

Modele 3D jako nowe produkty w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym

Grzegorz Ogórek
Urząd Miasta Ruda Śląska

Wisła – Malinka 2008

Modele 3D miast – plan prezentacji

- ❖ Modele trójwymiarowe – informacje ogólne.
- ❖ Szczegółowość trójwymiarowych modeli miast.
- ❖ Źródła danych do tworzenia modeli 3D.
- ❖ Zastosowania praktyczne.
- ❖ Model 3D miasta Ruda Śląska.

Modele 3D miast – informacje ogólne

- ❖ Realistyczne wizualizacje miast są coraz częściej wykorzystywanym zbiorem informacji w wielu dziedzinach działalności społeczno - gospodarczej człowieka związanych z planowaniem lub rejestracją skutków oddziaływania różnych czynników na otaczającą nas przestrzeń.
- ❖ Do popularyzacji modeli 3D przyczyniło się z pewnością uruchomienie serwisów internetowych takich jak Google Earth czy też Microsoft VirtualEarth, oferujących możliwość darmowego przeglądania danych zarówno dwu- jak i trójwymiarowych.

Modele 3D miast – informacje ogólne



Modele 3D miast – informacje ogólne

- ❖ Co to jest zatem model 3D ?

rysunek wektorowy, którego każdy punkt
posiada określone współrzędne x, y, z

+

tekstury (opcjonalnie)

+

baza danych opisowych (opcjonalnie)

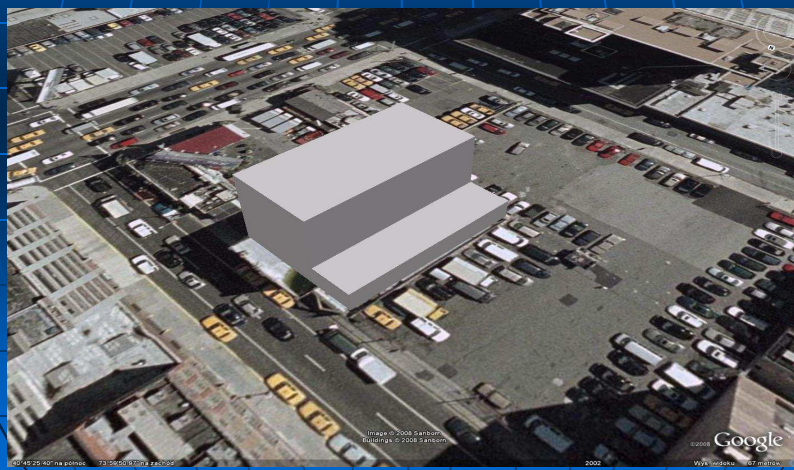
Modele 3D miast – szczegółowość

W zależności od celu w jakim sporządzany jest model możemy
określić stopień szczegółowości opracowania brył budynków:

- ❖ model blokowy budynku,
- ❖ model budynku ze strukturą dachu,
- ❖ model szczegółowy budynku oraz tekstury,

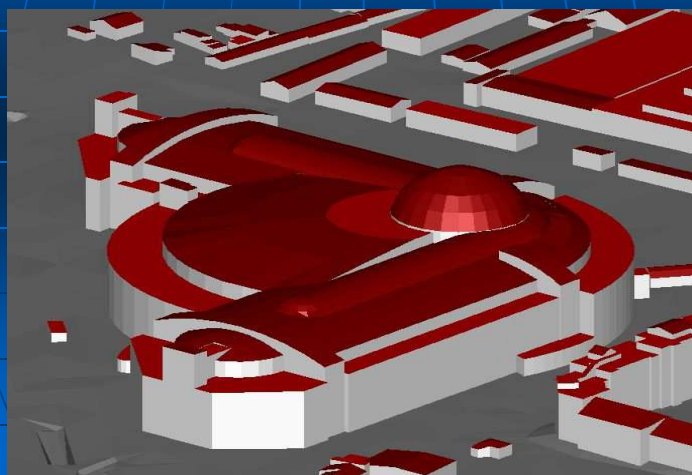
Modele 3D miast – szczegółowość

- ❖ model blokowy budynku:



Modele 3D miast – szczegółowość

- ❖ model budynku ze strukturą dachu:



Modele 3D miast – szczegółowość

- ❖ model szczegółowy budynku oraz tekstura:



Modele 3D miast – źródła danych

Określenie żądanego stopnia szczegółowości modelu pozwala na wybranie źródła danych wysokościowych modelu. Jako źródło danych do stworzenia modelu 3D mogą posłużyć:

- ❖ dane wektorowe i opisowe z ewidencji budynków,
- ❖ stereopary zdjęć satelitarnych (dokładność 1 – 2 metrów),
- ❖ stereopary zdjęć lotniczych (dokładność do 0.2 metra),
- ❖ dane z lotniczego skaningu laserowego (dokładność do 0.2 metra).

Skaning laserowy – zarys technologii

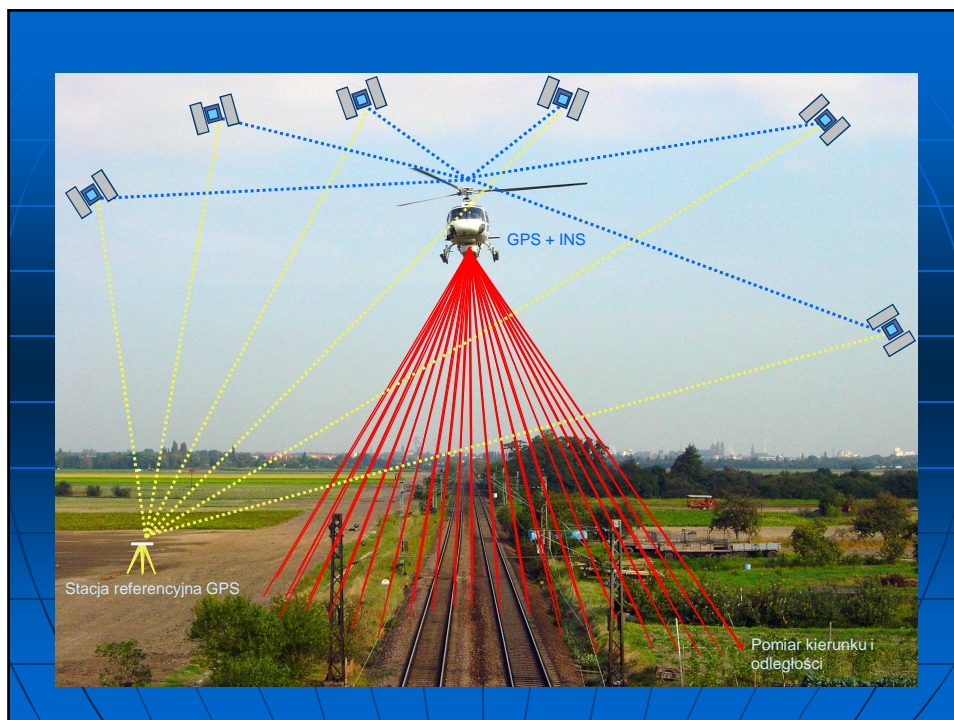
- ❖ Użycie lasera jako instrumentu teledetekcyjnego ma już swoją ponad 40 letnią historię. W latach 60 i 70 przeprowadzono szereg różnych eksperymentów, mających na celu zbadanie możliwości zastosowania laserów w teledetekcji. W latach 80 ubiegłego stulecia, dzięki badaniom NASA, rozwinęła się technologia pomiarów wysokości przy użyciu dalmierzy laserowych. Wzajemny przepływ doświadczeń pomiędzy sektorem naukowym, militarnym i komercyjnym przyczynił się do obserwowanego dziś, dynamicznego rozwoju tej technologii. Lotniczy skaning laserowy, często określany przez akronim LIDAR (*ang. Light Detection and Ranging*) jest stosunkowo nową, dynamicznie rozwijającą się technologią pozyskiwania informacji o powierzchni terenu. LIDAR stanowi optyczny odpowiednik radaru i jest często zastępowany bardziej specyficznym terminem – „altimetria laserowa”.
- ❖ Dla zastosowań wymagających wysokiej gęstości mierzonych punktów, oraz dużej dokładności modeli wysokościowych, LIDAR oferuje unikalne możliwości techniczne, mniejszy koszt prac polowych, zredukowanie czasu prac powykonawczych i pracochłonności w porównaniu do tradycyjnych metod pomiarowych.

Skaning laserowy – zarys technologii

Zasada skaningu laserowego oparta jest na wyznaczeniu odległości od sensora do badanej powierzchni poprzez pomiar czasu pomiędzy wysłaniem a odbiorem pojedynczego impulsu laserowego. W celu określenia położenia oraz orientacji platformy wykorzystywany jest system pozycyjny i nawigacyjny oparty na Globalnym Systemie Pozycyjnym – GPS i Inercyjnym Systemie Nawigacyjnym – INS. Technologia ta może być stosowana w wieloraki sposób :

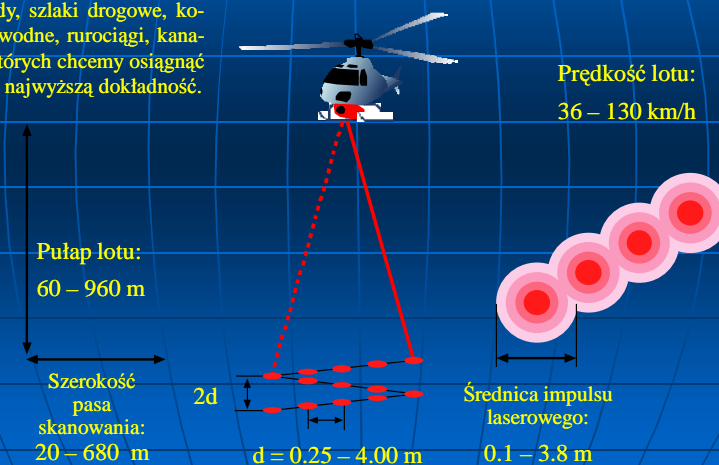
- z wysokiego pułapu lotniczego na dużych obszarach,
- z pokładu śmigłowca, rejestrując jednorazowo mniejszy obszar lecz z większą dokładnością,
- ze stacjonarnych stanowisk naziemnych,
- z mobilnych platform zamontowanych w pojazdach kołowych lub szynowych

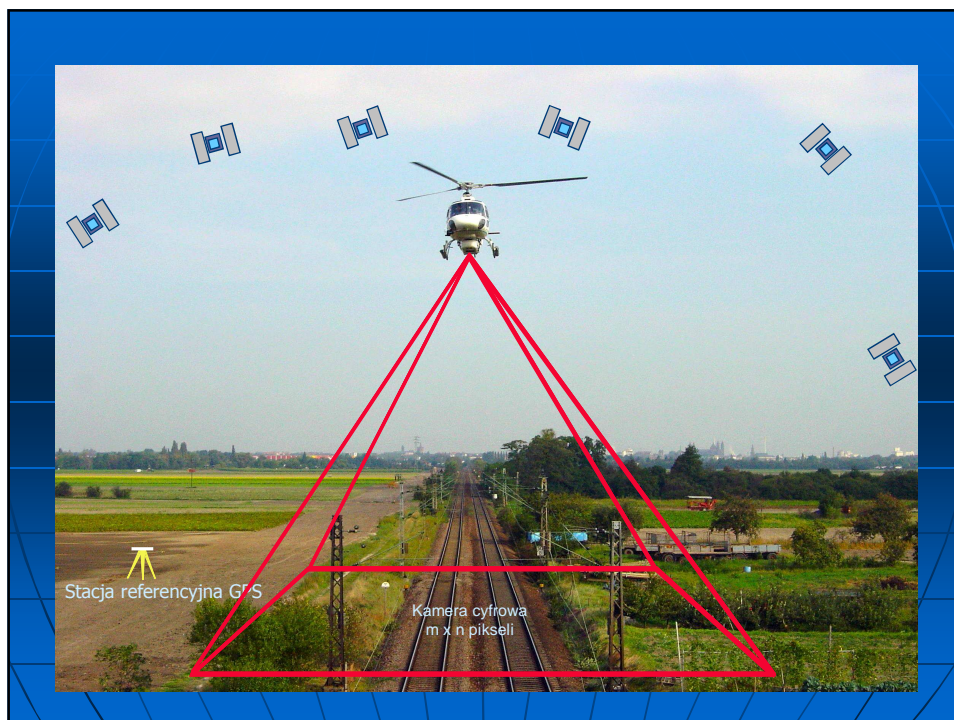
Impuls laserowy poprzez optyczny układ skanujący kierowany jest w płaszczyźnie prostopadłej do trajektorii lotu. Połączenie danych pozyskanych z dalmierza laserowego oraz GPS i INS pozwala na wygenerowanie trójwymiarowej, gęstej chmury punktów o znanych współrzędnych terenowych – X, Y, Z.



PRZYKŁADOWE PARAMETRY SYSTEMU SKANUJĄCEGO (na przykładzie systemu TopEye AG)

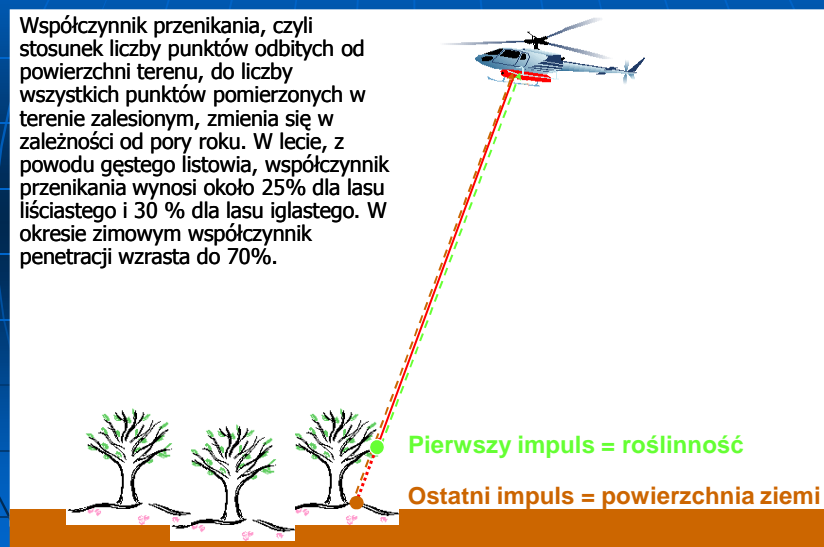
System rejestracji z pokładu śmigłowca idealnie nadaje się do rejestracji obiektów liniowych (autostrady, szlaki drogowe, kolejowe i wodne, rurociągi, kanały), dla których chcemy osiągnąć możliwie najwyższą dokładność.



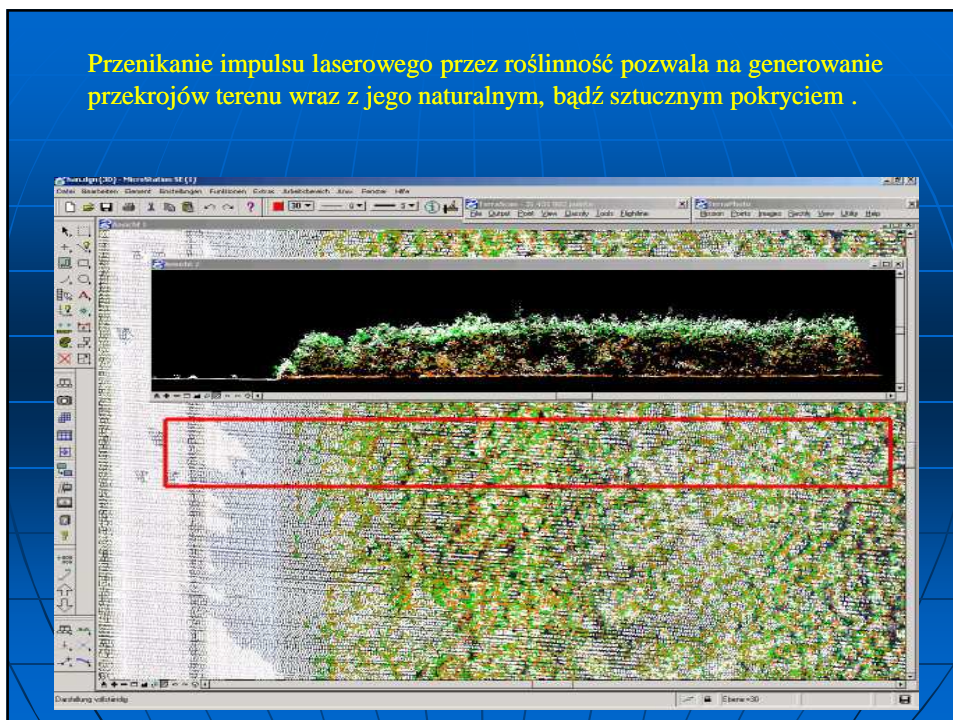


Bardzo ważną cechą technologii skaningu laserowego jest możliwość rejestracji kilku odbić pojedynczego impulsu. Zazwyczaj systemy laserowe posiadają zdolność rejestracji pierwszego i ostatniego odbicia, ale istnieją już komercyjne systemy rejestrujące do 7 odbić.

Współczynnik przenikania, czyli stosunek liczby punktów odbitych od powierzchni terenu, do liczby wszystkich punktów pomierzonych w terenie zalesionym, zmienia się w zależności od pory roku. W lecie, z powodu gęstego listowia, współczynnik przenikania wynosi około 25% dla lasu liściastego i 30 % dla lasu iglastego. W okresie zimowym współczynnik penetracji wzrasta do 70%.



Przenikanie impulsu laserowego przez roślinność pozwala na generowanie przekrojów terenu wraz z jego naturalnym, bądź sztucznym pokryciem .



Skaning laserowy – dokładności

Dokładność wysokościowa pozyskiwanych danych jest uzależniona od wielu czynników (głównie wysokości lotu). Dla większości systemów nie spada ona poniżej:

± 15cm – 20 cm dokładności bezwzględnej

Przykładowo dla systemu TopEye i pułapu śmigłowcowego 200 m uzyskuje się dokładności:

± 10 cm dokładność bezwzględna,

± 1 cm dokładność pomiędzy sąsiadującymi punktami.

Skaning laserowy – analiza danych

Pomiar laserowy dostarcza informacji w postaci trójwymiarowej „chmury punktów”, nieregularnie próbkowanych, zawierających informację zarówno o powierzchni topograficznej jak również o pokryciu badanego terenu (budynki, roślinność).

Dzięki zastosowaniu specjalistycznego oprogramowania możliwe jest przetworzenie oraz klasyfikacja danych. Aplikacje przeznaczone do obróbki danych ze skaningu laserowego pozwalają na jednoczesną obróbkę milionów punktów i są zoptymalizowane pod względem wydajności.

Najważniejszym zadaniem tego typu aplikacji jest tzw. klasyfikacja danych, czyli oddzielanie punktów charakteryzujących powierzchnię ziemi od punktów obrazujących obiekty pokrycia terenu. Dane ze skaningu laserowego posiadają również informację o natężeniu zebranego odbicia dla każdego punktu, co pozwala na klasyfikację zbliżoną do klasyfikacji tradycyjnych danych teledetekcyjnych.

Podczas zbierania danych, skaner rejestruje również informacje o intensywności impulsów powrotnych. Taki zbiór danych tworzy obraz porównywalny z fotografią czarno – białą.



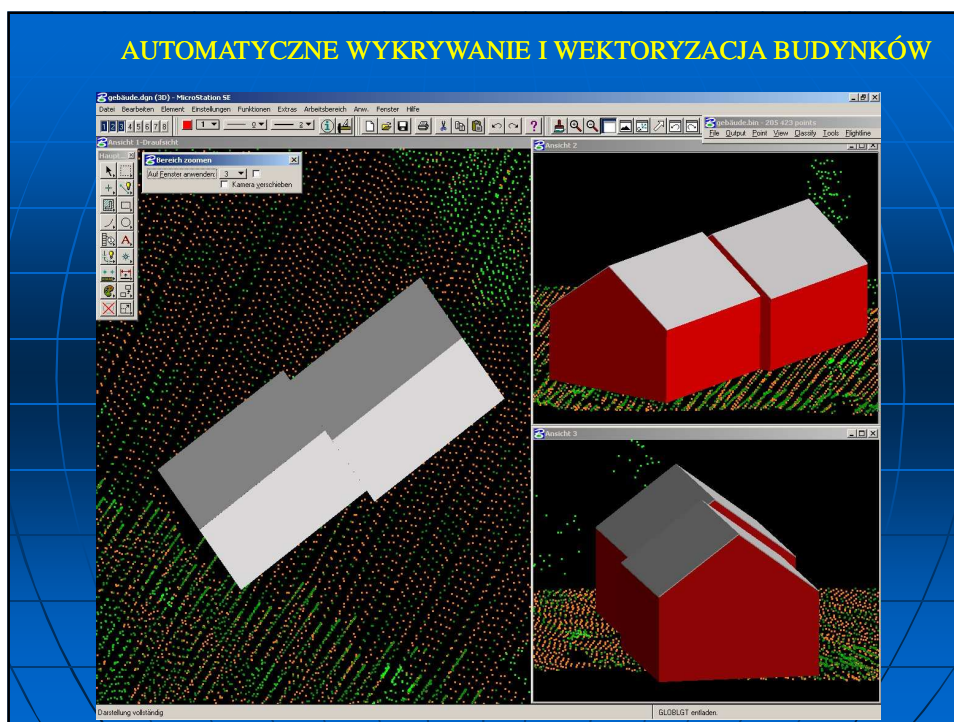
Impuls lasera ulega częściowemu rozproszeniu na powierzchni terenu. Wielkość rozproszenia jest zależna od właściwości badanej powierzchni. Zdolność odbicia wynosi ok. :

- 10 – 20 % dla piasku
- 30 – 50 % dla roślinności
- 50 – 80 % dla śniegu i lodu

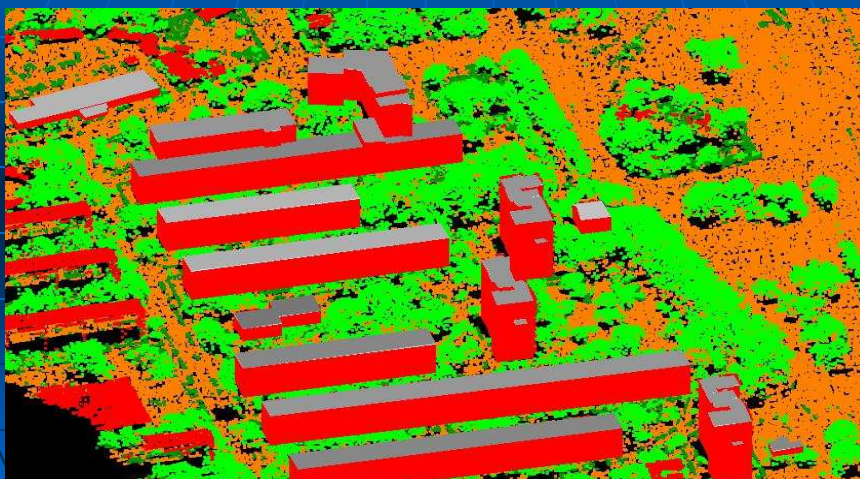
Skaning laserowy – modelowanie

Przy wysokiej częstotliwości skanowania rozkład punktów laserowych pozwala na określenie położenia budynków i ich wizualizacji.

Oprogramowanie do obróbki danych pozwala również na automatyczną wektoryzację obiektów. W praktyce umożliwia to m.in. automatyczne wykonywanie trójwymiarowych modeli budynków i innych struktur pokrycia terenu.



Trójwymiarowy model przestrzennego zagospodarowania terenu:



ZALETY I OGRANICZENIA TECHNOLOGII LIDAR

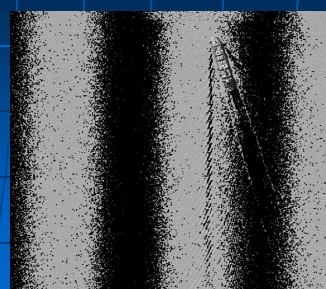
Zalety:

- ✦ niezależność od warunków oświetleniowych (możliwość rejestracji danych nawet nocą),
- ✦ znaczna niezależność od warunków pogodowych – rejestracja tą techniką jest możliwa przy prawie każdej pogodzie,
- ✦ bardzo wysoka dokładność wysokościowa danych pomiarowych,
- ✦ duża szybkość zbierania danych (np. 80 km. linii kolejowej w czasie 2 godzin),
- ✦ krótki czas uzyskania produktu końcowego i relatywnie niski koszt,
- ✦ dostarczanie ogromnej ilości informacji o terenie,
- ✦ łatwa integracja danych z GIS.



Ograniczenia:

- ✦ pochłanianie impulsów lasera przez niektóre powierzchnie (wodę, asfalt, smołę),
- ✦ pochłanianie impulsów lasera przez gęste chmury i mgłę,
- ✦ duża objętość zbiorów danych.



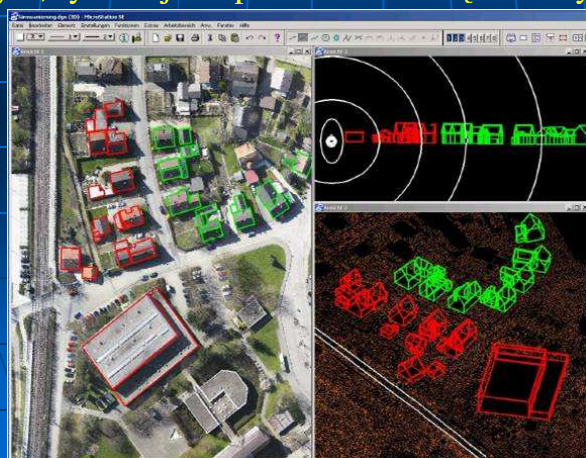
Modele 3D miast – zastosowania

- ❖ planowanie przestrzenne (symulacja różnych sposobów zagospodarowania terenu, kształtowanie zabudowy, projektowanie nowych inwestycji),



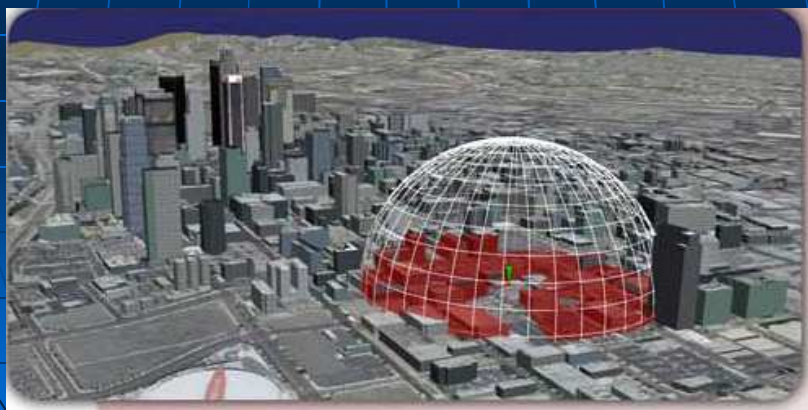
Modele 3D miast – zastosowania

- ❖ ochrona środowiska (mapy akustyczne, planowanie stref ochronnych, symulacja rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń),



Modele 3D miast – zastosowania

- ❖ zarządzanie kryzysowe (symulacja stanów powodziowych, organizacja akcji ratunkowych życia i mienia, wsparcie w planowaniu i organizacji akcji antyterrorystycznych),



Modele 3D miast – zastosowania

- ❖ marketing i promocja miasta (wizualizacja miasta na stronie internetowej, wirtualne wycieczki po mieście, prezentacja interesujących miejsc).



Model 3D miasta Ruda Śląska

- ❖ W roku 2006 wykonano dla całego obszaru miasta Ruda Śląska (7780 ha) cyfrową ortofotomapę o rozdzielczości terenowej (wielkości pixela) ok. 10 cm. na bazie zdjęć lotniczych wykonanych późną jesienią 2005 roku.
- ❖ W czasie wykonywania zdjęć dokonano również skanowania laserowego terenu całego miasta za pomocą systemu skaningowego firmy TopEye AG. Skanowanie oraz zdjęcia fotogrametryczne wykonywano z wysokości ok. 350 m. nad powierzchnią terenu.
- ❖ Nawiązanie pomiaru – 5 punktów GPS, wyrównanie w oparciu o sieć ASG-PL.
- ❖ Dokładność wysokościowa punktów pozyskanych laserową – ok. 10 cm.
- ❖ Zagęszczenie punktów na mierzonym terenie wyniosło średnio 4 – 6 punktów na metr kwadratowy.

Wirtualny spacer po Rudzie Śląskiej

