

Letecké měřické snímkování dolů, volba optimálního měřítka

Marcel Janoš¹ a Zdeněk Klusoň²

Flying measuring scanning of mines, option of the optimum measure

The paper is focused on a topic, which deals with spatial data acquisition from the aerial images. The aerial photography is used for updating mine maps, digital terrain model, GIS input data, cubic measurements for many years. The repeated aerial scannings in predetermined periods for monitoring of open cut mines is carried. The choice of right scale is influenced by many parameters. The accuracy of height and position outputs the most important of them. Other parameters such as size and character of the location, weather conditions, type of film, laboratory treatment and postprocessing also need to be taken into a consideration. The reasons for choosing scale 1:5000 instead of 1:7 000 for two big open mine companies and our experiences will be presented in our paper.

Key Words: Aerial photography, photogrammetry, scale, GPS/INS

Úvod

Již v roce 1965 se začala letecká fotogrammetrie používat pro velkoplošné mapování dolů. Postupně následovalo použití pro výpočty kubatur skrývky, vyhodnocování pro aktualizaci důlních map, digitálního modelu terénu, vstupních dat pro GIS, podklady pro výpočty objemů odtěžených hmot atd. Ukázka ortofotomapy části povrchového dolu je zobrazena na Obrázku 1. Pro sledování vývoje lomů a výpočet kubatur se provádí pravidelné celoroční letecké měřické snímkování (dále jen LMS) v časovém intervalu jeden měsíc. Volbu měřítka snímkování ovlivňuje mnoho parametrů, z nichž nejdůležitější je požadovaná polohová a výšková přesnost výstupů. Je však potřeba vzít v úvahu další souvislosti: spolehlivost pořízení snímků, velikost a charakter zájmového území, okolí lokality, počasí, filmový materiál, metody zpracování materiálů a fotogrammetrického vyhodnocení, termíny odevzdání snímků a výstupů z fotogrammetrie.

Letecké měřické snímkování se provádí pro MUS, a.s., a Severočeské doly, a.s. Před začátkem nového kalendářního roku je předán požadavek na snímkování na rok následující. Zpracují se projekty snímkování a uzavírá se smlouva. Zákazník dopředu zná počty snímků a ceny za snímkování v jednotlivých měsících. Smluvní vztah je konstruován tak, aby zákazník zaplatil jednu koncovou cenu za každý měsíční nálet, bez ohledu na to kolikrát se do lokality letí. Současně s uzavřením smlouvy se předávají projekty snímkových letů, kde je přesně dopředu definována poloha a nadmořská výška každého snímku, počet náletových os a celkový počet snímků.

Plánování snímkování - projekt snímkového letu

Plánování snímkového letu je realizováno v prostředí software WinMP. Tímto je zajištěno celkové zachycení požadovaného prostoru a při opakovaných náletech jsou snímky vždy ve stejných pozicích. Toto je velmi důležité pro plánování přednáletové signalizace. Směr náletových os se volí v závislosti na tvaru a poloze zájmových prostorů. Na dolech Nástup Tušimice se do roku 2004 snímkovalo ve směru sever jih (Obr. 2). Vzhledem k přechodu na měřítka snímkování 1:5000 bylo nutné z hlediska bezpečnosti létání toto změnit, neboť by letoun létal přímo proti svahům Krušných hor. Dalším faktorem bylo i to, že převládající větry v lokalitě jsou ve směru západ -východ, a tedy létání ve směru a proti větru zabezpečuje malé úhly snosu.

Do nedávné doby bylo používáno pro snímkování pro kubaturní měření měřítka snímkování 1:7000, což představovalo snímkování z výšky 1050 m nad střední hladinou terénu pro ohnisko kamery 152 mm. Podélný překryt mezi snímky činil 60 % nebo 80 % a příčný 35 %.

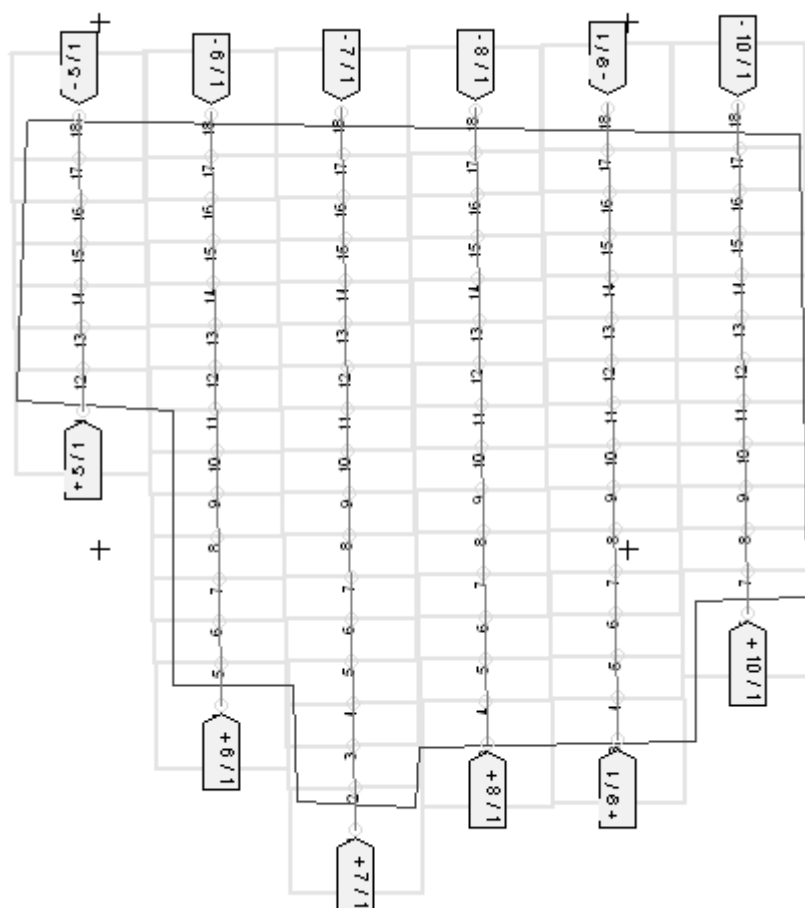
Pro tvorbu barevných ortofotomap v měřítka 1:5000 zachycující širší souvislosti těžební oblasti se používá měřítka snímkování 1:17000. Pro tvorbu a údržbu základní mapy závodů a pro podrobné vyhodnocení se provádí snímkování v měřících 1:4000 – 1:2000.

¹ Ing. Marcel Janoš, Ph.D., ARGUS GEO SYSTÉM s.r.o., Bří Štefanů 1069, 500 03 Hradec Králové, Tel.: +420 602 71 34 71, Fax: +420 495 800 792, Česká republika, ov@argusgeo.cz

² Ing. Zdeněk Klusoň, ARGUS GEO SYSTÉM s.r.o., Bří Štefanů 1069, 500 03 Hradec Králové, Česká republika, Tel.: +420 495 800 790, FAX: +420 495 800 792, hk@argusgeo.cz
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 21. 5. 2007)



Obr. 1. Ortofotomapa části povrchového dolu.
 Fig. 1. Ortophotomap of an open - cut mine part.

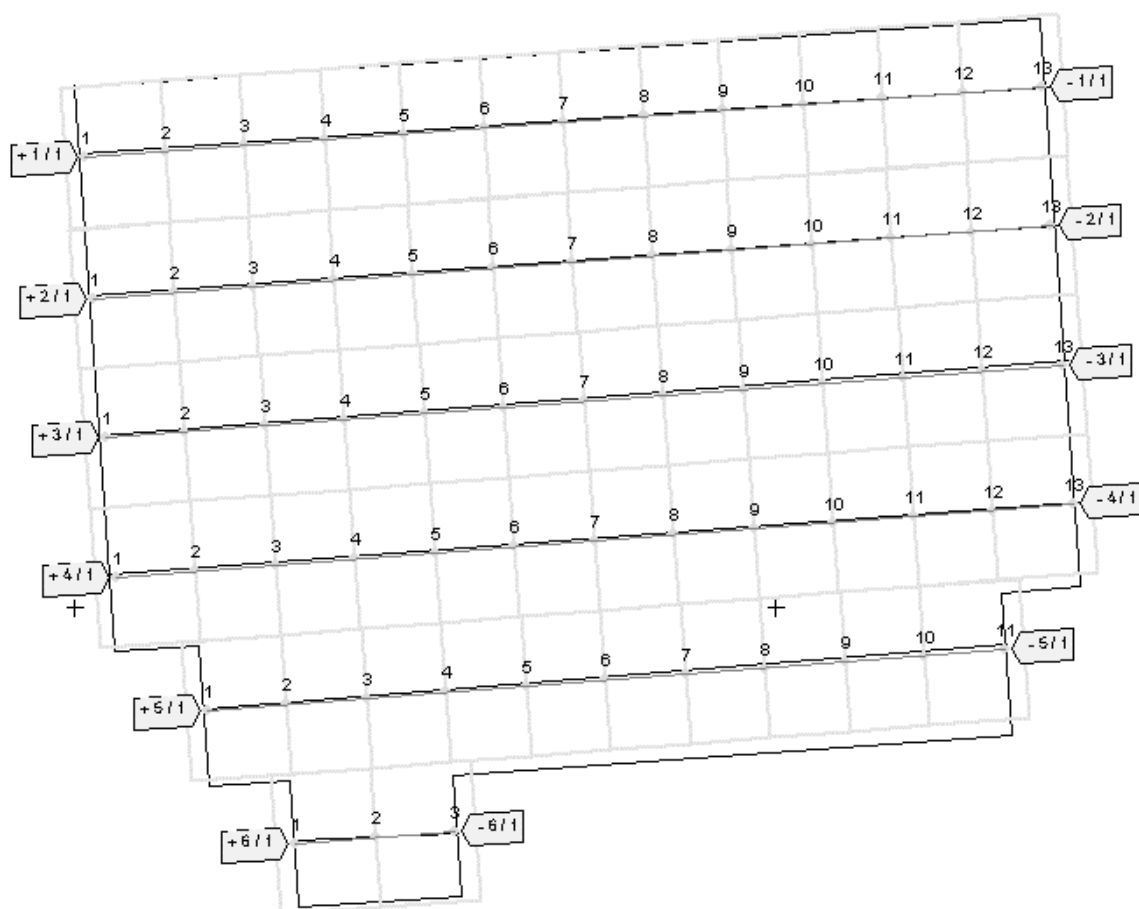


Obr. 2. Projekt snimkového letu v měřítku 1:7000, sever-jih.
 Fig. 2. Project of the scanning fly in the measure 1:7000, North-South.

Změna měřítka snímkování

Se zvýšením nároků na dodržení termínů snímkování a odevzdání výsledků vyhodnocení zejména v zimních měsících jsme hledali cesty jak toto vyřešit. Výška oblačnosti je limitující faktor pro splnění úkolu. Na druhé straně při volbě většího měřítka snímkování naroste počet snímků a prodlouží se termín vyhodnocení. Rovněž otázka zvýšení ceny při větším počtu snímků byla nasnadě. Po několika analýzách jsme dospěli k názoru, že volba měřítka snímkování 1:5000 bude optimální (obr. 3). Oblačnost se nad prostorem povrchových dolů vyskytuje velmi často ve výšce 1000 m nad terémem. To mnohdy znemožnilo provedení nasnímkování prostoru a osádka se často vracela aniž bylo provedeno snímkování.

Při snímkování v měřítko snímků 1:5000 se snímkuje ve výšce 750 m nad terémem. Pro kubaturní měření je možné snímkovat pod oblačností. Spolehlivost našich náletů se výrazně zvýšila a výrazně snížila se i počet neefektivních letů. Důsledkem tohoto bylo i to, že se nezvýšily ceny za snímkování při nárůstu počtu snímků.



Obr. 3. Projekt snímkového letu v měřítku 1:5000, východ-západ.
Fig. 3. Project of the scanning fly in the measure 1:5000, East-West.

Požizovací podmínky, filmový materiál

Meteorologické podmínky snímkování pro účel kubaturních měření se značně liší od standardních podmínek pro fotogrammetrické snímkování. Je to dáno zejména účelem snímkování a nároky na rychlost pořízení snímků a vyhodnocení. Nežádka se setkáváme při snímkování v lokalitě se velkým kouřem, silným větrem, dešťovými a sněhovými přeháňkami, průmyslovým kouřem a silnou turbulencí. Pro účel kubaturních měření je přípustné snímkovat za dohlednosti kolem cca. 5 km, pod souvislou oblačností. V případě nesouvislé oblačnosti, kdy je terén pokryt stíny, volí se filtr kamery a režim vyvolání tak, aby stíny byly prokreslené a umožnily vyhodnocení. Je dovoleno snímkovat i za větší turbulence, kdy svislost osy záběru a kompenzaci vlivu turbulence zajišťuje gyroskopický závěs. Protismazové zařízení kamery kompenzuje vliv rychlosti letounu v nízkých výškách a za špatných světelných podmínek. Pro snímkování

v zimních měsících, kdy úhel Slunce nedosahuje 33° a v lokalitě je malé množství světla je volen vysoce citlivý film umožňující správnou expozici. Výborně se nám osvědčil černobílý film AVIPHOT PAN 400 S, který má velkou expoziční pružnost a je určen pro snímkování velkých měřítek, což znamená, že je zhotoven tak, aby kompenzoval velký kontrast terénu, který je typický pro nízké výšky letu. U lokalit dolů je toto ještě více umocněno, neboť rozsah jasů mezi výsypkou a řezem uhlí je naprosto maximální jinde se nevyskytující.

Termíny

Termíny hrají při snímkování pro povrchové doly veliký význam. Již v začátcích letecké fotogrammetrie pro povrchové doly mělo snímkování pro doly jednu z nejvyšších priorit. Bylo a je to z několika důvodů. Uhlí jako surovina a obor těžby byl společensky vysoce hodnocen. Vysoce náročný terén, mnohdy nepřístupný znemožňuje klasické metody měření. Neustále se měnící terén z důvodů postupující těžby a potřeba zachytit stav k určitému datu, jakož i nároky na termíny fotogrammetrického zpracování vyžaduje dodávat snímky co nejrychleji. Naše snaha byla na tyto potřeby reagovat tak, abychom snímky dodali co nejdříve. V současné době se stalo pravidlem, že po provedení snímkového letu je film vyvolán a předán, nebo odeslán rychlou poštou následující den.

Fotogrammetrické vyhodnocení

Fotogrammetrické vyhodnocení LMS probíhalo zpočátku ve spolupráci s Geodézií Liberec. V současné době jsou fotogrammetrická pracoviště důlních podniků vybavena moderní digitální vyhodnocovací technikou. Pro dosažení dostatečné přesnosti letecké fotogrammetrie bylo nutné vličovat dostatečné množství signalizovaných vličovacích bodů. Postupným přechodem na pravidelné snímkování lokalit se snímky vždy ve stejných pozicích, digitální zpracování fotogrammetrických produktů, využívání metod DGPS, inerciálních měřicích systémů a automatické aerotriangulace došlo ke snížení počtu vličovacích bodů. Významným aspektem je rovněž i zvýšení přesnosti vyhodnocování (měřítko 1:5000 je limitní pro třetí třídu přesnosti mapování) a zlepšení čitelnosti snímků snímkaných za nestandardních povětrnostních podmínek.

Závěr

Praxe potvrdila, že měřítko snímkování 1:5000 pro pravidelné LMS dolů s ohledem na specifické podmínky je dobrou volbou. Pro větší měřítko hovoří, zvýšení přesnosti fotogrammetrického vyhodnocení, zlepšení fotografické kvality snímků, možnost snímkování pod oblačností a větší spolehlivost náletů. Zvýšení počtu leteckých snímků kompenzují moderní metody zpracování, využití aerotriangulace a GPS/INS vstupů a snížení počtu nutných vličovacích bodů.

Literatura – References

www.argusgeo.cz

AEROoffice: software pro zpracování DGPS a IMU dat, uživatelská příručka
CCNS navigační systém pro přesné navádění letounu při leteckém snímkování