

Renáta ŠRÁMKOVÁ

## DIGITÁLNE ORTOFOTOMAPY SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Šrámková R.: Continuous orthophotomaps of the Slovak Republic. Kartografické listy 2004, 1 figs., 2 refs.

**Abstract:** Geodis Slovakia started project of colour orthophotomap the Slovak Republic (SR) in April 2002 and was completed in September 2003. The aerial metric images are collected at the basic scale of 1:26,000 using the inertial navigation system Applanix and the height resolution scanning. The analytic aerial aero triangulation provides the best quality of product with mean quadratic error in the horizontal and vertical planes  $M_{xyz} = 0.4$  m. The continual ortho-photo processing procedure is providing usually technology of orthophoto production in the 1:5,000 map layouts. Planimetry accuracy of orthophotomaps is 1.5 m and resolution is 1m and 0.5 m pixel size. This actual orthophoto covering of the whole SR is new way to have excellent data quality applicable for various purposes in public and private sector.

**Keywords:** basic scale, aero triangulation, orthophoto, resolution

### Úvod

Digitálne ortofotomapy predstavujú v súčasnosti hodnoverný mapový podklad, ktorý sa dá rýchlo a podľa potreby aktualizovať. Splňajú požiadavky na komplexný digitálny mapový obraz o stave terénu a predmetov na ňom. Na území SR existuje kontinuálna digitálna ortofotomapa SR ako aj ucelené územné celky presnej podrobnej digitálnej ortofotomapy. Týmto produktom, ako aj jeho technickými parametrami a využitím, sa zaoberajú príspevky [1], [2].

### Kontinuálna farebná ortofotomapa Slovenskej republiky

V rokoch 2002 a 2003 prebiehala tvorba farebnej ortofotomapy SR, na ktorej sa GEODIS SLOVAKIA, s.r.o. – prevádzka fotogrametrie, podieľal spracovaním polovice územia SR. Ďalšiu polovicu územia SR spracovala spoločnosť EUROSENSE, s. r. o. Tvorba tohto mapového diela sa realizovala v koordinácii s viacerými subjektmi, pričom jeho prvé využitie je, že slúži ako podkladový materiál pre účely *Integrovaného administratívneho a kontrolného systému* (IACS) v rezorte Ministerstva pôdohospodárstva SR. *Register produkčných plôch* (LPIS) sa vytvára na podklade týchto digitálnych ortofotomáp, ktoré slúžia ako aktuálny mapový podklad.

### Technologický proces

Mapové dielo vzniklo štandardným technologickým procesom tvorby digitálnych ortofotomáp. Základom tohto mapového produktu boli *letecké meračské snímky* (LMS) v mierke snímkovania 1:26 000 s prednáletovou signalizáciou a stabilizáciou líčovacích bodov (LB). Územie sa spracovávalo po blokoch v závislosti od rozsahu snímkovanej územia a v požadovaných dodávkových etapách. Na pokrytie celého územia SR bolo treba ca 6 000 LMS. Letecké snímkovanie sa vykonávalo v smere osí východ-západ rovnobežných s osami štátneho súradnicového systému S-JTSK, vzhľadom na jeho spracovanie a dodávku po mapových listoch (ML) ŠMO v mierke 1:5 000. Projektované súradnice stredov projekcií jednotlivých snímok boli transformované zo systému JTSK do systému WGS 84 a vložené do palubného počítača. Pomocou príjmu signálu z družíc GPS sa vykonal približovací manéver vo vybranej lokalite snímkovania a presná expozícia jednotlivých snímok

v plánovaných stredoch projekcií. Na letecké snímkovanie sa používajú pravidelne kalibrované letecké meračské kamery so známymi súradnicami hlavného bodu  $H'$  v snímkovom súradnicovom systéme  $(x'_0, y'_0)$  a využitím inerciálneho systému GPS/INS od firmy Applanix, ktorý meria orientačné uhly osi záberu kamery v okamihu expozície.

Skenovanie LMS sa vykonalo špeciálnymi fotogrametrickými skenermi s rozlíšením 14 alebo 20 mikrometrov v závislosti od zvolenej technológie spracovateľa. Táto voľnosť je možná z dôvodu základnej požiadavky dodávky ortofotomapy s rozlíšením pixel = 1 m pre potreby IACS.

Približná poloha LB bola vopred plánovaná. Tieto body boli v teréne signalizované a stabilizované pred náletom, a to terčom, alebo náterom na vhodnej pevnej kontrastnej ploche a následne zamerané metódou GPS. Vyvolanie filmov sa vykonalo štandardným vyvolávacím procesom pre použitý druh filmu vo fotolaboratóriách spracovateľov za prítomnosti dôstojníka Topografickej služby armády SR, ktorý vykonal odtajnenie snímkových materiálov na ďalšie spracovanie. Meraenie vstupných údajov pre analytickú *aerotrianguláciu* (AAT), ako aj výpočet priestorových súradníc LB v referenčnom systéme realizovali fotogrametri s dlhoročnou praxou. Výpočty sa vykonávali programom MATCH AT so strednou polohovou a výškovou chybou do 0,4 m.

Digitálny model terénu na ortogonalizáciu snímok bol novo vytvorený, a to fotogrametrickými technológiami a v čiastkových lesných častiach kontrolou vektorového vrstevnicového 3D modelu a jeho fotogrametrickým doplnením a spresnením. Kontrola výškopisu sa vykonala stereoskopicky. Pri digitálnom diferencionálnom prekreslení digitálnych leteckých snímok sa venovala vysoká pozornosť ich geometrickej a rádiometrickej (farebnej) korekcii. Prekreslené snímky sa navzájom mozaikovali do kontinuálnych ucelených území. Farebné podanie sa upravuje nielen medzi ML, ale kontinuálne v dodávanom bloku a tiež aj medzi blokmi a jednotlivými spracovateľmi. Výsledná dodávka ortofotomáp sa vykonáva v klade ML ŠMO 1:5 000. Základný dátový formát ortofotomáp je TIFF, pričom sa dodávajú vo formáte podľa požiadaviek zákazníka. Obaja spracovatelia ortofotomáp v rámci svojej vlastnej réžie vyhotovili digitálne ortofotomapy s rozlíšením veľkosti pixla 0,5 m.

V súčasnosti je k dispozícii 100 % územia SR. Dielo bolo ukončené na jeseň 2003. Dajú sa uspokojiť rôzne želania zákazníkov od dodávky malých plôch až po pokrytie celého územia SR. Tiež sa dodávajú plochy pokryté ortofotomapou podľa záujmového koridoru líniovej stavby (napr. komunikácie), trasy pozdĺž plynovodov, telekomunikačných spojov alebo elektrických vedení. Pre tieto líniové prvky je možné dodať pásy pokryté ortofotomapou zadaním dĺžky osi a šírky pásu.

#### **Základné informácie ku kontinuálnej ortofotomape:**

- v roku 2002 a 2003 bolo snímkovaných 100 % územia,
- podklad ortofotomáp tvoria farebné LMS v mierke 1:26 000,
- výsledkom spracovania sú digitálne ortofotomapy v klade ML ŠMO mierky 1:5 000,
- polohová presnosť ortofotomapy je do hodnoty  $m_{xy} = 1,5$  m,
- rozlíšenie ortofotomapy je pixel = 1 m, resp. pixel = 0,5 m ,
- dielo bude priebežne aktualizované v časovom intervale maximálne 5 rokov.

#### **Využitie**

Ukončenie spracovania kontinuálnej farebnej digitálnej ortofotomapy z celého územia SR sa stáva dôležitým medzníkom v dejinách tvorby mapových diel v SR. Doteraz nebolo vytvorené tak komplexne aktuálne kontinuálne mapové dielo z hľadiska rýchlosti snímkovania a spracovania LMS. Vytvorené mapové dielo je veľmi dobre využiteľné v štátnej správe, samospráve, pre rôzne organizácie, obranu, životné prostredie, nevynímajúc súkromnú sféru. Poskytuje dátový zdroj na množstvo účelových aplikácií pre veľké územné celky. Predpoklad periodickej aktualizácie zaručuje aktuálnosť dynamických informácií maximálne 5 rokov. Dodržaním parametrov tvorby ortofotomapy boli splnené požiadavky kvality *Európskej komisie* (EC) na jednotky *Monitoringu pôdohospodárstva pomocou techník diaľkového prieskumu Zeme* projektu MARS (*Monitoring Agriculture through Remote Sensing techniques* - <http://www.marsop.info>).

## Podrobná ortofotomapa

Popri kontinuálnej ortofotomape SR treba spomenúť aj tvorbu presnejšej a podrobnejšej ortofotomapy, ktorá spĺňa požiadavky škály veľkých mierok. V súlade s tým by sa jej tvorbe mali prispôbiť základné technické parametre a tiež aj spôsob spracovania. Hlavné využitie presných ortofotomáp vychádza z potrieb *Slovenského pozemkového fondu* (SPF) ako aj iných orgánov a organizácií štátnej správy a samosprávy, ktoré využívajú dáta katastra nehnuteľností (predovšetkým grafiku vo vektorovom tvare) vo väzbe na aktuálny a polohovo presný mapový podklad (terén) ortofotomáp.

### Účelové digitálne ortofotomapy

*Účelové digitálne ortofotomapy* (ÚDO) vznikajú štandardným technologickým procesom tvorby digitálnych ortofotomáp, ktorého základom sú LMS v mierke snímkovania 1:7 000 až 1:8 000 s prednáletovou signalizáciou. Tieto mierky snímky sú potrebné na splnenie požadovanej presnosti a konfrontácie s vektorovými dátami v základnej mierke výslednej mapy 1:2 000.

Technologický postup tvorby presnej ortofotomapy je podobný ako u kontinuálnej ortofotomapy, preto spomenieme len odlišnosti. Signalizované lícovacie body sa zamerajú metódou GPS a po blokoch sa vyrovnajú. Presnosť určenia polohy takto zameraných a vypočítaných bodov odpovedá požiadavke na *triedu presnosti tri* (TP3) bodov primárneho polohového bodového poľa (PPBP) charakterizované strednou súradnicovou chybou ( $m_{xy}$ ) a strednou výškovou chybou ( $m_z$ ), t. j.  $m_{xyz} = 0,06$  m (podľa *STN 73 0415 – Geodetické body a I 984 121 I/93 – Inštrukcia pre práce v polohových bodových poliach*). Meranie vstupných údajov pre analytickú *aerotrianguláciu*, ako aj výpočet priestorových súradníc lícovacích bodov v referenčnom systéme sa vykonávajú programom MATCH AT so strednou polohovou a výškovou chybou  $m_{xyz} = 0,10$  m. Digitálny model terénu pre diferenciálne digitálne prekreslenie snímok sa vytvára nanovo, a to fotogrametrickým mapovaním výškopisu s presnosťou pre TP4, t. j. do  $m_{xy} = 0,26$  m a  $m_z = 0,18$  m.

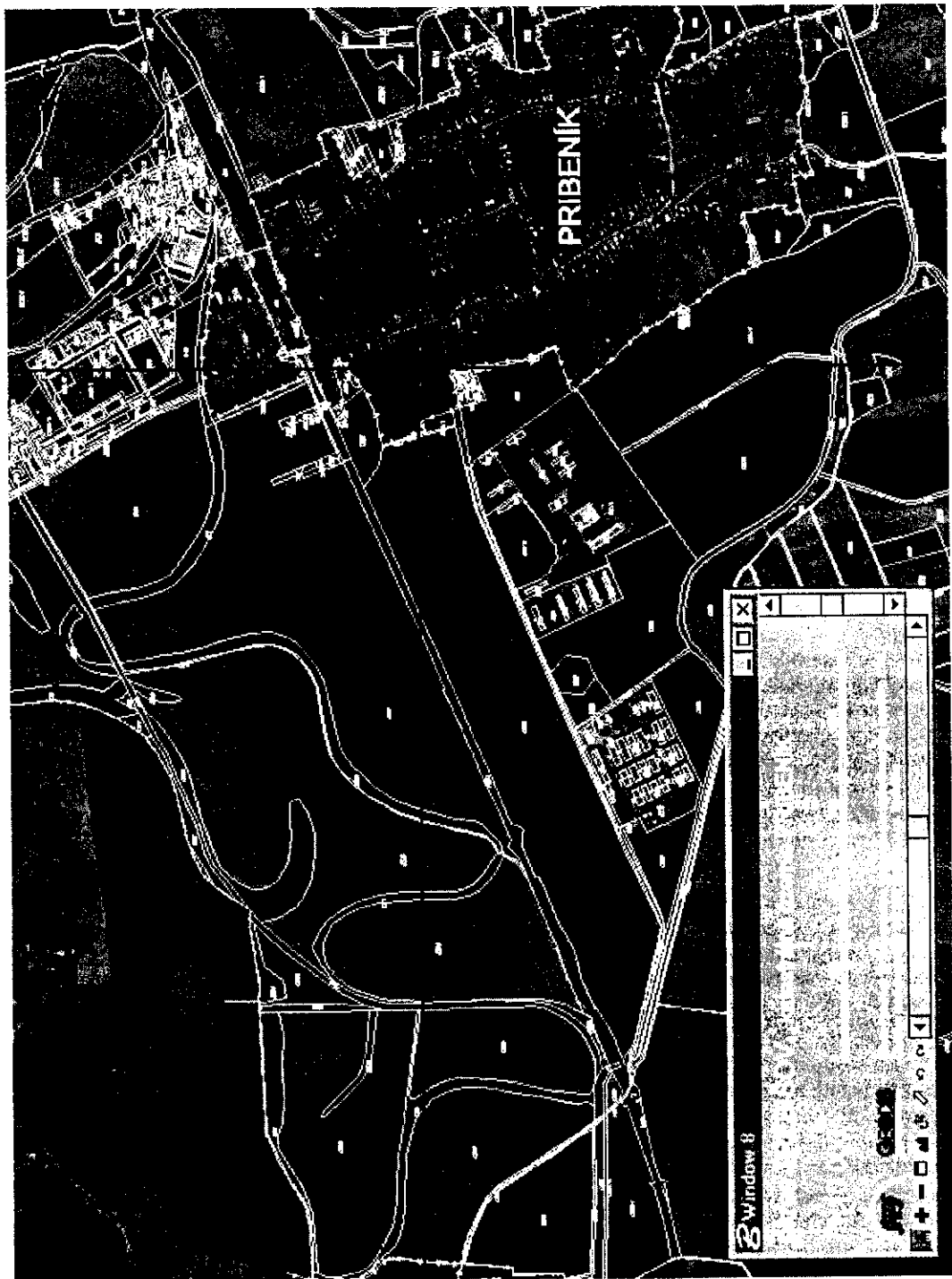
### Základné informácie k ÚDO:

- podklad ortofotomáp tvoria farebné LMS v mierke 1:7 000,
- polohová presnosť ortofotomapy je do hodnoty  $m_{xy} = 0,26$  m,
- rozlíšenie ortofotomapy je pixel = 0,2 m,
- digitálny terénny model je fotogrametricky mapovaný,
- výsledkom spracovania sú digitálne ortofotomapy v klade ML mierky 1:2 000,
- ortofotomapy sa poskytujú vo formáte podľa požiadaviek zákazníka.

Účelové digitálne ortofotomapy sa poskytujú v klade ML mierky 1:2 000 v digitálnom formáte programu KOKEŠ. Ďalšou formou konečnej dodávky pre odberateľa je tlačová (analogová) forma ML v mierkach 1:2 000, 1:5 000 a 1:10 000 v týchto variantoch:

- účelové digitálne ortofotomapy v mierke 1:2 000 obsahujúce vrstvu digitálnej ortofotomapy, dáta katastrálnych máp a máp určených operátov, hranice a kódy bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek (BPEJ),
- účelové digitálne ortofotomapy v mierke 1:5 000 obsahujúce vrstvu digitálnej ortofotomapy, dáta katastrálnych máp, hranice a kódy BPEJ,
- účelové digitálne ortofotomapy v mierke 1:10 000, obsahujúce vrstvu digitálnej ortofotomapy, dáta katastrálnych máp mimo zastavaného územia obcí a klad ML v mierke 1:2 000 a 1:5 000 (obr. 1).

Všetky mierky ortofotomáp obsahujú mimorámové základné údaje s kladom ML v riešených lokalitách. ÚOD veľkých mierok sú vyhotovené a používateľom dodávané v tvare papierových mapových listov a na pamäťových médiách.



Obr. 1 Časť ortofotomapy (1:10 000) so stavom katastra nehnuteľností

## Využitie

Spoločnosť GEODIS v priebehu rokov 2001–2003 vyhotovila a odovzdala pre SPF kontinuálne oblasti Východoslovenskej nížiny (časti okresov Trebišov a Michalovce) a Podunajskej nížiny (časť okresu Komárno) spolu v rozlohe približne 1 560 km<sup>2</sup>. V etape rozpracovania je asi 875 km<sup>2</sup> pre okresy Trebišov, Michalovce, Komárno a Nové Zámky. Presné údaje o percentuálnom pokrytí celého územia má vo svojej evidencii SPF.

ÚDO môžu veľmi úspešne slúžiť pre prácu vo veľkých mierkach nielen pre potreby SPF, ale aj celý rezort geodézie a kartografie, štátnu správu a miestnu samosprávu, a to napr. na:

- riešenie vlastníckych vzťahov všeobecne a pri sporných prípadoch,
- riešenie reštitučných nárokov oprávnených osôb,
- rekognoskáciu – obhliadku územia,
- operatívne „vytýčenie“ hraníc druhov pozemkov a vlastníckych hraníc vo vrstve ortofotomapy,
- plošné grafické a písomné identifikácie parciel registra *katastra nehnuteľností* (KN–C a KN–E) s prepojením na súbor popisných informácií katastrálnych operátov *Informačného systému katastra nehnuteľností* (ISKN) a iné.

## Záver

Kontinuálna ortofotomapa SR poskytuje základnú informáciu – aktuálny topografický podklad územia. Účelové digitálne ortofotomapy, ktoré boli vyhotovené v rámci programu IACS (Integrovaný administratívny kontrolný systém), sa využívajú v rezorte pôdohospodárstva. Kontinuálna ortofotomapa SR (z LMS 1:26 000 s výsledným rozlíšením 1 m a  $m_{xy}=1,5$  m) zabezpečuje plošné pokrytie a všeobecné požiadavky na účelové digitálne ortofotomapy v stredných mierkach. ÚDO slúžia ako presný aktuálny topografický podklad na konfrontáciu so stavom katastra nehnuteľností vo veľkých mierkach a ďalšie využitie.

## Literatúra

- [1] ŠRÁMKOVÁ, R.: Kontinuálna farebná ortofotomapa SR, *GEODIS NEWS*, 2, 2003.
- [2] STANKO, P., ŠRÁMKOVÁ, R.: Ortofotomapy a informačný systém Slovenského pozemkového fondu. *GEODIS NEWS*, 1, 2004, s. 14/15.

## S u m m a r y

### Continuous orthophotomaps of the Slovak Republic

The continuous colour orthophotomap of the Slovak Republic is giving basic information about area. Using of the digital orthophotomap provided for the IACS (Integrated administration control system) Ministry of agriculture (basic scale 1:26,000 of aerial metric images, in the planimetry accuracy of orthophotomaps 1.5 m and resolution 1 m and 0.5 m pixel size) is covering all requirements and uses in the middle scales. The detail accuracy orthophotomaps (basic scale 1:7,000 of aerial metric images, in the planimetry accuracy of orthophotomaps 0.26 m and resolution 0.2 m pixel size) is serving as actual accuracy topographic area basis an for the confrontation with the cadaster in the large scales.

Fig. 1 Part of the ortophotomap at the scale 1:10,000 with signs of cadastre of real estates

## Lektorovali:

Prof. Ing. Pavel BARTOŠ, PhD.,  
Slovenská technická univerzita, Bratislava

Doc. Ing. Milan HÁJEK, PhD.,  
Zohor