

Jak nie „zakurzyć” danych 3D? Praktyczne wykorzystanie GIS w trzech wymiarach.

Kilka słów wstępu

Jeszcze kilka, kilkanaście lat temu GIS kojarzył się głównie z mapami 2D – płaskimi, kartograficznymi wizualizacjami, które świetnie sprawdzały się w analizach przestrzennych. Częstym składnikiem takich systemów była ortofotomapa. Czas i technologia jednak pędzą do przodu i dziś wiele miast zamawia zobrazowania nie tylko pionowe, ale i zdjęcia ukośne, skanowanie LiDAR, tworzy teksturowane modele 3D (*modele siatkowe 3D, 3D mesh*). Najnowszym produktem 3D, znakomicie pokazującym nawet drobne obiekty, jest wizualizacja Gaussian Splats.



Możliwości odwzorowania otaczającego nas świata jest wiele i są coraz bardziej dostępne, a pomimo tego... te dane często lądują w cyfrowych archiwach i „pokrywają się cyfrowym kurzem”.

Czasem służą do uruchomienia nowych warstw w przeglądarkach map, czy wygenerowania efektownych wizualizacji, ale rzadko zdarza się, żeby ich potencjał był w pełni wykorzystywany. Tymczasem świat GIS przechodzi, a właściwie przeszedł już do trzech wymiarów. Co więcej, nawet jeżeli we własnych zasobach nie posiadamy modeli 3D (stanowiących podkład dla pozostałych elementów tworzących system GIS), gotowe trójwymiarowe mapy bazowe, dostarczane przez Esri, aż proszą się o wykorzystanie w codziennej pracy.

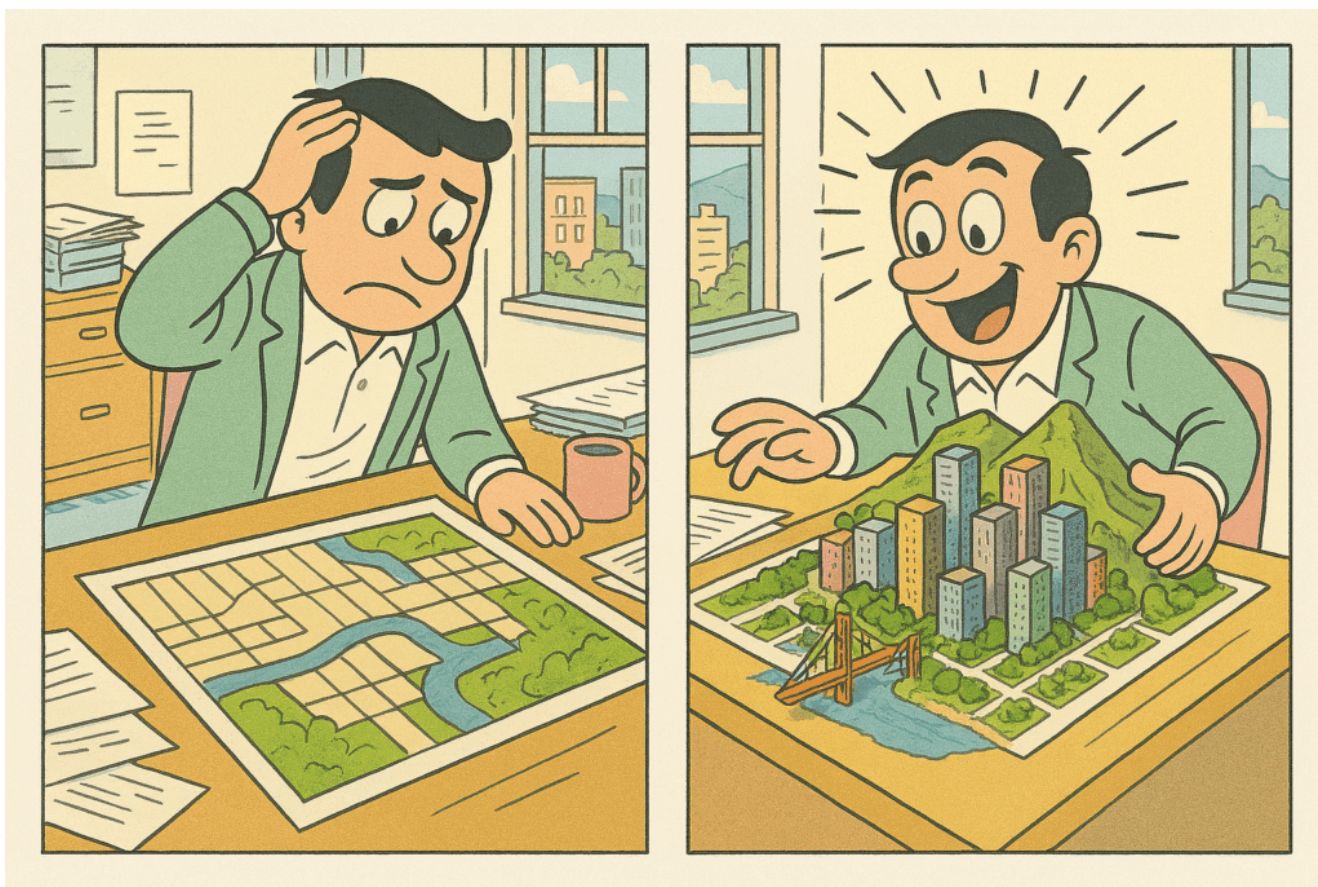
Dlaczego 3D?

Wizualizacja 3D to nie tylko „efekt wow” podczas prezentacji. To przede wszystkim nowe możliwości analiz przestrzennych. Środowisko 3D otwiera zupełnie nowe możliwości interpretacji i wykorzystania danych, które w klasycznym podejściu 2D są bardzo ograniczone, a często po prostu niedostępne. Modele trójwymiarowe pozwalają na bardziej realistyczne odwzorowanie rzeczywistości, uwzględniając m.in.: wysokość, objętość, relacje przestrzenne oraz interakcje pomiędzy obiektami, które w analizie „płaskiej” są często pomijane.

Przykładem takiej analizy może być analiza zacielenia otoczenia przez nowo planowaną inwestycję. Wykorzystanie modelu 3D pozwala między innymi na:

- symulację rzeczywistego zacielenia w różnych porach dnia i roku,
- ocenę wpływu nowego obiektu na dostęp do światła słonecznego w istniejących budynkach,
- identyfikację miejsc, gdzie zacielenie przekracza

dopuszczalne normy.



Co więcej, wykorzystując wsparcie narzędzi AI, możemy pójść o krok dalej. Używając modeli Deep Learning do analizy siatek 3D, możliwe jest automatyczne wykrycie i obrysowanie okien w istniejących budynkach. Następnie, na podstawie modelu 3D nowego obiektu, możemy:

- przeprowadzić precyzyjną analizę zacienienia dla każdego okna osobno,
- określić, które mieszkania i w jakim stopniu stracą dostęp do światła dziennego,
- przygotować raporty dla wspólnot mieszkaniowych lub władz miasta, wspierające proces konsultacji społecznych.

Analiza zacielenia przez nowoprojektowany obiekt.



Zacznijmy od ortofotomapy...



... przejdźmy na oteksturowany model siatkowy 3D Mesh...



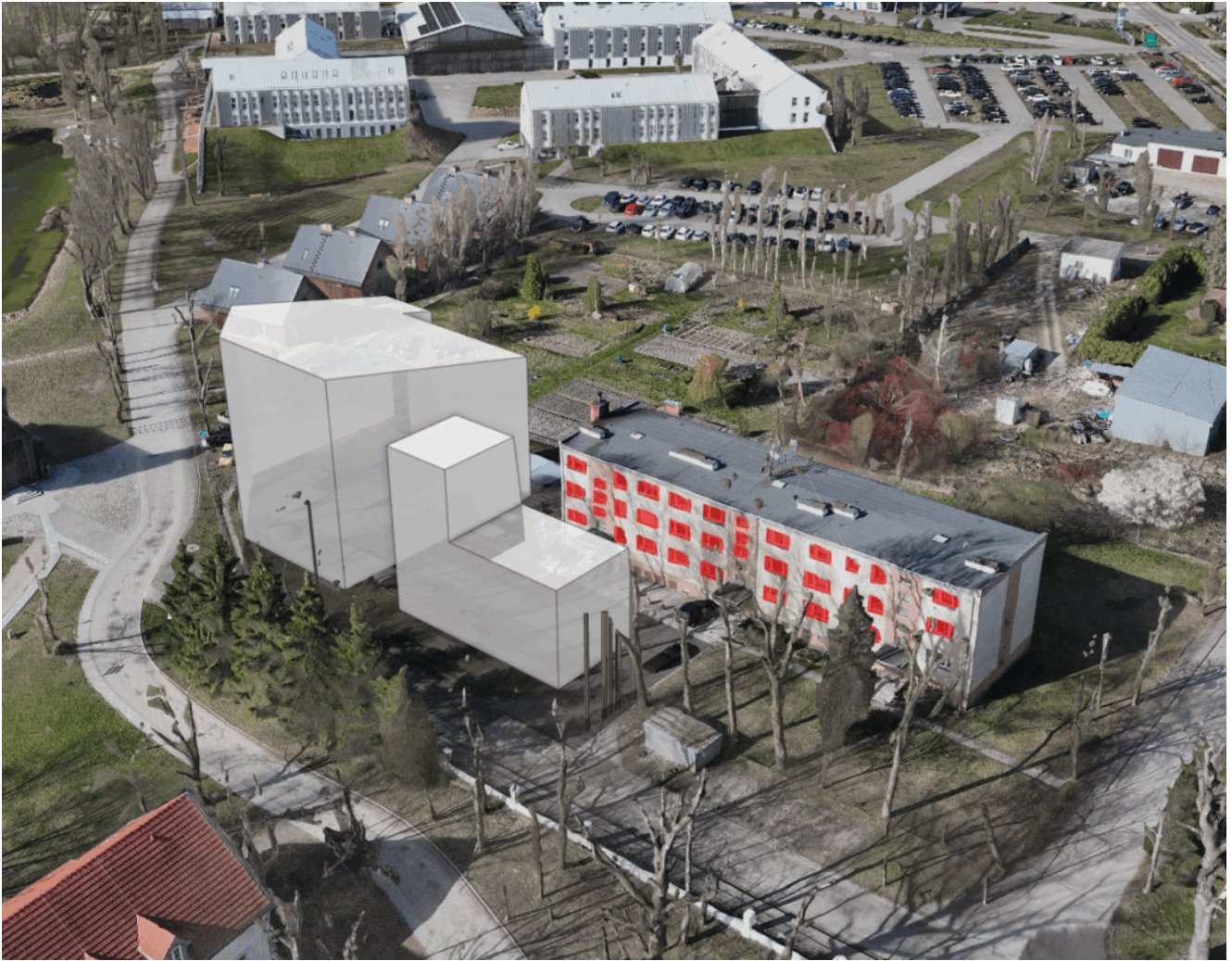
... spójrzmy na badany obszar pod innym kątem...



... oznaczmy teren, gdzie powstanie nowy obiekt...



... wykorzystując model DeepLearning zidentyfikujemy okna w istniejącym budynku...



... dodajmy lub zbudujmy model nowego obiektu...



... i przeanalizujemy „wędrowkę cienia” i jego wpływ na zacienienie poszczególnych okien istniejącego budynku.

- **Okna różowe** – zacienienie dwukrotne
- **Okna czerwone** – bez zacienienia
- **Okna żółte** – zacienienie jednorazowe

Takie podejście jest niemożliwe w analizie 2D, gdzie okna są jedynie punktami lub liniami na rzucie, bez informacji o ich rzeczywistej lokalizacji w przestrzeni i ekspozycji na światło.

To oczywiście tylko jeden z przykładów wykorzystania analiz 3D. W rzeczywistości dzięki włączeniu „trzeciego wymiaru” pojawiają się nowe możliwości badania przestrzeni i wyciągania nowych wniosków.

Skąd wziąć i jak wykorzystać dane 3D?

Własne dane to cenny, ale i bardzo zróżnicowany zasób. Podstawową rolą systemu GIS nie jest jednak pozyskiwanie, czy tworzenie nowych danych, a zarządzanie, integracja, analizowanie i udostępnianie danych już istniejących.

W systemie ArcGIS obecne są narzędzia i moduły umożliwiające generowanie nowych produktów (np. na podstawie danych ze skaningu laserowego *LiDAR* czy danych fotogrametrycznych). Możemy dzięki nim wygenerować modele terenu, budynków czy elementów infrastruktury w różnej formie: chmury punktów, rastra, a nawet bardzo szczegółowych, teksturowanych modeli Mesh 3D czy znakomicie modelujących nawet drobne i cienkie obiekty wizualizacji Gaussian Splats.





Sources: Esri, TomTom, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community,
Sources: Esri, Vantor, Airbus DS, USGS, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatasynthese,
Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap, and the GIS user community

Produkty Reality Mapping w ArcGIS: TrueOrtho.



Produkty Reality Mapping w ArcGIS: model wysokościowy DSM.



Produkty Reality Mapping w ArcGIS: chmura punktów.



Produkty Reality Mapping w ArcGIS: model siatkowy 3D mesh.



Produkty Reality Mapping w ArcGIS: wizualizacja Gaussian Splats.

Generowanie takich produktów we własnym zakresie nie jest jednak konieczne – bardzo częstą praktyką jest zamawianie gotowych produktów w firmach pozyskujących zdjęcia lotnicze i wykonujących skaniny laserowe. W takim przypadku często oprócz samych zdjęć (coraz częściej pionowych i ukośnych), modeli wysokościowych (NMT i NMP) oraz ortofotomapy dostarczane są chmury punktów ze skaningu oraz inne produkty 3D. Wszystkie mogą zostać załadowane, a także wykorzystywane w systemach GIS. Warto podkreślić, że choć przedstawiają one ten sam obszar, to nie „konkurują” ze sobą, a wręcz przeciwnie – doskonale się uzupełniają. Systemy GIS służą przede wszystkim integracji różnych danych – różne sposoby przedstawienia przestrzeni znakomicie się uzupełniają, jednocześnie wspierając potrzeby różnych interesariuszy.



Opisany wyżej scenariusz pozyskania danych to, można powiedzieć, wersja luksusowa. Co zrobić jednak, gdy z jakichś powodów nie mamy dostępu lub możliwości pozyskania tak bogatego zestawu danych? Tutaj z pomocą przychodzą **Mapy bazowe 3D** (3D Basemaps) udostępniane przez Esri w galerii map bazowych.

Są to gotowe do wykorzystania, dostępne globalnie, trójwymiarowe modele miast i terenu. Za ich pomocą, jednym kliknięciem możemy zmienić istniejącą mapę 2D w gotową, w pełni trójwymiarową scenę 3D. Obecnie nie musimy ograniczać się już tylko do trójwymiarowych map bazowych z budynkami w formie modeli „pudełkowych” – począwszy od ArcGIS Pro w wersji 3.6 oraz w ArcGIS Online (od lutego 2026r.) w galerii map bazowych dostępne są 2 nowe, wykorzystujące trójwymiarowy, oteksturowany, realistyczny model siatkowy dla całego świata (znany np. z aplikacji Google Earth). Oczywiście w dalszym ciągu mamy możliwość dodawania do sceny 3D własnych warstw, czy zestawów danych i wykonania różnorodnych analiz.



Nowa mapa bazowa 3D: *Google Photorealistic 3D Basemap*

Założmy, że opracowujemy koncepcję nowego osiedla pośród istniejącej już zabudowy. Projektant dostarczył modele nowych budynków, ale nie mamy własnych danych 3D. Konfigurując projekt w systemie ArcGIS wystarczy wybrać z galerii odpowiednią mapę bazową 3D, a następnie dodać dostarczony model planowanego osiedla, uzupełniając / aktualizując „istniejącą zabudowę” o nowe obiekty. Następnie możemy przeprowadzić analizy 3D, np. widoczności (sprawdzić, z których miejsc w okolicy będą widoczne nowe obiekty), wpływ na panoramę czy dostęp do światła. Dzięki gotowym warstwom 3D cały proces trwa kilka minut, a efekt końcowy jest atrakcyjny merytorycznie i wizualnie.

Zbudowanie modelu /sceny 3D opracowywanego obszaru nie powinno stanowić celu samego w sobie. Tak naprawdę to dopiero początek jego wykorzystania. Dzięki takiej „podstawie” możliwe staje się spojrzenie na istniejące dane z zupełnie innej perspektywy. Nawet jeżeli nasze dane posiadają „tylko” dwa wymiary lub są danymi opisowymi/atrybutowymi (np. sieci

infrastruktury, dane demograficzne, granice administracyjne i inne).

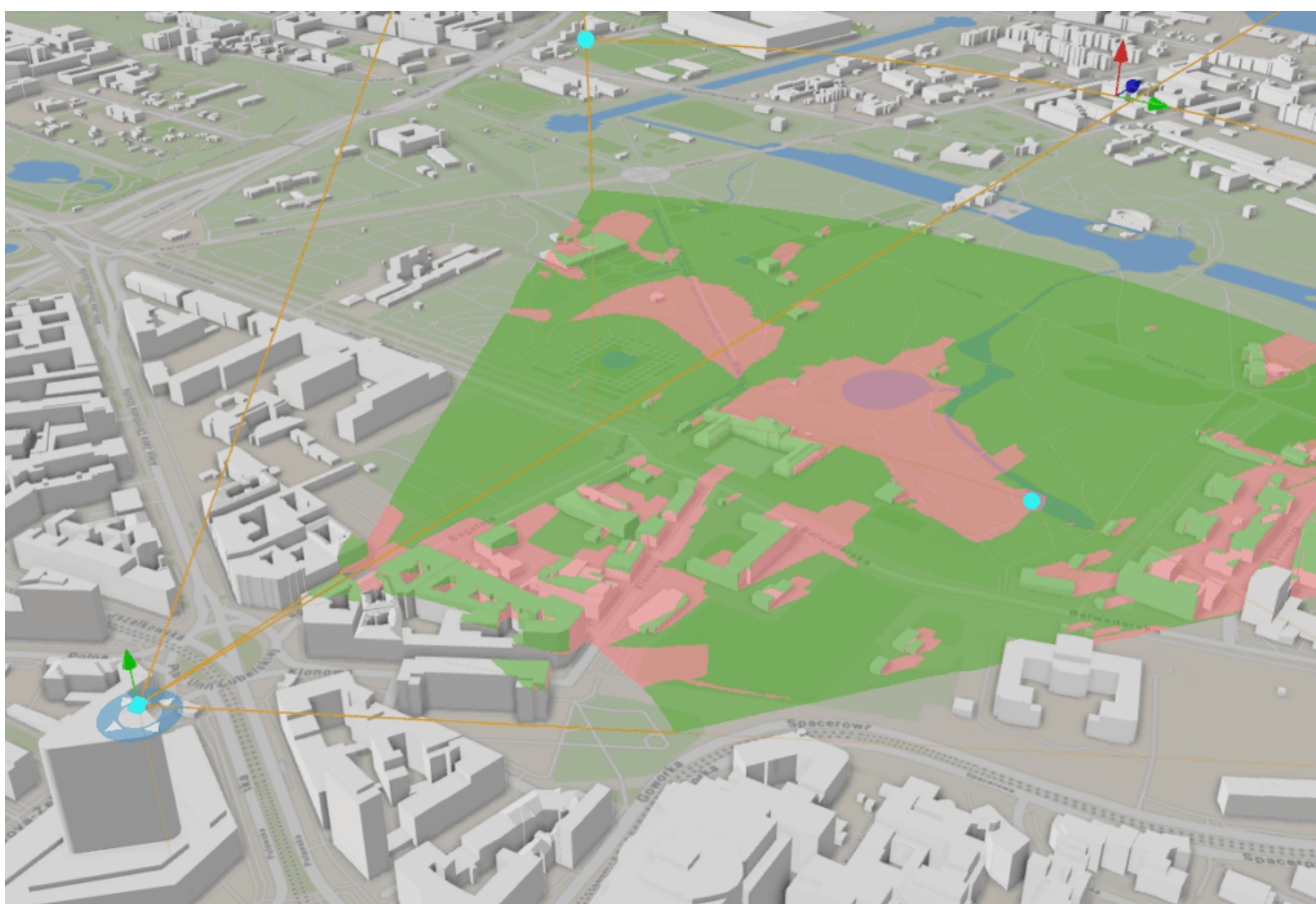
Przykładem mogą być linie energetyczne. Współczesne zarządzanie siecią napowietrznych linii energetycznych wymaga czegoś więcej niż tylko spojrzenia na płaską mapę. Dopiero połączenie danych 2D – takich jak przebieg linii czy granice działek – z trójwymiarowym modelem terenu, zabudowy i roślinności pozwala w pełni zrozumieć rzeczywiste zagrożenia i wyzwania. Dzięki wizualizacji w 3D (a zwłaszcza wizualizacji Gaussian Splats) możemy precyzyjnie zidentyfikować miejsca, gdzie przewody przebiegają zbyt blisko dachów, koron drzew czy infrastruktury krytycznej, a także przeprowadzić symulacje, które pokazują, jak wichura lub upadek drzewa mogą wpłynąć na bezpieczeństwo sieci. Integracja tych informacji z danymi atrybutowymi – na przykład o napięciu linii czy znaczeniu poszczególnych odcinków dla zasilania kluczowych obiektów – pozwala nie tylko lepiej planować inwestycje i remonty, ale przede wszystkim skuteczniej chronić mieszkańców oraz infrastrukturę.

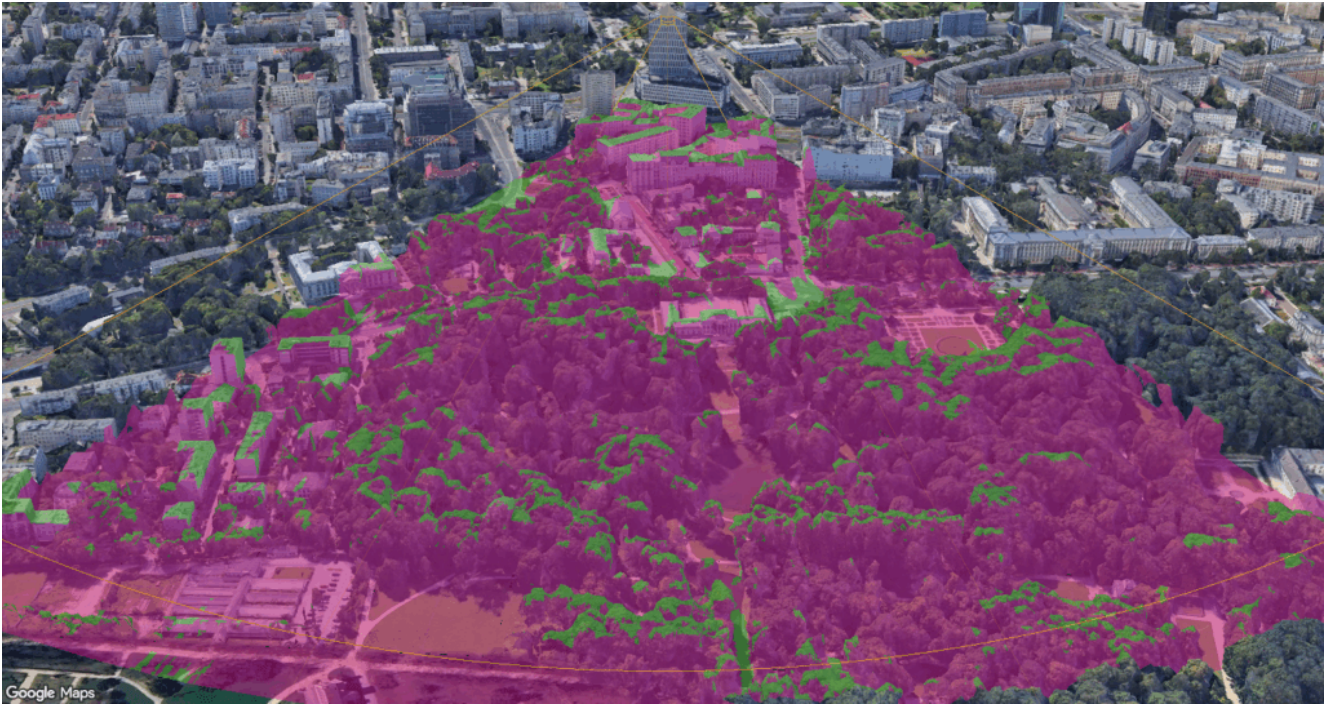
Jak nie „zakurzyć” danych?

Najgorsze, co można zrobić z danymi – zwłaszcza tymi trójwymiarowymi – to pozwolić im zalegać w cyfrowych archiwach i nigdy nie wykorzystać ich potencjału. W praktyce często pojawia się obawa, że praca z danymi 3D będzie wymagała specjalistycznej wiedzy, zaawansowanego sprzętu czy skomplikowanych procedur. Wielu użytkowników GIS obawia się, że włączenie takich danych do analiz może nadmiernie obciążyć systemy lub znacząco wydłużyć czas pracy. Tymczasem rzeczywistość okazuje się znacznie bardziej przyjazna – nowoczesne narzędzia ArcGIS do interaktywnych analiz 3D są intuicyjne, prowadzą użytkownika krok po kroku i dobrze radzą sobie nawet z dużymi zestawami danych. Dzięki temu nawet osoby, które dotąd pracowały wyłącznie na mapach 2D, mogą bez większych przeszkód rozpocząć przygodę z analizami

trójwymiarowymi i odkryć zupełnie nowe możliwości interpretacji przestrzeni.

Dzięki wykorzystaniu takich narzędzi możliwe może stać się, na przykład, uniknięcie nieodwracalnych zmian, które raz wprowadzone w krajobraz miasta, mogą być trudne, kosztowne lub niemożliwe do cofnięcia.

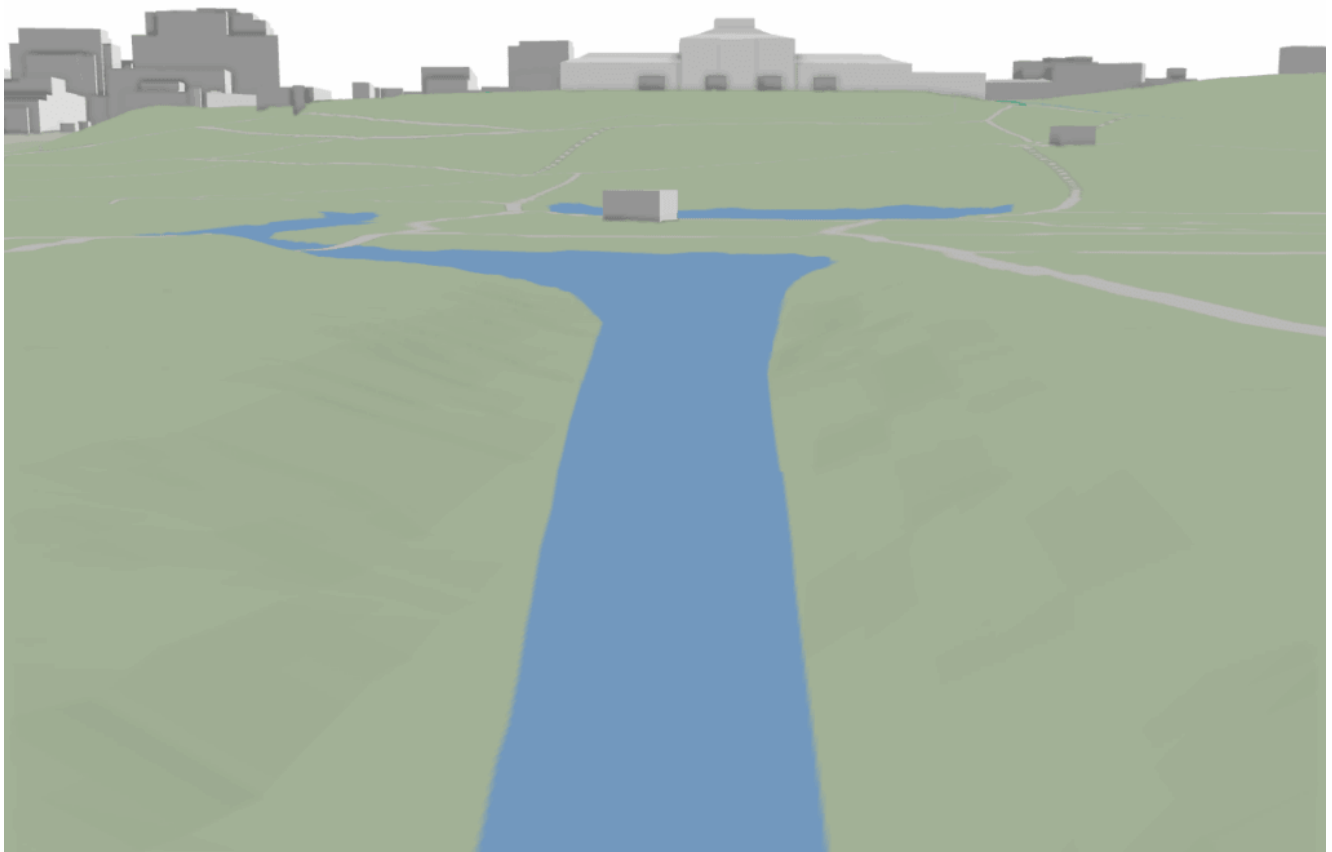


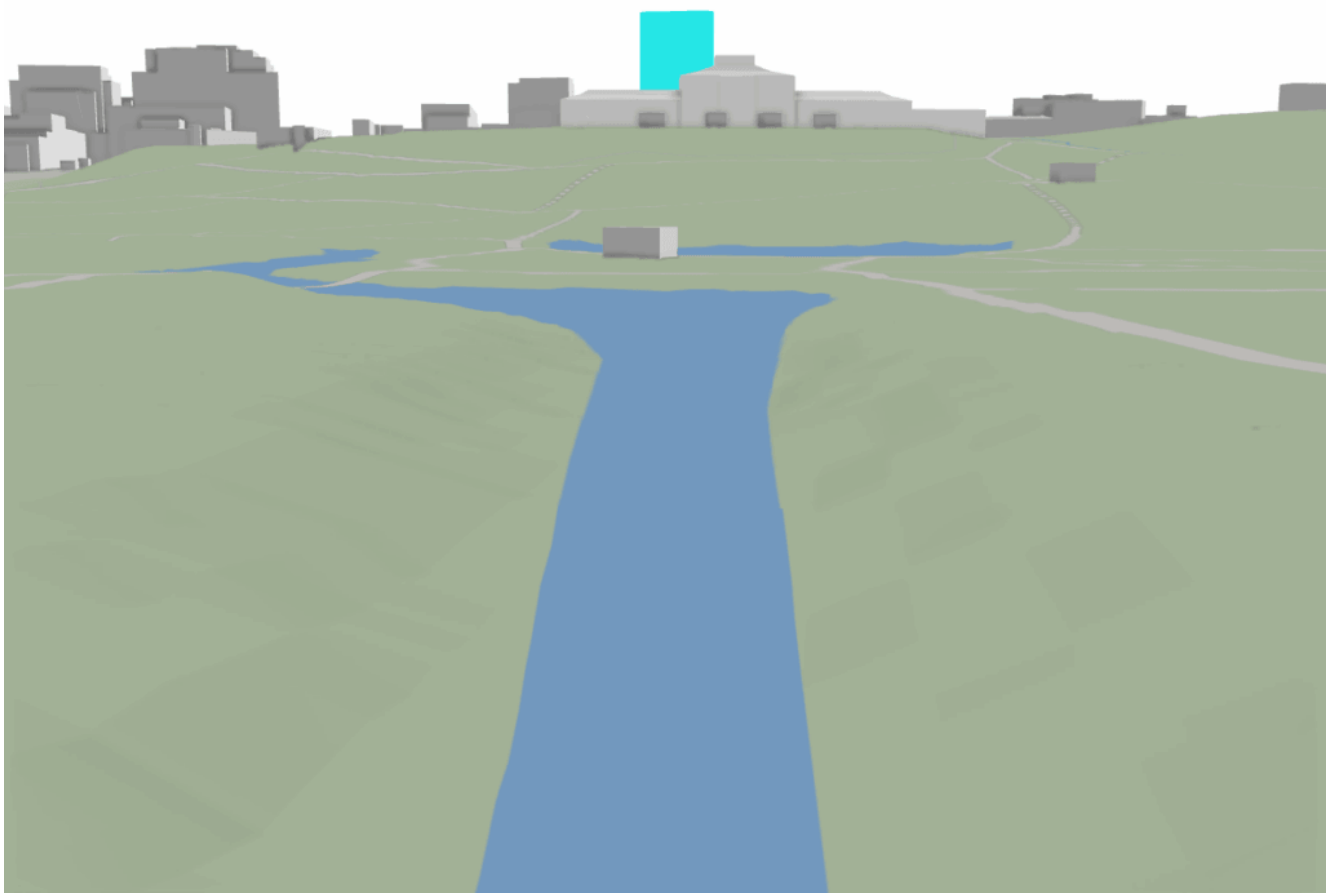


Analiza widoczności z wykorzystaniem modeli 3D dostępnych jako *Mapy bazowe 3D* w ArcGIS

Jednym z przykładów może być widok na Belweder z jednej z alejek spacerowych w Parku Łazienki Królewskie w Warszawie. Przez lata panorama ta była jednym z rozpoznawalnych widoków w mieście – historyczny budynek Belwederu wyłaniał się na tle zieleni, tworząc unikalny klimat tego miejsca. Po wybudowaniu kompleksu biurowo-handlowego przy Placu Unii, w tle Belwederu pojawił się nowy wieżowiec, który na stałe „zepsuł” ten widok.

Gdyby na etapie planowania inwestycji wykonano nawet najprostszą analizę widoczności, a później potraktowano jej wyniki poważnie, być może udało się zachować ten fragment miejskiego dziedzictwa w niezmienionej formie. Dziś pozostaje nam już tylko porównanie zdjęć „przed” i „po” oraz refleksja, jak ważne są narzędzia GIS w odpowiedzialnym kształtowaniu przestrzeni.





Porównanie widoku na Belweder z łazienek Królewskich (*Mapa bazowa 3D*)





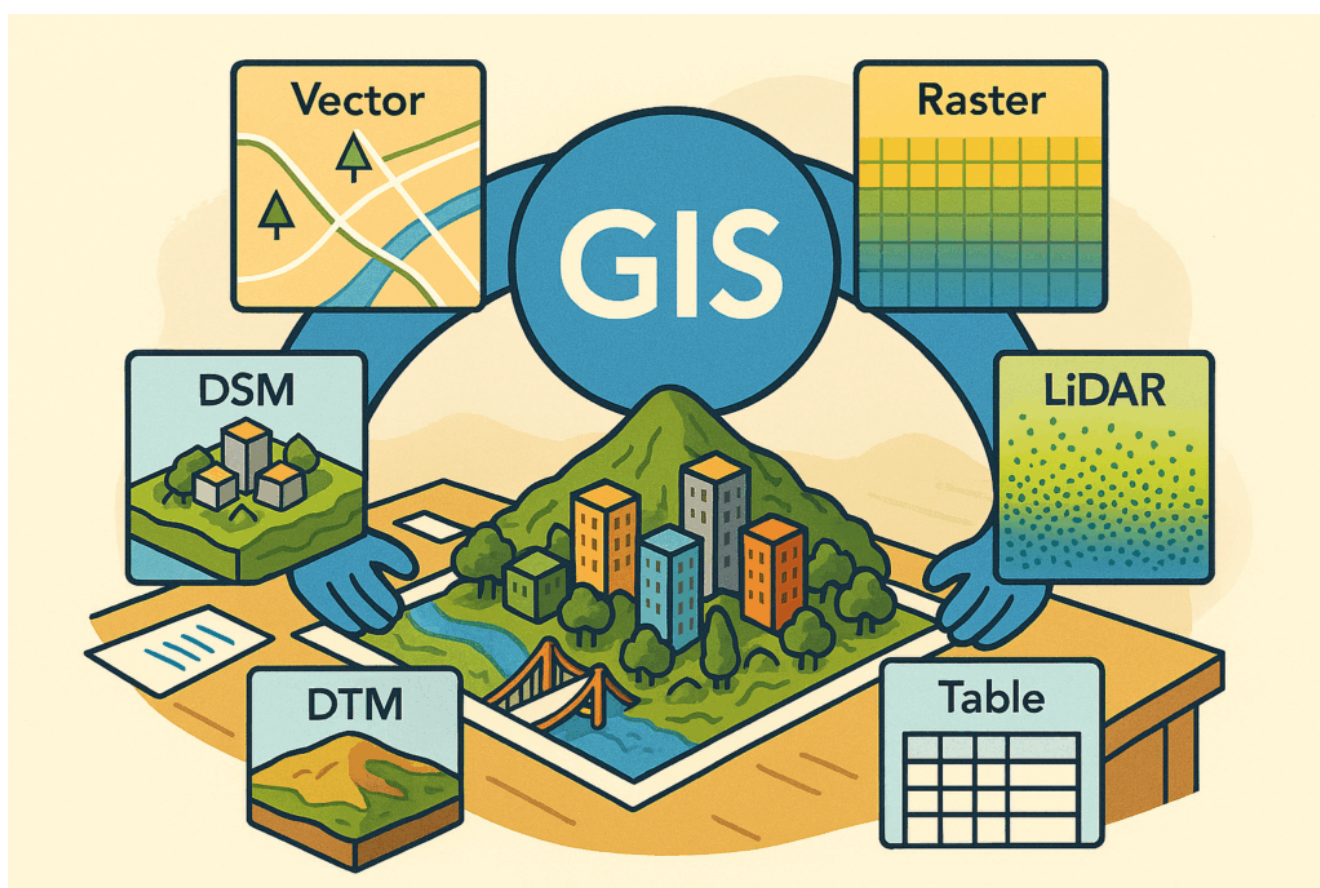
Porównanie widoku na Belweder z Łazienek Królewskich (Źródło zdjęć: Internet)

Nasz świat jest trójwymiarowy

Eksperymentowanie, łączenie różnych źródeł danych i odkrywanie nowych perspektyw stanowi istotę pracy z GIS, w tym GIS w trzech wymiarach. Praca z danymi 3D otwiera nowe możliwości interpretacji przestrzeni, pozwala dostrzec zależności niewidoczne na płaskiej mapie i inspiruje do stawiania nowych pytań. Często wystarczy wzbogacić projekt o własne dane 3D (lub dodać do projektu gotową mapę bazową 3D) i rozpocząć pracę z narzędziami analitycznymi, by uzyskać rezultaty, które potrafią zaskoczyć także doświadczonych użytkowników GIS.

Warto podkreślić, że nawet najprostsze zestawienie danych 2D i 3D – na przykład przebiegu sieci infrastruktury z modelem zabudowy, czy analiz demograficznych z trójwymiarową panoramą

miasta – może pomóc wyciągnąć nowe wnioski, diametralnie zmienić sposób postrzegania przestrzeni, a przede wszystkim podnieść wartość prowadzonych analiz. To właśnie w takich połączeniach kryje się potencjał do odkrywania nowych rozwiązań, lepszego planowania oraz podejmowania trafniejszych decyzji.



System ArcGIS (ArcGIS Pro, ArcGIS Enterprise i ArcGIS Online) są gotowe na trójwymiarowe wyzwania. Oferowane narzędzia są intuicyjne, zasoby danych bogate, a wsparcie dla analiz – szerokie i dostępne także dla osób, które nie specjalizują się w modelowaniu 3D. Wystarczy sięgnąć po te możliwości, by przekonać się, jak GIS w trzech wymiarach może zmienić codzienną praktykę analityczną.

Wystarczy nie pozwolić, aby zgromadzone dane – zwłaszcza te trójwymiarowe – pokryły się cyfrowym kurzem. Warto eksperymentować, łączyć różne źródła informacji, korzystać z dostępnych narzędzi i nie obawiać się stawiania nowych pytań. GIS 3D to nie tylko efektowne wizualizacje, ale przede

wszystkim realne wsparcie w podejmowaniu decyzji, które kształtują otaczającą przestrzeń. Włączenie tych możliwości do codziennej pracy pozwala odkryć potencjał, który często pozostaje ukryty.