

Felix MARKO, Michaela RAGALOVÁ

TVORBA GRAFICKEJ BÁZY ÚDAJOV DIGITÁLNOU FOTOGRAMETRIOU

Marko Felix, Ragalová Michaela: Creation of the Graphical Database by Digital Photogrammetry. Kartografické listy, 1997, 2 figs., 5 refs.

Abstract: System design for creation and processing graphical data for GIS database by digital photogrammetry. Data flow and processing by Digital Photogrammetric Workstation (DPWS). 3D measurements, manual and automatic measurement of DTM. Creation of orthophotomap.

Keywords: digital photogrammetry, creation the graphical GIS database, Digital Photogrammetric Workstation, data acquisition by DPWS, 3D measurements, orthophotos.

Úvod

Cieľom zberu údajov a tvorby grafických údajov Základnej bázy geografického informačného systému (ďalej ZB GIS) je stále vyššia automatizácia mapovacieho procesu a znižovanie vplyvu ľudského faktora pri jednotlivých procedúrach. Získavanie geometrických údajov o zemskom povrchu prešlo vo fotogrametrii veľkým vývojom a vznikom mnohých výkonných algoritmov, ktoré našli v súčasnosti aplikáciu v digitálnych systémoch. Sémantická časť zberu informácií a rozhodovací proces pri tvorbe mapového diela však ostáva stále na ľudskom faktore a je ťažko nahraditeľná matematickými formuláciami.

Hlavnou informačnou technológiou na tvorbu grafickej bázy údajov GISu je digitálna fotogrametria, ktorá je využitá na presné geometrické určenie priestorovej polohy objektov a súčasne na ich sémantickú interpretáciu.

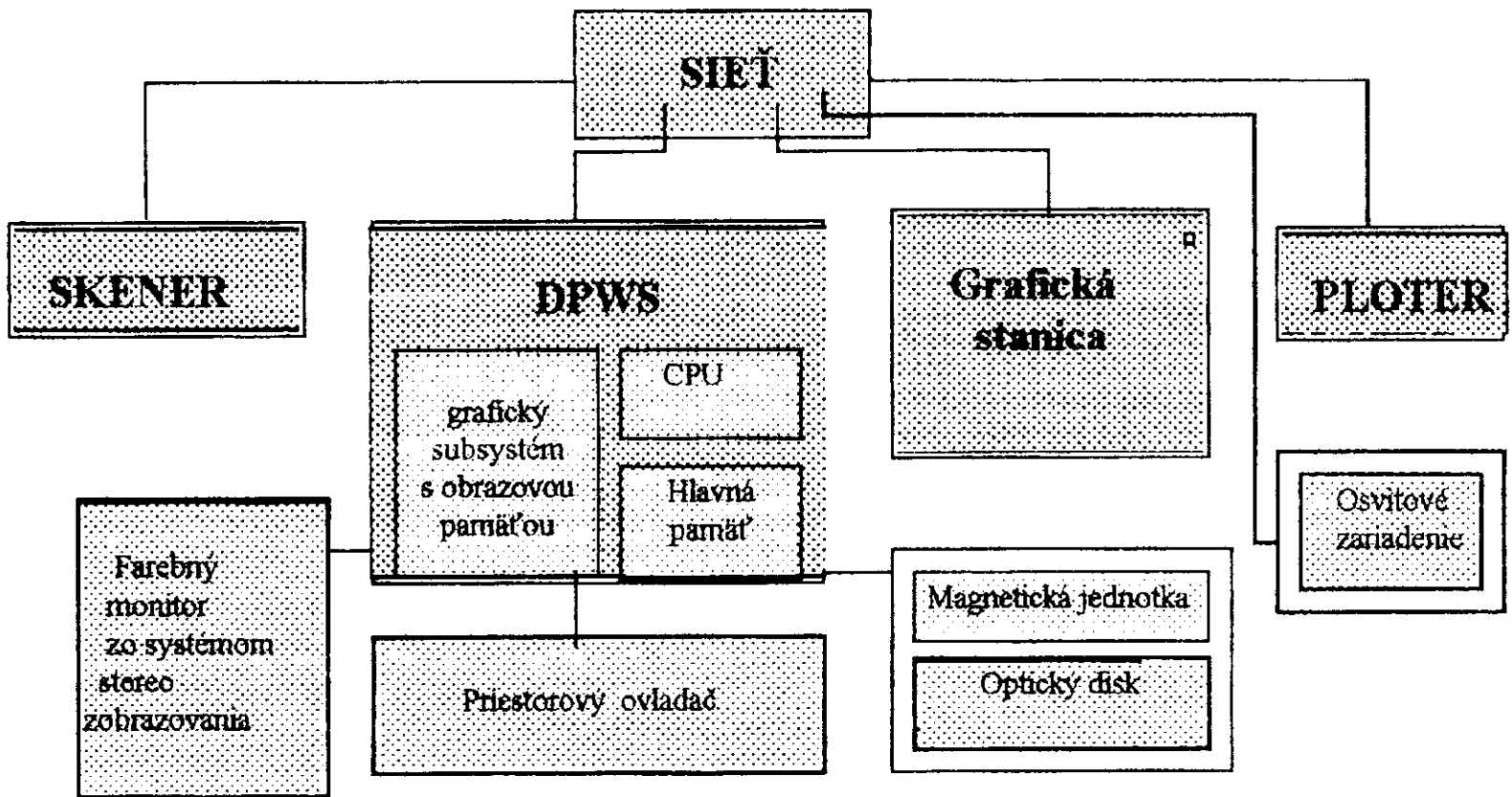
Všeobecné kritérium fotogrametrického systému možno vyjadriť požiadavkou zabezpečenia vstupu, manipulácie a výstupu priestorových digitálnych údajov v rastrovom aj vektorovom tvare. Fotogrametrický systém musí byť otvorený na vstup rôznorodých údajov počnúc skenovanými obrazovými údajmi až po existujúce vektorové údaje, ktoré môžu slúžiť ako prídavné informácie v automatizovanom procese, prípadne pri verifikácii, kedy sa vykonáva kontrola kvality výsledkov pomocou superimpozície.

Nevyhnutnou podmienkou spracovania územných celkov definovaných v jednotlivých projektoch musí byť racionálne riadenie a distribúcia obrovských súborov digitálnych obrazových záznamov počas tvorby mapového diela, ktoré musia byť dobre archivovateľné a v prípade potreby ľahko načítateľné. Kapacita pevných diskov určuje počet digitálnych modelov, ktoré je možné mať pri práci k dispozícii. Poznatky a skúsenosti z vytvárania novej automatizovanej technológie tvorby grafickej bázy údajov ZB GIS sú k dispozícii na Výskumnom ústave geodézie a kartografie v Bratislave [3,4,5].

1. Návrh systému

Hardverový koncept systému na tvorbu grafickej časti ZB GIS, v ktorom je hlavnou mapovacou metódou digitálna fotogrametria má byť tvorený tak, aby ostal priestor na postupné rozširovanie hardverových a softverových komponentov. Jeho základná hardverová špecifikácia je nasledujúca (obr. 1):

- sieťové prepojenie,
- skener na digitalizáciu analogových leteckých snímok,
- zariadenie na priamy vstup/výstup digitálnych obrazových údajov a na ich archiváciu, (streamer, optický disk, CD-WORM),
- digitálna fotogrametrická pracovná stanica (DPWS - Digital Photogrammetric Workstation), zostavená:
 - z rýchlej centrálnej procesorovej jednotky,
 - z grafického subsystému zahrňujúceho 24-bitovú farebnú obrazovú pamäť,
 - z farebného monitora s vysokým rozlíšením a systémom pre stereozobrazovanie,
 - z 3D ovládača,
- z vysokokapacitných diskov,
- prídavná grafická stanica,
- ploter (film, papier),
- osvitové zariadenie.



Obr. 1 Hardverová schéma systému

Centrálnou časťou systému je digitálna fotogrametrická pracovná stanica, t.j. 3D vyhodnocovací systém pozostávajúci z troch základných systémových komponentov:

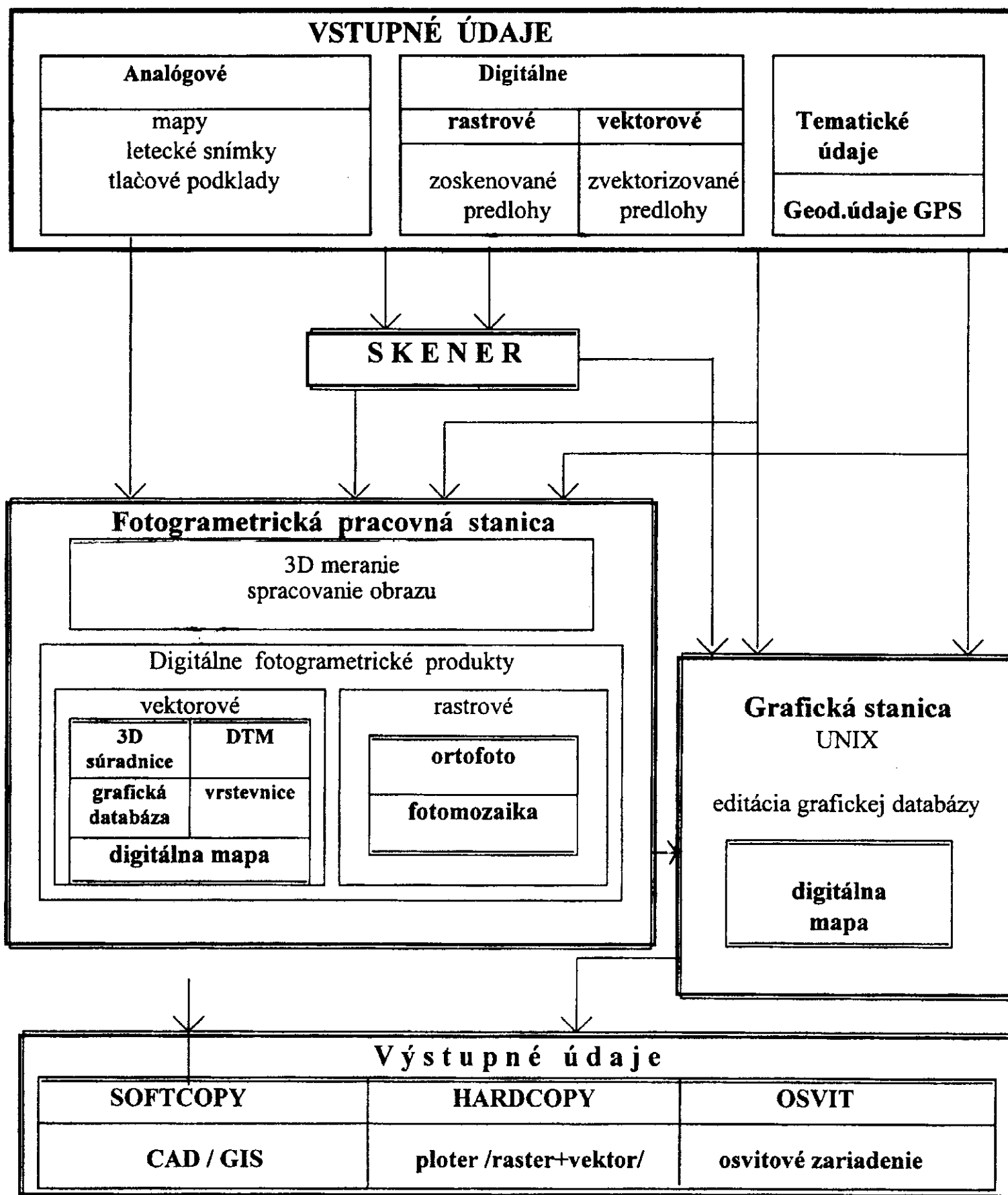
- z obrazového systému,
- z matematického systému spracovávaní v reálnom čase,
- zo systému obrazovky, ktorý umožňuje stereovidenie.

Obrazový systém zabezpečuje prácu s obrazom v reálnom čase a je riadený matematickým systémom. Obrazová pamäť je hardverová karta s vysokou kapacitou a s rýchlym prístupom. Matematický systém spracovávaní v reálnom čase určuje vzťahy medzi priestorovými a snímkovými súradnicami v každom okamihu posunu kurzora. Systém obrazovky umožňuje stereoskopické trojrozmerné videnie spolu so stereografickými kryštalickými okuliarmi a infračerveným emitorom.

Softver implementovaný na DPWS zabezpečuje vykonávanie všetkých funkcií potrebných na stereoskopické vyhodnocovanie, t.j. funkcie na manipuláciu s obrazom, fotogrametrické orientačné funkcie a funkcie na zber údajov.

2. Tvorba digitálnej grafickej časti ZB GISu

Proces tvorby digitálneho mapového diela fotogrametrickou metódou prechádza niekoľkými realizačnými stupňami, počnúc získavaním vstupných údajov, zberom a spracovaním údajov na digitálnej pracovnej stanici až po konečný výstup údajov v ich digitálnej alebo analógovej forme (obr. 2).



Obr. 2 Základný pracovný tok údajov pri digitálnom spracovaní ZB GIS

2.1. Vstupné údaje

Vstupné údaje na tvorbu digitálnej mapy môžeme rozdeliť z hľadiska ich pôvodnej formy do troch základných kategórií.

- *Rastrové údaje* predstavujú základný informačný zdroj na tvorbu ZB GIS, na jednej strane v analógovej forme, ako letecké snímky vyhotovené fotogrametrickými leteckými kamerami na filmový materiál, alebo digitálne obrazové údaje, t.j. obrazové údaje nasnímané CCD kamerami prípadne digitálne satelitné obrazové záznamy.

- *Vektorové údaje* predstavujú objekty tvorené čiarovými prvkami v analógových mapách a digitálnych CAD systémoch.

- *Tematické a geodetické údaje* sú vstupnými údajmi v textovom tvare.

Na tvorbu digitálnej bázy musí byť zabezpečený vstup všetkých druhov vstupných údajov do digitálnej fotogrametrickej stanice, pričom údaje v analógovom tvare sa digitalizujú skenovaním. Rozlišovacia schopnosť skenera na digitalizáciu leteckých snímok určených na fotogrametrické vyhodnotenie má byť okolo 3300 dpi, aby sa zabezpečil rozmer obrazového elementu $7,5 \times 7,5 \mu\text{m}$. Tiež sa kladie dôraz aj na geometrickú presnosť skenera, ktorá sa má pohybovať v rozmedzí $1 - 2 \mu\text{m}$.

Geodetické údaje sú geodetické polohové a výškové súradnice kontrolných (lícovacích) bodov, pomocou ktorých sa vykonáva analytické zhusťovanie bodového poľa prostredníctvom priestorovej transformácie. Zhusťované bodové pole slúži na fotogrametrické trojrozmerné vyhodnocovanie.

2.2. Zber údajov a ich spracovanie na digitálnej fotogrametrickej pracovnej stanici

Ťažiskom fotogrametrického vyhodnocovania je meranie zemského povrchu zo snímkovej stereodvojice na digitálnej fotogrametrickej pracovnej stanici (DPWS). DPWS je z hľadiska zberu a spracovania údajov pre GIS definovaná hardverovými a softverovými komponentmi na tvorbu trojrozmernej grafickej bázy údajov objektov zemského povrchu z dvojrozmerných meračských leteckých snímok zobrazujúcich záujmové územie.

Meranie z leteckých snímok sa vykonáva v požadovanej presnosti na topografické mapovanie, ktoré je stanovené technickou normou. Pozostáva zo zberu údajov o objektoch na danom území, ktoré sú predmetom topografického mapovania a z tvorby digitálneho modelu reliéfu (DMR, resp. DTM).

Merané prvky sa ukladajú v *design file* v príslušnom CAD systéme. Tvorba grafickej bázy údajov je založená výlučne na ľudskom faktore a jeho kvalita a presnosť je daná nielen samotným vyhodnocovaním, ale aj dôslednou prípravou pred vykonávaním merania na DPWS a následnou verifikáciou grafického výsledku v teréne. Štruktúra ukladania grafických objektov do CAD systému je daná štruktúrou tvorby ZB GIS.

Digitálny model reliéfu možno merať manuálne presným nastavovaním meracieho kurzora operátorom na reliéf, alebo vykonať komplexné určenie digitálneho výškového modelu (DEM - Digital Elevation Model) automaticky pomocou obrazovej korelácie. Kvalita a vierohodnosť automatizovanej tvorby DEM závisí od kvality snímkového materiálu a od radiometrických charakteristík.

DTM má dve základné aplikácie:

- *generovanie vrstevníc*, prípadne iných reliéfnych grafických modelov tvorených tieňovaním, svahových grafických modelov ap.,

- *tvorba ortofotosnímkov*.

Prednosťou digitálnej fotogrametrickej stanice je možnosť vytvárania vektorových aj rastrových produktov v jednom systéme. Digitálna ortofotosnímkovka sa tvorí prevzorkovaním pôvodnej leteckej snímky prostredníctvom známych orientačných parametrov snímky a digi-

tálneho modelu reliéfu. Z ortofotosnímkov pokrývajúcich záujmové územie sa vytvára ortofotomozaika. Výsledným produktom je ortofotomapa, ktorá predstavuje ortofotomozaiku doplnenú obsahom digitálnej mapy.

S ohľadom na racionálne využitie digitálneho systému na tvorbu ZB GIS, DWPS by sa mala využívať na fotogrametrické procesy, t.j. na 3D meranie, spracovanie obrazu objektov, na verifikáciu údajov získaných z leteckých snímok, na tvorbu a editáciu DTM, tvorbu ortofotosnímkov, fotomozaiky. Na editáciu topografickej bázy údajov, ktorá zahŕňa grafické úpravy, kontrolnú činnosť, prepojenie s MGE a spracovanie tematických údajov, môže byť veľmi racionálne využitá prídavná grafická stanica.

2.3. Výstup údajov

Výstupné údaje pre ZB GIS predstavujú konečné rastrové a vektorové produkty tvorby grafickej bázy údajov v digitálnom a analógovom tvare. Rastrové produkty sú vytvorené ortofotomozaiky alebo ortofotomapy, vektorové produkty sú digitálne mapové diela.

Výstup v digitálnom tvare, ktorý slúži na ďalšie spracovanie na počítači a jeho zobrazenie sa realizuje na displeji (softcopy produkt) predstavuje grafickú bázu údajov v CAD/GIS systéme.

Výstup v analógovom tvare (hardcopy) je tlač ortofotomapy a digitálnej mapy ploterom na fóliu alebo papier. Variantným analógovým výstupom je tlačový podklad získaný osvitom na osvitovom zariadení - setteri (napr. AGFA Avantra, MapSetter).

Záver

Rozmach informačných technológií (najmä v oblasti spracovania obrazu) umožnil rozvinúť nové technológie a aplikovať ich aj do oblasti fotogrametrie. Tvorba grafickej časti ZB GIS práve metódou digitálnej fotogrametrie má svoje opodstatnenie. Efektívnosť zberu presných geometrických vektorových údajov s rastrovými údajmi ortofotosnímkov v digitálnej forme podstatnou mierou zvyšuje informačnú hodnotu ZB GIS. Presnosť a aktuálnosť údajov, ktoré je možné získať touto formou, určujú celosvetový trend, ale aj rozvoj v oblasti tvorby a obnovy digitálnych báz údajov GISov v rozmanitých aplikáciách.

LITERATÚRA

- 1 EBNER, H., FRITSCH, D., HEIPKE, C. (Eds.): Digital Photogrammetric Systems. Herbert Wichmann Verlag GmbH, Kalsruhe 1991.
- 2 MADANI, M.: Intergraph Integrated Digital Photogrammetry System. Application of Digital Photogrammetric Workstations, OEEPE-Workshop, Lausanne, 4-6 March 1996, p. 417-437.
- 3 MARKO, F., RAGALOVÁ, M., ZAHN, O.: Komplexný návrh digitálneho pracoviska. Záverečná správa VÚ ŠIS, VÚGK Bratislava 1996. 16 s.
- 4 MARKO, F.: Využitie ortofotomapy pre potreby ZB GIS SR a ŠIS. Záverečná správa VÚ ŠIS, VÚGK Bratislava 1996. 10 s.
- 5 MARKO, F., RAGALOVÁ, M.: Poloautomatická a automatická tvorba DMR z fotogrametrickej snímkovej stereodvojice. Záverečná správa VÚ ŠIS, VÚGK Bratislava 1996. 10 s.

S u m m a r y

Creation of the graphical database by digital photogrammetry

The main aim for the branch of the Geodesy, Cartography and Cadaster in building of the State information system of the Slovak Republic is creation of the GIS. Creation and maintenance of the graphical part of GIS can be carry out by method of digital photogrammetry. Design aspects of the

system for digital processing of territory is described regarding to input of data in the analogue or digital form.

The article is focused to dataflow of the process, to input of data, acquisition of data by 3D measurements of spatial objects from aerial photos, creation of DTM orthophotos and orthophotomaps by digital photogrammetric workstation. Creation of the graphical database of GIS by method of digital photogrammetry enables connection of the precise geometric vector data to raster data of orthophotos in digital form and it improves information value of GIS significantly.

Fig. 1. Schema of hardwer system.

Fig. 2. Basic work data flow.

Lektorovali

Doc. Ing. Milan Hájek, CSc.,
Slovenská technická univerzita
Bratislava

a

Doc. Ing. Jozef Čerňanský, CSc.,
Univerzita Komenského
Bratislava