

STROJENIE I POMIAR STEREOGRAMU ZDJĘĆ LOTNICZYCH NA AUTOGRAFIE CYFROWYM

na przykładzie autografu VSD-AGH

(materiały pomocnicze do ćwiczeń laboratoryjnych)

Autografem nazywamy przyrząd lub program komputerowy do opracowania ciągłego lub punktowego stereogramu zdjęć lotniczych lub naziemnych. W autografie realizowana jest bezpośrednio zależność pomiędzy położeniami (współrzednymi x_l, y_l i x_p, y_p) kursorów (znaczków pomiarowych) na obu zdjęciach a współrzednymi terenowymi wyznaczonymi przez przecięcie 2 promieni rzutujących zdefiniowanych położeniem kursorów na zdjęciach. Mówiąc inaczej każdemu położeniu kursorów na obu zdjęciach odpowiada jeden punkt przecięcia promieni przez nie przechodzących w przestrzeni przedmiotowej (punkt terenowy). Jeżeli kursory zostaną umieszczone na obrazie tego samego punktu obu zdjęciach (punkt homologiczny), to w przecięciu promieni rzutujących uzyskamy współrzedne terenowe (XYZ) mierzonego punktu w układzie terenowym. Praca na autografie polega zatem na znajdowaniu na obu zdjęciach punktów homologicznych i po umieszczeniu na nich znaczków pomiarowych dokonaniu rejestracji wyznaczonych współrzednych terenowych. Zasada ta realizowana jest w praktyce z wykorzystaniem efektu stereoskopowego. Zgodnie z zasadą sztucznego efektu stereoskopowego przestrzenny znaczek pomiarowy (dwa znaczki pomiarowe kojarzone przez nasz mózg w jeden punkt przestrzenny) dotyka powierzchni modelu stereoskopowego tylko wtedy, gdy oba znaczki materializują na zdjęciach ten sam punkt. Zatem jeśli obserwowany znaczek przestrzenny znajduje się poza modelem (nad lub pod) wtedy wyznaczany w przecięciu promieni punkt nie należy do zbioru punktów terenowych a kursory nie mogą pokazywać tego samego punktu na obu zdjęciach.

Zasadę pracy autografu cyfrowego można wyjaśnić przez analizę równania kolinearności wiążącego układ tłowy zdjęcia (x, y) z układem terenowym przestrzeni terenowej (X, Y, Z) .

$$\begin{aligned}x &= -c_k \cdot \frac{(X - X_0) \cdot a_{11} + (Y - Y_0) \cdot a_{21} + (Z - Z_0) \cdot a_{31}}{(X - X_0) \cdot a_{13} + (Y - Y_0) \cdot a_{23} + (Z - Z_0) \cdot a_{33}} \\y &= -c_k \cdot \frac{(X - X_0) \cdot a_{12} + (Y - Y_0) \cdot a_{22} + (Z - Z_0) \cdot a_{32}}{(X - X_0) \cdot a_{13} + (Y - Y_0) \cdot a_{23} + (Z - Z_0) \cdot a_{33}}\end{aligned} \quad (1)$$

Aby można było uzyskać współrzedne terenowe mierzonych na autografie punktów konieczna jest znajomość elementów orientacji zewnętrznej zdjęcia $(X_0, Y_0, Z_0, \varphi, \omega, \kappa)$ i c_k .

Praca na autografie odbywa się niejako od tyłu. Operator autografu za pomocą przemieszczania manipulatora (lub zwykłej myszy) generuje przyrosty $\Delta X, \Delta Y$ współrzednych terenowych przestrzennego znaczka pomiarowego. Wykorzystując odpowiednie pokrętko manipulatora (przyciski myszy, klawisze klawiatury) operator generuje również przyrosty współrzednych terenowych ΔZ . Na podstawie znajomości elementów orientacji zewnętrznej zdjęcia i c_k oraz wygenerowanych przez ruch manipulatora współrzednych terenowych obliczane są dla lewego i prawego zdjęcia współrzedne tłowe (x, y) . W tak obliczone położenie na zdjęciu system podstawia obraz znaczka pomiarowego.

Równocześnie obserwator śledzi efekt w postaci położenia przestrzennego kursora na stereogramie stwierdzając czy jest on pod czy nad modelem i czy „dotknął” zamierzonego celu. W zależności od tego dalej zmienia trzema generatorami myszy współrzędne terenowe zbliżając się coraz bardziej do celu, czyli osadzenia kursora na powierzchni modelu. Po osadzeniu znaczka w zamierzonym miejscu wykonywana jest rejestracja jego współrzędnych terenowych, będących szukanymi współrzędnymi terenowymi mierzonego punktu.

W autografii cyfrowym VSD-AGH do omówionych wyżej obliczeń oprócz równania kolinearności zastosowano wzory Bezpośredniej Transformacji Liniowej (DLT) realizujące zależność rzutową pomiędzy płaszczyzną zdjęcia (x,y) a przestrzenią przedmiotową (X,Y,Z) .

$$\begin{aligned}x &= (AX+BY+CZ+D)/(EX+FY+GZ+1) \\y &= (HX+IY+JZ+K)/(EX+FY+GZ+1) \quad A.....K - 11 \text{ współczynników}\end{aligned} \quad (2)$$

Wykorzystanie wzorów na transformację DLT nie zmienia zasady pracy na autografii. Jak to wyżej omówiono, za pomocą manipulatora (myszy) generowane są przyrosty współrzędnych terenowych ΔX , ΔY , ΔZ . Na podstawie znajomości 11 współczynników $A.....K$ dla lewego i prawego zdjęcia obliczane jest położenie (x,y) kursorów na tych zdjęciach. Równocześnie obserwator śledzi efekt w postaci położenia przestrzennego kursora na stereogramie stwierdzając czy jest pod czy nad modelem i w zależności od tego dalej zmienia trzema generatorami myszy współrzędne terenowe zbliżając się coraz bardziej do celu, czyli osadzenia kursora na powierzchni modelu. Po zrealizowaniu tego celu następuje rejestracja współrzędnych terenowych znaczka (mierzonego punktu).

Jak widać z równań (1) praca w trybie autogrametrycznym jest możliwa pod warunkiem znajomości elementów orientacji zewnętrznej zdjęć lub 11 współczynników DLT (równania 2) dla każdego zdjęcia. Wyznaczenie wartości elementów orientacji zewnętrznej zdjęć lub tych współczynników jest celem etapu zwanego strojeniem modelu. Dla zdjęć wykonanych kamerami fotogrametrycznymi (dla których znamy elementy orientacji wewnętrznej) stosuje się wieloetapowy proces strojenia. Dla jego wykonania musimy znać co najmniej trzy fotopunkty o wyznaczonych współrzędnych terenowych. Dla zdjęć niemetrycznych o nieznanym elementach orientacji wewnętrznej musimy zastosować transformację DLT. Wyznaczenie współczynników równań DLT (patrz równania 2) jest możliwe tylko wtedy jeśli znamy współrzędne terenowe (X,Y,Z) i obrazowe (x,y) co najmniej 6 fotopunktów dla każdego zdjęcia. W VSD dla obu zdjęć muszą to być te same punkty. Ilość 6 punktów wynika z tego, że liczba niewiadomych wynosi 11 a jeden punkt kontrolny dostarcza dwóch równań obserwacyjnych.

A. STROJENIE MODELU ZDJĘĆ FOTOGRAMETRYCZNYCH W AUTOGRAFIE CYFROWYM VSD

Przebiega ono w następujących etapach:

- 1. orientacja wewnętrzna**
- 2. orientacja wzajemna**
- 3. orientacja bezwzględna**
- 4. obliczenie współczynników DLT dla obu zdjęć i uruchomienie trybu autogrametrycznego**

Ad.1. Orientacja wewnętrzna

jest procedurą, w której wykonywana jest transformacja płaska układu obrazu cyfrowego (pikselowego) do układu tłowego zdjęcia. Wymagana jest znajomość, co najmniej 2 punktów

dostosowania w obu układach. Punktami dostosowania na zeskanowanych obrazach zdjęć lotniczych są znaczki tłowe, których współrzędne w układzie tłowym zdjęcia znamy z metryki kalibracji kamery lotniczej.

W VSD dostępne są następujące transformacje płaskie: transformacja Helmerta (przez podobieństwo) – min. 2 punkty dostosowania, transformacja afiniczna – min. 3 punkty dostosowania, transformacja biliniowa – min. 4 punkty dostosowania i transformacja rzutowa – min. 4 punkty dostosowania. Ta ostatnia z reguły nie jest wykorzystywana w orientacji wewnętrznej.

W VSD bez względu na wybór typu transformacji docelowej zawsze wykonywana jest również transformacja Helmerta, służąca głównie detekcji błędów grubych. Przyjmujemy, na podstawie empirycznej, że jeśli błąd średni po transformacji Helmerta jest mniejszy od 1.5 piksela to docelowa transformacja biliniowa nie jest obciążona błędem grubym (dotyczy to jedynie przypadku, gdy na zdjęciu lotniczym posiadamy cztery znaczki tłowe, bowiem tylko wtedy transformacja biliniowa nie posiada obserwacji nadliczbowych). Wyników transformacji Helmerta w przypadku ośmiu znaczków tłowych można nie brać pod uwagę ponieważ transformacja biliniowa (wybierana zazwyczaj jako ta która najlepiej eliminuje błędy skurczu materiału negatywowego) posiada obserwacje nadliczbowe i można obliczyć błąd z jakim wpasowane są znaczki z obrazu cyfrowego we współrzędne nominalne z kalibracji. Z doświadczenia można przyjąć, że błąd ten nie powinien być większy niż ± 0.5 piksela

Przebieg orientacji wewnętrznej na VSD

1. Na pomniejszeniach zdjęć stereogramu (tryb wyboru kadru [V]) wybieramy animowaną ramką te same obszary obu zdjęć zawierające ten sam znaczek tłowy. Najlepiej rozpocząć od lewego górnego znaczka tłowego, którego współrzędne tłowe posiadają odpowiednio znak – dla x i znak + dla y . Realizujemy to za pomocą myszki i klawisza [TAB] – przełączającego możliwość przemieszczania ramki kadru na obu zdjęciach. Po właściwym ustawieniu ramek **lewym przyciskiem myszy** lub klawiszem [ENTER] wyświetlamy ich zawartość na ekranie monitora w skali 1:1 (1 piksel obrazu cyfrowego = 1 piksel monitora).
2. Ustawiamy na obu obrazach znaczków tłowych odpowiedni znaczek pomiarowy (kursor) z wykorzystaniem klawisza [TAB] do przełączania się pomiędzy zdjęciami oraz myszki. Teraz z wykorzystaniem klawiszy [ALT] + [Z] należy bardzo powiększyć znaczek tak, aby wykonać pomiar z jak największą dokładnością. Wykonuje się to przez wpisanie wartości współczynnika żądanego powiększenia np. 15, 20 itp. Dobór współczynnika zależy od wielkości znaczka pomiarowego (kursora) w stosunku do wielkości właściwego znaczka tłowego. Właściwie dobrany współczynnik powiększenia powinien zapewnić optymalny pod względem dokładności pomiar znaczków tłowych. Należy zwrócić uwagę aby przy powiększeniu wyjściowym 1:1 kursory pokrywały się dokładnie ze znaczkami tłowymi, bowiem w innym przypadku po wykonaniu bardzo dużego powiększenia właściwy znaczek może nie być widoczny na ekranie. Jeśli tak się stanie to należy wrócić do skali 1:1 ([ALT] + [R]) i poprawić ustawienie kursorów. Dokładne ustawienie kursorów na wybranym znaczku tłowym obu zdjęć można wykonać przy użyciu myszki lub klawiszy kierunkowych, przełączając się pomiędzy obu zdjęciami klawiszem [TAB]. Wykorzystując klawisze kierunkowe (strzałki) należy najpierw ustawić minimalny skok kursora poprzez wciśnięcie i przytrzymanie klawisza [-] klawiatury numerycznej tak długo, aż usłyszymy sygnał dźwiękowy. Praktycznie ustawienie kursora na znaczku tłowym należy zgrubnie wykonać z wykorzystaniem myszy, a precyzyjnie

z wykorzystaniem klawiszy kierunkowych. Dla zwiększenia dokładności pomiaru należy wybrać najbardziej odpowiedni kolor [L] i kształt [X] kursora lub ograniczyć kursor do kropki [SPACE]. Po precyzyjnym ustawieniu obu kursorów na tym samym znaczku słowym obu zdjęć dokonujemy jego rejestracji klawiszem [I]. Po wciśnięciu tego klawisza na ekranie pojawia się numer znaczka 1, który akceptujemy lub zmieniamy jeśli numer jest inny. Następnie wpisujemy z klawiatury współrzędne słowe tego punktu z odpowiednimi znakami. Jeśli posiadamy przygotowany wcześniej plik *nazwazadania.pkt* zawierający współrzędne słowe znaczków to zamiast wpisywać je z klawiatury podczytujemy je z pliku klawiszem [INSERT]. Klawiszem [ENTER] potwierdzamy wprowadzone dane, a na potwierdzenia wykonanego pomiaru na obu znaczkach słowych pojawia się niebieski znaczek (gwiazdka). W identyczny sposób mierzone są wszystkie pozostałe znaczki słowe. Najczęściej (przy czterech znaczkach słowych) wartości bezwzględne współrzędnych znaczków słowych posiadają te same wartości, a dla poszczególnych znaczków różnią się jedynie znakami współrzędnych. Jeśli tak jest to wykonując pomiar poczynając od lewego górnego znaczka i przemieszczając się z pomiarem w prawo (zgodnie z ruchem wskazówek zegara) nie będzie potrzeby zmieniać znaków przy współrzędnych ani numerów znaczków bowiem program będzie to wykonywał automatycznie. W takim przypadku wystarczy raz wpisać współrzędne znaczków słowych na pierwszym punkcie, a na pozostałych tylko zatwierdzić pojawiające się wartości.

3. Uruchomienie funkcji obliczania transformacji układu pikselowego obu zdjęć do układu słowego wykonuje się klawiszem [F5]. Wybieramy dla lewego i prawego zdjęcia transformację biliniową. Po wykonaniu obliczeń analizujemy uzyskane wyniki. W przypadku tylko czterech znaczków słowych na zdjęciu wyniki wstępnej transformacji Helmerta mówią o możliwości popełnienia błędu grubego (źle wprowadzone współrzędne słowe, pomyłona numeracja punktów, błąd pomiaru na zdjęciach itp.). Jeżeli średni błąd po transformacji Helmerta nie przekracza wartości ± 1.5 piksela zarówno dla lewego jak i prawego zdjęcia to przyjmujemy, że wyniki transformacji biliniowej są poprawne. W innym przypadku należy znaleźć źródło błędu i powtórzyć pomiar. W przypadku ośmiu znaczków słowych należy sprawdzić wielkość błędu wpasowania po transformacji biliniowej. Jeżeli jest on mniejszy od 0.5 piksela zarówno na lewym jak i prawym zdjęciu to możemy uznać orientację wewnętrzną za wykonaną poprawnie. Poza podaniem wyliczonych współczynników transformacji dla obu zdjęć program oblicza wartość piksela w układzie słowym czyli w skali zdjęcia. Z tego modułu obliczeniowego wychodzimy klawiszem [F10]. Raport z przeprowadzonej orientacji wewnętrznej (wyniki obliczeń) zapisywane są w pliku **ort_int.wyn**.

Ad. 2 Orientacja wzajemna

jest procedurą analityczną w wyniku której doprowadzane są do przecięcia wybrane promienie homologiczne wiązek obu zdjęć stereogramu. Wybór promieni homologicznych (jednoimiennych tzn. takich, które niosą obraz tego samego punktu w obu wiązkach) powiązany jest z tzw. rejonami Grubera. W każdym z sześciu rejonów Grubera należy wybrać co najmniej jeden punkt (czyli dwa obrazy tego samego punktu na obu zdjęciach) i określić ich współrzędne słowe. Geometrycznie orientację wzajemną należy rozumieć jako doprowadzenie do przecięcia wszystkich par promieni jednoimiennych obu wiązek poprzez doprowadzenie do przecięcia min. 5 par promieni. Ze względu na brak obserwacji nadliczbowych, a dzięki temu możliwości popełnieniu błędów grubych (zła identyfikacja punktów homologicznych na obu zdjęciach) zawsze ilość punktów do orientacji powinna być

większa od pięciu. W przypadku pomiaru po jednym punkcie we wszystkich rejonach Grubera posiadamy jedną obserwację nadliczbową, zapewniającą możliwość analizy uzyskanych wyników przecięcia promieni.

Geometrycznie, doprowadzenie do przecięcia promieni jednoimiennych obu wiązek odbywa się z wykorzystaniem ośmiu niezależnych stopni swobody dla obu zdjęć. Należą do nich: po trzy kąty skręcenia (omega, fi, kappa) dla każdej wiązki oraz różnice ΔZ i ΔY pomiędzy współrzędnymi środków rzutów obu wiązek (nazywanych składowymi bazy B_Y i B_Z). Składowa bazy B_X nie ma wpływu na przecinanie promieni jednoimiennych, a jedynie na skalę modelu, który powstanie jako miejsce geometryczne punktów przecięcia. To znaczy, że jej wartość należy jedynie przyjąć i stanowi ona wówczas parametr obliczeń orientacji wzajemnej a nie niewiadomą.

Ze względu na to, że posiadamy do dyspozycji osiem stopni swobody dla obu zdjęć (wiązek) przy niezbędnych pięciu, to istnieje możliwość uzyskania tego samego efektu (przecięcia promieni) różnymi drogami: metodą dostrajania obu zdjęć do siebie (metoda kątowa) oraz metodą dostrajania zdjęcia prawego do nieruchomego lewego (metoda liniowa). W pierwszej wykorzystujemy jako stopnie swobody tylko elementy kątowe obu wiązek (np. omega, fi, kappa – lewego i fi, kappa – prawego). W drugiej metodzie – liniowej wykorzystywane są trzy elementy kątowe zdjęcia prawego oraz B_Y i B_Z .

W VSD zastosowano metodę liniową.

Wielkość B_X przyjmowana jest przez program jako składowa bazy w skali zdjęcia. Nie jest to wielkość podawana przez operatora, lecz obliczana przez program, jako średnia paralaksa podłużna ze współrzędnych x' i x'' wszystkich punktów użytych do obliczeń. W takim przypadku model powstaje w skali bardzo zbliżonej do skali zdjęcia.

Innym parametrem, który tym razem musi operator wpisać samodzielnie do programu dla obliczenia orientacji wzajemnej, jest stała kamery, niezbędna dla rekonstrukcji promienia rzutującego na podstawie współrzędnych tłowych jego rzutu środkowego.

Obliczenia 5 elementów orientacji wzajemnej oraz współrzędnych przecięcia promieni jednoimiennych wykonuje się w przestrzennym układzie tłowym zdjęcia lewego, które z założenia posiada elementy kątowe równe zero (przyjmuje się, że jest ściśle pionowe). Układ ten zaczepiony jest w środku rzutów zdjęcia lewego, osie x i y są odpowiednio równoległe do osi x i y na zdjęciu, a oś „ z ” jest pionowa (pokrywa się z osią kamery).

Ze względu na nieliniowość równań kolinearności, z których wyznaczane są elementy orientacji wzajemnej proces obliczeniowy przeprowadzany jest iteracyjnie, natomiast jako przybliżone wartości niewiadomych przyjmuje się zero.

Miarą poprawności przeprowadzonej orientacji wzajemnej jest szczytkowy błąd nie przecięcia promieni jednoimiennych. Ponieważ wektor nie przecięcia promieni (definiowany jako odcinek najkrótszej odległości pomiędzy promieniami skośnymi) występuje w kierunku prostopadłym do bazy (kierunek Y), dlatego nazywa się go błędem szczytkowym paralaksy poprzecznej. Przyjmujemy, że dla dobrze wykonanej orientacji wzajemnej wielkość tego błędu nie powinna przekraczać 0.5 piksela.

Wyniki orientacji wzajemnej zapisywane są w pliku *or_rel.wyn*

Po wykonaniu orientacji wzajemnej w VSD pojawia się pierwszy układ przestrzenny (3D) nazywany układem modelu. Jest to oczywiście opisany wcześniej przestrzenny układ tłowy zdjęcia lewego. W tym układzie mamy teraz określone współrzędne X, Y, Z co najmniej 6 punktów z pomiaru dla orientacji wzajemnej oraz ich współrzędne na obu zdjęciach w układzie zarówno pikselowym jak i tłowym. Taka sytuacja umożliwia wyliczenie współczynników DLT zarówno dla lewego jak i prawego zdjęcia. Wykonanie takich obliczeń spowoduje, że można włączyć tryb autogrametryczny pracy autografu, czyli pracować na autografie w sposób opisany na wstępie. Tryb autogrametryczny, po orientacji wzajemnej, nie ma praktycznego znaczenia ponieważ pozwala nam mierzyć i wektoryzować model

stereoskopowy w lokalnym układzie (układzie o skali zbliżonej do skali zdjęć lotniczych i nieznannej orientacji kątowej w stosunku do układu terenowego). Niemniej jednak pozwala to na opracowanie modeli wtedy gdy nie posiadamy jeszcze danych do wykonania orientacji bezwzględnej (np. nie został zakończony proces obliczenia aerotriangulacji dla określenia współrzędnych geodezyjnych punktów osnowy fotogrametrycznej). W takim przypadku wyniki opracowania wektorowego i punktowego stereogramów w układzie modelu, po wykonaniu orientacji bezwzględnej, zostają automatycznie przez program przeliczone na układ geodezyjny, bez konieczności powtórnych pomiarów.

Wyniki obliczeń współczynników DLT dla obydwu zdjęć stereogramu w układzie modelu zapisywane są w pliku *or_dltm.wyn*

Przebieg orientacji wzajemnej na VSD

1. Na pomniejszeniach zdjęć stereogramu (tryb wyboru kadru [V]) wybieramy animowaną ramką te same obszary obu zdjęć odpowiadające jednemu z 6 rejonów Grubera. Realizujemy to za pomocą myszki i klawisza [TAB] – przełączającego możliwość przemieszczania ramki kadru na obu zdjęciach. Po właściwym ustawieniu ramek **lewym przyciskiem myszy** lub klawiszem [ENTER] wyświetlamy ich zawartość na ekranie monitora w skali 1:1 (1 piksel obrazu cyfrowego = 1 piksel monitora).
2. Wyszukujemy na obu obrazach ten sam szczegół (punkt homologiczny) charakteryzujący się jak największą dokładnością identyfikacji (najlepszymi punktami są odpowiadające sobie małe plamki na obu zdjęciach). Ustawiamy na nich odpowiednio: lewy i prawy kursor (**myszka** i klawisz [TAB]). Następnie jedno-, dwu- lub trzykrotnym wciśnięciem klawisza [Z] realizujemy odpowiednio: dwu-, trzy-, lub czterokrotne powiększenie obrazów wokół ustawionych kursorów. Dopiero na powiększonym obrazie możemy dokonać właściwego pomiaru punktów homologicznych. Dokładne ustawienie kursora na wybranym punkcie można wykonać przy użyciu myszki lub klawiszy kierunkowych, przełączając się pomiędzy obu zdjęciami klawiszem [TAB]. Wykorzystując klawisze kierunkowe (strzałki) należy najpierw ustawić minimalny skok kursora poprzez wciśnięcie i przytrzymanie klawisza [-] klawiatury numerycznej tak długo, aż usłyszymy sygnał dźwiękowy. Praktycznie ustawienie kursora na punkcie należy zgrubnie wykonać z wykorzystaniem myszki, a precyzyjnie z wykorzystaniem klawiszy kierunkowych. Dla zwiększenia dokładności pomiaru należy wybrać najbardziej odpowiedni kolor [L] i kształt [X] kursora lub ograniczyć kursor do kropki [space]. Ten ostatni sposób wyświetlania kursora jest najczęściej stosowany. Po precyzyjnym ustawieniu obu kursorów na tym samym punkcie obu zdjęć dokonujemy jego rejestracji klawiszem [H]. Po wciśnięciu tego klawisza na ekranie pojawia się numer rejestrowanego punktu proponowany przez program; możemy go zaakceptować [ENTER] lub wpisać inny i dopiero wtedy zaakceptować [ENTER]. Na ekranie pojawi się zielony krzyżyk informujący o wykonanym pomiarze. Najlepiej jest akceptować numery podpowiadane przez program.
3. Zgodnie z opisaną wyżej częścią teoretyczną wystarczy w każdym z 6 rejonów Grubera pomierzyć tylko jeden taki sam punkt na obu zdjęciach, niemniej jednak ze względu na często występujące u niedoświadczonych obserwatorów błędy identyfikacji punktów najlepiej pomierzyć w każdym rejonie po 2 punkty. Postępowanie takie umożliwi bardzo szybkie znalezienie błędnej obserwacji po wykonaniu obliczeń elementów orientacji wzajemnej. Aby szybko pomierzyć w pobliżu drugi punkt najlepiej postępować następująco: wcisnąć klawisze

[ALT]+[R] (powrót do skali 1:1) i wybrać wizualnie drugą parę punktów homologicznych. Dalej jak w p.2.

4. Po wykonaniu pomiaru dwóch punktów w pierwszym rejonie Grubera powracamy do wyboru kadru [V]. Po wyświetleniu pomniejszeń zdjęć ramki kadru umieszczamy w drugim rejonie Grubera (p.1). Warto zauważyć, że klawisz [*] powoduje wyświetlenie na pomniejszeniach oznaczeń wszystkich pomierzonych punktów, umożliwiając analizę poprawności wyboru rejonów pomiaru. Dalej postępujemy identycznie jak w p.2 i p.3 dla tego nowego i wszystkich pozostałych czterech rejonów Grubera.
5. Po wykonaniu pomiaru wszystkich 12 punktów przystępuje się do wykonania obliczeń. [F6] – uruchomienie obliczeń. Akceptujemy proponowane przez program $X_0=0$ i $Y_0=0$ (współrzędne punktu głównego w układzie łącznic znaczków tłowych), wpisujemy z klawiatury wartość stałej kamery C_k i nie wprowadzamy dystorsji. Następnie, po analizie wyników wyznaczenia elementów orientacji wzajemnej po pięciu iteracjach (tyle iteracji program wykonuje zawsze) akceptujemy lub nie kontynuowanie iteracji. Praktycznie obliczenia w pięciu iteracjach są zawsze wystarczające. Na następnych ekranach widoczne są dane wejściowe do orientacji wzajemnej (X_0 Y_0 i C_k), przyjęta przez program wielkość b_x , oraz obliczone wielkości b_y i b_z , $\Delta\omega$, $\Delta\phi$, $\Delta\kappa$. Podane są również elementy macierzy obrotu zdjęcia lewego w stosunku do prawego. Dla wszystkich wyznaczonych z przecięcia promieni homologicznych punktów podane są ich współrzędne X_m , Y_m , Z_m w przestrzennym układzie tłowym lewego zdjęcia (układzie modelu). Najważniejsze, dla analizy uzyskanych wyników są wielkości szczytkowych błędów nie przecięcia się promieni jednoimiennych (paralaksy szczytkowe). Program wylicza je w trzech kolumnach. W pierwszej podane są one w [mm] i obrazują wielkość wektora najmniejszej odległości pomiędzy promieniami w przestrzennym układzie modelu, w drugiej kolumnie, również w [mm] pokazane są wielkości z pierwszej przerzutowane na płaszczyznę zdjęcia. Natomiast w trzeciej są to te same wielkości, co w kolumnie drugiej, ale wyrażone w pikselach. Wielkość błędu średniego paralaksy poprzecznej wyrażonej w pikselach nie powinna być większa od 0.5 piksela. Jeżeli błąd jest dopuszczalny wychodzimy z obliczeń [F10] i akceptujemy uruchomienie trybu autogrametrycznego. Wówczas obliczone zostają współczynniki DLT i na ekranie pojawiają się fioletowe liczniki obrazujące współrzędne w przestrzennym układzie modelu. Od tego momentu paralaksa poprzeczna na modelu eliminowana jest automatycznie. Jeśli natomiast błąd jest większy od dopuszczalnego to należy na podstawie analizy indywidualnych wielkości szczytkowych paralaks poprzecznych stwierdzić, który z punktów jest błędny i albo go usunąć albo pomierzyć nowy w jego miejsce. Jeśli odchyłki (paralaksy szczytkowe) na blisko położonych punktach będą miały duże wartości i różnić będą się znakami świadczyć to będzie o tym, że jeden z nich jest błędnie pomierzony. Ponieważ nie wiemy który to najlepiej usunąć jeden z nich ([H] i wprowadzić numer punktu do wyrzucenia ze znakiem minus), a następnie powtórzyć obliczenia. Jeśli błąd jest teraz dopuszczalny to znaczy, że został usunięty właściwy punkt, a jeśli nie to należy powtórzyć pomiar tego, który pozostał. Nie jest wskazane usunięcie punktu bez powtórnego pomiaru, bo chociaż pomierzyliśmy ich aż 12 (przy minimalnej liczbie 6) nierówna liczba punktów w poszczególnych rejonach Grubera może spowodować zniekształcenie wykonanej orientacji wzajemnej.. Natomiast w ogóle nie jest dopuszczalne aby nie były reprezentowane wszystkie rejony Grubera tzn, nie można usunąć obu punktów z żadnego rejonu. Dla wyświetlenia numeru punktu na zdjęciu należy użyć kombinacji klawiszy [ALT]+[8], a dla ich usunięcia klawisza [R].

Ad. 3 Orientacja bezwzględna

jest procedurą, w której wykonywane jest przejście do układu terenowego, realizowane poprzez transformację przestrzenną układu modelu do układu terenowego (geodezyjnego). Do wykonania tego zadania konieczne jest posiadanie na stereogramie co najmniej trzech fotopunktów, nie leżących na jednej prostej. Jak w każdym z poprzednich etapów należy dążyć do tego, aby posiadać spostrzeżenia nadliczbowe umożliwiające wykonanie analizy dokładności przeprowadzonego etapu. Mierzymy, więc cztery lub więcej fotopunktów rozmieszczonych w miarę możliwości regularnie na całej powierzchni stereogramu. W ramach wykonanej transformacji obliczane są: współrzędne bieguna w obu układach (średnie arytmetyczne współrzędnych punktów dostosowania), współczynnik skali pomiędzy układami (można traktować go jako mianownik skali zdjęć, ponieważ układ modelu posiadał skalę zdjęcia), oraz trzy kąty określające obroty jednego układu względem drugiego. Dodatkowo, program podaje odchyłki po transformacji pomiędzy punktami przetransformowanymi a wejściowymi zarówno dla układu modelu jak i terenowego (dla ilości punktów dostosowania większej od 3). Z odchyłek w układzie terenowym liczone są błędy wpasowania jednego zbioru punktów w drugi. Błędy m_x , m_y uznaje się za dopuszczalne, jeżeli nie przekraczają wielkości ± 0.75 piksela w skali terenowej zarówno dla współrzędnej X jak i Y. Błąd wysokości nie powinien przekraczać wielkości równej iloczynowi maksymalnej dopuszczalnej terenowej wielkości błędu m_x , (m_y) i współczynnika stosunku bazowego. Terenową wielkość piksela oblicza się mnożąc wielkość piksela skanowania (podana w pliku wynikowym orientacji wewnętrznej) przez mianownik skali zdjęcia (z pliku wynikowego po orientacji bezwzględnej). Stosunek bazowy jest wielkością stałą dla różnych stożków kamery lotniczej, przy założeniu stałego pokrycia podłużnego pomiędzy zdjęciami. Sposób obliczenia tego współczynnika podany był przy okazji omawiania projektu lotu fotogrametrycznego.

Wyniki orientacji bezwzględnej zapisywane są w pliku *or_abs.wyn*

Przebieg orientacji bezwzględnej na VSD

1. Dla wykonania orientacji bezwzględnej powinniśmy posiadać współrzędne geodezyjne X, Y, Z co najmniej trzech fotopunktów oraz dane umożliwiające odszukanie tych punktów na zdjęciach. W przypadku fotopunktów sygnalizowanych wystarczy zaznaczyć rejon na odbitce stykowej (sygnalizacja jest na tyle jednoznaczna, że nie można się pomylić przy identyfikacji), natomiast w przypadku fotopunktu naturalnego (szczegół terenowy) należy posiadać szczegółowy opis fotograficzny na podstawie, którego można taki punkt jednoznacznie zidentyfikować na zdjęciu. W VSD współrzędne fotopunktów można wprowadzać z klawiatury lub zapisać do pliku, z którego program sam będzie pobierał współrzędne po wprowadzeniu numeru punktu. Plik taki powinien posiadać nazwę taką jak nazwa zadania w VSD i rozszerzenie *.pkt. Na podstawie odbitki stykowej lub opisu fotograficznego znajdujemy rejon fotopunktu na obu zdjęciach stereogramu tak samo jak znajdowaliśmy rejony Grubera (patrz p.1 orientacji wzajemnej). Następnie powiększając obraz próbujemy odszukać sygnał lub szczegół będący fotopunktem. Po jego odnalezieniu należy postępować analogicznie do pomiaru punktu w orientacji wzajemnej (patrz p. 2) . Po precyzyjnym ustawieniu obu kursorów na tym samym fotopunkcie obu zdjęć dokonujemy jego rejestracji klawiszem [G]. Po wciśnięciu tego klawisza na ekranie pojawia się tabelka do której należy wpisać numer fotopunktu i jego współrzędne. Jeśli posiadamy plik ze współrzędnymi (*.pkt) to po wpisaniu numeru fotopunktu, wstawiamy współrzędne tego punktu zapisane w pliku

klawiszem [INSERT]. Po zaakceptowaniu klawiszem [ENTER] danych z tabelki na ekranie pojawi się czerwony krzyżyk informujący o wykonanym pomiarze fotopunktu.

2. W taki sam sposób należy znaleźć i pomierzyć wszystkie fotopunkty na stereogramie.
3. Uruchomienie obliczenia orientacji bezwzględnej, czyli transformacji z układu modelu do układu terenowego wykonuje się klawiszem [F7]. Należy użyć wszystkich pomierzonych punktów oraz nie wprowadzać środków rzutów. Program wykonuje obliczenia i podaje następujące parametry: ilość fotopunktów, kąty omega, fi i kappa, współczynnik skali (możemy go traktować jako mianownik skali zdjęcia), współrzędne bieguna w obu układach, współrzędne obu środków rzutów, oraz odchyłki po transformacji zarówno w układzie terenowym jak i w układzie modelu. Dalej z tych odchyłek wyliczone są błędy średnie wpasowania punktów pomierzonych na modelu w punkty dane współrzędnymi terenowymi. Przyjmujemy, że błędy sytuacyjne M_X i M_Y nie powinny przekraczać wielkości ± 1 piksela terenowego (piksel terenowy = piksel skanowania x mianownik skali zdjęcia), a błąd wysokościowy nie powinien być większy od $M_Z = k M_{XY}$, gdzie k - stosunek bazowy (c_k/b). Jeżeli powyższe warunki dokładnościowe są spełnione to orientację bezwzględną należy uznać za zakończoną i wychodząc z obliczeń [F10], zatwierdzić obliczenie współczynników DLT i uruchomienie trybu autogrametrycznego. W wyniku uruchomienia trybu autogrametrycznego w układzie terenowym (wykonania orientacji bezwzględnej) na ekranie pojawią się żółte liczniki pokazujące współrzędne w układzie terenowym (geodezyjnym). Jeśli błędy są zbyt duże należy powrócić do pomiaru. Jeśli wyrzucimy z obliczeń punkt, na którym są największe odchyłki i po powtórnych obliczeniach błędy są dopuszczalne to ten wyrzucony punkt należy powtórnie pomierzyć, lub sprawdzić czy nie zostały podane dla niego błędne wartości współrzędnych geodezyjnych. Do orientacji bezwzględnej należy użyć wszystkich dostępnych fotopunktów.

Ad.4. Obliczenie współczynników DLT dla obu zdjęć i uruchomienie trybu autogrametrycznego.

Wykonanie obliczeń ostatecznych 22 współczynników DLT następuje po zakończeniu orientacji bezwzględnej. Proces ten nie wymaga wykonywania żadnych pomiarów i jest wykonywany przez program półautomatycznie (należy jedynie potwierdzić chęć jego wykonania).

Jak wiadomo, aby obliczyć współczynniki DLT należy posiadać co najmniej współrzędne terenowe (X,Y,Z) 6 fotopunktów i ich współrzędne płaskie na obu zdjęciach. Przez to, że program wykonuje transformację z układu modelu do układu terenowego wszystkich punktów, które zostały pomierzone (zarówno punkty do orientacji wzajemnej jak i bezwzględnej) dlatego bez problemu uzyskuje się odpowiednią liczbę punktów do obliczenia współczynników DLT. Absolutnie minimalna ilość punktów to 5 wzajemna i 3 bezwzględna, co daje razem więcej punktów niż jest niezbędne (2 obserwacje nadliczbowe). W przypadku naszych pomiarów mierzono 12 punktów do wzajemnej i 6 punktów do bezwzględnej uzyskując aż 12 obserwacji nadliczbowych. Współczynniki DLT można również obliczyć na podstawie znajomości elementów orientacji zewnętrznej i wewnętrznej obu zdjęć stereogramu. Wprowadzenie trybu autogrametrycznego uwidacznia się na ekranie pojawieniem się żółtych liczników pokazujących współrzędnych XYZ w układzie terenowym.

Wyniki obliczeń współczynników DLT dla obydwu zdjęć stereogramu dla układu terenowego zapisywane są w pliku *or_dlt.wyn*

B. POMIAR STEREOGRAMU ZDJĘĆ LOTNICZYCH NA VSD

Po zakończeniu strojenia autograf cyfrowy gotowy jest do wykonywania na nim pomiarów stereoskopowych (stereodigitalizacji) w układzie terenowym.

Na zestrojonym modelu możliwe jest realizowanie następujących pomiarów:

1. Wektoryzacja
 - wektoryzacja płaskich, poziomych obiektów (np. dachy budynków prostopadłościennych, linia brzegowa zbiorników wodnych itp.)
 - wektoryzacja dowolnych obiektów przestrzennych (np. obiekty wektoryzowane po powierzchni terenu, nie poziome dachy, itp.)
2. Pomiar wysokości obiektów
 - przez pomiar długości wektora pionowego (np. długość krawędzi pionowej budynku prostopadłościennego)
 - przez obliczenie różnicy wysokości znacznika pomiarowego umieszczonego na granicznych elementach (np. na terenie przy podstawie budynku i na kalenicy dachu itp.)
3. Pomiar odległości poziomych pomiędzy dowolnymi punktami.
4. Pomiar powierzchni poligonu zamkniętego.
5. Pomiar pikiet dla potrzeb Numerycznego Modelu Terenu.
6. Bezpośrednia wektoryzacja linii o stałej wysokości (warstwice).

Ustawienie stereoskopu

Przed rozpoczęciem pomiaru należy ustawić poprawnie stereoskop przed monitorem, tak, aby obserwacja stereoskopowa nie narażała na problemy. Wykonuje się to w następujący sposób:

- Wybrać na pomniejszeniach ten sam obszar na obu zdjęciach, (ramka) i wyświetlić go w skali 1:1 (klawisz **[ENTER]**),
- Ustawić znaczek pomiarowy monokularnie na tym samym punkcie na obu zdjęciach **[TAB]** i sprzągnąć znaczniki **[1]** a następnie klawiszem **[C]** scentrować oba obrazy wokół tego samego punktu,
- Teraz należy poprzez odpowiednie nachylenie obu zwierciadeł stereoskopu uzyskać najbardziej naturalny efekt stereoskopowy. Jeśli obrazy rozdławiają się w kierunku pionowym (paralaksa poprzeczna) należy skrócić cały stereoskop w płaszczyźnie pionowej równoległej do ekranu monitora, do usunięcia tego efektu.

Tak ustawiony stereoskop nie powinien być już zmieniany do końca pomiarów.

Ponieważ nie wszyscy od razu będą widzieć stereoskopowo należy wiedzieć, że znaczek pomiarowy tylko wtedy znajduje się na powierzchni modelu stereoskopowego, kiedy znajduje się na tym samym punkcie na obu zdjęciach, co można łatwo sprawdzić monokularnie. Jeśli ktoś w ogóle nie widzi stereoskopowo to może prowadzić pomiar poprzez ustawianie niezależne znaczków pomiarowych na lewym i prawym zdjęciu na tych samych punktach. Mierząc w taki sposób należy pamiętać, że obserwator stacji fotogrametrycznej musi widzieć bardzo dobrze stereoskopowo, bo pomiar przestrzenny jest nie tylko o wiele szybszy i dokładniejszy od monokularnego, ale również możliwy w miejscach gdzie nie da się wyróżnić tych samych punktów na obu zdjęciach (np. pikiet na środku łąki) gdzie pomiar monokularny nie jest możliwy.

1. Wektoryzacja sytuacji na stereogramie:

Przed rozpoczęciem pomiarów wektorowych należy zdefiniować warstwę rysunkową [B] poprzez jej nazwę i kolor linii (R-czerwony, B-niebieski, G-zielony, Y-żółty, C-cyjan, M-magenta, W-biały).

Podczas wektoryzacji używane są najczęściej następujące funkcje:

[P]-rejestracja punktów pośrednich polilinii, [K] – końcowy punkt polilinii lub wektora, [D] domknięcie poligonu (skapowanie, zatraskiwanie), [.] – dowiązanie do punktu na linii, [U] -usunięcie wskazanego wektora, [F1] i [F2] - zmiany wysokości kursora, [X] zmiana kształtu kursora, [L] – zmiana koloru kursora, [SPACE] – zastąpienie kursora kropką i odwrotnie,

Budynki wektoryzuje się nie po przyziemiu, lecz po dachach. Dach wektoryzowany jest w taki sposób aby na mapie 2D ukazany został poprawnie tzn. nie rysuje się niepotrzebnych linii np. kalenicy, a jedynie te krawędzie obrysu, które w rzucie na płaszczyznę X,Y dadzą poprawny widok budynku.

Wszystkie inne szczegóły wektoryzowane są po ich właściwych krawędziach, lub osiach (drogi, linie energetyczne, granice skarp itp.) Wektoryzujemy w powiększeniu przynajmniej 2:1(klawisz [Z]). Jeśli dochodzimy z wektoryzacją do krawędzi obrazu przemieszczamy się dalej na modelu poprzez funkcję „centruj” [C].

Pierwszy punkt obiektu najlepiej ustawić monokularnie na obu zdjęciach ([TAB], [TAB], [1], [C]). Dopiero teraz obserwując model stereoskopowo należy skorygować położenie sytuacyjno wysokościowe znacznika przestrzennego.

• Wektoryzacja budynków

Należy osadzić znaczek na narożniku dachu i zarejestrować początek wektora. Jeśli dach jest poziomy rejestracja pozostałych narożników wymagać będzie jedynie przesunięcia kursora na kolejny narożnik i rejestracji kolejnego punktu polilinii, po dojściu do punktu pierwszego należy dowiązać wektor ostatni do pierwszego. Wizualną kontrolą poprawności przeprowadzonej wektoryzacji jest dokładne pokrywanie się narysowanych krawędzi dachu z ich obrazami zarówno na jednym jak i na drugim zdjęciu.

Dla budynku o dachu dwu- lub wielospadowym postępowanie różni się tym, że należy narysować tylko te wektory, które są konieczne dla poprawnego pokazania obrysu budynku. Przykładowo możemy opuścić niektóre narożniki w sytuacji, gdy kilka sąsiednich narożników leży w jednej płaszczyźnie pionowej (np.: narożnik dachu, narożnik kalenicy (wyżej niż narożnik dachu) i następny narożnik dachu). Wystarczy wówczas osadzić znaczek na pierwszym narożniku dachu, opuścić narożnik kalenicy i osadzić na kolejnym narożniku dachu. W czasie pomiaru nie poziomego dachu może zaistnieć konieczność zmiany wysokości znacznika pomiarowego pomiędzy kolejnymi narożnikami.

• Wektoryzacja dowolnego obiektu terenowego

Należy wybrać na modelu obiekt terenowy (np. droga, ulica, skarpa, itp.) i wektoryzować podobnie jak dach, pamiętając o tym, że przed rejestracją kolejnego punktu poligonu należy upewnić się, że znaczek znajduje on na powierzchni terenu. Na tego typu elementach sytuacji z reguły kolejne mierzone punkty nie są tak wyraźnymi szczegółami, aby można było kontrolować monokularnie osadzenie znacznika (tzn. czy na obu zdjęciach znaczek jest osadzony na tym samym szczególe). Osadzenie znacznika można kontrolować wówczas jedynie przez dokładną obserwację stereoskopową

Należy dla tego typu obiektów założyć nową warstwę [B] – **dodaj warstwę**. Wystarczy narysować reprezentatywny fragment wybranego obiektu (np. nie jedna krawędź drogi, ale zawsze dwie krawędzie, itp.). Wektoryzowany obiekt powinien zawierać **co najmniej 20 wektorów**.

2. Pomiary liniowe i powierzchniowe

- **Pomiar wysokości budynków.**

Wysokości budynków można mierzyć dwoma metodami.

Wysokość budynków prostopadłościennych można pomierzyć poprzez zwektoryzowanie jednej z jego krawędzi pionowych (jeśli są widoczne). Następnie na lewym zdjęciu należy wskazać kursorem ten wektor i klawiszem [I] włączyć funkcję pomiaru długości wektora. Odczytać wysokość budynku na ekranie i zapisać w zeszycie.

Druga metoda polega na odczytaniu z licznika „Z” współrzędnych terenowych, gdy znaczek osadzony jest na dachu, a następnie na terenie u podnóża budynku. Z różnicy wysokości, należy określić wysokość obiektu i zapisać w zeszycie. Wskazane jest pomierzyć wszystkie widoczne narożniki budynku i porównać je ze sobą.

- **Pomiar odległości (czołówek) i powierzchni (budynku)**

Na podstawie zwektoryzowanych dachów można określić długości czołówek. Wykonuje się to tak samo jak pomiar wysokości budynku metodą wektorową. Na lewym zdjęciu wskazuje się wybrany wektor obrysu i wciska klawisz [I]. W przypadku budynków o kształcie prostokąta przeciwległe boki powinny być identyczne. Należy sprawdzić czy różnica jest dopuszczalna. Przyjmujemy, że nie może ona być większa niż 1 piksel w skali terenowej. Jeśli jest większa należy poprawić wektoryzację tego obiektu.

Pomiar powierzchni poligonu zamkniętego wykonuje się następująco: na lewym zdjęciu wskazać kursorem jeden z wektorów poligonu zamkniętego, a następnie wcisnąć [=]. Na ekranie pojawi się powierzchnia tego poligonu, którą należy zanotować. Jeśli to nie nastąpi to znaczy, że poligon nie został domknięty i należy powtórnie go obwieść domykając na końcu.

3. Pomiar rzeźby terenu

- **Pomiar pikiet dla potrzeb NMT**

Należy wybrać na modelu rejon zróżnicowany wysokościowo, nie pokryty zabudową i roślinnością. Po ustawieniu właściwego powiększenia obrazu (min. 2x) należy osadzać stereoskopowo znaczki pomiarowy w charakterystycznych miejscach terenu, zgodnie z zasadami pomiaru pikiet w tachimetrii. Po osadzeniu należy zarejestrować współrzędne pikiet klawiszem [J] akceptując, lub zmieniając, numer pikiet pojawiający się na ekranie.

- **Rysowanie warstw**

Na tym samym terenie gdzie stawiane były pikiety, lub w innym miejscu modelu, gdzie występują silnie nachylone i odkryte zbocza można przeprowadzić próbę bezpośredniego rysowania warstw. W pierwszej kolejności należy nastawić na liczniku „Z” układu geodezyjnego wysokość warstwy H. Następnie nie zmieniając wysokości znaczka przestrzennego należy dotykając nim powierzchni terenu rejestrować punkty łącząc je wektorami [P]. Po zmianie wysokości na liczniku Z o wartość skoku warstwy można rozpocząć rysowanie kolejnej warstwy. Ten tryb pracy wymaga od

obserwatora doświadczenia w pracy stereoskopowej, dlatego nie jest on obligatoryjny dla studentów.

Zapisanie pomiarów i rysunku wykonanego w VSD

Zapisanie rysunku wektorowego i pikiet pomierzonych na modelu odbywa się podczas wyjścia z programu VSD (klawisz [Q]). Pikiety zapisują się automatycznie, natomiast rysunek wektorowy musimy zapisać w formacie DXF, tak, aby można go było wydrukować za pośrednictwem dowolnego programu obsługującego ten format. W tym celu należy odpowiadać na pytania pojawiające się na ekranie:

- najpierw zapisać rysunek we współrzędnych obrazowych podając jego nazwę (np. nazwisko studenta maksymalnie 8 znaków) automatycznie zostanie dodane rozszerzenie „.map”,
- następnie zapisać go we współrzędnych terenowych (można nie zmieniać nazwy zmieni się jedynie rozszerzenie na .abs).
- następnie należy zapisać go w formacie DXF (nie trzeba zmieniać nazwy), ilość miejsc po przecinku: wystarczy podać 2.

Wykonane pomiary pikiet zapisane są automatycznie w pliku *nazwazadania.or* w katalogu roboczym. W pliku tym zapisane są wszystkie pomiary wykonane na modelu, dlatego dla udokumentowania pomiaru pikiet dla potrzeb sprawozdania można z tego pliku usunąć wszystkie niepotrzebne informacje i zostawić jedynie wykaz numerów i współrzędnych pikiet.

Dla udokumentowania wykonanych pomiarów pomierzone długości wektorów, różnice wysokości i powierzchnie należy przepisać z ekranu i podać z komentarzem w sprawozdaniu.

PLAN POMIARU DLA III ROKU GIP

Po zestrojeniu modelu należy na nim:

- Obrysować te szczegóły, które mierzono w poprzednich zajęciach w temacie wcięcie wprzód. Jeżeli do wcięcia wprzód nie mierzono budynków to należy pomierzyć dodatkowo dwa budynki (jeżeli takie są na stereogramie)
- Obrysować dodatkowo obiekty terenowe, których nie można byłoby pomierzyć monokularnie (np. droga, ulica, skarpa, itp.). Ogółem obiekty te powinny zawierać **co najmniej 20 wektorów**
- Pomierzyć wysokości wszystkich widocznych narożników dwóch budynków. Pomiar należy wykonać przez odczyt na ekranie wysokości dolnego i górnego narożnika.
- Pomierzyć co najmniej 20 pikiet wysokościowych tak umieszczonych aby można było później wyinterpolować warstwie

Wszystkie pomiary powinny być wykonane z wykorzystaniem sztucznego efektu stereoskopowego i przestrzennego znaczka pomiarowego.

Sprawozdanie z części tematu: strojenie stereogramu zdjęć lotniczych na VSD

Krótki opis przeprowadzonych prac z rozbiciem na etapy i odwołaniem do załączników (wydruków plików wynikowych pobranych ze swojego katalogu VSD). Odwołanie powinno

dotyczyć uzyskanych dokładności z informacją o jakości uzyskanych wyników. W opisie należy podać liczby pomierzonych punktów i przebieg obliczeń (liczbę odrzuconych z obliczeń punktów itp.)

Załączyć należy pliki: *or_int.wyn*, *or_rel.wyn*, *or_abs.wyn*, jeśli ktoś wykonał obliczenia współczynników DLT po orientacji wzajemnej to pliku *or_dltm.wyn* nie należy zamieszczać.

Proszę nie pisać teorii, nie przepisywać tego tekstu i opisywać używanych klawiszy VSD, bo nie o to chodzi i takie postępowanie nie podwyższy oceny lecz wręcz przeciwnie może ją obniżyć. Sprawozdanie powinno obejmować podanie celu, materiałów wyjściowych, przebiegu prac, oraz podanie najważniejsze informacji zawartych w plikach wynikowych.

Sprawozdanie z części tematu: pomiar stereogramu zdjęć lotniczych na VSD

Sprawozdanie obejmuje opis wszystkich pomiarów wykonanych na modelu oraz załączniki dokumentujące ich wykonanie. Plik DXF z wynikami wektoryzacji budynków i innych szczegółów należy wydrukować w jak największej skali (w formacie A4). Jeżeli wybrane do wektoryzacji szczegóły były położone daleko od siebie i razem na jednym wydruku byłyby wydrukowane w bardzo drobnej skali, to należy wydrukować je osobno na dwóch lub trzech kartkach w dużej, niekoniecznie jednakowej skali. Jeśli ktoś nie ma możliwości wydrukowania rysunku mapy z pliku dxf to może wyniki pomiaru skartować ręcznie. Format pliku dxf jest tekstowy, dlatego istnieje możliwość kartowania punktów bezpośrednio z niego na podstawie ich współrzędnych.

Jeżeli pomierzono czołówki i powierzchnie to należy dołączyć szkic (można też zrobić to na wydrukowanej mapce) z zaznaczonymi długościami czołówek budynków, ich powierzchniami

Pomierzone wysokości budynków (wszystkie wartości oraz wartość średnia), oraz komentarz do wyników pomiaru.

Skartowane pikiety (wydrukowane z pliku DXF lub naniesione ze współrzędnych) oraz wyinterpolowane z nich warstwy.