

# 1. TVORBA FOTOPLÁNU

Tvorba fotoplánu patří mezi základní úlohy jednosnímkové fotogrammetrie. Tato úloha nachází uplatnění jak v pozemní, tak v menší míře i v letecké fotogrammetrii, viz kapitola 1.4.

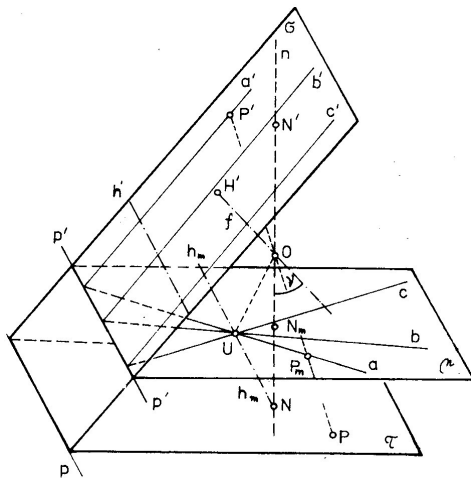
Hlavním úkolem tohoto cvičení je seznámit studenty se soudobým technologickým postupem používaným při tvorbě fotoplánu digitálním způsobem. Tato úloha přímo navazuje na úlohy cvičené v minulosti, které se zabývaly překreslením měřických snímků optickou cestou na speciálních přístrojích – optických překreslovačích, viz [1].

S ohledem na vybavení laboratoře fotogrammetrie bude v dalším textu popsán konkrétní postup zpracování snímků v českém GIS/LIS software TopoL, viz [i1]. Technologický postup bude demonstrován na příkladu z oblasti pozemní fotogrammetrie, kde se v současné době tato technologie převážně používá. Ve vhodných případech je však možné technologii aplikovat i v letecké fotogrammetrii.

## 1.1. TEORETICKÉ ZÁKLADY

Vektorová mapa či plán často nedostačují požadavkům jejich uživatelů. Hlavním problémem je, že neobsahují všechny důležité detaily. Mapy (plány), které by měly obsah měřických snímků tj. fotomapy (fotoplány), se jeví v tomto případě jako nejlepší řešení. Další nezanedbatelnou výhodou **fotomap** či **fotoplánů** oproti vektorovým mapám je jejich nižší pořizovací cena a velmi krátká doba jejich výroby.

Základem jednosnímkových metod je vztah dvou **rovin**. Snímky vznikají středovým průmětem povrchu objektu na rovinu snímku, kdežto liniové mapy jsou ortogonálním průmětem povrchu. Jde tedy o to, jakými metodami bude snímek s **centrální** projekcí **konvertován** do podoby překresleného snímku s **ortogonální** projekcí.



**Obrázek 1-1:** vztah mezi rovinami

objektu  $\tau$ , plánu  $\mu$  a obecného snímku  $\sigma$

Pokud jsou roviny snímku a objektu (ideálně rovinného) rovnoběžné, pak je vztah mezi nimi jednoduchý a obraz se liší pouze měřítkem, tento stav je však pouze ojedinělý a většinou je měřítko ve snímku proměnné s polohou na snímku.

Deformace (zkreslení) obrazu je způsobena několika vlivy, a to zejména:

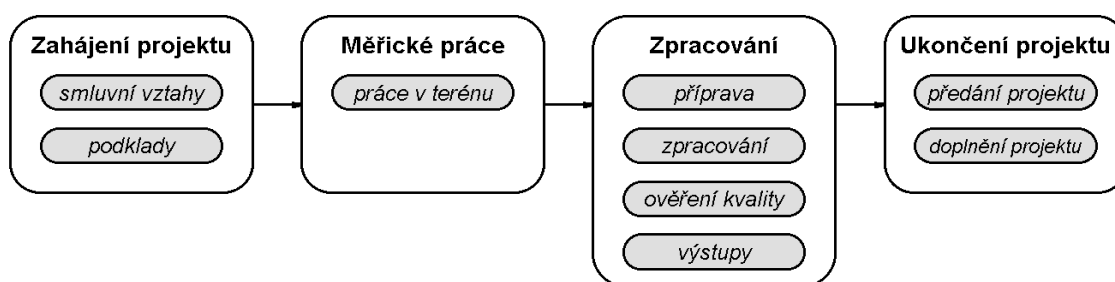
- a) orientací osy záběru - nesplněním požadavku kolmosti na rovinu objektu (vznik perspektivy),
- b) centrálním promítáním - radiální posuny obrazu vlivem hloubkové členitosti objektu, viz kapitola 1.3 .

Mezi obecným snímkem a rovinou objektu, viz **obrázek 1-1**, platí projektivní vztahy, jejichž matematickým vyjádřením je **kolineární transformace**. Pro její řešení je potřeba pěti **vlíčovacích bodů**. Úpravou rovnic dostaneme jednodušší vyjádření definované pouze čtyřmi body, viz [2,3]. Je tedy nutno vždy mít na daném objektu geodeticky zaměřeny alespoň čtyři vlíčovací body. Pokud je to možné, měří se více bodů pro kontrolní účely.

Limitujícím faktorem pro použití této metody je zejména deformace fotoplánu způsobená **hloubkovou členitostí** zaměřovaného objektu, viz dále.

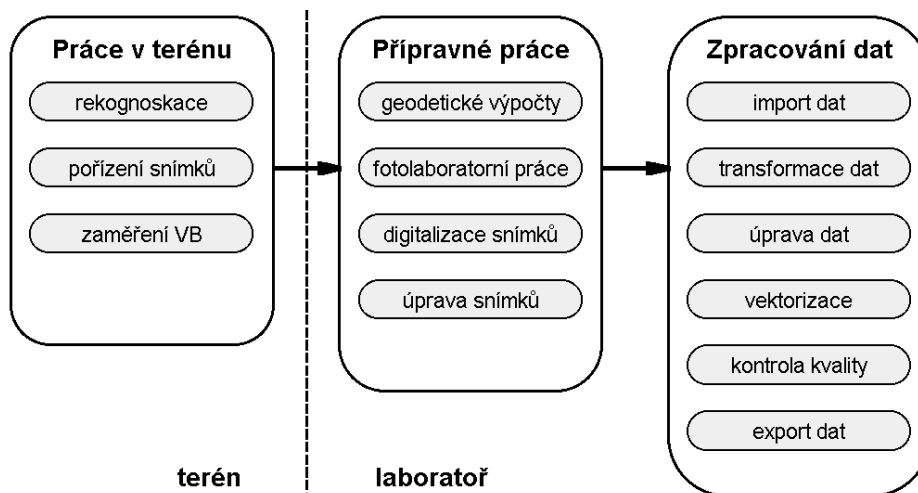
## 1.2. TECHNOLOGIE

Technologický postup při zpracování projektu tvorby fotoplánu se skládá ze základních kroků platných pro zpracování jakéhokoli projektu. Tyto obecné kroky jsou naznačeny na **obrázku 1-2**.



**Obrázek 1-2: průběh projektu**

Konkrétní technologie tvorby fotoplánu bude vysvětlena v následujících kapitolách a přehledně jí shrnuje následující obrázek.



**Obrázek 1-3: technologické kroky**

Technologie používaná při jednosnímkových metodách je poměrně jednoduchá. V závislosti na použitém vybavení (např. použití digitálních kamer), na možnostech zpracovatelského software a na požadavcích zadavatele mohou jednotlivé kroky splývat či zcela chybět (např. vektorizace).

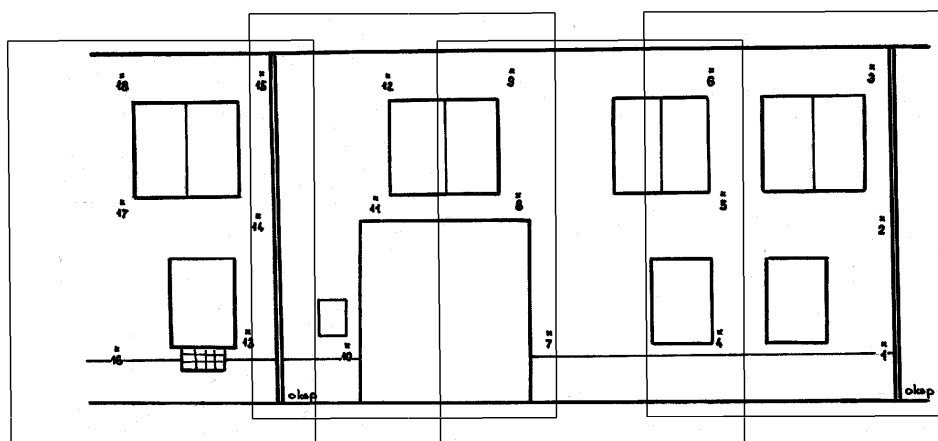
Pro úlohu „tvorba fotoplánu“, se často používá také termín překreslení či **digitální překreslení** snímků.

### 1.2.1. Práce v terénu

Práce v terénu se podle výše uvedeného schématu dají rozdělit na tři hlavní části – rekognoskace, pořízení snímků a zaměření vřícovacích bodů.

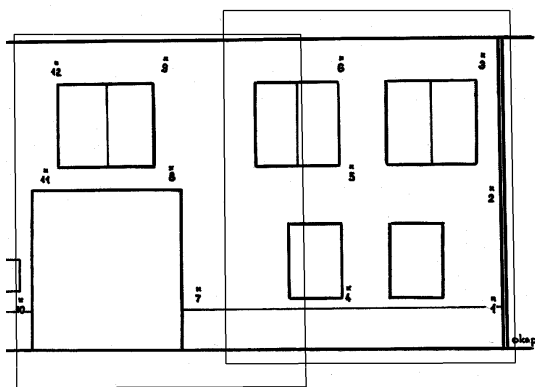
#### Rekognoskace

Při rekognoskaci volíme podle konkrétních podmínek (velikost objektu, možnost odstupu od objektu apod.) počet a rozmístění pořizovaných **snímků**. Pokud pořizujeme více jak jeden snímek, pak je nutné zajistit, aby se snímky překrývaly a to s ohledem na budoucí zpracování do podoby fotomozaiky. Počet snímků ovlivňuje také to, jaký typ komory použijeme pro snímkování (komora s normálním obrazovým úhlem či širokoúhlá komora), viz také odstavec pořízení snímků. Příklad rozmístění snímků na fasádě objektu ukazuje následující obrázek.

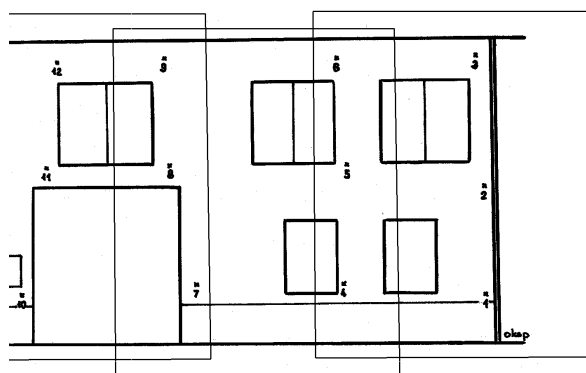


*Obrázek 1-4: pokrytí fasády objektu snímky a vřícovacími body*

Při rekognoskaci dále volíme **vřícovací body**. Základní podmínka byla již zmíněna výše – jsou požadovány minimálně 4 body na snímek. Z kontrolních důvodů je vhodné volit bodů více. Vřícovací body se volí buď jako přirozeně signalizované (rohy říms, oken, sgrafita apod.), nebo se uměle signalizují (nalepením terčků, namalováním značek křídou atd.). Body by měly ležet v rozích jednotlivých snímků. Následující obrázky přibližují vztah snímek v. vřícovací body.



*Obrázek 1-5: nevhodná situace*



*Obrázek 1-6: vhodná situace*

Při volbě bodů si je třeba uvědomit, že ne vše co je dobře vidět v terénu, bude také dobře vidět na snímcích. Body by měly být pokud možno kontrastní, nezávislé na druhu použitého fotografického materiálu (čb., barevný). Pokud budeme pořizovat snímky digitálně, je potřeba vzít při volbě bodů v úvahu také velikost rozlišení pro snímkování.

## Pořízení snímků

V současné době se snímky pořizují fotografickými **komorami** jak měřickými (např. UMK, Rollei), tak neměřickými (běžný či digitální fotoaparát). Volba vhodné komory se řídí hlavně požadovanou přesností a technickými možnostmi zpracovatele.

Limitujícím faktorem pro použití této metody je deformace fotonáplánu způsobená hloubkovou členitostí zaměřovaného objektu. Využití komor s menším obrazovým úhlem je spojeno s požadavkem větší vzdálenosti mezi stanoviskem a objektem, který dosti často u památkových objektů nelze splnit (stísněné prostory), naopak u komor širokoúhlých může docházet k nežádoucím zákrytům.

Z požadované přesnosti fotonáplánu je možné předem určit jakých maximálních hodnot může hloubková členitost objektu dosáhnout, viz dále. Zkreslení z hloubkové členitosti působí nejvíce u krajů snímku, proto se snažíme, aby části s největšími výstupky ležely v horizontu snímku.

Pokud to situace v okolí objektu dovoluje, snažíme se snímky pořizovat s **osou záběru** přibližně vodorovnou a kolmou k objektu (např. snímkování z oken protilehlé budovy). Není to však podmínkou a v odůvodněných případech je možné pořizovat snímky také se skloněnou nebo šikmou osou záběru.

Podle charakteru (barevnosti) zaměřovaného objektu volíme typ **fotografického materiálu** – černobílý nebo barevný. Není vždy nutné používat automaticky dražší barevný materiál. Citlivost materiálu vybíráme podle toho, zda pracujeme v exteriéru či interiéru. V exteriérech volíme materiály s normální či nižší citlivostí tj. kolem 21 DIN.

Vzhledem k následnému digitálnímu zpracování je nutné zajistit dostatečné **rozlišení** snímků dané maximální přípustnou velikostí obrazového bodu (pixelu). U snímků pořizovaných digitálními komorami je možné si pomoci jednoduchou úvahou – *např. při požadavku aby 1 pixel byl ve skutečnosti maximálně 1cm a při použitém rozlišení při snímkování 1600x1200 pixelů, bude maximální přípustná plocha zobrazená na snímku mít velikost 16x12 metrů*. U snímků analogových závisí volba přípustného měřítka snímku na možnostech skeneru použitého pro digitalizaci snímků. Měřítka snímku ovlivňujeme správnou volbou odstupů od objektu.

Při pořízení snímků jsou velmi důležité vhodné **světelné podmínky**. Ideálním stavem je rozptýlené sluneční světlo, naopak nevhodné je ostré sluneční světlo kdy dochází ke vzniku stínů.

Pro pozdější zpracování je vhodné si pořídit **situační náčrt** – půdorys, který zachycuje stanoviska fotografování, směry os záběru s čísly snímků, půdorys stavby a odhadnuté vzdálenosti stanovisko – objekt.

## Zaměření vlíčovacích bodů

Zaměření vlíčovacích bodů se provádí běžnými **geodetickými metodami** – protínáním z úhlů, polární metodou případně protínáním z délek pro polohové určení a trigonometricky pro výškové určení. Vlícovací body by měly být zaměřeny s kontrolou (např. více kombinací, kontrolní míry aj.).

Pro zaměření bodů se ve většině případů volí místní souřadnicová soustava. Někdy je však vyžadováno aby výšky bodů byly v absolutních hodnotách (pro účely pozdějšího kótování vektorových výkresů). Přesnost zaměření by měla odpovídat požadované přesnosti fotoplánu (volba odpovídajících přístrojů a metody).

Při zaměřování bodů se většinou pořizuje **přehledka** vlíčovacích bodů viz **obrázek 1-4** a detailní náčrtky případně popisy bodů.

V některých jednoduchých případech (např. nástěnné malby) a při nižším požadavku na přesnost se vlíčovací body nezaměřují, ale pořizují se na objektu kontrolní délkové míry mezi identifikovatelnými body např. jedna vodorovná a jedna svislá míra. Svislá míra může být realizována přiloženou nivelační latí.

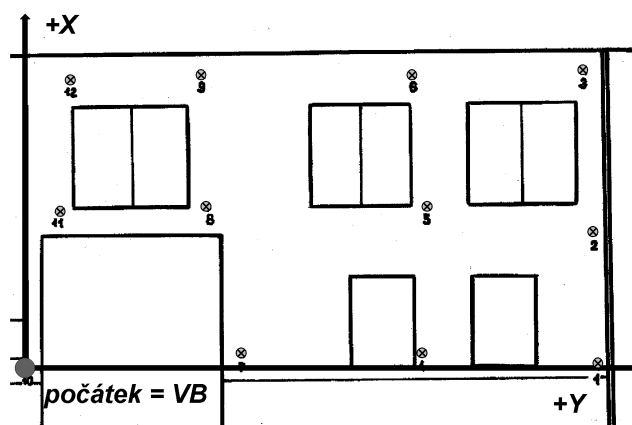
## 1.2.2. Práce v laboratoři

Práce v laboratoři (kanceláři) je možné rozdělit na dvě hlavní skupiny – přípravné práce a vlastní zpracování dat. Některé z dále uvedených technologických kroků mohou podle konkrétních podmínek chybět, viz výše.

### Přípravné práce

V průběhu přípravných prací upravujeme data pořízená v terénu do podoby vhodné pro další zpracování. Opět se jedná o několik základních kroků již dříve uvedených, viz **obrázek 1-3**.

- **Geodetické výpočty** – zpracováváme naměřená data do podoby geodetických souřadnic vlíčovacích bodů. Vzhledem k tomu, že výpočtem dostaneme prostorové souřadnice bodů a řešení úlohy kolineární transformace vychází ze vztahu dvou rovin, bude nutné převést vypočtené prostorové souřadnice do roviny objektu. Definujeme tedy v rovině objektu pomocnou souřadnicovou soustavu s vhodně zvoleným počátkem (např. jeden z vlíčovacích bodů). Výškovou souřadnici lze většinou bez problémů převzít. Zbylou souřadnici je možné jednoduchým způsobem určit z obou polohových souřadnic. Příklad volby souřadnicové soustavy je na následujícím obrázku.



*Obrázek 1-7: volba souř. soustavy fasády*

- **Fotolaboratorní práce** – spočívají u snímků pořízených klasickou cestou ve vyvolání filmového materiálu případně ve zhotovení zvětšenin snímků. Zvětšeniny není nutné zhotovovat, pokud je k dispozici speciální skener určený pro skenování filmových materiálů.

• **Digitalizace snímků** – při práci s klasickými snímky je nutno je nejprve převést do digitální podoby – digitalizovat. K tomuto účelu se používají skenery. Pokud skenujeme zvětšeniny snímků, pak pro většinu aplikací v pozemní fotogrametrii stačí svou přesností běžné kancelářské skenery. Je-li k dispozici, je výhodné použít pro skenování negativů (diapozitivů) přesnější filmový skener.

Při skenování se provádí úvaha o – rozlišení, formátu a typu výstupu. Správná volba **rozlišení** má zásadní význam pro dosažení požadované přesnosti. Rozlišení se označuje jako  $R$  a udává se v jednotkách DPI. Rozlišení se vypočte z následujícího vztahu:

$$R = (k \cdot 2,54 \cdot m_s) / p$$

*kde:*  $p$  - je požadovaná velikost pixelu,  $m_s$  - je měřítkové číslo snímku, **2,54** – velikost palce v cm  
 $k$  – konstanta volená v závislosti na kvalitě identifikace VB (volí se mezi 1-3)

*Např. pro konstantu komory  $f = 80$  mm, a vzdálenost od objektu  $y = 10$  m je měřítkové číslo  $m_s = 125$  (pro zvětšeninu bude úměrně menší). Pak při volbě  $k = 1$  a požadované přesnosti  $p = 3$  mm vychází rozlišení  $R = 1058$  DPI.*

Při vlastním skenování se hodnota rozlišení vhodně zaokrouhluje.

**Formát** vzniklého digitálního rastrového obrazu volíme s ohledem na možnosti zpracovatelského software (import dat) a také podle nároků na diskovou kapacitu (komprimovaný či nekomprimovaný). Mezi standardní formáty rastrových dat patří TIFF, GIF, BMP a komprimovaný formát JPG.

**Typem** výstupu je myšlen šedotónový či barevný výstup. Je třeba uvést, že nároky na diskový prostor jsou obecně u barevných rastrových obrazů zhruba 3 krát větší než u šedotónových. S tím souvisí otázka efektivity práce – práce s velkými soubory, nároky na hardware aj.

• **Úprava snímků** – digitální rastrové obrazy je možné ještě před vlastním zpracováním upravit. Dají se použít operace pracující s:

- úpravou jasů a kontrastu
- úpravou barevnosti
- zostřením obrazu či hran
- rozlišením, formátem a typem obrazu

a další operace. Upravovat lze celý snímek nebo i jen jednotlivé části snímků (např. okolí VB aj.). Pro úpravu snímků se používají buď běžné grafické editory jako např. Adobe Photoshop, nebo přímo funkce některých zpracovatelských software (např. TopoL).

## Zpracování dat

Při zpracování dat se postupuje podle kroků uvedených na **obrázku číslo 1-3**. V následujícím textu je uveden obecný popis jednotlivých kroků – konkrétní náplň bude uvedena pro program TopoL v následující kapitole.

Digitálně je možné překreslit snímek v jakémkoli **software**, který umí provádět geometrickou transformaci rastrových dat. V našich podmínkách jsou to např. software TopoL, IRAS/C nebo Kokeš. Velký vliv na přesnost má typ použité transformace. Většina geodetických systémů je vybavena podobnostní a afinní transformací, které mohou být použity pro překreslení jen v krajním případě při výrazné ztrátě přesnosti, nejvhodnější je **kolineární transformace**.

Přehled o vstupních a výstupních datech uvádí následující tabulka.

Tvorba fotoplánu – zpracování dat	
<b>vstupní data</b>	Jednotlivé snímky ( <i>s překrytem</i> ) Souřadnice vlíčovacích bodů ( <i>rovinné</i> )
<b>výstupní data</b>	2D fotoplán – <i>rastrový obrázek</i> 2D výkres – <i>vektorová data</i>

*Tabulka 1-1: vstupní a výstupní data*

Vlastní zpracování dat obsahuje tyto kroky:

- **Import dat** – v tomto kroku dojde k načtení vstupních dat do zpracovatelského software. Někdy je přitom nutné provést konverzi formátů rastrových dat. Do tohoto kroku můžeme také zahrnout vytvoření vlíčovacího podkladu (např. ve formě vektorového souboru, viz dále).
- **Transformace dat** – vlastní transformace výchozích snímků na body vlíčovacího podkladu. Jak bylo zmíněno výše, používá se kolineární transformace.
- **Úprava dat** – tento krok v sobě obsahuje operace pomocí nichž upravujeme přetransformované rastrové obrazy. Jde o operace – maskování, mozaikování, výřez, retuš.

Operace **maskování** slouží k odstranění nadbytečných částí v překrytu překreslených snímků a provádí se s ohledem na hladký přechod mezi snímky a tvorbu jediného rastrového souboru.

Operace **mozaikování** slouží ke spojení všech překreslených a omaskovaných rastrových obrazů do jednoho souboru.

Operace **výřez** slouží k závěrečné úpravě výsledného fotoplánu a odříznutí okrajových částí.

Operace **retuš** slouží k případnému zaretušování nehomogeností ve výsledném rastrovém obrazu.

- **Vektorizace** – výsledný fotoplán je v rastrové podobě, často však zadavatel požaduje také výstup ve vektorové podobě (výkresu). Za účelem získání vektorového výkresu se provádí vektorizace obsahu fotoplánu. Obsah a uspořádání výkresu záleží na požadavcích zadavatele (volba vrstev apod.). V některých aplikacích se například můžeme setkat s vyhodnocením tzv. kamenorezu tj. vyhodnocením každého kamene fasády objektu.
- **Kontrola kvality** – ověření kvality výsledného fotoplánu se provádí např. pomocí proměření kontrolních měř na fotoplánu a jejich porovnání s mírami měřenými přímo na objektu.
- **Export dat** – na závěr se provádí export jak rastrových, tak vektorových dat do některého ze standardních formátů. Dále se většinou provádí také tisk obou typů výsledných dat.

Příklad výsledného fotoplánu v kombinaci s vyhodnocenou vektorovou kresbou přináší následující obrázek.



**Obrázek 1-8:** výsledný fotoplán a vektorové vyhodnocení fasády

### 1.2.2.1 Technologie zpracování v systému TopoL

TopoL je otevřený obecný územní/geografický informační systém (LIS/GIS), který může být upraven pro aplikace v mnoha oblastech (státní správě, průmyslu, marketingu, lesním hospodářství i zemědělství). Dovoluje přípravu geografických dat, jejich správu a analýzu. Tento původní český produkt poskytuje také širokou paletu funkcí pracujících s pozemními, leteckými a satelitními snímky.

Ovládání TopoLu je podobné jako u většiny aplikací pracujících pod operačním systémem Windows, tzn. buď volbou z *menu*, nebo pomocí *ikon* či *horkých kláves*. Konkrétní položky menu, ikony a horké klávesy naleznou studenti v manuálu k TopoLu jež mají v průběhu zpracování úlohy k dispozici, viz [i2]. V tomto textu budou uvedeny jednotlivé technologické kroky vedoucí k vytvoření fotoplánu objektu. Pro ilustraci bude vždy zmíněna možnost volání funkce z příslušného menu.

### Technologické kroky zpracování úlohy – systém TopoL:

- a) Spuštění systému a nastavení pracovního prostředí
- b) Import rastrových dat
- c) Import textového souboru bodů – vytvoření vlivovacího podkladu
- d) Úprava pracovního prostředí – příprava k provedení transformace
- e) Provedení transformace
- f) Maskování snímků
- g) Mozaikování snímků
- h) Vektorizace obsahu fotoplánu
- i) Kontrola kvality
- j) Tisk a export výsledných dat

#### Ad a) Spuštění systému a nastavení pracovního prostředí

Po spuštění systému je potřeba nastavit správný souřadnicový systém. TopoL umožňuje volbu ze dvou souřadnicových systémů a to S-JTSK a Gauss. Volba systému závisí na tom, jakou soustavu (tj. orientaci os) jsme v rovině fasády zvolili. Volba systému se provádí z menu *Systém*.



### Ad b) Import rastrových dat

TopoL pracuje jak s interním rastrovým formátem RAS, tak se standardními formáty TIFF, BMP, JPG. Ostatní rastrové formáty je nutné importovat (konvertovat).

*Otevření (nebo import) rastrových dat se provádí z menu **Předmět – Volba rastru (Import)**.*

### Ad c) Import textového souboru bodů – vytvoření vřícovacího podkladu

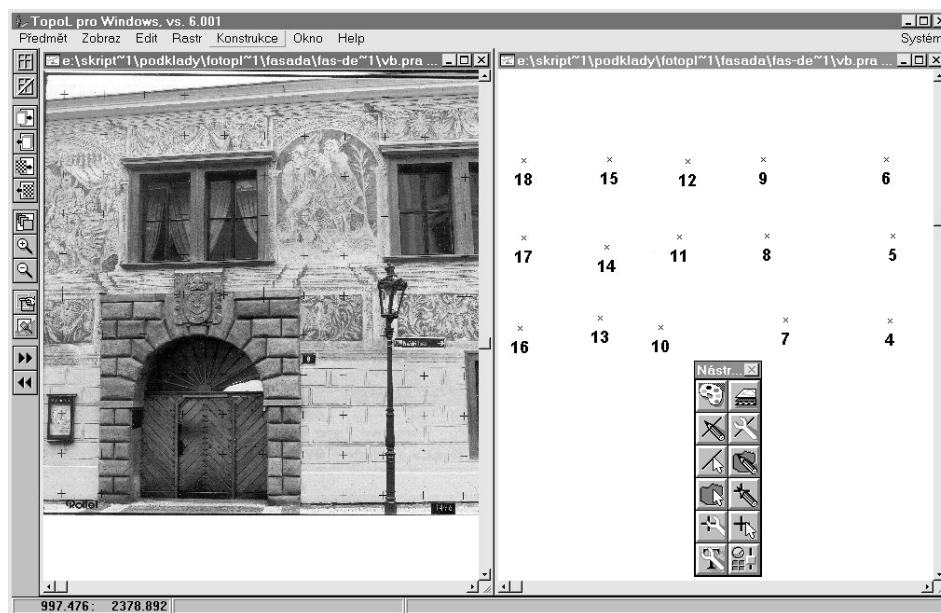
Načtení vřícovacích bodů a vytvoření vřícovacího podkladu je možné různými způsoby. Nejjednodušeji je možné body načíst z textového souboru obsahujícího čísla bodů a jejich rovinné souřadnice uvedené v pořadí *Číslo bodu, Délka, Výška* (pro **obrázek 1-7** tedy např. čb, y, x).

TopoL pracuje s interním formátem vektorových dat BLK. Vektorová data – bloky – jsou ukládány ve formě adresářů např. *vřícovak.blk*.

*Načtení textového souboru se provádí z menu **Předmět – Import – Vstup bodů**.*

### Ad d) Úprava pracovního prostředí – příprava k provedení transformace

Příprava spočívá v zobrazení čísel bodů k jednotlivým vřícovacím bodům a uspořádáním pracovních oken tak, aby v jednom okně byl překreslovaný rastrový obraz a v druhém vektorový vřícovací podklad. Výslednou úpravu pracovní plochy uvádí následující obrázek.



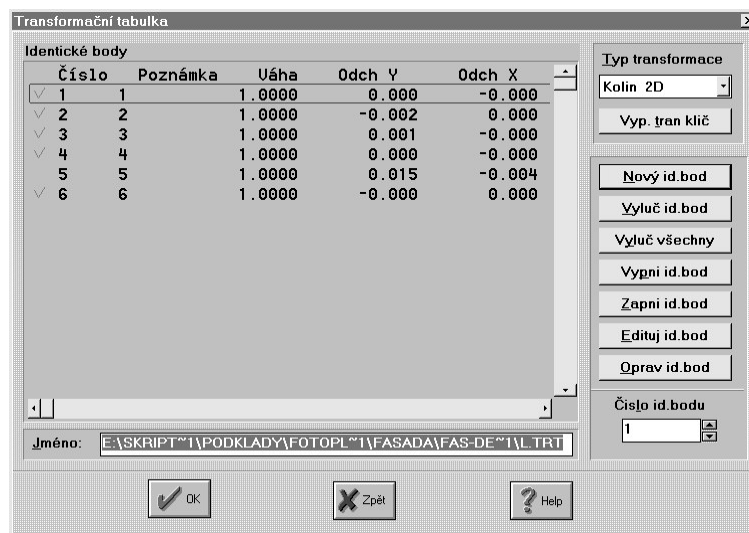
**Obrázek 1-9:** úprava pracovní plochy

*Obsah oken se ovládá z menu **Zobraz – Prvky pro zobrazení** a popis vřícovacích bodů z menu **Zobraz – Zobrazení**. Práce s okny se ovládá z menu **Okno**.*

### Ad e) Provedení transformace

Pro provedení vlastní transformace je potřeba **sejmout** polohy vřícovacích bodů v cílové soustavě (vřícovací podklad – vektor) a následně ve zdrojové soustavě (digitální snímek – rastr). Po sejmutí dostatečného počtu identických bodů (minimálně 4) přejdeme do transformační tabulky.

V **transformační tabulce** volíme **typ transformace** (pro účely překreslení Kolineární 2D) a vypočteme transformační klíč. Tím se vypočtou souřadnicové odchylky na vlíčovacích bodech. Pokud na některém z vlíčovacích bodů je odchylka výrazně větší než na ostatních, je možno takový bod z výpočtu transformačního klíče vyloučit – odstraníme červené zatržení bodu v levé části tabulky. Pak provedeme nový výpočet transformačního klíče. Pochybené body je možné též opravit. Potvrzením OK se transformační tabulka uloží pod zvoleným jménem do textového souboru **\*.trt**.



**Obrázek 1-10: transformační tabulka**

Poté jsme vyzváni k zadání **parametrů** výsledného rastru. Ve většině případů v této tabulce měníme pouze velikost pixelu (podle požadavků přesnosti zaokrouhlujeme na celé jednotky). V posledním okně určujeme jméno a formát výsledného přetransformovaného rastru. Potvrzením OK dojde k výpočtu přetransformovaného rastru.

*Inicializace transformace se provádí z menu **Rastr- Geometrické operace - Transformace rastru**.*

System také umožňuje vrátit se k jednou uložené transformační tabulce a to změnou volitelných parametrů při iniciaci transformace.

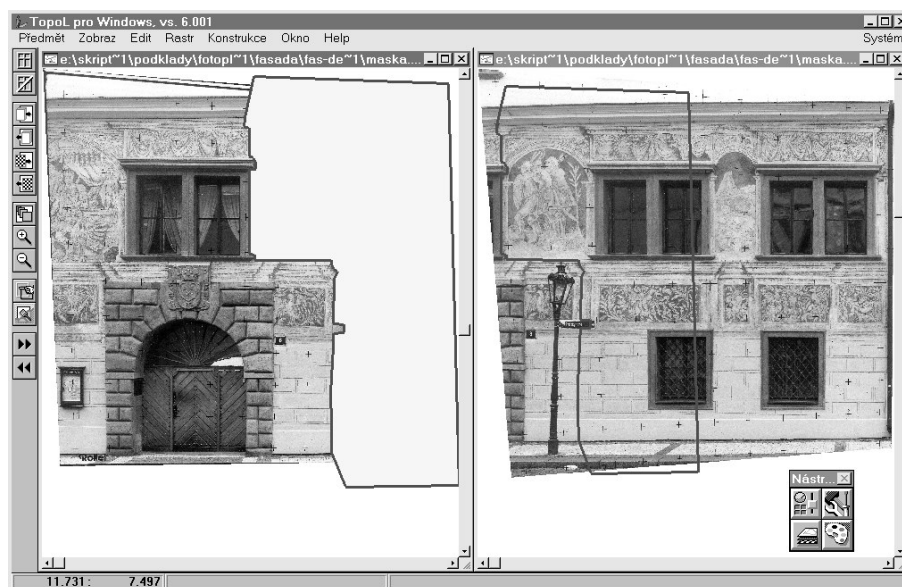
#### Ad f) Maskování snímků

Maskování se v TopoLu provádí následujícím způsobem: otevřeme oba dva navazující rastry, každý do jednoho okna a zároveň vytvoříme **nový blok**, který bude obsahovat masku, **viz také odstavce c a d**. Tento blok by měl být zobrazen v obou oknech.

Nad jedním z rastrů začneme vytvářet linii řezu, viz vektorizace. Stejná linie se poté zobrazuje v obou oknech a máme tedy možnost vést řez tak, aby návaznost snímků byla po maskování co nejlepší. Na styku obou rastrů se můžeme setkat jak s polohovým nesouladem, tak s nesouladem v kontrastu, jasu či barevnosti. Správným vedením řezu bychom měli docílit toho, aby tyto nesoulady byly pokud možno nezřetelné. Doporučuje se vést řez středem překrytého území.

Jelikož nelze maskovat linií, ale pouze plochou, je třeba linii uzavřít a to s ohledem na to, zda budeme maskovat (odstraňovat) rastr uvnitř nebo vně plochy. Takto vytvořený uzavřený polygon je potřeba zaplochovat a celý blok s maskou uložit. Operaci maskování přibližuje **obrázek číslo 1-11**.

Vlastní maskování jednoho z překrývajících se rastrů se provádí v menu **Rastr- Geometrické operace - Maskování**. V průběhu operace jsme vyzváni k zadání jména bloku - masky, jména a formátu maskovaného a výsledného rastrového obrazu. Výsledkem operace je vznik nového rastrového souboru zamaskovaného podle vytvořené masky.



**Obrázek 1-11:** operace maskování snímků

#### Ad g) Mozaikování snímků

Zamaskované rastry načteme postupně všechny do jednoho okna. Důležité je správné pořadí rastrů s ohledem na maskování. *Funkce mozaikování se spouští z menu **Rastr - Geometrické operace - Mozaika***. V průběhu operace jsme vyzváni k zadání parametrů výsledného rastru – nastavujeme zvolenou hodnotu velikosti pixelu, jméno a formát výsledné mozaiky, viz výše.

Výsledkem této operace je již fotoplán pokrývající celou zájmovou oblast nebo její zvolenou část.

#### Ad h) Vektorizace obsahu fotoplánu

Systém TopoL umožňuje snímat jak jednotlivé body, tak linie či polygony a umožňuje také tvorbu ploch. Prvky je možné nově tvořit, editovat nebo vybírat. Při vektorizaci je možné využít také pomocné funkce jako např. chytání se stávající kresby, snímání linií pod určitým úhlem (např. pravým) apod. V rámci jednotlivých bloků je možné pracovat s tzv. *druhy*, které jsou určitým ekvivalentem vrstev, jak jsou používány např. v CAD systému MicroStation.

*Editační funkce pro vektorovou kresbu jsou dostupné z menu **Edit***.

#### Ad i) Kontrola kvality

Měření vzdáleností mezi kontrolními body v rámci hotového fotoplánu je umožněno speciální funkcí. *Tuto funkci aktivujeme z menu **Zobraz – Vzdálenost***.

#### Ad j) Tisk a export výsledných dat

Výstupy ze zpracovaného projektu jsou dvojí – tištěné a digitální.

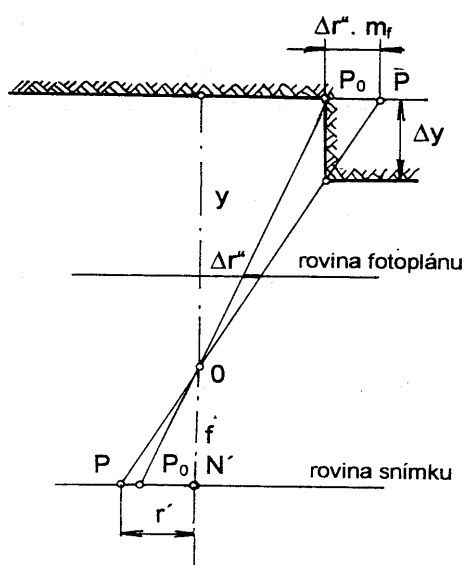
*Tisk vektorových i rastrových dat (případně kombinace) se spouští z menu **Předmět – Tisk v měřítku***.

Zpracovaný fotoplán ve tvaru rastrového obrázku a vektorové vyhodnocení ve tvaru výkresu (bloku) je možné exportovat do standardně užívaných formátů. U rastrových souborů jsou to především formáty TIFF, BMP a u vektorových dat je to formát Dxf.

Export dat se provádí z menu **Předmět – Export**.

### 1.3. PŘESNOST

Jak již bylo zmíněno výše, je limitujícím faktorem pro použití této metody zejména deformace fotoplánu způsobená **hloubkovou členitostí** zaměřovaného objektu. Vliv hloubkové členitosti popisuje blíže následující obrázek a dále uvedené vztahy.



**Obrázek 1-12:** vliv hloubkové členitosti objektu na přesnost fotoplánu

Rozdíl mezi středovým a ortogonálním průmětem bodu lze vyjádřit jako radiální posun  $\Delta r''$ :

$$\Delta r'' = (\Delta y \cdot r') / (f \cdot m_f)$$

kde  $f$  - konstanta komory,  $m_f$  - měřítkové číslo fotoplánu,  $r'$  - maximální snímková souřadnice.

Pokud požadujeme aby velikost  $\Delta r''$  byla v určitých mezích, pak nesmí být hloubkové členění větší než  $\Delta y$ :

$$\Delta y = (f \cdot m_f \cdot \Delta r'') / r'$$

*Např.: pro grafický výstup fotoplánu s  $m_f = 50$  při požadované přesnosti  $\Delta r'' = 0,5$  mm vychází pro středněformátovou komoru (6x6cm) s normálním obrazovým úhlem  $f = 80$  mm maximální hloubkové členění  $\Delta y = 66$  mm.*

V průběhu zpracování projektu můžeme výslednou přesnost dále ovlivnit těmito operacemi:

- správnou volbou počtu a rozmístění snímků
- počtem, rozmístěním a dobrou identifikovatelností vlíčovacích bodů (kraje snímků, minimálně 4 body, kontrastní body)
- přesností geodetického určení vlíčovacích bodů (dvojitě určení), měřením kontrolních měř
- správnou volbou kamery (volba obrazového úhlu)
- volbou stanovisek fotografování a orientace osy záběru (vodorovná osa záběru kolmá na objekt)
- kvalitou fotografických a fotolaboratorních prací
- správnou volbou rozlišení při digitalizaci snímků
- pečlivostí digitálního zpracování (cit při maskování aj.)

Z uvedeného výčtu je patrné, že kvalitně provedené práce v terénu mají rozhodující vliv na přesnost a kvalitu výsledného fotoplánu.

Obecně vycházíme při úvahách o přesnosti fotoplánu z požadavků zadavatele.

## 1.4. POUŽITÍ

Digitální překreslení patří mezi nejjednodušší metody digitální fotogrammetrie. Tato jednosnímková metoda je analogií postupu při klasickém optickomechanickém překreslení. Má však několik zásadních odlišností, které z ní dělají nejpoužívanější metodu jednosnímkové fotogrammetrie v podmínkách zaměřování historických stavebních památek.

Především je třeba uvést tyto základní **výhody** oproti dříve užívaným metodám:

- pracuje s digitálními obrazovými daty*
- poskytuje vyšší přesnost*
- je méně náročná na čas, vybavení a obsluhu*
- výsledná digitální data je možné dále zpracovávat*

Naopak klade **vyšší nároky** na:

- přesnost, počet a rozmístění vlíčovacích bodů*
- softwarové vybavení*
- vybavení plotrem, tiskárnou - při převodu dat do analogové formy*

V porovnání s předchozí metodou se zde občas vyskytují problémy s převodem digitálních dat do analogové formy fotoplánu. Tato operace vyžaduje vybavení pracoviště kvalitním plotrem nebo tiskárnou a výsledky i při splnění těchto podmínek nejsou vždy přesvědčivé (zrnitost, ztráta informace aj.) zvláště při práci s barevnými obrazy. Nejlepších výsledků se dosahuje při tisku na digitálních kopírkách. Nevýhodou může být vyšší cena takovýchto tisků.

Digitální překreslení je základní metodou digitální jednosnímkové fotogrammetrie při zaměřování historických stavebních památek. Při splnění požadavku rovinnosti dává přesné výsledky při minimálních požadavcích na obsluhu a vybavení (vhodný software). Umožňuje další zpracování výsledných digitálních dat. Je třeba věnovat vyšší pozornost rozmístění, přesnosti, počtu a dobré identifikovatelnosti vlíčovacích bodů. V některých případech mohou nastat problémy při převodu do analogové formy (tisk).

Odkazy:

- [1] Fotogrammetrie 10,20 – návody na cvičení – 1997, Jurášková, Růžek, Dvořáček
- [2] Fotogrammetrie 10 – 1998, Pavelka
- [3] Fotogrammetrie 20 – 1998, Pavelka
- [i1] TopoL Software s.r.o www.topol.cz
- [i2] laboratoř fotogrammetrie – výuka gama.fsv.cvut.cz/~hodac/vyuka/laborator\_ftgm

obrázky: 12 obrázků

tabulky: 1 tabulka