

Historické letecké snímky v geografickém výzkumu – problémy při jejich zpracování a možná řešení

Renata Pavelková Chmelová¹, Patrik Netopil²

chmelova@prfnw.upol.cz, patrik.netopil@upol.cz

¹*Katedra geografie, Přírodovědecká fakulta UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc*

²*Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc*

Renata Pavelková Chmelová¹, Patrik Netopil²: *Historical Aerial Images in Geographical Research – Processing Problems and Possible Solutions.* The beginning of the aerial photography of Czech landscapes coincides with the late 1930s. During the last seven decades several hundred thousands mainly panchromatic images were made primarily for military purposes. These images covered the entire territory of the Czech Republic, in fact Czechoslovakia, as the Czech Republic was a part of his country at that time. A special military unit exists up to this day but social changes after 1989 initiated the rise of the private sector and the aerial photography became business.

The interpretation of aerial images from the historical military archive mentioned above has its specificity. The most of archive aerial images do not have complete data concerning the camera calibration certificate, e.g. a focal length, fiducial film coordinates, height of flight, time and date or scale. The following article describes processing possibilities of these images by the photogrammetric method, so-called orthorectification by the Leica Photogrammetry Suite – special photogrammetric software for geospatial image processing.

Key words: aerial photography, (archive) aerial images, image interpretation, camera calibration certificate, orthorectification, Leica Photogrammetry Suite (LPS)

1 Úvod

Se systematickým snímkováním území našeho státu se započalo na sklonku třicátých let minulého století. Letecké snímkování bylo již od svých počátků doménou armády. První letecké snímky tehdejšího Československa z let 1936-38 jsou i s ohledem na dobu svého vzniku velice kvalitní a nebýt historických událostí 2. světové války pokrývaly by území státu v celém jeho rozsahu. Hlavní využití našly jako kontrolní podklad při zhotovování topografických map.

Soustavné celostátní letecké mapování bylo obnoveno až v roce 1946. V poválečné éře byly snímky pořizovány ve stále větším rozsahu a dále fotogrammetricky zpracovávány pro potřeby prvního topografického mapování celého území tehdejší ČSR, které proběhlo v letech 1952-1957. Snímkování probíhalo převážně v měřítku 1:23 000 a výstupem byly topografické mapy v měřítku 1:25 000. Od konce 50. let minulého století vzrůstal význam mapování ve velkém měřítku a tudíž i nároky na snímkování. Území státu bylo do poloviny 90. let minulého století celkem čtyřikrát celoplošně nasnímováno, nově i pro potřebu mapování v měřítku 1:10 000, od 80. let byly v některých případech pořizovány i snímky barevné. Od roku 1996 probíhá pátá obnova vojenských topografických map podle standardů NATO. Převážná většina dnes již archivních snímků je uchovávána ve formě černobílých negativů, v menší míře barevných a

spektrozónálních. Předválečné, podobně jako rané poválečné snímky byly postupně kopírovány na současné již nehořlavé filmové materiály, které mají obecně delší životnost. Původní originály byly poté skartovány (STRUHA, 1998).

Právě zpracování leteckých snímků pohraničního území z roku 1936 v povodí řeky Krupé do digitální podoby v programu Leica Photogrammetry Suite 8.7 (LPS) je předmětem tohoto příspěvku. Snímky byly následně vyhodnoceny z hlediska využití půdy a odtokových poměrů (CHMELOVÁ, ŠARAPATKA, PAVKA, 2006). Pro stanovení využití půdy byly zpracovávány analogové historické letecké měřické snímky z roku 1936 s 30 % vertikálním překryvem a 60 % horizontálním překryvem, bez kalibračních protokolů. Obdobné vlastnosti mají i neměřické snímky.

2 Postup zpracování

Geometrická korekce archivních leteckých snímků byla provedena způsobem korekce k jinému obrazu - aktuálnímu ortorektifikovanému snímku. Stav pilotního území Krupá v roce 2002 je zachycen na souboru ortorektifikovaných snímků. Ty byly použity jako referenční plocha při zpracování archivních leteckých snímků.

Stručný postup zpracování analogových leteckých měřických snímků do mozaiky ortofotosnímků zahrnuje následující kroky:

a) převedení analogových snímků do digitální podoby (skenování) a převedení do formátu .img, b) vytvoření referenční plochy pro x,y souřadnice vlíčovacích bodů mozaikování ortofotosnímků z roku 2002, c) zpracování referenční plochy pro z - souřadnice vlíčovacích bodů - digitálního modelu reliéfu, d) vyhledání společných bodů na překrývajících se částech snímků, tzv. tie points s relativními souřadnicemi (hledání společných bodů na dvou překrývajících se leteckých snímcích), e) vyhledání vlíčovacích bodů na leteckých snímcích se souřadnicemi tzv. control points podle mozaiky 2002 (hledání společných bodů v leteckém snímku z roku 1936 a odpovídajícího bodu na mozaice 2002), f) triangulace snímků, g) ortorektifikace snímků, h) mozaikování ortofotosnímků z roku 1936 a i) příp. převedení mozaiky z roku 1936 z formátu .img do formátu .tiff.

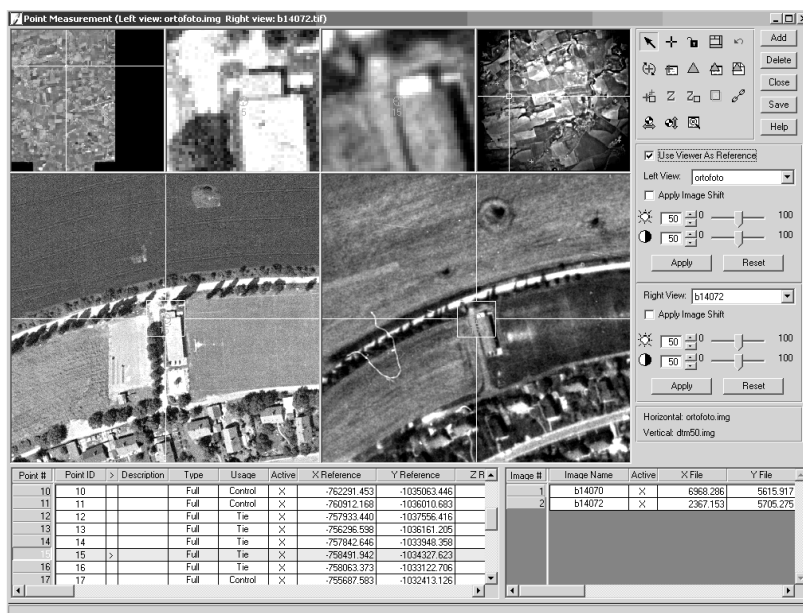
Před vlastním zpracováním 18 archivních snímků bylo nutno snímky převést do digitální podoby. Bylo vyzkoušeno několik možností skenování, nejlépe se osvědčilo skenování v odstínech šedi s rozlišením 400 dpi. Dále bylo potřeba z formátu skeneru převést snímky do nekomprimovaného TIFF formátu. Pro fotogrammetrické zpracování v programu LPS nelze využít např. formát JPEG se ztrátovou kompresí. Snímky byly v modulu ERDAS – Imagine převedeny z typu .TIFF do typu .img.

Vlastní triangulace z bodů se známými souřadnicemi probíhá podle zvolených parametrů automaticky. Program umožňuje při triangulaci celého bloku snímků využívat i společné body (tie points) na překryvu snímků bez reálných souřadnic, které celý blok snímků „provazují“ a snižují potřebný počet vlíčovacích bodů (control points) pro triangulaci.

V manuálu k programu LPS je popsán postup vyhledávání tie points pro celý blok snímků současně, kdy program umožňuje spustit automatické vyhledávání tie points po ručním zadání nezbytného počtu těchto bodů. Automatické vyhledávání bodů bylo úspěšné při parametrech skenování analogových snímků - rozlišení 400

dpi a při použití nekompresního formátu TIFF. Při postupném růstu počtu tie points automaticky vyhledaných pro dvojici snímků, pak software vyhledával tie points pro celý blok deseti snímků.

Na obrázku č. 1 je zobrazeno ruční vyhledávání odpovídajících si bodů na překryvu tzv. tie points na dvou sousedních snímcích z roku 1936. Snímky jsou zobrazeny ve třech výřezech. V tabulce pod snímky je vidět přehled bodů. Pravá strana okna obsahuje ikony nástrojů pro práci se snímky.



Obr. 1 : Prostředí Point Measurement.

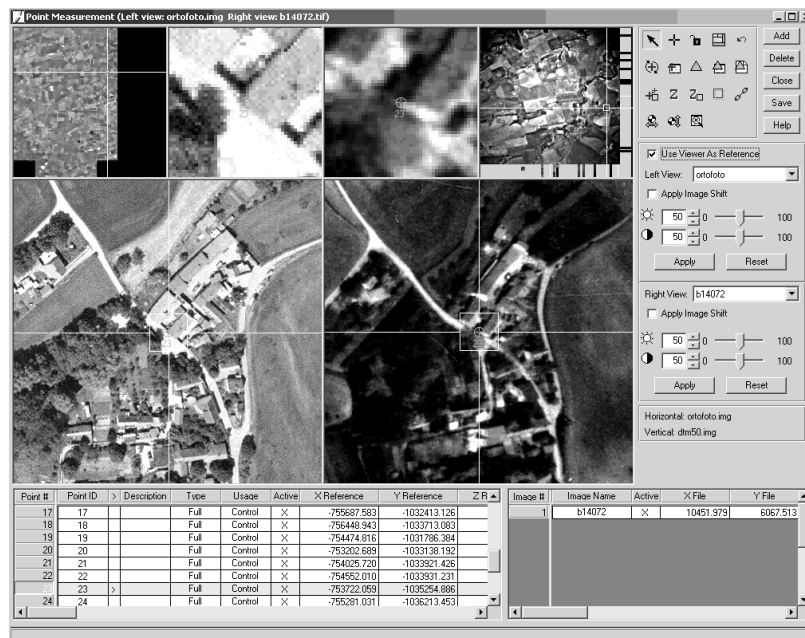
Zdroj: vlastní zpracování, primární data VGHŮř a GEODIS BRNO.

Ruční vyhledávání tzv. control points – vlíčovacích bodů se souřadnicemi na barevném ortofotu z roku 2002 a černobílém snímku z roku 1936 bylo velmi náročné především vzhledem k výrazné změně tvářnosti krajiny po scelení pozemků v 50. letech 20. století a díky charakteru pohraničního území, které je výrazně zalesněno. Nižší kvalita archivních snímků a charakter území ovlivňují přesnost vyhledávání identických bodů. Některé snímky byly málo kontrastní a ostré. Na velké části území se vyskytovaly lesy, především na okrajových snímcích, kde bylo velmi obtížné až nemožné najít identické body, případně „tie points“ - svazovací body, což při triangulaci způsobilo velkou chybu a znemožnilo korektně mozaikovat snímky. Standardní chyba byla 14 pixelů (tj. 28 m).

Osvědčilo se hledat vlíčovací body v intravilánech, hledat shodné budovy, kostely, dále křižovatky cest. Při nutnosti zachování rovnoměrného rozprostření bodů na snímcích, byly vyhledávány body např. na okrajích lesů nebo přímo v lesích, křižovatky lesních cest, které byly často nepřesné. Jediné body, které vykazovaly nízké odchylky, byly rohy staveb, které se vyskytovaly jen v zastavěném území, které se za posledních sedmdesát let ale výrazně změnilo. Body byly potom koncentrovány na území intravilánu. Pro potřeby programu je nutné najít body na překryvech snímků, které se jen zřídka shodovaly s plochou intravilánu a s nalezenými přesnými body. Pro zachování rovnoměrného rozprostření bodů program vyžadoval devět kontrolních vlíčovacích bodů - control

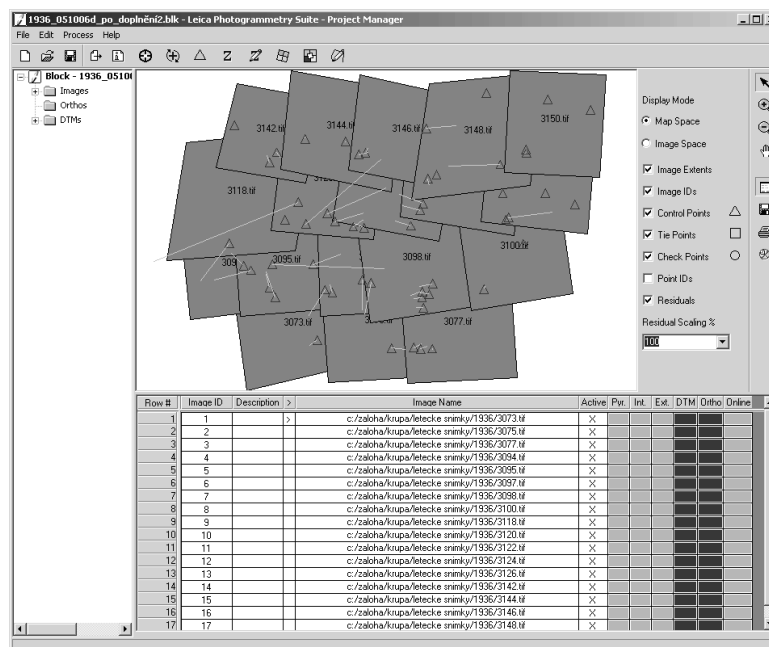
points - na snímek. Okrajové snímky území byly z hlediska přesnosti těchto bodů problematické a pravděpodobně to mělo vliv na kvalitu závěrečné mozaiky.

Na obrázku č. 2 vidíme v levém okně ortorektifikovanou mozaiku snímků z roku 2002, v pravém okně pak odpovídající snímek stejného území z roku 1936. Mozaika vlevo slouží jako referenční plocha pro odečítání horizontálních souřadnic. Z obrázku je patrná obtížnost vyhledávání vhodných bodů v krajině po sedmdesáti letech vývoje území.



Obr. 2 : Ruční vyhledávání vličovacích bodů - control points.

Zdroj: vlastní zpracování, primární data VGHŮŘ a GEODIS BRNO.

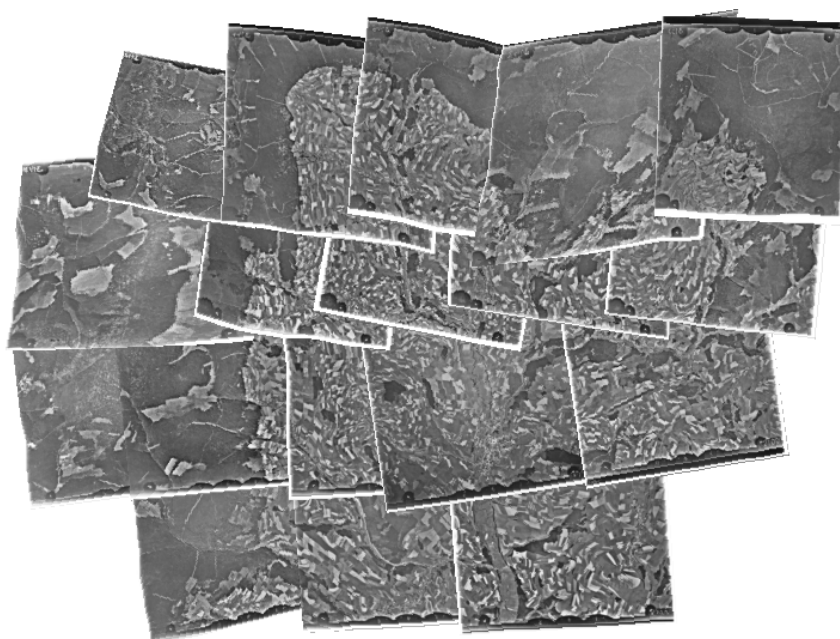


Obr. 3 : Sestava snímků po vyřešení vnitřní (Int.) a vnější (Ext.) orientace.

Zdroj: vlastní zpracování v prostředí Leica Photogrammetry Suite .

O průběhu triangulace a výsledné přesnosti podává podrobnou zprávu „The Triangulation Report With OrtoBASE“. Po úspěšné triangulaci je možno prohlédnout seskládané snímky v hlavním okně Project Manageru (obr. 3) a případně, při nevyhovujícím výsledku, se znovu vrátit ke kontrolám bodů či jejich doplnění.

Po triangulaci následuje krok ortorektifikace snímků, tedy zpracování polohově nezkreslených snímků. Vlastní ortorektifikace odstraňuje rozdíl v poloze obrazu objektu při středovém promítání a kolmém promítání. Posledním důležitým krokem před následným procesem digitalizace zájmového území je vytvoření mozaiky z ortorektifikovaných snímků, kdy zvažujeme odstranění částí snímků z mozaiky, způsob seskládání snímků a typ barevného vyrovnání mozaiky. Ze snímků bylo odstraněno 20 % plochy po okrajích, pro výběr částí snímků do mozaiky se osvědčilo automatické generování linie řezu snímků. Výsledek je prezentován na obrázku 4.



Obr. 4 : Náhled na výslednou mozaiku ortorektifikovaných leteckých snímků z roku 1936 bez ořezání.

Zdroj: vlastní zpracování v prostředí Leica Photogrammetry Suite.

3 Zpracování historického využití ploch v pilotním území Krupá

Zaznamenat historický obraz krajiny třicátých let a použít ho v modelování krajinných procesů je jednou z možností, jak posoudit tehdejší stav krajiny i její vývoj. Využití krajiny v r. 1936 se zásadně liší od současnosti. Letecké snímkování provedené ve třicátých letech minulého století v pohraničních oblastech ještě zaznamenalo využívání krajiny, která se postupně vyvíjela staletí. Na obrázku 5 je patrný vývoj změn využití krajiny v zájmovém území povodí řeky Krupé během posledních 70 let.

Pro původní účely práce byly ještě k dispozici letecké snímky z roku 1976, které ukazují krajinu v době socialistického zemědělství. Z důvodů problémů s mozaikováním snímků z roku 1936 nebyly tyto snímky dále zpracovány.

Historický stav využití půdy v roce 1936 měl být původně sestaven z údajů získaných z leteckých snímků pořízených v r. 1936. Z důvodu nekvalitní mozaiky leteckých snímků a z důvodu nemožnosti identifikovat rozdíly mezi ornou půdou a trvalými travní porosty v černobílých leteckých snímcích, bylo od této varianty upuštěno a historické využití půdy bylo rekonstruováno na základě Pozemkového katastru a Pozemkové knihy (1927-1956), které byly následně také digitalizovány (CHMELOVÁ, 2006). Z údajů v Pozemkové knize bylo vytvořeno pět kategorií využití ploch: lesy, zahrady, orná půda, louky a pastviny, intravilán, který zahrnoval i cesty a tyto údaje byly propojeny s pozemky v katastrální mapě.



Obr. 5 : Proměny krajiny v povodí Krupé v třicátých letech, sedmdesátých letech a současnosti. Pro usnadnění orientace je v levém horním rohu území Starého Města pod Sněžníkem.

Zdroj: vlastní zpracování, primární data VGHÚř a GEODIS BRNO.

4 Závěr

Zpracování archivních analogových leteckých snímků s 30 % překryvem vertikálním a 60 % horizontálním bez kalibračních protokolů je velmi ojedinelou prací. Další publikované práce jsou např. SVATOŇOVÁ (2004) a PRCHALOVÁ (2005), která však publikovala práci se snímky s kalibračními protokoly, u kterých je výsledné zpracování přesné. Zpracováním analogových snímků do digitální podoby použitelné v GIS se otevírá možnost uplatnění těchto historických materiálů, ale využití je omezeno charakterem území. V pohraničním zalesněném území pilotního území Krupé je největší problém získat dostatečné množství přesných vlíčovacích bodů a následně vytvořit přesnou mozaiku snímků. SVATOŇOVÁ (2004) tyto problémy ve své práci neuvádí, protože její zájmové území se nacházelo v zalidněné oblasti povodí Trkmanky, kde změny v krajině nejsou tak výrazné jako v pohraničí. Snímky z povodí Krupé při závěrečném mozaikování nenavazovaly přesně na sebe, což ukazuje obrázek 6, kde černá linie znázorňuje napojení dvou sousedních snímků. Je patrné, že napojení dvou sousedních snímků je nepřesné. Chyby byly řádově v desítkách až stovkách metrů. Pro následné výpočty např. hydrologických a erozních charakteristik území je taková chyba nežádoucí. I pro vytvoření následného modelu krajiny a průletů, tak jako to ve své práci prezentovala SVATOŇOVÁ (2004), je tato chyba velká.

Z výše popsaných důvodů bylo nutné najít jiné zdroje informací o využití půdy ve 30. letech 20. století. Pro zemědělskou půdu bylo použito archivních map a dat

z Pozemkového katastru a Pozemkové knihy (1927-1956), které poskytl Katastrální úřad v Šumperku a pro zalesněná území byly v Zemském archivu v Opavě, pobočka Olomouc nalezeny historické porostní mapy z roku 1936. Vše bylo opět z analogové formy převáděno do digitální formy. Právě tyto archivní podklady mohou sloužit k interpretaci leteckých snímků nejen pohraničních území, kde chyby v navazování snímků jsou řádově v metrech.



Obr. 6 : Detail výsledné mozaiky leteckých snímků z roku 1936.

Zdroj: vlastní zpracování, primární data VGHÚř.

5 Literatura

- CHMELOVÁ, R. 2006. Historická a environmentální analýza změn využití krajiny a jejich vliv na odtokové poměry v povodí. Disertační práce, OU v Ostravě, Přírodovědecká fakulta, 128 s.
- CHMELOVÁ, R., ŠARAPATKA, B., PAVKA, P. 2006. Effects of land use changes on runoff process (The Krupá basin case study, Czech Republic). *Journal Ecohydrology & Hydrobiology*, 6 (1-4): s. 97–103. ISSN 1642-3593
- PRCHALOVÁ, J. 2005. Proměny kulturní krajiny – aplikace archivních snímků v socioekonomickém průzkumu. *ArcRevue: ARCDATA Praha*, 4/2005, s. 30-35.
- SVATOŇOVÁ, H. 2004. Leica Photogrammetry Suite - vhodný nástroj zpracování archivních leteckých snímků. *ArcRevue: ARCDATA Praha*, 4/2004, s. 27-29.
- STRUHA, P. 1998. Důkazy leží v archivu armády ČR. *Geoinfo: Computer Press Brno*, 5/1998, s. 14-15.
- LEICA GEOSYSTEMS GIS & MAPPING, LLC. 2003. OrthoBASE & OrthoBASE Pro User's Guide [user manual, cit. 1.11. 2007]. Leica Geosystems GIS & Mapping, LLC, 2801 Buford Highway NE, Suite 400, Atlanta, GA, 30329-2137, USA.

