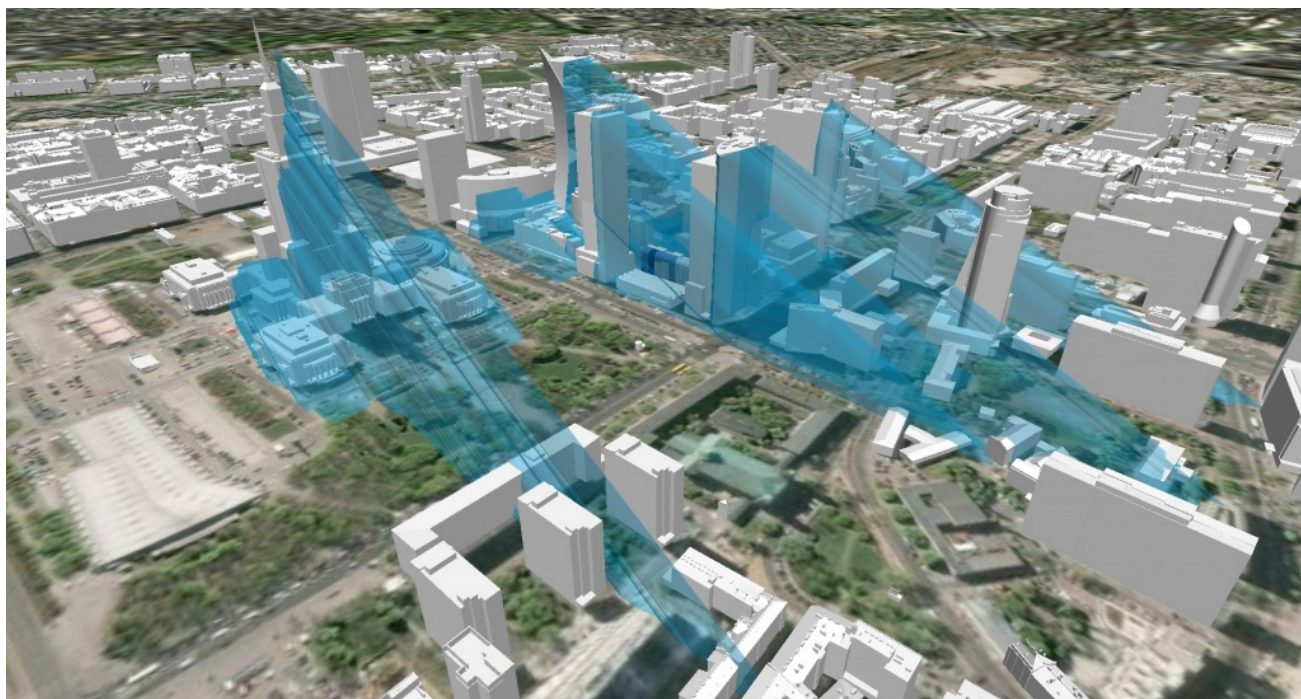


Więcej słońca! ArcGIS 3D Analityk w analizach nasłonecznienia i zacielenia obiektów

Rok 2012 i kolejne lata mają zaskoczyć nas nowymi, odważnymi inwestycjami. Jeśli tylko kryzys gospodarczy nie powstrzyma inwestorów, w stolicy pojawią się kolejne drapacze chmur. Jak jednak sprawić, by sen o podniebnej Warszawie nie stał się koszmarem zwykłych mieszkańców i turystów, którzy mogą zostać przytłoczeni wielością problemów związanych z budową wieżowców? Czy nie będziemy żyć w cieniu wielkich inwestycji? Czy nie zabiorą nam one światła i ciepła w kraju, w którym, jak śpiewa Kazik Staszewski, „tylko zimno i pada na to miejsce w środku Europy”? Sprawdźmy to.



Rys.1. Zacielenie budynków w okolicy budowy wieżowca Złota 44 w godzinach porannych wybranego dnia marca. Wizualizacja w ArcGlobe.

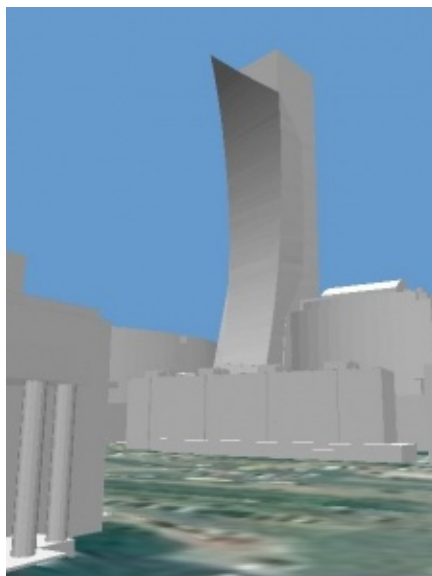
Warszawa – miasto wieżowców

Ruszyło! Budowa wielu wieżowców jest w zaawansowanym stadium. Podziwiać możemy już m.in. bryłę „szklanego żagla” (docelowa wysokość to 192 m) autorstwa Daniela Libeskinda, który ma odświeżyć wizerunek centrum Warszawy i wprowadzić przeciwwagę dla przytłaczającego Pałacu Kultury i Nauki. Obiekt, który ochrzczony został nazwą adresu – Złota 44, ma wielu zwolenników niemogących się już doczekać realizacji inwestycji. Prace trwają również nad Warsaw Spire – wieżowcem wyrastającym przy ul. Towarowej, o docelowej wysokości 220 m. Obiekt ma już na koncie zwycięstwo w kategorii Wybitny Projekt Architektoniczny Roku w Polsce, w konkursie Eurobuild Awards. Czy wart jest tej nagrody, będziemy mogli ocenić w 2014 roku, kiedy planowane jest oddanie inwestycji. Kolejny ciekawy wieżowiec powstaje przy pl. Grzybowski. Cosmopolitan Twarda 2/4 będzie miał 160 m wysokości i pomieści zarówno lokale usługowe, jak i luksusowe apartamenty. Planowany termin ukończenia budowy to 2013 rok. Już niedługo inwestycja ta może jednak zostać zdominowana przez jeszcze wyższy obiekt, który ma wyrosnąć tuż obok. Wieżowiec Gminy Żydowskiej – jeśli powstanie – ma mieć wysokość 170 m.



Rys. 2a. Złota 44.
Wizualizacja wieżowca
ze strony

internetowej firmy
Orco Property Group.

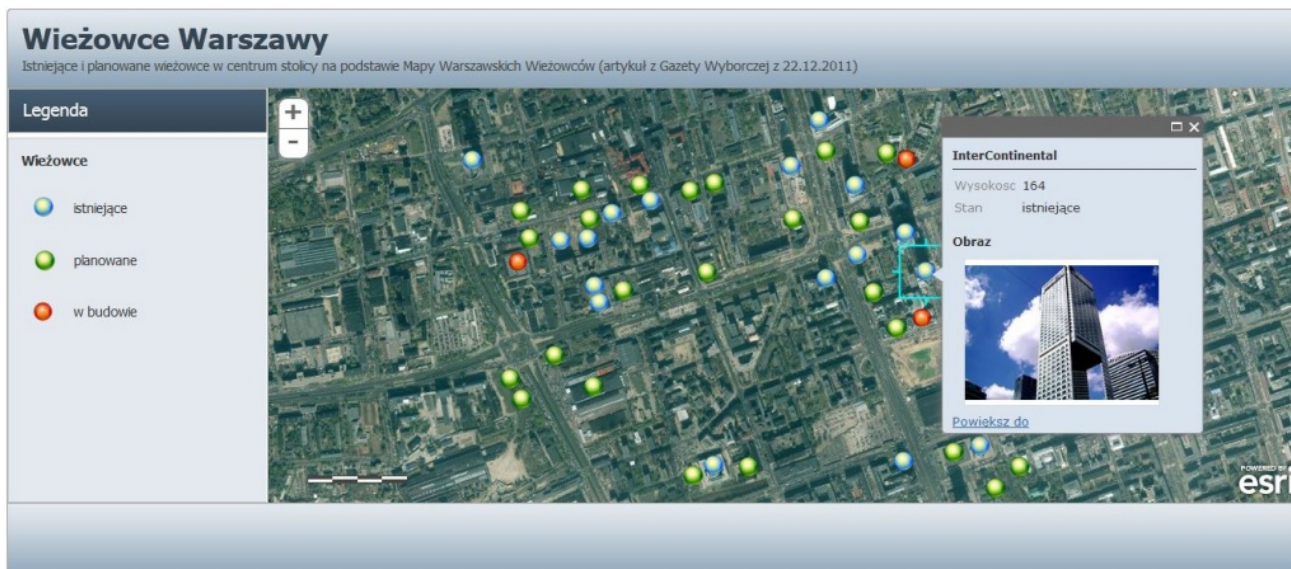


Rys. 2b. Złota 44.
Wizualizacja budynku
w ArcGlobe.

Spojrzenie z dystansu

Aby uzmysłwić sobie skalę inwestycji i zareagować na czas, dobrze jest zobaczyć wizualizacje wszystkich planowanych wieżowców wraz z ich otoczeniem.

Zacznijmy od lokalizacji obiektów na jednej mapie. Przy opracowaniu takiej mapy możemy skorzystać z serwisu [ArcGIS Online](http://www.arcgisonline.com) (www.arcgisonline.com). Pod adresem <http://goo.gl/6vife> przygotowana została dynamiczna mapa internetowa przedstawiająca istniejące i planowane wieżowce w centrum Warszawy. Jak widać, lista planowanych inwestycji obejmuje aż 26 wieżowców. Nawet przyjmując najbardziej realistyczną wersję, że powstanie jedynie niewielka część z nich, musimy wziąć pod uwagę cały szereg konsekwencji, jakie się z tym wiążą.



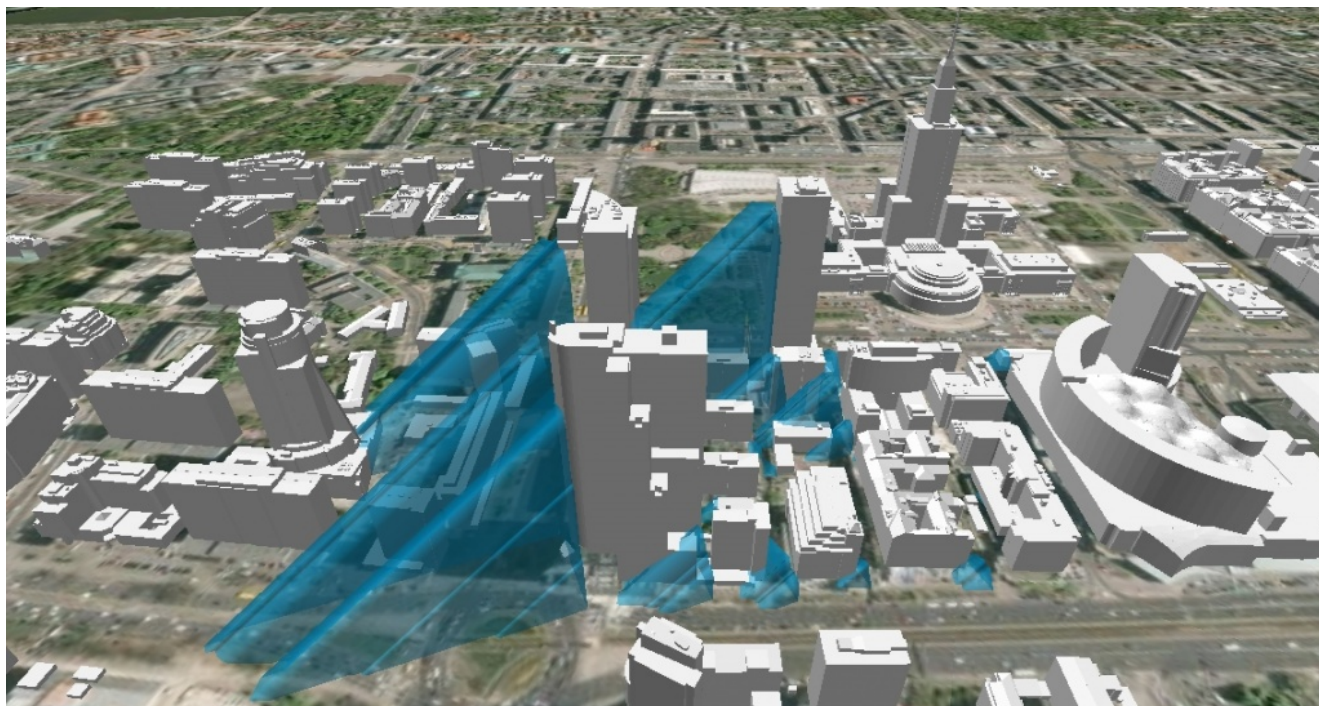
Rys. 3. Istniejące i planowane wieżowce w centrum Warszawy. Aplikacja wykonana w ArcGIS Online

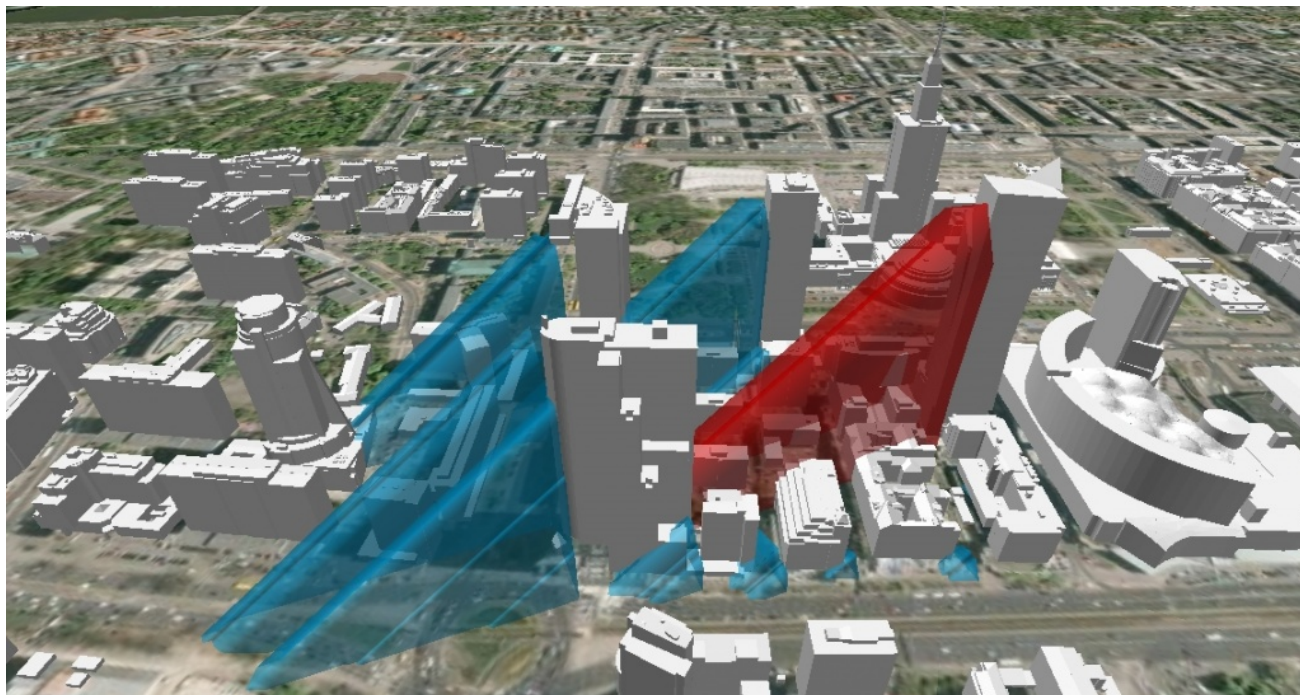
Wielkie plany – wielkie wyzwania

Wysokie budynki stawiają niezwykle wyzwania technologiczne, angażujące architektów, konstruktorów i zwykłych mieszkańców. Prowokują również do pytania o bezpieczeństwo i warunki nasłonecznienia sąsiednich terenów. Czy potrafimy umiejętnie zarządzać światłem słonecznym w skali ulicy, dzielnicy, miasta? Czy projektując budynki, bierzemy pod uwagę ich rzeczywisty wpływ na zacienienie sąsiadujących obiektów mieszkalnych? Nie od dziś wiadomo, że w szukaniu najlepszych rozwiązań z pomocą mogą przyjść systemy informacji przestrzennej. Aby ocenić wpływ nowej inwestycji na zacienienie sąsiednich obiektów, należy w pierwszej kolejności dokonać analizy aktualnych warunków nasłonecznienia. Niezbędne będzie pozyskanie precyzyjnych modeli 3D istniejących budynków, które pozwolą wykonać rzetelną analizę. Następnie należy dokonać symulacji nasłonecznienia obiektów, włączając do obszaru badań model projektowanego budynku – nowej inwestycji. Kluczowym parametrem analizy nasłonecznienia jest usytuowanie modelu słońca. Tak jak powszechnie wiadomo, Ziemia wykonuje ruch obiegowy dookoła Słońca, po orbicie o kształcie zbliżonym do elipsy. Następstwem ruchu obiegowego jest m.in. zmiana obserwowanej wysokości Słońca nad widnokreślami.

Wysokość górowania Słońca wiąże się bezpośrednio z szerokością geograficzną, na której się znajdujemy. Cień rzucany przez budynek będzie miał różny kształt w zależności od szerokości geograficznej, pory roku i dnia oraz wielu innych czynników, takich jak np. zachmurzenie nieba.

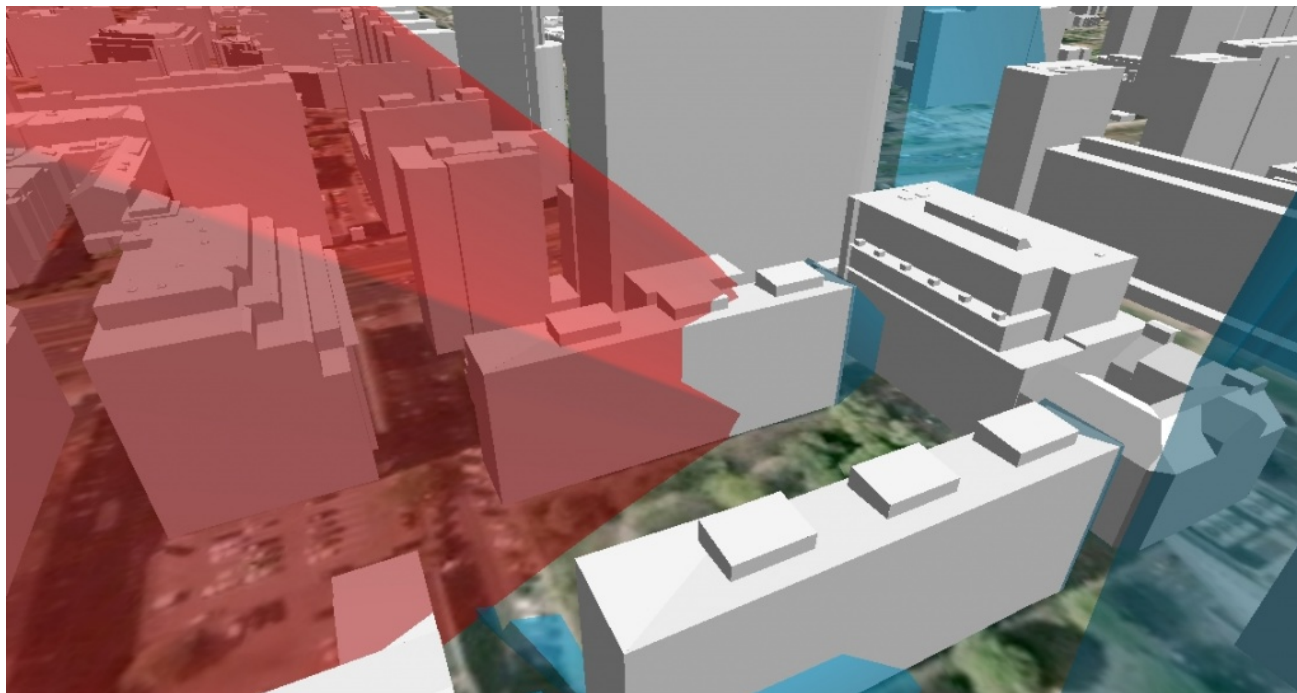
Pierwszym obszarem naszych badań jest miejsce, w którym ma się wznosić szklany apartamentowiec Daniela Libeskinda – Złota 44. Lokalizacja ta stanowi największe zgrupowanie wieżowców w Warszawie. Tuż obok usytuowane są: biurowce Rondo 1 (192 m), Warszawskie Centrum Finansowe (165 m), hotel InterContinental (164 m) oraz dominujący nad całą panoramą Warszawy – Pałac Kultury i Nauki (230 m). Kształt cienia zostanie określony nie tylko dla wybranych wieżowców, lecz także dla kilku budynków sąsiednich. Opisywana analiza została przeprowadzona dla określonego przedziału czasowego w wybranym dniu. Analizę taką można przeprowadzić dla dowolnego dnia i dowolnej pory dnia, budując model Słońca odpowiadający wybranej dacie. W omawianej analizie nie zostało uwzględnione natomiast aktualne zachmurzenie nieba.





Rys. 4. i rys. 5. Analiza zacienienia budynków w okolicy budowy wieżowca Złota 44 w dniu 9 kwietnia 2012 roku o godzinie 9:30.

Na powyższych ilustracjach można się zapoznać z wynikiem analizy zacienienia budynków w dniu 9 kwietnia o godzinie 9:30. Analiza daje odpowiedź na pytanie, czy w badanym dniu, o danej porze budynki otrzymują światło słoneczne, czy są zacienione. Widzimy, że gdy do naszego obszaru badań włączymy budynek Złota 44, część sąsiednich obiektów mieszkalnych znajduje się w obszarze zacienionym. Oczywiście, zacienienie tych budynków jest różne w zależności od pory dnia i roku oraz wielu innych czynników zewnętrznych.



Rys. 6. Zacienienie budynku przy ul. Pańskiej 5 w dniu 9 kwietnia 2012 roku o godzinie 9:30.

Inwestor kontra mieszkańcy

Budowa wieżowca Złota 44 od początku spotykała się z oporem części mieszkańców sąsiednich budynków. 15 kwietnia 2008 roku Wojewódzki Sąd Administracyjny w Warszawie oddalił skargę na decyzję o warunkach zabudowy. Sąd nie uwzględnił jednak wówczas zasadniczej kwestii, jaką było ograniczenie blokom mieszkalnym dostępu do światła słonecznego, gdyż nie jest to przedmiotem ustaleń związanych z wydawaniem decyzji o warunkach zabudowy. Taka decyzja, którą inwestor musiał zdobyć, odnosi się do cech, parametrów i funkcji planowanej inwestycji. Kwestia dostępu do światła słonecznego została więc rozpatrzona po złożeniu skargi na kolejny dokument – decyzji o pozwoleniu na budowę wieżowca Złota 44, wydanej przez Wojewodę Mazowieckiego. 29 lipca 2009 roku Wojewódzki Sąd Administracyjny uchylił decyzję wojewody i wstrzymał wszystkie prace budowlane nad budynkiem Daniela Libeskinda. Przez jakiś czas triumf święcili mieszkańcy sąsiednich bloków. Wkrótce sprawa trafiła jednak do najwyższej instancji i po niecałym roku wyrokiem Naczelnego Sądu Administracyjnego przywrócono firmie Orco Property Group pozwolenie na budowę wieżowca.

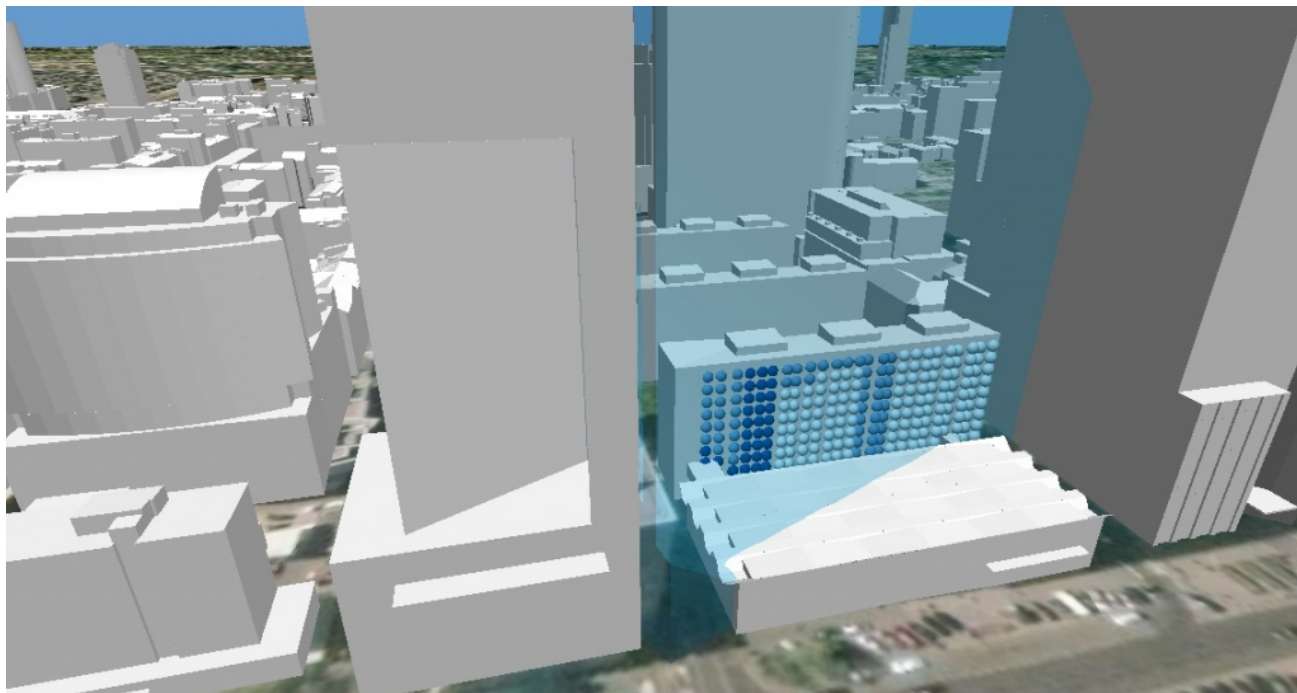
Na podstawie serwisu <http://orzeczenia.nsa.gov.pl/> (sygnatury akt: IV SA/Wa 2410/06, VII SA/Wa 1202/08)

Jasna i ciemna strona Księżyca

Budowa wysokich obiektów często powoduje zacinienie sąsiednich budynków. Skutkuje to nie tylko brakiem dostępu do światła słonecznego, lecz także, w konsekwencji, obniżeniem temperatury w pomieszczeniach zacienionych. Ciekawym obiektem dla przeprowadzenia badań jest budynek hotelu InterContinental w Warszawie. Rozpoczęcie realizacji tej inwestycji poprzedziły protesty mieszkańców okolicznych budynków, którzy obawiali się, że wieżowiec zasłoni im światło słoneczne. Inwestor długo nie mógł dojść do porozumienia z mieszkańcami (proponował im w zamian m.in. odnowienie ich bloków). Ostatecznie udało się wypracować kompromisowe rozwiązanie, któremu budynek zawdzięcza swój oryginalny wygląd. Wieżowiec jest jednolitą bryłą, jednak od wysokości szóstego piętra wyrasta z niego wielki żelbetowy filar, który wspiera 24 najwyższe kondygnacje. Dzięki takiemu rozwiązaniu budynek ma na wysokości 16 pięter „ścięty” kształt, a mieszkańcy otrzymują więcej światła.

W celu precyzyjnej odpowiedzi na pytanie, w jakim zakresie udało się zapewnić dostęp do światła mieszkańcom sąsiedniego budynku, należałoby wykonać szczegółową analizę nasłonecznienia wszystkich okien przez cały rok. Poniższa analiza została ograniczona do jednego wybranego dnia – 9 kwietnia 2012 roku.





Rys. 7. Zacienienie okien bloku mieszkalnego przy ul. Pańskiej 3 przez budynek hotelu InterContinental w dniu 9 kwietnia 2012 roku.

Wyniki analizy wskazały dokładnie, które okna nie mają dostępu do światła w określonych godzinach – docelowo można było obliczyć, przez ile godzin określona liczba okien znajdowała się w cieniu budynku hotelu InterContinental (rys. 7).

Możliwości dalszego zastosowania analiz zacienienia okien wydają się nieograniczone. Podłączając do klasy obiektów reprezentujących okna bazę osobową mieszkańców, możemy skontaktować się z każdym z nich i wypracować wspólne stanowisko w stosunku do inwestora. Inwestor z kolei, dzięki wynikom analiz, może zaproponować odpowiednie odszkodowania mieszkańcom (wiedząc, kogo budowa inwestycji dotknie najbardziej) lub wprowadzić zmiany w planowanej konstrukcji obiektu. W dalszej kolejności warto spróbować obliczyć straty ciepła w określonych pomieszczeniach, a projektanci budynków mogą wręcz uzależniać od wyników analiz rozkład przestrzeni użytkowej w projektowanych obiektach.

**Analiza
nasłonecznienia
w kontekście
prawnym**

Dokumentem zezwalającym na rozpoczęcie i prowadzenie budowy nowego wieżowca jest pozwolenie na budowę. Zgodnie z prawem budowlanym dokument ten może być wydany po przeprowadzeniu postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko oraz po uzyskaniu wielu pozwoleń, uzgodnień lub opinii. Organ, który wydaje pozwolenie na budowę, powinien m.in. uwzględnić opinię wydziału architektury odpowiedniej gminy.

Uprawniony architekt musi sporządzić analizę nasłonecznienia zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*. Jego negatywna opinia nie wyklucza jednak wydania pozwolenia na budowę.

Wiarygodność analiz

Zanim rozpoczniemy wykonywanie analiz zacielenia obiektów i podejmiemy na ich podstawie decyzje, powinniśmy się upewnić, że pozyskaliśmy precyzyjne dane. Kluczową kwestią jest rozdzielczość numerycznego modelu terenu oraz dokładność modeli budynków, które zostaną na nim usytuowane. Jeśli w wynikach analiz oczekujemy dokładności na poziomie kilkudziesięciu centymetrów, musimy pozyskać dane o bardzo dużej dokładności sytuacyjnej mp oraz wysokościowej mh (obie mniejsze niż 0,5 m). Jedną z najbardziej precyzyjnych i najnowocześniejszych technik pomiaru terenu i obiektów terenowych jest lotniczy skaniny laserowy (LIDAR). Charakteryzuje się on wysoką dokładnością (0,15–0,25 m) i dużą niezależnością od warunków atmosferycznych. Drugim bardzo ważnym zagadnieniem jest układ współrzędnych geograficznych zgromadzonych danych. Zanim przystąpimy do wykonywania analiz, musimy się upewnić, że wszystkie dane będą rozpatrywane w tym samym układzie współrzędnych. Jeśli model Słońca został zbudowany w innym układzie niż układ odniesienia modeli pozyskanych budynków, należy dokonać poprawnej transformacji geograficznej. Jeżeli tego nie zrobimy, obiekty mogą być w stosunku do siebie przesunięte, a wynik analiz zniekształcony. Trzecim czynnikiem jest refrakcja atmosferyczna, czyli zjawisko ugięcia promieni świetlnych w atmosferze ziemskiej. Sprawia ona, że Słońce widziane jest wyżej nad horyzontem niż wskazywałoby na to jego teoretyczne położenie. Współczynnik załamania światła w powietrzu zależy m.in. od jego gęstości oraz wilgotności. Posiadając wiedzę na temat refrakcji atmosferycznej, można wyciągać trafniejsze wnioski z wyników analiz.

Analizy miejskie – oferta Esri Polska

Na stronie www.esri.pl w zakładce [Usługi](#) można zapoznać się z nową ofertą – analizami dedykowanymi. w pierwszej kolejności naszą ofertę kierujemy m.in. do wydziałów architektury, biur architektonicznych, zarządców i projektantów terenów

publicznych, którym proponujemy wykonanie analiz zacienienia. Wśród oferowanych usług można wyróżnić:

- analizę zacienienia obiektów – analiza daje odpowiedź na pytanie, w jak długim czasie wskazane obiekty (budynki, dachy, okna, drzewa itp.) są całkowicie lub częściowo zacienione przez obiekty sąsiednie;
- analiza zacienienia terenów – wynikiem analizy jest tzw. cyfrowa platforma zacienienia wskazanego obszaru (skweru miejskiego, ogrodu, bulwaru, jeziora, itp.)

Wypowiedź do artykułu, dotycząca analiz zacieniania

Zagadnienia związane z ograniczeniem dostępu do światła słonecznego są analizowane w planach miejscowych m.in. w przypadku projektów dominant wysokościowych. W Miejskiej Pracowni Planowania Przestrzennego i Strategii Rozwoju takie analizy były sporządzane np. do koncepcji miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego rejonu Pałacu Kultury i Nauki w związku z lokalizacją obok pałacu pięciu nowych wieżowców, dla których zbadano rozkład cienia rzucanego na istniejącą zabudowę oraz pomiędzy wieżowcami. Analiza zacieniania obejmowała również wybrane obszary Zachodniego Rejonu Centrum, w celu sprawdzenia możliwości lokalizacji nowej zabudowy wysokościowej.

Problem zacieniania w Śródmieściu jest szczególnie ważny w przypadku mieszkań jednopokojowych, dla których przepisy techniczno-budowlane nie określają wymaganego czasu nasłonecznienia. Istnieje także zapotrzebowanie na badania dotyczące zmiany dostępu słońca do terenów zielonych.

Obecnie Miejska Pracownia pracuje także nad analizą „słoneczną” lewobrzeżnej panoramy Warszawy, związaną z postrzeganiem sylwety miasta w zależności od kierunku padania słońca, pory dnia i układu cieni na zabudowie. W tym celu wykorzystuje dostępne w programie ArcScene wyliczenia azymutu i wysokości położenia słońca oraz zdjęcia wykonane w terenie.

mgr inż. arch. Wojciech Oleński, projektant w Miejskiej Pracowni Planowania Przestrzennego i Strategii Rozwoju w Warszawie



Analizy zacielenia wykonane przez autora artykułu powstały z wykorzystaniem modeli budynków trójwymiarowej makiety Warszawy, udostępnionych przez Biuro Architektury i Planowania Przestrzennego m.st. Warszawy.

Wizualizacje wieżowca Złota 44 pochodzą ze strony internetowej Orco Property Group.