

# Naziemny skaning laserowy w planowaniu przestrzennym

Modele 3D miejskiej zabudowy coraz częściej znajdują zastosowanie w planowaniu przestrzennym, stanowiąc wiarygodne uzupełnienie tradycyjnych map. Aktualnie istnieje wiele narzędzi pozyskiwania danych 3D. Wśród nich na szczególną uwagę zasługuje **naziemny skaning laserowy**. Chmury punktów pozyskane tą metodą obrazują istniejące obiekty z milimetrową dokładnością, dostarczając dokładnej informacji przestrzennej dla nowoczesnego planowania przestrzennego 3D.

W ostatnich latach zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej coraz częściej podejmowana jest tematyka GIS 3D w kontekście jego wykorzystania dla celów gospodarki przestrzennej. Przeważająca część opracowań bazuje na modelach 3D istniejącej zabudowy, utworzonych na podstawie danych z lotniczego skaningu laserowego. **Naziemny skaning laserowy charakteryzuje się większą dokładnością**, a także niższym kosztem pozyskania danych. Można go z powodzeniem wykorzystywać do rejestracji terenów zurbanizowanych o mniejszej powierzchni lub pojedynczych obiektów. Dostępne na rynku oprogramowanie umożliwia przetwarzanie chmur punktów do formatów typu CAD. Tak zapisane dane mogą następnie być wykorzystywane w analizach przestrzennych prowadzonych w środowisku GIS. Na podstawie modeli 3D istniejących obiektów możliwe jest projektowanie nowych obiektów, a ich rzeczywistą wizualizację da się wykorzystać do weryfikacji zamierzeń planistycznych.

## Naziemny skaning laserowy – pozyskiwanie danych

Każdy pomiar, również pomiar naziemnym skanerem laserowym, należy dokładnie zaplanować. Podczas prac przygotowawczych

warto przeprowadzić wywiad terenowy pod kątem stopnia zainwestowania terenu czy charakteru zabudowy. **Naziemny skaning laserowy jest pomiarem szybkim**, zapewniającym dużą dokładność pozyskanych danych, ale tylko w przypadku, gdy zostanie prawidłowo wykonany. Na podstawie wywiadu terenowego oraz po określeniu celu wykonania pomiaru należy dobrać odpowiedni skaner laserowy – impulsowy lub fazowy. Skanery impulsowe charakteryzują się mniejszą dokładnością, ale większym zasięgiem pracy, natomiast skanery fazowe pozwalają na bardzo precyzyjny pomiar, co może mieć istotne znaczenie przy skanowaniu detali architektonicznych. Inną kwestią jest właściwe rozplanowanie liczby i położenia stanowisk pomiarowych oraz tarcz celowniczych, tak by chmura punktów po post-processingu danych obejmowała cały opracowywany obszar. Warto również uwzględnić materiały (tekstura, kolor), jakie występują na powierzchni obiektów, gdyż są one źródłem błędów, bezpośrednio wpływających na dokładność pomiaru.

## **Naziemny skaning laserowy – przetwarzanie chmur punktów**

Przetwarzanie danych polega na orientacji, czyszczeniu oraz unifikacji chmur punktów. Orientacja ma na celu połączenie w jedną chmurę pojedynczych chmur punktów uzyskanych z poszczególnych stanowisk pomiarowych, wykorzystując odwzorowanie tych samych tarcz celowniczych lub punktów naturalnych, zeskanowanych z różnych stanowisk. Zorientowaną chmurę punktów należy wyczyścić z szumu pomiarowego, a następnie zunifikować poprzez określenie średniej odległości pomiędzy punktami w chmurze punktów.



Rys. 1. Po lewej: zdjęcie fotograficzne ratusza w Zabierzowie, po prawej: chmura punktów ratusza w Zabierzowie

## Chmury punktów dla potrzeb planowania przestrzennego

Przetworzone chmury punktów, dzięki szczegółowości, mogą być bezpośrednio wykorzystywane jako forma wizualizacji przestrzeni. Podczas prac projektowych służą one jednocześnie do precyzyjnego wyznaczania miar wybranych elementów budynków, co nie jest możliwe w przypadku korzystania z tradycyjnych map. Dane z naziemnego skaningu laserowego wykazują również dużą przewagę nad danymi ze skaningu lotniczego w kontekście budowania modeli 3D zabudowy miejskiej. Lotniczy skaningu laserowy, w przeciwieństwie do skaningu naziemnego, dostarcza jedynie informacji o dachach budynków, a modele budowane na podstawie tego rodzaju danych posiadają zgeneralizowany kształt. Ponadto dane lotnicze nie są aktualnie dostępne dla obszaru całego kraju, a dla większości powierzchni gęstość chmury wynosi jedynie 4 pkt/m<sup>2</sup>. Modelowanie 3D zabudowy miejskiej wymaga zatem pozyskiwania dokładniejszych danych, które może dostarczać **naziemny skaningu laserowy**.

Do przetwarzania danych z naziemnego skaningu laserowego może być wykorzystany program [ArcGIS](#). Udostępnia on szeroki wachlarz narzędzi do pracy z danymi 3D zapisanymi w postaci zbioru lasdataset lub shapefile. Lasdataset dedykowany jest jednak dla danych ze skaningu lotniczego, dlatego aby

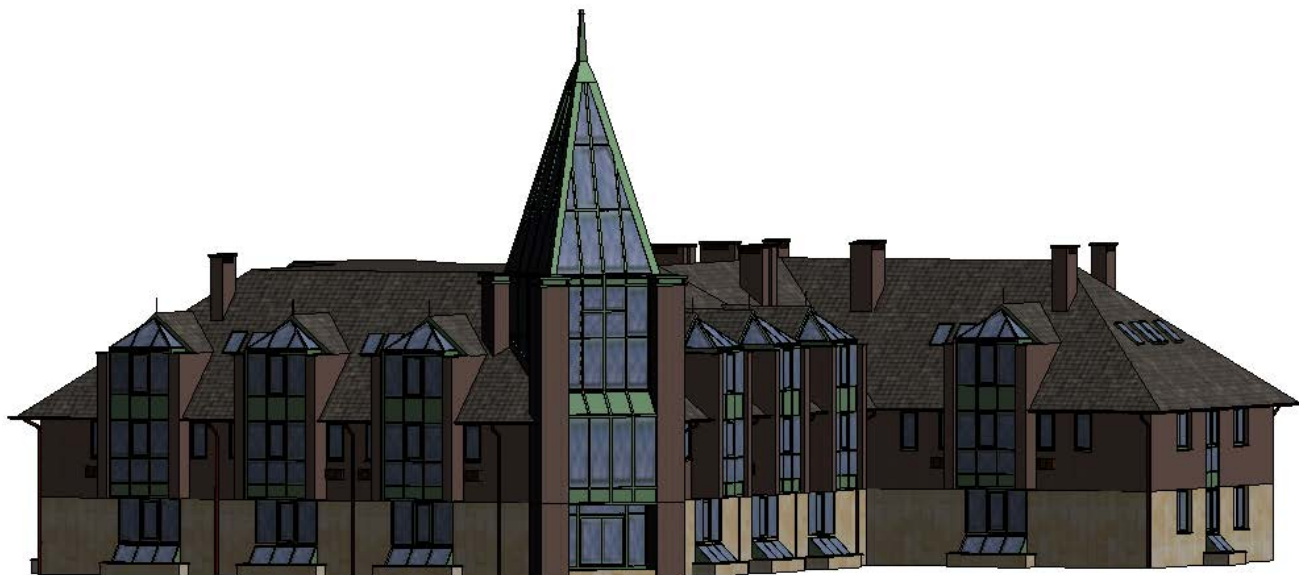
wykorzystać chmury z naziemnego skaningu laserowego, należy je przetworzyć na modele 3D, co spowoduje zmniejszenie rozmiaru danych oraz umożliwi import do programu ArcGIS. W poniższej tabeli zaprezentowano jeden z możliwych sposobów konwersji formatów danych, poczynając od surowych chmur punktów zapisanych w formacie skanera zfs, kończąc na modelach 3D zapisanych w formacie shapefile.

Program	Import		Eksport	
	rodzaj danych	format danych	rodzaj danych	format danych
Leica Cyclone	chmura punktów	zfs	chmura punktów	pts
Microstation	chmura punktów	pts	model 3D	vrml
Arcgis	model 3D	vrml	model 3D	shapefile

## Modele 3D dla potrzeb planowania przestrzennego

Modelowanie 3D na podstawie chmur punktów z naziemnego skaningu laserowego zapewnia dokładność modelu rzędu kilku centymetrów. Obecnie jest to najdokładniejsza metoda pozyskiwania modeli istniejącej zabudowy, która z powodzeniem może być wykorzystywana w planowaniu przestrzennym. Możliwość integracji danych 2D z danymi 3D w programie ArcGIS znacząco poszerza dotychczasowe możliwości [analiz przestrzennych](#). Korzystając z funkcji rozszerzenia 3D Analyst, da się m.in. określić, w jaki sposób projektowana zabudowa ogranicza widoczność z budynków istniejących (funkcja *Intervisibility*). Ponadto funkcja *Sun Shadow Volume* pozwala na wyznaczenie cienia, jaki tworzy projektowana zabudowa w stosunku do zabudowy istniejącej. Te informacje mogą być bardzo pomocne przy ustalaniu parametrów przyszłej zabudowy, a zwłaszcza przy określaniu maksymalnej wysokości. Na etapie projektowania miejsc widokowych w przestrzeni publicznej pomocna może być również funkcja *Skyline*, za pomocą której wyznaczana jest tzw. sylwetka zabudowy na tle nieba. Ponadto dokładne wizualizacje

3D scenariuszy planistycznych, wraz ze skutkami ich wdrożenia, mogą być wykorzystywane podczas konsultacji społecznych, przyczyniając się do wzrostu partycypacji społecznej w procesie planowania przestrzennego.



Rys. 2 Model 3D ratusza w Zabierzowie