



Klara Czyńska*, Paweł Rubinowicz*

Analiza wpływu wieżowca Sky Tower na krajobraz Wrocławia z zastosowaniem metody VIS

Sky Tower impact on the landscape of Wrocław – analysing based on the VIS method

Wprowadzenie

Ukończony w 2012 r. wieżowiec Sky Tower stał się nowym komponentem krajobrazu Wrocławia. Choć budynek budzi kontrowersje, ma wielu zwolenników i przeciwników, to wpływ tej inwestycji na wizerunek Wrocławia jest bezsprzeczny i trwały. Może być to analizowane na różnych płaszczyznach, obejmujących aspekty społeczne, kulturowe i urbanistyczne. Podobnie jak dla każdego budynku wysokiego można wyróżnić cztery wymiary interpretacji jego znaczenia dla budowania wizerunku miasta: symboliczny, architektoniczny, urbanistyczny, krajobrazowy.

Niezależnie od tego, czy dany wieżowiec będzie dobrze lub źle osadzony w strukturze miasta oraz czy będzie on dobrze lub źle wyglądał, w wymiarze symbolicznym istotny jest sam fakt, że w danym mieście powstał najwyższy budynek – w regionie, kraju lub na świecie. Wznoszenie obiektów wysokich jest wyzwaniem inżynierskim, konstrukcyjnym oraz szczególną sposobnością do kreacji oryginalnej formy architektonicznej, która może stać się rozpoznawalnym znakiem miasta. Widząc wieżę Eiffla, wiemy, że jesteśmy w Paryżu. Wieże Petronas Towers (proj. César Pelli) stały się symbolem

Introduction

The Sky Tower, completed in 2012, became a new component of the Wrocław landscape. Although the building is controversial, having many supporters and opponents, the impact of the investment on the image of Wrocław remains without question and is durable in its nature. We may analyse it from various angles, examining social, cultural and urban issues. In a similar manner, we can distinguish four dimensions of tall building impact on the image of the city: symbolic, architectural, urban, and cityscape.

Regardless of the fact whether the building is well or poorly placed in the city structure, in the symbolic sense, the mere fact that someone has built the tallest building in the region, country or the world is sufficiently important. The erecting of tall buildings is a challenge in terms of engineering and construction, and a special opportunity to create an original architectural form that may become the landmark of the city. While looking at the Eiffel Tower we know that we are in Paris. The Petronas Towers (designed by César Pelli) are the symbol of Kuala Lumpur and Malaysia. Torre Agbar (designed by Jan Novell) attempts to code the colours of Barcelona. The Shard (by Renzo Piano), completed at the same time as the Sky Tower (designed by Dariusz Dziubiński) in Wrocław, contributes to the contemporary image of London. As regards the urban dimension, the factor which motivates the planning of tall buildings is, among others, the strengthening of the city structure by highlighting important areas, in particular those still under development [1]. In the cityscape dimension, the significance of a tall building depends on

* Wydział Budownictwa i Architektury Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie/Faculty of Civil Engineering and Architecture, West Pomeranian University of Technology, Szczecin.

Kuala Lumpur i Malezji. Torre Agbar (proj. Jana Novela) próbuje kodować kolory Barcelony. The Shard (proj. Renzo Piano), ukończony w tym samym czasie co wrocławski Sky Tower (proj. Dariusz Dziubiński), jest dziełem współtworzącym współczesny wizerunek Londynu. W wymiarze urbanistycznym motywacją do planowania obiektów wysokich może być m.in. wzmocnienie struktury miasta poprzez wskazywanie ważnych obszarów, szczególnie tych będących jeszcze w fazie rozwoju [1]. Z kolei w wymiarze krajobrazowym o znaczeniu dominanty wysokościowej decyduje jej ekspozycja w widokach istotnych dla wizerunku miasta. Przy czym nowy obiekt może wzmocniać wartość krajobrazu, ale może także powodować jego deformacje, jak choćby Tour de Montparnasse w Paryżu, który zaburzył ośiową kompozycję Pól Marsowych.

Dziela architektury od zawsze były wizytówką miast i państw, doświadczeniem społeczeństw i kultur. Stanowiły kamienie milowe w rozwoju techniki budownictwa. Jako landmarki wyznaczały skalę metropolii, współtworzyły city skyline, wzmocniały dumę mieszkańców i wabiły zewsząd turystów [2, s. 64]. Odważne realizacje najbardziej znanych architektów nadają przestrzeni cechę niepowtarzalności [3]. Znamienne są tu przykłady takich realizacji, jak Muzeum Guggenheima w Bilbao (proj. Frank O. Gehry) czy Swiss-Re w Londynie, zwany popularnie „ogórkiem” (proj. Norman Foster). Czy Sky Tower również ma podobną moc sprawczą? Celem niniejszego artykułu nie jest jednak przedstawienie kolejnego subiektywnego poglądu na temat obiektu i jego wartości architektonicznej. Badania zmierzają do analizy wpływu wieżowca na krajobraz Wrocławia w zakresie możliwym do obiektywnej oceny. Skąd jest widoczny? Czy ingeruje we wnętrza i perspekty historyczne? W jakim stopniu wzmocnia lub osłabia wizerunek miasta i jego rozpoznawalność w ważnych panoramach? Czy dzięki jego obecności powstały jakieś nowe interesujące ekspozycje miasta? Wreszcie, jakie jest znaczenie obiektu dla orientacji przestrzennej?

Badania niezbędne do realizacji niniejszego artykułu prowadzone były dwutorowo. W 2014 r. w ramach projektu *2TaLL: Application of 3D virtual city models in urban analyses of tall buildings*¹ wykonano analizy w terenie. Przeprowadzono wówczas szczegółową inwentaryzację obszarów ekspozycji Sky Tower w mieście. W pierwszej kolejności wykorzystano zdjęcia z tarasu widokowego znajdującego się na najwyższej kondygnacji obiektu. W ten sposób zostały oznaczone obszary dobrej ekspozycji budynku w mieście. Następnie wykonano dokumentację fotograficzną (2700 zdjęć). Obejmuje ona widoki wewnętrzne (z ulic i placów) oraz zewnętrzne Wrocławia (z otaczających miasto terenów otwartych, np. pól uprawnych, autostrad). Szczególnie poszukiwane były miejsca atrakcyjnej ekspozycji widokowej budynku mogącej mieć znaczenie dla wzbogacenia wizualnej toż-

its exposure in vistas that are crucial for the image of the city. Although, a new facility can strengthen the value of the cityscape, it may deform the city, e.g. Tour de Montparnasse, Paris, which distorted the axial composition of Champ-de-Mars.

Architectural facilities have always been landmarks for their cities and countries alike, as well as experiences of societies and cultures. They marked milestones in the development of building techniques. Those landmarks determined the scale of metropolises, comprised city skylines, made citizens proud and attracted tourists [2, p. 64]. Far reaching projects by the most well-known architects contribute to the uniqueness of space [3]. Important examples include the Guggenheim Museum in Bilbao (by Frank O. Gehry), and Swiss-Re in London, known as the “cucumber” (by Norman Foster). Is the Sky Tower equally powerful? The article does not aim at presenting yet another subjective opinion about the building and its architectural value. The research focused on analysing the impact of the tall building on the Wrocław cityscape in possibly the most objective manner. Where can it be seen from? Does it intrude into interiors and historical vistas? To what extent does it strengthen or weaken the image of the city within major panoramas? Has its presence created new and interesting vistas? Finally, what is the role of the building in navigating across the city?

Research, on which the article is based, was implemented in two ways. In 2014, a research project of *2TaLL: Application of 3D virtual city models in urban analyses of tall buildings*¹ provided field studies. The project included a detailed inventory of exposure areas for the Sky Tower in the city. Firstly, the analysis used photographs from a vantage point situated at the top floor of the Sky Tower. This helped marking areas of good visual exposure of the building. Next, photographic documentation was developed (2700 photographs). The documentation includes internal vistas of Wrocław (from streets and squares) and external ones (from open areas surrounding the city, e.g. farmland, motorways etc.). The authors looked for vistas that could enrich the visual identity of the city. Then, in the early 2017, the team implemented research using the Visual Impact Size method (VIS) and a 3D model of Wrocław. These tools enabled generating the Sky Tower visual impact maps, while taking into consideration the power of such an impact. Subsequently, the maps underwent an analysis designed to determine the increase in the visual impact depending on the height of the object and locations of particularly good exposure of the building. The findings are discussed in sections below.

Objectives of the VIS method – research scope

The VIS method was developed by a team led by the first of the authors of the article and extensively developed under the 2TaLL Project (2013–2016). VIS enables

¹ 2TaLL, projekt badawczy współfinansowany przez Norway Grants w latach 2013–2016. Wykonawcy projektu: K. Czyńska, P. Rubinowicz, A. Zwoliński (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie). Strona projektu: www.projec2tall.zut.edu.pl.

¹ Research project co-funded from Norway Grants in 2013–2016. Project promoters: K. Czyńska, P. Rubinowicz, A. Zwoliński (West Pomeranian University of Technology in Szczecin). Project website: www.projec2tall.zut.edu.pl.

samości miasta. W kolejnym etapie (na początku 2017 r.) przeprowadzono badania z zastosowaniem metody Visual Impact Size (VIS) oraz modelu 3D Wrocławia. Narzędzia te pozwoliły na wygenerowanie map oddziaływania wizualnego Sky Tower na przestrzeń miasta, z uwzględnieniem siły tego oddziaływania. Następnie mapy zostały poddane dalszej analizie, mającej na celu określenie skali narastania pola oddziaływania wizualnego w zależności od wysokości obiektu oraz wyłonienie miejsc jego szczególnie dobrej ekspozycji. Wyniki badań zostaną przedstawione w kolejnych partiach pracy.

Założenia metody VIS – zakres badań

Metoda VIS została opracowana pod kierunkiem pierwszego autora artykułu i znacząco rozwinięta we wspomnianym już projekcie badawczym 2TaLL (2013–2016). VIS umożliwia rozpoznanie zakresu i siły oddziaływania wizualnego dominanty. Im obiekt jest wyższy, tym w oczywisty sposób większy jest jego wpływ na krajobraz. W ślad za tym rośnie znaczenie obiektu jako elementu kształtującego wizerunek miasta – niezależnie, czy jest to oddziaływanie, które może być postrzegane jako pozytywne, czy negatywne. Założenia teoretyczne VIS bazują na idei *isovisty 3D* (inaczej *viewshed*, czyli pola widzenia) [4]. Ta z kolei wywodzi się z wyznaczania dwuwymiarowego obszaru widoczności opisanego przez Benedikta [5]. W latach 2007–2008 metoda została po raz pierwszy zastosowana w planowaniu, przy ustalaniu wytycznych wysokościowych dla 10 obiektów wysokich w Szczecinie [6]. Najnowsze opracowanie planistyczne wykonane z zastosowaniem VIS powstało w 2015 r. i dotyczyło analizy oddziaływania krajobrazowego nowej Biblioteki Seminaryjnej w Warszawie [7].

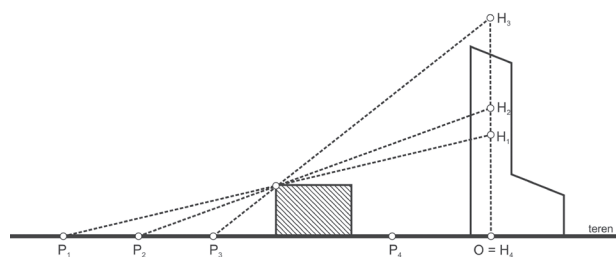
Celem analiz VIS jest precyzyjne rozpoznanie wszystkich miejsc w mieście, z których dany obiekt jest widoczny – zależnie od jego wysokości [8]. Ogólna zasada metody została przedstawiona na załączonym schemacie (il. 1). Linia reprezentuje w sposób symboliczny ukształtowanie terenu, a kwadrat w centrum schematu – istniejącą zabudowę miasta. Przedmiotem analizy jest oddziaływanie wizualne budynku osadzonego w punkcie O . Dla dowolnego punktu (P) można wyznaczyć wysokość (H), oznaczającą próg widoczności badanego obiektu. Dla punktu P_4 próg widoczności jest równy zero ($H_4 = 0$), a badany obiekt jest widoczny w całości, tzn. nie jest on zasłaniany przez żaden budynek ani inny element struktury przestrzennej miasta. Z punktów P_1 i P_2 obiekt jest widoczny częściowo, przy czym próg wysokości dla punktu P_1 jest niższy niż dla punktu P_2 ($H_1 < H_2$). Z punktu P_1 widzimy więc większą część badanego obiektu. Próg widoczności dla punktu P_3 jest wyższy niż rzeczywista wysokość obiektu – zatem badany obiekt nie jest widoczny (tzn. jest całkowicie zasłonięty).

Zasada przedstawiona na schemacie wydaje się dość prosta, jednak jej zastosowanie w rzeczywistej, trójwymiarowej przestrzeni miasta wymaga bardzo złożonych i czasochłonnych procesów obliczeniowych. Symulacje VIS dla Sky Tower prezentowane w tym artykule zostały opracowane z wykorzystaniem specjalistycznego opro-

examining the range and power of the visual impact of a dominant building. The higher the building, the larger its impact on the cityscape. This also contributes to the significance of the building as an element influencing the image of the city – regardless of the fact whether the influence is perceived as positive or negative. Theoretical objectives of the VIS method are based on the idea of *3D isovist* (*viewshed*) [4]. It is based, however, on the two-dimensional visibility area as described by Benedikt [5]. In 2007–2008, the method was first used in planning while establishing the height for 10 tall buildings in Szczecin [6]. The latest planning document that used the VIS method was developed in 2015. It included the visual impact assessment for the new Seminary Library in Warsaw [7].

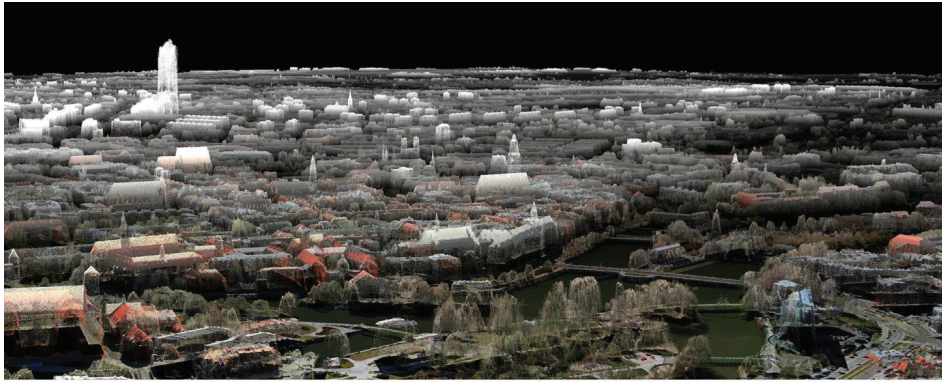
VIS analyses are designed to provide a precise examination of all locations in the city, from which the object concerned can be seen depending on its height [8]. A general principle of the method is presented in Figure 1. The line symbolically represents the configuration of land, and the square in the centre corresponds to existing buildings. The analysis determines the visual impact of the building placed in point O . For any point (P) we can determine the height (H) which is a threshold of visibility for that building. For point P_4 , the threshold is zero ($H_4 = 0$), and the building concerned can be seen as a whole, i.e. its view is not obstructed by any other building or structure in the city. From P_1 and P_2 , the building can be partially seen, and the height threshold for P_1 is lower than for P_2 ($H_1 < H_2$). Therefore, from P_1 we can see a larger part of the building. The visibility threshold for P_3 is higher than the actual height of the building which means that the building concerned cannot be seen (i.e. its view is completely obstructed).

Although the principle in the figure seems to be quite simple, its application in the actual three dimensional city space requires very complex and time consuming calculations. VIS simulations for the Sky Tower presented in this article have been developed using a specialist software developed by the authors (2014–2016). Of course, the analysis is based on a 3D model of the city (Fig. 2). Initially, while developing the software it was possible to apply vector models only. Since 2015, VIS analyses can



Il. 1. Ogólny schemat metody VIS – relacja punktów obserwacji (P) i progów widoczności badanego obiektu (H) (oprac. K. Czyńska, P. Rubinowicz)

Fig. 1. General principle of the VIS method – relation between points of observation (P) and height of thresholds (H) (by K. Czyńska, P. Rubinowicz)



Il. 2. Wizualizacja modelu DSM Wrocławia
(oprac. K. Czyńska, P. Rubiniowicz)
Fig. 2. Visualisation of DSM model of Wrocław
(by K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

gramowania opracowanego przez autorów (w latach 2014–2016). Podstawą analiz jest oczywiście model miasta 3D (il. 2). W pierwszych etapach pracy nad oprogramowaniem możliwe było stosowanie jedynie modeli wektorowych, natomiast od 2015 r. analizy VIS mogą być prowadzone także z wykorzystaniem danych pochodzących ze skaningu lotniczego LiDAR, tzn. cyfrowego modelu terenu (DTM/NMT) i cyfrowego modelu pokrycia terenu (DSM/NMPT) [9]–[11].

Wracając do przedstawionego schematu (il. 1), celem metody VIS nie jest analiza widoczności badanego obiektu z pojedynczych punktów, ale z całej przestrzeni miasta. Powstają tak mapy obrazujące oddziaływanie wizualne budynku. Wysokość progów granicznych (H) jest wyznaczana z dokładnością do 10 cm. Rezultat jest jednoznaczny pod względem geometrycznym i może być obarczony jedynie błędem wynikającym ze specyfiki zastosowanego modelu miasta i jego aktualności.

W prezentowanych dalej analizach VIS przeprowadzonych dla Sky Tower wykorzystano dane ze skaningu lotniczego, a w szczególności model DSM na siatce o oczku 0,5 m i błędzie wysokości poniżej 15 cm. Walorem takiego modelu jest odwzorowanie ze stałą dokładnością wszystkich elementów krajobrazu miasta, w tym zieleni wysokiej, która (jak to wykazują dalsze analizy) ma istotne znaczenie przy badaniu widoczności. Obszar analiz ($10 \times 8,9 \text{ km}^2$) został ustalony na podstawie obserwacji poczynionych jeszcze w czasie badań terenowych w 2014 r. Obejmuje on obszar w promieniu 2,87 km od Sky Tower, południowo-zachodnią część Wrocławia (fragmenty dzielnic: Stare Miasto, Krzyki, Śródmieście, Fabryczna), a także tereny położone już poza granicami administracyjnymi miasta – w celu możliwości badania odległych ekspozycji obiektu.

² Współrzędne w PUWG1992: lewy dolny narożnik (X:354200 Y:354850), prawy górny narożnik (X:364200 Y:363750).

also use data from aerial scanning LiDAR, i.e. a digital model of a given area (DTM/NMT) and a digital model (DSM/NMPT) [9]–[11].

As presented in Figure 1, the VIS method does not only provide for the analysis of visibility from individual locations, but from the entire city space. Maps present visual impact areas for a building. The height of thresholds (H) is determined at the precision level of 10 cm. The result is accurate from a geometrical point of view and the only error might be related to the specific nature of the city model applied and its validity.

The VIS analyses for the Sky Tower use LiDAR data, in particular the DSM model with 0.5 m mesh size and height error below 15 cm. The advantage of the model is that it reflects all elements of the city landscape at a constant precision level, including tall urban green which, according to further analysis, is important while examining visibility. The area covered ($10 \times 8.9 \text{ km}^2$) was based on observations during field studies in 2014. It extends within a radius of 2.87 km from the Sky Tower, and includes the south-west part of Wrocław (sections of districts: Old Town, Krzyki, Śródmieście and Fabryczna), as well as areas located beyond the administrative boundaries of the city allowing us to examine distant exposures of the building.

Growth of the exposure field

Various pronouncements and press releases regarding the Sky Tower include the statement that the facility can be seen from virtually any location in the city. This is of course an oversimplification. Although, the building can be seen from many places in Wrocław, the visibility field³

² Coordinates from PUWG1992: lower left corner (X:354200 Y:354850), upper right corner (X:364200 Y:363750).

³ Exposure field is the total area, comprising all locations, from which the building concerned can be seen.

Narastanie pola ekspozycji

W wypowiedziach i publikacjach prasowych dotyczących wieżowca Sky Tower często pojawia się stwierdzenie, że obiekt jest widoczny z całego miasta. Jest to oczywiście pewne uproszczenie. Rzeczywiście, obiekt jest widoczny z bardzo wielu punktów Wrocławia, natomiast rozkład pola widoczności³ nie jest równomierny i ma odmienną strukturę w różnych fragmentach miasta. Ma to z kolei istotne znaczenie dla faktycznej ekspozycji obiektu w krajobrazie. Metoda VIS pozwala na zobrazowanie procesu narastania pola widoczności zależnie od wysokości obiektu. Takie analizy stanowiły pierwszy etap badań i były prowadzone w 9 zakresach obszarowych⁴, dla których wyznaczane było pole widoczności Sky Tower oraz obliczany był procentowy udział powierzchni tego pola względem terenów otwartych. Symulacje prowadzono w dwóch wariantach – z uwzględnieniem zieleni wysokiej oraz bez uwzględniania jej wpływu na ekspozycję obiektu⁵.

Analizując widoczność Sky Tower w promieniu 1 km, przy progu wysokości 20 m obiekt byłby widoczny z 10,63% terenów niezabudowanych⁶. Obejmuje to bezpośrednio otoczenie obiektu⁷. Przy istotnym zwiększeniu progu wysokości do 50 m pole ekspozycji obiektu poszerza się tylko nieznacznie (do 15,54%). Natomiast przy wysokości 100 m obejmuje już 33,93% powierzchni terenów niezabudowanych, a przy wysokości 210 m (równej rzeczywistej wysokości obiektu) – 60,16%. Uwzględnienie zieleni jako elementu zasłaniającego widok na dominantę zmienia zasadniczo rezultat: dla 20 m – 2,54%; dla 50 m – 5,74%; dla 100 m – 14,23%; dla 210 m – 33,31%. Rozkład pól widoczności dla przytoczonych przedziałów jest przedstawiony na ilustracji 3.

Analiza oddziaływania Sky Tower na krajobraz w zakresie obejmującym cały obszar (89 km²) pozwala zaobserwować trend narastania pola widoczności. Dla progu do 30–40 m pole oddziaływania zamyka się w pobliżu dominanty. Jednak po przekroczeniu wysokości 40 m obiekt staje się widoczny także z bardzo odległych obszarów (7–8 km). Struktura pola widoczności rozwarstwia się na część wewnętrzną i część zewnętrzną. W miarę dalszego wzrostu analizowanego progu wysokości obiektu część wewnętrzna rozszerza się, a część zewnętrzna

is not evenly distributed and its structure varies in different parts of the city. It has an impact on the actual exposure of the object in the landscape. The VIS method enables presenting the growth of the visibility field depending on the height of a building. Such analyses were performed during the first stage of the research in 9 ranges⁴. For these ranges, the Sky Tower visibility field was determined and percentage ratio calculated to highlight the difference between the visibility field and the open area. Simulations comprised two options including tall urban green and excluding its impact on the exposure of the building⁵.

Within the range of 1 km from the Sky Tower and at the height threshold of 20 m, the building can be seen from 10.63% of undeveloped areas⁶. It includes the immediate vicinity of the building⁷. When we increase the threshold to 50 m, the exposure field expands only a little to 15.54%, whereas at the threshold of 100 m it is 33.93% of all undeveloped areas. At the height of 210 m corresponding the actual height of the building, it increases to 60.16%. If we include urban green, as elements obstructing the view of the building, the result changes significantly: 20 m – 2.54%; 50 m – 5.74%; 100 m – 14.23%; and 210 m – 33.31%. The distribution of visibility fields as specified above is presented in Figure 3.

The analysis of the Sky Tower impact on the cityscape within the area concerned (89 km²) shows the growth of the visibility field. For the threshold of around 30–40 m, the impact area remains close to the building. However, if we extend beyond 40 m, the building can be seen from very distant locations (ca 7–8 km). The structure of the visibility field is then separated into internal and external parts. If we continue increasing the threshold, the internal part expands, and the external one “shifts” towards the dominant (Fig. 4). The same phenomenon was observed while examining other cities (Szczecin and Berlin [10], [12], [13]). However, in Wrocław, the effect is much stronger, and the separation of the visibility field takes place at a very low height threshold.

The results reflect only a part of the overall analysis of visibility field growth for the Sky Tower. Presentation and discussion of all results of the first stage of the analysis extends beyond the scope of this article (working analysis consists of 570 figures and 18 charts). Based on these results, some general observations can be made. In the vicinity of the building and in a wider area of 2.5 km radius from the Sky Tower, tall urban green has a parti-

³ Pole ekspozycji rozumiane jest jako ogół miejsc, z których analizowany obiekt jest widoczny.

⁴ W promieniu 500 m, 1000 m, 1500 m, 2000 m, 2500 m od dominanty oraz dla fragmentów 5 × 5 km, 6 × 6 km, 8 × 8 km i dla całości obszaru opracowania: 10 × 8,9 km.

⁵ Dla analiz obejmujących zieleni wysoką wykorzystano model DSM obejmujący całość pokrycia terenu. W analizach, w których nie uwzględniano wpływu zieleni wysokiej, model DSM został przetworzony z zastosowaniem modelu BDOT10k. Umożliwiło to wyodrębnienie zabudowy miasta. Elementy pokrycia terenu, które nie stanowiły zabudowy, zostały obniżone do poziomu terenu (DTM).

⁶ Przez pojęcie terenów niezabudowanych rozumiany jest tu każdy niezabudowany fragment miasta, a więc wszystkie przestrzenie publiczne ogólnodostępne (ulice, place, parki itp.), jak również te, do których dostęp jest ograniczony (wnętra kwartałów, prywatne ogrody przydomowe itp.).

⁷ Obszar między ulicami: Gwiaździstą i Powstańców Śląskich oraz ulice: Szczęśliwą i Radosną.

⁴ Radius of 500 m, 1000 m, 1500 m, 2000 m, 2500 m from a dominant and areas of 5 × 5 km, 6 × 6 km, 8 × 8 km and the entire area covered by the study: 10 × 8.9 km.

⁵ The analysis that covered tall green is based on the DSM model for the entire area. Analyses that did not include tall green were based on the DSM model transformed against BDOT10k. This enabled separating built-up areas in the city. The height of objects other than buildings and structures were reduced to the ground level (DTM).

⁶ Undeveloped areas is understood here as each part of the city: all public spaces (streets, squares, parks, etc.) as well as areas to which access is limited (interiors of quarters, private home gardens, etc.).

⁷ An area between Gwiaździsta and Powstańców Śląskich streets and Szczęśliwa and Radosna streets.



Il. 3. Pole ekspozycji budynku Sky Tower dla progów widoczności 20, 100 i 210 m. Powyżej: symulacje bez uwzględnienia zieleni wysokiej, poniżej: symulacje z uwzględnieniem zieleni wysokiej (oprac. K. Czyńska, P. Rubinowicz)

Fig. 3. Exposure field for the Sky Tower at visibility thresholds of 20, 100 and 210 m. Top: simulations which do not include tall urban green, bottom: simulations including tall green (by K. Czyńska, P. Rubinowicz)

„podąża” w kierunku dominanty (il. 4). Podobne zjawisko zostało wcześniej zaobserwowane przy analizie innych miast (Szczecin, Berlin [10], [12], [13]), jednak we Wrocławiu jest ono znacznie silniejsze, a rozwarstwienie pola widoczności występuje przy bardzo niskim progu widoczności.

Przytoczone rezultaty stanowią jedynie pewien wycinek analiz dotyczących narastania pola ekspozycji Sky Tower. Ramy artykułu nie pozwalają na zaprezentowanie i omówienie wyników pierwszego etapu badań w pełnym zakresie (roboczy materiał obejmuje 570 ilustracji i 18 wykresów). Uwzględniając przytoczone tu oraz inne nieskomentowane rezultaty badań, można poczynić kilka ogólnych obserwacji. W otoczeniu obiektu, a także w szerszym obszarze – w promieniu do 2,5 km od Sky Tower – niezwykle istotne znaczenie dla ekspozycji obiektu ma zieleń wysoka. Nawet przy progu równym wysokości Sky Tower i przy pominięciu wpływu zieleni wysokiej pole widoczności obejmuje jedynie w nieznacznym stopniu zwartą strukturę urbanistyczną dzielnic: Stare Miasto i Śródmieście. Niezależnie od tego, czy w badaniach uwzględniamy wpływ zieleni wysokiej, czy nie, w południowo-zachodniej części obszaru analiz wieża Sky Tower jest bardzo silnie eksponowana.

Siła oddziaływania wizualnego

Zaprezentowane w poprzednim rozdziale analizy przyrostu pola oddziaływania wizualnego Sky Tower mogą być poddane syntezie, która ułatwia percepcję wyników [6], [7], [10], [12]. Na jednej mapie przedstawiane są wybrane progi oddziaływania budynku dla wysokości na poziomie: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160 oraz 220 m⁸. Taki zabieg umożliwia zobrazowanie procesu narastania pola ekspozycji. Dla percepcji budynku w krajobrazie

cularly significant impact on the visibility of the building. Also at the threshold equal to the height of the Sky Tower and tall urban green being disregarded, the visibility field covers very little of the Old Town and City Centre urban structure. Regardless of whether we take into consideration tall urban green in our studies, the Sky Tower has major exposure in the south-west part of the area concerned.

Visual impact

Analysis of the Sky Tower visual impact presented in the previous section can be subject to further synthesis that facilitates the perception of results [6], [7], [10], [12]. One of the maps presents selected impact thresholds for heights of 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160 and 220 m⁸. This enables depiction of the exposure field growth. Not only is information about visibility of a building in a landscape important, but also the range of such exposure matters. For instance, we examine whether only a small part of the building can be seen above the roofs or the building can be seen as a whole (from ground level to its top). By looking at the map (Fig. 5) we may determine whether the Sky Tower can be seen well from a given area of the city⁹. Thresholds adopted for the analysis of the Sky Tower were determined to provide the best possible illustration of the building impact. From this point of view, thresholds from 20 to 100 m provide information about areas of strong visibility of the building. However, within ranges specified visibility of the building is determined from the threshold upwards to the top of the building (Fig. 5 – right).

The VIS analysis determines visibility and impact of the building in the city. This, however, does not take into

⁸ Scale is adjusted to the height of the Sky Tower.

⁹ VIS maps are generated automatically using software developed by the authors in C++. Thresholds, their colours and imaging (2D or 3D) can be modified.

⁸ Skala została dostosowana do wysokości budynku Sky Tower.

istotna jest bowiem nie tylko informacja, czy obiekt jest widoczny, ale również – w jakim zakresie jest on ekspozycyjny. Czy ponad dachami innych budynków widzimy jedynie mały fragment badanego obiektu, czy też widoczny jest on w całości (od posadowienia po zwieńczenie bryły). W ten sposób patrząc na mapę (il. 5), możemy stwierdzić, czy na danym obszarze Wrocławia Sky Tower będzie dobrze widoczny⁹. Przyjęte w analizie progi wysokości Sky Tower nie są związane z konkretnymi elementami bryły obiektu. Określone zostały w taki sposób, by najlepiej ilustrować siłę oddziaływania budynku w przestrzeni. Z tego punktu widzenia to właśnie wartości od 20 do 100 m dostarczają informacji o obszarach silnej widoczności budynku. Przy czym każdy z zakresów określa widoczność budynku od wskazanego progu wzwyż, aż do zwieńczenia obiektu (il. 5 – schemat po prawej stronie).

W analizie VIS określana jest widoczność i siła ekspozycji budynku w mieście. Nie są jednak uwzględniane inne parametry wpływające niewątpliwie na percepcję obiektu architektonicznego w przestrzeni, tj. dystans obserwacji czy kierunek padania promieni słonecznych. Zwiększenie odległości obserwatora od badanego budynku powoduje zmniejszenie jego widoczności ze względu na perspektywę powietrzną. Wraz z odległością kolory stopniowo blakną, a kontury budynku rozmywają się. Z tego powodu bardziej atrakcyjne będą miejsca ekspozycji budynku zlokalizowane na południu (względnie południowym wschodzie lub południowym zachodzie). Można to prześledzić, porównując dwa widoki Sky Tower wykonane z różnych kierunków obserwacji obiektu (il. 6). Widok od strony południowej (z obszarów przy autostradzie A4) odznacza się dobrym nasyceniem kolorystycznym i widocznością szczegółów architektonicznych budynku. Z kolei widok z północnej części miasta (z Łącznika Długołęka, tuż za granicą administracyjną Wrocławia) jest jedynie widokiem konturowym. Zabudowa – Sky Tower oraz akcenty wieżowe – są zamglone i pozbawione koloru.

Istotnym czynnikiem warunkującym siłę ekspozycji budynku Sky Tower w przestrzeni miejskiej jest zielenń wysoka, co zostało już zaobserwowane w pierwszym etapie badań dotyczących narastania pola ekspozycji. Zielenń wysoka w dużym stopniu blokuje pole widoczności obiektu. Porównanie map oddziaływania wizualnego przygotowanych z uwzględnieniem oraz bez uwzględnienia zieleni wysokiej obrazuje skalę tego zjawiska (il. 7). Pola najlepszej ekspozycji zlokalizowane są na południu i zachodzie miasta, poza obszarami zurbanizowanymi. Ekspozycje w ramach zabudowanych fragmentów miasta mają charakter punktowy i bardzo rozproszony. Na kolejnej ilustracji przedstawiono pole widoczności budynku w ścisłym centrum miasta (il. 8). Obszary te są niewielkie, a widoczność obiektu ogranicza się jedynie do ekspozycji górnych jego partii (100–140 m). Oddziaływanie budynku rośnie wszędzie tam, gdzie zabudowa staje się



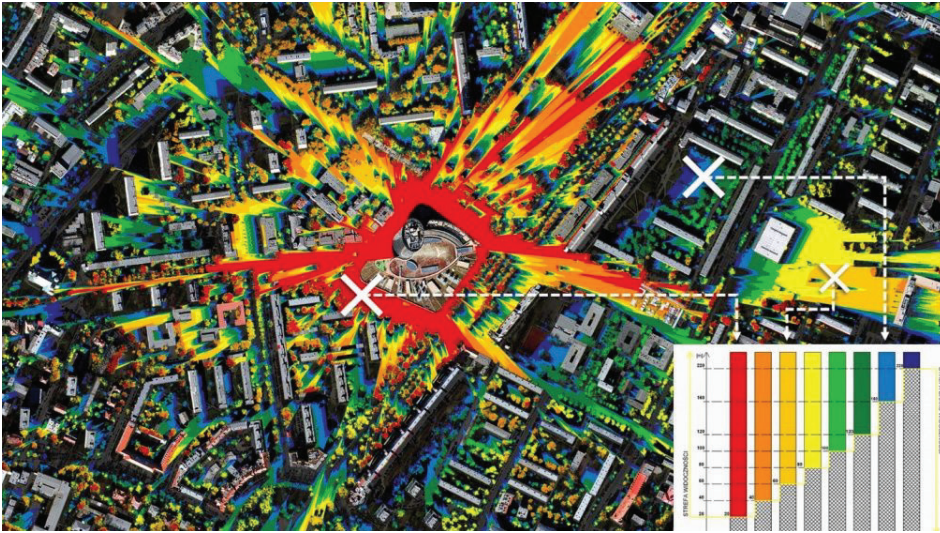
Il. 4. Dynamika procesu narastania pola ekspozycji budynku Sky Tower – w pełnym zakresie obszarowym analizy VIS (10 × 8,9 km). Symulacja dla pułapu 50 m obrazuje rozwarstwienie struktury pola na część zewnętrzną i wewnętrzną (oprac. K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

Fig. 4. Growth rate for the Sky Tower exposure field – full area of VIS analysis (10 × 8.9 km). Simulation for 50 m threshold showing separation into external and internal parts (by K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

consideration other parameters influencing the perception of an architectural facility in space, i.e. observation distance and direction of sunlight. If we increase the distance between a person observing the building and the building itself, we reduce the visibility of that building due to a larger perspective. Colours become less strong with the growing distance and contours of the building blur. For this reason, exposure locations in the southern part of the city can be considered more attractive (also south-east or south-west). This can be examined by comparing two views of the Sky Tower from different directions (Fig. 6). The view from the south (close to A4 motorway) shows good colour saturation and visibility of architectural details of the building. The view from the northern part of the city (Łącznik Długołęka, immediately beyond the administrative boundary of Wrocław) includes contours only. The Sky Tower and its tower like elements are blurred and colourless.

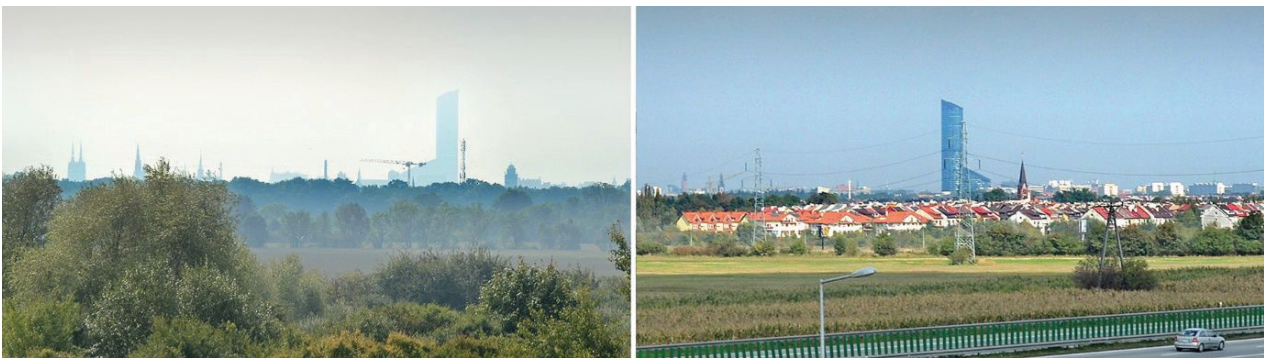
Tall urban green is an important factor determining the exposure of the Sky Tower in the city space. This was already observed in the first stage of the analysis that focused on the exposure field growth. To a large extent, tall urban green reduces the visibility field. This can be seen when we compare maps that take into consideration the tall urban green and those that do not (Fig. 7). The best exposure fields are situated in the southern and western parts of the city, beyond developed areas. Exposure within the built-up environment in the city have a spot-like character and are very dispersed. Figure 8 shows the visibility field of the building within the city centre. Those areas are small and visibility is limited to upper parts of the building only (100–140 m). The impact of the building increases in locations of less dense development. It means that areas with historical buildings, such as the Old

⁹ Mapy zbiorcze VIS generowane są automatycznie za pomocą autorskiego oprogramowania w języku C++. Wartości analizowanych progów wysokości, ich kolory lub sposób obrazowania (2D lub 3D) można swobodnie modyfikować.



Il. 5. Mapa syntezująca pole oddziaływania wizualnego budynku Sky Tower we Wrocławiu. Poszczególne kolory oznaczają siłę ekspozycji budynku od 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160 i 220 m wzwyż (schemat po prawej) (oprac. K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

Fig. 5. Map showing a combined visual impact field of the Sky Tower in Wrocław. Specific colours mark the exposure power of the building from 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160 and 220 m upwards (right) (by K. Czyńska, P. Rubiniowicz)



Il. 6. Wpływ promieni słonecznych i perspektywy powietrznej na widoczność Sky Tower z różnych kierunków: od strony północnej, pod słońce (widok po lewej); od strony południowej z autostrady A4 (zdjęcie po prawej) (fot. K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

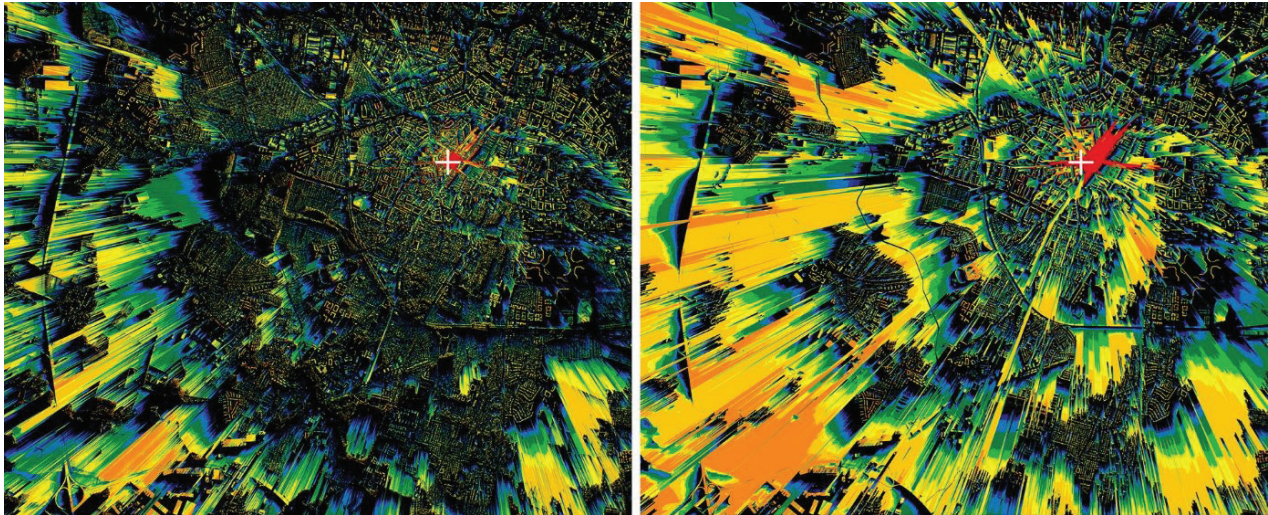
Fig. 6. Impact of sunlight and perspective on the visibility of the Sky Tower from different angles: north against the sun (left); south from A4 motorway (right) (photo by K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

mniej intensywna i traci zwarty charakter. Oznacza to, że zabudowa historyczna jak w dzielnicy Stare Miasto, dzięki swojej kompozycji urbanistycznej jest „odporna” na wpływ wizualny budynku. Możliwość zaistnienia zaburzeń historycznych widoków miasta jest stosunkowo niewielka. Zwieńczenie Sky Tower jest co prawda widoczne z Rynku – najcenniejszej historycznie i społecznie przestrzeni publicznej miasta – ale oddziaływanie to jest słabodowe i praktycznie niezauważalne (il. 8).

Najsilniejszy obszar oddziaływania Sky Tower to bezpośrednio otoczenie obiektu (il. 5). Z sąsiadujących z nim terenów można obserwować obiekt od wysokości 20–40 m, niekiedy od samego przyziemia. Ze względu na ekstensywną strukturę urbanistyczną, w której osadzony jest Sky Tower (Krzyki, osiedle Południe), jego pole oddziaływania jest stosunkowo duże (il. 5), jednak tylko w bliskiej odległości od budynku. Wraz ze wzrostem dystansu siła oddziaływania wizualnego zanika. Jest to spowodowane brakiem ekspozycji osiowych obiektu w ramach miasta. Wyjątkami są widoki z pewnych odcinków ul. Kruczej, Gwiaździstej i Powstańców Śląskich (il. 9). To jednak niewiele, jak na obiekt o tak znaczącej wysokości. Wystarczy przywołać tu przykład Paryża i Wielkiej

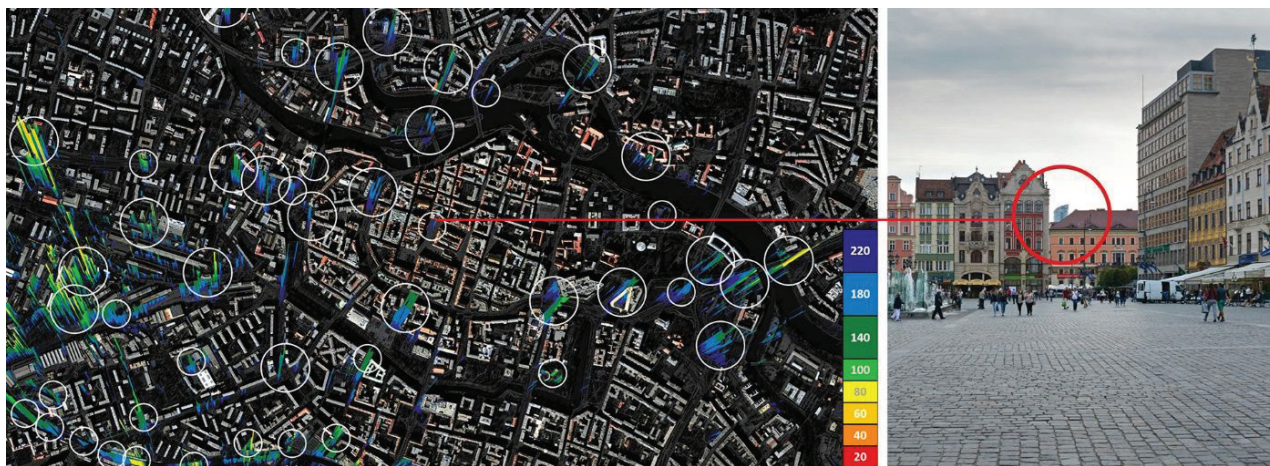
Town, are in a way resistant to the visual impact of the building due to their urban composition. The danger of distorting historical sights of the city is quite limited. The top of the Sky Tower, however, can be seen from the Main Square, which is the most valuable city space from historical and social points of view, but the impact is limited and practically negligible (Fig. 8).

The area of the strongest impact of the Sky Tower is situated in its immediate vicinity. From neighbouring areas, the building can be seen from 20–40 m upwards, and rarely from its ground level. Due to an extensive urban structure around the Sky Tower (Krzyki and Południe housing estates), its impact field is considerably large (Fig. 5). However, it is limited to the immediate vicinity of the building only. The larger the distance, the smaller the visual impact of the building. It results from the lack of axial exposure areas in the city. Exceptions include certain stretches of Krucza, Gwiaździsta and Powstańców Śląskich streets (Fig. 9). This is nothing major considering the significant height of the building itself. We can compare it with Paris and its Great Axis from which we can see tall buildings situated in La Défense. This visual axis has over 8 km



Il. 7. Porównanie analiz VIS przedstawiające wpływ zieleni miejskiej na widoczność Sky Tower: po lewej – analiza z uwzględnieniem zieleni; po prawej – analiza bez uwzględnienia wpływu zieleni (oprac. K. Czyńska, P. Rubinowicz)

Fig. 7. Comparison of VIS analyses showing impact of urban green areas on the visibility of the Sky Tower: analysis including urban green (left); analysis without urban green areas (right) (by K. Czyńska, P. Rubinowicz)



Il. 8. Fragment analizy VIS dla centrum miasta. Okręgami zaznaczono obszary ekspozycji budynku Sky Tower. Zwieńczenie obiektu jest widoczne z obszaru Rynku (oprac. K. Czyńska, P. Rubinowicz)

Fig. 8. A part of the VIS analysis of the city centre. Circles are used to mark exposition areas of the Sky Tower. The top of the building can be seen from the area of the Main Square (by K. Czyńska, P. Rubinowicz)

Osi, na której zakończeniu widoczne są budynki wysokie zlokalizowane w dzielnicy La Défense. Jest to oś widokowa o długości ponad 8 km [3], [14]. Ograniczony zakres oddziaływania wizualnego Sky Tower świadczy o braku powiązania tego budynku z kompozycją urbanistyczną miasta. Nie jest on usytuowany osiowo względem żadnej ważnej, szerokiej i długiej arterii komunikacyjnej. Jego pozycja wśród otaczającej zabudowy, także ze względu na jej małą wartość urbanistyczną, nie jest odpowiednio umocowana. Wszystkie te czynniki wpływają na fakt, że jest trudno znaleźć w mieście miejsce atrakcyjnej ekspozycji Sky Tower – takiej, która mogłaby stać się widokiem ikonicznym, charakteryzującym Wrocław. Znamienne wydaje się to, że większość ujęć obiektu dostępnych w Internecie to zdjęcia z innych budynków lub zdjęcia lotnicze. Zatem, żeby zobaczyć w korzystnym kadrze Sky

[3], [14]. The limited visual impact of the Sky Tower shows that the building is not linked with the urban composition of the city. It does not have an axial positioning against any major, wide and long street. Additionally, due to a minor urban value, its exposure in the surrounding is not major either. Due to such factors it is difficult to find a place of attractive exposure of the Sky Tower, an exposure which could become an iconic landmark view of Wrocław. It is very telling that the majority of photographs of that building available in the Internet have been taken from the top of other buildings or aerial photographs. Thus, to have a fine view of the Sky Tower you need to move above the level of the public space in Wrocław.

The significance of the Sky Tower as an icon increases with the distance from the building. It is the most influen-



Il. 9. Osiowe ekspozycje Sky Tower: ul. Krucza – po lewej; ul. Powstańców Śląskich – po prawej (fot. K. Czyńska, P. Rubiniowicz)
 Fig. 9. Axial exposure of the Sky Tower: Krucza Street (left); Powstańców Śląskich Street (right) (photo by K. Czyńska, P. Rubiniowicz)

Tower, trzeba unieść się ponad poziom przestrzeni publicznej Wrocławia.

Znaczenie Sky Tower jako ikony rośnie wraz ze wzrostem odległości od budynku. Największy wpływ na krajobraz Wrocławia obiekt zyskuje w odległych i bardzo odległych widokach. Ze względu na mało zróżnicowaną topografię terenu w panoramach miasta dostrzec można jedynie obiekty wieżowe – historyczne dominanty oraz Sky Tower (il. 6). Budynki te nie są przesłaniane przez inne zabudowania lub wzniesienia. Analiza VIS wykazuje widoczność Sky Tower w okolicach węzła „Południe” na autostradzie A4 już od wysokości 40 m. Budynek jest dobrze eksponowany również z autostrady A8, która stanowi zachodni objazd miasta. W panoramie Wrocławia postrzeganej w sposób dynamiczny (z samochodu) głównym motywem krajobrazowym, który wyróżnia się i przyciąga wzrok, jest właśnie Sky Tower.

Im bardziej oddalamy się od Wrocławia, tym bardziej wzmacnia się znaczenie Sky Tower jako elementu wizerunku miasta. Obiekt pojawia się także w tle panoram sąsiednich miast, czego przykładem jest Świdnica. Z platformy widokowej umieszczonej na wzgórzu w pobliżu drogi do Modliszowa widzimy na pierwszym planie sylwetę Świdnicy z charakterystycznym układem dominant historycznych. Natomiast w dalszym planie, na linii horyzontu, zauważamy wieżowiec Sky Tower. Obiekt staje się swoistym drogowskazem – reperem określającym lokalizację Wrocławia (il. 10). Dystans znacząco wykracza poza obszar badań VIS omawianych w artykule. W tak odległych widokach oddziaływanie wizualne wieżowca jest dużo większe niż historycznych dominant. Zacierają się detale architektoniczne. Materiał i kolor przestają być istotne. Najważniejsza staje się forma obiektu, którą możemy dostrzec, rozpoznać i skojarzyć z miastem.

Podsumowanie

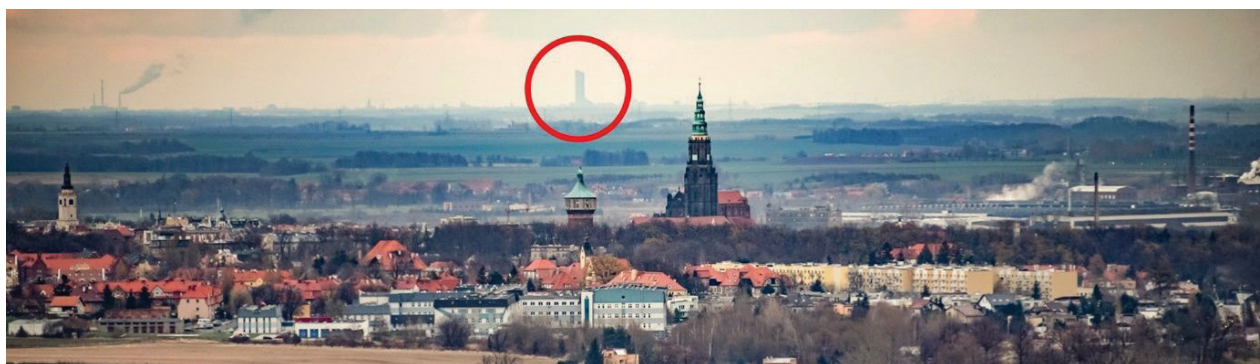
Sky Tower jest jednym z najwyższych budynków w Polsce. Zależnie od sposobu obliczenia wysokości plasuje się na pierwszej lub drugiej pozycji, konkurując jedynie z Pałacem Kultury i Nauki w Warszawie. Ma to oczywiste znaczenie dla wizerunku Wrocławia. Są też inne aspekty interpretacji wpływu budynku na wizerunek,

tial as regards the skyline of Wrocław at large or very large distance. Due to the configuration of the land, tower like facilities are the most distinct in panoramas of the city, which include historical dominants and the Sky Tower (Fig. 6). The view of these buildings is not obstructed by other building facilities or elevations. The VIS analysis shows that the Sky Tower can be seen from the vicinity of the Southern Node of A4 motorway from 40 m upwards. The building is well exposed from A8 motorway which is a western ring road of the city. In the dynamic view of the Wrocław panorama (as seen from a car in motion), the Sky Tower is the main distinguishing landmark that attracts attention.

Another interesting example is the panorama of Świdnica seen from a new observation deck situated on a hill close to a road to Modliszów. The observation distance significantly extends beyond the VIS analysis area. However, the trend observed during our research has been confirmed. The further we are from Wrocław, the stronger the impact of the Sky Tower as a new element of the city image. The dominant feature becomes a sort of a sign post pointing to Wrocław (Fig. 10). At such large distances, although the visual impact of a tall building is much larger than historical dominant features due to the sheer height and mass of the building, architectural details of the building are blurred. Material and colour cease to be important. The most significant is the typical form of the building and its association with Wrocław.

Summary

The Sky Tower is one of the tallest buildings in Poland. Depending on the calculation method, it is ranked first or second as regards its height, competing only with the Warsaw based Palace of Culture and Science. It has an obvious impact on the image of Wrocław. However, there are also other aspects of the interpretation of the building impact on the city image, as is observed in the introduction to the article. Nevertheless, it is more important how the building can be perceived in the actual space of the city. The use of the digital surface model (DSM) and the Visual Impact Size method (VIS) enabled examining the significance of the building for the cityscape: identifying



Il. 10. Panorama Świdnicy unaocznia siłę oddziaływania Sky Tower w otwartym krajobrazie. Punkt widokowy oddalony jest od Wrocławia o 50 km (fot. M. Piekelnik, źródło: <http://www.moja.swidnica.pl/?tag=skytower>; data dostępu: 15.05.2017)

Fig. 10. Panorama of Świdnica showing the impact of the Sky Tower in an open landscape. An observation point is situated 50 km from Wrocław (photo by M. Piekelnik, source: <http://www.moja.swidnica.pl/?tag=skytower>; accessed: 15.05.2017)

które zostały zarysowane szkicowo we wstępie. Bardziej istotne wydaje się jednak to, w jaki sposób obiekt może być postrzegany w rzeczywistej przestrzeni miasta. Zastosowanie cyfrowego modelu (DSM) oraz metody Visual Impact Size (VIS) pozwoliło na precyzyjne rozpoznanie znaczenia obiektu dla krajobrazu: identyfikację pól ekspozycji oraz analizę siły oddziaływania budynku w różnych punktach miasta. Analizy VIS ujawniają złożoność relacji przestrzennych obiektu wysokiego z miastem, które są praktycznie niemożliwe do dokładnego, intuicyjnego przewidywania. Obszar analiz objął znaczną część Wrocławia (89 km²), co pozwoliło na obserwacje zarówno bliskiego, jak i dalekiego pola ekspozycji.

Przeprowadzone analizy VIS dla Sky Tower zobrazowały rzeczywistą siłę oddziaływania wizualnego budynku na krajobraz Wrocławia. Potwierdziły intuicyjne odczucia autorów z badań terenowych przeprowadzonych w 2014 r.: pomimo powszechnej opinii, że budynek znacząco wpłynął na krajobraz miasta, Sky Tower w wewnętrznych widokach (z ulic, placów) jest stosunkowo słabo eksponowany. Nie ingeruje on wizualnie w ważne historyczne widoki miasta. Małe oddziaływanie budynku związane jest po pierwsze ze zwartą kompozycją urbanistyczną Starego Miasta i śródmieścia, która „chroni” te obszary przed wpływem wizualnym budynku. Po drugie Sky Tower nie został odpowiednio silnie osadzony w układzie kompozycyjnym miasta. Miejsce jego lokalizacji nie wskazuje ważnego przestrzennie i funkcjonalnie obszaru, który byłby podkreślony kompozycją otaczającej zabudowy (jak to miało miejsce w przypadku lokalizacji historycznych dominant). Z tych względów oddziaływanie wizualne Sky Tower jest mocno ograniczone na obszarach zurbanizowanych. Jednakże rośnie wraz ze zmniejszaniem się intensywności zabudowy poza ścisłym centrum miasta. Jak wykazały analizy VIS, obiekt jest najlepiej widoczny w odległych panoramach z zachodu i południa. Sky Tower stanowi w nich główny wertykalny motyw przyciągający wzrok. Dominanty historyczne są znacznie słabiej widoczne lub w dalszych ekspozycjach nawet nierozpoznawalne. To właśnie w dalekich widokach miasta wieżowiec staje się nowym symbolem Wrocławia, wzmacniającym jego wizerunek.

exposure fields and analysing its impact on various locations in the city. VIS analyses show the complexity of spatial interactions between a tall building and the city, interactions which virtually cannot be foreseen intuitively. The area examined covered a major part of Wrocław (89 km²) which enabled observing close and distant exposure fields.

VIS analyses for the Sky Tower led to conclusions related to the actual visual impact of the building on the cityscape of Wrocław. They confirmed intuitive assumption of the authors based on field studies implemented in 2014: despite a common opinion that the building has a major impact on the cityscape, in internal vistas (from streets and squares), the Sky Tower has actually poor exposure. It does not interfere with historical vistas of the city so important for the image of the city. The limited impact of the building results from a clustered urban composition of the Old Town and City Centre. Firstly, the composition protects those areas against the visual impact of the building. Secondly, the Sky Tower is not strongly embedded in the city composition. Its location does not seem to be significant from spatial and functional points of view to be highlighted by the composition of surrounding buildings (as in case of historical dominants). For this reason, the visual impact of the Sky Tower is seriously limited within the urbanized area. However, its significance increases when the development becomes less dense beyond the city centre. According to VIS analyses, the building is best seen in distant western and southern panoramas. There, the Sky Tower is the main vertical element catching the eye of the viewer. Historical dominant features are much less noticeable, or even unrecognizable. In those larger distances, the building becomes a new symbol of Wrocław effectively strengthening the image of the city.

*Translated by
Paweł Zimecki*

Bibliografia/References

- [1] Jacobs J., *Śmierć i życie wielkich miast Ameryki*, CA Centrum Architektury, Warszawa 2015.
- [2] Madurowicz M., *Turystyka architektoniczna*, „Architektura – Murator” 2008, Nr 6, 64.
- [3] Musiał R., *Kompozycja krajobrazu miejskiego – jakość i wizerunek współczesnego miasta*, „Kwartalnik Architektury i Urbanistyki” 2011, t. 56, z. 2, 23–34.
- [4] Turner A., Doxa M., O’Sullivan D., Pen A., *From isovist to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space*, „Environment and Planning B: Planning and Design” 2001, Vol. 28, 103–122.
- [5] Benedikt M.L., *To take hold of space: isovist fields*, „In Environment and Planning B: Planning and Design” 1979, Vol. 6, 47–65.
- [6] Czyńska K., Marzęcki W., Rubinowicz P., *Studium oddziaływania krajobrazowego zabudowy wysokiej w Szczecinie*, opracowanie planistyczne dla Gminy Miasto Szczecin, 2007.
- [7] Marzęcki W., Czyńska K., Rubinowicz P., Zwoliński A., *Studium oddziaływania krajobrazowego nowej zabudowy na terenie Ogrodów Seminaryjnych w Warszawie*, opracowanie planistyczne dla Kurii Metropolitalnej, Warszawa 2015.
- [8] Van der Hoeven F., Nijhuis S., *Hi Rise, I can see you! Planning and visibility assessment of high building development in Rotterdam*, „Research in Urbanism Series” 2011, Vol. 2, 277–301.
- [9] Werbroucka I., Antropa M., Van Eetvelde V., Stala C., De Maeyera Ph., Batsb M. et al., *Digital Elevation Model generation for historical landscape analysis based on LiDAR data, a case study in Flanders (Belgium)*, „Expert Systems with Applications” 2011, Vol. 38, Iss. 7, 8178–8185.
- [10] Czyńska K., *Application of Lidar Data and 3D-City Models in Visual Impact Simulations of Tall Buildings*, „The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” 2015, XL-7/W3, doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1359-2015, 1359–1366.
- [11] Ozimek P., Ozimek A., *Analiza krajobrazu przy użyciu narzędzi cyfrowych*, Politechnika Krakowska, Kraków 2015.
- [12] Czyńska K., Rubinowicz P., *Visual Impact Size Method in Planning Tall Buildings*, [w:] J. Słyk, L. Bezerra (red.), *Education for research, research for creativity*, Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016, 169–174.
- [13] Rubinowicz P., *Cyber Urban Center: the visual impact simulations for tall buildings analyses in Szczecin*, [w:] B. Cherkes, H. Petryshyn (red.), *Creative urbanism to 100th anniversary of city planning education at Lviv Polytechnic*, Lviv 2014, 97–103.
- [14] Kosiński W., *Globalizacja – szanse i zagrożenia tożsamości miast*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej: Architektura i Urbanistyka” 2009, Nr 18, 7–43.

Streszczenie

W artykule omówiono badania dotyczące analizy wpływu wieżowca Sky Tower na krajobraz Wrocławia. Zostały one przeprowadzone z zastosowaniem komputerowej metody Visual Impact Size (VIS), opracowanej pod kierunkiem pierwszego autora artykułu. Metoda ta umożliwia geometryczne jednoznaczne rozpoznanie zakresu i siły oddziaływania wizualnego dominanty. Im obiekt jest wyższy, tym w oczywisty sposób większy jest jego wpływ na krajobraz. W ślad za tym rośnie jego znaczenie jako elementu kształtującego wizerunek miasta. Obszar analiz VIS objął znaczną część Wrocławia (89 km²), co pozwoliło na obserwacje zarówno bliskiego, jak i dalekiego pola ekspozycji. Sky Tower w wewnętrznych widokach (z ulic, placów) jest stosunkowo słabo eksponowany, nie został też odpowiednio silnie osadzony w strukturze miasta. Jak wykazały analizy VIS, obiekt jest najlepiej widoczny w odległych panoramach z zachodu i południa, w których Sky Tower stanowi główny wertykalny motyw przyciągający wzrok. To właśnie w dalekich widokach wieżowiec staje się nowym symbolem Wrocławia, wzmacniającym wizerunek miasta. Analizy VIS zostały wykonane z wykorzystaniem danych ze skaningu lotniczego LiDAR: cyfrowego modelu terenu (DTM/NMT) i cyfrowego modelu pokrycia terenu (DSM/NMPT) oraz z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania opracowanego przez autorów.

Słowa kluczowe: Sky Tower, Wrocław, Visual Impact Size, cyfrowe analizy krajobrazu, LiDAR

Abstract

The article discusses investigations referring to the analysis of the Sky Tower impact on the cityscape of Wrocław. They involved using a computer aided Visual Impact Size method (VIS) developed by a team led by the first of the authors of the article. The method provides for a geometrical examination of the scope and power of dominant visual impact. The higher the building, the larger is its impact on the landscape. This is followed by the significance of the building as an element determining the image of a city. The area of VIS analyses included a major part of Wrocław (89 km²), which enabled examining close and distant exposure field. In internal views (from streets and squares), the Sky Tower is relatively little exposed and has not been much embedded in the structure of the city. According to VIS analyses, the facility is better seen from larger distances in western and southern panoramas, where the Sky Tower is the main vertical element attracting the eye of a viewer. The tall building has become a new symbol of Wrocław in those more distant views strengthening the image of the city. The analyses involved LiDAR aerial scanning data: digital terrain model (DTM) and digital surface model (DSM), and the application of a specialist software developed by the authors.

Key words: Sky Tower, Wrocław, Visual Impact Size, digital landscape analysis, LiDAR