

## Cyber Urbanistyka Cyber Urban Design

Paweł Rubinowicz

WB i A Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego

Słowa kluczowe: urbanistyka, projektowanie miast, narzędzia cyfrowe

**Keywords:** spatial design, urban design, digital tools

### Synteza

Wirtualne modele miast oraz systemy komputerowe do ich przetwarzania mogą być bezcennym narzędziem współczesnego warsztatu urbanistycznego. Powstaje potencjał dla rozwoju nowych metod analitycznych, którego wykorzystanie, bez użycia komputera, jest praktycznie niemożliwe. Techniki cyfrowe stają się takim samym, choć nowym, instrumentem poznania, istotnym w kreacji przestrzeni miasta. Wykorzystanie nowych narzędzi może być postrzegane jako szansa rozwoju urbanistyki (lub może „cyber urbanistyki”). Nowe metody komputerowe bowiem stosuje się już w opracowaniach planistycznych. Badania urbanistyczne zaś podejmowane są w niektórych polskich uczelniach i jednostkach naukowych. W jednym z takich zespołów badawczych jest Centrum Cyber Urbanistyki stworzone na Wydziale Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie przez jego pracowników: profesora Waldemara Marzęckiego oraz adiunktów Klarę Czyńską, Adama Zwolińskiego i Pawła Rubinowicza. Badania prowadzone przez Centrum dotyczą m.in. krajobrazu miasta w tym zabudowy wysokiej, analizy struktur urbanistycznych oraz przestrzeni publicznych. Najnowszym zadaniem centrum jest realizacja międzynarodowego projektu badawczego 2TaLL, która właśnie się rozpoczyna.

### Abstract

Virtual city models and supporting computer systems become invaluable tools of modern urban design techniques. There is an emerging potential for the development of new analytic methods practically inapplicable without the use of a computer. Therefore digital techniques become a cognition instrument important for creation of urban space. Using new tools can be considered as a chance for progress and development in the field of urban design (or the so called “Cyber Urban Design”). Research in this field is being taken up at different universities and scientific units. The team of Cyber Urban Center created at the Department of Civil Engineering and Architecture at West-Pomeranian University of Technology by architects: Professor Marzęcki and Doctors Klara Czyńska, Adam Zwoliński, Paweł Rubinowicz - follow the trend as well. The article presents selected issues undertaken by the CUC team related to urban landscape, tall buildings, analysis of urban structures and public spaces. Currently the new methods and software solutions for digital processing of 3D city models and advanced urban analyses are being developed. The new tools have already been applied by the CUC team in some significant planning studies in Poland completed for developing strategies and local plans. The recent objective of CUC is realization of international research project 2TaLL, which is already in its initiation stage. The effect will be formulation of guidelines for universal standard of urban analyses enabling definition of impact of tall buildings on urban landscape, considering different spatial and functional aspects. The research will be completed on selected European cities, for example Berlin and Frankfurt.

W ostatnich latach obserwujemy wyraźny i stały postęp w dziedzinie trójwymiarowego modelowania oraz wizualizacji przestrzeni urbanistycznej. Rozwój badań geoinformatycznych, technik skanowania laserowego z użyciem samolotu (LIDAR), technik przetwarzania zdjęć lotniczych, nowe rozwiązania programowe oraz stały wzrost mocy obliczeniowej komputerów umożliwiają automatyzację i znaczne przyspieszenie procesu generowania modeli miast 3D. Dzięki temu za pomocą powszechnie dostępnego programu Google Earth możemy, jak na dłoni, przeglądać wirtualne krajobrazy większości aglomeracji na świecie. W geometrycznym tempie rośnie zarówno ilość dostępnych modeli miast jak też dokładność ich odwzorowania. Teksturowanie elewacji oraz zintegrowanie modeli ze zdjęciami (Google Street View) daje dużo wyższy stopień iluzji rzeczywistości. Rośnie też ilość interfejsów pozwalających na eksponowanie wirtualnych przestrzeni. Trójwymiarowe modele miast możemy przeglądać dziś już nie tylko na komputerze stacjonarnym, ale również na tablecie, czy nawet w smartfonie. Zwiastunem dalszego postępu w tej dziedzinie jest nowy standard wymiany danych przestrzennych CityGML (City Geography Markup Language) opracowany w formule „open source”<sup>1</sup>.

Analizując omawiane tendencje, można spodziewać się, że w następnej dekadzie modele wirtualne będą obejmowały całe terytoria rozwiniętych gospodarczo państw, wiernie odwzorowując ich środowiska zbudowane i naturalne. Z drugiej strony, zakres efektywnego wykorzystania modeli miast 3D do celów planistycznych jest wciąż relatywnie mały. Dynamika rozwoju odpowiednich technik komputerowych znacznie wyprzedza faktyczne możliwości ich profesjonalnych aplikacji w urbanistyce. Badania prowadzone przez zagraniczne jednostki takie jak londyński Space Syntax<sup>2</sup>, należą do niszowych i nie są też ukierunkowane bezpośrednio na wykorzystanie modeli trójwymiarowych. Tymczasem operowanie wirtualnym zapisem przestrzeni całego miasta oraz współczesnymi komputerowymi narzędziami do przetwarzania takich danych stwarza zupełnie nowe możliwości analityczne. Mogą one być kluczowe dla pełniejszego zrozumienia miasta, lepszego zarządzania jego rozwojem i dla projektowania nowych jego struktur. Głównym celem Centrum Cyber Urbanistyki jest rozpoznawanie tego potencjału na gruncie naukowym oraz definiowanie nowych metod aplikacji „cyfrowego obrazu miasta” w procesie planowania i w kreacji urbanistycznej.

### **Wirtualny Model Szczecina i cyfrowe badanie krajobrazu**

Jednym z pierwszych doświadczeń zespołu Centrum Cyber Urbanistyki w dziedzinie zastosowania modeli miasta 3D w planowaniu urbanistycznym była realizacja „Studium kompozycyjnego Szczecina z uwzględnieniem zabudowy wysokiej” w latach 2004-2005. Opracowanie to zostało przygotowane dla potrzeb strategii rozwoju miasta przez zespół pod kierunkiem Waldemara Marzęckiego. *De-facto* studium zainicjowało współpracę Centrum i stało się przyczynkiem dla rozwoju późniejszych badań naukowych. Zakres obejmował obszar śródmieścia. Celem określonym przez zleceniodawcę (Urząd Miasta Szczecin) było ustalenie wytycznych wysokościowych dla poszczególnych obszarów elementarnych oraz zbadanie możliwości lokalizacji budynków wysokich. Jak się szybko okazało, konwencjonalne metody projektowe takie jak: analizy planów, przekrojów oraz widoków sylwetowych były niewystarczające. Dla uzyskania miarodajnych wyników niezbędne było opracowanie cyfrowego, trójwymiarowego modelu miasta oraz nowych metod i narzędzi programowych.

W 2004 odpowiednie techniki komputerowe były na znacznie niższym poziomie zaawansowania niż obecnie. Wówczas jedynie nieliczne miasta europejskie dysponowały modelami 3D, a stopień dokładności odwzorowania przestrzeni był relatywnie niski (głównie LoD1, a tylko we fragmentach LoD2<sup>3</sup>). Standardowe metody komputerowe stosowane przy wizualizacji małych układów urbanistycznych okazały się bezużyteczne. Wynikało to przede wszystkim z wielkości uzyskiwanego tak zapisu cyfrowego, która praktycznie uniemożliwiała jakiegokolwiek przetwarzanie modelu. Wykonanie zadania wymagało optymalizacji technik CAD oraz nowych aplikacji komputerowych, pozwalających na częściową automatyzację procesu tworzenia i pełną kontrolę struktury danych. Materiałem wyjściowym były mapy ewidencyjne budynków, mapy sytuacyjno-wysokościowe i hipsometryczne, zdjęcia lotnicze, zdjęcia panoramiczne oraz uzupełniające naziemne pomiary laserowe.

Wirtualny model Szczecina, który powstał w 2005, a w 2007, został znacząco rozbudowany. Ostatecznie zakres opracowania objął centrum miasta, obszary śródmiejskie, tereny nad Odrą oraz fragmenty kilku osiedli ościennych. Stanowi to łącznie około 40% obszarów zurbanizowanych. W modelu została odwzorowana zabudowa, topografia terenu powiązana z ortofotomapą, układy komunikacyjne oraz wybrane elementy infrastruktury miasta. Poszczególne komponenty modelu generowano osobno, z zastosowaniem wariantowego zapisu tych samych elementów w różnych skalach dokładności. Dla zastosowań urbanistycznych wirtualny model miasta jest jednak tylko narzędziem. Kluczowe znaczenie ma powiązanie geometrii z informacją. Wirtualny model Szczecina, opracowany przez Centrum, umożliwił uzyskanie podstawowych informacji o każdym z budynków (typ obiektu, wysokość, wiek, funkcja, rzędna podstawienia, powierzchnia, kubatura itp.). Pozwalało to na aplikację automatycznych analiz, których formuły były zapisywane w postaci komputerowych algorytmów. Model 3D był więc nie tylko cyfrową makietą miasta, ale złożonym środowiskiem informatycznym.

Studium kompozycyjne Szczecina miało za cel zbadanie krajobrazu miasta. Model komputerowy pozwolił na zdefiniowanie charakterystyk przestrzennych poszczególnych struktur urbanistycznych oraz określanie wytycznych rozwojowych dotyczących wysokości zabudowy. Jako narzędzie planistyczne był prezentowany na wystawie w Galerii Urzędu Wojewódzkiego w Szczecinie (2007).

Metodologia zastosowana w części analitycznej Studium była rozwijana na gruncie naukowym przez Klarę Czyńską. Tematem tego doktoratu (promotor Waldemar Marzęcki) było zastosowanie wirtualnych modeli miast w monitoringu i symulacji panoram, a kluczowym wynikiem – sformułowanie teoretycznych założeń – pięć komputerowych metod analizy wysokości zabudowy<sup>4</sup>. Praca Czyńskiej, nagrodzona przez Ministra Infrastruktury w 2008, stała się kamieniem milowym rozwoju Centrum Cyber Urbanistyki. Wkrótce zarysowała się możliwość dalszego rozwoju badań kierunkowych i weryfikacji metod w planowaniu urbanistycznym.

### **Budynki wysokie i ochrona wartości kulturowych**

Tuż przed pierwszą falą kryzysu światowego z 2008 wyraźnie nasiliło się zainteresowanie inwestorów strategicznych zabudową wysoką. W wielu miastach w Polsce pojawiały się nowe wizje projektowe. W tym czasie, zespół Centrum Cyber Urbanistyki podejmował się przygotowywania analiz dla wybranych działek inwestycyjnych w Szczecinie. Celem było określenie, czy na danym terenie może zostać wzniesiony budynek wysoki, przedstawienie wariantowych analiz wpływu na krajobraz miasta oraz szczegółowych wytycznych, które były podstawą dla formułowania zapisów planów miejscowych stanowiących prawo lokalne. Kluczowe znaczenie miała metoda wyznaczania zasięgu wizualnego oddziaływania budynku<sup>5</sup>, sformułowana teoretycznie w pracy Czyńskiej. Na etapie aplikacji ulegała ona licznym przebudowom. Jej założenia w pewnym stopniu są zbliżone do metody wyznaczania isovistów<sup>6</sup> (stosowanej zwykle do analizy 2D planów lub rzutów), jednak algorytm opiera się tu na przetwarzaniu pełnego cyfrowego modelu przestrzennego miasta. Efektem procesu obliczeniowego jest mapa możliwa do wizualizacji także w aksonometrii i perspektywach, obrazująca siłę ekipozycji pojedynczego obiektu zależnie od jego wysokości dla wszystkich otwartych terenów w mieście.

Stopień złożoności wyników uzyskiwanych z zastosowaniem omawianej metody jest zaskakujący. Komputerowe symulacje dowodzą, że miarą złożoności pola ekspozycji budynku, jest w istocie złożoność całego miasta. Budynek wysoki może być widoczny, nie z kilku lub kilkunastu, ale z dziesiątek lub setek różnych miejsc w mieście. Generowane komputerowo mapy są obiektywnym i geometrycznie precyzyjnym obrazem takiego oddziaływania. Intensywność koloru oznacza siłę ekspozycji obiektu dla różnych wariacji pułapów jego wysokości. Wyniki badań bywały zaskakujące. Wielokrotnie pierwsze intuicyjne założenia okazywały się niesłuszne i po przeprowadzeniu symulacji komputerowych były weryfikowane. Często okazywało się, że projektowany wieżowiec pojawi się w nieoczekiwanych lecz ważnych dla miasta widokach. Symulacje wyglądają bardzo abstrakcyjnie, a ich interpretacja wymaga czasu i pewnej wprawy (podobnie jak odczytanie wyniku rezonansu magnetycznego w medycynie). Efektem jest rozpoznanie istotnych ekspozycji, które mogą być poddane bardziej szczegółowej analizie, również z zastosowaniem modelu 3D miasta. Kalibracja fotografii panoram i widoków miasta z wizualizacjami modelu oraz zastosowanie tzw. metody linijek wysokościowych<sup>7</sup>, tworzy nowe narzędzie „cyber urbanistyczne”. Widok perspektywiczny staje się obrazem mierzalnym. Możemy łatwo odczytać pułapy graniczne (np. wysokości, przy której w danym widoku obiekt wybije się ponad linię sylwety) oraz weryfikować założenia projektowe. W części badanych lokalizacji w Szczecinie wytyczne wykluczały zabudowę wysoką lub ograniczały jej wysokość. W innych, ustalono wysokości minimalne, bo akcent wertykalny okazywał się elementem korzystnym dla krajobrazu miasta. Łącznie poddano takim analizom 10 obiektów w Szczecinie. Wytyczne zostały zapisane w planach miejscowych. Dwa obiekty zostały wybudowane.

Najnowszą aplikacją technik cyfrowej analizy krajobrazu przez zespół Centrum Cyber Urbanistyki jest „Studium wartości widokowych miasta Lublin”, zrealizowane w latach 2010-2011 dla potrzeb polityki przestrzennej tego niezwykle wartościowego krajobrazowo miasta. Założeniem była ochrona unikatowych w skali europejskiej panoram układu Starego Miasta i Śródmieścia. Chodziło o określenie stref ochrony ekspozycyjnej oraz wytycznych wysokościowych dla całego miasta, tak by nowe obiekty, nie zasłaniały cennych widoków. Brakowało jednak kluczowego narzędzia jakim jest model miasta 3D. Nie było też środków na jego wytworzenie. Realizacja studium była więc sporym wyzwaniem. Potrzebne były nowe rozwiązania. Badania rozpoczęły się od fotografii cyfrowej, rejestracji panoram ważnych widoków, najazdów i nalotów. Zobaczenie i fotografowanie miasta z pokładu samolotu bardzo pomogło w intuicyjnym rozpoznawaniu przestrzeni Lublina. Równolegle, na podstawie materiałów dostarczonych przez Urząd Miasta, zespół opracował analityczny model zabudowy 2D

obejmujący około 55 tysięcy budynków<sup>8</sup> oraz numeryczny model terenu (dla obszaru w granicach administracyjnych miasta). Narzędzia te umożliwiły przeprowadzenie symulacji, pomimo braku trzeciego wymiaru i geometrii budynków. Stosowane wcześniej metody wymagały jednak znacznej reorganizacji. Zasięgi oddziaływania wizualnego obiektów historycznych były wyznaczane tylko na podstawie budowy terenu. Natomiast strukturę zabudowy badano oddzielnie za pomocą komputerowej metody analizy kątów widokowych<sup>9</sup>, która we wcześniejszej praktyce projektowej zespołu była rzadko wykorzystywana. Powiązywanie wyników obu symulacji pozwalało na przybliżone rozpoznanie różnych interakcji przestrzennych, bardzo trudnych do zaobserwowania w sposób intuicyjny. Narzędzia cyfrowe stały się więc ponownie podstawą warsztatu urbanistycznego. Umożliwiły sformułowania wytycznych i wyznaczania stref ochrony krajobrazu kulturowego Lublina.

### **Perspektywy dalszych badań**

Opracowania planistyczne wykonane dla Szczecina i Lublina dowodzą, że cyfrowy warsztat pozwala na uzyskiwanie unikalnych wyników, praktycznie niemożliwych do osiągnięcia za pomocą klasycznych technik projektowych. Wirtualne modele miast mogą być ważnym narzędziem w planowaniu urbanistycznym. Potencjał ten jest jednak wciąż nie rozpoznany, a „cyber urbanistyka” dopiero raczkuje. Jesteśmy na początku długiej drogi. Przyszłe aplikacje mogą uwzględniać także choćby badania społeczne, socjologiczne, czy ekonomiczne. Cyfrowy model może stać się platformą koordynującą interdyscyplinarne poszukiwania, zmierzające ku lepszemu zarządzaniu rozwojem miasta.

W szczecińskim Centrum Cyber Urbanistyki prowadzone są badania naukowe nad nowymi metodami. Jedną z perspektyw jest aplikacja w środowisku wirtualnym wcześniejszej metody Diagramu Ciągłości Przestrzennej, opracowanej przez Waldemara Marzęckiego<sup>10</sup>. Opiera się ona na modelu matematyczno-statystycznym. Pozwala na analizę wielotysięcznych danych dotyczących „cech” i „kategorii cech” przestrzeni urbanistycznej oraz obiektów architektonicznych. W efekcie umożliwia porównywanie struktur miejskich i wymierną ocenę stopnia ich zgodności. W projektowaniu urbanistycznym pomaga określić, czy nowe układy zabudowy będą formą kontynuacji, czy też deformacją wartości przestrzennych analizowanej zabudowy miejskiej. Z kolei Adam Zwoliński koncentruje się na przestrzeniach publicznych. Podstawą badań są tzw. „przestrzenie między budynkami”, rozumiane jako cała niematerialna przestrzeń ograniczona fizycznymi obiektami w mieście. Jego badania naukowe odnoszą się do parametryzacji i analizy tego zjawiska w środowisku modeli wirtualnych. Jednym z aspektów są możliwości interaktywnego odwzorowywania i analizy stopnia deformacji przestrzeni publicznych w wymiarze użytkowym i przestrzennym. Koncepcja interaktywnego środowiska opartego na wirtualnym modelu miasta ma zostać również sprowadzona do tzw. perspektywy pierwszej osoby, dla właściwego odczytu przestrzeni miejskiej z poziomu obserwatora i jej użytkownika<sup>11</sup>.

Aktualną perspektywą rozwoju Centrum jest międzynarodowy projekt o skrótowym tytule 2TaLL<sup>12</sup>, finansowany w ramach programu polsko-norweskiej współpracy badawczej. Grant właśnie startuje. Będzie realizowany w latach 2013-2015 pod kierunkiem Klary Czyńskiej, także z udziałem innych członków Centrum. Przedmiotem badań są techniki aplikacji modeli wirtualnych do analizy budynków wysokich. Wcześniejsze doświadczenia zespołu z opracowań dla Szczecina znajdują więc swoją kontynuację. Celem jest sformułowanie wytycznych dla uniwersalnego standardu analiz urbanistycznych umożliwiających określanie wpływu wieżowców na miasto, z uwzględnieniem różnych aspektów przestrzennych oraz także funkcjonalnych. Badania będą prowadzone na przykładzie wybranych miast europejskich, między innymi Berlina i Frankfurtu.

### **Przypisy**

1. patrz: T. H. Kolbe, *Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML*, w: *3D Geo-Information Sciences*, ed. J. Lee, S. Zlatanova, Springer, Berlin 2009, s. 15-31.
2. patrz: <http://www.spacesyntax.com/> (z dnia 24.06. 2012).
3. por. T. H. Kolbe, op. cit., s. 18.

4. por. K. Czyńska, *Metody kształtowania współczesnej sylwety miasta na przykładzie panoram Szczecina – wykorzystanie wirtualnych modeli miast w monitoringu i symulacji panoram*, Politechnika Wroclawska, 2007, s. 160, 122-139.
5. patrz: ibidem, s. 153-154; także: P. Rubinowicz, *Cyber Urban Center: The visual impact simulations for tall buildings analyzes in Szczecin*, w materiałach konferencji *Creative Urbanism*, Lwów 2013 (w druku).
6. por. M. Batty, *Exploring isovist fields: space and shape in architectural and urban morphology*, w: *Environment and Planning B*, volume 28, London 2001, s. 123-150.
7. patrz: K. Czyńska, *Can tall buildings enrich the beauty of the city?*, *ULAR4*, Gliwice 2009, s. 401-409.
8. patrz: P. Rubinowicz, *Various Aspects of Urban Structure Analysis while Assessing the Friendliness of a Place – Example of Lublin*, w: *ULAR4 Monograph*, Gliwice 2009, Vol. 2, s. 401-409.
9. por. K. Czyńska, P. Rubinowicz, *Komputerowe metody analizy kompozycji sylwet miejskich*, w: *Przestrzeń i Forma*, nr 2, Szczecin 2005, s. 204-207.
10. patrz: W. Marzęcki, *Badanie struktur zespołów zabudowy mieszkaniowej przy użyciu metody Diagramu Ciągłości Przestrzennej*, wyd. Printshop, Szczecin 2005.
11. por. A. Zwoliński, *Cyber Urban Center: Analysis and parameterization of public spaces using 3D city models*, w materiałach konferencji *Creative Urbanism*, Lwów 2013 (w druku).
12. Pełna nazwa: *Application of 3D virtual city models in urban analyses of tall buildings*.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Batty, *Exploring isovist fields: space and shape in architectural and urban morphology*, w: *Environment and Planning B*, volume 28, London 2001, s. 123-150.
- [2] K. Czyńska, *Metody kształtowania współczesnej sylwety miasta na przykładzie panoram Szczecina – wykorzystanie wirtualnych modeli miast w monitoringu i symulacji panoram*, Politechnika Wroclawska, 2007.
- [3] K. Czyńska, *Can tall buildings enrich the beauty of the city?*, *ULAR4*, Gliwice 2009, s. 401-409.
- [4] T. H. Kolbe, *Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML*, w: *3D Geo-Information Sciences*, ed. J. Lee, S. Zlatanova, Springer, Berlin 2009.
- [5] W. Marzęcki, *Badanie struktur zespołów zabudowy mieszkaniowej przy użyciu metody Diagramu Ciągłości Przestrzennej*, wyd. Printshop, Szczecin 2005.
- [6] P. Rubinowicz, *Cyber Urban Center: The visual impact simulations for tall buildings analyzes in Szczecin*, w materiałach konferencji *Creative Urbanism*, Lwów 2013 (w druku).
- [7] P. Rubinowicz, *Various Aspects of Urban Structure Analysis while Assessing the Friendliness of a Place – Example of Lublin*, w: *ULAR4 Monograph*, Gliwice 2009, Vol. 2, s. 401-409. 9. por. K. Czyńska, P. Rubinowicz, *Komputerowe metody analizy kompozycji sylwet miejskich*, w: *Przestrzeń i Forma*, nr 2, Szczecin 2005, s. 204-207.
- [8] A. Zwoliński, *Cyber Urban Center: Analysis and parameterization of public spaces using 3D city models*, w materiałach konferencji *Creative Urbanism*, Lwów 2013 (w druku).