

Ortofotomapy a chyby při jejich pořizování

Josef Falt
oddělení informatiky, správce GIS
Magistrát města Hradec Králové
Ulrichovo nám. 810
502 10 Hradec Králové
tel.: +420 49 5751 478; fax: +420 49 5513 139
E – mail: josef.falt@mmhk.cz

Abstract

Ortofotomapa je jedním ze základních podkladů pro geografický informační systém. Při jejím pořizování je velmi nutné dbát na její kvalitu pro předpokládaný účel využití.

Pořizujeme si ortofotomapu? Na co si musíme dávat pozor?

- *období (doba) snímkování*
- *čas letu*
- *snímkovací zařízení*
- *typ snímkaného území*
- *měřítko snímků*
- *geometrická přesnost*
- *barevná vyrovnanost*
- *účel využití*

Požadavky na tvorbu ortofotomapy je nutné předem stanovit s ohledem na předpokládané budoucí využití.

Abstrakt

Main errors during the Orthophotomap creating process

Dept. of informatics, GIS administrator,
Municipality of Hradec Králové city
Czech Republic
Phone.: +420 49 5751 478, fax: +420 49 5513 139
e-mail: josef.falt@mmhk.cz; <http://www.hradeckralove.org>

Orthophotomap is one of basic and most important tools for GIS. For the best potential utilisation of this product we must to keep its parameters on the high quality level. These ones must be at close relation with supposed further application of this orthophotomap.

We would like to create orthophotomap? What kind of parameters must be keep in our attention?

- time and period of aerial photos acquisition
- flight time
- parameters of camera or scanner
- size of territory, covered by aerial photos
- aerial photos scale
- geometrical accuracy
- colour balance of photos
- kind of application

Requirements for orthophotomap creation must be specified before, but in close relation with further its application.

Úvod – specifikace potřeb

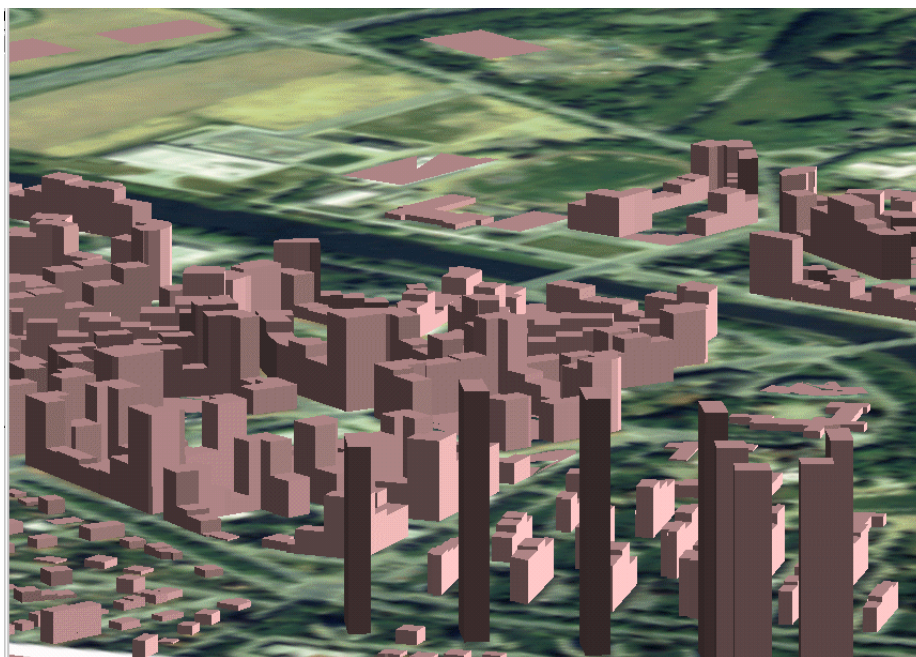
Letecká fotogrammetrie se stala jedním z důležitých zdrojů základních informačních podkladů pro práci ne jen pracovníků veřejné správy (dále VS). Než přikročíme k záměru pořízení leteckých měřických snímků je velmi důležité přesně specifikovat k jakému účelu budou využívány:

1. umožnění (**fotogrammetrického vyhodnocení**) aktualizace map různého druhu
2. možnost zpracovávat **výsledky a výstupy do velkého, středního měřítka**
3. **přesnost** tzn. docílit vyšší přesnosti než vykazují stávající mapové podklady například mapy v měř. 1 : 10 000
4. **vyhovět potřebám výkonu veřejné a státní správy** a to především při posuzování záměrů předkládaných k vyjádření, kde je nutno zkoumat a zhodnocovat záměr z různých hledisek
5. pro územní plánování a urbanismus, posuzování a navrhování koster ekolog. stability tzv. **ÚSESy**, vyhodnocení zdravotního stavu vegetace apod.
6. využití jako **fotodokumentace** stavu území k danému datu snímkování
7. **pomocný materiál** při výkonu státní a veřejné správy
8. pro tvorbu digitální technické mapy města (DTMM)
9. možnost vytvořit **3D model** terénu např. pro modelování záležitostí v oblasti ochrany ovzduší, ložiskové geologii, povodňové situace, výškový model města apod.
10. tepelného znečištění území, tepelných ztrát plošných i liniových objektů, vyhodnocení skládek odpadů
11. gamaspektrální obraz s úhrnnou aktivitou gama, předpoklad anomálií hornin, předpoklady výskytu radonu, geochemie povrchových vod
11. **cena** jako pomocný důvod - záleží na možnostech objednatele
12. a další.

Podle toho zvolíme technologii snímkování:

- **vizuální** – černobílé (ČB), barevné – LMK – letecká měřická komora, negativ, diapozitiv
- **termovizní** - liniové, plošné
- **multispektrální**
- **spektrozónální**
- **geofyzikální**
- **radarové**
- **laserové**

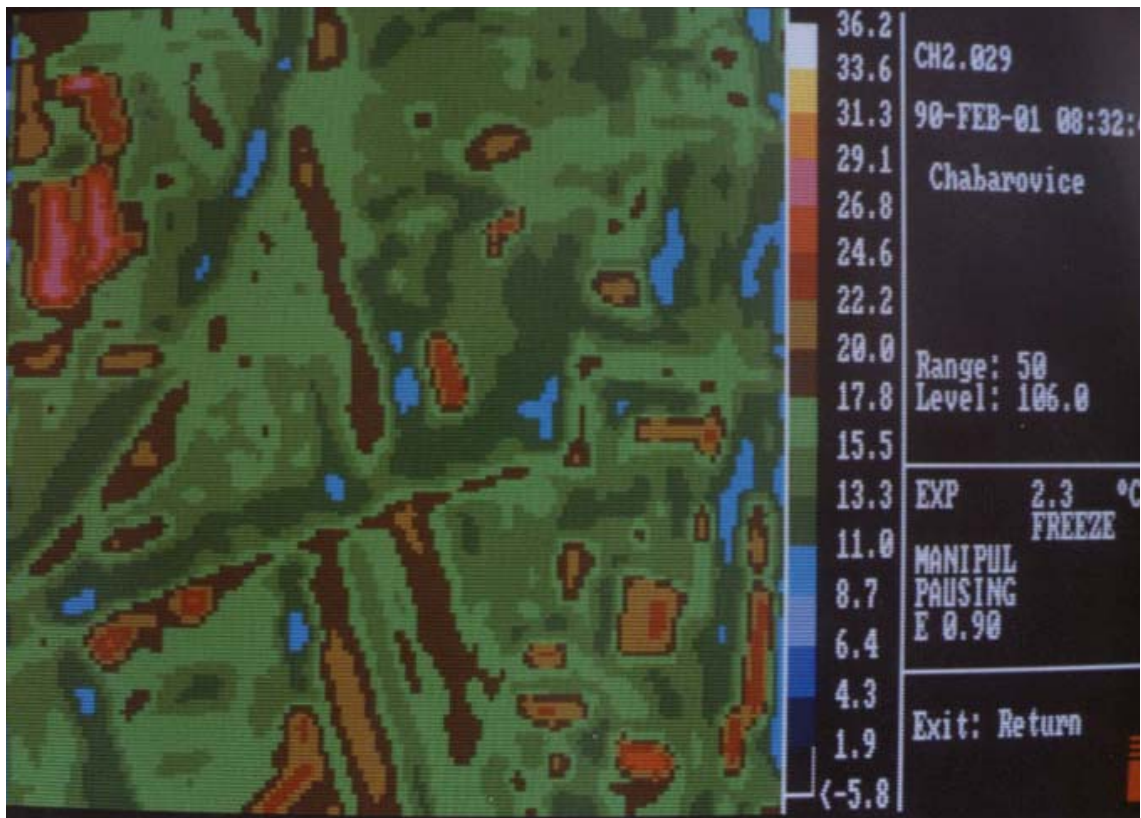
Letecké snímkování - **kolmé** – *měřičské, neměřičské*
- **šikmé**



Obr č. 1 – Výškový model města



Obr č. 2 – Podklad pro DTMM



Obr. č. 3 – Termovizní snímek skládky nebezpečných odpadů Chabařovice

Je nutné brát v úvahu, že letecké snímky jsou **materiál podpůrný**, který nám **má usnadnit práci**, snížit četnost místních šetření při řešení určité akce, dát **přehled o širších vztazích** a vazbách na okolní území, ale **nemůžeme** z letec. snímku **zjistit majetkoprávní vztahy, střety zájmů lokálního charakteru** např. střety s telekomunikacemi, energovody atd. Takže - letecký snímek je určitá **informační hladina**.

Pořízení leteckých měřických snímků - požadavky

Pokud jsme přesně specifikovali účel využití je nutné stanovit technické požadavky například na barevné letecké měřické snímkování zadaného území:

- 1) Měřítko snímkování: 1 : 7 000 (max.) s podélným překryvem 60% nebo 80 %
- 2) Termín snímkování: ranně vegetační období
- 3) Fotografický materiál: barevný negativ
- 4) Technologie: letecké měřické snímky v systému S-JTSK
- 5) Pro snímkování bude dodržen standard VTOPU Dobruška
- 6) Barevné náhledové kopie
- 7) Návrh archivace náhledových kopií
- 8) Homogenní snímkování, kompenzace smazu, maximální kontrast, bez mraků a stínů

Pořízení ortofotomapy - požadavky

Stanovení požadavků na tvorbu ortofotomapy je přímo závislé na technické specifikaci leteckého měřického snímkování.

Požadovaný výstup:

- 1) Barevná bežešvá fotomapa
- 2) Ukládací jednotka dle kladu listů 1 : 2000
- 3) Primární velikost pixelu 0,20 m
- 4) Souřadný systém: S-JTSK.
- 5) Formát dat: RGB, nekompresovaný formát TIFF pro ArcInfo, ArcView
- 6) Provedení radiometrických a fotometrických korekcí obrazu
- 7) Pro ortofotomapu bude dodržen standard VTOPU Dobruška
- 8) Zpracovaný digitální model terénu potřebný pro zpracování ortofotomapy bude předán objednateli
- 9) Přesah za hranice zájmového území např. cca 500 m
- 10) Technické parametry a typ použitého skeneru budou uvedeny v nabídce
- 11) Termín dokončení zakázky: do **X** měsíců od náletu
- 12) Předání datových souborů na CD-ROM

Další podmínky:

- 1) Po zpracování zakázky budou použité letecké snímky vlastnictvím objednavatele
- 2) Objednavatel si vyhrazuje právo akceptovat jen část předložené nabídky
- 3) Zpracovaný digitální model terénu potřebný pro zpracování ortofotomapy bude předán objednateli

Kontrola ortofotomapy

Provedení kontroly ortofotomapy je neméně důležité jako specifikace požadavků na její tvorbu. Je nutné provést kontrolu geometrické přesnosti, radiometrické a fotometrické korekce.

Jaké mohou být chyby ortofotomap

Výsledné barevné ortofotomapy mohou mít výraznou geometrickou¹⁾ nepřesnost například na hranách mapových listů. Nepřesnost může být až několik metrů při navazujících liniích sousedních listů – komunikace, vodní toky apod.



Obr. č. 4 – Geometrická nepřesnost na hranách mapových listů

Volba letové výšky pro snímkování je velmi důležitá pro měřítko snímků²⁾ a následně pro měřítko, ve kterém se předpokládá jejich využití. Stejně tak je důležitá i pro rozlišovací schopnost ortofotomapy (primární velikost pixelu), skutečná velikost objektu³⁾, který lze na snímku ještě rozeznat při největším možném zvětšení. Čím větší bude výška letu při snímkování, tím bude rozlišovací schopnost snímku menší.

¹⁾ Cílená náprava chyb vzniklých rotací, kroucením a perspektivou

²⁾ Letecké snímky – měřítko snímků (M) je úměrné ohniskové vzdálenosti objektivu fotokomory (f) a výšce letu (H)

³⁾ Prostorové rozlišení poukazuje na rozměr nejmenšího objektu, který může být rozlišený senzorem nebo oblast na zemském povrchu reprezentovanou každým pixelem.



Obr. č. 5 – Rozdíly v rozlišovací schopnosti ortofotomapy
Obrázek č. 5 – ukázka ortofotomapy, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 7 000. Velikost 1 pixel je g.e. 0,2 m. Při zvětšení do měř.: 1 : 800 je rastr velmi nepatrný

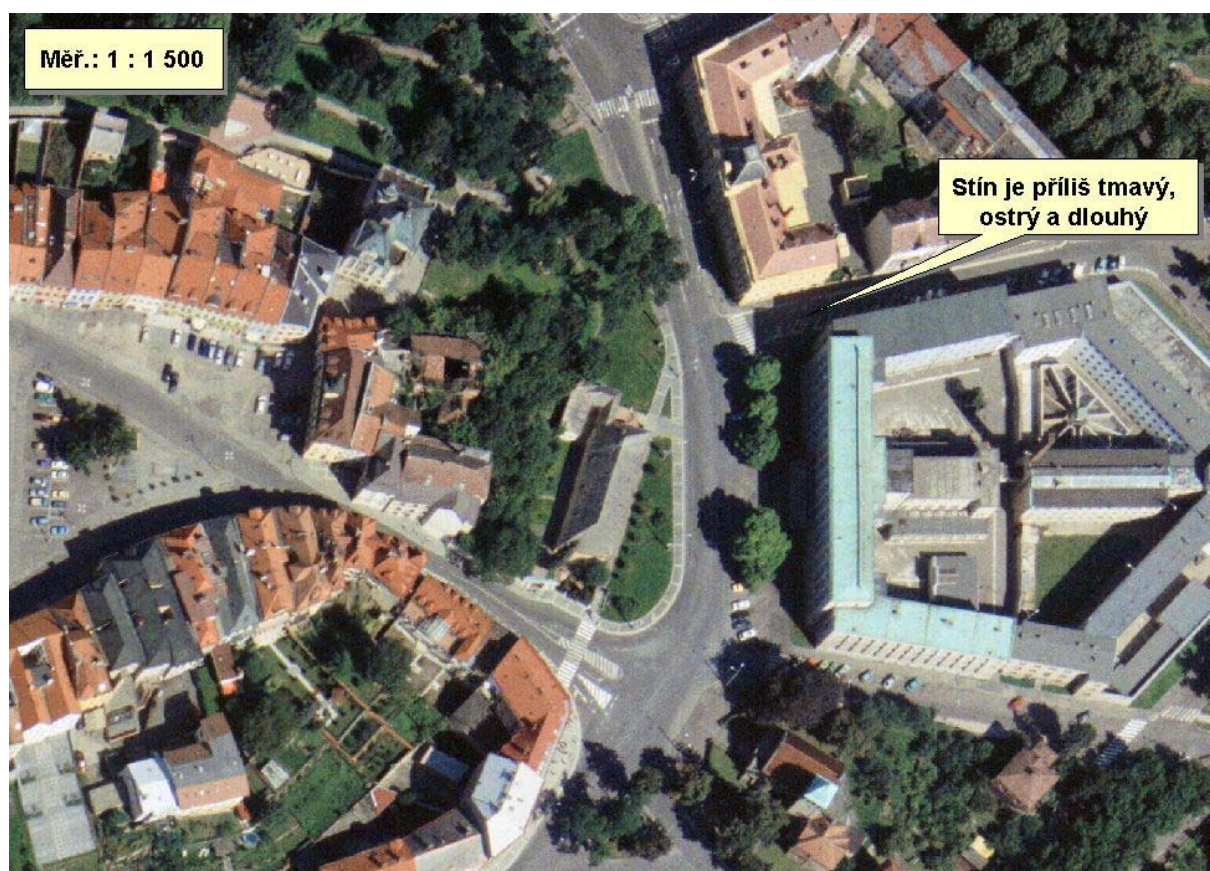


Obr. č. 5a – Rozdíly v rozlišovací schopnosti ortofotomapy

Obrázek č. 5a – ukázka ortofotomapy, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 14 000. Velikost 1 pixel je g.e. 0,5 m. Při zvětšení do měř.: 1 : 800 je již patrný rastr.

Doba snímkování je pro výslednou kvalitu snímků a jejich multifunkční využití velmi důležitá. Správná volba data snímkování např. těsně před plným nástupem vegetace (zelené biomasy) umožňuje v určité míře vyhodnocovat vegetační kryt (podíl zelených ploch, keřového a stromového patra apod.). Současně lze vyhodnotit i objekty, které se nacházejí pod korunami stromů, které by jinak byly v době plné vegetace zakryty. V tomto případě by byl nutný větší rozsah pozemního šetření.

Čas snímkování je pro výslednou kvalitu snímků velmi důležitý. Volba času snímkování bude jiná pro snímkování volné (otevřené) krajiny a jiná pro snímkování zastavěné části území a především tam, kde jsou zastoupeny i výškové budovy, které vrhají dlouhý stín⁴⁾.



Obr č. 6 – Chybná volba času snímkování

Obrázek č. 6 – ortofotomapa, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 13 500. Velikost 1 pixel je g.e. 0,2 m. Informace ve stínu jsou velmi špatně viditelné, stín je příliš tmavý, ostrý a dlouhý. Doba snímkování přelom měsíce srpna 2001, čas snímkování 07:00 – 08:00 hod. UTC = 09:00 – 10:00 letního času.

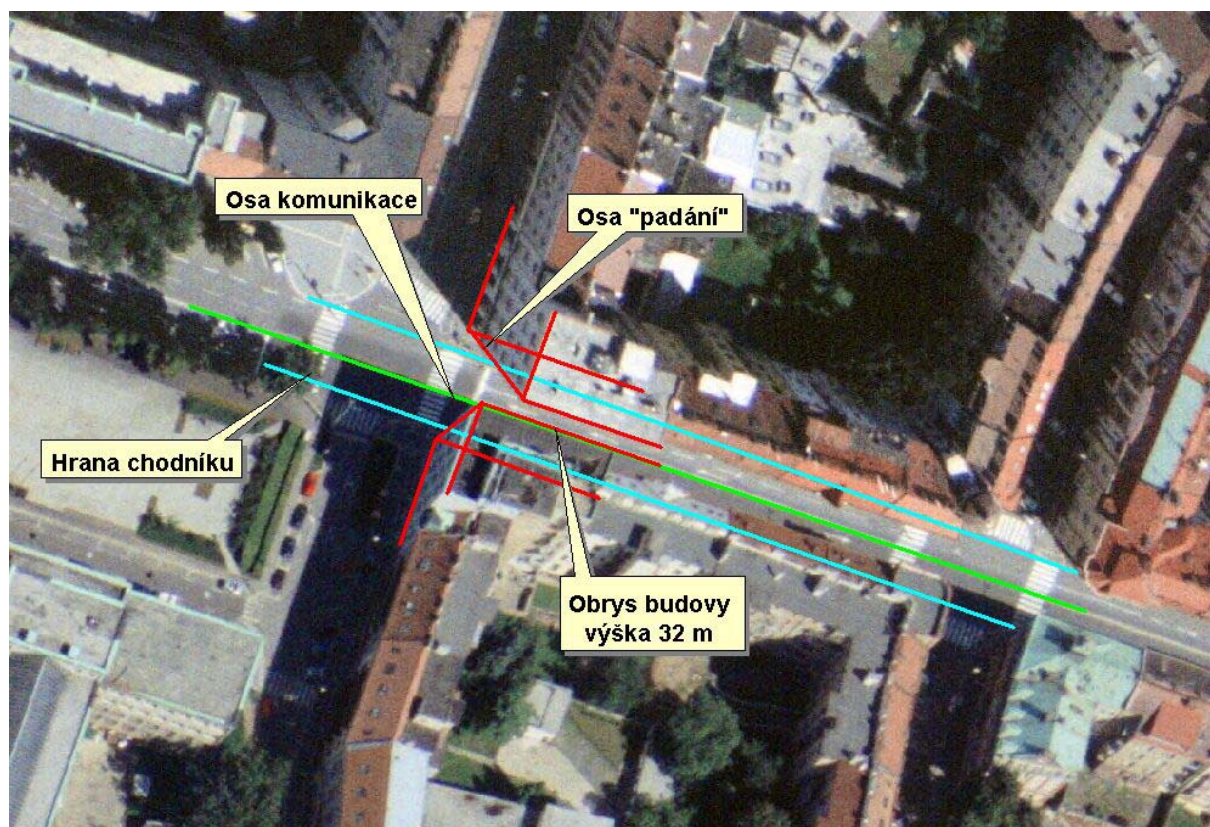


Obr. č. 7 a 7a – Správná volba času snímkování

Obrázek č. 7 – ortofotomapa, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 14 000. Velikost 1 pixel je g.e. 0,5 m. Informace ve stínu jsou viditelné, stín je světlý, není ostrý a krátký. Doba snímkování přelom měsíce přelom duben – květen 1998, čas snímkování 09:00 – 14:00 hod. UTC = 11:00 – 16:00 letního času.

Obrázek č. 7a – ortofotomapa, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 7 000. Velikost 1 pixel je g.e. 0,2 m. Informace ve stínu jsou viditelné, stín je světlý, není ostrý a krátký. Doba snímkování přelom měsíce přelom duben – květen 1998, čas snímkování 10:00 – 13:00 hod. UTC = 12:00 – 15:00 letního času.

Volba dostatečného podélného a příčného překryvu leteckých měřických snímků, ale i výšky letu při snímkování je důležitá pro minimalizaci tzv. nadiru⁴⁾.



Obr. č. 8 – Nadir – sbíhání výškových objektů

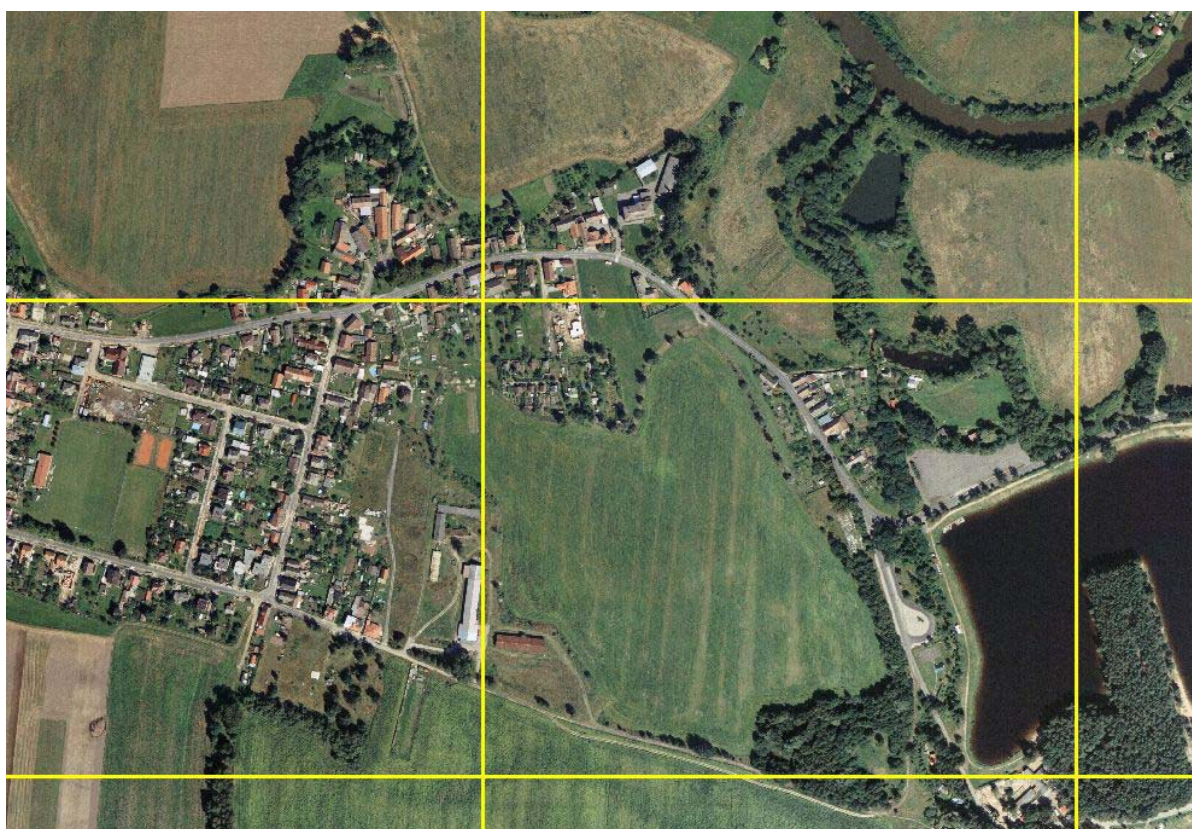
Pro budoucí práci s ortofotomapou je také velmi důležitá barevná homogenita. V opačném případě je potřebné vyžádat si ze strany dodavatele provedení radiometrické⁵⁾ a fotometrické korekce.

⁴⁾ *Letecké snímky – NADIR – všechny svislé předměty se sbíhají (padají)(např. hrany budov, hrany výškových budov, továrních komínů, kmeny stromů atd.) do jednoho bodu. To ale neplatí pro stíny, které vrhají: ty jsou naopak navzájem rovnoběžné a jejich směr a délka závisí na poloze Slunce a sklonu terénu. Nadir je definován jako průsečík svislice procházející středem promítání (objektivu) s rovinou snímku. Důležitým bodem, jehož polohu na snímku vyznačujeme, je tzv. hlavní bod. Je dán patou kolmice spuštěné ze středu promítání (objektivu) na rovinu snímku. S dostatečnou přesností se ztotožňuje se středem leteckého snímku, který na kontaktní kopii získáme jako průsečík zobrazených rámových značek fotokomory. Není-li osa záběru zcela svislá, hlavní bod nekoinciduje s nadirem.*

⁵⁾ *Radiometrické rozlišení – odpovídá pracovnímu pásmu (dynamic range) nebo počtu možných hodnot, kterou může pixel nabývat v každém spektrálním pásmu. Závisí na počtu bitů, do kterých je registrované EMZ dělené. Tak v případě 8-bitového data se každý pixel může nacházet v intervalu hodnot od 0 do 255 ($2^8 = 256$). Data 7-bitová znamenají, že jednotlivý pixel může nabývat hodnoty jen intervalu od 0 do 127 ($2^7 = 128$). 8-bitový snímek může obsahovat např. vyšší počet odstínů šedi nebo barev, tzv. hodnot jasu (brightness values). Číselná hodnota pixelu se též označuje jako DN, (digital number).*



Obr č. 9 – Ortofotomapa barevně nehomogenní



Obr č. 9a – Ortofotomapa barevně homogenní

Obrázek č. 9 – ukázka nehomogenní ortofotomapy, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 7 000. Velikost 1 pixel je g.e. 0,2 m. Zpracována v kladu map 1 : 2000. Je výrazně patrné rozhraní jednotlivých mapových kladů.

Obrázek č. 9a – ukázka homogenní ortofotomapy, která byla vytvořena z leteckých měřických snímků pořízených ve zdrojovém měřítku 1 : 13 500. Velikost 1 pixel je g.e. 0,2 m. Zpracována v kladu map 1 : 1000. Rozhraní jednotlivých mapových kladů není patrné. Rozhraní mapových kladů je znázorněno mapovým kladem 1 : 1 000.

Závěr

Závěrem bych chtěl **upozornit** na jednu **důležitou věc**. Než dojde k rozhodnutí provádět letecké snímkování, **vybírejte si z více nabídek**, ne jen z jedné.

Může se Vám stát a stává se, že objednáte snímkování u firmy, která Vám přijde nabídnout svou práci, ale později, a hlavně při fakturaci zjistíte, že cena i třeba jednoho snímku města, obce, je neúměrně vysoká, že byste nakonec podobný výsledek získali i za třetinovou příp. poloviční částku, snímek (y) není (jsou) měřičský (é), nelze ho (je) fotogrammetricky vyhodnotit atd.

Literatura

- Foldyna J. (1995): Dálkový průzkum Země – Skripta PGS VŠB-TU Ostrava, 50 str.
Šíma M. (1995): Data DPZ a digitální metody jejich zpracování – Skripta PGS VŠB-TU Ostrava, 20 str.
Vysoudil M. (1992): Dálkový průzkum Země III. – Skripta Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého Olomouc, 57 str.
Čapek R. (1987): Dálkový průzkum Země – Dočasná vysokoškolská učebnice – 260 str.
Tomsa K. (1981): Teoretické základy letecké fotogrammetrie – 169 str.
Sborník referátů konference GIS ve veřejné správě Seč