

## VYUŽITIE DIGITÁLNYCH ORTOFOTOMÁP V GEOGRAFII

Miroslav Kožuch, Jozef Čerňanský

---

*Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave*

**Abstract:** The digital orthophotomap is one of the important sources of the data about the landscape. Data collected from the orthophotomaps are accurately time-defined with relatively short period of execution. Therefore we can use them also in the geography.

Agriculture is today the most important field of using of digital orthophotomaps in Slovak republic. The orthophotomaps we can use also in the soil research for soil erosion mapping, in the field of mapping and monitoring of land cover changes, for identification of tourism expansion in mountainous areas, and also in the town planning schemes or in the monitoring of natural disasters.

Digital orthophotomaps are naturally used in geographic information systems (GIS). Vector maps are also updated on the base of orthophotomaps.

**Key words:** digital photogrammetry; digital orthophotomap; land cover changes; soil erosion; natural disasters; town planning schemes; agriculture; forestry; GIS

### 1. ÚVOD

Krajina predstavuje značne zložitý systém s rozmanitou sieťou väzieb a vzťahov medzi jej jednotlivými zložkami a prvkami (Benová, 2002; Krcho, 1979). V prírodnej krajine sa v jej historickom vývine spájajú vplyvy neživej, živej prírody a ľudskej spoločnosti. Práve vstupom človeka do tohto systému prírodnej krajiny a najmä postupom vývoja ľudskej spoločnosti začal človek pretvárať krajinu na svoj obraz a tým postupne narušil pôvodné prírodné väzby v nej. Vplyvom prírodných ako aj antropogénnych vplyvov človeka sa krajina mení. Aby sme zmenu krajiny vedeli predvídať a prognózovať je potrebné mať k dispozícii aktuálne informácie o vývoji krajiny.

Historicky najstaršou technikou zberu aktuálnych priestorových informácií sú geodetické metódy. Geodetické metódy poskytovali a v súčasnosti ešte poskytujú výstupy vo forme čiarových máp. Ich nevýhodou je ale zdĺhavý čas zberu. Preto potreba rýchlejšieho získania aktuálnych informácií viedla postupne k rozvoju metód fotogrametrie.

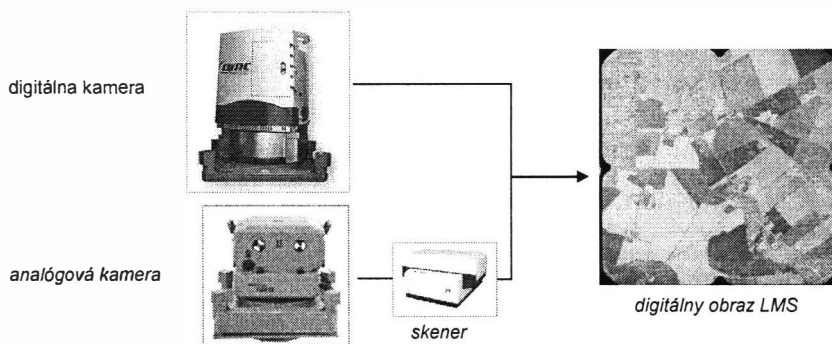
Fotogrametrické metódy zberu sú založené na spracovaní leteckých meračských snímok (LMS). V závislosti od rozvoja fotografie, optiky, presnej mechaniky, leteckej techniky a výpočtovej techniky vystriedalo sa niekoľko vývojových stupňov fotogrametrie – od analógovej cez analytickú až po digitálnu fotogrametriu. Rozvojom raketovej

a satelitnej techniky sa začali uplatňovať vo fotogrametrii aj metódy diaľkového prieskumu Zeme – DPZ a metódy globálnych polohových systémov – GPS.

Moderným produktom digitálnej fotogrametrie je digitálna ortofotomapa, ktorá na rozdiel od LMS nahrádza analógovú - čiarovú mapu.

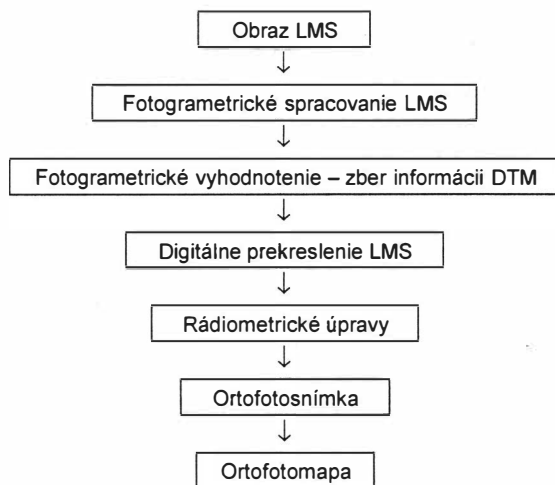
## 2. VZNIK DIGITÁLNEJ ORTOFOTOMAPY

Digitálna ortofotomapa vzniká digitálnym spracovaním LMS. Základným predpokladom je digitálny obraz LMS, ktorý sa dá vytvoriť pomocou snímkových skenerov a obrazu z analógovej kamery, alebo priamym snímaním digitálnou kamerou (obr. 1).



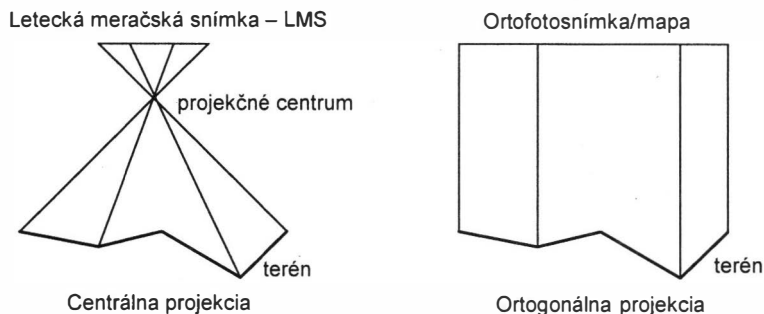
Obrázok 1 Vznik digitálneho obrazu LMS

Tvorba digitálnej ortofotomapy (obr. 2) predstavuje plošné spracovanie obrazu LMS. Dochádza tu k odstráneniu vplyvov náklonov lietadla, ale najmä korekcia výškových rozdielov terénu a skreslenia objektívu. V uvedenom procese spracovania je nevyhnutná znalosť tzv. vonkajšej orientácie LMS a vytvorený digitálny model terénu (DTM).



Obrázok 2 Zjednodušená schéma vzniku ortofotomapy

Výsledkom plošného spracovania obrazu je digitálna transformácia LMS, pri ktorej sa pomocou digitálneho diferenciálneho prekreslenia transformuje jej obraz zo stredového priemetu na pravouhlý – ortogonálny. Pritom sa stred premietania obrazne posúva do nekonečna, pričom zobrazenie zodpovedá projekcií mapy (obr. 3).



Obrázok 3 Rozdiel stredového priemetu snímky a zvislého priemetu mapy

### 3. VYUŽITIE DIGITÁLNEJ ORTOFOTOMAPY

Využitie digitálnej ortofotomapy charakterizuje skutočnosť, že obraz na snímke je zaznamenaný v jednom okamihu. Aktuálnosť takto získanej informácie je daná časom preletu lietadla alebo družice nad územím. Pritom počas snímkovania sa zaznamenávajú všetky viditeľné prvky a javy v krajine.

Vyhodnotením archívnych LMS možno monitorovať aj javy v súčasnosti už neexistujúce, a tak rekonštruovať stav krajiny v minulosti. V porovnaní s iným časovým okamihom sa dajú sledovať aj zmeny v krajine.

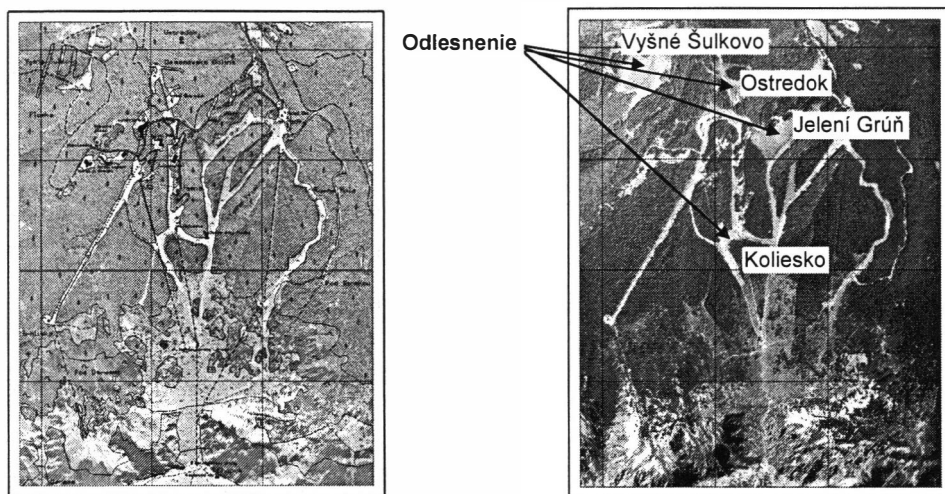
Uvedený poznatok dáva predpoklady využitia digitálnych ortofotomáp aj v geografii – v oblasti mapovania krajinnej pokrývky, pôdnej erózie, živelných pohrôm, v poľnohospodárstve, v územnom plánovaní, v lesníctve a v prostredí geografických informačných systémov (GIS).

#### 3.1. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti mapovania krajinnej pokrývky

Najdôležitejšou oblasťou využitia digitálnych ortofotomáp v geografii je oblasť mapovania krajinnej pokrývky (Boltižiar, 2003; Feranec, Očáhel, 2001). Pritom údaje získané z LMS, resp. družicových obrazových záznamov poskytujú priestorové a fyziognomické charakteristiky objektov krajiny. Mapa krajinnej pokrývky umožňuje bližšie spoznať záujmové územie a poskytuje cenné informácie o stave súčasnej krajiny.

Vďaka tomu, že digitálne ortofotomapy sú vyhotovené v rôznych časových intervaloch, porovnaním stavu krajiny získanej z obrazu ortofotomáp možno identifikovať zmeny krajinnej pokrývky, ktoré nastali za určitý čas. Využitie máp krajinnej pokrývky je často spájané aj s oblasťou cestového ruchu. Na príklade spracovania archívnych LMS z dvoch období vyhotovených v rozpätí 12 rokov z oblasti Národného parku Nízke Tatry

– NAPANT, významného strediska cestovného ruchu Slovenska dobre vidieť úbytok lesných plôch (označené šípkami) v prospech športových a rekreačných areálov (rozširovanie zjazdových tratí, výstavba lanových dráh, hotelov a rekreačných chát) (obr. 4). Pritom zjazdové lyžiarske trate v danom bio-klimatickom pásme podliehajú silnej erózii pôdneho krytu a vegetácia – porasty kosodreviny a ihličnaté lesy podliehajú degradácii lesnej pokrývky (Midriak, 1993).



**Obrázok 4** Zmeny krajinej pokrývky na ortofotomape – oblasť Chopok – Jasná v priebehu rokov 1986 (vľavo) a 1998 (vpravo). Grafické výstupy spracovala Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, Prif UK v Bratislave 2000, 2002.

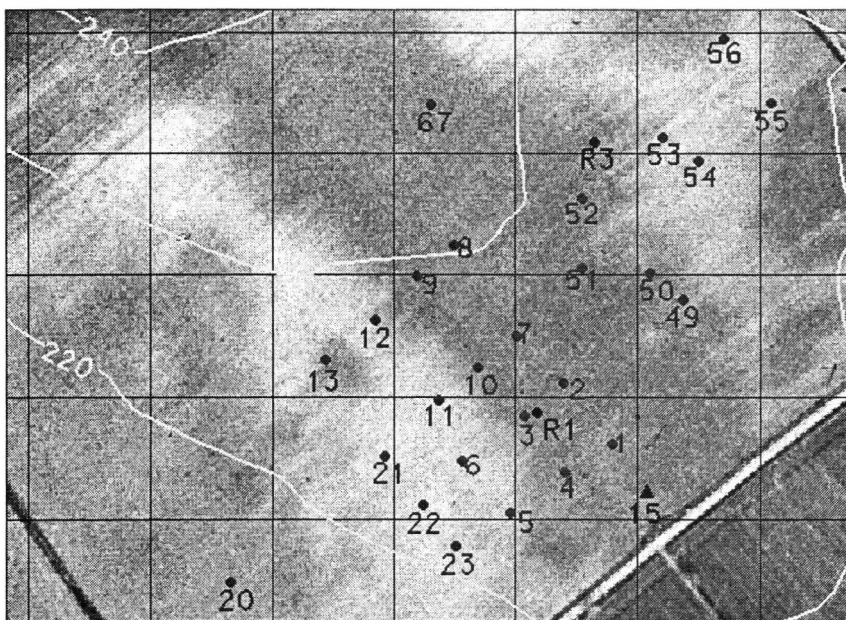
### 3.2. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti pôdnej erózie

Oglesňovanie krajiny a nesprávne poľnohospodárske obrábanie pôdy je na vybraných pôdach s pôdotvorných substrátoch predpokladom k prejavom pôdnej erózie, ktorú možno zachytiť na obraze digitálnej ortofotomapy. Uvedená informácia o možnej plošnej vodnej erózii pôdy je založená na princípe vyššieho pohltienia elektromagnetickej radiácie tmavosivo sfarbeným humusovým horizontom, ktorý zároveň aj lepšie absorbuje vlahu, ako aj výskytu svetlejších plôch, ktoré môžu poukazovať na výskyt erodovaných pôd (Kolény, 1995).

Príkladom oblasti s výskytom pôdnej erózie je napr. Trnavská pahorkatina. V uvedenej oblasti sme na základe obrazu digitálnej ortofotomapy sledovali zobrazené tmavé a sivé plochy, v ktorých sme vrtali pôdne sondy a zisťovali v nich sme hrúbky pôdneho profilu (ob. 5).

Zistená skutočnosť využitia digitálnych ortofotomáp v našom výskume preukázala, že vo vrcholovej úrovni (chrbáty a vertikálne konvexné svahy) prevládajú pôdy s hrubšími pôdnymi horizontami, voči sondám, umiestneným na svahoch.

Pri mapovaní pôdnej erózie využitím digitálnej ortofotomapy je na kontrolu z nej získaných informácií nevyhnutná pôdna sondáž. Bledá farba humusového horizontu na ortofotomape môže byť ovplyvnená najmä vápnením poľnohospodárskej pôdy v dobe snímkovania, či prevracaním pôdneho horizontu v dôsledku uskutočneného archeologického výskumu (Kolény, Čerňanský, Kožuch, 2004).



**Obrázok 5** Prejav pôdnej erózie na svahoch Trnavskej pahorkatiny (lokality Kočín) s vyznačenými sondami, kde sa zisťovala hrúbka pôdneho horizontu. Grafický výstup spracovala Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, PríF UK v Bratislave 2001, 2002.

### 3.3. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti živelných pohrôm

Na území postihnutom prírodnými katastrofami (riečne a ľadové povodne, záplavy, lavíny, zosuvy, poklesy, veterné smršte, ...) je potrebné čo najskôr určiť rozsah poškodenia. Preto ako najvýhodnejšou metódou zberu priestorových informácií sa javí využitie údajov leteckých a kozmických nosičov, z ktorých sa spracujú digitálne ortofotomapy (Minár, 2002). Využitím uvedených obrazových záznamov sa v krátkom čase získa obraz postihnutej krajiny, potrebný z hľadiska plánovania ochrany územia ako aj z hľadiska poistných udalostí.

### 3.4. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti územného plánovania

Územné plánovanie podľa zákona NR SR č.237/2000 Z.z. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku rieši sústavne a komplexne priestorové usporiadanie a funkčné využívanie územia a určuje ich regulatívy. Úlohy územného plánovania sa zabezpečujú predovšetkým sledovaním, vyhodnocovaním a evidenciou údajov a informácií o území a územnoplánovaciou činnosťou.

Územný plán obsahuje okrem textovej a tabuľkovej časti aj grafickú časť, v ktorej hlavný urbanistický výkres vymedzuje funkčné využitie jednotlivých plôch riešeného územia. V ňom je pri každej ploche určená ich hlavná funkcia, a to nielen v zastavanom a nezastavanom území, ale i v novo navrhovanom území pre výstavbu (Slavík, Kožuch, 2003).

Pri procese tvorby územnoplánovacej dokumentácie ako aj pri samotnom plánovaní je potrebné v územnoplánovacích prieskumoch aktualizovať a doplniť existujúce mapové podklady, aby vystihovali súčasný stav územia, prípadne z nich odstrániť neaktuálne prvky. Práve pre tento účel je vynikajúcim zdrojom informácií letecká ortofotomapa územia. Pritom v územiach s veľkou rozlohou je to najjednoduchší spôsob zberu informácií. Snímkované územie, interpretácia jeho prvkov a ich zakreslenie do digitálnych máp skvalitňuje plánovanie a zároveň skracaje dĺžku procesu tvorby územnoplánovacích dokumentov.

### **3.5. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti poľnohospodárstva**

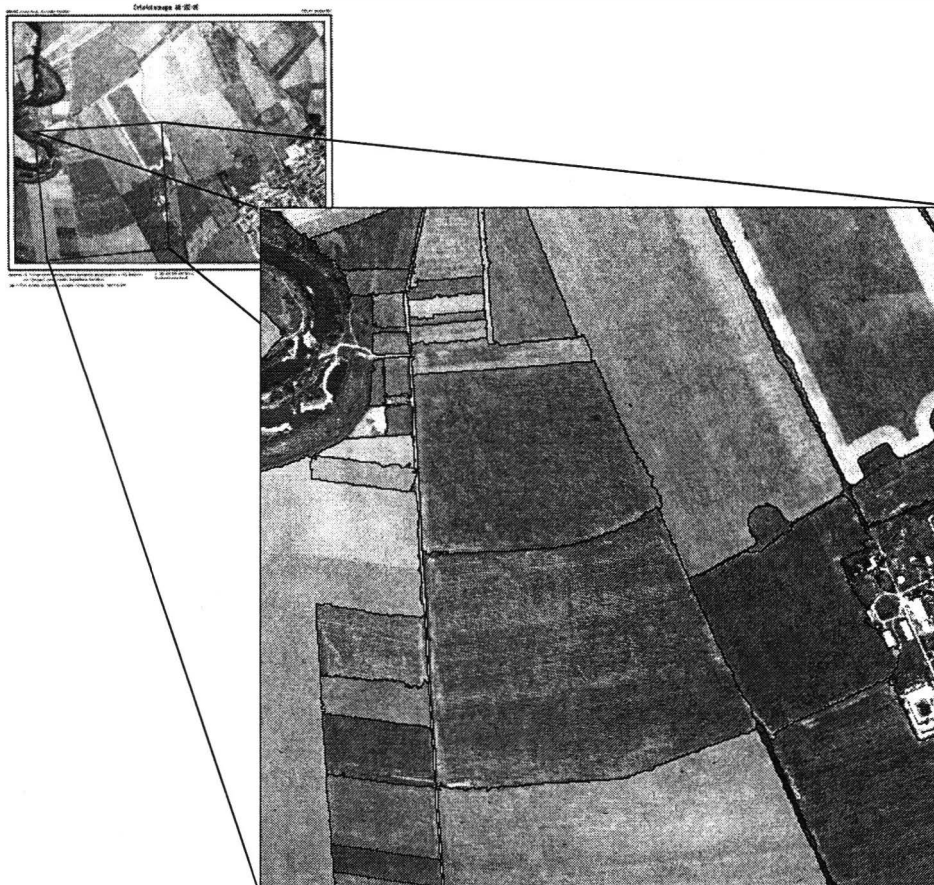
1.5.2004 sa Slovenská republika spolu s ďalšími krajinami stala členom Európskej únie (EÚ). Pri integrácii novo prijatých štátov do európskych štruktúr vznikli problémy so zosúladením ich právnych stavov so stavom v krajinách EÚ. Pritom dôležitým opatrením EÚ je nariadenie č. 1593/2000, ktorého cieľom je potreba zosúladiť evidenciu poľnohospodárskeho využívania krajiny so systémom IACS (Integrated Administrative and Control System / Integrovaný administratívny a kontrolný systém), ktorý je zameraný na evidenciu a kontrolu reálneho využívania pôdneho fondu skutočnými užívateľmi.

Jedným zo základných prvkov IACS sú identifikačné systémy – registre užívania poľnohospodárskych plôch, resp. registre produkčných blokov – polí získaných vyhodnotením aktuálnych leteckých snímok a satelitných obrazov spracovaných do formy digitálnych ortofotomáp (obr. 6). Získané aktuálne informácie o poľnohospodárskej krajine sa ďalej využijú aj na sledovanie ekologickej rovnováhy poľnohospodárskej krajiny, na ochranu prírodných zdrojov a pri vytváraní agro-environmentálnych programov, ako napr. pri sledovaní konzervačných funkcií zatrávnenia, pri monitoringu environmentálnych častí – CHKO, ochrane vodných zdrojov, nálezísk cenných druhov fauny a flóry, mokradí a pod.

Problém analýzy využívania areálov poľnohospodárskej krajiny z pohľadu čerpania dotácií z európskych fondov rozvoja je podmienený existenciou funkčného systému IACS s jeho integrálnou časťou LPIS (Land Parcel Identification System / Systém identifikácie poľnohospodárskych parciel).

LPIS môže byť založený na systéme poľnohospodárskych parciel, farmárskych blokov, fyzických blokov, alebo katastrálnych parciel. V podmienkach Slovenska je LPIS spracovávaný na podklade digitálnych ortofotosnímok, resp. ortofotomáp. Využitím digitálnych ortofotomáp sa uskutočňuje identifikácia fyzických pôdnych blokov, ktoré sú vymedzené na základe stabilných hraníc. Ako metóda zberu priestorových údajov a dôležitá metóda pri interpretácii jednotlivých poľnohospodárskych areálov v krajine sa uplatňuje digitálna fotogrametria (Čeňanský, Kožuch, Stanková, 2003).

Digitálna fotogrametria sa tak považuje za jednu z hlavných výhod digitálneho systému LPIS. Spracované digitálne ortofotomapy sú podkladom pre digitalizáciu jednotlivých fyzických blokov a pre tvorbu priestorovej databázy. Budovanie systému LPIS bude vyžadovať, aby mapy boli vypracovávané s presne určenou časovou postupnosťou.



**Obrázok 6** Využitie ortofotomáp v poľnohospodárstve pri určovaní reálne obhospodarovaných pozemkov. Grafický výstup spracovala Katedra kartografie, geoinformatiky a DPZ, PríF UK v Bratislave 2001, 2004.

### 3.6. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti lesníctva

Jednou z najdôležitejších oblastí využitia ortofotomáp na Slovensku je aj lesnícke mapovanie. Uvedená potreba vyplýva z požiadavky, že lesy predstavujú 40,6 % rozlohy republiky, čo predstavuje asi plochu 1,94 mil. ha.

Pri lesníckom mapovaní sa obraz ortofotomapy pomocou metód fotointerpretácie premieta do lesníckych máp. V uvedenom postupe sa do vytváraných lesníckych máp okrem topografických prvkov dopĺňa aj špeciálne lesnícky obsah, nevyhnutný v oblasti ochrany lesa, hospodárskej úpravy lesa, pestovania lesa, lesnej ťažby, lesníckych stavieb atď. (Žihlavník, 2000).

Digitálne ortofotomapy možno výhodne využiť na určovanie hranice medzi listnatým a ihličnatým lesom pre ich charakteristický obraz koruny a tým určiť aj výmeru porastu. Na obraze ortofotomapy sa dá určiť počet stromov, šírka koruny, rozmiestnenie drevín v poraste, plošné a líniové prvky nachádzajúce sa v lese. Ortofotomapy spracované z infračervených snímok navyše umožňujú zachytiť aj stupeň poškodenie lesa.

### 3.7. Využitie digitálnych ortofotomáp v oblasti geografických informačných systémov

Využitie digitálnych ortofotomáp je v súčasnosti spojené s oblasťou geografických informačných systémov (GIS) (Mičietová, 1999).

Digitálne ortofotomapy predstavujú významný zdroj priestorových informácií pre prostredie GIS. V ich prostredí sa digitálna ortofotomapa využíva na aktualizáciu existujúcich čiarových máp a s jej pomocou sa dopĺňajú ďalšie nové informácie do databáz. GIS predstavuje aj nástroj na analýzu obsahu údajov digitálnej ortofotomapy.

Ortofotomapy preto nachádzajú využitie pri vytváraní mestského informačného systému – MIS, informačného systému ochrany obyvateľstva pred pohromami, informačného systému v oblasti dopravy, poľnohospodárstva, lesníctva a pod.

## 4. ZÁVER

Digitálne ortofotomapy predstavujú dôležitý zdroj informácií o krajine. Údaje získané z ortofotomáp sú presne časovo definované. Časový odstup medzi snímkovaním a konečným spracovaním vo forme digitálnej ortofotomapy je pomerne krátky.

Digitálne ortofotomapy možno využiť v mapovaní a monitorovaní krajiny pokrývky, pre určenie rozšírenia cestovného ruchu vo vysokohorských oblastiach, v oblasti poľnohospodárstva pri identifikácii fyzických pôdných blokov, v oblasti pedogeografie pri mapovaní pôdnej erózie, v územnom plánovaní a monitorovaní území postihnutých prírodnými katastrofami. V uvedených disciplínach sa digitálne ortofotomapy spracovávajú v prostredí GIS, v ktorých sa na podklade ortofotomapy vykonáva aktualizácia čiarových máp a dopĺňajú sa ďalšie priestorové informácie do geografických databáz.

*Práca vznikla na základe podpory grantu udeleného Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA) č. 1/0094/03.*

## Literatúra

- BENOVA, A. 2002. Teoretické problémy geomorfometrie a geomorfológie z hľadiska všeobecnej teórie systémov – georeliéf ako zvláštny subsystém krajiny. In: Geomorphologia Slovaca, roč. 2, 2002, č. 2, 50-54.
- BOLTIŽIAR, M. 2003. Mapovanie a analýza vzťahu krajiny štruktúry a reliéfu vysokohorskej krajiny Tatier s využitím údajov DPZ a GIS. In: Kartografické listy, 11, 2003, 5-15.
- ČERŇANSKÝ, J., KOŽUCH, M., STANKOVÁ, H. 2003. Využitie ortofotomáp poľnohospodárskej krajiny na stanovenie hraníc reálne obhospodarovaných pozemkov. In: Geoinformatizácia kartografie : Zborník referátov z 15. kartografickej konferencie (Zvolen 4. – 5. 9. 2003). Zost. J. Čízmár, K. Čuláková. Zvolen : Kartografická spoločnosť SR; Kartografická spoločnosť ČR; Lesnícka fakulta Technickej univerzity Zvolen, 2003, 102-109.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. 2001. Krajinná pokrývka Slovenska. Bratislava : Veda, 2001. 122. ISBN 80-224-0663-5.
- KOLÉNY, M. 1995. Zhodnotenie vybraných terénnych údajov pre identifikáciu pôdnej erózie. In: Geographia Slovaca, 10, Bratislava : Geografický ústav SAV, 1995, 91-95.
- KOLÉNY, M., ČERŇANSKÝ, J., KOŽUCH, M. 2004. Využitie ortofotomáp v prieskume urýchlenej plošnej vodnej erózie. In: Kartografické listy, 12, 2004, 29-36.



- KRCHO, J. 1979. Reliéf ako priestorový subsystém Srf geografickej krajiny a jeho komplexný digitálny model. In: Geografický časopis, roč. 31, 1979, č. 3, 237-262.
- MIDRIAK, R. 1993. Ochrana pôdy a krajinnno-ekologická únosnosť územia NP Nízke Tatry. In: Ochrana prírody, 12, 1993, 11-52.
- MINÁR, J. 2002. Geomorphic research in areas affected by a disaster. In: Geomorfologický sborník : Stav geomorfologických výzkumů v roce 2002 : Příspěvky z mezinárodního semináře konaného 10. – 11. 6. 2002 v Brně, 1, Brno : Masarykova univerzita, 2002, 95-98.
- MÍČIETOVÁ, E. 1999. Kvalita, funkcie a operačné možnosti databázy geografického informačného systému. In: Geografický časopis, roč. 51, 1999, č. 3, 297-312.
- SLAVÍK, V., KOŽUCH, M. 2003. LAND USE Plan – a document of the city in the transformation period. In: Acta Universitatis Carolinae, Geographica, XXXVIII, No. 1, Praha : Univerzita Karlova, 2003, 387-402.
- ŽÍHLAVNÍK, Š. 2000. Fotogrametria v lesníckom mapovaní. In: Konferencia pri príležitosti 50. výročia vzniku GKÚ (Bratislava 28. 9. 2000). Bratislava : Pobočka Slovenskej spoločnosti geodetov a kartografov pri Geodetickom a kartografickom ústave v Bratislave, 2000, 247-251.

## The Use of Digital Orthophotomaps in Geography

### Summary

The goal of this article is to present the possible using of digital orthophotomaps in the field of geography. Digital orthophotomap is the final product of digital photogrammetry workflow. Digital photogrammetry requires the work with digital images which can we obtain directly from digital aerial cameras or by scanning of analogue aerial photographs. On the base of known parameters of exterior orientation and digital terrain model (DTM) are digital images transformed into form of digital orthophotomaps.

Digital orthophotomaps are very important data sources for characterising land cover and land use. Land cover indicates the intensity of processes and changes in the landscape. Identification of land cover is necessary for analysis of land use, evaluating the human impact on landscape and solving problems of ecological stability. The example presents the project of identification of tourism expansion in mountainous areas.

Digital orthophotomaps we can also use in the soil research for soil erosion mapping. Results indicate that in the ridge zones prevail soils with thicker soil horizons than on the slopes. Liming and soil horizons mixing caused by archeological excavations make changes in display of image information.

By interpretation of digital orthophotomaps we can locate the spatial elements of agricultural landscape – the land parcels or the physical blocks of agricultural land, and determinate the acreage and crops. Integrated Administrative and Control System (IACS) in Slovak Republic is based on the digital orthophotomaps. IACS was established in reaction to introduction of the Common Agriculture Policy principle of EU member countries.

Digital orthophotomaps play an important role in the forest cartography during processing the forest thematic maps. By forest interpretation we can identify the structure and raster phase of forest growth.

The next use of digital orthophotomaps is the town planning schemes or the monitoring of natural disasters. In general, digital orthophotomaps we can use like the source of actual landscape data in the geographic information systems (GIS).