

Ing. Martin Vrubel, Severočeské doly a.s., Chomutov

Zkušenosti s využitím digitální fotogrammetrie

Erfahrungen mit Einsatz der digitalen Fotogrammetrie

Im Artikel werden die Erfahrungen mit der Anwendung der digitalen Fotogrammetrie im Tagebau Nástup Tušimice beschrieben. Dieses Verfahren ermöglicht nicht nur die "klassische" Auswertung von Fliegeraufnahmen und nachfolgende Bildung einer digitalen Landkarte, sondern auch die Bildung der Orthofotokarten. Das heißt, daß neben der Landkarte in einem entsprechenden Maß, ist als Hintergrund auch entsprechende vertikale Geländeaufnahme ausgedruckt. Die Orthofotokarte bietet den Spezialisten die Arbeit nicht nur mit der Karte, als einem vereinfachten Bild der Erdoberfläche an, sondern auch mit der Aufnahme, die eine Komplexinformation beinhaltet.

Experience with utilization of digital photogrammetry

Described in the article are the problems of operating the technology of digital photogrammetry in the Mines Nástup Tušimice. It enables not only the "classic" evaluation of air photos and following formation of digital map but also the formation of orthophotomaps. It means that besides the map in relevant scale, printed as background also the corresponding vertical photo of territory. The orthophotomap offers technicians the possibility of work, not only with a map as an easier picture of Earth surface, but also with the photo which contains complex information.

Опыт использования числовой фотограмметрии

В статье описывается проблематика внедрения технологии числовой фотограмметрии на Разрезах "Наступ" г. Тушимице. Технология позволяет не только "классическую" оценку аэроснимков и последующее составление числовой карты, но и составление ортофотокарт. Это значит, что кроме карты соответствующей шкалы печатается в качестве фона также соответствующий вертикальный снимок территории. Следовательно, ортофотокарта предлагает техническому персоналу возможность работы не только с картой как с упрощенным изображением земной поверхности, но и со снимком, содержащим комплексную информацию.

Zkušenosti s využitím digitální fotogrammetrie

V článku je popisována problematika nasazení technologie digitální fotogrammetrie na Dolech Nástup Tušimice. Ta umožňuje nejen „klasické“ vyhodnocování leteckých snímků a následnou tvorbu digitální mapy, ale i tvorbu ortofotomap. To znamená, že kromě mapy v příslušném měřítku, je jako pozadí vytisknut i odpovídající svislý snímek území. Ortofotomapa tedy nabízí technikům možnost práce nejenom s mapou, jako zjednodušeným obrazem zemského povrchu, ale i se snímkem, který obsahuje komplexní informaci.

1. Úvod

Jako hlavní metoda pro velkoplošné mapování povrchových lomů byla na a.s. Severočeské doly - Doly Nástup Tušimice zvolena metoda letecké fotogrammetrie.

Samotné letecké snímkování je realizováno externími firmami. Snímkování se provádí s 80% překrytem. Snímky jsou dodávány do 2 - 3 dnů po nasnímkování.

Pro vyhodnocování se využívá 60 % překryt, tj. použije se každý druhý snímek.

Pro vyhodnocení leteckého snímkování se v současné době využívá vyhodnocovací přístroj DICOMAT (Zeiss) a od konce r.1995 i zcela nová technologie - stanice **pro digitální fotogrammetrii ImageStation (Intergraph)**.

2. ImageStation - digitální fotogrammetrie a její možnosti v podmínkách povrchových lomů

Při výběru vhodné digitální technologie jsme stanovili několik kritérií, které by pořizované zařízení mělo splňovat:

- možnost vyhodnocovat letecké snímky podobně jako klasickými vyhodnocovacími přístroji
- přesnost na úrovni analogových přístrojů
- tvorba ortofotomap
- automatizace vyhodnocovacího procesu
- jednoduchost ovládání a stabilita systému
- spolehlivost osvědčená v praxi (tj. i údaj o počtu již prodaných zařízení)
- možnost servisu a technického supportu v ČR

• Příprava snímků

Prvním pracovním krokem v digitální fotogrammetrii je scanování leteckých snímků a vytvoření datového souboru v rastrovém formátu. Scanování provádíme scannerem „PS -1 PhotoScan“. **PhotoScan** je speciální plošný scanner pro negativy leteckých snímků o max. formátu 260 mm x 260 mm. Je výsledkem spolupráce firem Intergraph a Zeiss. Je možné scanovat jak černobílé, tak i barevné pozitivy nebo negativy.

Velikost nejmenší části rastrových dat - pixelu a tím rozlišení je nastavitelné v těchto velikostech: 7,5 μm , 15 μm , 22,5 μm , 30 μm , 60 μm nebo 120 μm . Nejčastěji scanujeme na rozlišení **22,5 μm a 30 μm** . To je pro naše potřeby dostačující. Nastavené rozlišení má samozřejmě vliv na objemy dat. Velikost souboru po nascanování jednoho snímku při rozlišení 22,5 μm je cca 30 MB, při rozlišení 30 μm pak 20 MB. Na pomoc zde přichází možnost real - time komprese dat ve formátu JPEG, která přibližně třikrát „zvyšuje“ kapacitu disku.

Při středním rozsahu leteckého snímkování, kdy je vyfotografováno cca 100 snímků se tedy jedná o objem 3 GB dat a při velkém rozsahu, kdy je snímkováno celé zájmové území na 200 snímcích, je potřeba uchovat cca 6 GB dat. V současné době (9/97) máme u ImageStationu tyto možnosti pro ukládání dat:

- dva interní disky 2,1 GB = 4,2 GB (třetí disk 2,1 GB je ponechán pro potřeby programu)
- externí disky 1,3 GB a 9 BG
- mechaniku pro 1,3 GB magnetooptické disky
- datapáskovou jednotku pro 5 GB pásku

Původní disková kapacita byla shledána jako nedostatečná, zvláště pro práci s ortofotomapami, a proto jsme rozšířili diskovou kapacitu o externí disky. Rychlost scanování je cca 6 min. při rozlišení 22,5 μm , přesnost je lepší než 2 μm .

Další kroky jsou obdobné jako u analogových vyhodnocovacích přístrojů a to provedení *vnitřní orientace, relativní orientace a absolutní orientace* s tím, že zorným polem fotogrammetra je obrazovka 27" monitoru, kde je postupně vytvářen stereomodel, který je viditelný pomocí speciálních brýlí.

Následuje **převzorkování** řad bodů (pixelů) rastru snímků v stereodvojici, které jsou zatím vůči sobě v obecné poloze, tak jak byly snímky vyfotografovány, do směru rovnoběžného s osou Y. To je jeden z požadavků digitální fotogrammetrie, aby mohl vzniknout model. Toto převzorkování trvá u snímku s rozlišením 30 μ m asi 10 min. Výhodou je možnost provést tento proces spuštěním dávky přes noc, nebo provést ho na pozadí při jiné práci.

Po ukončení těchto operací máme vytvořený stereomodel, který je kdykoliv k dispozici pro další práci, např. vektorové vyhodnocování a uložení dat ve formátech *.DGN nebo *.DXF, nebo pro práci s rastrovými daty a tvorbu ortofotomapy.

• Vyhodnocení leteckých snímků a další aplikace

Vyhodnocování probíhá v prostředí standardního *MicroStationu 32*, který je vybaven běžnými nástroji pro vyhodnocení, prvotní editaci dat, jejich strukturování a uchování v běžných design souborech (*.DGN). Samotný proces je velmi podobný vyhodnocování na analogových přístrojích s tím, že stereomodel je vizualizován na monitoru a fotogrammetr najíždí speciálním polohovacím zařízením (vzdáleně připomínající myš) na vyhodnocovaný bod polohově a upravuje z-ovou souřadnici pohybem značky ve vertikálním směru. Pomocí SW modulu Match - T je možné proces vyhodnocování automatizovat a v podstatě vygenerovat nad terénem rastrový model.

Vyhodnocená data jsou ve formátu *.DGN nabídnuta v síti pro další zpracování, jako je tvorba digitálního modelu terénu a tvorba digitální mapy.

Data jsou převzata do systému „Objemový model“ firmy KVASoftware. Zde dochází k sekundární editaci a navázání změnových stavů na výchozí digitální model. Dalším krokem je výpočet kubatury odtěžených hmot a aktualizace stavu k datu posledního vyhodnocení. **Takto upravený soubor je exportován do grafického systému MicroStation 95 a jeho nadstavby DULMAP.** Zde je provedena konečná editace souboru a jednotlivým objektům jsou přiřazeny značky dle značkového klíče (vyhláška 435/92 Sb.).

Dále je možné dokumentaci vykreslit na plotteru DesignJet 750 a nebo takto upravený soubor exportovat zpět do Fotogrammetrie pro další zpracování pro tvorbu ortofotomapy.

• Tvorba ortofotomapy

Ortofotomapa poskytuje značné množství informací i bez použití smluvených značek, nebo jen s minimálním množstvím. Je tedy snadno čitelná pro uživatele a to i takového, který není důlněměřický či báňsky vzdělán. Cílem tedy je spojit data ve vektorovém tvaru s odpovídajícími rastrovými daty a výsledek vytisknout nebo předat dál k prohlížení.

Jednou z nejnáročnějších operací při tvorbě ortofotomapy je mozaikování, tj. spojování jednotlivých rastrových modelů až do pokrytí požadovaného rozsahu ortofotomapou. Problém je v tom, že jednotlivé snímky jsou realizovány za různých

světelných podmínek, což je markantní hlavně při proměnlivém počasí (např. při snímkování jedné řady svítlo slunce a při snímkování sousední navazující řady již bylo zataženo). Složitost spočívá v srovnání jejich světlosti a kontrastu tak, aby výsledkem byl fotoplán bez znatelných přechodů mezi jednotlivými snímky.

Montáž rastrových a vektorových dat je možné realizovat již v prostředí ImageStationu.

Vzhledem k jeho vytižení pro vyhodnocovací proces jsme se rozhodli provádět toto propojení a předtiskové korekce na samostatném pracovišti. *Toto pracoviště je vybaveno počítačem Intergraph TD 300 - což je Pentium Pro pracující na frekvenci 200 MHz; operační systém je Windows NT 3.51 se softwarem MicroStation Review a MGE Image Viewer IPLOT. Komunikaci tiskového serveru TD 300 s unixovým pracovištěm ImageStation zajišťuje software NFS.*

Samostatný tisk je realizován na elektrostatickém ploteru Xerox 8900 II, který je připojen ke stanici TD 300 vysokorychlostním centronics kabelem. Stanice TD 300 je k tomuto účelu vybavena speciálním kartonem.

• Funkce jednotlivých softwarových komponent

NFS

Software NFS, jak již bylo řečeno, umožňuje uživatelsky příjemný přístup k souborům uloženým na unixovém pracovišti ImageStation a to obousměrně. Běžný uživatel tak může jednoduše otevírat soubory z prostředí Windows File Manager nebo Windows Explorer, které jsou uloženy na unixovém stroji.

MicroStation Review a MGE Image Viewer

Kombinace těchto dvou prostředků zabezpečuje základní editační funkce u hybridních dat. Vektorová data lze prohlížet v prostředí *MicroStation Review*. Uživatel však nemůže data modifikovat. Pro případ, že objeví chybu, může použít tzv. připomínkovací funkce. Uživatel může své poznámky, připomínky nakreslit do zvláštních vrstev připomínkovacího výkresu. Takto vzniklé připomínky pak může předat zhotoviteli výkresu.

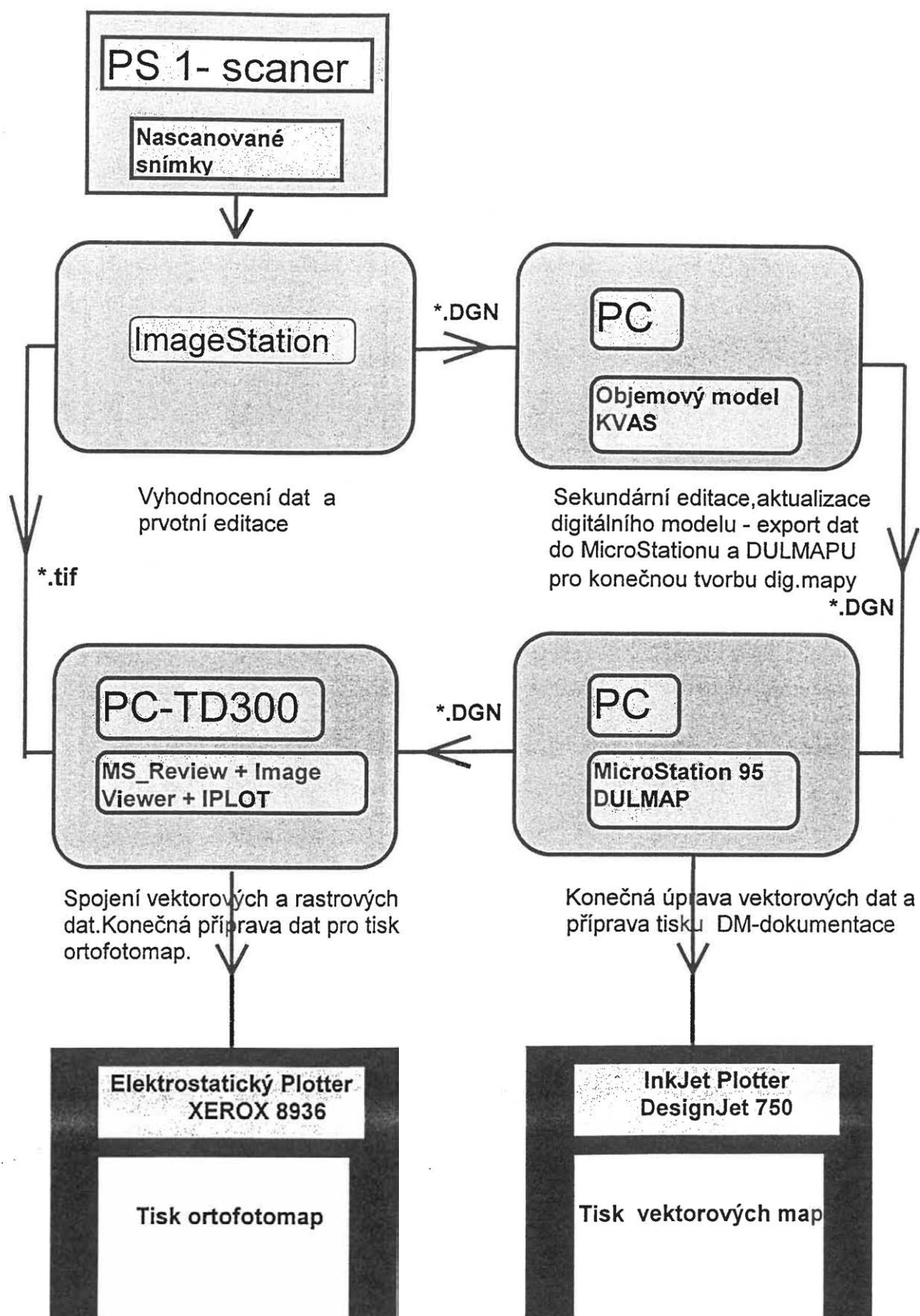
Podobnou funkci má MGE Image Viewer, zde opět uživatel může pouze prohlížet "obrázek", nemůže jej připomínkovat. Co je však důležité, z pohledu tisku, jsou funkce umožňující **korekce jasu, kontrastu a gamma**. Tyto funkce jsou α/ω zdárného tisku.

IPLLOT

Tisk z tiskové stanice je realizován softwarem *Iplot*. *Iplot* software je prostředník mezi grafickým prostředím MGE Image Vieweru a fyzickým zařízením *ploteru Xerox 8936 II*. Mimo standardních funkcí nabízí uživateli možnosti:

- náhledu tiskového díla
- resymbolizace vektorové kresby
- stanovení priorit (vytvoření tiskového sedviče) pro jednotlivé grafické prvky

- Schema toku dat a tvorby DM - dokumentace na a.s.Severočeské doly - Doly Nástup Tušimice



- maskování prvků vůči sobě
- ovládání tiskové fronty
- korekce podání barev
- tisku objemných dat

• Distribuce dat

Distribuce hotových dat pak může být realizována dvěma způsoby:

1. *v analogové podobě tiskové mapy*
2. *v digitální podobě*

Distribuce dat, jejich uchování a archivace na Dolech Nástup je a bude realizována **oběma způsoby**. Digitální formu distribuce s výhodou využíváme tam, kde taková dokumentace je pouze podkladem pro další, např. projekční práce.

3. Závěr

Jaké lze očekávat trendy do budoucnosti ? Zdá se, že ani tuto oblast, která ještě donedávna byla nemyslitelná bez klasických UNIXových stanic, nemine postupný přechod na platformu Intel a operační systém Windows NT. „ImageStation Z“ firmy Intergraph je toho prvním důkazem. Další změnu, kterou lze do několika let očekávat, je přechod na digitální kamery. To znamená, že zákazník, využívající digitální fotogrammetrii, dostane snímky již v digitální formě zanedlouho po ukončení nasnímkování a to buď prostřednictvím sítě, anebo po mezipřistání letadla na místním letišti rovnou na přenosný harddisk či jiné médium. Odpadne časově náročné vyvolávání snímků a následně tedy nebude nutné pořizovat velmi přesné scannery, jejichž cena je stále hodně vysoká.

Poslední změnu, kterou lze v budoucnosti očekávat, je možnost přesně sledovat a zaznamenávat prvky vnější orientace kamery při snímkování. Zde hraje velkou úlohu další fenomén současné měřické techniky - GPS. To umožní snímkovat a vyhodnocovat „bez použití vličovacích bodů“, které jsou dosud nutné právě pro obnovení prvků vnější orientace.

Že všechny tyto změny povedou k zvyšování efektivity digitální fotogrammetrie a k jejímu rozšíření, není nutno dodávat.



Obr. 1 ImageStation - pro UNIX



Obr. 2 ImageStation Z - pro Windows NT