

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí
Katedra: Krajinného managementu
Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

Bakalářská práce

Vývoj fotogrammetrického mapování na našem území

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Magdalena Maršíková

Autor:
Michala Žďárská

České Budějovice, 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michala ŽDÁRSKÁ**
Osobní číslo: **Z10262**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Vývoj fotogrammetrického mapování na našem území**
Zadávající katedra: **Katedra krajinného managementu**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je shrnout a přehlednou formou popsat využívání fotogrammetrické metody pro potřeby mapování na území České republiky od počátku využívání této metody po současnost.

1. Počátky používání fotogrammetrických metod pro potřeby mapování.
2. Přehled používaných metod.
3. Mapová díla na území ČR vyhotovená touto metodou.
4. Využívání fotogrammetrické metody mapování v současnosti.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30-50 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Pavelka, K.: Fotogrammetrie 10, skripta ČVUT, Praha 1998
Pavelka, K.: Fotogrammetrie 20, skripta ČVUT, Praha. 2003
Pavelka, K.: Fotogrammetrie 30 (digitální metody), skripta ČVUT, Praha 2001
Hanzl, V Sukup, K.: Fotogrammetrie I, učební texty, Akademické nakladatelství CERM, VUT Brno 2001
Šmidrkal J.: Fotogrammetrie, Praha
Katalog objektů ZABAGED, Zeměměřický úřad, Praha 2011
<http://www.cuzk.cz/>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Magdalena Maršíková
Katedra krajinného managementu

Datum zadání bakalářské práce: 8. března 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.
proděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 06 České Budějovice

L.S.



prof. Ing. Tomáš Krtek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci Historie pozemkových úprav na našem území jsem vypracovala samostatně na základě poskytnutých materiálů s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 15.4.2013

.....

Poděkování

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné vedení a pomoc při zpracování mé bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat celé své rodině a přátelům za shovívavost, podporu a trpělivost při psaní bakalářské práce.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá shrnutím vývoje fotogrammetrického mapování na našem území od prvního používání fotogrammetrie až po současnost. Obsahuje přehled metod a vybavení, kterými se vyhotovuje fotogrammetrické mapování. V práci jsou zaznamenána mapová díla, která jsou vytvořena těmito metodami.

Klíčová slova: Fotogrammetrie, mapování, fotografický snímek.

Abstract:

This bachelor's thesis deals with a summary of development of the photogrammetric mapping in our territory since the first use of photogrammetry until today. It contains an outline of methods and equipment with which the photogrammetric mapping is made. The thesis presents map works that have been created by these methods.

Key words: Photogrammetry, mapping, photography snapshot.

Obsah:

1. Úvod	11
2. Zařazení fotogrammetrie	12
3. Počátky používání fotogrammetrických metod pro potřeby mapování	16
4. Přehled používaných fotogrammetrických metod	20
4.1 Používání metod v době ČSSR	20
4.2 Používané fotogrammetrické metody.....	20
4.2.1 Metoda univerzální (dvousnímková).....	20
4.2.2 Metoda diferencovaná.....	21
4.2.3 Metoda kombinovaná (jednosnímková).....	23
4.3 Rozdělení fotogrammetrických metod	24
4.3.1 Podle polohy stanoviska.....	24
4.3.1.1 Pozemní (blízká) fotogrammetrie.....	24
4.3.1.2 Letecká fotogrammetrie.....	27
4.3.1.3 Družicová fotogrammetrie.....	30
4.3.1.4 Jednosnímková fotogrammetrie	31
4.3.1.5 Vícesnímková fotogrammetrie	33
4.3.2 Podle způsobu zpracování snímků	34
4.3.2.1 Metody analogové	34
4.3.2.2 Metody analytické	35
4.3.2.3 Metody digitální	37
4.3.3 Podle záznamu výstupních hodnot.....	38
4.3.3.1 Grafické metody	38
4.3.3.2 Číselné metody	38
4.4 Metody další	38
4.4.1 Integrovaná metoda	38
5. Mapová díla na území ČR vyhotovena touto metodou	40
5.1 Vojenské mapování	40
5.1.1 Prvé vojenské mapování (Josefské 1763-1785).....	40
5.1.2 Druhé vojenské mapování (Františkovo 1807-1869)	41
5.1.3 Třetí vojenské mapování (1870-1883).....	41
5.1.4 Prozatímní vojenské mapování (1923-33).....	42

5.1.5	Definitivní vojenské mapování (1934-38).....	42
5.1.6	Soudobé vojenské mapování	42
5.2	Civilní mapování.....	43
5.3	Vojenské topografické mapy	43
5.3.1	Topografická mapa 1:25 000	43
5.3.2	Topografická mapa 1:10 000	43
5.3.3	Topografická mapa 1: 50 000	44
5.4	Tematická státní mapová díla	44
5.4.1	Tematické mapy středních měřítek.....	44
5.4.1.1	Základní vodohospodářská mapa.....	44
5.4.1.2	Silniční mapa ČR	45
5.4.1.3	Mapa krajů ČR	46
5.4.2	Tematické mapy velkých měřítek	47
5.4.2.1	Technická mapa města (TMM).....	47
5.4.2.2	Jednotná železniční mapa (JŽM)	48
6.	Využití fotogrammetrických metod mapování v současnosti	50
7.	Závěr	52
8.	Seznam použité literatury.....	53
9.	Seznam obrázků	55

Seznam použitých zkratk

CCD	- charge-coupled device (převzato z angl. jazyka)
CMOS	- Complementary metal–oxide–semiconductor (převzato z angl. jazyka)
GPS	- globální družicový polohový systém
RGB	- červená- zelená- modrá
DPZ	- dálkový průzkum Země
SMD	- státní mapové dílo
SMH-5	- Státní mapa ČSR 1:5000- hospodářská
SMO 5	- Státní mapa 1:5000- odvozená
SM 5	- Státní mapa 1:5000
S-JTSK	- systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	- baltický po vyrovnání
ZBPP	- základní polohové bodové pole
ZhB	- zhušťovací body
IACS	- Integrovaný administrativní a kontrolní systém
ZABAGED	- základní báze geografických dat
ČSJSNS	- česko-slovenská jednotná nivelační síť
TMM	- Technická mapa města
ZMZ	- Základní mapa závodu
ZMD	- Základní mapa dálnice
ZML	- Základní mapa letiště
JŽM	- Jednotná železniční mapa
KPÚ	- komplexní pozemkové úpravy
ZÚ	- Zeměměřický úřad

Terminologický slovník

snímkové dvojice, stereodvojice - dvojice pozemních nebo leteckých měřických snímků pořízených se vzájemným překrytem (60 - 100%) tak, že může být pozorována stereoskopicky a vytváří virtuální prostorový model

latentní obraz - osvitem vytvořený neviditelný obraz na fotografické vrstvě, který se zviditelní vyvoláním ve vývoje

stolová tachymetrie - tachymetrie, při níž se pomocí eklimetru zjišťuje vodorovný směr graficky na měřickém stole

exaktní metody - jsou to metody přesné, určené náročným měřením

pantografické zmenšení - vytvářeno pomocí pantografu, což je přístroj ke zmenšování a zvětšování výkresů

osa záběru - normála ke snímkové rovině procházející středem vstupní pupily objektivu

směr osy záběru - resp. stočení, tj. vodorovný úhel, který svírá průmět osy záběru s určitým stanoveným směrem

sklon osy záběru - měřený ve svislé rovině od horizontály, nebo jeho doplněk, měřený od vertikály

stereoskopický vjem obrazu - vzniká v mozku člověka při sledování dvou plošných 2D obrazů stejné scény posunutých o tzv. stereobázi (rozteč očí – cca 7 cm).

horizontální paralaxa - rozdíl snímkových souřadnic téhož bodu na levém a pravém snímku stereodvojice ve směru fotogrammetrické základny; využívá se pro určení vzdálenosti pozorovaného bodu

radiální distorze - zkreslení objektivu způsobené souhrnem geometrických nepřesností při jeho výrobě; úhel vystupujícího paprsku není naprosto stejný, jako u vstupujícího paprsku a poloha zobrazeného bodu se mírně liší od správné polohy; velikost odchylky se mění s radiální vzdáleností od středu objektivu. Posuny bodů o radiální vzdálenosti r' na snímku o hodnotu $\Delta r'$ označujeme jako radiální distorzi (zkreslení)

planparalelní destička - je tvořena dvěma paralelními optickými rozhraními, u geodetických přístrojů je součástí optických mikrometrů

1. Úvod

Lidé si už odedávna snaží nějak ulehčit práci. Postupným vývojem a vznikem nových vynálezů se to děje čím dál častěji. Jedním takovým vynálezem, který ulehčil práci při sběru dat a obtížném mapování byl vznik fotografie. Ale nepředbíhejme, vzniku fotografie předcházela vznik samotného snímku.

Poprvé bylo vytvoření snímku, zvaného také za středový průmět objektu měření, zaznamenáno v renesančním období, kdy byla sestrojena dírková komora. V této době došlo také současně k vývoji fotogrammetrie.

Samotný vznik fotografie se datuje 30. léty 19. století. Později došlo k použití fotografií pro měřické účely. Věda, která se zabývá zpracováním informací, získávaných z fotografií, je již zmíněná fotogrammetrie.

Pomocí fotogrammetrie dochází ke snadnějšímu mapování a k úspoře času, který by byl jinak vynaložen ke sběru informací při průzkumu terénu.

Právě fotogrammetrie, její počátky, metody, které se používají při mapování, budou obsaženy v této práci. Cílem práce je shrnout počátky fotogrammetrického mapování a přehled používaných metod. Dále se zde objevují mapy, které jsou vyhotoveny těmito metodami a na závěr, současný vývoj fotogrammetrického mapování a jeho užití v praxi.

2. Zařazení fotogrammetrie

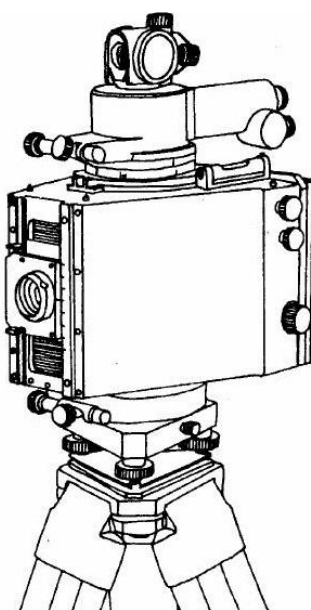
Samotný název „fotogrammetrie“ má svůj původ v řečtině (*Fotos*- světlo a *Graphos* – záznam, kresba).

Pavelka uvádí, že: „Fotogrammetrie je věda, způsob a technologie, která se zabývá získáváním dále využitelných měření, map, digitálního modelu terénu a dalších produktů, které lze získat z fotografického záznamu“.

Fotogrammetrii řadíme mezi vědní obor, zabývající se zpracování informací, získaných o objektech měření zpravidla na fotografických snímcích. Tato metoda snižuje čas, který bychom jinak vynaložili ke sběru dat při mapování i při průzkumech krajiny pomocí snímků. [17]

Záznam lze vytvořit pomocí často užívané formy analogové světlocitlivé vrstvy (běžná fotografie), nebo nově digitální formou (digitální fotogrammetrie). [11] U fotogrammetrických metod se měření neprovádí na samotném předmětu měření, ale na měřických snímcích. Vyhotovení snímku lze provést v poměrně krátké době. Především díky tomu, že se na snímcích zobrazí okamžitý stav předmětu, je možné proměňování uskutečnit nezávisle v laboratořích, v klidném a moderním pracovním prostředí. [10]

Snímky lze opatřit běžnými amatérskými fotoaparáty, anebo speciálními měřickými fotogrammetrickými komorami. V pozemní fotogrammetrii se snímky pořizují pomocí tzv. fototeodolitu. Na obrázku č. 1 můžete vidět ukázkou fotoedolitu.

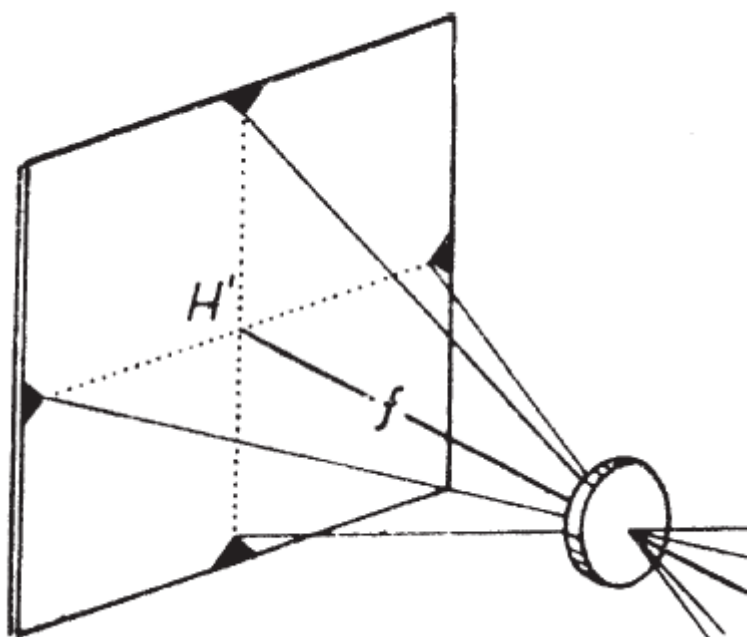


Obr. 1 Fototeodolit, zdroj [1]

Na rámu každé měřické komory jsou tzv. rámové značky, které se dofotografují na každý snímek. Obvykle v rohu rámu je malé okénko s číselným údajem, určujícím tzv. konstantu komory. Rovněž tento údaj se dofotografuje na každý snímek. Rámové značky umožňují definovat tzv. prvky vnitřní orientace.

Prvky vnitřní orientace

Pro vyhodnocení fotografických měřických snímků je nutno znát a obnovit prvky vnitřní orientace měřické komory. Těmito prvky jsou obrazová vzdálenost, tj. délka kolmice spuštěné z projekčního centra na obrazovou rovinu a poloha paty této kolmice na obrazové rovině, tj. hlavní bod H' . Obrazová vzdálenost se považuje za ohniskovou vzdálenost f objektivu, především kvůli tomu, že fotogrammetrické kamery jsou zaostřeny na nekonečno. Poloha hlavního bodu na snímku je určena průsečíkem spojnic rámových značek. [1] Na obrázku č. 2 si lze vidět vnitřní orientace snímku.



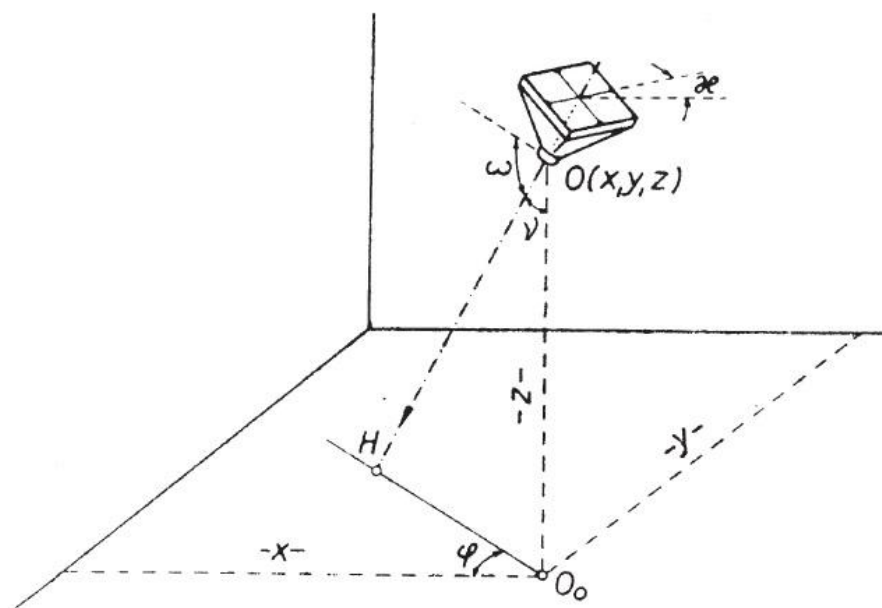
Obr. 2 Vnitřní orientace snímku, zdroj [2]

Tyto zmíněné veličiny jsou většinou známy předem (jsou uváděny výrobcem pro každou měřickou komoru nebo je lze určit pomocí laboratorního měření). [11] Dá se říci, že měřický snímek je takový snímek, u kterého jsou známy prvky vnitřní orientace. [8]

Důležité bývají i prvky vnější orientace, které se používají pro měřické účely.

Prvky vnější orientace

Tyto prvky jsou definovány pro každý snímek, jsou to tři prostorové souřadnice x , y , z stanoviště, tj. středu promítání. Mezi další prvky patří směr osy záběru, sklon osy záběru a pootočení. [1] Právě prvky vnější orientace jsou znázorněny na obrázku č. 3.



Obr. 3 Prvky vnější orientace, zdroj [3]

U těchto prvků se zjišťuje, jakou polohu zaujímaly snímky v okamžiku fotografování. V pozemní fotogrametrii se zjištění provádí měřením v době fotografování. V letecké fotogrametrii nelze tyto prvky určit přesně, a proto se pro zjištění polohy snímků používají vlíčovací body. Jsou to body pomocné, pomocí kterých dochází k obnovení vnější orientace leteckých snímků. [8]

Ze snímků, které jsou získány pomocí těchto zařízení, lze dosáhnout odvození tvaru, velikosti, vzájemné prostorové polohy jednotlivých bodů a umístění předmětu měření v prostoru, vyhodnocení polohopisu a výškopisu. [11]

3. Počátky používání fotogrammetrických metod pro potřeby mapování

Fotogrammetrie se využívala již dávno před tím, než byla vynalezena samotná fotografie. Pokud se uváží to, že se snímky považují za středové průměty objektů měření a jejich proměrováním se fotogrammetrie zabývá, je možné počátek fotogrammetrie datovat již do r. 1032. V tomto období arabský učenec Al Hassan bin Al Haithm byl první, kdo popsal „cameru obscuru“. Další kdo nějak ovlivnil vývoj fotogrammetrie, byl v renesančním období Leonardo da Vinci, který popsal „dírkovou komoru“, zabývající se konstrukcí středových průmětů. Využití dírkových komor nebylo nijak často užívané, především kvůli jejich malé světelnosti.

Poprvé kdo se zasloužil o skutečný základ fotogrammetrie, byl Jan Kepler. Došlo ke zkonstruování světelné komory a Jan Kepler ji zdokonalil spojnou čočkou a byla nazvána „camera clara, camera lucida“. [10]

Vynález fotografie se datuje rokem 1839, o její vyhotovení se zasloužili Niepce a Daquere. Samotný název fotografie formuloval ve stejném roce J. Herschel. Dva roky po vynálezu fotografie, slovenský vědec prof. J. M. Petzval zavedl do geometrické optiky exaktní výpočetní metody, tím, že zkonstruoval moderní objektiv. Zavedení exaktních výpočetních metod přispělo k rozvoji fotogrammetrie. [11]

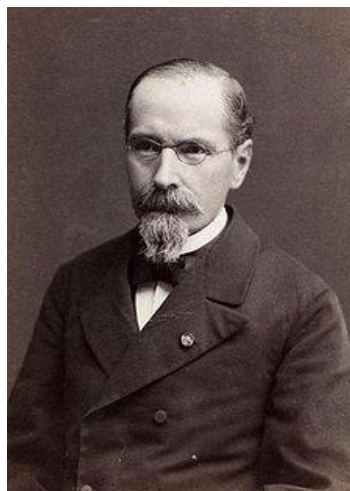
Prvním, kdo byl považován za průkopníka a zakladatele fotogrammetrie, byl francouz Aimé Laussedat, který krátce po vynálezu fotografie začal fotografické snímky aplikovat v praxi pro měřické účely. Aimé Laussedat je znázorněn na obrázku č. 4. Společně s Brunnerem se zapojil do vytvoření prvního fototeodolitu, ke kterému zhotovil návrh. Podle jeho návrhu byl fototeodolit v r. 1859 zkonstruován. [1]



Obr. 4 Francouzský průkopník fotogrammetrie Aimé Laussedat, zdroj [4]

Poprvé, kdy byla fotografie využita při mapování, bylo ve Francii v r. 1861. Mapování ve Francii bylo prováděno pomocí pozemní fotogrammetrie. Hlavní metoda, která byla použita pro toto mapování, byla metoda průsekové fotogrammetrie.

U nás se stal průkopníkem fotogrammetrie profesor pražské techniky Dr. K. Kořistka, kterého lze vidět na obrázku č. 5 a který byl poprvé o této metodě obeznámen na své studijní cestě A. Laussedatem. [10] Po návratu z cesty se snažil Dr. K. Kořistka fotogrammetrickou metodu praktikovat i u nás. Město, ve kterém byla poprvé použita fotogrammetrická metoda, byla Praha. Zde Dr. K. Kořistka určil dvě stanoviště, na Hradčanech a na Petříně, ze kterých vytvořil fotografické snímky a pomocí průsekové fotogrammetrie stanovil polohu věží a jiných významných bodů. [16]

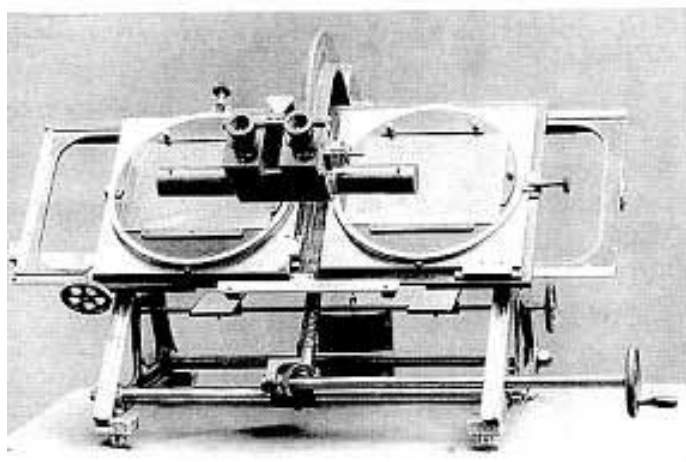


Obr. 5 Český průkopník fotogrammetrie Dr. Karel Kořistka, zdroj [5]

Další, kdo se zasloužil o rozvoj fotogrammetrie, byl Němec A. Meydenbauere, který použil fotogrammetrii pro dokumentaci historických objektů. V letech 1885-1909 vytvořil unikátní archiv cca 16 000 měřických snímků historických objektů. Z těchto snímků se řada z nich zachovala i dodnes. A. Meydenbauer dokázal vyvinout praktické grafické metody fotogrammetrického vyhodnocení především u fasád domů.

Dalším, kdo se zabíral fotogrammetrií, byl prof. Fr. Steiner. Snažil se o přiblížení fotogrammetrického měření veřejnosti, a proto napsal jednu z prvních učebnic fotogrammetrie (1891 a 1893), ve které se objevily i ukázky tehdejšího měření v Praze. [17]

Nejvíce využívanou se stala metoda průsekové fotogrammetrie, pomocí níž bylo zhotoveno mapování Tater v měřítku 1:25 000. Později byly u této metody zjištěny velké nedostatky v obtížné identifikaci odpovídajících bodů na snímcích. Především, aby došlo k odstranění těchto nedostatků, vznikla na začátku 20. století stereofotogrammetrie. Pomocí této metody docházelo k usnadnění identifikaci bodů na snímcích a ke zvýšení přesnosti u fotogrammetrie. Zakladatelem stereofotogrammetrie byl Dr. C. Pulfrich, který zavedl do fotogrammetrie stereoskopii a vyrobil první „stereokomparátor“. [18] Ukázkou stereokomparátoru lze vidět na obrázku č. 6.



Obr. 6 Stereokomparátor, zdroj [6]

Měření pomocí pozemní stereofotogrammetrie bylo poprvé vyzkoušeno při mapování Trutnova. [17]

Pomocí stereokomparátoru probíhalo pouze bodové vyhodnocování snímků a při jeho použití bylo za potřebí mnoho výpočtů a zobrazovacích prací. [11] Aby bylo zabráněno těmto nedostatkům, tak se E. Orl společně s Dr. C. Pulrichem přičinil o další zdokonalení fotogrammetrie tím, že zkonstruoval analogový vyhodnocovací přístroj, který se v principu používá dodnes. [16]

Největší rozmach fotogrammetrie nastal v letech 1923-1931, kdy Ing. M. Duchoslav zhotovil mapování pro státní doly a pro desítky kilometrů skalnatého údolí Vltavy v měřítku 1:1 000 a také pro měření na území Prahy v měřítku 1:720. [11]

Později byly snímky vytvořeny nejen pozemní fotogrammetrií, ale také i ze vzduchu a to pomocí letecké fotogrammetrie. Aplikování metody průsekové a stereofotogrammetrie při mapování se mohlo vykonávat pouze při mapování menších přehledných území anebo v horách. Na zmapování rozsáhlejších částí povrchu země bylo zapotřebí užití nově vzniklé metody, kterou byla letecká fotogrammetrie.

První zmínky o letecké fotogrammetrii se objevily koncem 19. století, kdy se pouze Rakušan Th. Scheimpflug zabýval teoretickými základy fotogrammetrie. Ve 20. století došlo už k jejímu vzniku a to především kvůli velkému rozvoji letectví, o který se v r. 1903 zasloužili bratři Wrightové. W. Wright společně s L. Bleériotem přeletěli kanál La Manche a W. Wriigh se zasloužil o prvenství snímkování z letadla. Další snímkování z letadel bylo vytvořeno za 1. světové války, které bylo důležité a uplatňovalo se pro vojenské sledovací a interpretační účely. Za 1. světové války se více jak polovina letadel používala pro letecké snímkování. [10]

U nás byly první snímky pořízeny z balónu kapitána Hůlky J. Plischkem Největší uplatnění letecké fotogrammetrie bylo vypořádáno až po druhé světové válce. V období ČSSR se letecká fotogrammetrie používala při topografickém mapování a to ze 70%.

Největším unikátem se stal optický překreslovač Mahrův-Kolářův, který byl zkonstruován ve 30. letech 20. století. Tento přístroj byl označován jako jeden z nejlepších, ale bohužel málo vyráběný, takže nevyroběný.

Důležitou roli v rozvoji fotogrammetrie ve 30. letech sehrál profesor brněnské techniky Augustin Semerád.

4. Přehled používaných fotogrammetrických metod

4.1 Používání metod v době ČSSR

V ČSSR si nikdo nedokázal představit vytváření map bez využití fotogrammetrických metod u všech velikostí měřítek, od malých, středních až po velké a také při tematickém mapování. Největším impulsem při zavedení fotogrammetrie bylo snížení nákladů u topografického mapování o 1/3 a čas o 1/2 ve srovnání s geodetickými metodami.

V této době se fotogrammetrie využívala při sledování těžby v lomech, povrchových dolech a projektování liniových staveb (silnic, železnic, dálnic).

Ne jen v geodézii se používaly fotogrammetrické metody, ale také i ve stavebnictví. Např. v zemědělství, lesnictví, ochraně životního prostředí, geologii a hydrologii se využívaly snímky, které poskytovaly velké zdroje informací.

V ČSSR se téměř v každém podniku objevují vlastní fotogrammetrické provozy.

4.2 Používané fotogrammetrické metody

V současné době lze fotogrammetrické mapování vyhotovit 3 metodami: univerzální, diferencovanou a kombinovanou

4.2.1 Metoda univerzální (dvousnímková)

Patří mezi jednu z nejvíce využívaných mapovacích metod, která spadá do oblasti stereofotogrammetrie. [17]

V praxi se označuje za nejpřesnější a často uplatňovanou metodu, která využívá plynulého nebo bodového vyhodnocení polohopisu a výškopisu. [11] Univerzální metoda se člení podle druhu výstupních informací na grafickou a numerickou metodu. Při použití grafickou metodou je zapotřebí, aby byl kreslicí stůl připojen ke stereoskopickému vyhodnocovacímu přístroji. [10]

Tento druh přístrojů je velmi složité optické a mechanické zařízení, prostřednictvím kterého se zjišťuje polohopis a výškopis mapy z fotografických snímků. [8]

U numerické metody, se považuje za nutné, připojit k vyhodnocovacímu přístroji registrační zařízení, pomocí kterého se zaznamenávají souřadnice x , y z libovolného bodu, který je změřen. [10]

Univerzální metoda využívá fotogrammetrickou klasifikaci snímků. Pro měřítko 1:10 000 se využívá grafické vyhodnocení, pro měřítka 1:5 000 a větší je nutno použít bodové vyhodnocení. Přesnost výškopisu je $0,15\text{‰}$ z výšky letu h . Pokud se vyhodnocuje do měřítka 1:1000, užívá se nízký nálet s měřítkem snímku cca 1:4500. Dochází k signalizaci podrobných bodů a přesnost závisí na měřítku snímků, vyhodnocovacím přístroji a volbě komory. Velikost vyhodnocovacího přístroje se pohybuje okolo $m_H=15\text{cm}$, $m_{XY}=10\text{cm}$. Vyhodnocení se určuje jako bodové a využívá se jako vstup pro digitální mapu. [11]

Univerzální metoda se v praxi uplatňuje především v členitém až silně členitém terénu. Její využití je při tematickém mapování a to např. při vyhotovení dokumentace pro Jednotné železniční mapy, Základní mapy dálnic, pro dokumentaci rozsáhlých lomových hospodářství, velkých povrchových dolů, také pro vytvoření podkladů pro projekty liniových a jiných staveb a v neposlední řadě se využívá také pro vytvoření Hospodářské mapy lesnické. [17]

4.2.2 Metoda diferencovaná

Diferencovaná metoda se zabývá měřením v mírně kopcovitém terénu. Pro vyhodnocení pomocí této metody se používají jednoduché, levné a snadno zhotovitelné přístroje, kterými jsou např. stereometry. Polohopis se vytvoří překreslením negativů podle klasifikovaných snímků a výškopis vznikne vyhodnocením stereofotogrammetrických snímkových dvojic. Způsob vypracování touto metodou se skládá z více na sebe navazujících pracovních úseků. U nás se tato metoda nemá příliš velké uplatnění, častěji se užívají univerzální a kombinované metody a to hlavně kvůli velké přesnosti. [2]

Jednoduché vyhodnocovací přístroje:

Zrcadlový stereoskop

Pomocí tohoto přístroje lze pozorovat dvojice leteckých snímků s využitím stereoskopického vjemu. Zrcadlový stereoskop je znázorněn na obrázku č. 7. Skládá se z pozorovací základny, která je rozšířená pomocí zrcadel a hranolů přibližně na 25 cm, aby bylo možné pozorovat dva snímky, které budou vedle sebe ležet.

Zrcadlové plochy stereoskopu jsou pokovované na povrchu, a proto jsou chráněny nasazovacími kryty. Při měření je zakázáno se dotýkat zrcadel prsty. Stereoskop je nasazen na čtyřech nožkách, z nichž jedna má posuvný nástavec, kterým se vyrovnává případná nerovnost pracovního stolu.



Obr. 7 Zrcadlový stereoskop, zdroj [7]

Stereomikrometr

Je nejjednodušší zařízení, pomocí kterého se měří horizontální paralaxy. Mezi hlavní části stereometru patří kovová tyčinka, na jejíchž koncích jsou připevněny dvě skleněné destičky s měřickými značkami a uprostřed se nachází nástavec, který upevňuje tužky.

Při měření tímto přístrojem je důležité dbát na to, aby spojnice měřických značek stereomikrometru byla vždy rovnoběžná s pozorovací základnou stereoskopu. Pokud tak není učiněno, dojde k tomu, že vznikají rušivě působící vertikální paralaxy. [4] Princip stereomikrometru spočívá ve změření paralaxy, ze které se jednoduchým vztahem vypočte převýšení v terénu (u letecké fotogrammetrie) nebo prostorová vzdálenost u pozemní fotogrammetrie. [11] Obrázek č. 8 znázorňuje již zmíněný stereomikrometr.



Obr. 8 Stereomikrometr, zdroj [8]

4.2.3 Metoda kombinovaná (jednosnímková)

Název kombinovaná vznikl především kvůli tomu, že je tato metoda považovaná zčásti za metodu fotogrammetrickou a zčásti geodetickou. U této metody se polohopis mapy vytváří překreslením, přístrojem zvaném „překreslovač“. [17]

Překreslovače

Jedná se o přístroje, které byly vyráběny v malých sériích již od počátku století, v současné době se nepoužívají. Dříve se používaly např. překreslovače typu SEG I, SEG IV, Překreslovač E 4 atd. Překreslovač je poměrně složité opticko-mechanické zařízení, které pracuje na principu převodu šikmého snímku na snímek svislý do požadovaného měřítká pomocí lícovacího mapového podkladu. Dříve byly tyto stroje konstruovány jako mohutné laboratorní přístroje, které se podobaly běžnému zvětšovacímu fotografickému přístroji, ovšem umožňující více stupňů volnosti. [10]

Pomocí fotograficky překreslených snímků, které jsou sestavené podle mapových listů, se vytvoří tzv. fotoplán. [8] Ze vzniklého fotoplánu se zhotovila tisková modrokopie a výškopis se získal z geodetického měření. [10] Prostřednictvím geodetického měření a to zejména „stolové tachymetrie“ graficky se získalo výškopisné měření. Používá se převážně v rovinných nebo mírně zvlněných oblastech pro topografické mapování v měřítkách 1:5000 a 1: 10 000.

Fotogrammetrické metody se dělí podle:

- Polohy stanoviška
- Počtu a konfigurace vyhodnocovaných snímků
- Technologického způsobu zpracování
- Typu záznamu výstupních hodnot

4.3 Rozdělení fotogrammetrických metod

4.3.1 Podle polohy stanoviška

Podle polohy stanoviška, z jakého místa a odkud byl snímek pořízen, dělíme fotogrammetrii následovně na pozemní, leteckou a družicovou. [17]

4.3.1.1 Pozemní (blízká) fotogrammetrie

Pozemní fotogrammetrie patří mezi nejstarší používanou fotogrammetrickou metodu. Považuje se za velmi jednoduchou metodu a to hlavně díky tomu, že u měřické komory jsou známy prvky vnitřní orientace.

Při metodě pozemní fotogrammetrie je stanoviško zpravidla nepohyblivé. [10] Hlavní výhodou u této metody je nenáročnost na technické i fotografické vybavení. Za nedostatek u pozemní fotogrammetrie se považuje, že jsou jednotlivé předměty měření vzájemně zakrývány a snímek obsahuje často značnou část nevyhodnotitelných oblastí (zakrytých prostor). Její další vadou bývá, že přesnost měření v prostorové složce (vzdálenost objektu) ubývá se čtvercem vzdálenosti. Především díky tomuto důvodu má pozemní fotogrammetrie hlavní využití pro měření objektů menších rozměrů, které jsou přibližně ve stejné vzdálenosti (fasády domů, strmé břehy říčních koryt, skály a stěny lomů apod.). Dosah pozemní fotogrammetrie záleží na komoře a je v extrémních případech až 500 m. Nejčastěji se dosah pohybuje okolo desítek metrů. [10]

Hlavním kritériem, před tím, než bude měření provedeno, je třeba důkladně zvolit fotogrammetrické základny tak, aby z nich bylo, co nejlépe vidět do oblasti, která je zaměřovaná a také si správně rozložit kontrolní a vlíčovací body. A co je nejdůležitější co možná nejpečlivěji vykonat vlastní pořízení snímků. [17]

Dá se říci, že do určité míry ji nijak nezpůsobují problémy povětrnostní podmínky. Využívá se hlavně díky tomu, že vytváří podrobné a přesné mapování terénu, které je možné ihned po změření okamžitě zobrazit v poměrně velké ploše. [19]

Tato metoda je používána při státním a tematickém mapování. Při státním mapování se pozemní fotogrammetrie využívá pouze doplňkově a jen v oblastech, které jsou velmi výškově členité, v horách anebo v neporostlých, strmých územích. V horách se fotogrammetrie využívá pro zaměřování horských území, jejíž pomocí se sledují pohyby ledovců a ohrožené sesuvy půdy. Dále také tam, kde vytváří lepší výsledky než častěji a běžněji využívaná letecká fotogrammetrie. [17]

Jiné je to při tematickém mapování, kde se používá tato metoda častěji. Pozemní fotogrammetrie zaměřuje okamžitý stav lomu a sleduje také, jak těžba v lomech a povrchových dolech postupuje a umožnila sběr a zpracování dat pro určení kubatur skrývky i těžby. V nezarostlých, nezalesněných strmých svazích poskytne pozemní fotogrammetrie velmi kvalitní výsledky mapování, které svou přesností plně vyhovují. Dále se v praxi uplatňuje při projektování různých staveb, vodních děl, řízení komunikací. [19]

V současné době nachází pozemní fotogrammetrie uplatnění v různých oborech. Její využití lze najít v řadě zcela odlišných oborů, jako jsou např. lékařství, design, strojírenství apod. Velký rozvoj metody pozemní fotogrammetrie se objevuje v oblasti dokumentace památkových objektů, která se provádí pomocí cenově dostupných digitálních kamer a zpracovatelskými programy. [10]

Fotogrammetrické komory pozemní

Komory s vodorovnou osou záběru

Komory tohoto typu se v současné době již nepoužívají. Hlavním představitelem je fototeodolit **PhoTheo** 19/1318 nebo lehká expediční komora TAF 16/1318. Tyto dva druhy jsou k vidění pouze ve sbírkách laboratoře fotogrammetrie.

Komory s naklonitelnou osou záběru

Tento typ komor se řadí také v dnešní době za nepoužívané. Dříve u nás byly nejrozšířenější komory typu UMK, především fototeodolit s vodorovnou osou záběru, hlavně díky svojí vysoké optické kvalitě. Po roce 1969 vznikl nový přístroj

určený především pro oblast průmyslové a inženýrské fotogrammetrie. Byla vytvořena širokouhlá univerzální měřická komora typu UMK 10/1318, která se stala později základem měřického systému UMK 1318. Do tohoto systému řadíme dále typy UMK 20/1318, UMK 30/1318 a UMK 6,5/1318.

Dalšími typy jsou dvojitě komory, které jsou dnes pro běžnou práci technologicky zastaralé. Ojedinele v současné době používané jsou komory panoramatické, které se používají pouze výjimečně, a to při pracích v oblasti dokumentaristiky objektů, krajiny, v turistice apod. [11]

Videokomory

Díky elektronice došlo ke zvýšení úrovně ve zpracování obrazu a rozšíření konstrukčních možností, vznikly videoteodolity. Základ videoteodolitu tvoří totální stanice s přidanými CCD kamerami. Princip měření spočívá v tom, že pomalou rotací zařízení se utvoří panoramatická mozaika okolí. Jednotlivé snímky mohou být vlíčovány do geodetického systému na základě známe kalibrace zařízení a klasického měření totální stanicí (úhel, vzdálenost) bez nutnosti použití.

Réseau komory

Tento typ komor je tvořen z původně neměřické komory, které mají před rovinou filmu umístěnou skleněnou planparalelní destičku s referenční mřížkou, u kterých jsou známy prvky vnitřní orientace a distorze objektivu. Mřížka je složena z přesné pravoúhlé sítě křížků, které jsou od sebe vzdáleny o konstantní rozměr.

Definuje se jimi souřadnicový systém pro měření snímkových souřadnic a dále deformace filmového materiálu.

Digitální komory

U nás se poprvé v roce 1991 objevily digitální fotoaparáty. Jejich použití bylo limitováno velkou spotřebou elektrické energie. Kolem roku 2006 dochází ke snižování cen digitálních fotoaparátů v té době, nejvíce používaných digitálních zrcadlovek. Díky tomuto kroku bylo toto zařízení více dostupné a ovládlo trh a také se více používalo v pozemní fotogrammetrii.

Mezi některé výhody digitálních komor patří možnost expozice již od 1/8000s díky vysoké citlivosti CCD či CMOS, zhodnocení snímku okamžitě,

vymazání nevhodných snímků, nižší náklady při častém snímkování, archivace a plnohodnotné kopírování snímků aj. [10]

4.3.1.2 Letecká fotogrammetrie

Řadí se mezi mnohem výkonnější fotogrammetrii a to především díky tomu, že měřická komora je nesena letadlem nebo jiným nosičem. Stanovisko pro pořízení snímků je umístěné v letadle anebo v jiném pohybuujícím se dopravním prostředku. Snímky jsou pořízené pomocí speciálně upravených měřických komor, které se vyskytují uvnitř letadla.

Její využití je nejvíce vhodné při zaměřování velkých územních celků a oblastí, kde se vyskytují převážně roviny. Ve srovnání s pozemní fotogrammetrii je na snímcích, které byly vytvořeny leteckou fotogrammetrií méně zakrytých prostorů. [16]

Další výhodou bývá, že se na snímku zobrazí značně větší plocha než ve fotogrammetrii pozemní.

Dříve snímkování probíhalo nejčastěji na jaře nebo na podzim, kdy se vyskytovalo co nejméně nepříznivých vlivů vegetačního pokryvu. Nevýhodou bylo, že v tomto období je počasí nestálé. [11]

A co se týče povětrnostních podmínek, letecké fotogrammetrii způsobují značné problémy na rozdíl od fotogrammetrie pozemní, která je na nich do jisté míry nezávislá. [17]

Mezi další nevýhody patří, že zpracování snímků je mnohem obtížnější, nelze zpravidla dostatečně přesně určit prostorovou polohu snímku v okamžiku jeho pořízení. Snímky se pořizují především přibližně kolmo a proto je vzdálenost od místa fotografování k objektům (vzhledem k výšce letu) zhruba stejná a z toho vyplývá, že je přibližně stejná i přesnost vyhodnocení. [10]

K největšímu rozmachu používání letecké fotogrammetrie dochází až po první světové válce. Hlavně díky tomu, že v době ČSSR dochází k rozvoji měřických komor, nových fotografických materiálů, letadel a umělých družic Země a také protože se vyvíjí výpočetní technika a elektronika, patří letecká fotogrammetrie mezi hlavní mapovací metodu nejen pro mapování v malých a středních měřítkách. A díky tomu, že se obtíže překonaly už na začátku, se dá letecká fotogrammetrie

považovat za nejdůležitější mapovací metodu také i pro tematické a fotografické mapování ve velkých měřítkách. [17]

Letecká fotogrammetrie se stala nejvíce uplatňovanou metodou po druhé světové válce a v této době byla označována také za hlavní mapovací metodu. Nejčastěji se využívala pro vyhotovení celostátního mapového díla. Zpočátku to bylo vytvoření topografických map v měřítkách 1: 10 000 a 1: 5 000 a později pro tvorbu Základní mapy velkého měřítka. [16]

Po roce 1989 došlo k velkým změnám v letecké fotogrammetrii. Vznikaly privátní firmy s obdrženu licencí ke snímkování. Tyto firmy mohly provádět snímkování zemského povrchu ihned po požádání zákazníka. [11]

Nově vzniklé firmy si za nemalé finanční prostředky pořídily digitální systémy. Tímto impulsem se podařilo velmi rychle dostat na světovou úroveň. [12]

V současné době, hlavně díky digitální fotogrammetrii, dochází k oživení této metody. Změny byly zaznamenány také u snímkování. Dříve se muselo provádět snímkování na jaře a za velmi příznivého počasí, dnes je tomu tak, že se snímkuje i za méně příznivého počasí.

Vzrůstá počet projektů, které jsou vytvořeny pomocí analytické a digitální fotogrammetrie. [11] Dochází k zavádění nového zařízení GPS, pomocí kterého lze určovat prvky vnější orientace jednotlivých snímků přímo při letu. [10]

Fotogrammetrické měřické komory

Nosiče

Nosičem se rozumí transportní prostředek, pomocí kterého dochází k přemístění komory nad snímané území. Mezi letecké nosiče patří: letadlové laboratoře, letadla, vrtulníky a řízené bezpilotní prostředky a modely.

Letecké komory pro stereoskopické snímkování

U leteckých komor tohoto typu došlo k výraznému pokroku, hlavním důvodem je rychlý rozvoj mikroelektroniky, využití technologie GPS a jiných přídatných zařízení. Letecká komora se skládá z těla komory, uzávěrky, filtrů, objektivu, závěsu a kazety na film.

Pomocí letecké komory lze pořizovat vysoce kvalitní snímky a prvky vnější orientace lze měřit s přesností, které se považuje v dnešní době za dostačující pro mapování ve středních měřítkách. [11]

Digitální letecké měřické komory

Digitální komory se neustále vyvíjejí a každý typ disponuje svými přednostmi a i nevýhodami. U digitálních komor se vyskytuje vyšší radiometrická rozlišovací schopnost, která je důležitá pro zpracování oblastí zastíněných nebo snímaných za zhoršených či špatných světelných podmínek.

DMC2001

Digitální letecká měřická komora DMC je konstrukcí podobná klasickým fotogrammetrickým komorám a však využívá možnosti panchromatického a multispektrálního senzoru. Základem je složení obrazu ze čtyř panchromatických kamer. Prostřednictvím těchto kamer dochází ke snímání výsledného území s menším rozlišením, ale každá v jiné části spektra (red, green, blue – RGB). Jednotlivé snímky jsou zpracovány do jediného výstupního snímku. Zpracování snímku probíhá automatickým digitálním mozaikováním.

ADS40

Komora je podobná více družicovým sensorům, než klasickým fotogrammetrickým komorám a je konstruována jako lineární snímač. V senzoru jsou obsaženy lineární CCD prvky a pomocí tohoto senzoru se snímá zemský povrch ze tří různých úhlů (vpřed, v nadiru, vzad). V řádkovém senzoru se vyskytuje 12 000 prvků. Pořizují se multispektrální i panchromatické digitální záznamy.

HRSC-A

Je optoelektronický digitální multispektrální skener s možností stereosnímání. Jeho uplatnění v praxi je ve fotogrammetrii a dálkovém průzkumu.

UltraCam X

Princip komory spočívá ve skládání dílčích obrazů do jednoho výsledného a dále snímání ve složce RGB. Kamera se skládá ze 4 panchromatických kanálů se

4 objektivy, které jsou natočeny ve směru letu. Dochází k postupnému pořizování dílčích snímků, ze kterých nakonec vznikne výsledný snímek o vysokém rozlišení. [10]

4.3.1.3 Družicová fotogrammetrie

Jak samotný název napovídá, snímky jsou vytvořeny pomocí snímkování z kosmických raketoplánů a umělých družic. [8]

Družicová fotogrammetrie vznikla na základě špionážních a interpretačních snímků specializovaných družic již v šedesátých letech. Největší uplatnění přišlo v roce 1984, ve kterém dochází k užití družice Spot-1. Vybavení družice se skládá z elektronického skeneru s rozlišením 10 m v panchromatickém režimu, u které se objevuje možnost tvorby stereozáběrů. K tomu aby došlo k vyhodnocení získaných snímků, bylo za potřebí, vytvořit speciální programové vybavení v oblasti digitální fotogrammetrie. [10]

Družicová fotogrammetrie zvaná též jako kosmická fotogrammetrie je často považována za dálkové snímání, u nás je známa pod názvem Dálkový průzkum Země. Dálkový průzkum Země se od letecké fotogrammetrie liší především v laboratorním zpracování. U běžně používané letecké fotogrammetrii, při níž se snímky vytvářejí z letadla pomocí fotografických měřických komor. A zpracování fotografického materiálu s latentními obrazy se provádí až po tom, co se letadlo vrátí zpět na zem. Způsob zpracování jaký se používá u letecké fotogrammetrie, není vhodné aplikovat u dálkového průzkumu Země. Za hlavní důvod, proč nelze používat tento způsob, se považuje to, že se některé družice nevracejí zpět na Zem. [8]

Dálkový průzkum Země se v praxi uplatňuje především pro zjišťování jevů na Zemi. Mezi jeho hlavní úkoly patří sledování šíření záplav, lesních požárů, sledovat nárůst a úbytek sněhové pokrývky, šíření škůdců na porostech a v neposlední řadě monitorovat povrchové teploty vody. Dále se DPZ využívá pro geologické studium Země, hlavně díky tomu, že záznamy z velkých výšek letu pokrývají rozsáhlá území. Další uplatnění je pro odhady úrodnosti u kulturních rostlin a pro stav lesních celků velké rozlohy. [17]

V dálkovém průzkumu Země dochází postupným vývojem k výrazným změnám, vznikají nové techniky snímkování. Značný pokrok v počítačové technice

přispěl k tomu, že zpracování velkého množství digitálních dat, která jsou pořízena družicovými snímacími systémy. [8]

Dnes je družicová fotogrammetrie často používanou metodou a rozlišení dnešních komerčních družic se pohybuje okolo 50 cm. [10]

V současnosti nezabere tolik času a je také mnohem snazší. Pomocí snímkování jsou zjišťovány důležité informace, které se týkají oblasti průzkumu životního prostředí a průzkumu přírodních zdrojů, který se uskutečňuje v málo obydlených anebo neobydlených oblastech. [8]

Kosmické nosiče a zařízení

Družicové fotogrammetrické snímky se pořizují pomocí speciálních fotografických družic, které jsou pilotované kosmickými letadly nebo leteckými nosiči. V současné době se fotografické družice většinou používají pro DPZ a uplatňují se při pořizování panchromatických stereoskopických snímcích o vysokém geometrickém rozlišení.

Pro účely fotogrammetrického mapování se používají systémy s rozlišovací schopností lepší než 10 m. Do této skupiny řadíme nosiče fotografických systémů, nosiče skenerů pro fotogrammetrické užití – národní systémy a nosiče skenerů pro fotogrammetrické užití – privátní systémy. [11]

4.3.1.4 Jednosnímková fotogrammetrie

Princip jednosnímkové fotogrammetrie je v tom, že se využívají pouze samostatné měřické snímky. Na jednom snímku lze zaměřit pouze rovinné souřadnice a určit opět jen rovinné souřadnice předmětu měření. Jednosnímková fotogrammetrie se používá pouze, je-li předmět měření rovinný anebo blízký rovině. [10]

Dochází k vytváření zákresu projektovaného objektu do měřického snímku. Aby se z mapy dalo určit stanovisko, ze kterého lze pořídit snímek s vodorovnou osou záběru, která je orientovaná na velmi dobře viditelný bod v terénu i mapě. Musí být předem připravený projekt (jeho polohové i výškové uspořádání), zakreslený v mapě. [17]

Při užití jednosnímkové fotogrammetrie se nemůžou měřit objekty, které jsou velmi hloubkově členěné, ke kterým patří např. doby s velkým množstvím vyčnívajících balkonů, schodišť. V praxi se u pozemní fotogrammetrie

jednosnímková metoda uplatňuje především pro tvorbu rovinných objektů např. nepříliš členěných fasád domů u staveb a archeologických nalezišť. [11]

V letecké fotogrammetrii se nejčastěji používají svislé snímky, protože při důkladnějším prozkoumání se dají vyzorovat zřejmé (nepřehlédnutelné) podobnosti s mapou. Měřítko, ve kterém je snímek vykreslen, je označované pouze za obecné číslo, proto je zapotřebí snímek do požadovaného měřítka zvětšit. [17]

Uplatnění jednosnímkové metody v letecké fotogrammetrii je zaměřeno na dokumentační práce, které se týkají záplav, sesuvů půdy, živelných katastrof apod. a to hlavně díky tomu, že zde není potřeba přesné prostorové vyhodnocení. Jestliže snímky mají alespoň přibližně rovnoběžné osy záběrů, lze využít stereoskopii.

Metody vyhodnocení jednosnímkové fotogrammetrie

Grafické metody

Mezi nejstarší grafické metody patří historická proužková metoda. Tato metoda se používá pro bodové vyhodnocení. Pomocí proužku papíru lze získat informace ze snímku nebo naopak do snímku určité body přidat. Pokud je člověk trpělivý, lze do snímku zakreslit pravidelnou čtvercovou síť. Pomocí této sítě se dá přibližně odečítat polohu v terénu.

Digitální překreslení

Digitální překreslení je považováno za nejjednodušší metodu digitální fotogrammetrie. Hlavní zásada je, že překreslovat lze jednoduše pouze rovinný předmět nebo terén. Postup je obdobný jako u opticko-mechanického překreslení snímku, avšak pomocí digitálního řešení překreslení snímku vzniká značně rychleji a elegantněji.

Dříve se používal analogový způsob, kterým se získal překreslený rovinný tvar ve formě fotoplánu cca za půl dne a jeho přesnost se pohybovala 0,3-0,6mm v měřítku plánu. Nyní se využívají spíše způsoby digitální, pomocí kterých se dosahuje dvojnásobné přesnosti a překreslení snímku vzniká za 30 minut. [11]

Překreslení po vrstvách

V případě, že se ve snímku objeví větší oblasti, které se budou lišit svými nadmořskými výškami, lze snímek překreslovat po několika částech. Pro jednotlivá území s relativně neměnnou nadmořskou výškou je zapotřebí vyrobit masky, zajistit vlíčovací body pro každou maskovanou oblast a snímek překreslovat po jednotlivých částech.

Metoda se používá pro přesnější práce a je velice pracná. Její uplatnění se nachází především v pozemní fotogrammetrii pro překreslování fasád, kde se vyskytují oblasti se skokově jinou prostorovou vzdáleností a tudíž i s jiným měřítkem (např. ustupující patro apod.).

Diferenciální překreslení

Diferenciální překreslování je metoda, při které dochází v analogovém vyhodnocovacím stroji k vytvoření stereoskopického modelu a k překreslení levého snímku dvojic pomocí malé šterbiny. Tato šterbina přejíždí po snímku systémem navazujících rádek; obraz jdoucí šterbinou má plynule měnitelné zvětšení, které je modulováno výškovými poměry v profilu řádky.

Největšího rozmachu tato metoda dosáhla v šedesátých letech a sedmdesátých, kdy se diferenciální překreslení stalo základem nové technologie tvorby map – integrované metody.

Diferenciální překreslování v půlce osmdesátých let zcela vytěsnila technologie digitálního ortofota.

Digitální ortofoto

Ortofoto je výsledkem převodu fotografického záznamu, který je pořízen jako středové promítání, na ortogonální promítání. V současné době je ortofoto často používaným a oblíbeným produktem fotogrammetrie. Po doplnění má náležitosti mapy a přitom mu zůstávají veškeré detaily fotografie.

4.3.1.5 Vícesnímková fotogrammetrie

Mezi hlavní princip vícesnímkové fotogrammetrie patří vyhodnocení z dvojice snímků prostorové souřadnice objektu. Pomocí vícesnímkové fotogrammetrie dochází ke 3D zpracování, aby k tomu zpracování došlo, je zapotřebí

nejméně dvou vzájemně se překrývajících snímků. Z jediného snímku lze určit pouze 2D souřadnice, aby došlo k přechodu 2D souřadnice na 3D, je důležité provést další měření, tím vznikne další snímek. Předmět měření musí být současně znázorněn na obou snímcích. Ze souřadnic snímku téhož objektu na obou snímcích lze získat jeho prostorovou 3D polohu. [10]

Pokud se pro vyhodnocení obsahu snímků používá umělý stereoskopický vjem, pomocí kterého lze vytvořit prostorový model předmětu měření, nazývá se tento způsob vyhodnocení stereofotogrammetrie. Stereofotogrammetrie je díky svým univerzálním vlastnostem označována za co nejvíce používanou metodu dnešní doby. [1]

4.3.2 Podle způsobu zpracování snímků

Podle toho jakým způsobem se získané informace zpracovávají, se fotogrammetrie dělí na analytické a analogové metody.

4.3.2.1 Metody analogové

Pomocí této metody docházelo mechanicky, opticky nebo kombinací obou možností k vytváření analogického stavu. Pro tuto metodu se již v současné době nenajde žádné uplatnění. Nepoužívá se především proto, že pro analogové zpracování je potřeba využívat přesných, složitých jednoúčelových analogových vyhodnocovacích strojů, které jsou dnes těžko k sehnání. Ukončení výroby analogových strojů v závodech Zeiss Jena dochází v roce 1990. Ale i přesto se jedno uplatnění pro tuto technologii přeci jen v dnešní době najde a to zejména pro zpracování archivních snímků a nepříliš velkých objemů dat. [10]

Analogové vyhodnocovací stroje

V současné době jsou tyto stroje nahrazeny analytickými a digitálními zařízeními, lze se s nimi setkat pouze výjimečně. Modernější analytické a digitální stroje jsou, co se týče srovnání obsluhy, údržby přesnosti, rychlosti a zejména z hlediska dále zpracovatelného digitálního výstupu s analogovými stroji jednoznačně lepší.

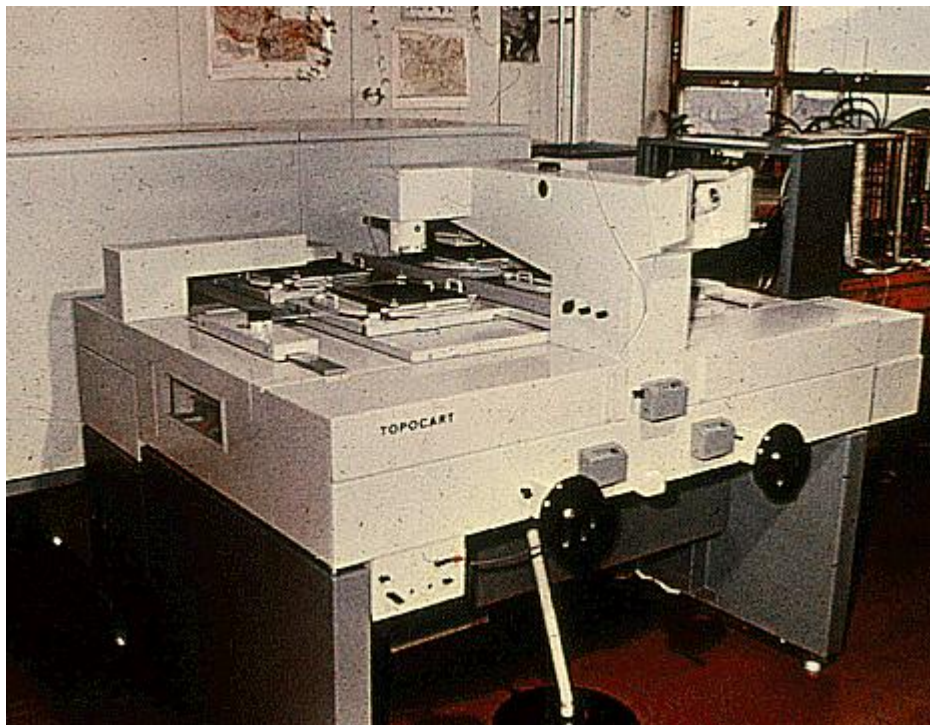
Dříve měly analogové přístroje velmi dobré uplatnění pro účely mapování, bez nich by nevznikla převážná většina topografických map.

Stereometrograf

Tento stroj se dříve používal pro podrobné vyhodnocení přibližně svislých snímků a snímků pozemní fotogrammetrie.

Topokart

Jejich konstrukce je odvozena od strojů pro pozemní fotogrammetrii a od stereoautografu. Díky tomu, že tyto stroje mají možnost počítačové registrace modelových souřadnic a jsou to stroje s kvalitním stereovjemem, dají se využít i dnes. [11] Ukázkou Topokartu lze vidět na obrázku č. 9.



Obr. 9 Zeiss Topocart, zdroj [9]

4.3.2.2 Metody analytické

V této metodě je důležité rozlišovat analytické vyhodnocení obsahu snímku a analytické vyhodnocovací přístroje.

Analytické vyhodnocení obsahu snímku

Analytické vyhodnocení obsahu snímku se zabývá převodem snímkových souřadnic do geodetického systému prostorovou transformací, kterou lze vytvořit na počítači. Snímkové souřadnice se měří poměrně jednoduchými, ale přesnými

stroji, které se nazývají komparátory. Aby došlo k stereofotogrammetrickému analytickému vyhodnocení je důležité použít snímky alespoň zhruba rovnoběžnými osami záběru a s dostatečným překrytem. Pro analytické vyhodnocení u průsekové fotogrammetrie je vhodné užít snímky s příznivým úhlem protnutí os záběrů.

Analytické vyhodnocovací stroje

Využívají konstrukce stereokomparátoru ve spojení s počítačem. Vyhodnocování práce probíhají na originálních snímcích a po nezbytných orientacích snímků jsou vypočteny transformační klíče. Snímkové souřadnice se vypočítávají z modelových souřadnic. Na tyto vzniklé souřadnice se vyhodnocovací stroj pomocí stereovidění automaticky nastaví. Zároveň dochází k vypočtení geodetických souřadnic snímaných bodů.

Analytická metoda se v praxi nejčastěji uplatňuje pro zhušťování podrobného bodového pole, pro zhotovení sítí vlícovacích bodů, které jsou důležité pro podrobné vyhodnocení jinou metodou. Způsobem, kterým dochází k vytváření zhušťování podrobného bodového pole, se nazývá analytická aerotriangulace. Pomocí aerotriangulace se zpracovává měření na velkém počtu fotografických snímků. [8]

Aerotriangulace

Zpočátku aerotriangulace vznikla za účelem zvýšení rychlosti a hospodárnosti vyhodnocení. Princip aerotriangulace je v zahuštění fotogrammetrickou metodou bodové pole s dostatečnou přesností tak, aby se nově vzniklé body mohly použít jako body vlícovací.

V současné době se aerotriangulace využívá pro tvorbu nových vlícovacích bodů přímo ze snímku pro pozdější podrobné vyhodnocení v optimálních polohách.

Dále se uplatňuje při vyrovnání celého bloku, které umožňuje návaznost vyhodnocování modelů po sobě jdoucích a dále také přesný výpočet prvků vnitřní orientace každého snímku. [11]

Vyhodnocovací přístroje

Stereokomparátory

Tyto typy přístrojů se používají pro měření snímkových souřadnic. Stereokomparátory využívají stereovjemu a hlavně díky tomu jsou přesnější

z hlediska nastavení značky na měřený bod. Na stereokomparátoru se zjišťování souřadnic se vytváří nejčastěji pouze na jednom (levém) snímku, druhý souží k měření paralax.

Odečítání snímkových souřadnic se provádí nastavením měřické prostorové značky na určovaný bod. Pohyb ve směru souřadnic x' je vytvořen pohybem hlavních saní, kolmo na něj ve směru z' většinou pohybem pozorovacího systému nebo jeho části nad nebo pod snímky. Pohybem pravého snímku na křížových saních se měří ve směru x' horizontální paralaxy p a pohybem ve směru z' se měří vertikální paralaxy q .

V současné době se jako komparátor pro určování snímkových souřadnic využívá běžný počítač nebo přímo fotogrammetrický skener.

Digitální komparátory

Pro určování snímkových souřadnic se dnes běžně používá digitální technologie. Způsob jak vytvořit digitální snímek je buď primární z digitální komory, nebo sekundárně skenovaný z fotografického negativu na vysoce přesných fotogrammetrických laboratorních skenerech. Princip přesnosti určování snímkování souřadnic spočívá v odečtení polohy pixelu, jehož poloha je v matici digitálního obrazu pevně daná. [10]

4.3.2.3 Metody digitální

Digitální technologie využívá vstupní informace digitální obraz. Za digitální obraz se považuje buď naskenovaný klasický snímek, nebo snímek pořízený přímo digitální fotoaparátem. [1]. Převod souřadnic snímků do geodetického systému se vytváří stejně jako u metody analytické pomocí prostorové transformace, která je řešena na počítači. [11]

Měření snímkových souřadnic se provádí přímo na obrazovce. Pro vyhodnocení na jednodušších systémech stačí pouze běžný počítač a program. U stereometod je nutné běžný počítač doplnit o hardwarové doplňky, které poskytují stereovidění.

4.3.3 Podle záznamu výstupních hodnot

4.3.3.1 Grafické metody

Při grafických metodách je výsledek vyhodnocení snímků přímo graficky vyznačován na kreslicím stole, který je umístěn k vyhodnocovacímu stroji. Pro zkušeného zhodnocovatele jsou tyto metody vyhodnocení relativně rychlé a při mapování dochází ke přímému vzniku kartografického originálu polohopisné popřípadě i výškopisné složky mapy.

V současné době nemá takovýto výstup již žádné uplatnění. Je označován za zastaralý, protože nelze výsledek dále přímo zpracovávat pomocí výpočetní techniky a nelze ho kvalitně reprodukovat či editovat. Grafická přesnost se pohybuje cca $\pm 0,2\text{mm}$ v měřítku vyhotovovaného originálu.

4.3.3.2 Číselné metody

Princip vyhodnocení číselnými metodami spočívá v tom, že se souřadnice jednotlivých vyhodnocovacích bodů automaticky registrují do paměti počítače nebo na jiné datové médium. Zpracování těchto bodů probíhá buď přímo, nebo v jiném zpracovatelském systému do výsledné podoby. Výsledky jsou v podobě vektorové (linie, body, polygony, plochy, atributy) nebo v podobě rastrové. [10]

Tento způsob vyhodnocení je přesnější než již zmíněný grafický záznam. Uplatňuje se především při mapování map, které jsou zobrazeny ve velkých měřítkách, které požadují vysoké nároky na přesné výsledky. [16]

4.4 Metody další

4.4.1 Integrovaná metoda

Tato metoda se v praxi používá stále více. Je označována za novou, aplikovanou metodu fotogrammetrického mapování (Šmidrkal, 1986). Princip této metody spočívá v tom, že se získá polohopis i výškopis pomocí vyhodnocovacího procesu stereoskopických dvojic snímků. Na základě tohoto procesu vzniká

ortofotomapa, tj. mapa, kde základ polohopisu tvoří ortogonálně překreslený snímek (ortofotografický snímek). [8]

Její uplatnění se nachází především pro tvorbu map středních měřítek a to až do měřítka 1: 5000. Dále se používá pro lesnické mapování 1:5000, pro údržbu topografických map 1: 10 000, pro vytvoření železniční mapy 1: 1000 v mezistanicích úsecích. [17]

Montáží snímků dochází ke vzniku ortofotoplánu, který znázorňuje fotograficky polohopisné prvky mapy. Výškopis se vytváří přímo pomocí fotografických metod, jako vedlejší produkt diferenciálního překreslování ve tvaru profilových šraf, segmentů vrstevnic anebo interpolací a zakreslením vrstevnic s využitím počítače. [18]

5. Mapová díla na území ČR vyhotovená touto metodou

Vyhotovení map fotogrammetrickými metodami se považuje za velmi výhodné oproti geodetickým metodám. Mezi hlavní výhody patří: snížení času pro sběr informací i pro jejich zpracování.

Letecká fotogrammetrie se nejdříve v praxi využívala vytvoření topografických map. Mezi které patří hospodářské mapy lesnické 1:5 000 (státní mapy lesnické), civilní topografická mapa 1:10 000 a vojenská topografická mapa 1:25 000. Později se letecká fotogrammetrie uplatnila pro tvorbu Základní mapy velkého měřítká a pro tematické mapování ve velkých měřítkách. Za tematické mapy velkých měřítek, které byly vyhotoveny leteckou fotogrammetrií, se považuje Technická mapa města a Jednotná železniční mapa v měřítku 1:1 000.

5.1 Vojenské mapování

Historická vojenská mapování proběhla na území Rakousko-Uherské říše ve třech etapách.

5.1.1 Prvé vojenské mapování (Josefské 1763-1785)

Prvé vojenské mapování bylo považováno za nejpodrobnější mapování v Evropě. [19] Při mapování se používala zvětšenina Müllerovy mapy Čech z roku 1720 a mapování probíhalo způsobem „a la vue“, tj. česky řečeno od oka. [21]

Pro vojenské mapování se vyhotovovaly mapy v měřítkách 1:28 800, které nebyly podloženy kvalitními geodetickými základy, a z tohoto důvodu nevznikl ucelený mapový obraz monarchie. [20] Výsledkem mapování je významné mapové dílo, které poskytuje velmi důležité informace o vývoji krajiny ve druhé polovině 18. století, ale které neobsahuje svoji matematickou kostru. [21] Nicméně mapa se skládá z polohopisu a výškopisu. Polohopis obsahuje všechny důležité prvky a výškopis je znázorněn lavováním a nepravými sklonovými šrafy. [2]

5.1.2 Druhé vojenské mapování (Františkovo 1807-1869)

Většinou byly mapy vyhotovovány v měřítku 1:28 800 akorát v prostorách velkých měst a vojenských táborů se volilo měřítko dvojnásobné 1:14 400. [9]

Na rozdíl od I. vojenského mapování zde již byly vytvořeny geodetické základy, které sloužily nejen mapování topografickému ale i katastrálnímu, které bylo polohově velmi cenným podkladem. [21]

Pro účely mapování byla použita trigonometrická síť. Tato trigonometrická síť počítala s jedinou souřadnicovou soustavou v příčném válcovém zobrazení s nezkreslenými kartografickými poledníky (Cassini-Soldnerovo) pro celou monarchii s počátkem ve Vídni.

Mapování se vytvářelo pomocí metody měřického stolu, v měřítku 1:28 800. Ke zjednodušení této metody přispěl císařův patent z roku 1817, kterým byl zřízen Stablní katastr. Pro zmapování našeho dnešního území byly využity 2 souřadnicové soustavy. První měla počátek v bodech Gusterberg (Čechy), Sv. Štěpán ve Vídni (Morava a Slezko). Z vytvořených pantograficky zmenšených katastrálních map v měřítku 1:28 800 docházelo k odvozování topografických map.

Mapování na našem území probíhalo v letech 1836-1852. Mapy jsou na svou dobu neobyčejně přesné. Mapy obsahují všechny významné prvky polohopisu. Výškopis byl vytvořen pouze Lehmannovými šrafy a výškovými kótami jen na trigonometrických bodech. [2] Lehmannovy šrafy se využívají ke znázornění směru největšího spádu terénu a jeho velikosti. [9]

Mapy, které byly vyhotoveny ve druhém vojenském mapování se řadí mezi nejstarší topografické mapy, které lze využít pro sledování vývoje krajiny. [2]

5.1.3 Třetí vojenské mapování (1870-1883)

Poprvé bylo vojenské mapování provedeno na území Rakousko-Uherské monarchie. Docházelo k mapování převážně v dekadickém měřítku 1:25 000, pro okolí velkých měst či pro vojensky důležité oblasti bylo stanoveno měřítko dvojnásobné 1:12 500.

Mapování na našem území probíhalo v letech 1874-1880. Polohopis byl znázorněn podle smluveného značkového klíče, podrobné měření na měřickém stole bylo vytvořeno pomocí protínání a rajónování. Došlo k výraznému zlepšení

znázorněný výškopisu. Výškopis byl zobrazen kótami, šrafami a vrstevnicemi po 20 m, někde i po 10 m. Výšky byly určovány trigonometricky z výškového úhlu a odpíchnuté vodorovné vzdálenosti, v zalesněných prostorech i barometricky. [9]

5.1.4 Prozatímní vojenské mapování (1923-33)

Spolu s reambulací map III. Vojenského mapování dochází ke zhotovování topografických map v měřítku 1: 10 000 a 1: 20 000 (TM10, TM20). Prozatímní vojenské mapování zapříčinil vznik nového mapování státního území.

V měřítku 1: 20 000 bylo v Čechách zmapováno Brdsko, na Moravě okolí Opavy. Interval vrstevnic se byl 5 m, kóty byly uváděny v metrech. V měřítku 1: 10 000 docházelo k mapování v Milovicích a Březové Hory a na Moravě v Těšínsku.

5.1.5 Definitivní vojenské mapování (1934-38)

Vzniklo v souvislosti se zavedením obecného konformního kuželového zobrazení a jeho výhradním používáním civilní geodetickou službou pro účely národního hospodářství. [22]

5.1.6 Soudobé vojenské mapování

V 50. letech 20. století docházelo ke vzniku soudobých vojenských topografických map. Na jeho provedení se podílely orgány Vojenské topografické služby ve spolupráci s vojenskou topografickou základnou v Praze, výzkumným střediskem VS 090 a polními útvary topografické služby. [26] Hlavní metodou, která byla použita při prvním mapování, byla letecká fotogrammetrie. Mapovací práce proběhly mezi roky 1953 a 1957 v měřítku 1 : 25 000. Z vytvořené vojenské mapy vznikly odvozením mapy, které byly vyhotoveny v nižších měřítkách (1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000). Později bylo provedeno další topografické mapování v měřítku 1:10 000. [21]

V průběhu tohoto mapování vznikla velká řada mapových děl menších měřítek, kterými jsou např. speciální mapa 1:75 000, používala se především pro účely veřejnosti. Dalšími díly se staly generální mapa 1:200 000 a přehledná mapa

Evropy v měřítku 1:750 000. Mapy, které byly provedené při třetím vojenském mapování, jsou považované na svou dobu za velmi dobré kartografické dílo. [9]

5.2 Civilní mapování

V období války vznikaly v některých regionech velké problémy při vedení katastrálního operátu. Díky tomu došlo k novému zpracování operátu pozemkového katastru novým řízením. Typickým představitelem byla pražská aglomerace, kde vznikaly nové katastrální mapy v měřítku 1:1000. [7]

Další rozvoj byl zaznamenán v industrializaci a její výstavbě, díky tomu bylo zapotřebí urychlené vyhotovení mapových podkladů ve větších měřítkách, které se před rokem 1945 vytvářely jen málo. Docházelo k vytváření topografických map nejčastěji v měřítku 1:5 000 a výjimečně v měřítku 1: 10 000. Proto v hospodářsky důležitých oblastech kolem roku 1946 začalo vznikat jednotné mapové dílo Státní mapa ČSR 1: 5000 – hospodářská (SMH-5).

Kolem roku 1950 se začala SMH-5 méně využívat, především díky tomu, že nevyhovovala všem požadavkům veřejného zájmu. Situaci se snažilo vyřešit tehdejší Ministerstvo a po dohodě se Státním úřadem plánovacím vzniklo prozatímní mapové dílo Státní mapa 1:5 000 – odvozená (SMO 5).

5.3 Vojenské topografické mapy

5.3.1 Topografická mapa 1:25 000

Vznikla na základě původního měření terénu. Polohopis obsahuje konvenční značky. Výškopis je tvořen kótami, šrafami a vrstevnicemi v intervalu po 10 a 20 m není však příliš přesný.

5.3.2 Topografická mapa 1:10 000

Je základní mapou veřejného mapování a vznikla na podkladě přesného topografického mapování. Polohopis obsahuje pevné body, sídliště, stavby a zařízení, železnice, silnice, cesty, mosty, brody, vodní stavby zemědělskou půdu, která je vyznačena jednotlivými parcelami bez čísel, lesy atd. Výškopis tvoří kóty, absolutní i relativní vrstevnice v rovinném terénu po 0,5 m nebo 1 m, v kopcích 2,5 m, 5 m nebo

10 m a posléze šrafami. Ukázka topografické mapy v Gaussově zobrazení v měřítku 1: 10 000 je na obr.

5.3.3 Topografická mapa 1: 50 000

Vyhotovena v S-JTSK a ve výškovém systému Bpv. Polohopis sídla, topografické objekty, hranice a ohrady, vodstvo, reliéf atd. Popis obsahuje místní a pomístní názvy. [6]

5.4 Tematická státní mapová díla

Mapová díla označovaná za „mapy základní“. Jsou to mapy, které slouží ke speciálním účelům a jsou doplněné o další informace s určitou tematikou. Tematické mapy jsou převážně základní mapy středních měřítek (Základní vodohospodářská mapa 1:50 000, Silniční mapa ČR 1: 50 000, mapa krajů ČR 1: 200 000) a velkých měřítek (Technická mapa města 1: 500, Jednotná železniční mapa 1: 1000), doplněné tematickými informacemi.

5.4.1 Tematické mapy středních měřítek

5.4.1.1 Základní vodohospodářská mapa

Označuje se za nejpodrobnější ucelené dílo z oboru hydrologie a vodního hospodářství. Základní vodohospodářská mapa, kterou lze vidět na obrázku č. 10, je vyhotovena v měřítku 1: 50 000 a zobrazuje síť vodních toků s vodohospodářskými objekty na nich, umělé toky (kanály), zátopové území, vodní nádrže a rybníky s číselnými charakteristikami, pásma ochrany vodních zdrojů, povodí vodárenských toků, hlavní kanalizační sběrače atd.

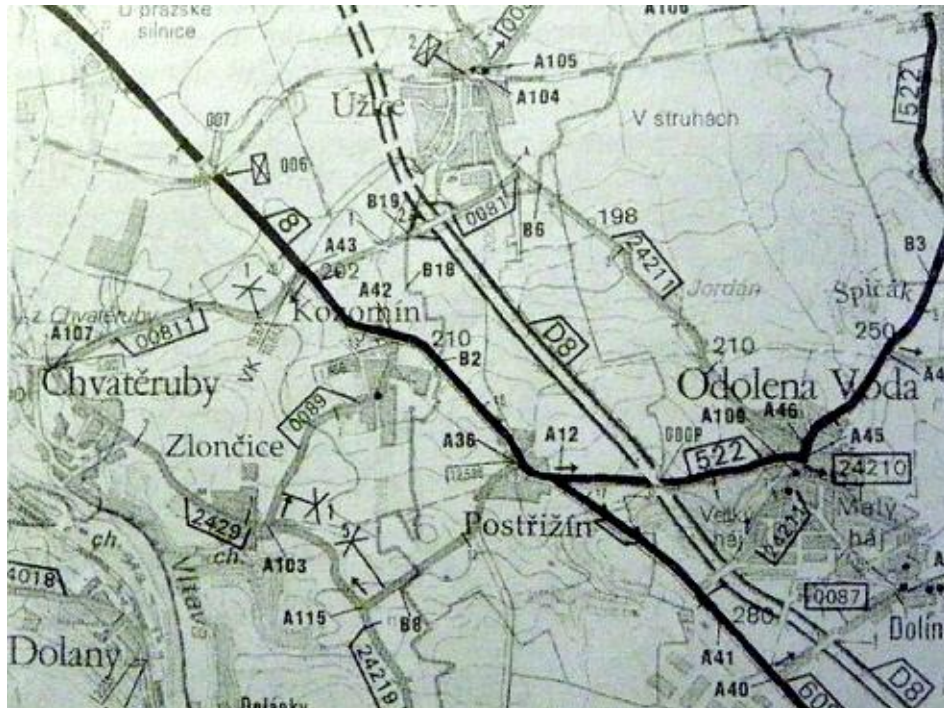
Vlastní tematický obsah je tvořen z objektů a zařízení na tocích (hráze, jevy, vodoteč atd.) a ostatních objektů a údajů (meteorologické stanice, prameny různých typů atd.). Mapy zpracovává ZÚ Praha.



Obr. 10 Základní vodohospodářská mapa, zdroj [10]

5.4.1.2 Silniční mapa ČR

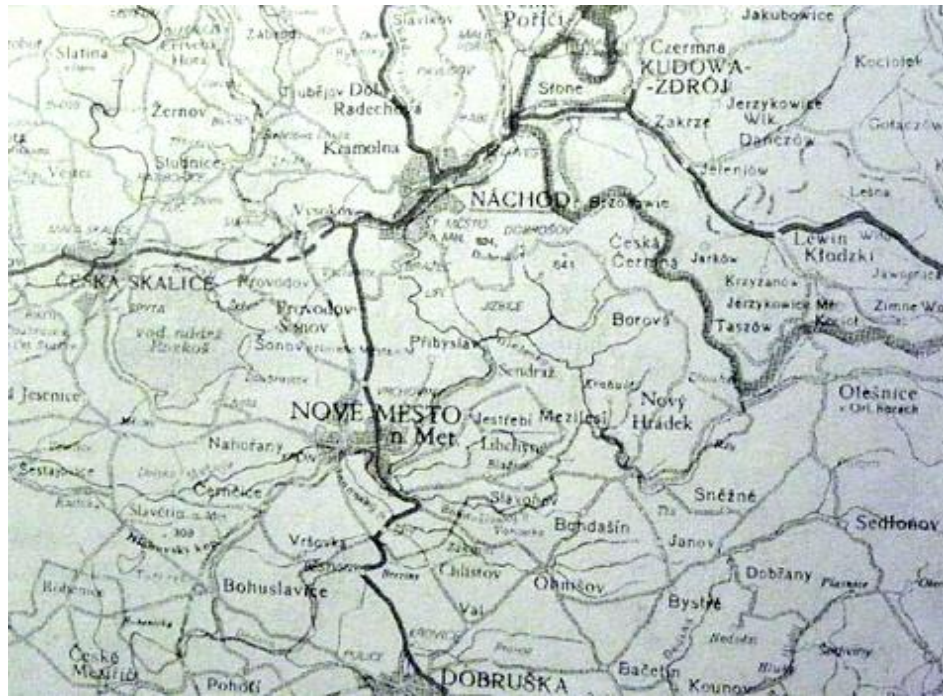
Patří mezi velmi důležitá mapová díla pro služební potřebu. Vyhotovuje se v měřítku 1: 50 000 a lze ji vidět na obrázku č. 11. Zobrazuje dálnice, silnice s rozlišením tříd, čísla silnic, mimoúrovňové křižovatky, mostky, podjezdy, železniční přejezdy, tunely, přívozy. Silnice různých tříd jsou vytištěny různými barvami (červeně, šedomodře a žlutě). Mapy zpracovává ZÚ Praha. Tematický obsah je vytvořen Ústavem silničního hospodářství



Obr. 11 Silniční mapa ČR, zdroj [11]

5.4.1.3 Mapa krajů ČR

Je vyhotovena v měřítku 1: 200 000. V mapě jsou zobrazeny státní, krajské, okresní a obecní hranice i hranice měst, všechna sídla s více než 1000 obyvateli. K obnově map jednotlivých krajů dochází jednou za 5 let v závislosti na množství obsahových změn. Mapu krajů lze vidět na obrázku č. 12, jejím zpracováním se zabývá ZÚ Praha. [25]



Obr. 12 Mapa krajů ČR, zdroj [12]

5.4.2 Tematické mapy velkých měřítek

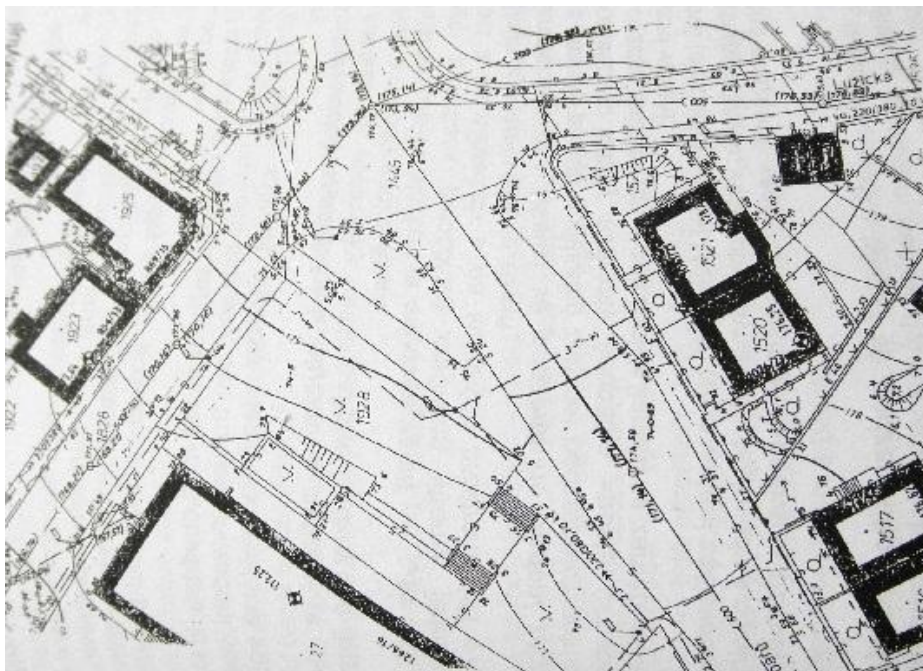
5.4.2.1 Technická mapa města (TMM)

Tyto mapy se často vytvářejí na základě měření podle zvláštních předpisů. [8] TMM (obr. č. 13) se vyhotovuje v S-JTSK a ve výškovém systému Bpv ve 2. a 3. třídě přesnosti. Nejpoužívanějším měřítko je 1:500, lze ale použít i měřítko 1:200 a 1:1000 podle hustoty zástavby a hustoty tematického obsahu.

Geometrickým podkladem je aktualizovaná katastrální mapa, která je vyhotovená v S-JTSK. Geodetický základ polohopisu tvoří body základního a podrobného polohového pole a výškopisným základem jsou body ČSJNS včetně bodů plošných nivelačních sítí.

Polohopis vychází z katastrální mapy, která je doplněna o tematickou složku. Výškopis TMM se vytváří pomocí vrstevnic, kótovaných bodů a technických šraf. Součástí výškopisu TMM jsou nadmořské výšky bodů bodových polí, výškové kóty poklopů vstupních kanalizačních šachet a dalších výškových úrovní v kanalizační šachtě.

Popis TMM je tvořen orientačními a popisnými čísly domů, technickými parametry jednotlivých druhů vedení v barvě druhu vedení a názvem a využitím budov (kino, divadlo, restaurace, apod.) [7]



Obr. 13 Technická mapa města, zdroj [13]

5.4.2.2 Jednotná železniční mapa (JŽM)

Jednotná železniční mapa se fotogrammetricky vyhotovuje především pro potřeby dopravy v měřítku 1:1 000 [17]. JMŽ (obr. č. 14) je účelová mapa, která se v praxi uplatňuje pro potřebu železničního provozu, správu a údržbu železničního zařízení.

Vyhotovuje se v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Bpv. Mapovací jednotkou je drážní těleso spolu s pozemky, které slouží pro provoz dráhy a drážního zařízení. Měřítka, která se používají pro tyto druhy map, jsou 1:1000 lze použít i měřítko 1:500.

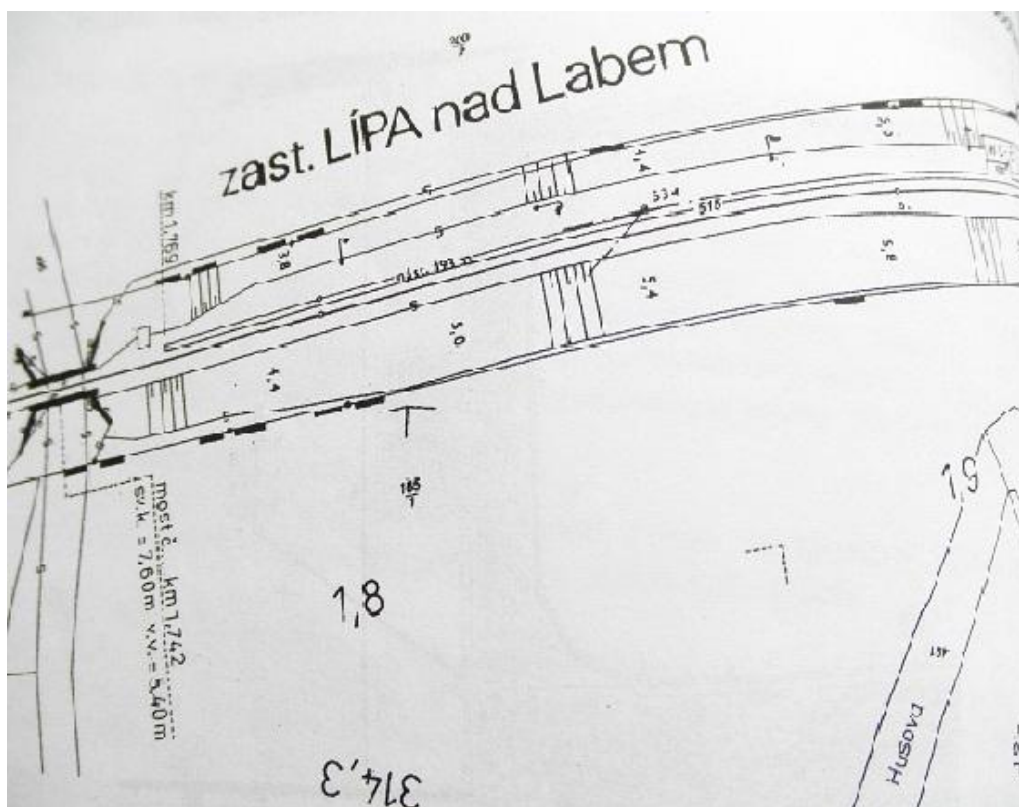
JŽM se dělí na mapu hlavní, příloženou a speciální. Příložená mapa se zhotovuje na místech, kde by z důvodu hustoty situace došlo k nepřehlednosti. Pomocí speciálních map dochází k zobrazení inženýrských sítí, protipožárních zařízení apod.

Polohopis obsahuje: železniční spodek a jeho stavby, železniční svršek, budovy, stavby zařízení sloužící pro provoz a údržbu, vlastnické hranice objektů, mosty, propustky, tunely, vodovody atd.

Výškopis je tvořen nadmořskými výškami předmětů polohopisu, charakteristickými body terénu a příčnými profily tělesa dráhy.

Popis je tvořen názvem mapy, označení druhu mapy a speciálním popisem.

[6]



Obr. 14 Jednotná železniční mapa, zdroj [14]

6. Využití fotogrammetrických metod mapování v současnosti

Hlavní rozvoj fotogrammetrie byl zaznamenán v 50. letech 20. století. V těchto letech probíhalo a během asi deseti let bylo dokončeno celostátní mapování v měřítkách 1:25 000 (vojenská topografická mapa) a 1:10 000 (civilní topografická mapa). [8]

V roce 1952 se začalo mapovat na celém území ČR v měřítkách 1:25 000. Instituce, které se na tomto mapování podílely, byly Vojenský topografický ústav a také pracoviště Ústřední správy geodézie a kartografie. V této době se objevily nové metody letecké fotogrammetrie, kterým byla univerzální metoda. Tato metoda je známa tím, že se ze snímků určuje současně polohopis a výškopis a pomocí které bylo zaměřeno 61% území ČR.

Mezi nově vznikající metodu patřila metoda kombinovaná, při které se polohopis určuje pomocí fotogrammetrické metody a výškopis tachymetricky, touto metodou bylo zmapováno 90% území. Později se začaly vyhotovovat topografické mapy metodou univerzální v měřítku 1: 10 000. Při této metodě vyhotovuje polohopis a výškopis z leteckých snímků, které jsou vyhodnoceny na analogových strojích. [11]

Fotogrammetrie nebyla používána nejenom při státním mapování, ale její uplatnění se využilo také při mapování lesů. Ve Zvolenu s pobočkou v Brandýsu nad Labem v Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů vznikla fotogrammetrická oddělení. [15]

Největší zlom, kdy se začala fotogrammetrie znovu probouzet, se objevil roku 1988, kdy byla postavena první digitální fotogrammetrická pracovní stanice, pomocí které se docházelo ke zpracování digitálních obrazových dat vzniklých snímáním z pozemních, letadlových nebo družicových nosičů, nebo skenováním fotografických měřických snímků. [5]

Především také kvůli tomu, že v 80tých letech docházelo k velkému rozvoji počítačových technologií, který měl za následek vytvoření prvních digitálních systému a vznik nové oblasti – digitální fotogrammetrie. [1]

Dochází k digitalizování celého technologického postupu od pořízení digitálního obrazu, jeho zpracování až po vyhodnocení či vizualizaci výsledků. [13]

Největší rozmach digitální fotogrammetrie byl zaznamenán koncem osmdesátých a v devadesátých letech minulého století a to především díky tomu,

že docházelo ke značnému vývoji elektroniky a výpočetní techniky. Digitální fotogrammetrie se v praxi provádí pomocí digitálního fotografování, kterým jsou obrazy snímané do podoby digitální fotografie. Dále lze vytvořenou digitální fotografii zpracovat pomocí výpočetní techniky. [14]

Nejdůležitější u digitální fotogrammetrie je snažit se dosáhnout co možná největší velikosti obrazového prvku (pixelu)

Maršík a Maršíková uvádí že: „tento pojem vznikl spojením dvou anglických slov (picture element). Je to prvek údajů o nějakém objektu, zahrnující aspekt prostorový i spektrální. Prostorová proměnná definuje zdánlivý rozměr rozlišitelné buňky, tj. rozměr např. území na zemském povrchu, reprezentovaného datovými hodnotami. Spektrální proměnná definuje intenzitu spektrálního projevu buňky pro určitý kanál“

Minimální požadovaný rozměr pixelu při skenování analogového snímku na filmu, který souvisí s rozlišovací schopností leteckých fotografických filmů, se pohybuje kolem 0,02 mm, tj. 20 μm . [15]

Při použití digitální fotogrammetrie je možné využít různých přístupů. Nejsnazší a nejstarší metodou je metoda jednosnímková. V praxi se tato metoda zabývá zaměřením ne příliš hloubkově členité fasády. Aby se měření provedlo správně, je důležité zvolit na fasádě nejméně čtyři vřícovací body. Mezi další metodu patří průseková fotogrammetrie, která v první řadě vytvoří snímky zájmového objektu s výraznými překryty jednotlivých fotografií, poté ručně označí všechny zájmové body na nejméně dvou snímcích. Vypracováním zmíněných kroků vznikne množina 3D bodů. [14]

Digitální fotogrammetrie přináší rozšíření možností ve využití fotogrammetrických snímků. Ale má také své nevýhody, kterými jsou nižší rozlišovací schopnost digitálního snímku a pro práci s digitálními daty jsou zapotřebí počítače s velmi výkonnými procesy. [4]

V současnosti se digitální fotogrammetrické metody mapování používají především ve státním sektoru, za účelem údržby topografických map. Dále jsou uplatňované pro tvorbu a údržbu map velkých měřítek pro katastr, tento způsob uplatnění se považuje za nedořešený, i přesto se ale v různých zemích ve značné míře využívá. [11]

7. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá samotnou vědou fotogrammetrií a událostmi, které předcházely jejímu vzniku. Které podněty a vynálezy byly důležité pro její vznik. Průběžným vývojem fotogrammetrie, zaznamenáním postupného využívání a uplatnění v praxi.

V práci jsou obsaženy různé metody, kterými se vyhotovuje fotogrammetrické mapování. Tyto metody jsou popsány a doplněny různými vybaveními (přístroje a komory), které se při vyhotovení používají.

Postupným vývojem dochází ke zlepšování metod. Používáním těchto nových metod se dřívější metody stávají zastaralými a méně používanými, některé dokonce zanikají. Příkladem by se dala použít metoda analogová, která ke svému zpracování používá zastaralé a v současné době na trhu špatně dostupné přístroje. Tato metoda byla nahrazena analytickou a digitální metodou, u kterých se v dnešní době vyhodnocení snímku provádí na běžně dostupných přístrojích, kterými jsou např. různé typy komparátorů.

V práci zmíněnými fotogrammetrickými metodami se vyhotovují různé typy map. Fotogrammetrické metody se považují oproti geodetickým metodám za velmi výhodné, především díky přesnějšímu a hlavně rychlejšímu vyhotovení map. Mapy, které jsou vytvořené fotogrammetrickými metodami, jsou státní mapová díla (Státní mapa ČSR 1:5000 - hospodářská, Státní mapa 1:5000 – odvozená, Státní mapa 1:5000) a účelové mapy (Technická mapa města, Základní mapa závodu, Základní mapa dálnice, Základní mapa letiště, Jednotná železniční mapa).

Dalším poznatkem je, že vývojem počítačových technologií dochází k digitalizování postupu a zpracování. Díky tomu se stala nejčastěji používanou a v praxi uplatňovanou metoda digitální.

Vývoj fotogrammetrických metod na našem území bych zhodnotila pozitivně. Jsem ráda, že vývoj dosáhl až takových rozměrů, že některé metody jsou důležité pro mapování a také současně pro ŽP a i pro lidstvo. Např. pomocí Dálkového průzkumu Země se zjišťují jevy na zemi, ať už běžně probíhající (nárůst a úbytek sněhové pokrývky), tak velice nebezpečné a závažné (záplavy a lesní požáry). Díky této metodě je možné rychle na tento problém zareagovat a vytvořit určitá a účinná opatření.

8. Seznam použité literatury

- [1]. BÖHM, J. *Fotogrammetrie učební texty*. Ostrava: VŠB, 2002. Dostupné na internetu: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Fotogrammetrie.pdf>
- [2]. CAJTHAML, J., KREJČÍ, J. *Využití starých map pro výzkum krajiny*. Ostrava: GIS, 2008. Dostupné na internetu: http://maps.fsv.cvut.cz/gacr/publikace/2008/2008_Cajthaml_Krejci_Ostrava.pdf
- [4]. DVOŘÁČEK, P., JURÁŠKOVÁ, R., RŮŽEK, M. *Fotogrammetrie 10, 20*. Praha: ČVUT, 1997. ISBN 80-01-01566-1.
- [5]. HÁNEK, P. *Data z dějin zeměměřičství: 25 tisíc let oboru*. Praha: Klaudian, 2012. ISBN 978-80-90-25244-8.
- [6]. HROMÁDKA, F. *Topografické mapování*. Brno: VUT, 1979.
- [7]. HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02113-0.
- [8]. MARŠÍK, Z., MARŠÍKOVÁ, M. *Dějiny zeměměřičství a pozemkových úprav v Čechách a na Moravě v kontextu světového vývoje*. 1. vydání. Praha: Libri, 2007. ISBN 978-80-7277-318-6.
- [9]. MIKŠOVSKÝ, M., ZIMOVÁ, R. *Historická mapování českých zemí*. Praha: GEOS, 2006. Dostupné na internetu: http://www.vugtk.cz/odis/sborniky/jine/geos06/paper/71_miksovsky_zimova/paper/71_miksovsky_zimova.pdf
- [10]. PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 1*. Praha: ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04249-6.
- [11]. PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 10*. Praha: ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01863-6.
- [12]. PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 20*. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02762-7.
- [13]. PAVELKA, K., DOLANSKÝ, T., HODAČ., VALENTOVÁ, M. *Fotogrammetrie 30*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-024413-X.

- [14]. PAVELKA, K. *Fotogrammetrie 10. 2. vyd.* Praha: ČVUT, 2002.
- [15]. ŠÍMA, J. *Na počátku éry digitálního fotogrammetrického snímkování území České republiky.* Praha: GEOS, 2007. Dostupné na internetu:
- [16]. ŠMIDRKAL, J. *Fotogrammetrie I- Teoretické základy.* Praha: ČVUT, 1985.
- [17]. ŠMIDRKAL, J. *Fotogrammetrie pro 3. ročník studijního oboru geodézie.* Praha: ČVUT, 1986.
- [18]. ŠMIDRKAL, J. *Fotogrammetrie a DPZ II.* Praha: ČVUT, 1992.
- [19]. ŠMIDRKAL, J. *Fotogrammetrie II- Přístroje a metody.* Praha: ČVUT, 1985.
- [20]. VEVERKA, B., ČECHUROVÁ, M. *Georeferencování map II. a III. vojenské mapování.* 11. vydání. Praha: Katastrální listy, 2003. Dostupné na internetu: <http://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL11/13.pdf>
- [21]. VEVERKA, B. *Vývoj software pro lokalizaci map II. III. vojenského mapování,* Zborník referátov z vedeckej konferencie Historické mapy,. Bratislava, 2005. Dostupné na internetu: <http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/vev.pdf>
- [22]. VEVERKA, B., ZIMOVA, R. *Topografická a tématická kartografie.* Praha: ČVUT, 2008. ISBN 978-80-01-04157-4.
- [23]. VYČICHLOVÁ, V., ČADA, V. *Hodnocení kvality a přesnosti státní mapy 1:5000.* 9. vydání. Plzeň: Kartografické listy, 2001. Dostupné na internetu: <http://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL9/10.pdf>
- [24]. VOJTIČKO, A. *Terminologický slovník geodézie, kartografie a katastra.* Bratislava: Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. 1998. ISBN 80-88716-36-5.
- [25]. VOŽENÍLEK, V. *Aplikovaná kartografie I. Tématické mapy.* Olomouc: VUP, 2001. ISBN 80-244-0270-X.
- [26]. První celostátní topografické mapování v měřítku 1: 25 000. *Zeměměřič* [online]. 2001 [cit. 2013-03-28]. Dostupné na internetu: <http://www.zememeric.cz/5-01/mapovani.html>

9. Seznam obrázků

[1]. Fotogrametria Naziemna. *Fotogrametria* [online]. [cit. 2013-01-14]. Dostupné na internetu: <http://fotogrtg.w.interia.pl/photheo19318.jpg>

[2]. Vnitřní orientace snímky. *Fotogrammetrie učební texty* [online]. 2002 [cit. 2013-04-15]. Dostupné na internetu: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Fotogrammetrie.pdf>

[3]. Vnější orientace snímky. *Fotogrammetrie učební texty* [online]. 2002 [cit. 2013-04-15]. Dostupné na internetu: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Fotogrammetrie.pdf>

[4]. De la Terre à la Lune (1865) et Autour de la Lune (1870) : les débuts de la conquête spatiale. Lesia [online]. 2009-2013 [cit. 2013-03-18]. Dostupné na internetu: <http://www.lesia.obspm.fr/perso/jacques-crovisier/JV/img/laussedat.jpg>

[5]. Karel Kořistka. Wikipedia [online]. 2013 [cit. 2013-01-24]. Dostupné na internetu: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/55/KarelKoristkaFoto.jpg>

[6]. Stereokomparátory. Photogrammetry [online]. 2013 [cit. 2013-02-25]. Dostupné na internetu: <http://lfgm.fsv.cvut.cz/data/pristroje/Pulfrich.jpg>

[7]. Stereoskop. 3D Delta Vision [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné na internetu: <http://www.3ddeltavision.pl/delta3d/userfiles/image/stereoskop.jpg>

[8]. Stereomikrometr. Photogrammetry [online]. 2004 [cit. 2013-02-25]. Dostupné na internetu: <http://lfgm.fsv.cvut.cz/data/pristroje/Stereomikrometr.jpg>

[9]. Luento 9. Stereokartoituskoeet. *Fotogrammetrian perusteet* [online]. 2004 [cit. 2013-03-25]. Dostupné na internetu: http://foto.hut.fi/opetus/300/luennot/9/Zeiss_Topocart.gif

[10]. VOŽENÍLEK, V. *Aplikovaná kartografie I. Tématické mapy*. Olomouc: VUP, 2001. ISBN 80-244-0270-X.

- [11]. VOŽENÍLEK, V. *Aplikovaná kartografie I. Tématické mapy*. Olomouc: VUP, 2001. ISBN 80-244-0270-X.
- [12]. VOŽENÍLEK, V. *Aplikovaná kartografie I. Tématické mapy*. Olomouc: VUP, 2001. ISBN 80-244-0270-X.
- [13]. HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02113-0.
- [14]. HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02113-0.