

Další poznatky o absolutní polohové přesnosti některých produktů Zeměměřického úřadu

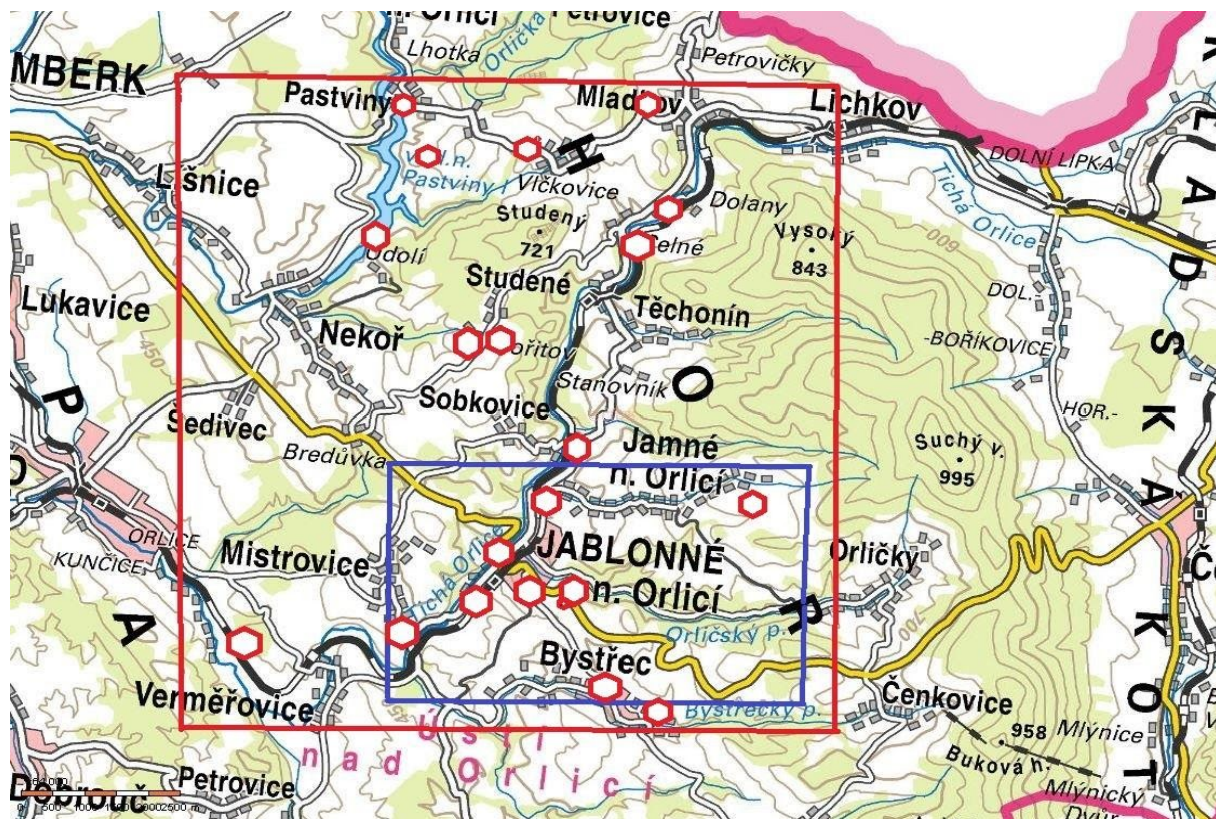
Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.

Jirisima77@gmail.com

1 Úvod

Na minulém workshopu fotogrammetrie, DPZ a laserového skenování v listopadu 2019 v Telči byli účastníci seznámeni s metodami zpřesnění vybraných objektů ZABAGED® pomocí ortofotosnímků a dat leteckého laserového skenování v letech 2013-2019 v Zeměměřickém úřadě. Ověření absolutní polohové přesnosti vůči souřadnicovému referenčnímu systému S-JTSK bylo prováděno geodetickým měřením, zacíleným především na **bodové objekty** (rohy budov a sloupy elektrického vedení). V letech 2018 a 2019 to bylo 629 rohů budov a 38 sloupů ve 26 lokalitách v Čechách i na Moravě.

Ověřovací práce pokračovaly i v roce 2020 se zaměřením zejména na ověření polohové přesnosti **liniových objektů** ZABAGED® – typu silnice, cesta, železniční trať, osa vodního toku do šíře 4 m, břehové čáry širších vodních toků a vodních nádrží. Jako vhodné území bylo zvoleno okolí města Jablonné nad Orlicí, kde shodou okolností bylo v roce 2018 uskutečněno jedno ze zkušebních snímkování třířádkovou kamerou Leica ADS100. Ověřovací geodetické měření zde bylo uskutečněno ve 20 lokalitách a během týdne zaměřeno 190 kontrolních bodů.



Obr. 1

2 Výsledky ověřovacích zkoušek polohové přesnosti liniových objektů ZABAGED®

Výsledky ověřovacích zkoušek již byly z velké části promítnuty do nové verze Katalogu objektů ZABAGED, která je k dispozici nejen v tištěné formě, ale zejména ve webové verzi na Geoportálu ČÚZK (adresa https://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/ZABAGED_katalog/CS/.) Dřívější vágní charakteristiky polohové přesnosti objektů, např. Úroveň B – do 5 m, úroveň C – do 15 m a úroveň D – do 30 m byly nahrazeny typizovanými středními polohovými chybami ve stupnici 0,5 – 1,0 -1,5 – 2,0 – 5 a 10 metrů.

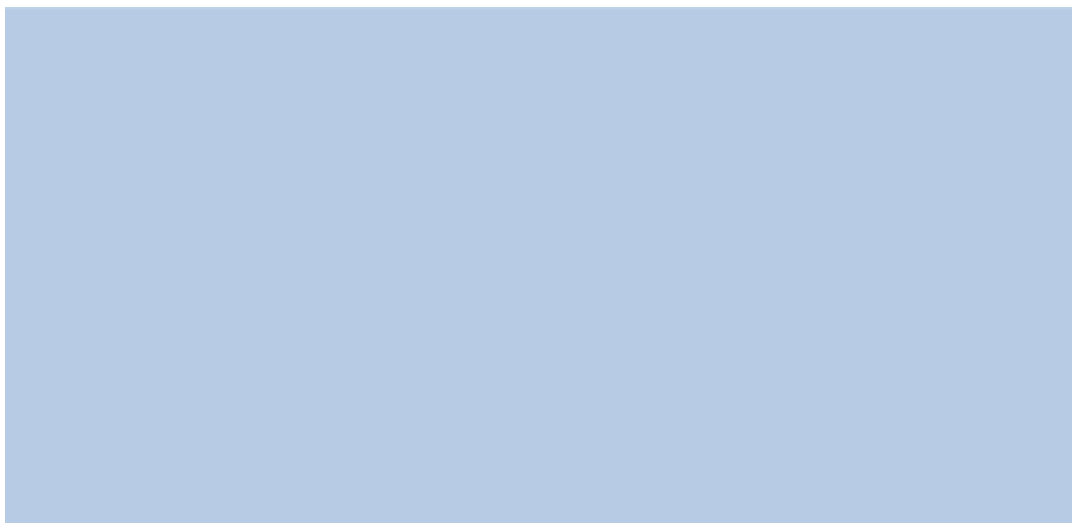
Na rozdíl od předchozích geodetických ověřovacích měření v letech 2018 a 2019, založených převážně na měření polární metodou totální stanic z fixních stanovišek, jejichž poloha byla určena pomocí GNSS, byl zde ve značném rozsahu využit rover a technologie GNSS/RTK.



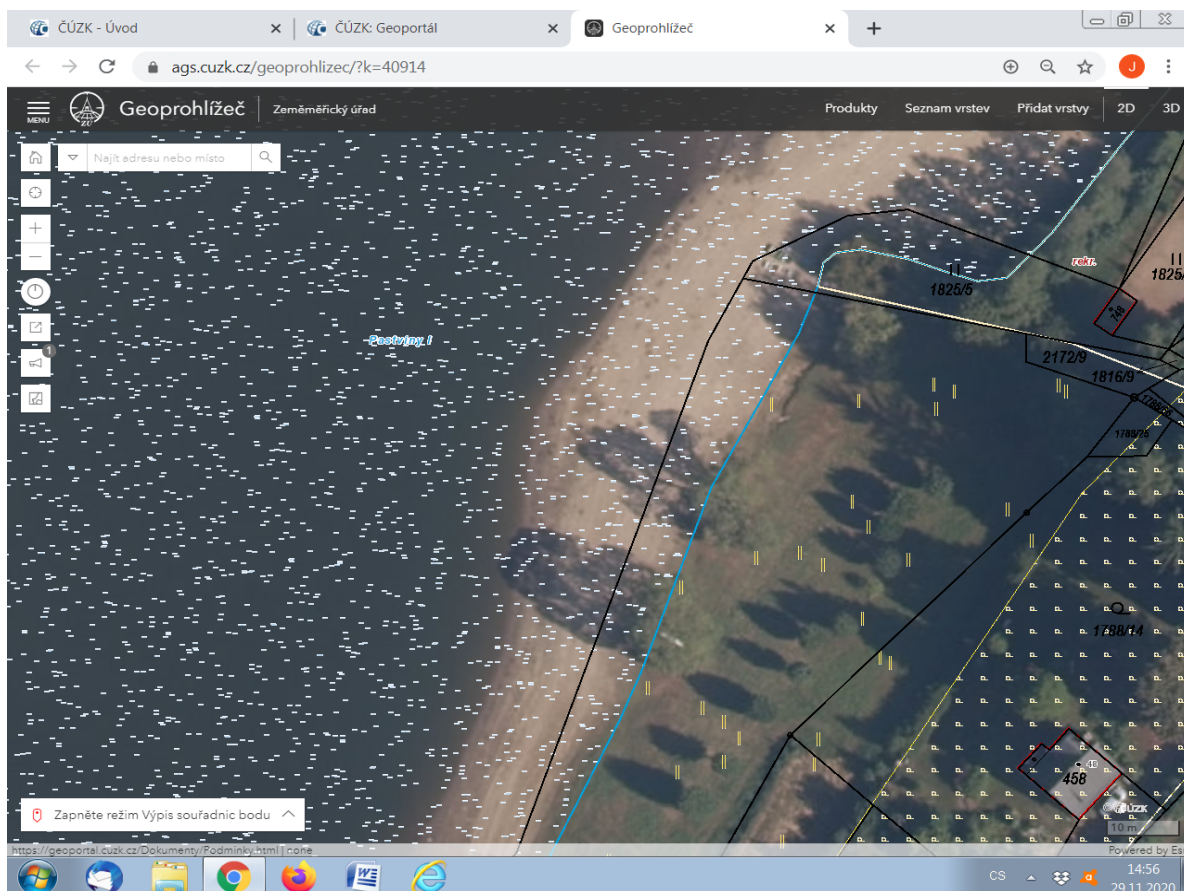
Obr. 2

Absolutní polohová přesnost vybraných objektů v kategorii **Vodstvo** byla stanovena sumarizací výsledků měření i z předchozích dvou let tak, že váhou ve zváženém aritmetickém průměru středních polohových chyb byl počet měření v příslušném roce.. Při zařazení objektu do stupnice typizovaných středních chyb bylo vzato v úvahu, že střední polohová chyba je dvojrozměrná a jednonásobku dosahuje pouze ve 39,3 %.

Tabulka 1



Při zaměřování břehové čáry vodní nádrže Pastviny byl konstatován její značný nesoulad se zobrazením v ZABAGED, které ani nebylo evidentně odvozeno z katastrální hranice. Dalším šetřením bylo zjištěno, že v ZABAGED odpovídá břehová čára nejvyšší úrovni hladiny v roce 2014. Stejná místa na Ortofotu ČR z dalších let (2016 a 2018) dokumentují stále nižší úroveň hladiny v důsledku dlouhodobého sucha, takže nemá smysl pokaždé břehové čáry v ZABAGED®.



Obr. 3

Ověřovací geodetickým měřeními byly získány cenné informace o polohové přesnosti liniových objektů v kategorii **Komunikace**. I zde byly výsledné střední polohové chyby stanoveny sumarizací výsledků měření i z předchozích dvou let tak, že váhou ve zváženém aritmetickém průměru středních polohových chyb byl počet měření.

Tabulka 2

Objekt ZABAGED®	n	mp	n (2018-20)	mp (2018-20)
2.01 silnice evidovaná	3	0,280 m	3	0,280 m
2.03 cesta udržovaná	21	0,523 m	21	0,523 m
2.03 cesta neudržovaná	4	0,363 m	4	0,363 m
2.06 křižovatka úroňová	8	1,990 m	21	1,782 m
2.08 most	6	0,221 m	6	0,221 m
2.11 železniční přejezd	5	0,356 m	5	0,365 m
2.17 železniční trať	15	0,208 m	32	0,170 m
2.18 železniční vlečka	0	-	17	0,500 m
2.31 silnice neevidovaná	5	0,212 m	52	0,382 m

Polohová chyba liniového objektu typu břehová čára nebo komunikace byla zjišťována tak, že v ZABAGED® byl podle geodeticky zjištěných souřadnic zobrazen kontrolní bod a změřena délka kolmice k obrazu tohoto liniového objektu v ZABAGED®.



3 Výsledky lokálního ověření absolutní polohové přesnosti ortofot s celostátním pokrytím

Početný soubor kontrolních bodů umožnil i další (byť lokální) ověření absolutní polohové přesnosti dvou ortofot, která pokrývají celé území České republiky ve tříletém nebo dvouletém Intervalu (Ortofotomapa na Mapy.cz a Ortofoto ČR). Opět se potvrdilo, že rozměr pixelu na zemi není rozhodujícím faktorem absolutní polohové přesnosti vůči referenčnímu souřadnicovému systému S-JTSK. Prvořadou úlohu zde hraje digitální model reliéfu použitý při ortogonalizaci leteckých měřických snímků, zejména jeho homogenita, kterou se vyznačuje DMR 4 použitý při tvorbě Ortofota ČR.

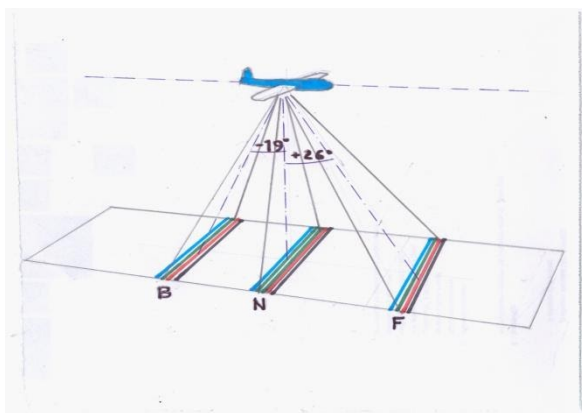
Tabulka 3

Parametry	Ortofotomapa TopGis (12,5 cm)	Ortofoto ČR (20 cm)
počet kontrolních bodů	42	42
systematické chyby	cY = -0,24 m cX = -0,24 m	cY = 0,00 m cX = 0,01 m
úplná střední polohová chyba	0,38 m (3 pix)	0,27 (1,4 pix)
maximální polohová chyba	0,77 m	0,57 m

Nové aplikace firmy TopGis Brno i Zeměměřického úřadu umožňují registraci souřadnic kontrolních i dalších účelově využitých bodů na centimetry, ovšem při respektování jevu, že při pohybu kurzoru „skáčou“ registrované souřadnice v intervalu rovném polovině rozměru pixelu na zemi, tj. po 6 resp. 10 cm.

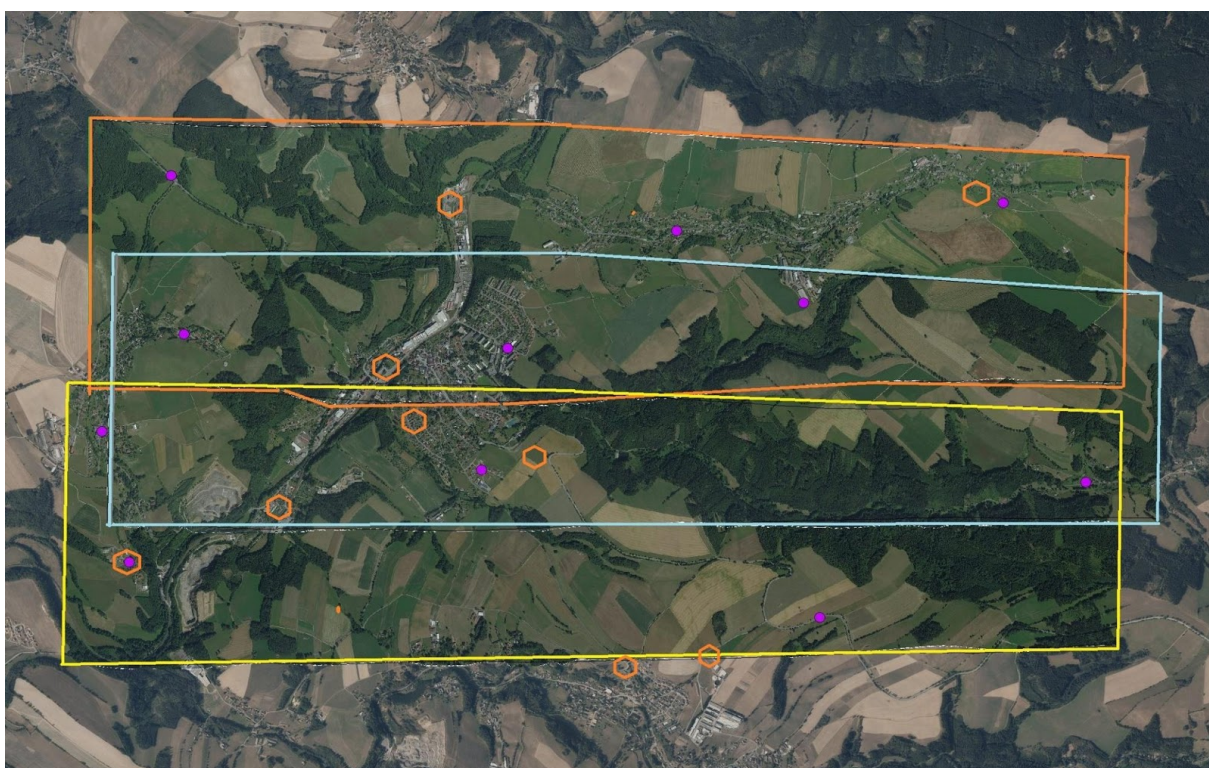
4 Výsledky lokálního ověření absolutní polohové přesnosti ortofota z digitálních obrazových pásů pořízených kamerou Leica ADS100

Jak již bylo zmíněno v úvodu, v okolí města Jablonné nad Orlicí byly v roce 2018 nasnímkovány 3 pásy území třířádkovou kamerou Leica ADS100, která byla získána do Zeměměřického úřadu v roce 2015 v rámci projektu s finanční účastí Evropské unie. V té době šlo o špičkový nástroj ke snímání barevného a barevného infračerveného obrazu území s rozlišením pixelu 10 cm na zemi, přičemž jeden řádkový senzor směřoval do nadiru, druhý pod úhlem 26° ve směru letu a třetí pod úhlem 19° v opačném směru.



Obr. 5

Lokalita Jablonné nad Orlicí byla v roce 2018 jednou z 32 podobných lokalit, které byly takto snímkovány kontinuálně v pásích s příčným překrytem 45 až 50 %. Pásky byly zde spojeny a georeferencovány pomocí 11 vlčovacíků bodů, takže vznikla 3 ortofota (N, F, B) s odlišným pohledem na objekty na zemském povrchu. Z kombinace F + B lze vyhodnocovat i stereoskopicky, tedy ve 3D. 9 skupin kontrolních bodů s původním účelem ověření absolutní polohové přesnosti ZABAGED® bylo zde využito pro kontrolu absolutní polohové přesnosti ortofot vyhotovených z pásů N, F a B. Ortofota z pohledu řádkového senzoru zpět (B) a vpřed (F) umožňují nebo naopak znemožňují viditelnost zejména pat budov v úrovni terénu a objektů pod stromovou vegetací. Z tohoto hlediska je pro tvorbu ortofota nejvýhodnější záznam ze senzoru směřujícího do nadiru, což potvrdil i počet viditelných kontrolních bodů. Výsledná střední polohová chyba je na úrovni Ortofota ČR s pixelem 20 cm, tj. 30 cm.



Obr. 6

5 Renesance letecké fotogrammetrie na obzoru?

Zatímco na počátku 2. dekády 21. století poskytovala kamera Leica ADS100 špičkové parametry, tak uprostřed téhož období byla překonána novými kamerami vybavenými senzorem typu CMOS s kapacitou kolem 400 Mpx, které při vysoké kvalitě barevných a barevných infračervených digitálních snímků umožňují dosáhnout prostorového rozlišení na zemi (Ground sample distance) 2 – 5 cm. Jeho využití však není smysluplné pro snímkování celého státního území, avšak otvírá cestu letecké fotogrammetrii k tvorbě map a pasportů železnic, dálnic a technické infrastruktury pro Digitální technickou mapu kraje. Tyto možnosti představují nepochybně renesanci letecké fotogrammetrie v České republice.