GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ ÚSTAV BRATISLAVA
Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava II

TECHNICKÁ SPRÁVA

3. CYKLUS TVORBY ORTOFOTOMOZAIKY SLOVENSKEJ REPUBLIKY 2023-2025

2026

Zodpovedný spracovateľ: Ing. Tomáš Dekan
Odbor ZBGIS
Geodetický a kartografický ústav Bratislava
Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava
E-mail: tomas.dekan@skgeodesy.sk

Vypracovali: Ing. Tomáš Dekan (GKÚ Bratislava)
Mgr. Vladimír Honec (GKÚ Bratislava)

Doložka o autorizačnom overení	
Názov zákazky/práce/projektu	Technická správa: 3. cyklus tvorby Ortofotomozaiky Slovenskej republiky 2023-2025
Počet strán	24
Prílohy (počet príloh/ počet strán)	0
Náležitosťami a presnosťou zodpovedá predpisom	
Miesto a dátum	Bratislava, 15.9.2026
Meno, priezvisko a podpis	Ing. Tomáš Dekan 
Odtlačok pečiatky a číslo osvedčenia	 Číslo osvedčenia: 005/2020

Obsah

Úvod 4
1 Technologický proces tvorby produktu Ortofotomozaika SR 6
1.1 Výber, signalizácia a zameranie vlícovacích a kontrolných bodov 7
1.2 Letecké meračské snímkovanie 8
1.3 Fotogrametrické spracovanie 13
1.3.1 Výpočet prvkov vonkajšej orientácie LMS pomocou digitálnej automatickej aerotriangulácie 13
1.3.2 Ortorektifikácia 14
1.3.3 Rádiometrické úpravy a mozaikovanie 14
1.4 Transformácia do súradnicového systému S-JTSK(JTSK) a rozdelenie do kladu mapových listov ŠMO5 17
2 Kontrola kvality 18
2.1 Kontrola rádiometrickej a sémantickej kvality 18
2.2 Kontrola polohovej presnosti 19
3 Parametre, poskytovanie a dostupnosť Ortofotomozaiky SR 21
Záver 23
Zoznam použitej literatúry 24

Úvod

Tretí cyklus tvorby ortofotomozaiky pokrývajúcej celé územie SR prebiehal v období rokov 2023 – 2025 na základe spolupráce Úradu geodézie, kartografie a katastra SR a Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR. Podobne ako pri 1. cykle tvorby (2017 – 2019) a 2. cykle tvorby (2020 – 2022) boli realizáciou tvorby Ortofotomozaiky SR poverené podriadené organizácie – Geodetický a kartografický ústav Bratislava (GKÚ) a Národné lesnícke centrum (NLC). Tvorba ortofotomozaiky bola rozdelená na tri roky (2023, 2024, 2025), pričom letecké snímkovanie bolo realizované v smere od západu na východ územia SR a prebiehalo vo vegetačnom období od mája do októbra. Počas každého roku bol vykonaný zber a spracovanie údajov z jednej tretiny územia SR. Tretí cyklus tvorby Ortofotomozaiky SR bol ukončený v auguste 2026, kedy bola spracovaná a zverejnená na poskytovanie aj posledná časť z východného Slovenska nasnímkovaná v roku 2025. Ortofotomozaika SR je k dispozícii na prezeranie prostredníctvom webovej aplikácie MAPKA ako podkladová mapa ORTOFOTO, ako webová mapová služba WMS a WMTS a je bezodplatne k dispozícii aj na stiahnutie vo forme georeferencovaných rastrových obrazov vo formáte TIFF.

Hlavné oblasti využívania produktu Ortofotomozaika SR sú:

- ako základná mapová vrstva v geografických informačných systémoch verejnej správy a samosprávy,
- aktualizácia priestorovej databázy ZBGIS®,
- zabezpečovanie cyklickej obnovy dielov pôdnych blokov a systému identifikácie poľnohospodárskych pozemkov vrátane aktualizácie ich registrov (MPRV SR) - § 5 ods. (3) písm. g zákona č. 280/2017 a hlava V kapitola II článok 70 ods. 1. Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1306/2013,
- príprava kontrol na mieste a pomocný podklad pre výkon kontrol na mieste pri kontrolách priamych platieb (PPA) – hlava III kapitola III oddiel 1 článok 36 ods. 3. Vykonávacieho nariadenia Komisie (EÚ) č. 809/2014,
- poskytovanie podpory v poľnohospodárstve v súvislosti so schémami oddelených priamych platieb podľa nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 342/2014 Z. z., ktorým sa ustanovujú pravidlá v znení neskorších predpisov,
- poskytovanie podpory a dotácie v pôdohospodárstve a rozvoji vidieka podľa zákona č. 280/2017 Z. z. z 12.októbra 2017 o a o zmene zákona č. 292/2014 Z. z. o príspevku poskytovanom z európskych štrukturálnych a investičných fondov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov,
- národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenska (NIML) v zmysle zákona o lesoch č. 326/2005 Z. z. § 46,
- spracovanie rýchlych kartografických produktov, kartografické plánovanie vojenských operácií a cvičení na území SR,
- aktualizácia a dopĺňanie údajov o vybudovaných hydromelioračných zariadeniach,
- spracovanie podkladov o vybudovaných hydromelioračných zariadeniach za účelom vydávania odborných stanovísk k žiadostiam právnických a fyzických osôb ku konaniam podľa zákona č. 25/2025 Zb. z. (Stavebný zákon) v znení neskorších predpisov a zákona č.220/2004 Z. z. o

ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov,

- poskytovanie základných aj odvodených informácii o pôde a krajine, ktoré sú poskytované prostredníctvom služby Pôdny portál a sú reprezentované najmä údajmi o Bonitovaných pôdno-ekologických jednotkách (BPEJ),
- poskytovanie a vyhodnocovanie poskytnutia štátnej podpory podnikateľským subjektom pôsobiacim v poľnohospodárskej prvovýrobe, potravinárstve, lesnom a rybnom hospodárstve,
- spracovanie informácií pre potreby zabezpečenia trvalo udržateľného rozvoja štátnych lesov,
- spracovanie informácii o výskyte nákaz prostredníctvom Veterinárneho informačného systému,
- poskytovanie podkladov pre Informačný systém geodézie, kartografie a katastra,
- poskytovanie autorizovaných a overených informácii o životnom prostredí,
- poskytnutie podkladov pre evidenciu technických údajov reprezentujúcich cestnú komunikáciu – jej súčasti a príslušenstvo na celoštátnej úrovni,
- Geografický informačný systém ŽSR,
- územné plány miest a obcí,
- manažment bezpečnostných rizík.

1 Technologický proces tvorby produktu Ortofotomozaika SR

Technologický proces tvorby produktu Ortofotomozaika SR je znázornený na nasledujúcom diagrame:



Obr. 1 Technologický proces tvorby produktu Ortofotomozaika SR

1.1 Výber, signalizácia a zameranie vlícovacích a kontrolných bodov

Medzi prípravné práce pred začatím leteckého meračského snímkovania patril výber a zameranie vlícovacích a kontrolných bodov. Vlícovacie body sú body určenej presnosti, v teréne vhodne umiestené, prípadne fotogrametricky signalizované, a na meračskej snímke dobre identifikovateľné. Predstavujú spojovací článok medzi obrazovými údajmi a mapovaným územím. Skupina vlícovacích bodov slúži na určenie prvkov vonkajšej orientácie snímky pomocou digitálnej automatickej aerotriangulácie a referencovanie bloku snímok do požadovaného geodetického referenčného systému.

Kontrolné body sú jednoznačne identifikovateľné body alebo objekty na ortofotomozaike a v teréne, ktoré slúžia na kontrolu automatickej aerotriangulácie a overenie absolútnej polohovej presnosti výslednej ortofotomozaiky.

Vlícovacie a kontrolné body spĺňali nasledujúce kritériá:

- vybrané body na teréne merané technológiou GNSS (metódou RTK alebo statickou metódou s pripojením na Slovenskú priestorovú observačnú službu (SKPOS®)) alebo vybrané body Štátnej priestorovej siete,
- geodetický referenčný systém S-JTSK(JTSK03) (kód EPSG:8353),
- výškový referenčný systém: Bpv (kód EPSG:8357),
- maximálna stredná polohová chyba m_{xy}=0,04 m,
- maximálna stredná výšková chyba m_h=0,06 m,
- vlícovacie body musia byť umiestnené minimálne v rohoch bloku snímok a na okrajoch letových línií, pokiaľ nie sú po kontrole splnené kritériá presnosti, sú dopĺňané rovnomerne vo vnútri bloku,
- počet a priestorová distribúcia kontrolných bodov boli zvolené podľa podmienok uvedených v § 7 Metodického návodu na kontrolu kvality ortofotomozaiky (ďalej len „Metodický návod“) [1].

Výber, signalizáciu a zameranie bodov v teréne vykonali zamestnanci GKÚ v spolupráci s NLC.



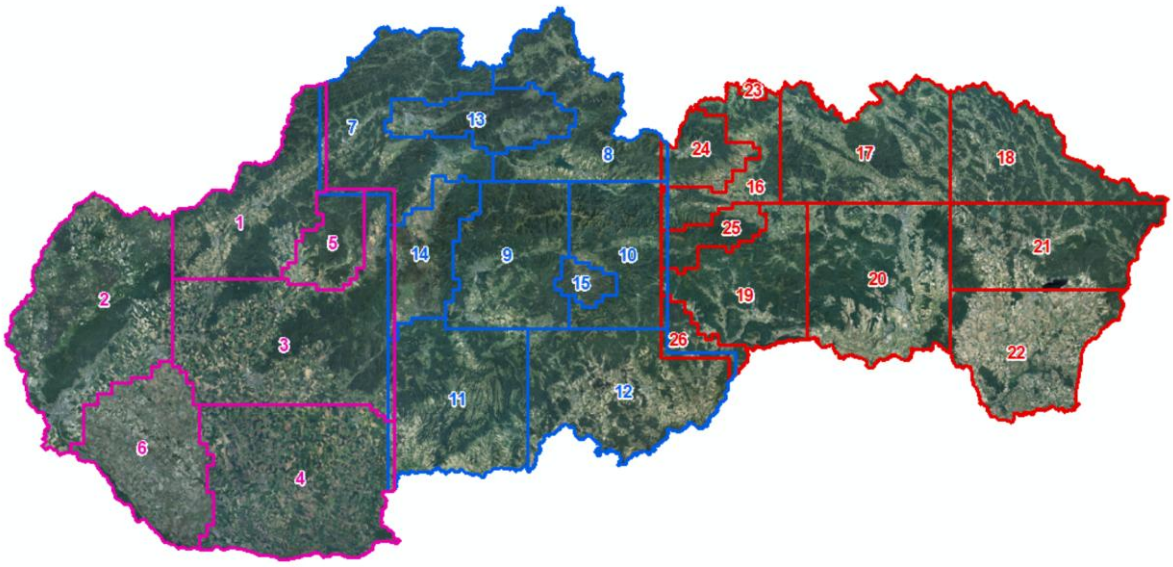
Obr. 2 Príklady signalizácie a zamerania vlícovacích a kontrolných bodov

1.2 Letecké meračské snímkovanie

Výsledkom leteckého meračského snímkovania uskutočneného v rokoch 2023 až 2025 bolo úplne plošné pokrytie mapového územia SR leteckými meračskými snímkami (LMS). V roku 2023 bola nasnímkovaná západná časť územia Slovenska (16 962 km^2), v roku 2024 bola nasnímkovaná stredná časť Slovenska (17 282 km^2) a v roku 2025 bola nasnímkovaná východná časť Slovenska (16 433 km^2). Územie SR bolo rozdelené na 26 lokalít zobrazených na obr. 3, v ktorých postupne prebiehalo letecké snímkovanie. Názov lokalít, ich výmera, rok snímkovania, použitá letecká kamera a spracovateľ sú uvedené v tabuľke č. 1.

Parametre leteckého meračského snímkovania boli stanovené tak, aby boli dodržané všetky kvalitatívne požiadavky na Ortofotomozaiku SR:

- snímkovanie bolo vykonané vo vegetačnom období od začiatku mája do konca októbra,
- celková plocha oblačnosti spolu s tieňom vrhnutým oblačnosťou na snímkach neprekročila 0,01 % plochy lokality,
- výška letu pre kameru Vexcel UltraCam Eagle M3 bola približne 3278 m nad zemským povrchom, výška letu pre kameru Vexcel UltraCam Xp bola približne 2520 m nad zemským povrchom, výška letu pre kameru Vexcel UltraCam Osprey bola približne 1920 m nad zemským povrchom a výška letu pre kameru Leica MFC150 bola približne 2100 m nad zemským povrchom,
- GSD (Ground Sampling Distance) - priestorové rozlíšenie LMS:
  - Vexcel UltraCam Eagle M3: 12 – 15 cm,
  - Vexcel UltraCam Xp: 15 cm,
  - Vexcel UltraCam Osprey: 9 cm,
  - Leica MFC150: 10 – 13 cm,
- pozdĺžny prekryt snímok: 60%,
- priečny prekryt snímok: 30%.



Obr. 3 Prehľad lokalít leteckého meračského snímkovania

Tab. 1 Lokality leteckého meračského snímkovania

Označenie	Názov	Výmera [km²]	Rok snímkovania	Kamera	Spracovateľ
1	Trenčín	2333,30	2023	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
2	Bratislava	3727,34	2023	Vexcel UltraCam Xp	GKÚ
3	Nitra	4006,25	2023	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
4	Levice	3632,01	2023	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
5	Vestenice	768,75	2023	Leica MFC150	NLC
6	Galanta	2207,54	2023	Vexcel UltraCam Osprey	NLC
7	Žilina	2839,13	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
8	Liptovský Mikuláš	2049,13	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
9	Banská Bystrica	2110,00	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
10	Brezno	1742,50	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
11	Krupina	2750,69	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
12	Lučenec	2784,22	2024	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
13	Duben	1112,00	2024	Leica MFC150	NLC
14	Žiar-Necpaly	1187,50	2024	Leica MFC150	NLC
15	Čierny Balog	260,00	2024	Leica MFC150	NLC
16	Levoča	1070,06	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
17	Stará Ľubovňa	2493,82	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
18	Svidník	1880,77	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
19	Rožňava	1872,53	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	NLC
20	Košice	2888,88	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
21	Humenné	2256,83	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
22	Michalovce	2184,24	2025	Vexcel UltraCam Eagle M3	GKÚ
23	Pieniny	44,06	2025	Leica MFC150	NLC
24	Račková	680,13	2025	Leica MFC150	NLC
25	Smižany	507,50	2025	Leica MFC150	NLC
26	Šafárikovo	413,96	2025	Leica MFC150	NLC

Pri snímkovaní boli použité nasledovné digitálne letecké kamery:

1. **Vexcel UltraCam Eagle M3**

Tab. 2 Parametre kamery Vexcel UltraCam Eagle M3

Formát senzora	105.840 mm * 68.016 mm 26460 px * 17004 px
Veľkosť pixela	4.000 µm * 4.000 µm
Ohnisková vzdialenosť	100.500 mm ±0.002 mm



Obr. 4 Vexcel UltraCam Eagle M3

2. **Vexcel UltraCam Xp**

Tab. 3 Parametre kamery Vexcel UltraCam Xp a UltraCamX Prime

Formát senzora	103.860 mm * 67.860 mm 17310 px * 11310 px
Veľkosť pixela	6.000 µm * 6.000 µm
Ohnisková vzdialenosť	100.500 mm ±0.002 mm



Obr. 5 Vexcel UltraCam Xp

3. Vexcel UltraCam Osprey

Tab. 4 Parametre kamery Vexcel UltraCam Osprey

Formát senzora	77.245 mm * 52.700 mm 20544 px * 14016 px
Veľkosť pixela	3.760 µm * 3.760 µm
Ohnisková vzdialenosť	79.600 mm ±0.002 mm



Obr. 6 Vexcel UltraCam Osprey

4. Leica MFC150

Tab. 5 Parametre kamery Leica MFC150

Formát senzora	53.362 mm * 40.006 mm 14192 px * 10640 px
Veľkosť pixela	3.760 µm * 3.760 µm
Ohnisková vzdialenosť	71.00 mm



Obr. 7 Leica MFC150 (CityMapper-2)

Prehľad LMS, z ktorých bola Ortofotomozaika SR vytvorená, spolu s presným dátumom ich snímkovania, je dostupný na stiahnutie na webovej stránke GKÚ Bratislava.

Nenasnímkované časti ortofotomozaiky v rámci 3. cyklu tvorby

Oblasť východného Slovensku bola v snímkovaná v období roku 2025 počas prebiehajúcej vojny na Ukrajine, kedy kvôli bezpečnostným opatreniam nemohli byť niektoré menšie oblasti pri hraniciach s Ukrajinou nasnímkované.
Prehľad oblastí, ktoré neboli v roku 2025 nasnímkované, je zobrazený na obr. č 8. Hranice týchto oblastí je možné stiahnuť vo vektorovom formáte Shapefile tu.



Obr. 8 Nenasnímkované oblasti v roku 2025 v rámci 3. cyklu tvorby Ortofotomozaiky SR

Chýbajúce údaje boli doplnené z Ortofotomozaiky SR z roku 2022 (2. cyklus tvorby).

1.3 Fotogrametrické spracovanie

1.3.1 Výpočet prvkov vonkajšej orientácie LMS pomocou digitálnej automatickej aerotriangulácie

Digitálna automatická aerotriangulácia (AAT) sa v rámci fotogrametrického procesu spracovania LMS považuje za najdôležitejší krok. Predstavuje aplikáciu analytickej aerotriangulácie na digitálnych LMS v počítačovom prostredí. Jej cieľom je určenie prvkov vonkajšej orientácie LMS. Vonkajšia orientácia prestavuje určenie polohy a rotácie snímky v geodetickom referenčnom systéme. Prvky vonkajšej orientácie definujú polohu a orientáciu kamery v geodetickom referenčnom systéme v momente expozície snímky. Prvkami vonkajšej orientácie sú súradnice projekčného centra (stredu premietania) a uhly, ktoré zvierajú osi kamerového súradnicového systému s osami geodetického referenčného systému.

Vstupnými dátami boli:

- digitálne LMS pokrývajúce príslušnú lokalitu,
- kalibračné protokoly použitých digitálnych kamier,
- prvky vonkajšej orientácie snímok, získané počas letu pomocou aparatúry GNSS a inerciálnej meracej jednotky (IMU) a transformované do geodetického referenčného polohového a výškového systému,
- priestorové súradnice vlícovacích a kontrolných bodov vyskytujúcich sa v príslušnej lokalite,
- údaje o priemernej výške terénu v danej lokalite.

Výpočty boli vykonané na fotogrametrických pracovných staniciach s využitím programu Trimble Inpho MATCH-AT. Výsledkom výpočtu AAT boli:

- prehľad dosiahnutých stredných chýb a maximálnych odchýlok v súbore spojovacích bodov, vlícovacích bodov, kontrolných bodov a stredných chýb vypočítaných prvkov vonkajšej orientácie,
- zoznam bodov, v ktorých boli významne prekročené apriórne hodnoty smerodajných odchýlok a preto boli z výpočtu vylúčené,
- výsledný zoznam stredov premietania všetkých snímok s uvedením ich polohových súradníc v systéme S-JTSK(JTSK03) (kód EPSG:8353), výšok v systéme Bpv (kód EPSG:8357) a uhlových prvkov vonkajšej orientácie každého snímky (ω, ϕ, κ).

1.3.2 Ortorektifikácia

Účelom ortorektifikácie je diferenciálne prekreslenie leteckej meračskej snímky zo stredového priemetu na ortogonálny (pravouhlý) a odstránenie radiálnych posunov obrazu spôsobených výškovými rozdielmi terénu. Vykonáva na základe znalosti o prvkoch vnútornej a vonkajšej orientácie snímky a výškového modelu zobrazeného územia. Procesom ortorektifikácie vzniknú ortosnímky, ktorých obsah v realite je ortogonálne zobrazený do referenčnej roviny a má jednotnú mierku.

Digitálna LMS je zložená z obrazových prvkov (pixelov). Ku každému z nich je zistená výška zobrazeného územia nad porovnávacou rovinou, ktorá sa odvodzuje z digitálneho výškového modelu územia a následne je vypočítaná jeho nová poloha v rastri s ohľadom na výšku zobrazeného územia.
Pre tretí cyklus tvorby produktu Ortofotomozaika SR (2023 – 2025) bol použitý digitálny výškový model s priestorovým rozlíšením 1 m/pixel, ktorý bol vytvorený z údajov 1. cyklu (2017 – 2023) projektu leteckého laserového skenovania realizovaného ÚGKK SR. Digitálny výškový model bol doplnený o 3D polygóny mostov.
Ortorektifikácia bola vykonaná pomocou softvéru Trimble Inpho OrthoMaster.
Vstupnými dátami boli:

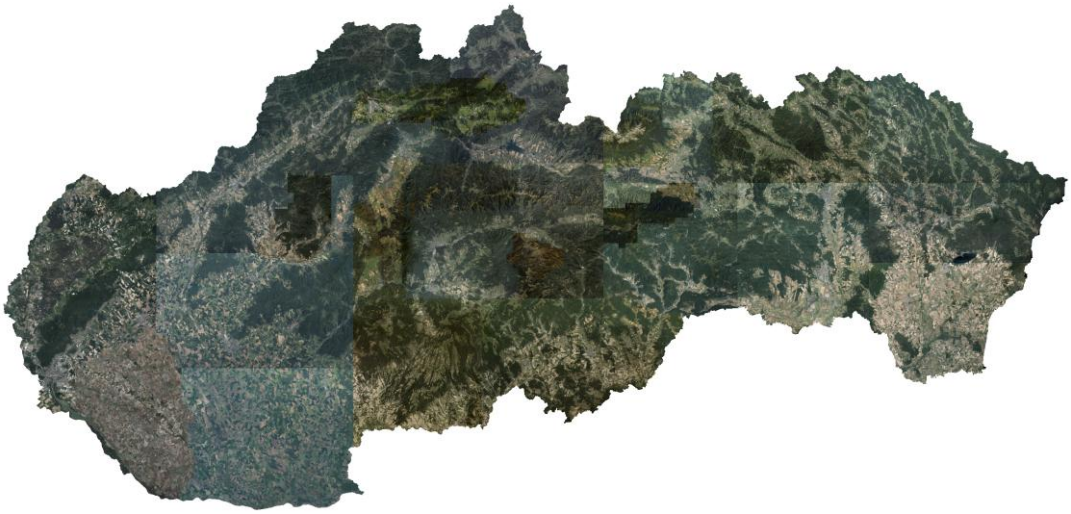
- súbory leteckých meračských snímok vo formáte TIFF,
- prvky vonkajšej orientácie všetkých použitých snímok (výsledok výpočtu AAT),
- zvolený digitálny výškový model,
- rozmer pixela v úrovni porovnávacej roviny (0,15 m).

Výsledné digitálne farebné ortosnímky sú georeferencované, čiže poloha každého pixelu je definovaná súradnicami (X, Y) v použitom geodetickom referenčnom systéme S-JTSK(JTSK03) (kód EPSG:8353).

1.3.3 Rádiometrické úpravy a mozaikovanie

Cieľom tejto etapy spracovania bolo vytvorenie ortofotomozaiky, ktorá predstavuje súbor ortosnímok spojených do jednotného obrazového celku bez prekrytov, medzier a viditeľných jasových a farebných rozdielov pozdĺž spojovacích čiar.
Pri procese vytvárania ortofotomozaiky bolo dôležité zaistiť rádiometrické a farebné vyrovnanie digitálneho obrazu všetkých ortosnímok. Rádiometrické úpravy sa realizovali v dvoch častiach:

- manuálne rádiometrické úpravy, kde sa podľa potreby sa upravovali jednotlivé snímky, aby sa farebne a jasovo k sebe čo najviac približovali.
- automatické rádiometrické úpravy, ktoré sa aplikovali na všetkých snímkach, ako celku, po manuálnych úpravách.



Obr. 9 Ortofotomozaika pred rádiometrickými úpravami

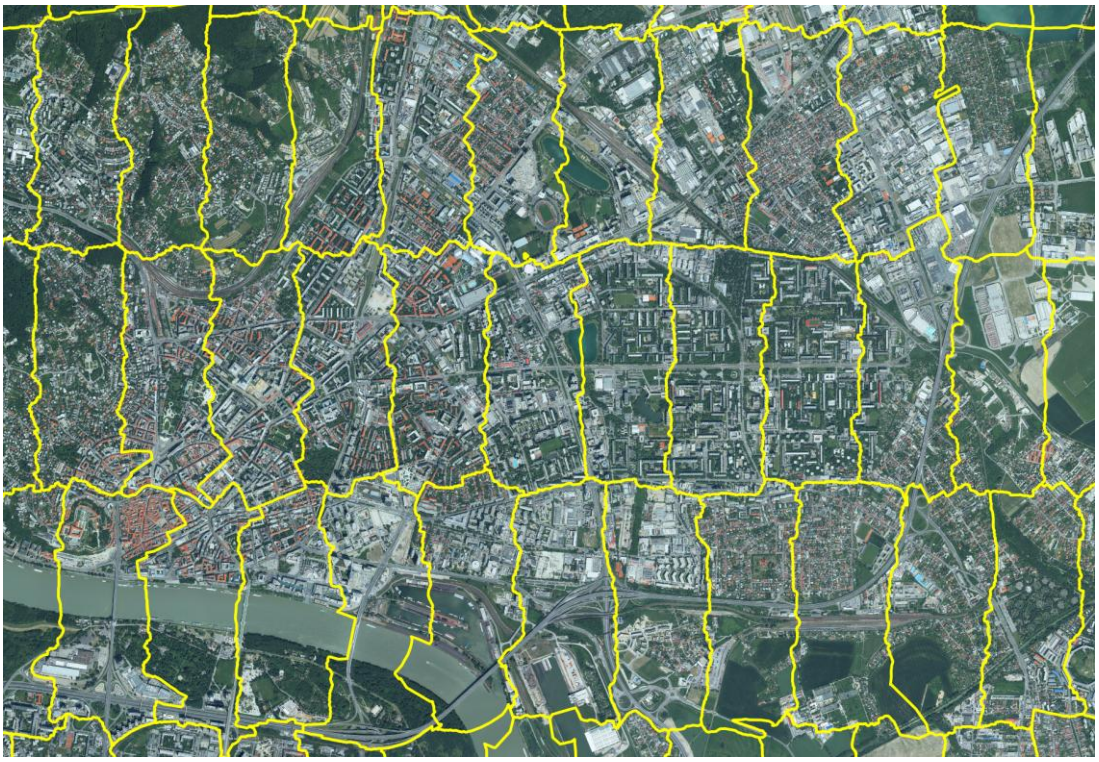


Obr. 10 Ortofotomozaika po rádiometrických úpravách

Mozaikovanie sa realizovalo automaticky medzi susednými ortosnímkami v priestore ich pozdĺžneho či priečneho prekrytu. Na tieto účely sa použil softvér OrthoVista a Seam Editor. Vstupnými parametrami boli:

- vektorová vrstva objektov (budovy), cez ktoré vyhľadávací algoritmus nebude viesť spojovacie čiary,
- druh zobrazeného územia (intravilán, extravilán, zmiešaný druh územia),
- miera a spôsob rozostrenia obrazu pozdĺž spojovacej čiary susedných snímok.

V prípade potreby boli spojovacie čiary upravené manuálne.



Obr. 11 Priebeh spojovacích čiar pri mozaikovaní ortosnímok v rámci lokality

Jednotlivé lokality boli medzi sebou mozaikované manuálne.



Obr. 12 Ukážka priebehu spojovacích čiar medzi jednotlivými lokalitami

1.4 Transformácia do súradnicového systému S-JTSK(JTSK) a rozdelenie do kladu mapových listov ŠMO5

Ďalším krokom bola transformácia ortofotomozaiky z geodetického referenčného systému S-JTSK(JTSK03) (kód EPSG:8353) do S-JTSK(JTSK) (kód EPSG:5514) s využitím transformačnej metódy NADCON a príslušných transformačných súborov (*Slovakia_JTSK03_to_JTSK.LAS, Slovakia_JTSK03_to_JTSK.LOS*), obsahujúcich súradnicové rozdiely medzi realizáciami JTSK03 a JTSK geodetického referenčného systému S-JTSK v tvare elipsoidických súradníc na úrovni Besselovho elipsoidu. Tieto súbory sú dostupné na webovej stránke GKÚ Bratislava.
Nasledujúcou etapou bolo automatické rozdelenie pretransformovanej ortofotomozaiky podľa kladu listov Štátnej mapy odvodenej 1:5 000 (ŠMO5) (obr. 13). Takto vzniknutý jeden mapový list ortofotomozaiky pokrýva územie 2,5 x 2 km. Formát rastrového súboru je TIFF, umiestňovací súbor *.tfw je vztiahnutý k severozápadnému rohu rastrového súboru, a to k stredu prvého pixela. Rozmery rastrového súboru sú 16 668 x 13 335 pixelov. Priestorové rozlíšenie rastra je 15 cm/pixel. Transformácia a rozdelenie ortofotomozaiky do kladu mapových listov sa vykonala v prostredí aplikácie ArcGIS Pro.



Obr. 13 Rozdelenie Ortofotomozaiky SR podľa kladu mapových listov ŠMO5

2 Kontrola kvality

Kontrola kvality produktu Ortofotomozaika SR sa vykonávala podľa postupu uvedeného v Metodickom návode [1] a pozostávala z:

1) kontroly rádiometrickej a sémantickej kvality,
2) kontroly polohovej presnosti.

2.1 Kontrola rádiometrickej a sémantickej kvality

Splnenie požadovaných kritérií vykonal operátor vizuálnou kontrolou nad množinou kontrolovaných dlaždíc ortofotomozaiky, ktorá vznikla výberom podľa nasledujúcich kritérií:

a) 5 % náhodne vybraných kontrolovaných dlaždíc ortofotomozaiky,
b) 5 % kontrolovaných dlaždíc ortofotomozaiky zo všetkých tých, na ktorých sa nachádzajú objekty ZBGIS z triedy objektov budova (AL015) s výškou viac ako 15 metrov (HGT >= 15),
c) 1 % kontrolovaných dlaždíc ortofotomozaiky spadajúcich do extravilánu,

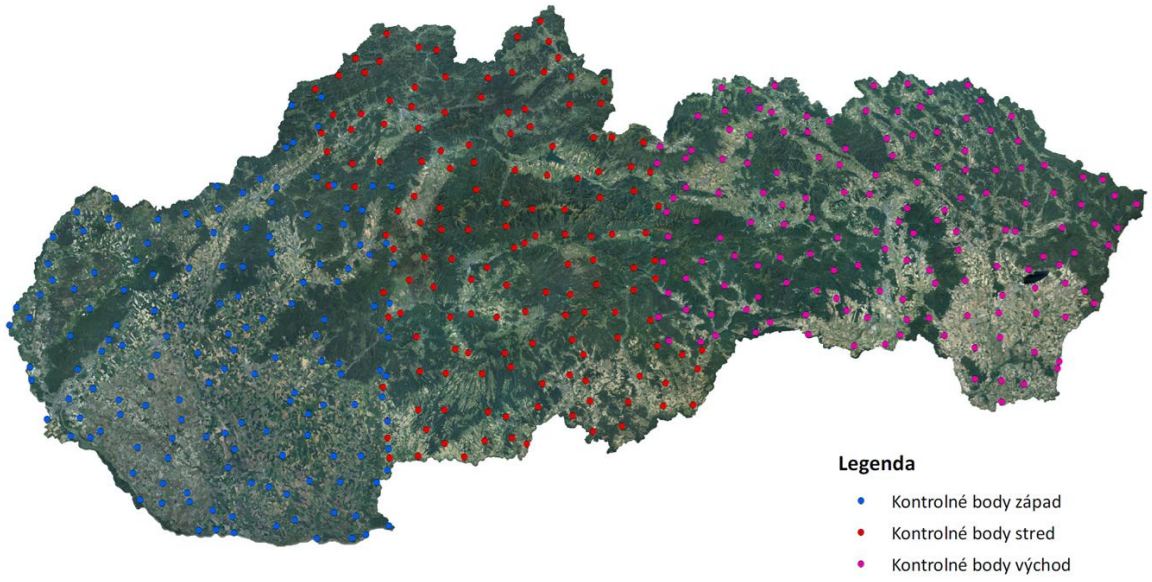
kde kontrolovaná dlaždica predstavuje výrez z ortofotomozaiky s územným rozsahom, ktorý zodpovedá územnému rozsahu jedného mapového listu ŠMO5.

Na základe výsledkov kontroly vyplýva, že Ortofotomozaika SR spĺňa stanovené kvalitatívne požiadavky:

(1) Ortofotomozaika je vyhotovená v spektrálnom variante RGB – obraz je zložený zo spektrálnych pásiem červená, modrá a zelená.
(2) Rádiometrické rozlíšenie (farebná hĺbka) je 8 bitov.
(3) Ortofotomozaika vytvára harmonický, vizuálne jednotný dojem, bez prekrytov a medzier.
(4) Spájacie čiary ortofotomozaiky nie sú viditeľné.
(5) Na protiľahlých stranách, vzhľadom na spájacie čiary, je farebné, jasové a kontrastné podanie obrazu ortofotomozaiky bez viditeľných rozdielov na homogénnych plochách.
(6) Rozloha oblačnosti spolu s tieňom vrhnutým oblačnosťou na kontrolovanom území je menšia ako 0,01% jeho rozlohy.

2.2 Kontrola polohovej presnosti

Kontrola absolútnej polohovej presnosti Ortofotomozaiky SR sa vykonala pomocou množiny kontrolných bodov (KB), ktorých rozmiestnenie, počet a parametre spĺňajú všetky podmienky uvedené v kapitole 1.1.



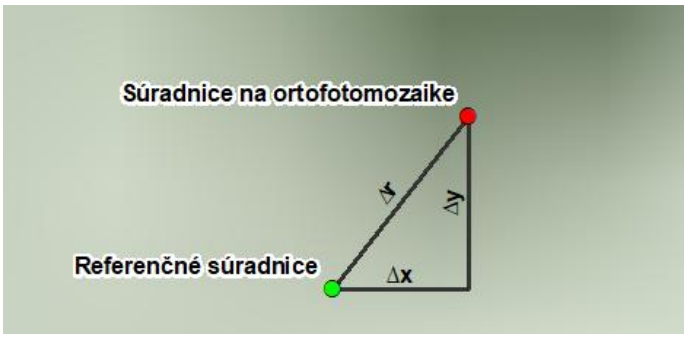
Obr. 14 Rozmiestnenie kontrolných bodov

Meranie súradníc KB na ortofotomozaike sa vykonalo v 3 nezávislých meraniach. Súradnice KB na ortofotomozaike sa určili ako priemer z jednotlivých meraní. Počet použitých KB pri kontrole polohovej presnosti je uvedený v tabuľke č. 7 a ich rozmiestnenie je znázornené na obr. 14.

Polohová presnosť ortofotomozaiky sa posudzovala podľa nasledujúcich vzťahov [3], [4], [5]:
Chyba kontrolného bodu Δr – predstavuje vzdialenosť medzi polohou bodu na ortofotomozaike a jeho referenčnou polohou (obr. 15). Vypočíta sa z rozdielu súradníc meraných na ortofotomozaike a referenčných súradníc:

$$\Delta x_i = x_{orto_i} - x_i,$$
$$\Delta y_i = y_{orto_i} - y_i,$$
$$\Delta r_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2},$$

kde x je referenčná súradnica x kontrolného bodu určená meraním v teréne,
y je referenčná súradnica y kontrolného bodu určená meraním v teréne,
x_{orto} je súradnica x kontrolného bodu meraná na ortofotomozaike,
y_{orto} je súradnica y kontrolného bodu na meraná ortofotomozaike,



Obr. 15 Chyba kontrolného bodu Δr

Stredná chyba $RMSE_x$ (Root mean square error) v súradnici x:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i^2}{n}}$$

Stredná chyba $RMSE_y$ v súradnici y:

$$RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta y_i^2}{n}},$$

kde n je počet kontrolných bodov.

Stredná polohová chyba $RMSE_{xy}$:

$$RMSE_{xy} = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$

CE95 (Circular error 95%):

$$CE95 = 1{,}7308 * RMSE_{xy}$$

Hodnota CE95 definuje polomer kružnice so stredom v určenom bode na ortofotomozaike, vnútri ktorej sa s 95% pravdepodobnosťou nachádza jeho skutočná horizontálna poloha. Predstavuje veľkosť polohovej chyby, ktorá nebude v 95% prípadov prekročená.

Tab. 6 Výsledky kontroly polohovej presnosti jednotlivých častí Ortofotomozaiky SR

Územie	Celkový počet KB	Počet KB s $\Delta r < 3 * GSD$	Počet KB s $\Delta r > 5 * GSD$	$RMSE_x$ [m]	$RMSE_y$ [m]	$RMSE_{xy}$ [m]	CE_{95} [m]
Západ SR	153	100%	0	0,116	0,124	0,169	0,293
Stred SR	150	100%	0	0,110	0,138	0,176	0,305
Východ SR	150	100%	0	0,108	0,110	0,154	0,267

Tab. 7 Výsledky finálnej kontroly polohovej presnosti ortofotomozaiky z celého územia SR

Územie	Celkový počet KB	Počet KB s $\Delta r < 3 * GSD$	Počet KB s $\Delta r > 5 * GSD$	$RMSE_x$ [m]	$RMSE_y$ [m]	$RMSE_{xy}$ [m]	CE_{95} [m]
Celá SR	453	100%	0	0,111	0,124	0,167	0,289

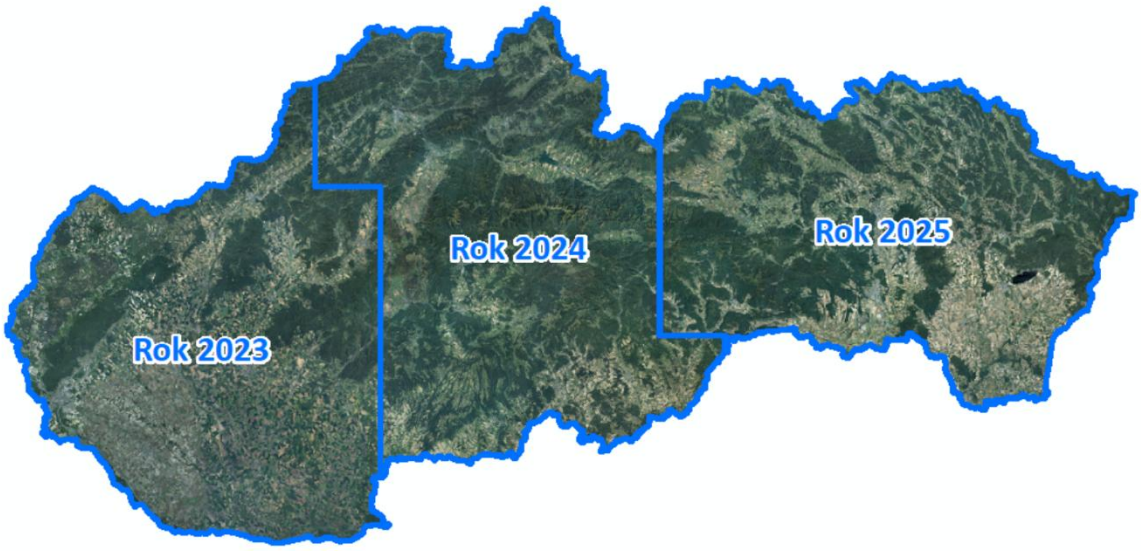
Z dosiahnutých výsledkov kontroly polohovej presnosti (tabuľka č. 7) vyplýva, že ortofotomozaika vyhovuje požadovaným kritériám presnosti:

a) stredná polohová chyba $RMSE_{xy}$ dosahuje hodnoty menšie ako 2-násobok GSD,
b) 95 % zo všetkých meraných kontrolných bodov dosahuje hodnotu Δr menšiu ako 3-násobok GSD,
c) všetky kontrolné body dosahujú hodnotu Δr menšiu ako 5-násobok GSD,

kde GSD vyjadruje vzdialenosť medzi stredmi susedných pixelov ortosnímky meranú na zemskom povrchu. Pre produkt Ortofotomozaika SR 3. cyklus tvorby (2023-2025) má GSD hodnotu 0,15 m.

3 Parametre, poskytovanie a dostupnosť Ortofotomozaiky SR

Parametre poskytovanej Ortofotomozaiky SR:
Formát: TIFF + TFW,
Rozmery: 16 668 x 13 335 pixelov,
Priestorové rozlíšenie: 15 cm/pixel,
Počet kanálov: 4 (RGBN, 8-bit),
Súradnicový systém: S-JTSK(JTSK) - kód EPSG:5514
Počet mapových listov v klade ŠMO5 (1:5000): 3418 ML = územie západného Slovenska, 3435 ML = územie stredného Slovenska, 3422 ML = územie východného Slovenska.



Obr. 16 Prehľad rozdelenia Ortofotomozaiky SR

Produkt Ortofotomozaika SR je poskytovaný bezodplatne online formou na stiahnutie z vládneho cloudu ako ZIP balíčky rozdelené po jednotlivých častiach pre západ, stred a východ SR. Odkazy na stiahnutie sú uvedené na webovej stránke GKÚ Bratislava. Na cloude sú dostupné rastre vo farebnom variante RGBN (RGB+NIR) aj RGB. Údaje v menšom rozsahu (do 20 mapových listov vo variante RGB) je možné voľne stiahnuť cez aplikáciu MAPKA. Viac informácií sa nachádza

v pomocníkovi k aplikácii. Na údaje Ortofotomozaiky SR sa vzťahujú podmienky poskytovania a používania údajov.
Ortofotomozaika SR je voľne k dispozícii aj prostredníctvom zobrazovacích OGC webových mapových služieb:

- WMS: https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wms/service.svc/get
- WMTS: https://zbgisws.skgeodesy.sk/zbgis_ortofoto_wmts_sjtsk/service.svc/get

Klad mapových listov Ortofotomozaiky SR vo formátoch ESRI Geodatabase, ESRI Shapefile a GeoPackage je voľne dostupný na stiahnutie na webovej stránke GKÚ Bratislava.

Na webovej stránke GKÚ Bratislava je taktiež dostupný na stiahnutie vo formáte ESRI Shapefile prehľad LMS, z ktorých bola ortofotomozaika vytvorená, kde je uvedený dátum ich nasnímkovania.



Obr. 17 Prehľad leteckých meračských snímok s dátumom ich snímkovania

Záver

Ortofotomozaika SR vytvorená v priestorovom rozlíšení GSD = 0,15 m v rámci tretieho cyklu tvorby v období rokov 2023 – 2025 spĺňa požadované kritériá na polohovú a rádiometrickú presnosť, ktoré boli stanovené v Metodickom návode na kontrolu kvality ortofotomozaiky [1]. Ortofotomozaika vytvára harmonický, vizuálne jednotný dojem, spojovacie čiary ortofotomozaiky nie sú viditeľné a oblačnosť sa v obraze prakticky nevyskytuje. Kontrolou absolútnej polohovej presnosti bola zistená stredná polohová chyba $RMSE_{xy}$ = 0,167 m, čo je výrazne pod prípustnou hodnotou 2-násobku GSD v zmysle stanovených kritérií. Pri používaní Ortofotomozaiky SR je dôležité brať ohľad na to, že polohovo správne sú zobrazené len tie objekty, ktoré sa nachádzajú na úrovni terénu, ako napr. päty budov, stĺpov, komínov, stromov a pod. Taktiež je dôležité zobrať do úvahy, že krajina sa v čase mení a od doby snímkovania po dobu použitia Ortofotomozaiky SR mohlo dôjsť k zmenám v krajine z dôvodu pôsobenia prírodných javov alebo ľudskej činnosti, preto do budúcna bude nevyhnutné cyklicky vykonávať letecké meračské snímkovanie a vytvárať aktuálnu Ortofotomozaiku SR minimálne v takej kvalite, ako tomu bolo v tomto treťom cykle.

V Bratislave 15.9.2026

Ing. Tomáš Dekan



Zoznam použitej literatúry

[1] *Metodický návod na kontrolu kvality ortofotomozaiky* [online]. 2020. O 84.11.13.32.92-16. Dostupné na internete: < https://www.skgeodesy.sk/files/sk/slovensky/ugkk/kataster-nehnutelnosti/technicke-predpisy-ine-akty-riadenia/mn_kontrola_kvality_ortofotomozaiky_2018_aktualizacia_2_dodatok.pdf>.

[2] *Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastra* [online]. Dostupné na internete: <http://www.skgeodesy.sk/sk/terminologicky-slovnik/>.

[3] KENTON, R.: *Geopositional Statistical Methods* [online]. 2004. Dostupné na internete: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20080021615/downloads/20080021615.pdf>.

[4] *Geospatial Positioning Accuracy Standards Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy* [online]. 1998. FGDC-STD-007.3-1998. Dostupné na internete: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/accuracy/part3/chapter3>

[5] GREENWALT, C.R. - SCHULTZ, M.E.: *Principles and Error Theory and Cartographic Application* [online]. 1962. Dostupné na internete: <https://www.fgdc.gov/standards/projects/accuracy/part3/tr96>.

[6] *Technická správa: 1. cyklus tvorby Ortofotomozaiky Slovenskej republiky 2017-2019* [online] Dostupné na internete: <https://www.gku.sk/files/gku/produkty-sluzby/zbgis/technicka_sprava_ortofotomozaika_sr_2017-2019.pdf>.

[7] *Technická správa: 2. cyklus tvorby Ortofotomozaiky Slovenskej republiky 2020-2022* [online] Dostupné na internete: <https://www.gku.sk/files/gku/produkty-sluzby/zbgis/technicka_sprava_ortofotomozaika_sr_2020-2022.pdf>.