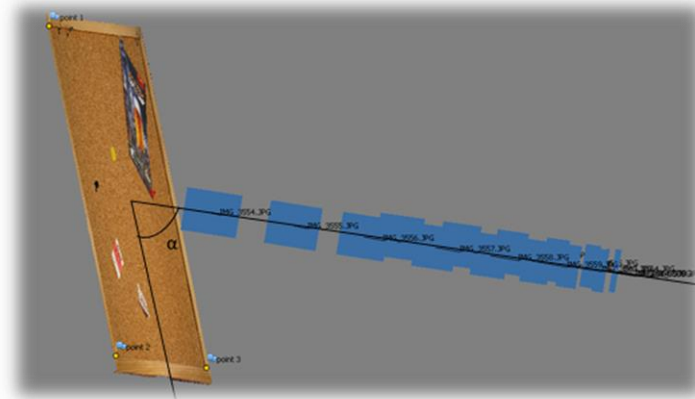


Provedené testy softwaru PhotoScan

- Testování parametrů generace 3D modelů
 - Test kvality generace 3D modelů
 - Porovnání metody typu geometrie generace
 - Porovnání metod hloubkového filtrování
- Testování konfigurace sady snímků
 - Test mezního úhlu plochy od osy záběru
 - Test úhlu mezi osami záběru
- Vliv kalibrace na přesnost 3D objektů
- Vliv rozlišovací schopnosti snímků na kvalitu 3D modelu

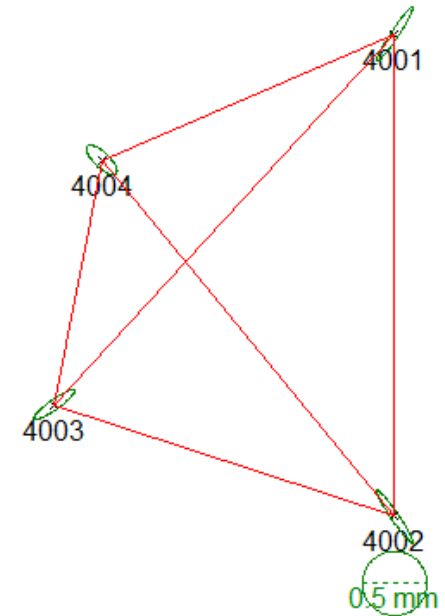
Testování konfigurace sady snímků

- Test mezního úhlu plochy od osy záběru
 - korková nástěnka
 - úhel os záběru mezi stanovisky 10°
 - sady snímků vyhotoveny v intervalu 10°
 - shodné parametry pro veškeré 3D modely testu
 - referenční 3D ze dvou sad snímků 90° a 60° od roviny nástěnky
 - určen skutečný rozměr, za pomoci změření delší strany nástěnky



Geodetické zeměření kaple

- Totální stanice Leica 1202
- Meřická síť
 - v místních souřadnicích
 - 4 body
 - použití 4 stativů
 - výsledná průměrná přesnost $m_p = \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2} = \pm 0,4 \text{ mm}$
- Podrobné body
 - prostorová polární metoda
 - prostorové protínání z úhlů
 - výsledné souřadnice – vážený průměr dle rozboru přesnosti
 - výsledná průměrná přesnost $m_p = \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2} = \pm 4,3 \text{ mm}$



Testování přesnosti 3D modelů

■ Postup

- přiřazení značek na 3D modelech
- definování rozměru
- transformace bodů
- porovnání souřadnicových rozdílů
- výpočet

$$\blacksquare \Delta_{xyz} = \pm \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2 + \Delta_z^2}$$

$$\blacksquare m_{\Delta_{xyz}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Delta_{xyz}^2}{N}}$$

Zhodnocení přesnosti 3D modelu objektu kaple

■ Přesnost - vliv kalibrace

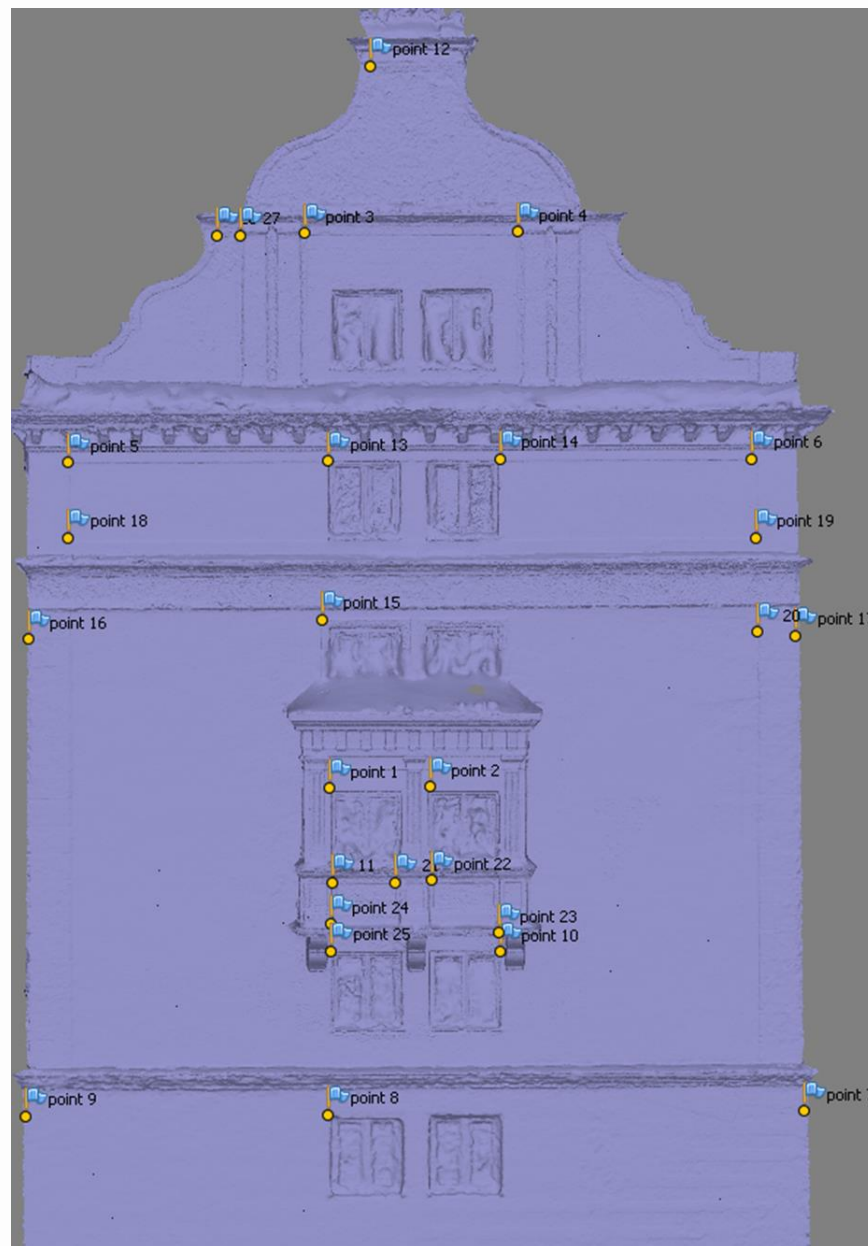
fotoaparát	Canon EOS 7D	Canon EOS 7D	Canon EOS 7D
kalibrace	automatická	Photomodeler	Agisoft Lens
počet porovnávaných bodů	28	28	28
$m_{\Delta_{x,y,z}}$ [mm]	$\pm 24,4$	$\pm 24,7$	$\pm 28,0$

■ Přesnost - vliv použitého fotoaparátu

fotoaparát	Canon EOS 7D	Canon G15	Canon G9
kalibrace	automatická	automatická	automatická
počet porovnávaných bodů	28	31	28
$m_{\Delta_{x,y,z}}$ [mm]	$\pm 24,4$	$\pm 27,3$	$\pm 29,3$
rozlišovací schopnost mil. bodů	6,7	5,6	5,4

Zhodnocení přesnosti 3D modelu objektu činžovní domu

- 36 snímků
- Canon G15
- přesnost 3D modelu - High
- zhodnocení přesnosti proběhlo na 27 bodech
- střední chyba polohového vektoru $\pm 11,4$ mm.



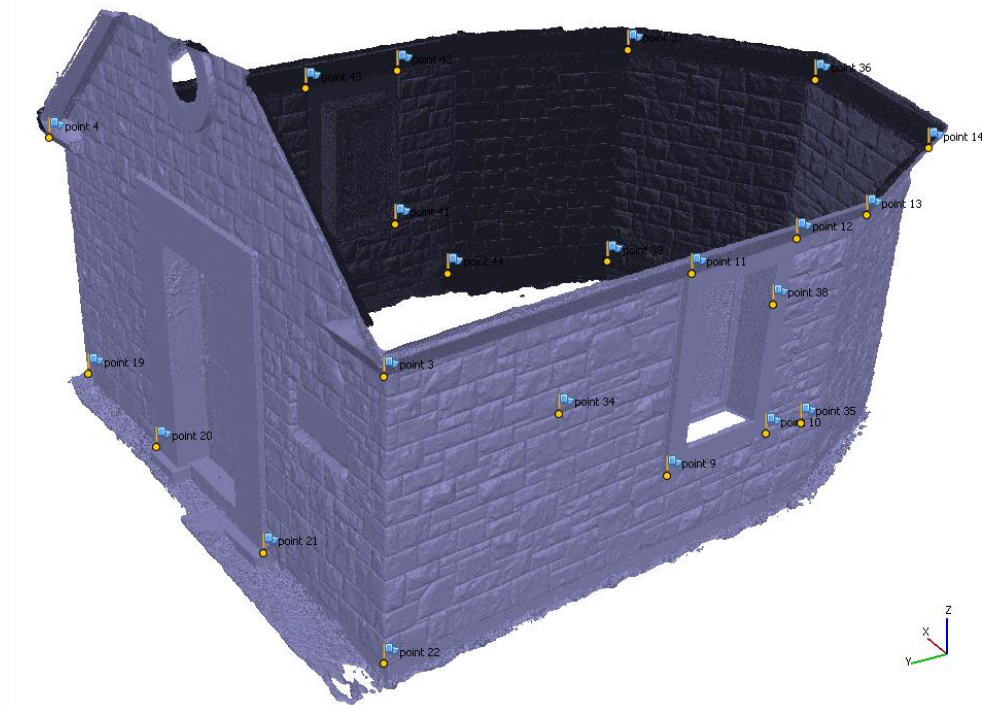
Zhodnocení testování

- úhel mezi osami záběru okolo 20°
- úhel od plochy k ose záběru od 90° do 30°
- pro vyhotovení rozměrnějších objektů je nutno snímat objekt z menší vzdálenosti
- nastavit clonu s nejlepší rozlišovací schopností
- automatické určení prvků kalibrace je dostatečně přesné
- v terénu provést 1. etapu tvorby modelu

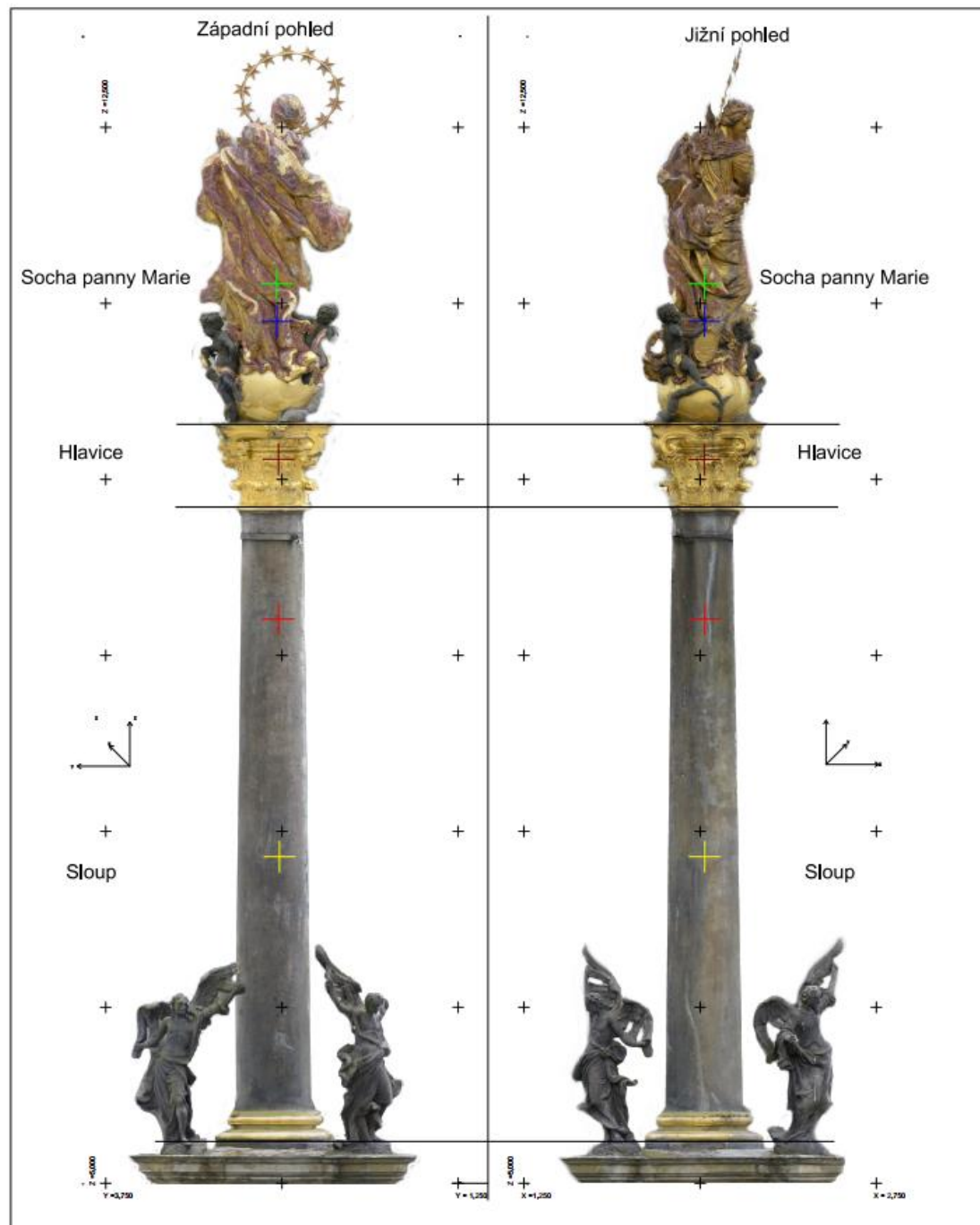
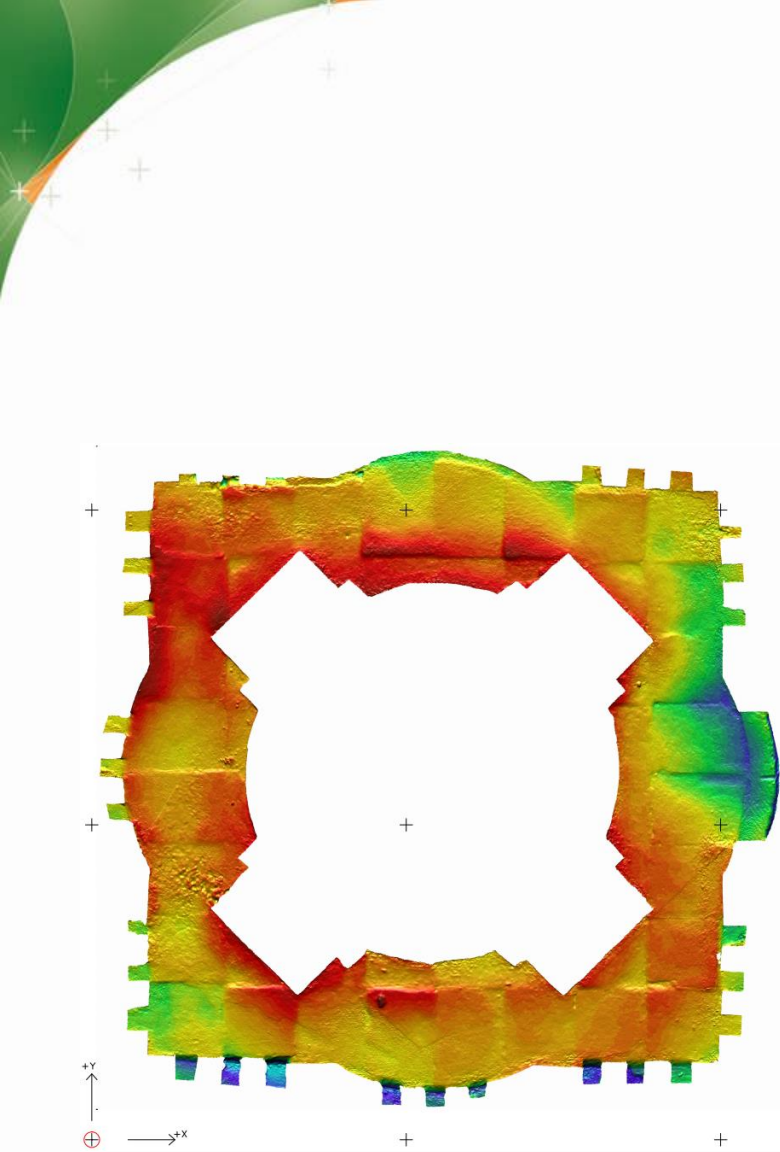


Zhodnocení přesnosti 3D

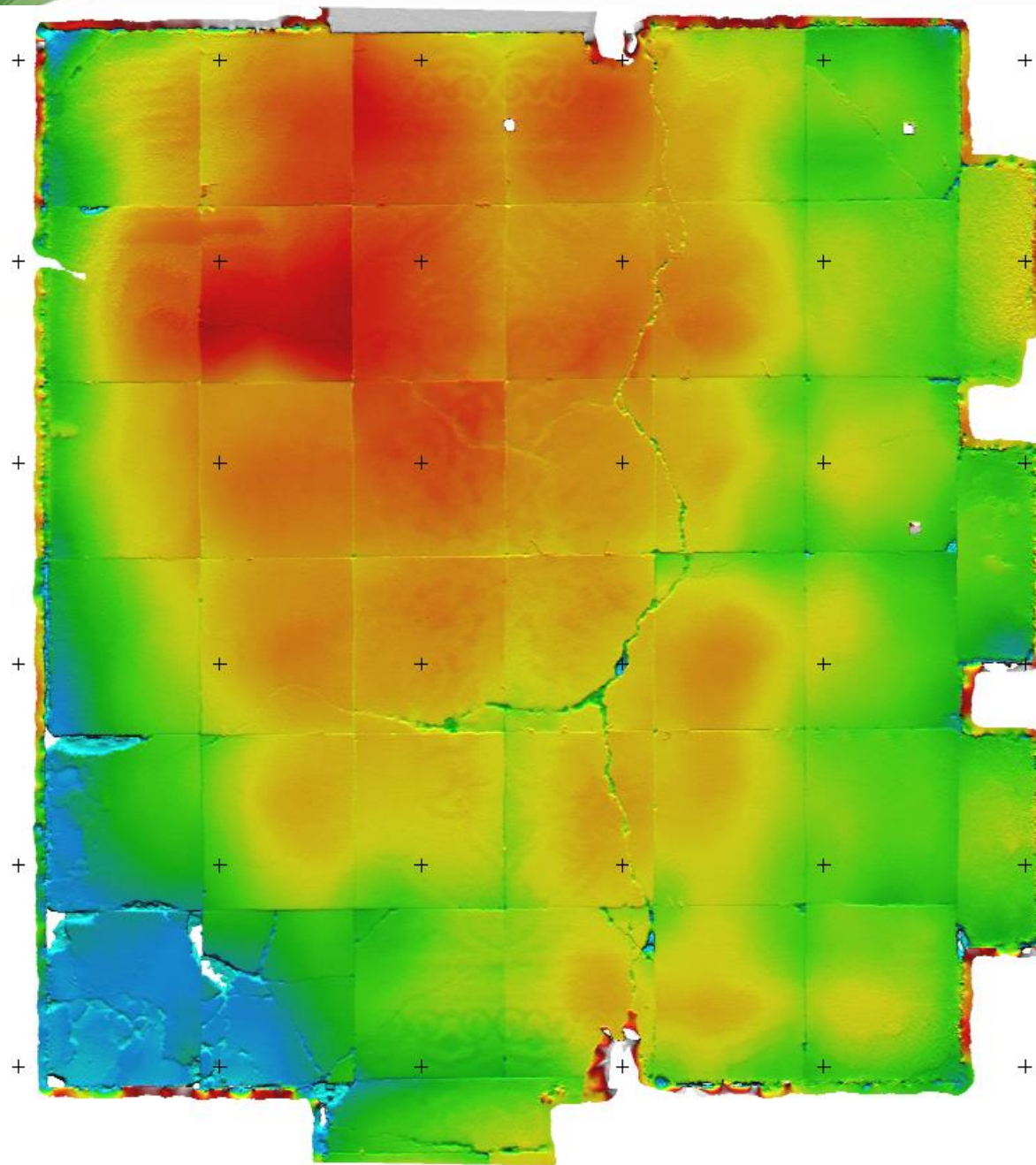
č. bodu	rozdíly [m]			
	ΔX	ΔY	ΔZ	Δp
point 3	0.0018	-0.0048	0.0024	0.0057
point 4	-0.0029	-0.0029	-0.0016	0.0044
point 9	0.0017	-0.0044	0.0011	0.0048
point 10	-0.0002	-0.0031	-0.0007	0.0032
point 11	-0.0009	0.0016	-0.0005	0.0019
point 12	-0.0021	-0.0061	0.0019	0.0067
point 13	-0.0011	0.0019	-0.0009	0.0024
point 14	0.0049	-0.0022	-0.0010	0.0054
point 19	0.0041	-0.0008	0.0016	0.0044
point 20	-0.0043	0.0060	0.0004	0.0074
point 21	-0.0040	-0.0017	-0.0008	0.0044
point 22	0.0024	0.0053	-0.0053	0.0078
point 34	0.0009	0.0016	0.0011	0.0021
point 35	-0.0020	0.0098	-0.0009	0.0100
point 36	0.0052	0.0065	-0.0024	0.0087
point 37	-0.0035	-0.0038	-0.0000	0.0052
point 38	-0.0037	-0.0029	0.0021	0.0051
point 39	-0.0030	-0.0035	0.0025	0.0053
point 41	0.0019	-0.0012	-0.0010	0.0025
point 42	0.0015	0.0075	0.0005	0.0077
point 43	0.0028	-0.0033	0.0003	0.0043
point 44	0.0007	0.0005	0.0015	0.0017
suma	0,0029	0,0043	0,0018	0,0055



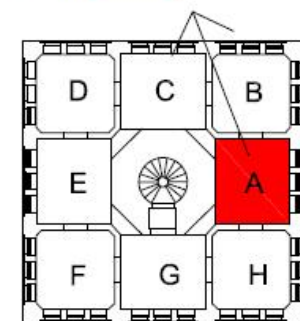
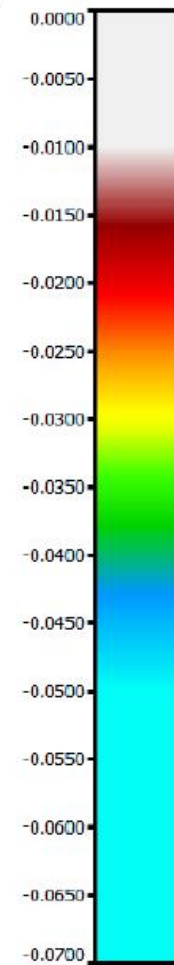






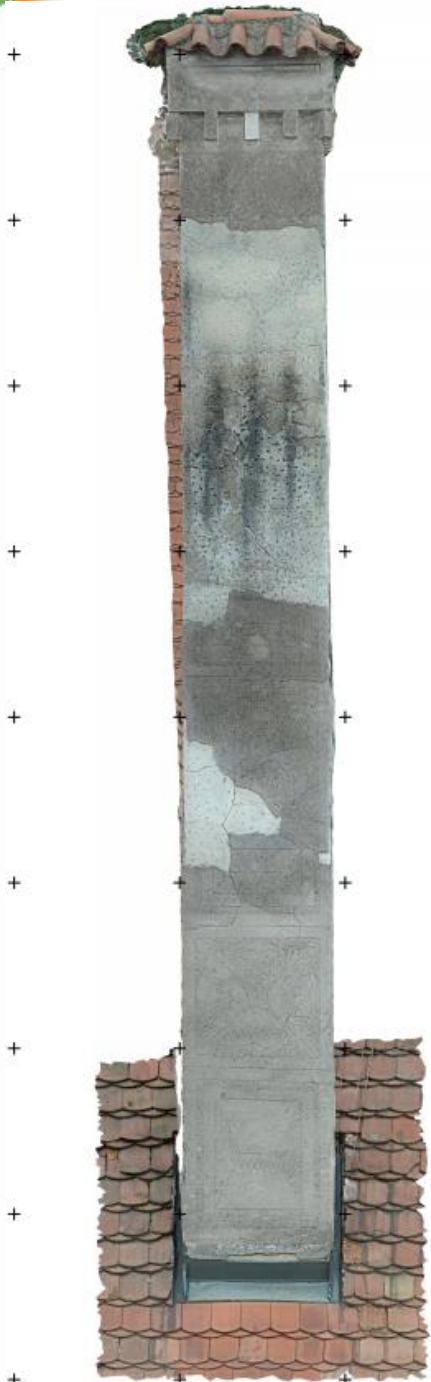


Legenda (m)

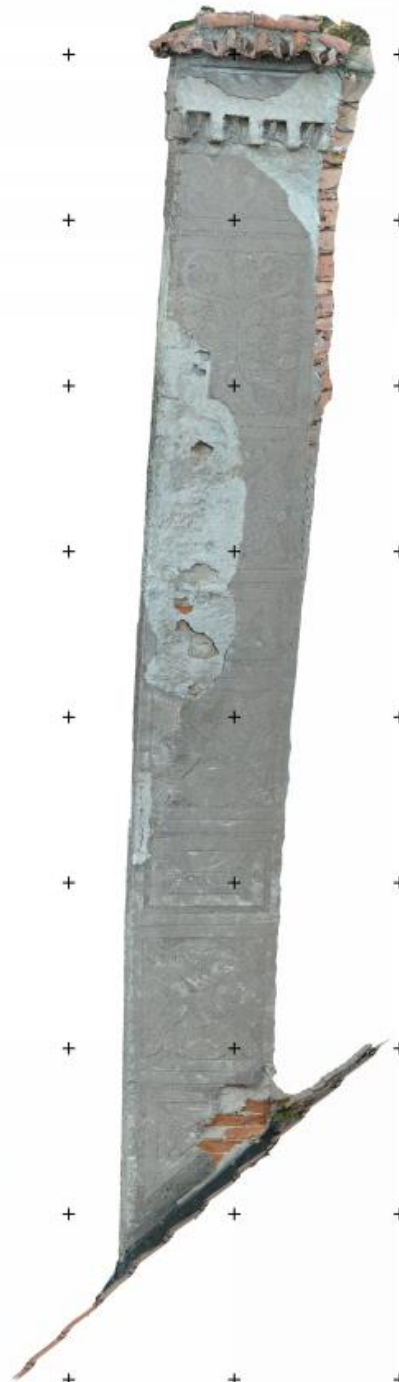








Pohled ze dvora



Pohled zprava



Lokalizace objektu

Dotazy?

Děkuji za pozornost

Kontakt: tomas.jirousek@vsb.cz

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu SP2014/13 Int. č. p. 22258 "Využití UAV zařízení při tvorbě 3D modelů v geodetické praxi"