

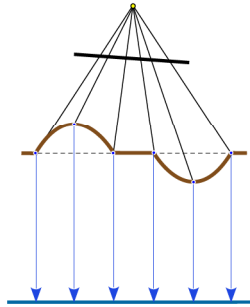
Ortorektifikacja



Ortorektifikacja to przetworzenie zdjęcia w rzucie środkowym do postaci odpowiadającej rzutowi ortogonalnemu.

Do przeprowadzenia ortorektifikacji są potrzebne:

- elementy orientacji wewnętrznej zdjęcia (IO)
- elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia (EO)
- Numeryczny Model Terenu (NMT/DTM) lub Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT/DSM)



Kiedy NMT a kiedy NMPT?

- w „wysokiej” fotogrametrii stosowany jest częściej NMT
- w „niskiej” - NMPT

Wykład omawia:

- skutki stosowania NMT do ortorektifikacji
- przypadki gdy NMT musi być zastawiony przez NMPT
- wpływ błędów NMT i EOZ na dokładność orto

Kpyka

Orto NMT

1

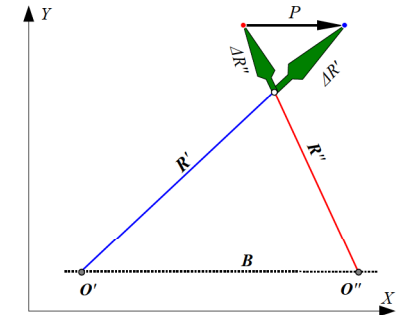
Ortorektifikacja na NMT - problem obiektów wystających



Ortorektifikacja polega na usunięciu zniekształceń geometrycznych obrazów źródłowych w stosunku do obrazu docelowego przedstawionego w rzucie ortogonalnym. 😊

Usunięcie zniekształceń dotyczy tylko tych obiektów które leżą na powierzchni terenu.

Obiekty wystające nad terenem uzyskują poprawne położenie tylko części stykającej się z terenem („przyziemie”), natomiast część wystająca nad terenem odchyła się radialnie od środka* na zewnątrz ortoobrazu.



obiekty wystające nad terenem → „wysokie”

* punkt nadirowy zdjęcia, ma wsp. X,Y jak środek rzutów

Kpyka

Orto NMT

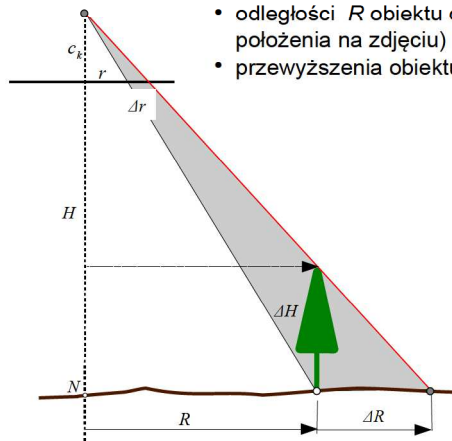
2

Obiekty wystające nad teren



Przesunięcia radialne ΔR obiektów wysokich zależą od:

- odległości R obiektu od punktu nadirowego N (czyli od położenia na zdjęciu)
- przewyższenia obiektu nad terenem ΔH



$$\frac{\Delta R}{\Delta H} = \frac{R}{H - \Delta H}$$

$$\Delta R = \frac{\Delta H R}{H - \Delta H}$$

$$\frac{\Delta R}{\Delta r} = \frac{R}{r} = \frac{H}{c_k}$$

Kpyka

Orto NMT

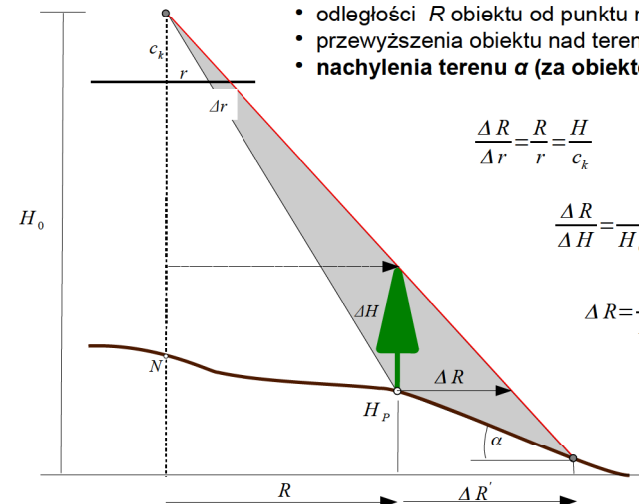
3

Obiekty wystające



Przesunięcia radialne ΔR obiektów wysokich zależą od:

- odległości R obiektu od punktu nadirowego N
- przewyższenia obiektu nad terenem ΔH
- nachylenia terenu α (za obiektem)



$$\frac{\Delta R}{\Delta r} = \frac{R}{r} = \frac{H}{c_k}$$

$$\frac{\Delta R}{\Delta H} = \frac{R}{H_0 - (H_p + \Delta H)}$$

$$\Delta R = \frac{\Delta H R}{H_0 - (H_p + \Delta H)}$$

$$\Delta R' = ?$$

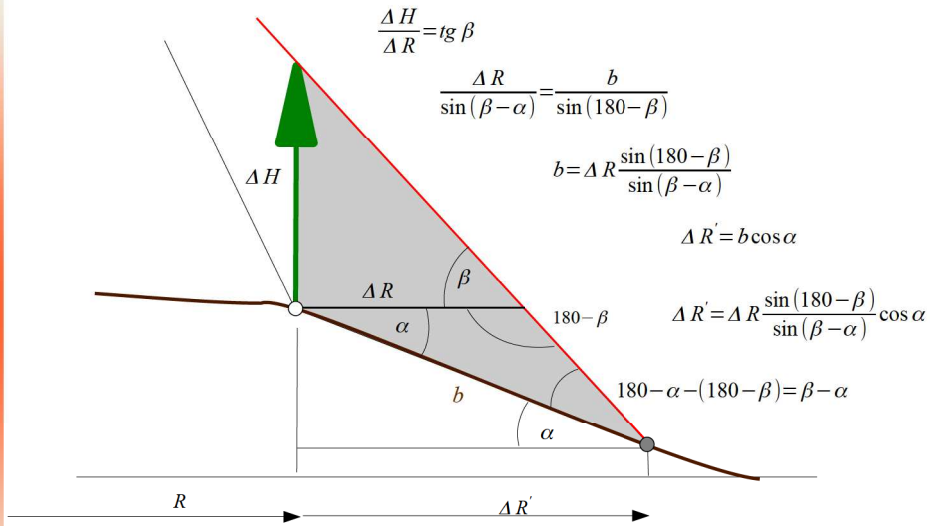
pow. odniesienia = płaszczyzna

Kpyka

Orto NMT

4

Obiekty wystające

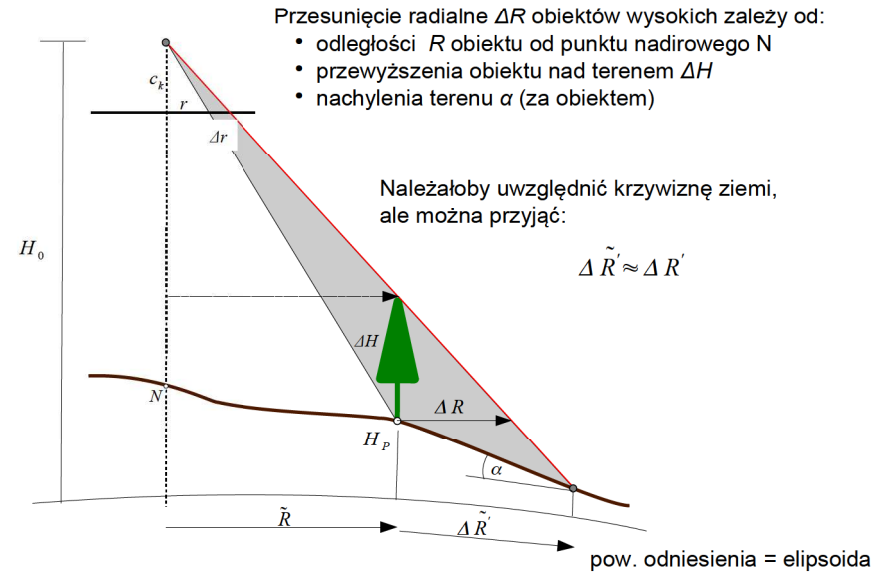


Kpyka

Orto NMT

5

Obiekty wystające



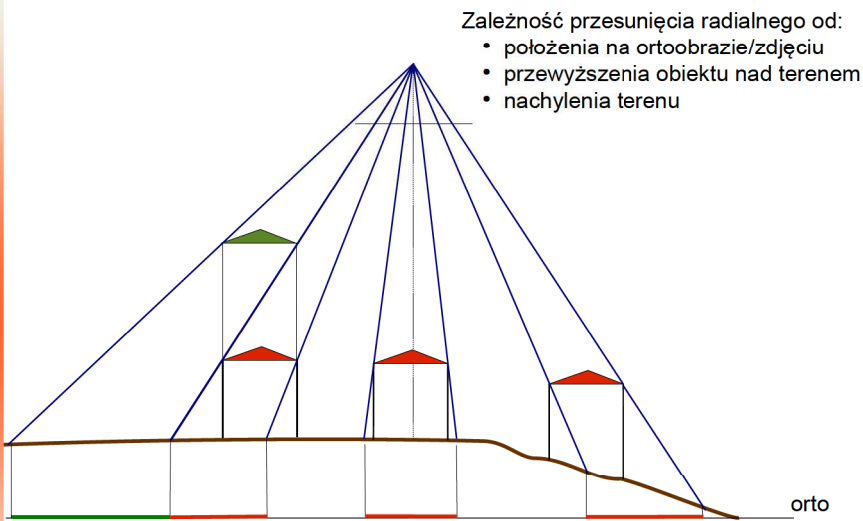
Kpyka

Orto NMT

ΔR

6

Obiekty wystające: budynki, mosty, wiadukty

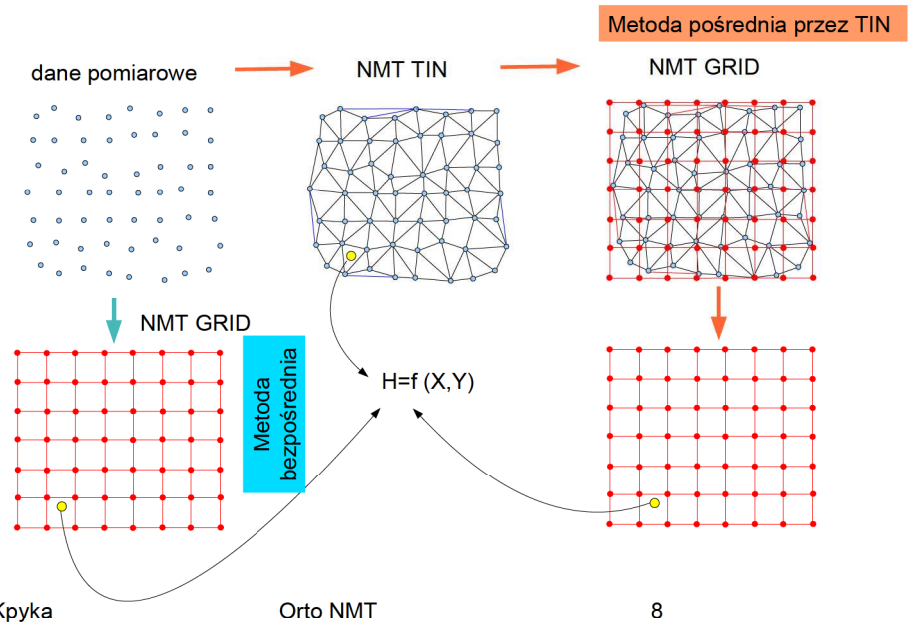


Kpyka

Orto NMT

7

Generowanie modelu GRID z danych NMT



Kpyka

Orto NMT

8

Rodzaj NMT do ortorektyfikacji



Model TIN zachowuje dokładność danych źródłowych. Jest trudniejszy w eksploatacji.

Model GRID zniekształca przebieg linii nieciągłości. Jest łatwy w eksploatacji. Kompromis: gęsty GRID ale otrzymany z TIN.

Budowa NMT dla ortorektyfikacji

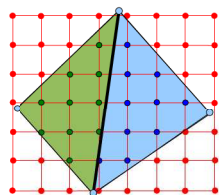
Dane punktowe, liniowe, powierzchniowe

Utworzenia modelu TIN

Interpolacja gęstego modelu GRID dla potrzeb interpolacji (z modelu TIN)

Czyli NMT-orto ma postać GRID ale powinien zostać wyinterpolowany z TIN a nie bezpośrednio ze zbioru danych pomiarowych (linie nieciągłości!!!).

Rozciągnięcie gęstej siatki GRID nad siatką TIN, przy interpolacji wysokości metodą planarną powoduje, że GRID dobrze przybliża stoki przedzielone linią nieciągłości



Linia nieciągłości

Kpyka

Orto NMT

9

Rodzaj NMT do ortorektyfikacji



TIN można wykorzystać jako NMT-orto, ale:

w przypadku za mało dokładnych elementów orientacji powstaje rozmazanie ortobrazu (w czasie resamplingu)

spowalnia to proces obliczeniowy

Przepisy techniczne:

K-2.8: TIN dla dużych a GRID dla małych skal, ponadto GRID zawsze dla terenów równinnych, łagodnie falistych z nieznacznym udziałem elementów antropogenicznych opisywanych przez NMT

Rozporządzenie 2011 i 2020 w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu:

- dane pomiarowe NMT/NMPT – chmura ze skaningu, z fotogrametrii punkty i linie
- NMT/NMPT – siatka 1 m (dla orto z PIX \leq 10 cm)

Kpyka

Orto NMT

10

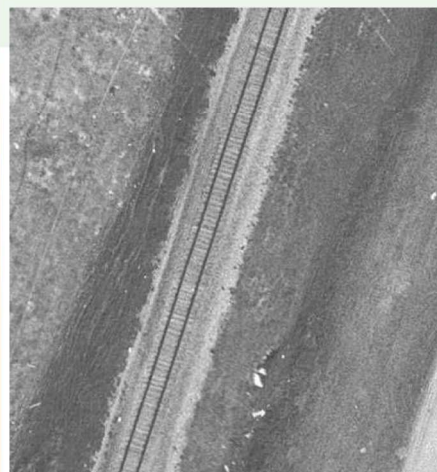
Ortorektyfikacja obiektów wystających



W przypadku mostów, wiaduktów, nadziemnych linii przesyłowych ortorektyfikacja na NMT powoduje artefakty



W takich przypadkach NMT musi być zastąpiony przez model typu NMPT



Orto z modelu TIN lub z gęstego GRID „po TIN-ie”

(model zachowuje linie nieciągłości)



Orto z modelu GRID utworzonego bezpośrednio z danych

Kpyka

Orto NMT

11

Kpyka

Orto NMT

12

Ortorektyfikacja mostów i wiaduktów

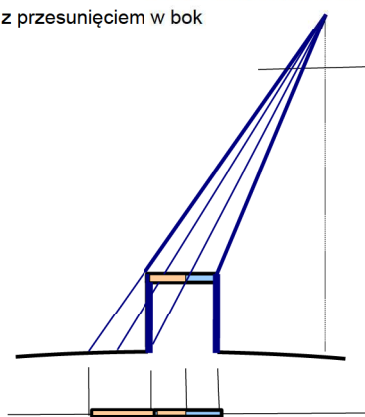
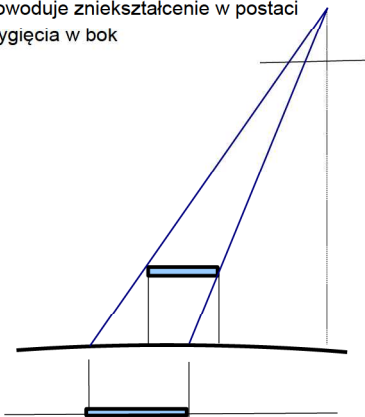


W przypadku mostów i wiaduktów:

ortorektyfikacja na NMT powoduje zniekształcenie w postaci wygięcia w bok

ortorektyfikacja wg NMPT daje dwa efekty:

- pożądany - jezdnia zachowuje przebieg prawidłowy
- niepożądany - część jezdni jest pokazana drugi raz z przesunięciem w bok



Kpyka

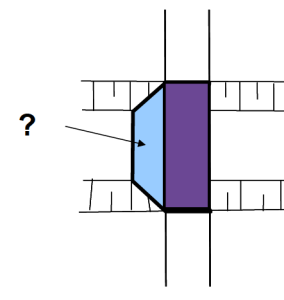
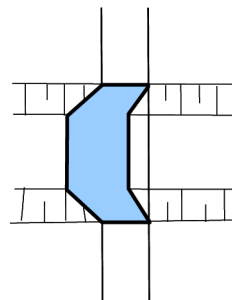
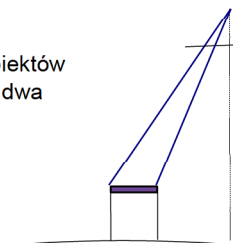
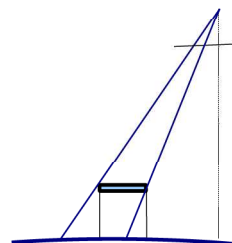
Orto NMT

13

Ortorektyfikacja mostów i wiaduktów



Przetwarzanie obiektów inżynierskich „na dwa modele”



Kpyka

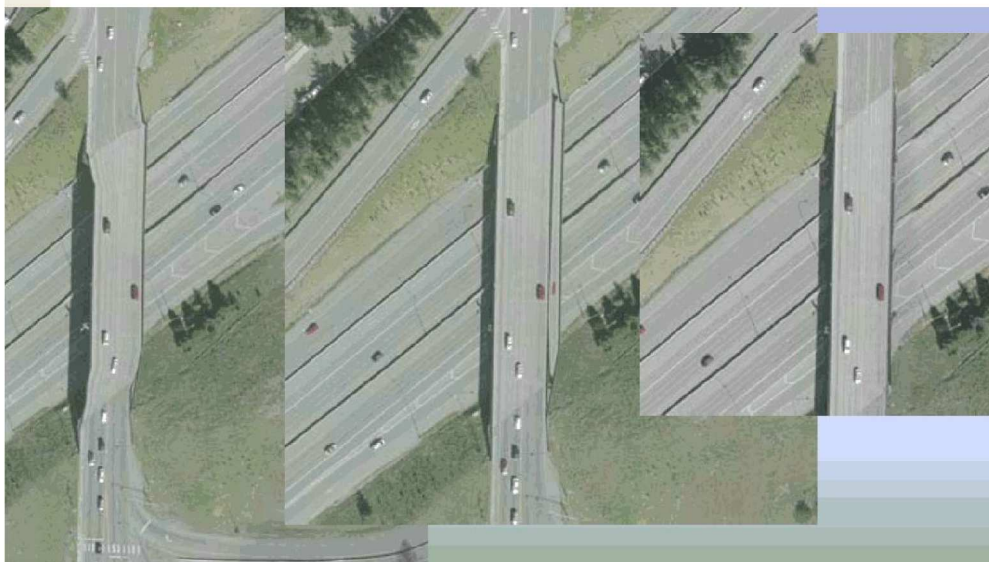
Orto NMT

14

model = teren

model=góra wiaduktu (zdublowanie)

ręczne wstawienie



Kpyka

Orto NMT

15

efekt wykorzystania sztucznej inteligencji

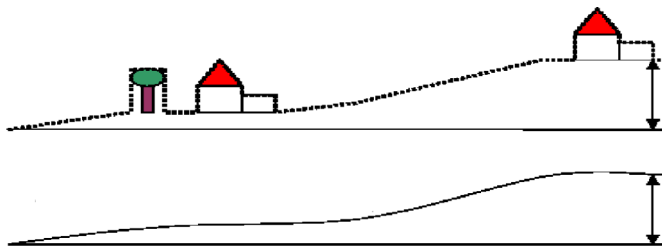


Kpyka

Orto NMT

16

Ortorektyfikacja - NMT, lokalnie NMPT



Zasada: do ortorektyfikacji stosujemy NMT ale są lokalne odstępstwa w których wykorzystuje się NMPT:

- wybrane antropogeniczne elementy pokrycia terenu (mosty, wiadukty, budowle hydrotechniczne)
- potrzebne są wtedy dwa modele czyli NMPT (jezdnie mosty, wiaduktu) i NMT, wykonuje się dwa przetworzenia, następnie montaż

Inne zasady dotyczą opracowania tzw. prawdziwego orto

Kpyka

Orto NMT

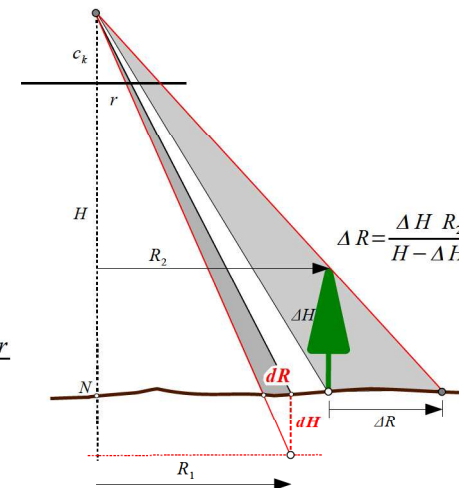
17

Wpływ błędów NMT na błąd orto



Błąd wysokości dH powoduje analogiczne przesunięcie radialne jakie zachodzi dla obiektów wystających nad terenem o ΔH

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

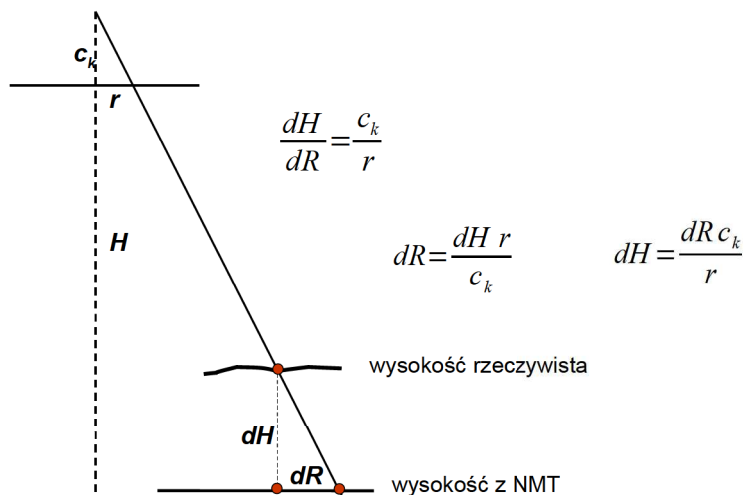


Kpyka

Orto NMT

18

Wpływ błędów NMT na błąd orto



Kpyka

Orto NMT

19

Wpływ błędów NMT na błąd orto



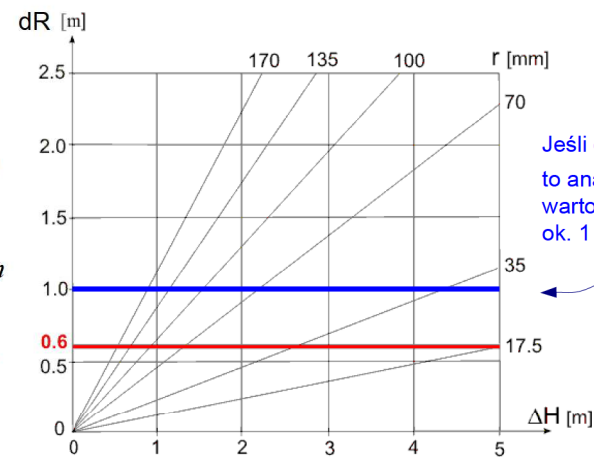
Błąd położenia ortobrazu w funkcji błędu wysokości NMT i promienia radialnego

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

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

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

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



Jeśli $c_k = 100$ mm to analogiczne wartości dR będą ok. 1 m

Kpyka

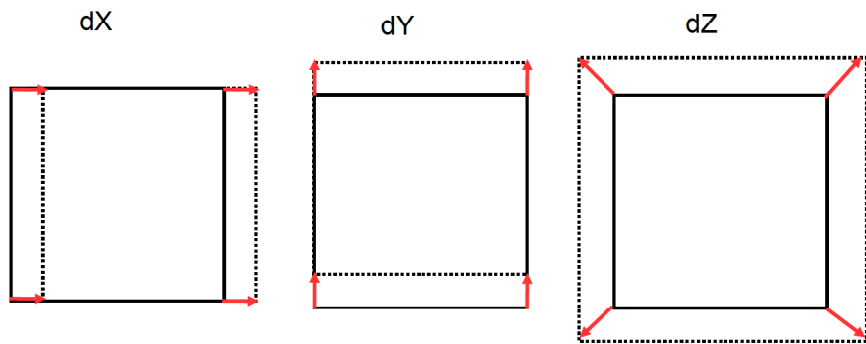
Orto NMT

20

Wpływ błędów EOZ na dokładność orto



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



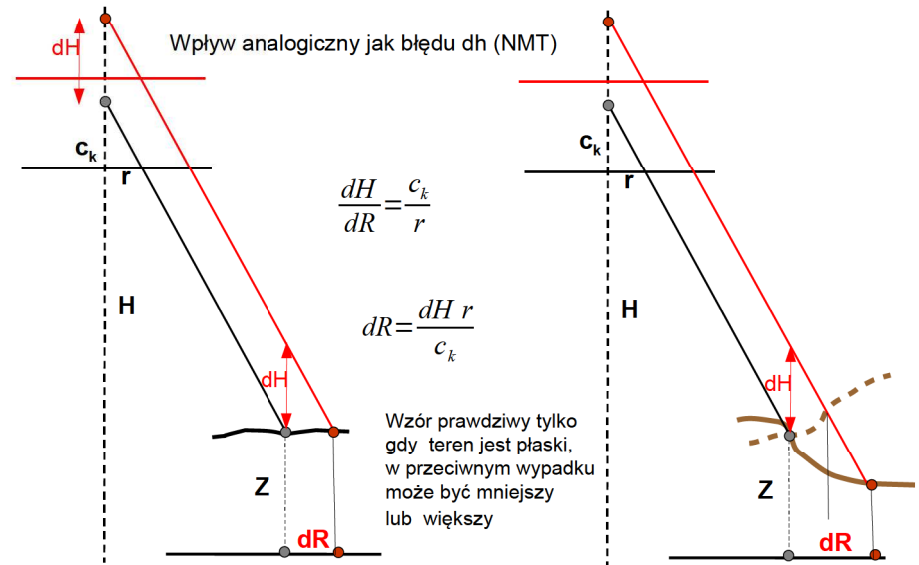
$dX, dY(\text{EOZ}) = dX, dY(\text{orto})$

Kpyka

Orto NMT

21

Wpływ dZ (EOZ) na błąd ortoobrazu



Kpyka

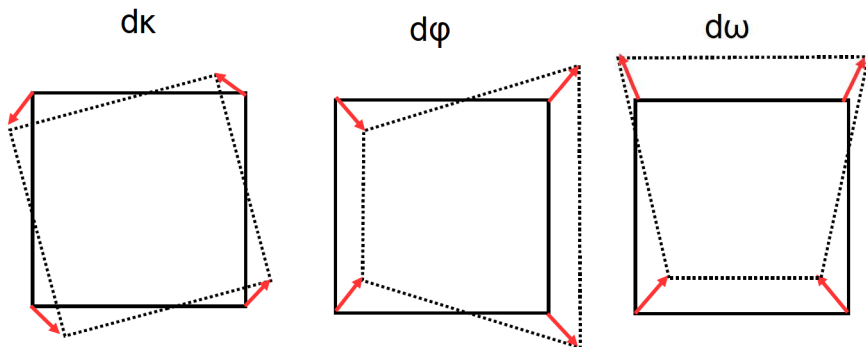
Orto NMT

22

Wpływ błędów EOZ



- błędy elementów kątowych

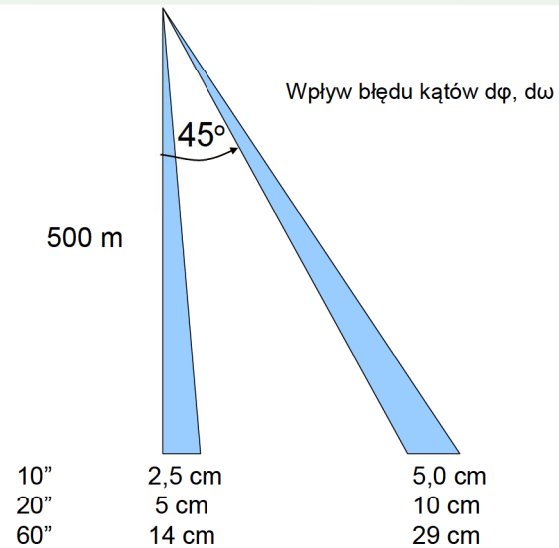


Kpyka

Orto NMT

23

Wpływ błędów EOZ



Kpyka

Orto NMT

24