



Źródła błędów geometrycznych ortofotomapy

- błędy numerycznego modelu terenu - NMT –  $m_{nmt}$
- błędy elementów orientacji zewnętrznej –  $m_{ori}$
- błędy wynikające z uproszczeń aplikacji –  $m_{apl}$

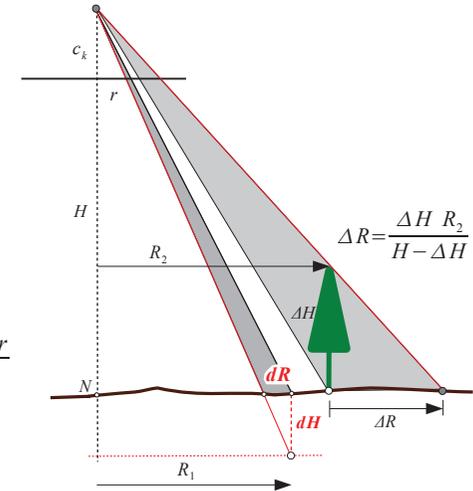
$$m_{orto}^2 = m_{nmt}^2 + m_{ori}^2 + m_{apl}^2$$

Wytyczne techniczne K-2.8  
Zasady wykonywania ortofotomap w skali 1:10000  
Formalnie od 2011 nie są przepisem technicznym

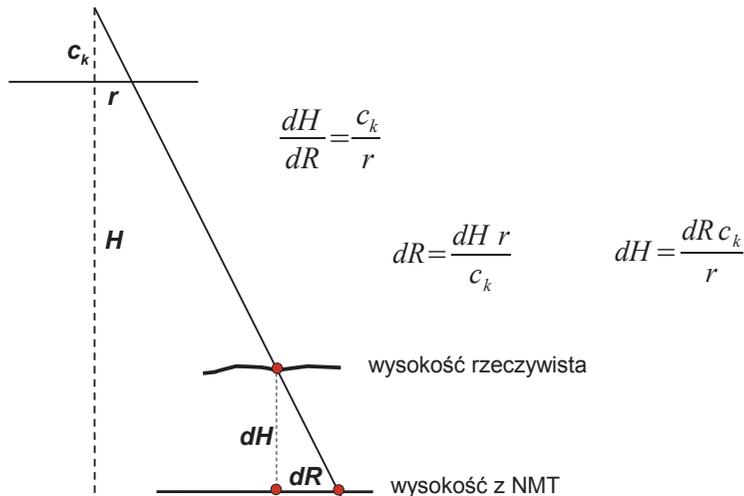


Błąd wysokości  $dH$  powoduje analogiczne przesunięcie radialne jakie zachodzi dla obiektów wystających nad terenem o  $\Delta H$

$$dR = \frac{dH R_1}{H - dH} = \frac{dH r}{c_k}$$



Wpływ błędów NMT na błąd ortooobrazu



Wpływ błędów NMT na błąd ortooobrazu



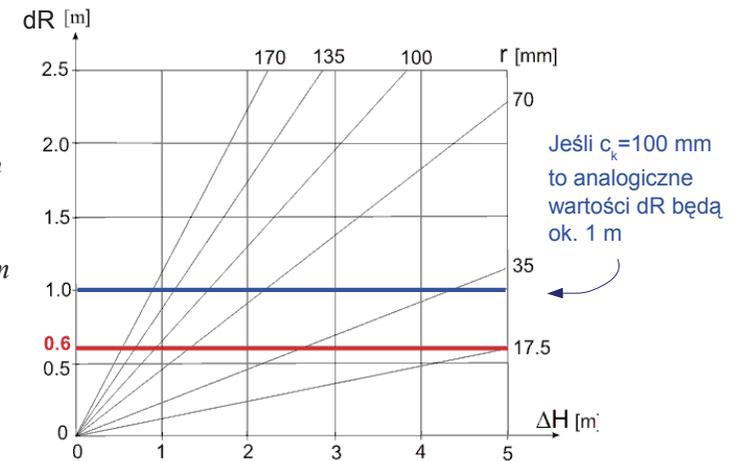
Błąd położenia ortooobrazu w funkcji błędu wysokości NMT i promienia radialnego

$$dR = \frac{dh r}{c_k}$$

$$\frac{1m \cdot 100}{153} = 0,65m$$

$$\frac{3m \cdot 35}{153} = 0,68m$$

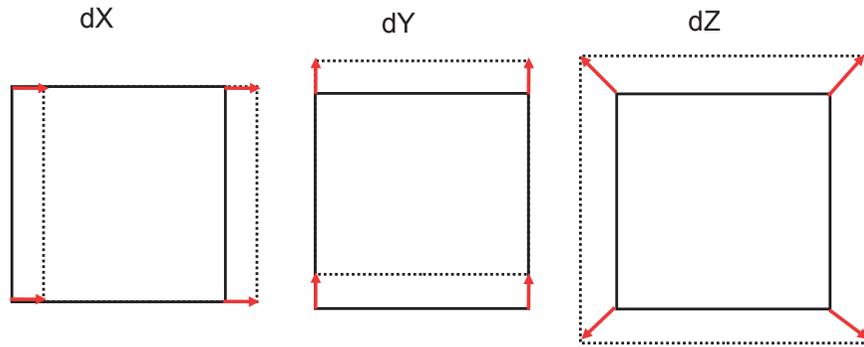
$$\frac{6m \cdot 17}{153} = 0,68m$$



## Wpływ błędów EOZ

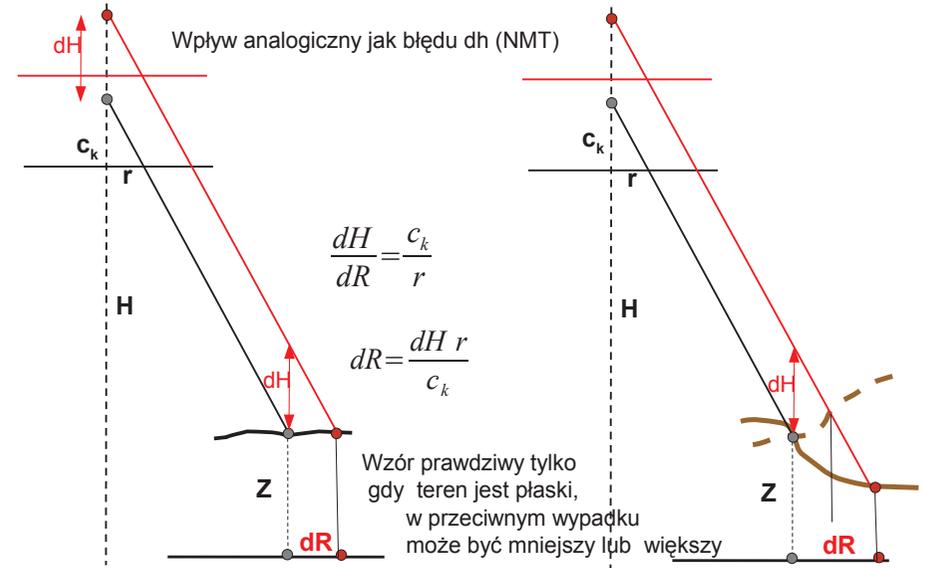


- błąd współrzędnych (X, Y) środka rzutów – stałe przesunięcie
- błąd współrzędnej H (Z) środka rzutów – podobny do wpływu NMT



$$dX, dY(\text{EOZ}) = dX, dY(\text{orto})$$

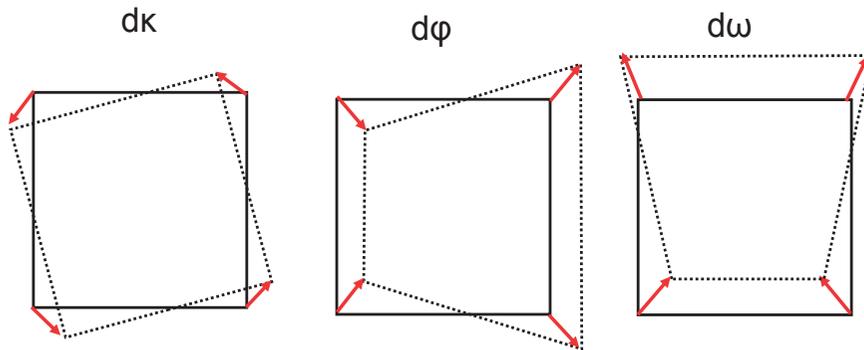
## Wpływ dZ (EOZ) na błąd ortobrazu



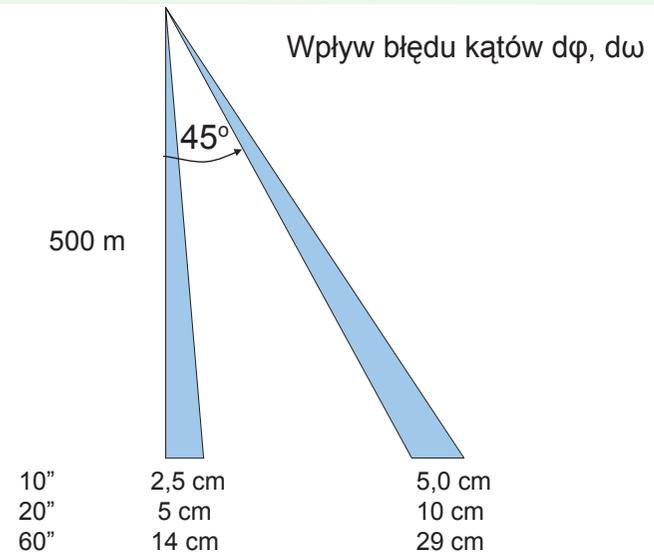
## Wpływ błędów EOZ



- błędy elementów kątowych



## Wpływ błędów EOZ





Przepisy techniczne w zakresie zdjęć lotniczych, ortofotomapy, NMT

Do 2001 roku

- # Zdjęcia lotnicze, K-2.7 (1999):
  - częściowa utrata aktualności
- # Aerotriangulacja analityczna, G-1.8 (1984):
  - całkowita utrata aktualności
- # Ortofotomapa, K-2.8 (2001):
  - całkowita utrata aktualności
- # NMT:
  - brak

Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z 3 listopada 2011 r. **w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu** obejmuje zdjęcia w tym obrazy satelitarne, aerotriangulację, ortofotomapę i NMT ( w tym z ALS)



- Rozporządzenie (str 1-8)
- rozdz. 1: Przepisy ogólne
- rozdz. 2: Zakres informacji gromadzonych w bazach danych dotyczących
- rozdz. 3: Organizacja baz danych dotyczących
- rozdz. 4: Tryb i standardy techniczne tworzenia baz danych dotyczących
- rozdz. 5: Tryb i standardy techniczne aktualizacji baz danych dotyczących
- rozdz. 6: Tryb i standardy techniczne udostępniania baz danych dotyczących
- rozdz. 7: Przepisy przejściowe i końcowe
- zał. nr 1: Specyfikacja modelu baz danych dotyczących (str 9-74)
  - schematy aplikacyjne UML,
  - katalogi obiektów,
  - schematy aplikacyjne GML.
- zał. nr 2: Szczegółowe wytyczne dotyczące aktualizacji baz danych dotyczących ... (str 75-88)



Wg rozporządzenia 2011 r.

źródło	Standard ORTO	Piksel ORTO	Skala zdjęcia analogowego	GSD – obrazu cyfrowego
Zdjęcia lotnicze	ORTO-005	0,05 m	≥ 1:2 000	≤ 0,05 m
	ORTO-010	0,10 m	≥ 1:6 000	≤ 0,10 m
	ORTO-025	0,25 m	≥ 1:14 000	≤ 0,25 m
	ORTO-050	0,50 m	≥ 1:26 000	≤ 0,50 m
Satelitarne	ORTO-100,250,500	1 m; 2,5 m; 5 m	---	≤ 1 m; 2,5 m; 5m



Błąd położenia dobrze identyfikowalnego na ortofotomapie szczegółu terenowego, którego miarą jest pierwiastek średniego błędu kwadratowego (RMSE<sub>max</sub>) liczonego z wektorów przesunięć w stosunku do niezależnego pomiaru referencyjnego, nie może być większy niż:

Standard ORTO	Piksel ORTO	RMSE <sub>max</sub>		
		Spadek terenu		
		< 2°	2° - 2°	> 6°
ORTO-005	0,05 m	2 PX	2,5 PX	3 PX
ORTO-010	0,10 m	2 PX	2,5 PX	3 PX
ORTO-025	0,25 m	2 PX	2,5 PX	3 PX
ORTO-050	0,50 m	2 PX	2,5 PX	3 PX
ORTO-100,250,500	1; 2,5; 5 m	1,5 PX		3 PX



Zestawienie dokładności (RMSE) dla danych i NMT  
W przypadku NMT (NMPT) błąd średni wysokości wyinterpolowanej

Dane	RMSE	model	<2°	2° - 6°	> 6°
NMT-01	< 0,20 m	NMT-1; NMPT-1	0,30 m	0,40 m	0,60 m
j.w.	j.w.	NMT-5; NMPT-5	0,90 m	1,20 m	1,50 m
NMT-025	< 0,80 m	NMT-25	1,20 m	2,0 m	3,0 m
NMT-050	< 2,0 m	NMT-50	1,50 m	3,0 m	7,0 m
NMT-0100	> 2,0 m	NMT-100	3,0 m	6,0 m	10,0 m

Podana w tabeli pozioma zależność pomiędzy danymi a NMT oznacza, że NMT można opracować z danych o takiej lub lepszej dokładności.

Np. NMT-25 może powstać z NMT-01 lub z NMT-025

NMT-50 może powstać z NMT-01, NMT-025 lub z NMT-050

### Dokładność ortofotomapy



#### K-2.8 (stary standard)

- wartości mniejsze od błędu średniego muszą wystąpić dla co najmniej 65% liczby punktów kontrolnych
  - wartości mniejsze od podwójnego błędu średniego ( $2 \times m_{orto}$ ) muszą wystąpić dla co najmniej 95% liczby punktów kontrolnych
- niedopuszczalne są wartości większe od potrójnego błędu średniego ( $3 \times m_{orto}$ )

#### OpenGIS

$$CE95 = 1,96 \times \text{błąd średni}$$

Nowy standard (rozporządzenie 2011) mówi tylko o RMSE, co oznacza, że 68% badanej populacji musi mieć błąd < RMSE

Wg terminologii OpenGIS jest to CE68 (1x błąd średni)



Wzajemne zależności pomiędzy:  
# danymi do NMT  
# NMT (GRID)  
# ortofotomapami

Dane	model	GRID	Orto
NMT-01	NMT-1	1 m	ORTO-005; 010
	NMT-5	5 m	ORTO-005; 010
NMT-025	NMT-25	25 m	ORTO-025; 050; 100
NMT-050	NMT-50	50 m	ORTO-250; 500
NMT-100	NMT-100	100 m	ORTO-500

### Rozporządzenie 2011



Trzy poziomy kontroli jakości geometrycznej

Kontrola jakości geometrycznej obejmuje badanie:

- wewnętrznej zgodności i poprawności geometrycznej,
- dokładności odniesionej do pomiaru stereoskopowego w ramach tego samego projektu fotogrametrycznego,
- dokładności bezwzględnej odniesionej do niezależnego pomiaru kontrolnego.



Kontrola wewnętrznej zgodności i poprawności geometrycznej ortofotomapy polega na wizualnym sprawdzeniu:

- zgodności geometrycznej treści po obu stronach linii mozaikowania – należy prześledzić cały przebieg linii mozaikowania szacując wielkość nieciągłości elementów liniowych; odchyłki nie powinny przekraczać podwójnej wartości piksela (PX);
- poprawności odwzorowania obiektów inżynierskich wznoszących się ponad powierzchnię terenu – należy stwierdzić czy zachowany jest warunek współliniowości w stosunku do elementów infrastruktury stanowiących kontynuację tych obiektów; kontrola dotyczy wszystkich obiektów inżynierskich wyniesionych ponad teren;
- zachowania oczekiwanej prostoliniowości odcinków dróg, krawędzi budynków i innych obiektów pochodzenia antropogenicznego; w szczególności należy zbadać miejsca w których występują największe zmiany spadków;



Kontrola dokładności odniesionej do pomiaru stereoskopowego w ramach tego samego projektu fotogrametrycznego jest przeprowadzona jest według poniższych zasad:

- należy pomierzyć średnio 2 punkty kontrolne na model stereoskopowy, liczbę punktów wyznacza liczba modeli stereoskopowych,
- na podstawie odchyłek rozumianych jako długość wektora pomiędzy położeniem wyznaczonym z modelu i z ortofotomapy, należy obliczyć średni błąd kwadratowy:

$$\bar{m} = \sqrt{\frac{\sum \bar{d}\bar{d}}{\bar{n}}}$$

który nie może przekraczać 75% wartości  $RMSE_{\max}$



Kontrola dokładności bezwzględnej odniesionej do niezależnego pomiaru kontrolnego przebiega następująco:

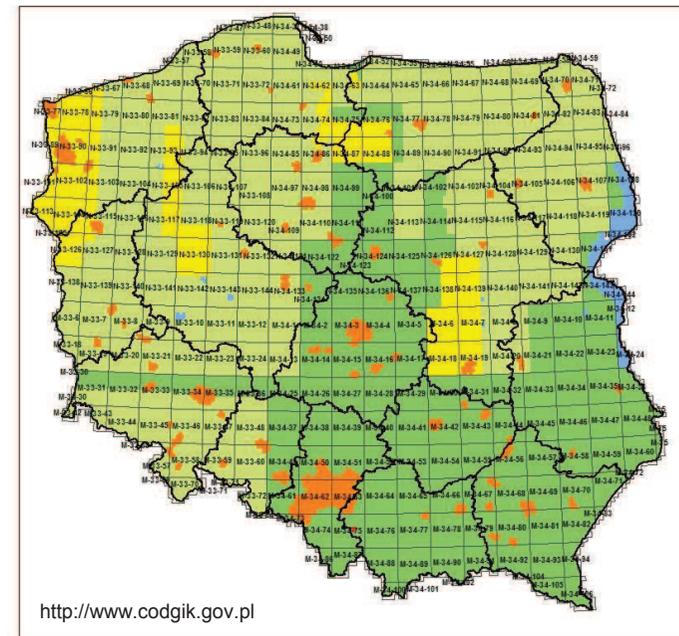
- na ortofotomapach trzeba zidentyfikować i pomierzyć wszystkie fotopunkty kontrolne (które nie brały udziału w wyrównaniu aerotriangulacji);
- na podstawie  $n$  stwierdzonych odchyłek  $d$  - rozumianych jako długość wektora przesunięcia elementu kontrolnego zidentyfikowanego na ortofotomapie w stosunku do położenia wyznaczonego z niezależnego pomiaru kontrolnego, należy obliczyć średni błąd kwadratowy:

$$m = \sqrt{\frac{\sum dd}{n}}$$

którego wartość nie może przekraczać  $RMSE_{\max}$

Aktualność najnowszych ortofotomap w PZGIK (wrzesień 2013)

#### Legenda:



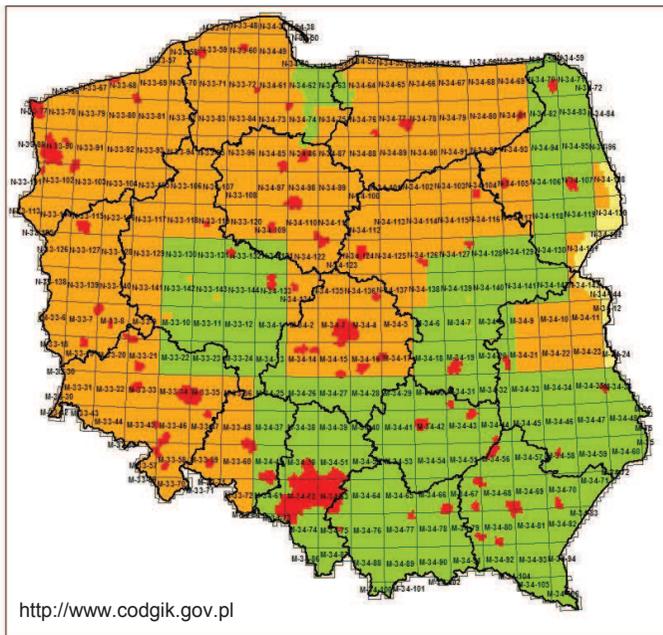
<http://www.codgik.gov.pl>

Terenowa wielkość piksela najnowszych ortofotomap w PZGIK (wrzesień 2013)

**Legenda:**

**PIKSEL**

- 0,10 m
- 0,25 m
- 0,5 m
- 1 m



<http://www.codgik.gov.pl>

Kpyka

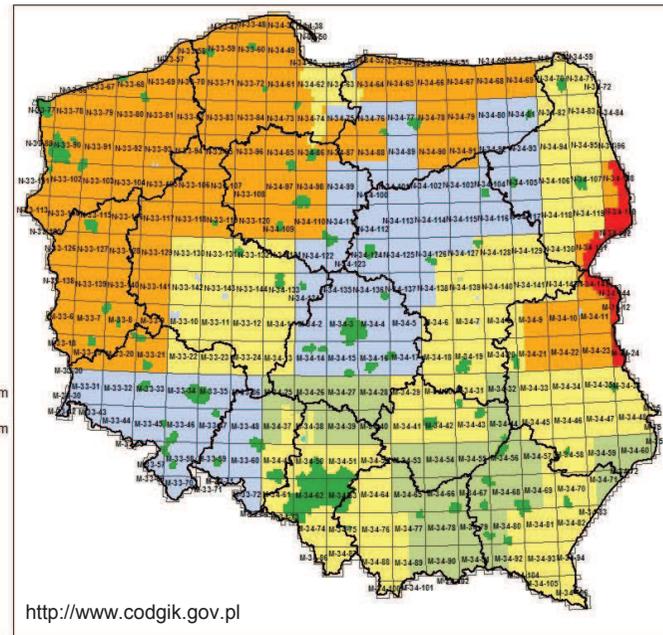
dokładność, standardy orto / 2013 21

Materiał źródłowy najnowszych ortofotomap w PZGIK (wrzesień 2013)

**Legenda:**

**ŹRÓDŁO DANYCH**

- zdj. cyfrowe 0,10 m
- zdj. cyfrowe 0,20-0,25 m
- zdj. cyfrowe 0,35-0,50 m
- sceny satelitarne 1 m
- zdj. analog. 1:14000
- zdj. analog. 1:26000



<http://www.codgik.gov.pl>

Kpyka

dokładność, standardy orto / 2013 22