

PhoTopoL

**digitální fotogrammetrická
stanice**

Hodač J.

VII 2004

OBSAH

Obsah.....	1
1 Systém PhoTopoL	2
1.1 Základní charakteristika systému.....	2
1.2 Zpracování dat	3
1.2.1 Přípravné operace	4
1.2.2 Snímkové orientace	5
<i>1.2.2.1 Vnitřní orientace</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2.2 Vnější orientace</i>	<i>7</i>
1.2.3 Aplikace	10
<i>1.2.3.1 Digitální ortofoto</i>	<i>10</i>
<i>1.2.3.2 Generace DMT</i>	<i>12</i>
<i>1.2.3.3 Stereo editace</i>	<i>14</i>
1.2.4 Úprava dat.....	15
1.3 Shrnutí	16

1. SYSTÉM PHOTOPOL

1.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU

PhoTopoL je digitální fotogrammetrická stanice, která slouží pro zpracování leteckých a pozemních měřických snímků. Systém umožňuje zpracování základních fotogrammetrických úloh jako je tvorba Digitálního ortofota (DO), automatická tvorba Digitálního modelu terénu (DMT) a editaci dat ve stereo módu. V systému PhoTopoL je obsažen systém TopoL.

TopoL je otevřený obecný informační systém (GIS/LIS), který umožňuje přípravu geografických dat, jejich správu a analýzu. TopoL obsahuje velkou paletu nástrojů pro práci jak s vektorovými tak rastrovými daty. Systém podporuje práci se standardními formáty rastrových dat jako např. TIFF, BMP, PCX, CIT aj. a umožňuje import vektorových dat z formátů DXF, DGN, VTX, DKM atd. Varianta TopoLu obsažená ve PhoTopoLu umožňuje tvorbu DMT v rastrové podobě.

Systém PhoTopoL je dodáván v několika variantách, které se liší množinou podporovaných funkcí. Laboratoř fotogrammetrie je vybavena nejvyšší variantou **Stereo**. Tato varianta PhoTopoLu dovoluje zpracování všech výše zmíněných úloh.

Jedná se tedy o:

- **Tvorbu digitálního ortofota** - odstranění geometrického zkreslení způsobeného převýšením terénu a centrální projekcí snímků.
- **Generování DMT** - použitím algoritmu pro digitální stereo korelaci je možno získat hodnoty výšek jednotlivých bodů v rámci stereodvojice.
- **Stereo editace** - pracuje v dvouobrazovkovém režimu. Na jedné obrazovce je možno pracovat v TopoLu a na druhé je možno editovat při stereovjemu a registrovat tak prostorové souřadnice. Systém podporuje superimpozici vektorových dat - na podkladu stereodvojice je možno zobrazit vektorová data, která jsou editovatelná. Tato varianta vyžaduje speciální hardwarové komponenty - druhou grafickou kartu a stereo brýle (StereoGraphics Crystal Eyes).

Kompletní informace o systémech TopoL a PhoTopoL a jejich variantách je možno najít na internetu na adrese

<http://www.topol.cz>

je třeba podotknout, že se jedná o původní české softwarové produkty.

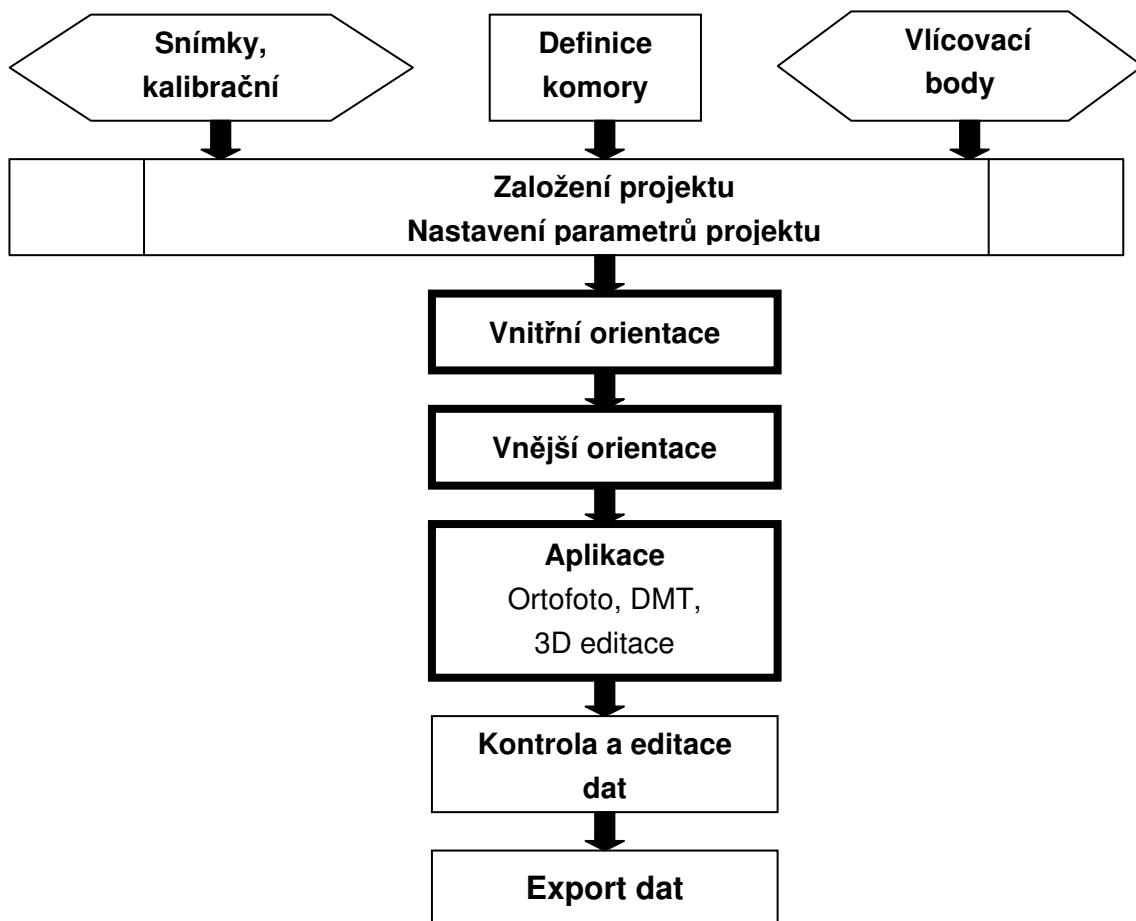
Systém pracuje pod operačními systémy WinNT/2000/98/95. Doporučená konfigurace pro efektivní provoz je PC alespoň řady Pentium s minimálně 128 Mb paměti.

1.2 ZPRACOVÁNÍ DAT

Proces zpracování dat na digitální fotogrammetrické stanici PhoTopoL se výrazně neliší od technologie používané jinými produkty. Je možné zmínit několik základních etap viz obrázek č. 1-1, jsou to především tyto:

- a) získání dat v některém z podporovaných formátů
- b) definice měřické komory
- c) založení projektu a nastavení jeho parametrů
- d) import dat
- e) snímkové orientace
- f) aplikace - tvorba DO, generace DMT, stereo editace
- g) kontrola a editace dat
- h) export dat

Technologie se mírně liší podle zpracovávané aplikace. Odlišnosti budou pro jednotlivé aplikace zmíněny v příslušných kapitolách.



Obr. 1 - 1: Schéma - práce s PhoTopoLem

1.2.1. Přípravné operace

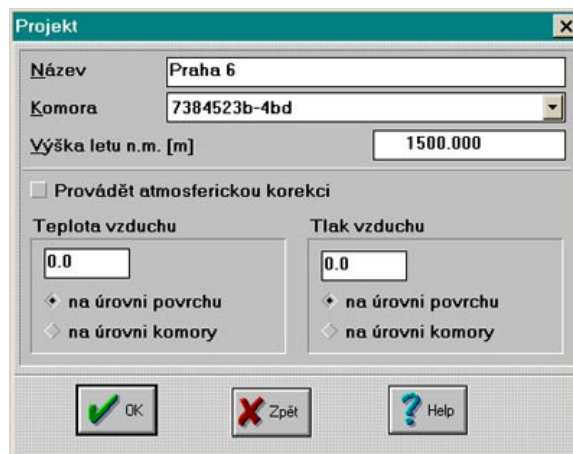
Jak bylo již řečeno systém PhoTopoL v sobě obsahuje i TopoL v. DMT. Celý systém se skládá ze dvou „exe“ souborů TopoL.exe a PhoTopoL.exe. Aplikace PhoTopoL.exe v sobě obsahuje veškeré fotogrammetrické funkce jako výpočet orientací, ortofoto překreslení, epipolární transformace, korelace snímků epipolární dvojice atd. Aplikace TopoL.exe potom ještě u nejvyšší varianty PhoTopoLu obsahuje možnost stereo vyhodnocování.

Ve PhoTopoLu je práce rozdělena do jednotlivých projektů. Každý projekt je charakterizován svým jménem, komorou, kterou byly snímky pořízeny a přibližnou výškou letu uvedenou v metrech nad mořem. Jeden projekt může být například jeden snímkový let, tj. blok nebo pás snímků. Systém si vytváří v pracovním adresáři takzvaný manažer projektů. Ten potom umožňuje zakládání nových, volbu a rušení projektů.

➤ Spuštění PhoTopoLu

Po spuštění PhoTopoLu se dostaneme do prostředí TopoLu. Základní menu však neobsahuje všechny funkce v TopoLu dostupné. Jsou zde pouze funkce pro nastavení zobrazení, pro úpravu rastrů a pro nastavení systému. Uvolnění funkcí PhoTopoLu se provede z menu **Rastr** volbou **PhoTopoL**. Po zvolení tohoto příkazu systém změní hlavní menu. Jsou zde nová podmenu:

- **Soubory** - funkce pro práci s projekty a pro definování projektu,
- **Orientace** - funkce pro výpočet orientace snímku nebo stereo dvojice,
- **Operace** - funkce pro operace se snímky. A to Ortofoto překreslení, Epipolární transformace, práce s epipolárními dvojicemi, Generace DMT a funkce pro definici a editaci parametrů komory.



Obr. 1 - 2: Založení projektu

Nastavení systému - před spuštěním PhoTopoLu lze provést nastavení systému v menu **Systém**, kde je možno změnit parametry jako - souřadný systém, pracovní prostředí, zobrazení aj.

➤ Definice komory (menu Operace)

Před založením nového projektu musíme definovat komoru. To provedeme volbou **Definice komory**. Po jejím zvolení se otevře standardní dialog pro volbu souborů s koncovkou *.cam.

Tento soubor musí být v adresáři kde je manažer projektů. Po zadání a potvrzení jména se nabídne dialog pro editaci. V dialogu pro definici komory je nutno zadat jméno komory, ohniskovou vzdálenost a souřadnice jednotlivých rámových značek dle kalibračního protokolu. Důležité je nastavit správně směr os snímkového souřadného systému. Vzhledem k tomu, že snímky mohou být položeny do skeneru s různým otočením, je nutno při definici komory určit jeden bod vztažený k snímkové souřadné soustavě (viz - poloha pro určení rotace snímku) a při vnitřní orientaci určit polohu tohoto bodu na naskenovaném snímku.

➤ **Práce s projektem** (*menu Soubory*)

Nový projekt - touto volbou se zakládají nové projekty. Je nutno zvolit jméno projektu, vybrat komoru projektu, zadat přibližnou výšku letu v metrech nad mořem a případně nakonec zadat provádění atmosférické korekce (viz obrázek č. 1-2).

Otevři projekt, Zruš projekt - těmito volbami můžeme již založený projekt otevřít nebo případně zrušit.

Vlastnosti - touto volbou zjistíme podrobnější informace o zpracovávaných projektech.

Nový snímek do projektu - po vytvoření nového projektu je nutno zadat, které snímky jsou v projektu. Po jeho vyhledání v adresářích se objeví dialog pro zadání jeho jména v rámci projektu. Pokud budeme provádět výpočet AAT (viz později) je požadováno, aby toto jméno bylo čtyřciferné číslo a v rámci řady šly čísla snímků v aritmetickém pořadí po jedné (nezačínající 0). Při dalších operacích se na tento soubor budeme obracet přes toto jméno. Znamená to, že si systém pamatuje cestu k tomuto souboru a my ji proto musíme zachovat. Pokud bychom tuto cestu chtěli změnit, musíme použít následující kroky - volbou **Zapiš Info o snímku** uložit veškeré informace o orientaci do textového souboru. Po změně cesty použít volbu **Nový snímek do projektu** pro zavedení nové cesty a volbou **Přečti Info o snímku** opět načíst pro daný snímek informace o snímku. Tímto postupem se dají přenášet informace o snímcích i mezi jednotlivými projekty, pokud projekty obsahují stejné snímky.

Nastav stereo dvojice - volbou lze definovat pásy snímků. Systém pak při relativní orientaci (zde součást vnější orientace) automaticky přizpůsobí číslování spojovacích (Gruberových) bodů. Definovaným stereodvojicím a je tak zaručena návaznost číslování mezi modely v pásu snímků.

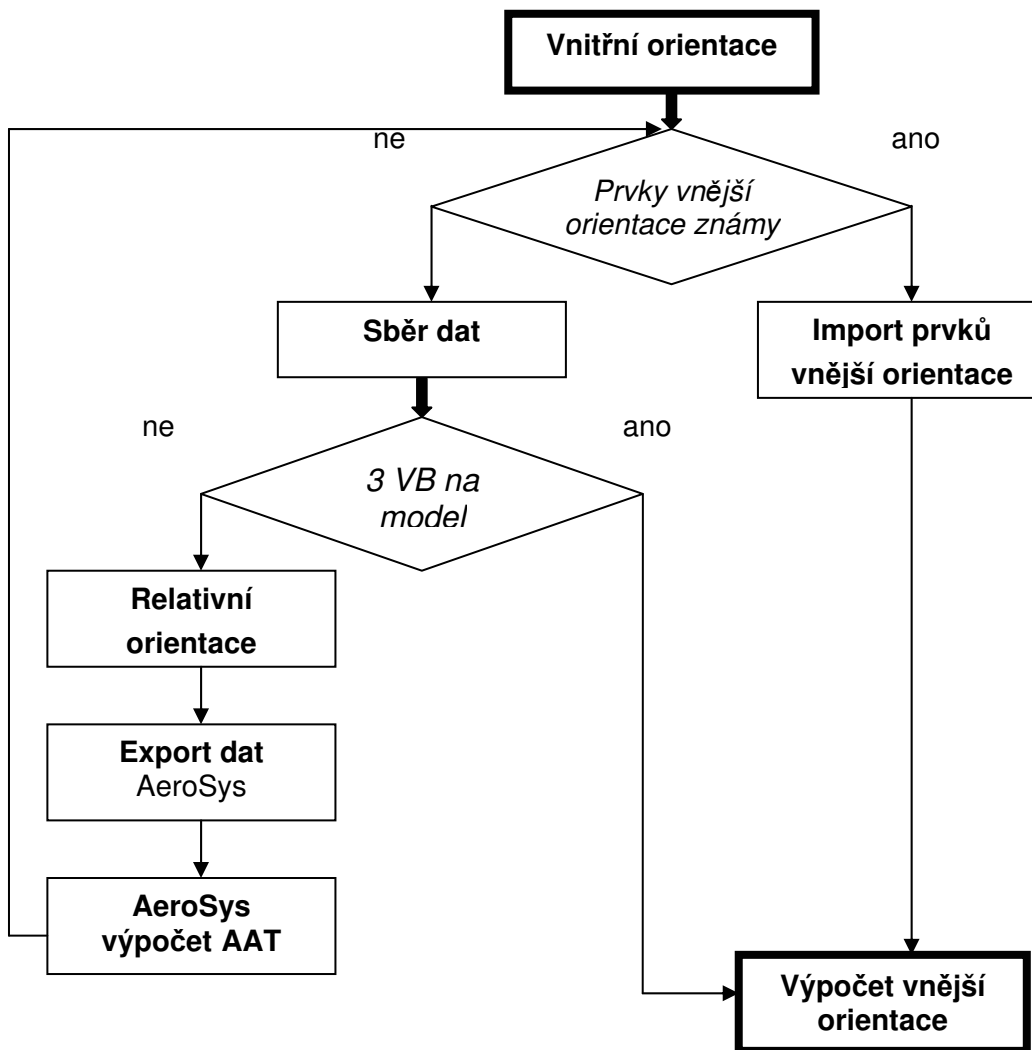
Konec - takto se ukončuje možnost volby příkazů PhoTopoLu, ukončuje se práce na daném projektu a menu je opět změněno do výchozího stavu.

Jednotlivá menu se v průběhu vývoje systému mohou samozřejmě měnit.

1.2.2. Snímkové orientace

Pro další operace se snímky je nutné znát prvky vnější orientace. Jsou potřeba pro transformaci dat ze snímkových do modelových a z modelových do geodetických souřadnic. Tyto prvky se určí pomocí vnější orientace. Před touto se však musí provést vnitřní orientace. Jde vlastně o transformaci z pixelových souřadnic naskenovaného snímku na snímkové souřadnice definované rámovými značkami komory.

Celý postup snímkových orientací je znázorněn na následujícím schématu.

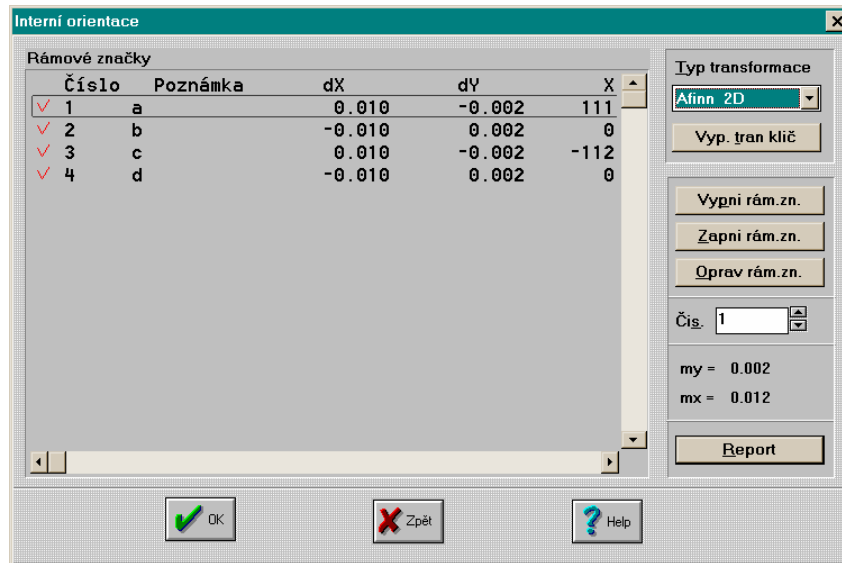


Obr. 1 - 3: Schéma - postup snímkových orientací

1.2.2.1 Vnitřní orientace

- **Spuštění** - vnitřní orientaci máme možnost provést buď jednotlivě nebo pro všechny snímky. Spouští se z menu **Orientace** volbami **Interní** nebo **Interní pro všechny**. Při první volbě jsme vyzváni k výběru jednoho snímku ze seznamu všech snímků v projektu. Po jeho výběru se tento snímek zobrazí a objeví se dialog pro definici rotace snímku. Bod rotace se zadává v závislosti na definici komory (viz výše).
- **Snímání rámových značek** - po potvrzení předešlého dialogu je nutno zadat polohy jednotlivých rámových značek. Systém sám najíždí do míst jednotlivých rámových značek v pořadí jak jsou definovány v definici komory. Při sběru se do hlavního menu přidá nové podmenu **Příkazy** kde je možno automatický přesun vypnout, případně zapnout *Lupu*. K úspěšnému výpočtu vnitřní orientace je nutno sejmout alespoň dvě rámové značky. Musí však splňovat podmínku, že obě neleží na jedné ose snímkové souřadné soustavy. Sejmutí rámové značky lze přeskočit volbou *Další bod*. Po potvrzení nebo přeskočení všech definovaných rámových značek se objeví dialog Interní orientace viz obrázek č. 1-4.

- **Výpočet** - dialog obsahuje snímkové a pixelové souřadnice jednotlivých rámových značek i s jejich odchylkami v snímkových souřadnicích pro zvolenou transformaci. V tomto dialogu máme možnost jednotlivé rámové značky vypínat/zapínat (tlačítka *Vypni*, *Zapni rám. zn.*) tzn. zda daný bod budeme používat pro výpočet transformace. Na výběr máme dva typy transformace - afinní nebo podobnostní. Přepočítání se provádí pomocí příkazu *Vyp. tran klíč*. V pravé dolní části jsou zobrazeny střední chyby transformace v jednotlivých osách v snímkových souřadnicích. Příkazem *Oprav rám.zn.* se systém vrátí do režimu snímání a lze provést opravu polohy. Po potvrzení tohoto dialogu se potom vypočtená transformace uloží a se snímkem je možno dále pracovat. Protokol o vnitřní orientaci lze uložit tlačítkem *Report*.



Obr. 1 - 4: Dialog - Interní orientace

1.2.2.2 Vnější orientace

- **Spuštění** - vnější orientaci máme možnost provést buď pro jednotlivé modely nebo pro celý pás snímků. Spouští se z menu *Orientace* volbami *Externí* nebo *Externí pro pás snímků*. Systém nám nabídne dialog se seznamem všech snímků projektu, u kterých již byla provedena interní orientace. Dále umožňuje zvolit zda budeme orientaci provádět pro *stereo dvojici* nebo pro *jednotlivé snímky*. V seznamu vybereme *levý snímek* a v případě stereo také *pravý snímek* (nebo první a poslední snímek pásu). Pokud u jednoho z těchto snímků již byla vypočtena vnější orientace je možno také zapnout vypínač *Převzít již existující orientaci*. Pokud snímáme data pro výpočet aerotriangulace je potřeba zatrhnout políčko *Nejdříve provést relativní orientaci* a systém bude automaticky najíždět do míst spojovacích (Gruberových) bodů. Pokud je to nutné, je možné editovat hodnotu podélného *překrytu* snímků. Zatržením políčka *Snímkové souřadnice z předchozí dvojice*, zabráníme opakovanému snímání bodů vyskytujících se ve více stereomodelech.
- **Inicializační hodnoty** - pokud známe hodnoty prvků vnější orientace snímků, je možno je zadat v dalším dialogu (jedná se např. o případy kdy již byla orientace spočtena na jiném digitálním nebo analogovém pracovišti nebo když známe polohu komory pomocí GPS umístěného na palubě letadla). Pokud tyto hodnoty neznáme, ponecháme v příslušné editační lince otazníky. U

parametrů, které známe, je ještě nutné zadat s jakou přesností je známe. Ta se definuje střední chybou příslušného parametru.

- **Souřadnice vlíčovacích bodů** - po potvrzení předchozího dialogu se objeví dialog, který nabízí možnosti, odkud se budou brát geodetické souřadnice vlíčovacích bodů. Je možno je načítat z *databázového souboru*, z *textového souboru*, nebo je lze vybrat na *obrazovce*, v okně kde jsou zobrazena vektorová data příslušné oblasti. Pomocí volby *orientační tabulka* je možno inicializovat externí orientaci již dříve provedenou, je pak potřeba zatrhnout volbu - *Převzít již existující orientaci* - viz výše.

Databáze id. bodů musí obsahovat položky Y, X, Z a CISLO. Také textový soubor musí splňovat určité podmínky - nejdříve musí být uvedeno číslo bodu, potom Y, X a Z souřadnice oddělené libovolným počtem mezer.

Pokud zvolíme dle databáze id. bodů nebo dle textového souboru objeví se dialog se seznamem načtených vlíčovacích bodů a je možno kliknutím na příslušný bod vybrat ty, které jsou identifikovatelné na snímku nebo stereodvojici.

- **Snímání bodů** - po potvrzení tohoto dialogu se zobrazí oba snímky, každý do svého okna. V případě načítání údajů z databáze nebo textového souboru se přečte první vybraný bod a nabídne se dialog pro jeho editaci. U volby z obrazovky se tento dialog objeví po potvrzení polohy vlíčovacího bodu v cílové (geodetické) souřadné soustavě.

Pokud jsme zvolili provedení i relativní orientace, pak systém nejprve nabízí snímání Gruberových bodů, které se v tomto případě zadávají jako neznámé body. Systém sám najíždí do míst, kde by tyto body měly ležet. Na závěr je však třeba opět sejmout i vlíčovací či kontrolní body.

V tomto dialogu můžeme zkontrolovat souřadnice, zadat střední chybu (to znamená váhu) a určit typ tohoto bodu. Je možno volit mezi čtyřmi typy:

- Plný bod - známe všechny tři souřadnice X, Y, Z
- Polohový bod - známe pouze souřadnice X, Y
- Výškový bod - známe pouze Z souřadnici
- Neznámý bod (modelový, spojovací) - neznáme jeho geodetické souřadnice. Tento bod má význam pouze v stereo případě, kdy je možno zvolit takový bod, který je dobře identifikovatelný a svojí polohou může přispět k zpevnění modelu.

Po potvrzení tohoto dialogu sejmeme **monokulárně** polohu bodu na levém a v stereo případě i na pravém snímku. Při zapnutí funkce *Automatický přesun* po sejmutí nejméně dvou bodů systém automaticky přesune výřez daného okna tak, aby ve středu okna byla přibližná polohu vlíčovacího bodu. Systém počítá transformaci mezi geodetickými a pixelovými souřadnicemi již sejmutých vlíčovacích bodů. Funkce *Automatický přesun* je v podmenu **Příkazy**, o které je rozšířeno hlavní menu. Pomocí tohoto menu lze vyvolávat další funkce při snímání bodů (*lupa, přeskočení bodu, výpočet, stereo, paralaxa aj.*).

Pro zpřesnění snímání bodů máme možnost pracovat ve **stereomódu**. V tom případě pak budeme pracovat se dvěma monitory a brýlemi pro stereovidění. Stereomód se aktivuje volbou *Stereo* viz menu výše. Stejnou volbou se i vypíná, což znamená, že můžeme plynule přecházet mezi mono a stereo módem. Postup je takový že je nutné sejmout polohu bodu přibližně monokulárně a teprve

poté systém nabídne sejmutí bodu ve stereomódu. Měřickou značku posadíme polohově na snímaný bod pohybem myši a výškově pohybem kolečka na myši. Pokud se ve stereovjemu objeví vertikální paralaxa, je možno ji odstranit po aktivaci volby *Paralaxa*, opět kolečkem myši. Opětovným potvrzením volby *Paralaxa* se vrátíme do původního stavu (stereomód). V menu **Stereo**, které se objeví při aktivovaném stereomódu, máme možnost měnit parametry stereovidění (kurzor - tvar, barva aj.). Zvětšovat a zmenšovat výřez na obrazovce můžeme také klávesami + a -

Pozn.: při aktivovaném stereomódu můžeme pracovat s myší na obrazovce s ovládacími menu, jen při současném stisku klávesy Ctrl.

- **Výpočet** - po sejmutí všech bodů systém automaticky přejde do *tabulky externí orientace* viz obrázků č. 1-5. V této tabulce jsou informace o parametrech externí orientace, zvolených vlíčovacích bodech, parametry pro výpočet externí orientace a funkce pro snímání *nového bodu*, *vyločení*, *vypnutí*, *editaci* (souřadnice, typ) a *opravu* bodů (nové snímání). Pokud nechceme, aby byl některý bod vzat v úvahu při výpočtu orientace, můžeme tento vypnout nebo úplně vyloučit ze seznamu. Protože výpočet probíhá v iteracích je nutné zadat *maximální počet iterací*, *iterační limit*, *maximální střední chybu* a samozřejmě *metodu výpočtu*.

Prvky externí orientace				
	1649		1650	
Y	745910.512	2.145	745869.600	2.004
X	1041094.769	2.017	1040677.057	1.966
Z	1829.687	0.351	1826.017	0.643
Fi	0.0089	5.534	-1.6309	5.288
Omega	-0.3636	5.207	-0.1866	5.090
Kappa	93.8945	0.776	93.9894	0.783
f	306.280	0.001	306.280	0.001
xp	0.000	0.001	0.000	0.001
yp	0.000	0.001	0.000	0.001

Vlíčovací body				
Číslo	Odch Y	Odch X	Odch Z	Y
✓ G01021				
✓ G01022				
✓ G01011				
✓ G01012				
✓ G01025				
✓ G01015				
✓ 101	0.070	0.180	-0.530	746135.006
✓ 501	-0.160	0.160	0.720	745635.921
✓ 502	0.090	0.010	0.950	746304.027
✓ 1102	0.000	-0.350	-1.140	746190.460

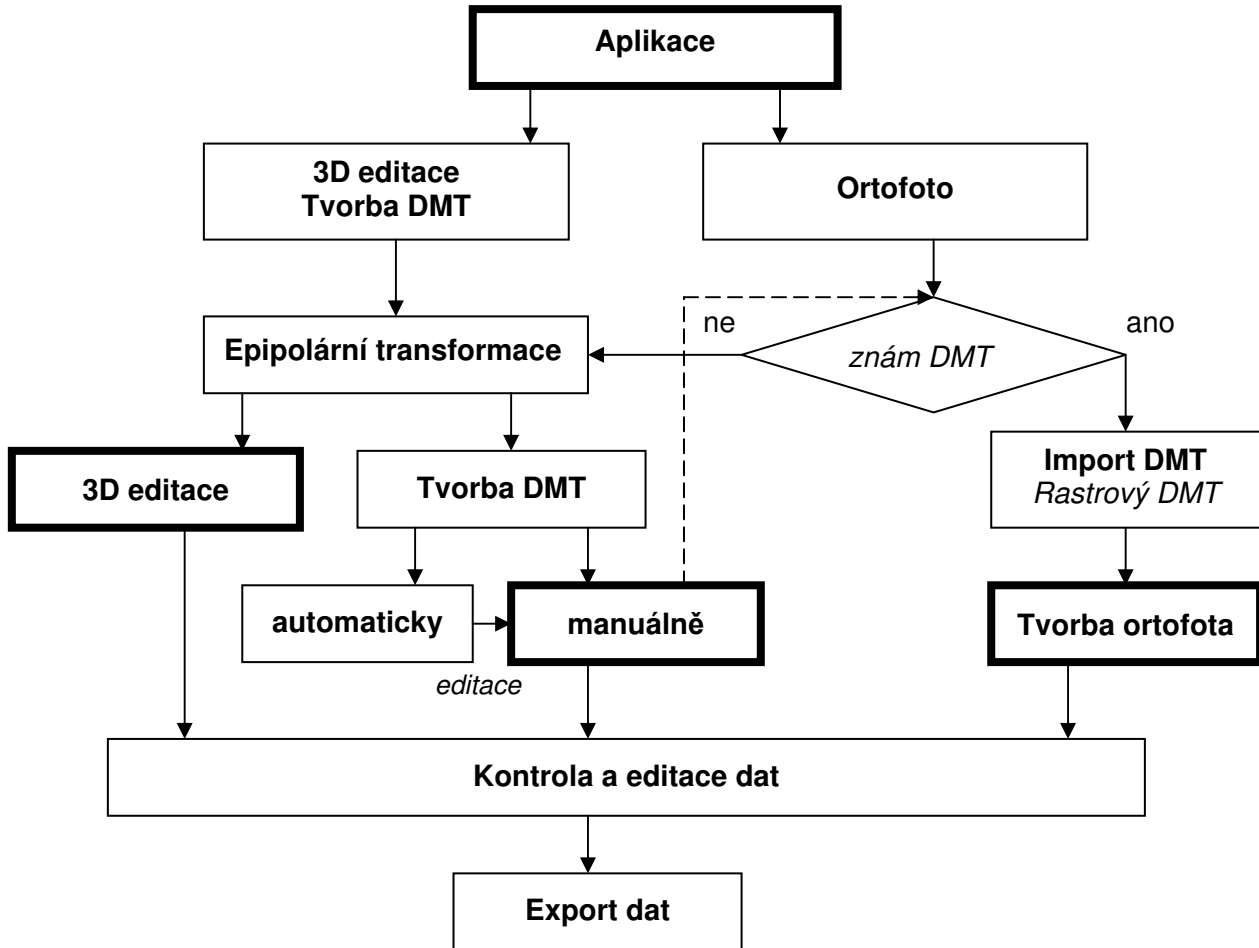
Obr. 1 - 5: Tabulka externí orientace

V mono případě lze orientaci vypočítat metodou vyrovnání paprskových svazků - Bundle Adjustment.

Pro výpočet ve stereo případě je možno použít několika metod. Jedná se o :

- Relativní - dojde k výpočtu pouze relativní orientace.
- 3D Transformace - dojde k výpočtu relativní orientace a potom k výpočtu absolutní orientace prostorovou podobnostní transformací
- Bundle Adjustment - výpočet se provede v jednom kroku

těchto příkazů se zobrazí dialog, ve kterém můžeme volit snímek(y) pro překreslení ze seznamu snímků u kterých je známa vnější orientace, příslušný digitální model terénu (v rastrové podobě - viz později), velikost kroku sítě pro tvorbu trojúhelníků a metodu určování úrovně šedi popřípadě barvy viz obrázek č. 1-6.



Obr. 1 - 7: Schéma - aplikace

- **Parametry tvorby** - pokud volíme krok sítě větší než desetinásobek velikosti pixelu vznikajícího rastru, dojde k jeho rozdělení do pravidelné čtvercové sítě. Orientace se potom počítá pouze pro vrcholy této sítě, ty potom určují vrcholy rovnoramenných trojúhelníků, pro které je spočtena rovinná transformace pro „přenos“ hodnot z původního do vznikajícího rastru. Čím je krok sítě větší, tím je výpočet rychlejší, ale tím víc se zanedbává členitost terénu. Pokud zvolíme krok sítě nula nebo menší než desetinásobek pixelu, bude se počítat orientace pro každý pixel a hodnoty se potom budou přenášet přímo.

Je zde ještě možnost volit metodu určení hodnot šedi nebo barvy. Pokud není zvoleno interpolovat určují se *metodou nejbližšího souseda*, tj. vezme se hodnota toho pixelu, který je vypočten z orientace. V opačném případě se vypočítává *metodou bilineární interpolace*, kdy se hodnota interpoluje z okolních hodnot. Tato metoda není možná v případě barevných snímků, které mají 256 barev.

- **Výpočet** - poté vybereme odpovídající část rastru, pro kterou chceme vypočíst ortofoto a v nabídnutém dialogu případně změníme parametry výstupního rastru (ortofota) - např. rozměr pixelu.

1.2.3.2 Generace DMT

Jestliže známe orientaci snímků stereodvojice, můžeme ze snímkových souřadnic korespondujících bodů spočítat geodetické souřadnice. Toho lze využít pro automatickou tvorbu DMT, kdy metodou korelace mezi snímky nalezneme jednotlivé body, u kterých jsou poté známy prostorové souřadnice, korelační koeficienty a polohová odchylka. Ve PhoTopoLu se toto provádí korelační metodou s využitím snímkové pyramidy. To znamená, že pro referenční a závislý obrázek jsou vypočítány jejich zmenšeniny s koeficientem 2 (2x,4x,8x atd.) až do takové velikosti, kdy hrana obrázku má ještě rozumnou velikost.

Následnou editací vyloučíme nebo opravíme ty body, které byly určeny chybně (viz stereo editace).

- **Epipolární transformace** - pokud chceme provádět podrobné vyhodnocení ve stereo módu nebo automatickou tvorbu DMT korelací, musíme nejprve vypočítat epipolární transformaci snímků. Epipolární transformace slouží k „srovnání“ snímků epipolární dvojice tak, aby průměty libovolného bodu terénu měly shodnou vertikální souřadnici (nulovou vertikální paralaxu). Přitom se měřítko snímku může změnit co nejméně. Takovéto snímky potom umožňují jednoduché prohledávání při korelační metodě i jednoduché stereo vyhodnocování.

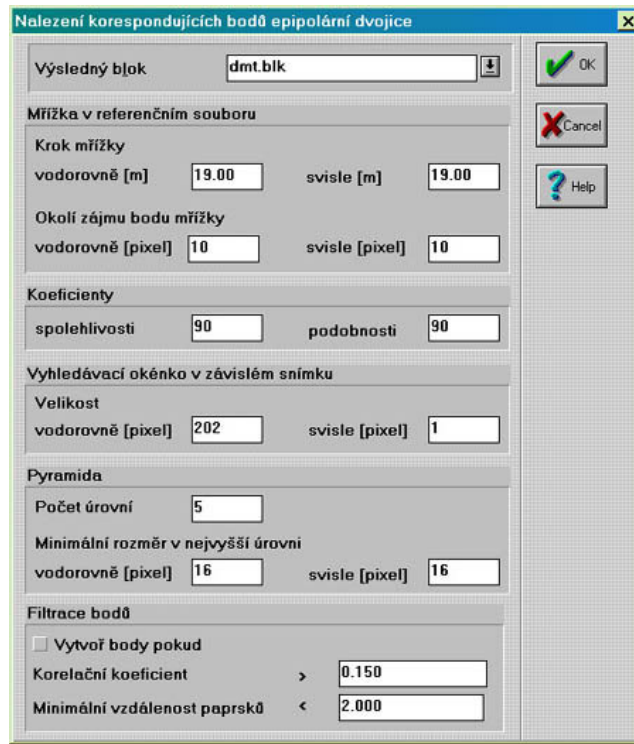
Volbou **Epipolární transformace** z menu *Operace* se dostaneme do dialogu, kde je možno volit parametry epipolárního srovnání. Je potřeba vybrat název levého a pravého snímku stereo dvojice ze seznamu snímků, u kterých je vypočtena externí orientace. Dále je možno zvolit rotaci snímku ke které ose souřadného systému se mají snímky srovnat a případně odklon od této osy v gonech a také zda se mají snímky srovnat vzhledem k vodorovné či svislé ose pixelové soustavy. Pro letecké snímky postačí potvrdit nastavené parametry. Musíme také zadat jméno vzniklé stereo dvojice epipolárně srovnaných snímků, přes které se na ně budeme odvolávat při tvorbě DMT a stereo editaci a jejich jména pro uložení na disku. Po potvrzení začne systém vytvářet nové epipolárně srovnané snímky.

- **Generace DMT** - činnost programu se dělí do více částí - první z nich je vytvoření pyramidy, další částí je vlastní korespondence bodů a to tak, že se provádí z vrchní úrovně pyramidy (nejmenší obrázek) postupně směrem dolů aby se zpřesňoval výsledek.

Po volbě **Generace DMT** v menu *Operace* se objeví dialog, kde je možno zadat jméno stereodvojice ze seznamu stereo dvojic v projektu. Potom je levý (referenční) snímek zobrazen do prvního okna a pravý (závislý) do druhého okna. V dialogu *Nalezení korespondujícího bodu* (viz obrázek č. 1-8) můžeme ovlivnit nastavení parametrů korelace snímků epipolární dvojice při snímání jednotlivých bodů ručně. Dostaneme se do módu ručního sběru bodů DMT. Opět lze použít příkazů z menu *Příkazy* k ovládání sběru bodů (skok na další, vymaž poslední, výpočet aj.).

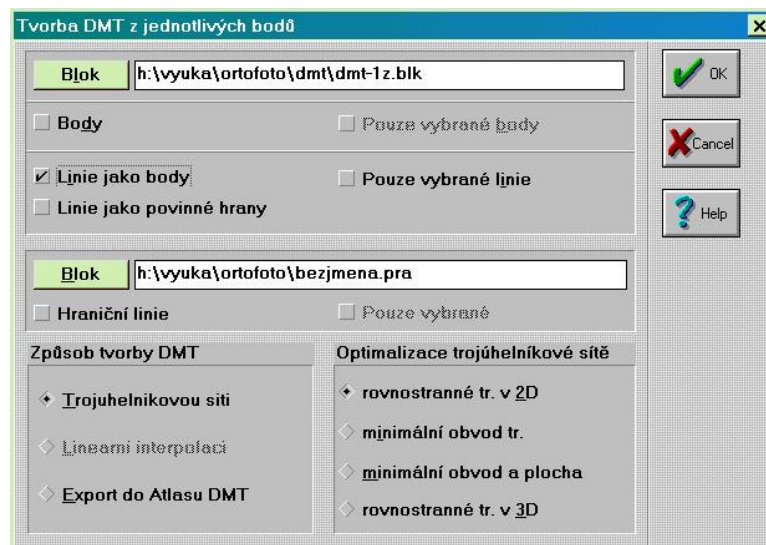
Jestliže chceme provést automatický výpočet nalezení korespondujících bodů volíme funkci *Výpočet*. Jsme vyzváni k výběru zájmové oblasti kurzorem. Po její volbě se objeví dialog, kde lze zadat jméno výsledného vektorového souboru (*.blk - blok), parametry mřížky v ose x a v ose y, koeficient spolehlivosti a koeficient podobnosti, velikost okénka pro vyhledávání a parametry

pyramidy. Po jeho potvrzení probíhá výpočet. Pokud byl výpočet úspěšný, jsou výsledné nalezené body uloženy do bloku zadaného jména jako bodové objekty s databází atributů. V té jsou uloženy souřadnice Z bodu, korelační koeficienty v závislém a referenčním snímku. Tyto hodnoty pak mohou být následně použity pro eliminaci těch bodů, které nebyly zkorelovány přesně.



Obr. 1 - 8: Dialog - nastavení automatické tvorby DMT

- **Ruční sběr bodů DMT** - je možné spustit také volbou **Body do DMT manuálně** z menu *Operace*. Jednotlivé body se poté snímání monokulárně na obou snímcích.



Obr. 1 - 9: Dialog - tvorba rastrového DMT

- **DMT v rastrové podobě** - při tvorbě ortofota vyžaduje PhoTopoL DMT ve formě rastru. Ten lze vytvořit standardní metodou **TopoLu** (tedy po opuštění PhoTopoLu) v menu *Rastr* volbou

DMT, podvolbou **Tvorba z bodů**. V případě tvorby DMT z vrstevnic je potřeba zatrhnout políčko *Linie jako body* viz obrázek č. 1-9. V dalším dialogu opět volíme parametry výstupního rastru.

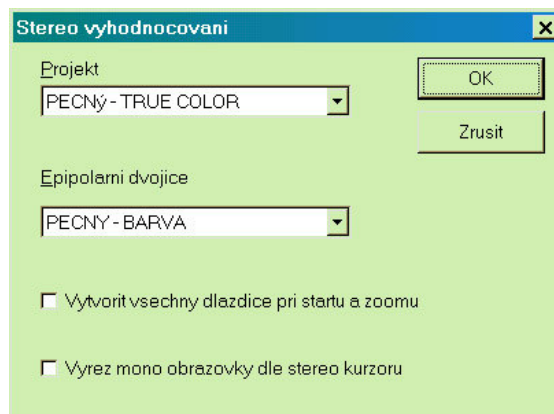
1.2.3.3 Stereo editace

Pokud mají být výsledným produktem prostorová data, je možné tato data získat vyhodnocením ve stereo módu. Druh snímaných dat závisí vždy na požadavcích zadavatele - může se jednat jak o prvky polohopisu (hranice, budovy, vodní toky, cestní síť aj.), tak o prvky výškopisu (terénní hrany, vrstevnice aj.), které doplní DMT vytvořený automaticky obrazovou korelací. Dále může jít o editaci nebo aktualizaci stávajících prostorových dat (např. DMT).

Podmínkou provedení vyhodnocení ve stereo módu je provedená epipolární transformace (viz výše) a tedy existence epipolárních dvojic.

Stereo editace vyžaduje speciální hardwarové komponenty - stereo brýle a pracuje se v dvouobrazkovém režimu.

- **Aktivace** - stereo editace se aktivuje z prostředí programu TopoL. Spouští se z menu *Edit* volbou **Stereo vyhodnocení**. V následném dialogu jsme vyzváni k zadání jména projektu a jména epipolární dvojice (viz obrázek č. 1-10). Poté je aktivován stereomonitor a je potřeba zapnout zařízení sloužící pro synchronizaci stereo brýlí (vysílač impulsů).



Obr. 1 -10: Dialog - aktivace stereo módu

Při aktivovaném stereomódu se na stereomonitoru vypisují geodetické souřadnice kurzoru a na ovládacím monitoru název projektu a epipolární dvojice.

- **Stereo editace** - vlastní vyhodnocení se provádí pomocí standardních funkcí programu TopoL - tedy snímáním bodových případně liniových prvků. Aktivuje se z menu *Edit*. Vyhodnocení lze provádět do různých vrstev a je možné definovat různé druhy jednotlivých prvků (odlišné barvou, značkou atd.).
- **Ovládání** - měřickou značkou pohybujeme v horizontální rovině pohybem myši a ve směru z pohybem kolečka myši (systém umožňuje také instalaci ovládacího tabletu, případně ručních kol). Nastavení parametrů snímání je možné z menu *Příkazy* (parametry přichycení apod.). Parametry pro stereo mód je možno měnit v menu *Stereo* (zoom, tvar a barva kurzoru aj.).

1.2.4. Úprava dat

Konečné úpravy a kontrola vektorových i rastrových dat se opět provádí v prostředí programu TopoL standardními funkcemi pro práci a vektorovými a rastrovými daty.

Z nejpoužívanějších funkcí je možné vyjmenovat například tyto:

pro vektorová data

- editace
- tvorba ploch
- přiřazení databáze
- analýzy a modelování

pro rastrová data

- maskování
- vyrovnání kontrastu na styku rastrů
- mozaikování
- ořez rastrů

Konečnou fází všech aplikací je export dat do požadovaného formátu.

1.3 SHRNUTÍ

- **Vstupní data**
 - měřické snímky - *digitální, analogové*
 - kalibrační údaje o kameře
 - geodetické souřadnice vlícovacích bodů
 - Prvky vnější orientace pro snímky - *jsou-li známi*
 - DMT - *vyhovuje-li přesností*

- **Zdroje dat**
 - měřické kamery - *analogové, digitální*
 - geodetické měření, kartometrické určení souřadnic
 - jiné systémy určení PVO - *např. GPS*
 - DMT - *komerčně dostupné*
 - ČÚZK - ZABAGED; Státní správa - např. MISYS; armáda - DMR*

- **Výstupní data**
 - digitální ortofoto
 - DMT
 - prostorová data - *vektory*

- **Přesnost závisí na - požadavcích zadavatele**
 - měřítku snímků
 - rozlišení - *u digitálních dat*
 - přesnosti, počtu a rozmístění vlícovacích bodů (VB)
 - přesnosti DMT - *u digitálního ortofota*
 - možnostech fotogrammetrického systému
 - zkušenosti operátora

- **Aplikace**
 - **Zdroj dat pro GIS** - nová data, aktualizace stávajících, analýzy, modelování, plánování (Státní správa, Lesy, Správci sítí atd.)
 - **Účelové mapy** - podklady pro projekty, inventarizace aj.

Závěrečná doporučení

Při zpracování projektů je třeba vždy vycházet z požadavků zadavatele, případně tyto po dohodě s ním upravit (např. nesmyslná požadovaná přesnost). Není vždy nutné a z hlediska zpracování i ekonomicky odůvodnitelné používat nejpřesnější metody případně vstupní data. Přesnost vstupů je tedy vždy nutné přizpůsobit očekávané přesnosti výstupů.