

Čtvrtstoletí ortofotografického zobrazení celého území České republiky

Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc. ^a

^a Společnost pro fotogrammetrii a dálkový průzkum

ABSTRAKT

Příspěvek se věnuje čtvrtstoletí ortofotografického zobrazení celého území České republiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

ČÚZK, ortofoto, ortofotomapa

1. ÚVOD

Na podzim roku 2023 oslavila česká fotogrammetrická komunita již čtvrtstoletí tvorby ortofotografického zobrazování **celého** území České republiky, které je realizováno dvěma cestami:

- ve sféře státních orgánů jako Ortofota ČR
- v soukromé sféře jako Ortofotomapa ČR.

Oba produkty se obsahem i využitím poněkud liší, což popisují obecné definice v Terminologickém slovníku zeměměřičství a katastru nemovitostí: Zde je uvedeno, že

ortofoto je fotogrammetrický produkt, znázorňující území zobrazené zpravidla na více ortofotosnímcích, který vzniká jejich spojením do bezešvé mozaiky georeferencované do požadovaného referenčního souřadnicového systému. Soubor rastrových dat je zpravidla rozdělen do dlaždic vymezených např. sekčními čarami listů státního mapového díla (*obr. 1*),

ortofotomapa je mapa zachovávající fotografický obraz území, tvořená jedním nebo montáží více ortofotosnímků (ortofotem) a **opatřená dalšími náležitostmi mapy** (zejména geografickým názvoslovím, vybranými mapovými značkami a měřítkem (*obr. 2*).

Technologie obou zmíněných produktů je založena na následujících procesech:

- skenování analogových fotografických snímků na přesném fotogrammetrickém skeneru (v letech 1998 – 2009), nebo na přímém pořízení snímků digitální leteckou měřickou kamerou (od r. 2010),
- použití digitálního modelu reliéfu – v případě Ortofota ČR to byl zpočátku grid 10 x 10 m v souřadnicovém systému JTSK, odvozený z výškopisu Základní mapy ČR 1: 10 000 se střední výškovou chybou 2,5 m; od roku 2014 pak digitální model reliéfu DMR 4G jako grid 5 x 5 m v souřadnicovém systému JTSK se střední výškovou chybou 40 cm v otevřeném terénu a 1 metr v lesích,
- zpracování rastrových dat softwarem pro ortogonalizaci digitálního snímku včetně transformace do použitého souřadnicového referenčního systému v úrovni referenční plochy ortofota.

2. HISTORICKÝ VÝVOJ ORTOFOGRAFICKÉHO ZOGRAZENÍ CELÉHO ÚZEMÍ ČR

Tabulka 1 ilustruje historický vývoj Ortofota ČR i Ortofotomapy ČR v uplynulých 25 letech. Ortofoto ČR vytvářel a nadále vytváří společně Zeměměřický úřad a Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, Ortofotomapu ČR pak v letech 2002-2012 GEODIS Brno, spol. s r.o. a od roku 2014 dosud soukromá společnost TopGis, s.r.o.

Černobílé letecké měřické snímkování v analogové formě pro tvorbu Ortofota ČR zajišťovala v letech 1998-2001 fotoletecká skupina Ministerstva obrany, a to ve větších blocích postupně na celém území státu. Výsledkem zpracování takto pořízených snímků bylo černobílé ortofoto celého území ČR s prostorovým rozlišením na zemi (Ground sample distance) 50 cm.

V letech 2003-2011 již bylo realizováno barevné letecké měřické snímkování v 3letém období výhradně soukromými firmami na základě veřejné obchodní soutěže vyhlašované Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním a financované úměrným dílem ČÚZK, Ministerstvem obrany a Ministerstvem zemědělství. Kromě 3 českých firem se postupně zúčastňovaly i zahraniční firmy – zejména z Rakouska, Německa, Polska, výjimečně i z Ukrajiny a Rumunska.

V letech 2003–2008 bylo Ortofoto ČR vyhotovováno jako barevné s prostorovým rozlišením na zemi 50 cm. V roce 2009 bylo prostorové rozlišení zjemněno na 25 cm na zemi a od roku 2010 pak již pořizovány letecké měřické snímky digitálně, převážně kamerami firmy Vexcel Imaging v pásmech spektra PAN, R, G, B a NIR.

V roce 2012 byl zkrácen dosavadní 3letý interval tvorby Ortofota ČR na dvouletý. V období 2016–2020 bylo dále zjemněno jeho prostorové rozlišení na 20 cm na zemi. Od roku 2020 bylo upraveno rozdělení ČR na 2 části tak, aby rozhraní tvořily hranice celých sedmi západních a sedmi východních krajů. Od roku 2021 bylo (zřejmě již naposledy) dále zjemněno prostorové rozlišení Ortofota ČR na 12,5 cm na zemi.

Při znalosti registrační značky (imatrikulace) snímkujícího letounu poskytuje služba Flightradar 24 záznam průběhu a parametrů snímkového letu. Jde o datum a čas pořízení snímků, kalibrovanou absolutní výšku letu ve stopách, rychlost letu, azimut dráhy letu, druh letadla a jeho registrační značku. Z těchto záznamů lze vytvářet aktuální přehledy o stavu leteckého měřického snímkování. Vzhledem k požadavku Ministerstva zemědělství na rozlišitelnost obdělávaných půdních bloků pro stanovení jejich ploch je doba snímkování omezena daty 25. dubna až 15. července. Úplného pokrytí bylo v roce 2023 dosaženo ke dni 12. 8. 2023.

Výjimečně lze termín snímkování akceptovat až do 15. září z důvodů trvajících oblačnosti v některých lokalitách nebo omezení přístupu vojenskými nebo civilními orgány řízení leteckého provozu. Např., v roce 2022 bylo dosaženo úplného pokrytí ČR až v polovině září.

3. ABSOLUTNÍ POLOHOVÁ PŘESNOST ORTOFOTA ČR

Řada aplikací Ortofota ČR vyžaduje garantované parametry absolutní polohové přesnosti vůči souřadnicovému referenčnímu systému JTSK. Jejich první ověření bylo uskutečněno v rámci několika diplomových prací na Západočeské univerzitě v Plzni pod vedením autora v letech 2007-2009. K jejímu dalšímu ověření byl osloven Zeměměřickým úřadem, který mu dal k dispozici zkušenou a dobře vybavenou četou pro geodetická měření jím vybraných kontrolních bodů v období 2018–2021, celkem ve 27 lokalitách ve všech krajích s výjimkou hl. města Prahy.

Kromě již dříve využívaných typů kontrolních bodů (na snímcích dobře identifikovatelných rohů budov v úrovni terénu a patek jednoduchých sloupů elektrického vedení), byly zvoleny další typy kontrolních bodů na liniových objektech, zejména v ose jednočarých vodních toků, železničních tratí a v místech přerušovaného značení osy silnice.

Souhrnná **tabulka 2** výsledků geodetického kontrolního měření několika diplomanty na Západočeské univerzitě v letech 2007 a 2008 a geodetickou četou Zeměměřického úřadu v letech 2018–2021 ukazuje vývoj středních polohových chyb Ortofota ČR jako úměrný zmenšující se střední polohové chybě o hodnotě 1,4 až 2 rozměry pixelu.

Při eventuálním dalším zmenšení prostorového rozlišení ortofota v celostátním pokrytí však již nedojde k úměrnému zmenšení střední polohové chyby převážné většiny uměle nesignalizovaných bodů, pokud by nebyly opatřeny signálními terči nebo nátěrem, jejichž údržba a náklady ukončily například použití letecké fotogrammetrie při katastrálním mapování již koncem 90. let 20. století.

4. APLIKACE ORTOFOTA ČR

Pokud jde o stálou a rozsáhlou aplikaci Ortofota ČR, tak vysoké nároky na jeho aktuálnost a přesnost mají zejména orgány Ministerstva zemědělství při digitalizaci a správě zemědělských půdních celků (LPIS), kdy se od přesnosti ortofota odvíjí přesnost určení ploch obdělávaných pozemků a následně i výše dotací zemědělcům z fondů Evropské unie.

Dalším příkladem uplatnění vyšších nároků na absolutní přesnost Ortofota ČR je jeho využití v rámci projektů komplexních pozemkových úprav (např. jako podklad pro projekt společných zařízení, rozvržení a doplnění cestní sítě a pro návrh změn druhu užívání pozemků).

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů využívá od roku 2010 digitální barevné infračervené letecké snímky vzniklé syntézou kanálů R, G a NIR, zejména pro dokumentaci zdravotního stavu lesních porostů a rozlišení různých druhů lesních porostů. V roce 2020 takto vytvořil barevné infračervené ortofoto celého území České republiky.

Aktuální Ortofota ČR je významným zdrojem dat při kancelářské identifikaci nesouladů mezi obsahem katastrální mapy a skutečným stavem ještě před vlastní revizí katastru v území. Kromě hrubých chyb polohopisu lze například ověřit skutečný průběh plotů, ohradních zdí, obvodů budov a vodních děl, identifikovat změny druhů a využití pozemků a dosud nezobrazené další prvky polohopisu (např. mosty a propustky).

Ortofota ČR je jednou ze tří součástí Digitální mapy veřejné správy, která je legislativně ukotvena v zákoně č. 111/2009 Sb., o základních registrech, a kterou od roku 2010 spravuje

Český úřad zeměměřický a katastrální. Od 1. 7. 2023 je aktuální Ortofoto ČR poskytováno jako otevřená data všem uživatelům.

5. APLIKACE ORTOFOTOMAPY ČR

Ortofotomapa, operativně pořízená na Vysokém učení technickém v Brně a firmou TopGis několik dnů po katastrofálním tornádu mezi Břeclaví a Hodonínem, se ukázala být vynikající pomůckou pro složky Integrovaného záchranného systému a následně i pro likvidaci pojistných událostí a dokumentaci stavu oprav zejména stavebních objektů. Shodou okolností pořídila firma TopGis Brno v roce 2022 letecké snímky pro tvorbu Ortofotomapy ČR pouhý týden před vypuknutím katastrofálního požáru v Národním parku České Švýcarsko. Ten trval celých 14 dní a průběh mohl být dokumentován pouze ručními leteckými kamerami z paluby hasících letadel nebo vrtulníků. Po zdolání požáru bylo uskutečněno několik akcí leteckého snímkování; např. téhož území jako na Ortofotomapě ČR firmy TopGis, a to leteckou měřickou kamerou Leica ADS 100 Zeměměřického úřadu na palubě fotogrammetrického letounu L 410-FG Ministerstva obrany.

Ortofotomapa ČR, vytvářená od roku 2014 firmou TopGis, je přebírána do portálu Seznam.cz – služby Mapy.cz a od roku 2016 je vytvářena v tříletém intervalu po celých krajích. Vlastní produkt je bezešvý a vybavený geografickými jmény sídel pro snadnější orientaci. Po vyhledání zájmové lokality lze obraz zvětšit až do měřítka 1: 260 a díky prostorovému rozlišení 12,5 cm na zemi je ještě pohledově dostatečně ostrý. Další informace o zobrazených objektech lze snadno zjistit přepnutími do některého z produktů vytvářených a poskytovaných zdarma na internetu na adrese <https://mapy.cz>.

6. DALŠÍ VÝVOJ V OBORU FOTOGRAMMETRIE

Parametry ortofota či ortofotomapy **celého** území České republiky se již zřejmě měnit nebudou, a tak se pozornost tvůrčích fotogrammetrů a inženýrů v příštím období zaměří na využití digitální obrazové korelace leteckých měřických snímků a tvorbu texturovaných 3D sítí. Tyto produkty ve formě nepravidelné trojúhelníkové sítě – na rozdíl od ortofota – umožňují zjišťovat i výšky v používaném výškovém referenčním systému a projektantům pak zakreslovat varianty projektů pozemních a dopravních staveb.

LITERATURA

ŠÍMA, J.: Ortofotomapa – soudobý nástroj zobrazování územní reality. Geobusiness, 2008, č. 5, s. 27-29 a č. 6+7, s. 33-35.

ŠÍMA, J.: Vlastnosti periodického ortofotografického zobrazení celého území České republiky. Geodetický a topografický obzor, 2008, č. 7, s. 121–129.

ŠÍMA, J.: Průzkum absolutní polohové přesnosti ortofotografického zobrazení celého území České republiky s rozlišením 0,50, 0,25, resp. 0,20 m v území na Západočeské univerzitě v Plzni. Geodetický a kartografický obzor, 55/97, 2009, č. 9, s. 214–220.

ŠÍMA, J.: O skutečné přesnosti ortofotomap. Geobusiness, 2012, č. 2, s. 34-39.

ŠÍMA, J.: Ortofoto ČR pod drobnohledem. Zeměměřič, 2014, č. 7+8, s. 8-13.

ŠÍMA, J.: Ortofoto ČR – nový kartografický produkt? Zpravodaj: Česká kartografická společnost, 2019, č. 1, s. 9-11.

ŠÍMA, J.: Ověření polohové přesnosti Ortofota ČR na celém státním území (2017-2018). Geodetický a kartografický obzor, 65/107, 2019, č. 11, s. 253-258.

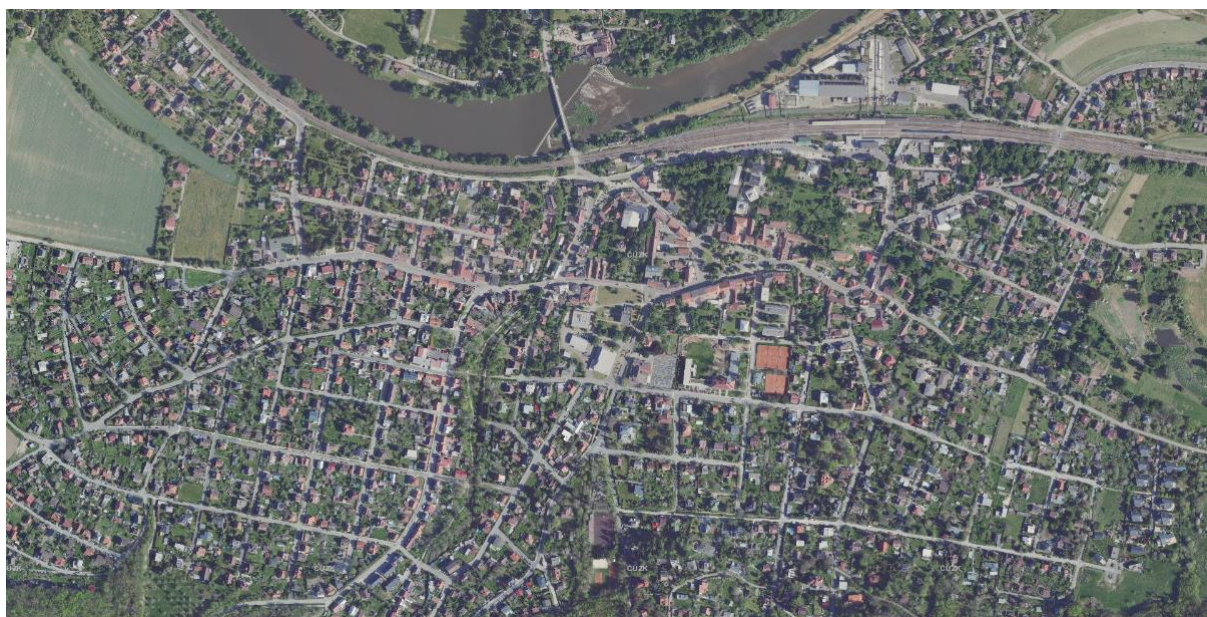
DUŠÁNEK, P. - ŠÍMA, J.: Ověření absolutní polohové přesnosti Ortofota ČR (2021-2022). Geodetický a kartografický obzor, 69/111, 2023, č. 6, s. 109-118.

Tabulky

Tabulka 1

Rok	Zeměměřický úřad a Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad (Ortofoto ČR)	Soukromé společnosti v ČR (Ortofotomapa ČR)
1998	1. cyklus Černobílé GSD 0,50 m (ze skenovaných fotografických snímků) větší lokality postupně na celém území České republiky	GEODIS BRNO, spol. s r.o.
1999		
2000		
2001		
2003	2. cyklus Barevné GSD 0,50 m východ střed západ	1. cyklus, Barevná, GSD 0,50 m (ze skenovaných fotografických snímků)
2004		
2005		
2006	3. cyklus Barevné GSD 0,50 m východ střed západ	3. cyklus, Barevná, GSD 0,20 m
2007		
2008		
2009	4. cyklus Barevné GSD 0,25 m východ (od 2010 z digitálních snímků) střed západ	4. cyklus Barevná, GSD 0,125 m (od 2010 z digitálních snímků)
2010		
2011		
2012	5. cyklus Barevné GSD 0,25 m vých. ½ záp. ½	TopGis, s.r.o.
2013		
2014	6. cyklus Barevné GSD 0,25 m vých. ½ záp. ½	5. cyklus Barevná GSD 0,125 m 1/5 ČR Barevná GSD 0,125 m 4/5 ČR
2015		
2016	7. cyklus Barevné GSD 0,20 m vých. ½ záp. ½	6. cyklus Barevná GSD 0,125 m západ Barevná GSD 0,125 m střed Barevná GSD 0,125 m východ
2017		
2018	8. cyklus Barevné GSD 0,20 m vých. ½ záp. ½	7. cyklus Barevná GSD 0,125 m západ Barevná GSD 0,125 m střed Barevná GSD 0,125 m východ
2019		
2020	9. cyklus Barevné GSD 0,20 m vých. ½ GSD 0,125 m 7 krajů západ	8. cyklus Barevná GSD 0,125 m západ Barevná GSD 0,125 m střed
2021		
2022	10. cyklus GSD 0,125 m 7 krajů východ 7 krajů západ	8. cyklus Barevná GSD 0,125 m západ Barevná GSD 0,125 m střed
2023		

Rok kontroly Ortofota ČR	2007	2009	2017	2018	2021	2022
Kontrolní pracoviště	ZČU v Plzni		Zeměměřický úřad			
Počet geodeticky zaměřených nesignalizovaných kontrolních bodů	290	732	719	750	248	240
Rozlišení (GSD) Ortofota ČR	0,50 m	0,25 m	0 20 m		0,125 m	
Použitý digitální model reliéfu pro ortogonalizaci leteckých snímků	ZABAGED® - výškopis - grid – 10 x 10 m		ZABAGED® - výškopis – DMR 4G			
Střední polohová chyba m_p	0,709 m	0,488 m	0,283 m	0,262 m	0,233 m	0,258 m



Obr. 2

