

Andrzej Wróbel

**Cyfrowa fotogrametria lotnicza i satelitarna II**  
AGH w Krakowie; Wydz. Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska  
I rok st. mag. specjalność GIFT

## 1. Opracowanie ortofotomapy ze zdjęć lotniczych – wprowadzenie teoretyczne do zajęć laboratoryjnych

### 1.1. Źródła błędów geometrycznych ortofotomapy [K 2.8, Pyka 2003]:

Błędy geometryczne ortofotomapy ( $m_{orto}$ ) są wynikiem wpływu następujących czynników:

- $m_{nmt}$  - wpływ błędów numerycznego modelu terenu - NMT
- $m_{ori}$  - wpływ błędów elementów orientacji zewnętrznej
- $m_{apl}$  - wpływ błędów wynikających z uproszczeń aplikacji realizującej przetworzenie

Zgodnie z prawem przenoszenia się błędów:

$$m_{orto}^2 = m_{nmt}^2 + m_{ori}^2 + m_{apl}^2$$

#### 1.1.1. Analiza wpływu poszczególnych błędów:

$m_{nmt}$  – wpływ błędów numerycznego modelu terenu

Wpływ tego błędu wymaga szerszego omówienia i zagadnieniu temu poświęcony zostanie następny podrozdział.

$m_{ori}$  - błędy elementów orientacji zewnętrznej.

Do opracowania ortofotomapy wykorzystane będą elementy orientacji zewnętrznej zdjęć wyznaczone uprzednio za pomocą aerotriangulacji. Jeżeli aerotriangulacja była wykonana prawidłowo to wpływ błędów elementów orientacji zewnętrznej na błąd ortofotomapy nie powinien mieć dużego znaczenia.

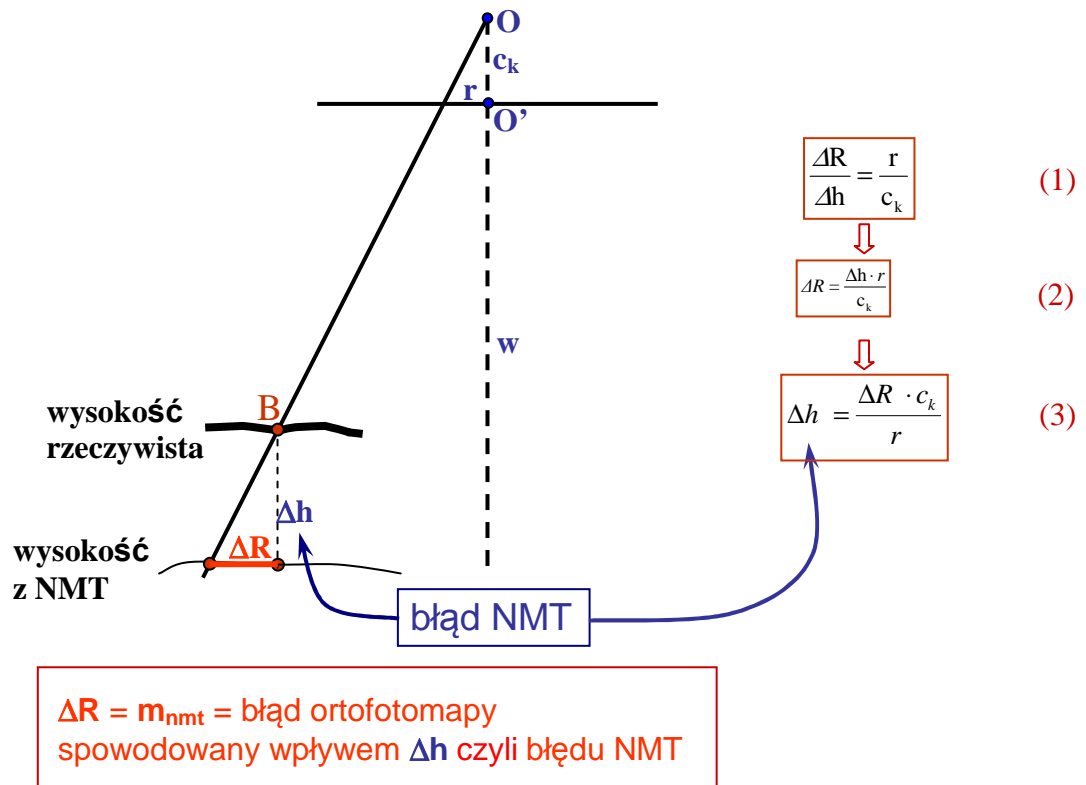
Mogą pojawić się błędy geometryczne ortofotomapy wynikające z pomyłek przy wprowadzaniu do programu elementów orientacji zewnętrznej i elementów orientacji wewnętrznej. Pomyłki te mogą nieraz powodować duże zniekształcenia obrazu ortofotomapy. Dlatego należy kontrolować wprowadzane elementy orientacji zwłaszcza, jeżeli odbywa się to „ręcznie”.

$m_{apl}$  - błędy wynikające z uproszczeń aplikacji realizującej przetworzenie

Błędy te mogą pojawić się wówczas, gdy w programie za pomocą, którego wykonywane jest przetwarzanie ortofotograficzne zamiast przetwarzania „piksel po pikselu” stosowane są uproszczenia i dokładnie przetwarzany jest tylko, co któryś piksel. Na zajęciach przetwarzanie będzie wykonywane „piksel po pikselu” w związku z tym błędy takie nie powinny wystąpić.

### 1.1.1.1 Wpływ błędów numerycznego modelu terenu na błędy geometryczne ortofotomapy

Zależność błędu ortofotomapy od błędu numerycznego modelu terenu jest to znana z podstaw fotogrametrii zależność pomiędzy błędem na zdjęciu a różnicą wysokości w stosunku do płaszczyzny odniesienia. Opisana jest wzorami 1, 2, 3 podanymi na rysunku 1.



Rys 1. Wpływ błędu NMT na błąd ortofotomapy

Odcinek  $\Delta R$  jest to błąd ortofotomapy spowodowany błędem wysokości numerycznego modelu terenu  $\Delta h$ . Wartość  $\Delta R$  zależy od położenia analizowanego punktu na zdjęciu. Im większy promień radialny  $r$  tym większy wpływ błędu  $\Delta h$ . Szukając odpowiedzi na pytanie, jaka musi być dokładność NMT należy założyć, że błąd  $\Delta h$  popełniony zostanie w najbardziej niekorzystnym miejscu, czyli że  $r$  będzie miało wartość maksymalną. Zależność pomiędzy dopuszczalnym średnim błędem położenia punktu na ortofotomapie  $\Delta R_{sr}$  a średnim błędem numerycznego modelu terenu  $\Delta h_{sr}$  opisana jest wzorem

$$\Delta h_{sr} = \frac{m_{NMT_{sr}} \cdot c_k}{r_{max}} = \frac{\Delta R_{sr} \cdot c_k}{r_{max}} \quad (4)$$

Postawmy pytanie ile wynosi maksymalna wartość  $\Delta R_{sr}$  (średniego błędu położenia punktu na ortofotomapie).

### 1.1.1.2 Określenie dopuszczalnych wartości błędów geometrycznych ortofotomapy

Dozwolona wartość średniego błędu położenia punktu na ortofotomapie zależy od celu, któremu ma ona służyć. Cel ten i warunki opracowania (z tych warunków powinna wynikać dokładność opracowania) powinny zostać określone przez zleceniodawcę. W praktyce najczęściej możemy mieć do czynienia z następującymi wariantami:

1. Ortofotomapa ma być przyjęta do zasobu geodezyjnego.
2. Ortofotomapa jest przygotowywana na potrzeby systemu dopłat dla rolników LPIS.
3. Ortofotomapa dotyczy obszaru innego niż Polska lub dla celów specjalnych.

Ad. 1. Ortofotomapa przyjmowana do zasobu powinna spełniać wymogi określone w aktualnych przepisach. Na dzień dzisiejszy (początek roku 2014) jest to „Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu”. W rozporządzeniu tym ortofotomapy podzielone są na grupy w zależności od wielkości piksela terenowego. Są to grupy:

- a. ORTO-005 o terenowej wielkości piksela 5 cm
- b. ORTO-010 o terenowej wielkości piksela 10 cm
- c. ORTO-025 o terenowej wielkości piksela 25 cm
- d. ORTO-050 o terenowej wielkości piksela 50 cm
- e. ORTO-100 o terenowej wielkości piksela 1.00 m
- f. ORTO-250 o terenowej wielkości piksela 2.50 m
- g. ORTO-500 o terenowej wielkości piksela 5.00 m

Dokładność ortofotomapy mierzona jest średnim błędem położenia dobrze identyfikowalnych na ortofotomapie szczegółów terenowych, którego miarą jest pierwiastek średniego błędu kwadratowego (RMSE) liczonego z wektorów przesunięć w stosunku do niezależnego pomiaru.

Dla ortofotomapy w grupach ORTO-005 ÷ ORTO-050 ten błąd średni nie może być większy niż:

- dwukrotna wartość terenowej wielkości piksela w przypadku terenów o spadkach do 2°;
- dwuipółkrotna wartość terenowej wielkości piksela w przypadku terenów o spadkach od 2° do 6°;
- trzykrotna wartość terenowej wielkości piksela w przypadku terenów o spadkach ponad 6°.

Ad. 2. Warunki techniczne realizacji ortofotomapy określa zamawiający w tym wypadku ARiMR (Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa). Warunki te mogą być inne niż określone w/w rozporządzeniu z dnia 3.11.2011. Przykładowo:

- a. W ogłoszonym w marcu 2011 roku przetargu na ortofotomapę z wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych piksel ortofotomapy wynosił 0.5 m lub 0.6 m lub 0.7 m lub 1.0 m w zależności od satelity, z którego pochodził obraz, natomiast dokładność była dla wszystkich tych ortofotomap przyjęta jednolicie i została określona następująco: „Wymagana dokładność sytuacyjna ortofotomapy oceniona na punktach kontrolnych ...: błąd średni (RMSE)

mniejszy niż 1.5 m, a dla obszarów o deniwelacjach powyżej 200 m ... błąd średni RMSE mniejszy niż 2.0 m.

- b. W ogłoszonym w dniu 22 listopada 2011 roku przetargu na wykonanie cyfrowych zdjęć lotniczych i ortofotomapy terenowy wymiar piksela wynosił 0.5 m dla części obszaru i 0.25 m dla pozostałej części obszaru. Średni błąd położenia wynosił 3 piksele. Ortofotomapa miała być przekazana do zasobu. W warunkach technicznych określono również parametry NMT.

Ad. 3. Warunki techniczne określa zleceniodawca i mogą one w istotnym stopniu różnić się od warunków określonych w rozporządzeniu z dnia 3.11.2011 (patrz Ad.1)

Zleceniodawca bezpośrednio jak i pośrednio (odwołując się do odpowiednich przepisów) określa, zatem błąd średni opracowania, ale również często określa dokładność NMT. Często, bowiem NMT stanowi osobny produkt, który przekazywany jest zleceniodawcy razem z ortofotomapą.

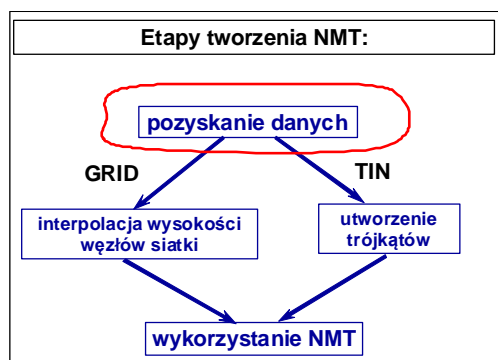
Mimo, że często dokładność NMT określona jest przez zleceniodawcę to warto zrozumieć zależność pomiędzy dokładnością NMT a dokładnością ortofotomapy. Dla jakości ortofotomapy dokładność NMT ma znaczenie tam, gdzie znajdują się istotne i wyraźne szczegóły rozróżnialne na obrazie ortofotomapy. Są to przede wszystkim szczegóły sytuacyjne pierwszej grupy dokładnościowej, ale też inne szczegóły, które są wyraźne na ortofotomapie widoczne. Nie są istotne szczegóły nienależące do pierwszej grupy dokładnościowej, których położenie jest zmienne w czasie np. ścieżki wydeptane na trawnikach. Wykonując NMT jedynie w celu opracowania ortofotomapy nie musimy, zatem w miejscach, w których nie ma istotnych szczegółów (często wewnętrzne powierzchnie nieużytków, pastwisk, łąk, pól) dbać zbyt o wierne przedstawienie rzeźby terenu.

*Jeżeli NMT stanowi osobny produkt oddawany zleceniodawcy równoległe z ortofotomapą, to musi on przedstawiać wiernie rzeźbę terenu na całym opracowywanym obszarze, a nie tylko w tych miejscach, które mają istotne znaczenie dla obrazu ortofotomapy.*

## 1.2. Numeryczny Model Terenu – TIN a GRID

Numeryczny model terenu – jest numeryczną, dyskretną (punktową) reprezentacją wysokości topograficznej powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolacyjnym umożliwiającym odtworzenie jej kształtu w określonym obszarze [Kurczyński, Preuss 2000].

Numeryczny model terenu może być tworzony z różnych elementów (punkty, linie, powierzchnie, bryły ...) uporządkowanych regularnie lub nieregularnie. Powszechnie stosowane są dwie metody (rys. 2): punktowy regularny (GRID) i punktowy nieregularny (TIN).



Rys. 2. Etapy tworzenia NMT

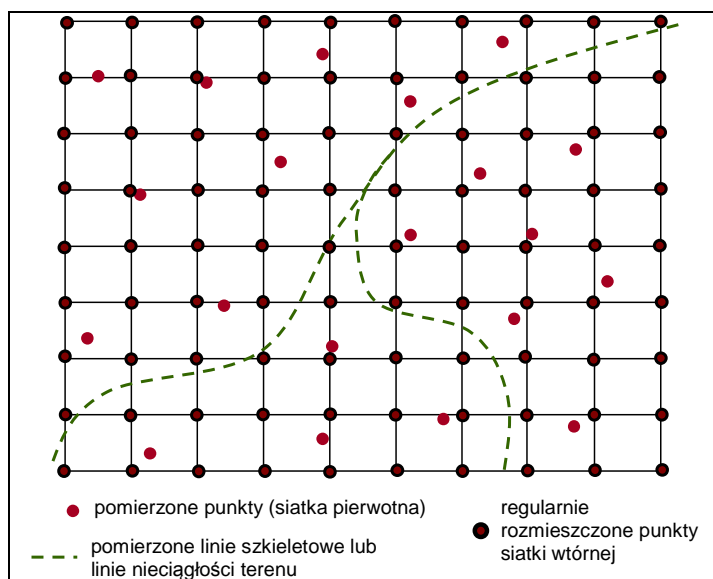
Fotogrametryczne pozyskanie danych do NMT w obydwu metodach rozpoczyna się od pomiaru w miarę regularnie rozmieszczonych punktów – tzw. siatki pierwotnej. Pomiar ten najczęściej odbywa się automatycznie. Po automatycznym pomiarze punktów należy przeprowadzić kontrolę ich lokalizacji i poprawić błędy (np. usunąć lub przenieść punkty pomiarzone na budynkach i drzewach). Siatkę pierwotną należy uzupełnić punktami charakterystycznymi terenu (np. wierzchołki wzniesień) oraz liniami łamanymi obrazującymi linie szkieletowe, linie nieciągłości terenu, obszary wyłączone itp. Z tak pozyskanych danych można następnie utworzyć NMT.

### 1.2.1 Metoda GRID

W metodzie GRID (rys.3) utworzenie NMT polega na interpolacji wysokości wierzchołków idealnie regularnej siatki tzw. siatki wtórnej.

Wyznaczenie wysokości dowolnego punktu na podstawie NMT w postaci GRID polega na interpolacji wysokości z czterech wierzchołków kwadratu (prostokąta), w którym znajduje się szukany punkt. Interpolacja może odbywać się w różny sposób (wierzchołki prostokąta przeważnie nie leżą na jednej płaszczyźnie). Numeryczny model terenu GRID nie zawiera już pomierzonych punktów a jedynie wyinterpolowane wysokości wierzchołków regularnej siatki wtórnej.

Odmianą NMT w postaci GRID jest NMT w postaci rastrowej. Każdy kwadrat siatki traktowany jest jako piksel obrazu NMT i przypisywana jest mu wysokość wyliczona jako średnia z narożników kwadratu. Korzystając z modelu rastrowego nie musimy już interpolować (z narożników kwadratu) wysokości wybranego punktu, lecz odczytujemy wyliczoną wcześniej średnią wysokość kwadratu. Powoduje to oczywiście zmniejszenie dokładności wyznaczanej z NMT wysokości, ale znacznie przyspiesza proces jej wyznaczenia. Model rastrowy stosowany jest często w programach GIS.



Rys. 3. Idea tworzenia NMT metodą GRID

NMT w postaci regularnej siatki cechuje się małą objętością zajętej pamięci i łatwą interpolacją wysokości dowolnego punktu. Jego wadą jest niezbyt dokładne odwzorowanie terenów o zróżnicowanym pionowym ukształtowaniu zwłaszcza tych miejsc, w których występują nieciągłości powierzchni topograficznej. Przy dużym zróżnicowaniu wysokościowym terenu należy znacznie zagęścić siatkę wtórną.

Potrzeba dokładniejszego opisu powierzchni terenu spowodowała powstanie **modeli hybrydowych**. Są to modele GRID uzupełnione punktami charakterystycznymi, liniami szkieletowymi i liniami nieciągłości terenu.

Rozporządzenie z 2011 dzieli **dane pomiarowe** do NMT na grupy w zależności od dokładności wysokościowej punktów określonej błędem średnim wyznaczonej wysokości:

- 1) NMT-01, o dokładności wysokościowej nie mniejszej niż 0,20 m;
- 2) NMT-025, o dokładności wysokościowej mniejszej od 0,20 m i nie mniejszej niż 0,80 m;
- 3) NMT-050, o dokładności wysokościowej mniejszej od 0,80 m i nie mniejszej niż 2,00 m;
- 4) NMT-0100, o dokładności wysokościowej mniejszej od 2,00 m.

**Numeryczny model terenu** Rozporządzenie z 2011 dzieli na grupy w zależności od rozmiaru siatki wtórnej:

- 1) NMT-1, o interwale siatki 1 m, na podstawie danych pomiarowych NMT-01;
- 2) NMT-5, o interwale siatki 5 m, na podstawie danych pomiarowych NMT-01;
- 3) NMT-25, o interwale siatki 25 m, na podstawie danych pomiarowych NMT-01 lub NMT-025;
- 4) NMT-50, o interwale siatki 50 m, na podstawie danych pomiarowych NMT-01 lub NMT-025, lub NMT-050;
- 5) NMT-100, o interwale siatki 100 m, na podstawie danych pomiarowych NMT-01 lub NMT-025, lub NMT-050, lub NMT-0100.

Przy opracowywaniu ortofotomapy rozmiar siatki wtórnej wykorzystywanego NMT jest określony w Rozporządzeniu z 2011 roku w sposób następujący:

„Do opracowania zbiorów danych dotyczących ortofotomapy w grupach, o których mowa w § 10 ust. 2, zbiory danych dotyczące numerycznego modelu terenu wykorzystuje się odpowiednio:

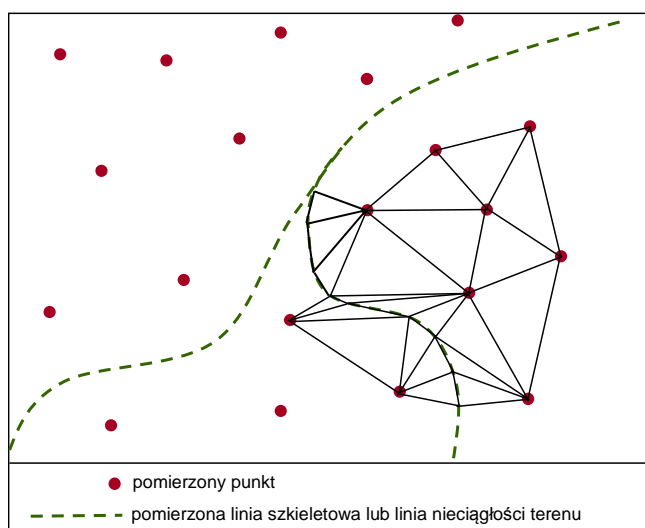
- 1) dla ORTO-005 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5;
- 2) dla ORTO-010 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5;
- 3) dla ORTO-025 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5, lub NMT-25;
- 4) dla ORTO-050 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5, lub NMT-25;
- 5) dla ORTO-100 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5, lub NMT-25;
- 6) dla ORTO-250 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5, lub NMT-25, lub NMT-50;
- 7) dla ORTO-500 — zbiory z grupy NMT-1 lub NMT-5, lub NMT-25, lub NMT-50

### 1.2.2 Metoda TIN

W metodzie TIN (rys. 4) utworzenie NMT polega na połączeniu punktów pomiarowych w nieregularną siatkę trójkątów. Do automatycznego utworzenia siatki trójkątów wykorzystywana jest z reguły triangulacja Delaunay'a. Trójkąty tworzone są w ten sposób, aby żaden z punktów nienależących do niego nie był położony wewnątrz okręgu opisanego na trójkącie. Linie strukturalne zapobiegają łączeniu ze sobą punktów leżących po dwóch stronach doliny lub wzniesienia, natomiast linie nieciągłości zapobiegają łączeniu punktów leżących na różnych powierzchniach oddzielonych tą linią.

Metoda interpolacji wysokości dowolnego punktu z NMT w metodzie TIN wynika z faktu, że trójkąty na które został podzielony obszar są fragmentami płaszczyzn. Na podstawie współrzędnych X, Y wyznaczonego punktu wyznaczamy trójkąt wewnątrz, którego ten punkt się znajdzie i traktując go jako płaszczyznę wyznaczmy szukaną wysokość.

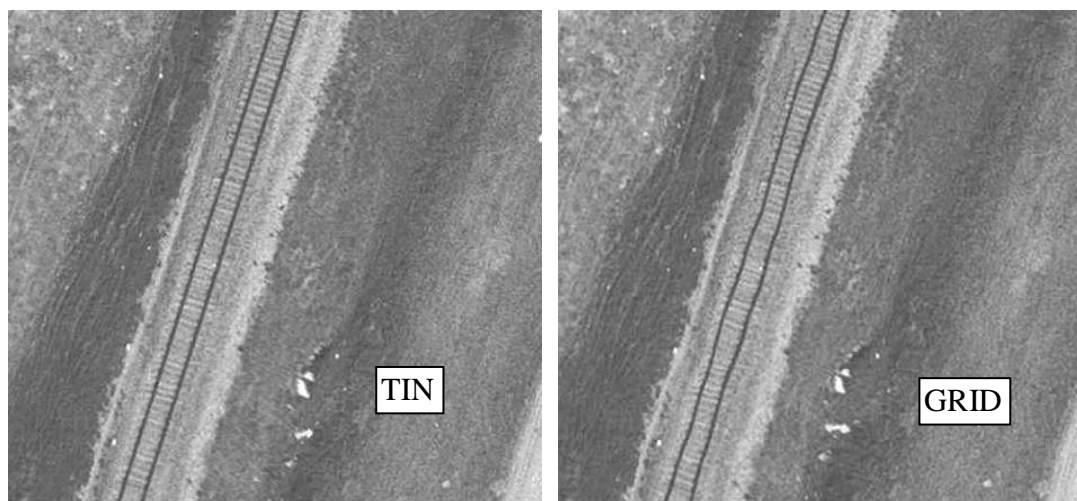
Model TIN lepiej niż model GRID oddaje ukształtowanie terenu o urozmaiconej rzeźbie, zwłaszcza w tych miejscach gdzie występują nieciągłości powierzchni topograficznej. Wadą modelu TIN, w porównaniu do GRID, jest konieczność stosowania bardziej skomplikowanych algorytmów do interpolacji wysokości, ponieważ każdy trójkąt jest inny. Wadą jest też skomplikowany sposób zapisu, gdyż musi być zapamiętany podział na trójkąty.



Rys. 4. Idea tworzenia NMT metodą TIN

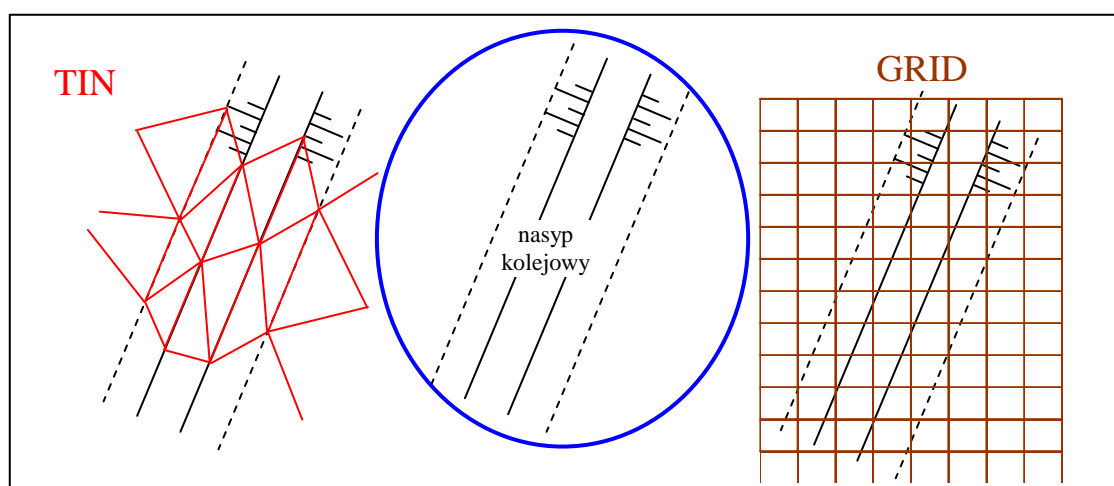
### 1.2.3 Powiązania jakości ortofotografii z jakością NMT

Wpływ błędów NMT na błąd na ortofotografii opisano na rysunku 1. Błędy NMT wynikają nie tylko błędów pomiaru punktów, które są danymi do NMT, ale również z dostosowania formy MNT do danego terenu. Na rysunku nr 5 przedstawiono skutek zastosowania modelu w formie GRID o dużym rozmiarze siatki zamiast modelu TIN.



Rys. 5. Odwzorowanie linii torów biegnących na nasypie w zależności od typu NMT  
[Pyka 2013]

Przyczynę tego zniekształcenia wyjaśniono na rysunku 6. W metodzie TIN wierzchołki trójkątów dopasowane są do linii nieciągłości. Nie ma przypadku, aby linia charakterystyczna przecinała trójkąt. W metodzie GRID wierzchołki kwadratów siatki nie są dopasowane do linii nieciągłości. Ponieważ wierzchołki kwadratów na bocznej powierzchni skarpy są umieszczone w różnych miejscach to interpolacja z czterech wierzchołków daje dla kwadratów zawierających krawędzie skarpy różne wysokości. Powoduje to przesuwanie linii skarpy i linii torów w różnym kierunku tworząc efekt ich pofalowania.

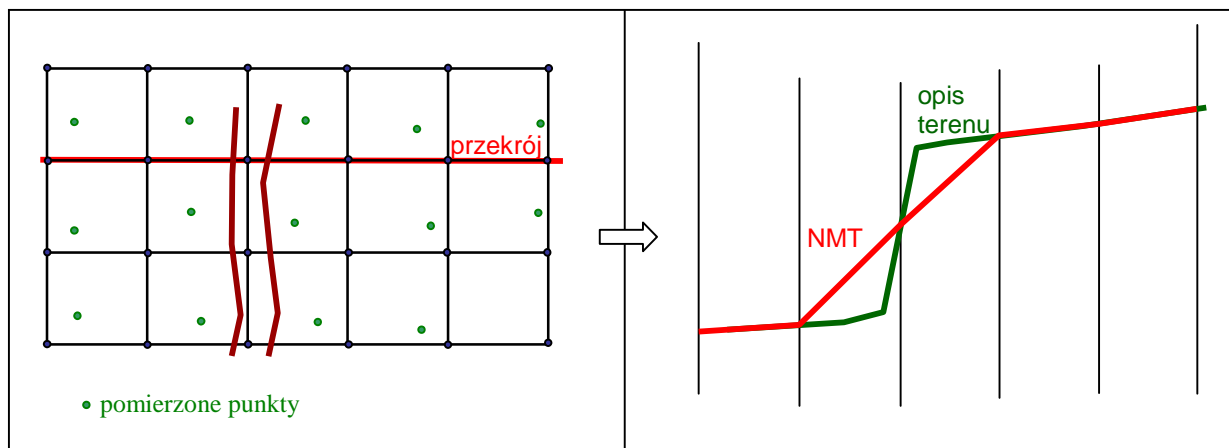


Rys. 6. Odwzorowanie nasypu za pomocą modelu TIN i GRID

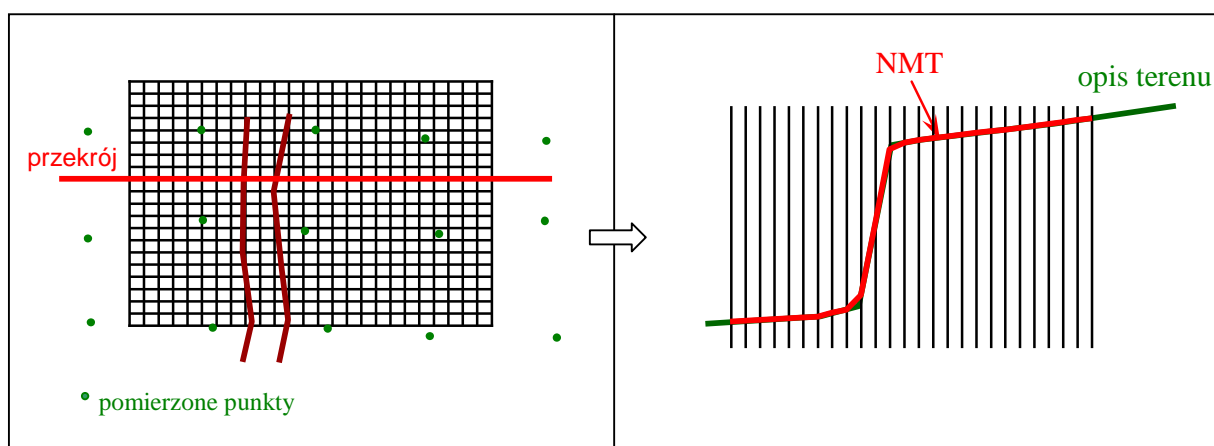
Stosując model GRID zniekształcenia linii torów można uniknąć zagęszczając znacznie siatkę kwadratów. Mechanizm takiego działania przedstawiono na rysunkach 7 i 8. Dane



pomiarowe, czyli pomierzone punkty i linie charakterystyczne są w obu przypadkach jednakowe. Rzadka siatka (rys. 7) powoduje znaczną generalizację przebiegu NMT zwłaszcza w miejscach o dużym zróżnicowaniu ukształtowania terenu. Gęsta siatka (rys. 8) przy tych samych danych pomiarowych pozwala na znacznie lepsze dopasowanie NMT do terenu.



Rys. 7. Odwzorowanie terenu przez rzadką siatkę GRID; rzut pionowy (lewy) i przekrój pionowy (prawy)



Rys. 8. Odwzorowanie terenu przez gęstą siatkę GRID; rzut pionowy (lewy) i przekrój pionowy (prawy)

Zastosowanie bardzo gęstej siatki pozwala na dokładne dopasowanie NMT do terenu, ale powoduje dużą nadmiarowość informacji (niepotrzebne zagęszczenie siatki) w miejscach o łagodnym ukształtowaniu wysokościowym.

## 2. Uwagi do ćwiczeń

Opracowywana na zajęciach ortofotomapa należy do grupy **ORTO 010 (piksel 10 cm)**.

Rozporządzenie z 3 listopada 2011 roku przewiduje w takim przypadku zastosowanie NMT z grupy NMT-1 (siatka wtórna 1.0 m) lub NMT-5 (siatka wtórna 5.0 m) o dokładności danych: NMT-01 (dokładność wysokościowa nie mniejsza niż 0,20 m).

### 2.1 Analiza możliwej do uzyskania dokładności wysokościowej przy pomiarze na stereogramie

Z uproszczonej analizy dokładności wynika:

- Dokładność pomiaru sytuacyjnego ( $m_{XY}$ ) punktów niesygnalizowanych można przyjąć 1 piksel
- Błąd średni wyznaczenia wysokości to:  $m_Z = (W/B) \cdot m_{XY} = (c_k/b) \cdot m_{XY}$

Stała kamery wynosi 120 mm.

Rozmiar podłużny zdjęcia = 92 mm.

Przy pokryciu podłużnym 60%  $b = 92 \text{ mm} \cdot 40\% = 36.8 \text{ mm}$ .

Stosunek bazowy  $c_k/b$  równa się  $120/36.8 = 3.3$ .

Średni błąd pomiaru wysokości wynosi, zatem  $m_Z = 0.1 \text{ m} \cdot 3.3 = 0.33 \text{ m}$ .

Należy zwrócić przy tym uwagę na fakt, że z doświadczeń wynika, iż przy korzystaniu ze zdjęć z kamery cyfrowej rzeczywista dokładność pomiaru wysokości jest nieco lepsza (czyli błąd średni będzie mniejszy niż 0,33 m).

### 2.2 Analiza rzeczywiście potrzebnej dokładności NMT

Zakwalifikowanie naszej ortofotomapy do grupy ORTO-10 pociąga za sobą to, że dozwolony błąd średni położenia punktów kontrolowanych na ortofotomapie wynosi dwuipółkrotną wartość terenowej wielkości piksela (w przypadku terenów o spadkach od  $2^\circ$  do  $6^\circ$ ). Dozwolone  $\Delta R_{sr}$  wynosi, zatem  $\pm 0.25 \text{ m}$ .

Aby uzyskać taką dokładność ortofotomapy błąd średni wysokości NMT  $\Delta h_{sr}$  (dla najbardziej niekorzystnie położonego punktu na zdjęciu) powinien wynosić 0.33 m (obliczone z wzoru nr 4).

Przyjmujemy, zatem dla celów naszych ćwiczeń, że błąd średni pomierzonych na zdjęciach wysokości (punktów i wierzchołków linii łamanych) nie powinien być większy niż 0.33 m.

### 2.3. Założenia do wykonania przetworzenia ortofotograficznego w programie PCI

Rozmiar piksela ortofotomapy = 0.1 m.

W programie PCI tworzymy NMT (DEM) na podstawie pliku .dgn z wynikami pomiaru w autografii cyfrowym SocetSet. NMT powstaje w postaci rastrowej i zapisywany jest w formacie obrazu stosowanym w programie PCI. Z powodu dużej liczby linii nieciągłości terenu, które znajdują się na opracowywanym obszarze (przede wszystkim skarpy) należy przyjąć wysoką rozdzielczość obrazu NMT (DEM) (dlaczego?). Przyjmujemy rozdzielczość DEM (NMT) równą 0.2 m.

Wykonujemy przetwarzanie bez uproszczeń, czyli ustawiamy na przetwarzanie orto wszystkich pikseli.

## 2. 4. Sprawozdanie

Sprawozdanie składa się z dwóch części:

- Właściwe sprawozdanie w formie papierowej drukowanej.
- Załączniki w formie cyfrowej (płyta CD, ewentualnie plik na nośniku USB.)

Sprawozdanie opracowuje i zalicza ustnie zespół dwuosobowy.

Sprawozdanie w formie papierowej:

- Opis przyjętych założeń dokładnościowych (z uzasadnieniem).
- Syntetyczny opis przebiegu zastosowanej procedury opracowania ortofotomapy z podziałem na etapy i z podaniem wartości wprowadzanych w poszczególnych etapach parametrów. Syntetyczny opis wyników poszczególnych etapów z odwołaniem do załączników.
- Analiza dokładności opracowanych ortofotografii z podaniem wykazu odchyłek na poszczególnych ortoobrazach oraz z wykresem tych odchyłek. Wnioski z analizy dokładności m.in. z oceną czy spełniono wstępne założenia (z uzasadnieniem, jeżeli nie spełniono) oraz z podaniem przyczyn powstania odchyłek na poszczególnych punktach kontrolnych.
- Krótki opis procedury automatycznego przetworzenia i mozaikowania ortofotogramów w programie SocetSet oraz wnioski wynikające z oceny tej procedury.

Załączniki w postaci cyfrowej:

- Pliki projektu w programie SocetSet (bez zdjęć).
- Plik .dgn wyeksportowany z programu SocetSet.
- Ortofotogramy z lewego i prawego zdjęcia otrzymane w programie PCI
- Ortofotogram z programu PCI po zmozaikowaniu
- Ortofotomapa przycięta do arkusza mapy w skali 1:1000 wraz plikiem dgn zawierającym: ramkę, siatkę krzyży, uproszczony opis poza ramkowy.
- Ortofotogram po automatycznym mozaikowaniu w programie SocetSet (bez przycinania do ramki i bez opisu)

### Literatura:

1. K 2.8 - wytyczne techniczne - „Zasady wykonywania ortofotomap w skali 1:10 000” GUGiK 2000 r.
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. „W sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu”
3. Pyka Krystian, 2003: „Materiały do wykładów z Cyfrowej fotogrametrii lotniczej i satelitarnej II” - <http://twiki.fotogrametria.agh.edu.pl/bin/view/Dydaktyka/FC8MaterSt - 2013>
4. Kurczyński Zdzisław, Preuss Ryszard, 2000: „Podstawy fotogrametrii”. Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej