



DOI: 10.21005/pif.2017.32.D-01

## **ASSESSMENT OF TALL BUILDINGS VISUAL IMPACT ON SELECTED LANDSCAPE INTERIORS USING THE VIS METHOD**

### **OCENA ODDZIAŁYWANIA WIZUALNEGO ZABUDOWY WYSOKIEJ NA WYBRANE WNĘTRZA KRAJOBRAZOWE Z UŻYCIEM METODY VIS**

**Klara Czyńska**

dr inż. arch.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Katedra Urbanistyki i Planowania Przestrzennego

#### **ABSTRACT**

Research presented in the article was designed to assess the possibility of using the Visual Impact Size (VIS) method as a tool supporting decision making on protecting park interiors and their landscapes against accidental visual impact of tall buildings. The study enables assessing the efficiency of the VIS method while examining the impact of tall buildings to establish whether and to what extent those buildings can be seen. The study also aims at using LiDAR data (as DSM models) for reflecting the spatial structure of park interiors for the purpose of the VIS analysis.

Key words: digital urban analysis, protection of landscape, tall buildings, visual impact, Visual Impact Size.

#### **STRESZCZENIE**

Badania przedstawione w artykule zmierzają do oceny możliwości wykorzystania metody Visual Impact Size (VIS), jako narzędzia wspomagającego proces ochrony parkowych wnętrz krajobrazowych przed przypadkowym wpływem wizualnym zabudowy wysokiej. Badanie pozwoli na ocenę efektywności zastosowania metody dla rozpoznania wpływu obiektów na cenne wnętrza parkowe – ustalenie, czy i w jakim zakresie wskazane budynki będą widoczne. Prezentowane badania mają również na celu ocenę możliwości wykorzystania danych LiDAR (w postaci modeli DSM) dla odwzorowania struktury przestrzennej wnętrz parkowych dla potrzeb badań VIS.

Słowa kluczowe: cyfrowe analizy urbanistyczne, ochrona krajobrazu, oddziaływanie wizualne, Visual Impact Size, zabudowa wysoka.

## 1. INTRODUCTION

Although they do not highlight large sections of a city, park interiors are a very valuable component of the cultural cityscape which deserves conservation and protection. Interior walls are determined by planes of trees. They direct our sight to a predominant component, which frequently is an architectural facility. Champs de Mars in Paris ends with a Baroque military school, Jasne Błonia in Szczecin (Poland), with the Town Hall, and perhaps more free composition of green around the Belvedere Pond in the Royal Baths in Warsaw (Poland), is crowned with the Belvedere Palace occupying a hill. Similar arrangements can also be found in other European cities, such as Vienna, Milan and Berlin.

In the 21<sup>st</sup> century, popularity of tall buildings has been steadily growing. Over the past 17 years, 579 tall buildings higher than 100 m have been built in Europe (according to Council on Tall Buildings and Urban Habitat). It is almost twice as many as in the entire 20<sup>th</sup> century [7]. Tall buildings are erected not only in the largest metropolises, but also in medium-sized cities. This is a significant threat to the cultural heritage. Due to their major range of visual impact, tall buildings frequently cause unforeseen interactions with existing historical facilities. The former is also a threat to the composition integrity of landscapes discussed in the article.

We may list a number of examples of the negative impact of tall buildings on park inner areas. The Montparnasse Building, built in the 1970s, disturbs an otherwise symmetrical composition of the Champs de Mars in Paris as seen from the side of the Eiffel Tower. The building can be seen above the roof of the military school at one end of the one and a half kilometres axis (Fig. 1a). Similar effects are produced by a residential building that can be seen above the Town Hall in Szczecin. It is an element of disharmony that distorts the composition axis of the city park interior of Jasne Błonia (Fig. 1c). Yet the Baroque garden in Vienna is crowned with a building of the Lower Belvedere open to the broad panorama of the city. Tall buildings on the Donaukanal (Danube Canal) stand out in the surrounding (Fig. 1b). The tall buildings are designed by Hans Hollein [19] and Jean Nouvel [20]. The view can be compared with the arrangement of the location in the paintings by Canaletto in the mid 18<sup>th</sup> c. [3]. For certain, it is not an example of a harmonious development of the landscape which is based on a symmetrical Baroque arrangement of the garden [6, p. 28].

The examples above make us reflect on the need to maintain continuity while developing the cultural landscape in European cities. Undoubtedly, the control of the landscape background is a challenging task, especially in the period of speedy investment. The development of urban areas while continuing their landscape values *does not mean that we have to abandon the expression of contemporary times through architecture. It means, however, that we need to become sensitive, balanced, knowledgeable, and culture oriented* [14, p. 47]. In other words, we need to respect the composition and the importance of city views that we intend to alter. To meet that goal, we need urban planning tools and experience suitably adjusted to rapidly changing conditions for investment.

## 2. RESEARCH GOAL

Research presented in the article was designed to assess the possibility of using the Visual Impact Size (VIS) method [8] as a tool supporting decision making on protecting park interiors and their landscapes against accidental visual impact of tall buildings. The principle of the method is presented using the example of tall building impact analysis of two park interiors, namely Central Cemetery in Szczecin and the Royal Baths in Warsaw. Due to their location in the city centre, both interiors are exposed to the visual impact of new tall buildings. The study enables assessing the efficiency of the VIS method while examining the impact of tall buildings on valuable park interiors to establish whether and to what extent those buildings can be seen. The analysis covers the location of a tall

building at the Unii Lubelskiej Square in Warsaw and the planned location of a tall building at the Szyrockiego Square in Szczecin. The study also aims at using LiDAR data<sup>1</sup> for reflecting the spatial structure of park interiors for the purpose of the VIS analysis.



Fig. 1. Deformation of symmetrical composition of park by tall buildings situated in the vicinity: a) Champs de Mars, Paris; b) Belvedere Garden, Vienna; c) Jasne Błonia, Szczecin. Source: Picture by the author

Ryc. 1. Przykłady deformacji symetrycznej kompozycji układów parkowych przez przypadkowo zlokalizowane obiekty wysokie: a) Pola Marsowe w Paryżu; b) założenie ogrodowe Belwederu w Wiedniu; c) Jasne Błonia w Szczecinie. Źródło: fot. autorki

### 3. OBJECTIVE

#### 3.1. Impact of a tall building at the Szyrockiego Square in Szczecin on the Central Cemetery

The study examines the visual impact of the 2007 planned tall building at the Szyrockiego Square on the landscape interior of the Central Cemetery. The building has never been realized due to its wide visual impact characterized in a study prepared by a team with the participation of the author at the request of the city authorities [10, 13, 22, 23]. It indicated the negative impact of a skyscraper on the interior of the Central Cemetery.

Despite their proximity, the spatial relationship between the two locations (cemetery and Szyrockiego Square) is not obvious. It results from the fact that they are completely independent from the Szczecin's typology point of view. The walking distance is twice longer than the straight line drawn between the two facilities (Fig. 2). Despite the fact that the Cemetery is situated in the core city centre of Szczecin, its internal landscape is independent from the context of the city. Vistas of several hundreds of meters do not include any buildings in the city and show the internal landscape of the cemetery only (apparently not disturbed by external interactions). A key element of the cemetery composition is an axis of 1.5 km. According to the objectives set by Wilhelm Meyer-Schwartau, it should

<sup>1</sup> Numerical models: Digital Surface Model (DSM) and Digital Terrain Modle (DTM).

end with a Neo-Romanesque chapel. The most representative parts of the cemetery are located along the axis, and in the immediate forefront of the chapel, in a land recess, situated is a wide water reservoir. The landscape interior along the axis is set by lines of trees which direct our sight towards the terminating vista (Fig. 3).<sup>2</sup>



Fig. 2. Central Cemetery in Szczecin and its immediate surrounding: A – cemetery; B – main composition axis with chapel as terminating vista; C – location of tall building examined using VIS method. Source: picture by P. Rubinowicz

Ryc. 2. Lokalizacja Cmentarza Centralnego w Szczecinie na tle najbliższego otoczenia: A – obszar cmentarza; B – główna oś kompozycyjna założenia z kaplicą na zamknięciu widokowym; C – lokalizacja obiektu wysokiego poddanego badaniu metodą VIS. Źródło: fot. P. Rubinowicz



Fig. 3. Terminating vista of Neo-Romanesque Chapel at the end of 1.5 km Central Cemetery axis in Szczecin. Source: Picture by P. Rubinowicz

Ryc. 3. Zwieńczenie 1,5 km osi Cmentarza Centralnego w Szczecinie neoromańską kaplicą. Źródło: fot. P. Rubinowicz

The Cemetery is situated between highly urbanised and still growing areas<sup>3</sup>. The main axis of the architectural arrangement is directed towards the housing estate of Nowe Mi-

<sup>2</sup> The cemetery was established in the early 20<sup>th</sup> c. according to the design by Wilhelm Meyer-Schwartau. It is the largest cemetery in Poland and the third largest in Europe [4].

<sup>3</sup> Housing estates of Świerczewo, Gumieńce, and Pomorzany – districts of Zachód and Turzyn, and Nowe Miasto in the District of Śródmieście.

asto and the Szyrockiego Square (Fig. 2–B). Due to a major reserve land available, an intensive urban development process has been progressing for the past 10 years. Therefore, there is a risk that new investment may exceed the line of trees and threaten the composition integrity of the cemetery interior landscape. Considering land configuration, buildings of 25–30 m in height can pose certain risk. The article presents studies on the visual impact of a tall building situated on the investment plot at the Szyrockiego Square. The plot is situated along the axis of the cemetery (Fig. 2–C). In 2014, the plot was actually developed with the Piastów Office Center. In 2007, it was considered as one of two locations for tall buildings in the city [10, 13, and 22]. The study presented in the article involving the VIS method can show to what extent a tall building could be seen from the interior of the Cemetery.

### **3.2. Impact of a tall building at the Unii Lubelskiej Square on the Royal Baths in Warsaw**

The visual impact study was stimulated by the discussion on establishing of a tall building at the Unii Lubelskiej Square that could be seen from the interior of the Royal Baths. The facility became a source of controversies already at the stage of building [17]. First, the structure of the tall building appeared in the background of the Belvedere Palace. Thus, one of iconic vistas of Warsaw enjoying 200-years history was distorted [15, p. 32]. The vista was a landmark of the capital and the entire country. Thus the building disturbed the domination of the Belvedere in the landscape interior and its integrity as an important historical monument and a symbol of power [9]. The devaluation of the previously valuable vista has been highlighted by the view of the logo of the owner placed on top of the building (Fig. 4b).

Comparing with the Central Cemetery in Szczecin, the interior landscape of the Royal Baths has a less defined arrangement. We may distinguish the interior marked with lines of trees around the Belvedere Pond (Fig. 4a–A). The Belvedere Palace is situated on top of a hill and is the terminating vista (Fig. 4a–B). The Unii Lubelskiej Square is situated 700 m away from the Belvedere Pond (Fig. 4a–C). The triangular tall building erected there in 2013 has 90 m in height. The height was in line with provisions of the then Masterplan (valid in 2007). The design of the building was selected through a competition [1]. However, the designing process failed to include relevant analysis of visual impact on the cityscape. The visual intervention of the new facility into the interior of the Royal Baths was a surprise. The study presented in the article using the VIS method aims at showing to what extent the effect could have been recognised at the stage of planning.

## **4. VIS METHOD AND 3D CITY MODELS**

The visual impact study covering the tall buildings in Szczecin and Warsaw was based on the Visual Impact Size (VIS) method [8]. The method was used to determine areas in the city from which the buildings could be seen depending on their height. The visibility area is referred in the literature as viewshed or isovist 3d [26]. However, there are certain semantic differences between them [27]. The basics of the method are quite simple and stem from the theory that has been developed since the end of 1970s [2]. However, the application of the theory in the real 3D space of a city requires very complex and time-consuming calculations. The calculation process determines public spaces in a city which remain under the influence of a planned facility. In parallel, the impact of a building is calculated in terms of the visibility of the entire building, its large part or only a small spatial element of it.

The VIS method enables measuring the total visual impact of a building depending on its height. In practical terms, the interpretation of results is the best once we limit the number of heights examined. Usually, it is 8 to 10 different heights every 20 m. It depends, however, on the specific nature of the facility in question and the required precision of calcula-

tion. The VIS emulation helps creating a map with colours marking the exposure of a given building in the city. Results can be displayed in various ways – projections, axonometric views and perspectives or 3D rendering. A specialist C++ software developed by the author has been used to generate the VIS simulation (2014-2016).<sup>4</sup> It has been optimized for enhancing the efficiency of processing data representing a digital picture of the city space.

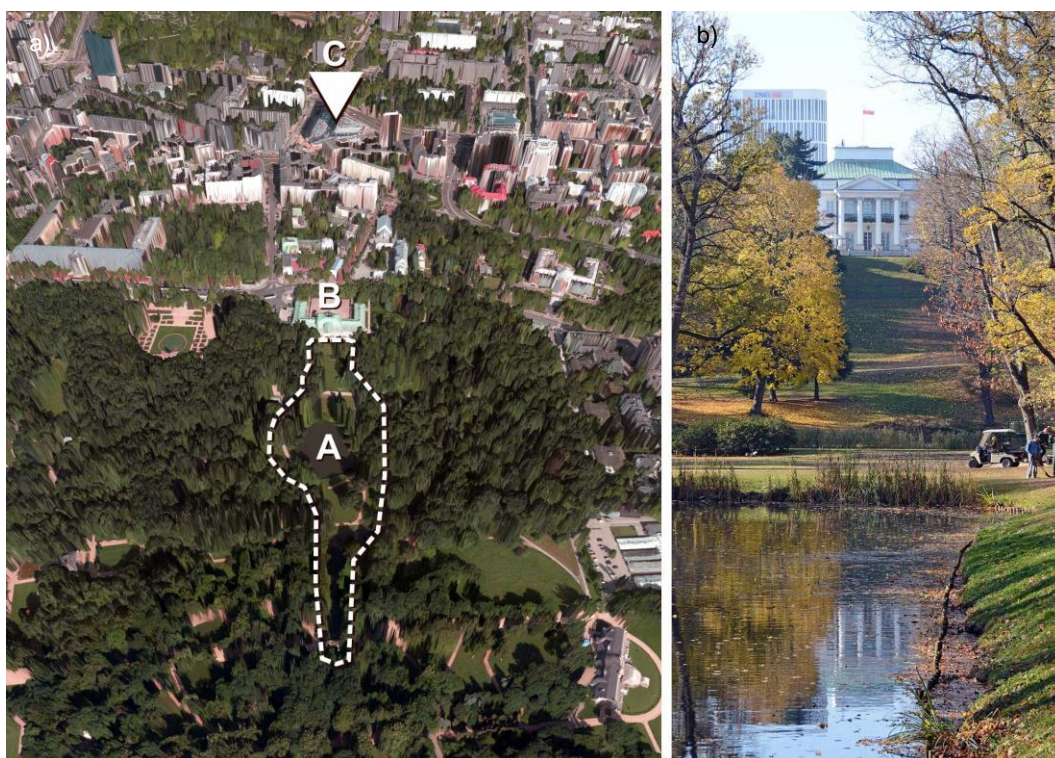


Fig. 4. Spatial links between the royal Baths and tall building at Unii Lubelskiej Square in Warsaw: a) view of DSM model: A – landscape interior with Belvedere Pond; B – Belvedere Palace; C – location of tall building at Unii Lubelskiej Square; b) view from Royal Baths towards Belvedere Palace. Source: a) developed by the author; b) picture by the author

Ryc. 4. Powiązanie przestrzenne Łazienek Królewskich w Warszawie z wieżowcem przy Placu Unii: a) widok na model DSM: A – wnętrze krajobrazowe ze Stawem Belwederskim; B – Pałac Belwederski; C – lokalizacja wieżowca przy Placu Unii; b) widok z Łazienek Królewskich w kierunku Pałacu Belwederskiego. Źródło: a) opr. autorki; b) fot. Autorki

The study presented in the article is based on Digital Surface Model (DSM) and Digital Terrain Model (DTM), which are derived from LIDAR data. In Poland, DSM models (and other spatial data) are public due to the EU implemented INSPIRE Directive. Although data lack their internal semantics and structure that can facilitate their use, a simplified picture of a city provides a number of advantages. The cloud of points, which comprises digital models, contains all landscape components, such as buildings, tall green, technical infrastructure, bridges and flyovers, all reflected with the same precision. Equally important is the low cost of generating such data, their validity and accessibility. In the case of using the DSM model for studying the cityscape, the mesh size is also important since it determines the precision of the digital city picture and the quality of VIS analyses.

<sup>4</sup> Software for computer analyses was developed in the Cyber Urban Centre (CUC), the main author: dr inż. arch. P. Rubinowicz.

In Poland, all major cities have high precision models developed, which is the highest of all EU member states [5, 11, and 24].

The VIS simulation uses digital data available under the ISOK project<sup>5</sup>. Land coverage models are based on LIDAR scanning developed in 2012. An average height error is 10 cm. DSM models for Szczecin and Warsaw have their mesh density of 0.5m [5]. This enables creating a precise picture of the city space, including parks. For the purpose of the study, it was very important to include tall green, which in this particular case reduces the visual impact of tall buildings. Precision deviations in the model may significantly influence results of the VIS simulation. The complexity of the digital land coverage model and different heights of trees in the park have been presented in the figure below (Fig. 5).



Fig. 5. Height of buildings and green based on DSM model – section of Warsaw including trees in the Royal Baths Park. Source: developed by the author

Ryc. 5. Wysokość zabudowy i zieleni przygotowana na bazie modelu pokrycia terenu (DSM) – fragment Warszawy z zadrzewieniami na obszarze Łazienek Królewskich. Źródło: opr. autorki

## 5. SIMULATION RESULTS

### 5.1. VIS simulation for Szczecin

While optimizing the VIS software, one of priorities was to enable processing of large city areas. Tall buildings can exert their impact within the radius of several kilometres, including beyond city administrative boundaries. As it is in the case of Sky Tower in Wrocław, their visual impact is stronger in distant panoramas, and much smaller in close vistas from among grouped and highly urbanised city areas [11, p. 96]. However, in the case of a single park interior, e.g. interior of cemetery in Szczecin, the area of 1 km<sup>2</sup> is sufficient for the VIS analysis. More important is to achieve high precision of reflecting tall green in the DSM model.

The VIS analysis for the investment plot at Szyrockiego Square included several options, for 4 test points, taking into consideration different locations of the planned building. Firstly, this resulted from a complex topography of the land which is elevated towards the

<sup>5</sup> IT System of the Country Shield (ISOK) - a project aimed at protecting the environment and customs against extraordinary threats, in particular against floods. As part of the project, LiDAR data of whole Poland was prepared.

north. Secondly, depending on their location, each of the four test points had different impact on the chapel building and the composition axis of the cemetery. Considering the complex conditions, each time the analysis delivers different results regarding the impact of the tall building on the landscape. Locations of test points within the investment plot and results of simulations are presented in figure below (Fig. 6).

The VIS simulations show that different positioning of the tall building within the same investment plot may have different visual impact. The strength with which the tall building can be seen changes from the cemetery axis (Fig. 6a+d). The more northward located is the test point, the stronger the impact. Gradually the area of the cemetery from which we may see the facility changes beginning with the height of 60 m. It is worth emphasising that there are locations from which the building can be seen from its height of 40 m (Fig. 6d, e – X, Y). It means that any building higher than 40 m will have its visual impact on the interior landscape posing risk to the integrity of the composition axis.

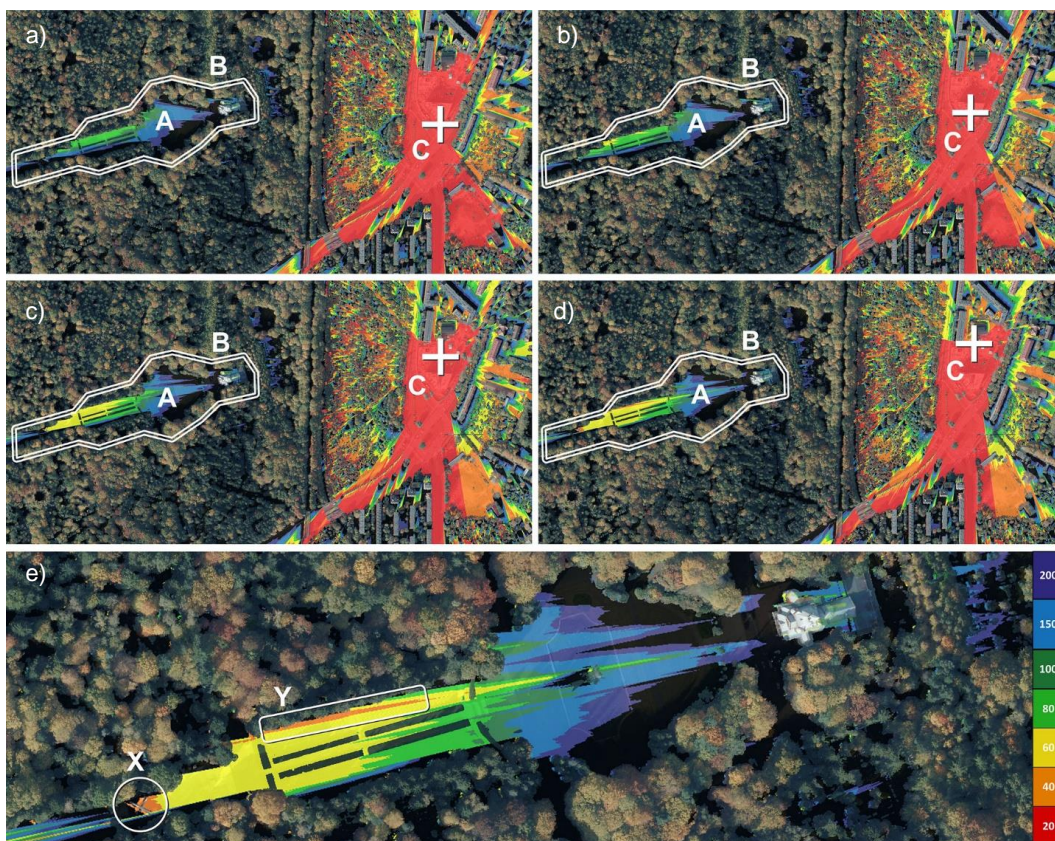


Fig. 6. VIS study for impact of tall building at Szyrockiego Square on interior of Central Cemetery in Szczecin: a-d) VIS analyses for different locations of test points within investment plot; e) enlarged results of analysis presented in Fig. d for interior of cemetery. Marks: A – cemetery landscape interior; B – location of chapel; C – location of test point (for tall building); X, Y – areas of major impact. Source: developed by the author

Ryc. 6. Badanie oddziaływania wizualnego metodą VIS dla budynku wysokiego przy Placu Szyrockiego na wnętrze krajobrazowe Cmentarza Centralnego w Szczecinie: a-d) analizy VIS dla różnych lokalizacji punktu testowego w ramach działki inwestycyjnej; e) powiększenie wyniku analizy przedstawionej na ryc. d dla wnętrza cmentarza. Oznaczenia: A – wnętrze krajobrazowe cmentarza; B – lokalizacja kaplicy cmentarnej; C – lokalizacja punktu testowego (badanego wieżowca); X, Y – obszary najsilniejszego oddziaływania wieżowca. Źródło: opr. autorki



## 5.2. VIS simulation for Warsaw

The impact study for a tall building situated at Unii Lubelskiej Square included an area of 49km<sup>2</sup>. Results of the VIS simulation for such vast area are described in a separate publication [9]. Considering its negligible impact on the interior of the Royal Baths, the study of the tall building included two options: including and excluding tall green. Juxtaposed maps show the significant impact of trees in the visibility of the building (Fig. 7a and 7b). The entire area of the Royal Baths has a dense tree cladding. The close up of the landscape interior with the Belvedere Pond in the VIS map shows, however, that visual links are crucial for the study concerned.

When we exclude trees, the tall building at the Unii Lubelskiej Square can be seen above the roof of the Belvedere Palace from its height of 70 m from the most distant point of the visual axis. The analysis does not include the visibility from below crowns of trees. This is related to the specific nature of the DSM city model. However, the visual axis is much longer. The further we are from the Belvedere Palace, the larger the impact of the tall building. In a distance of about 500 m, the visibility of the tall building increases and starts from its height of 60 m. Thus, the distance between the observer and a specific point is a major issue. However, the larger the distance, the smaller the view angle is, and the building itself becomes much less important and noticeable in the landscape. The aerial perspective and the angle of sun rays have a growing impact on the visibility [11, p. 93].

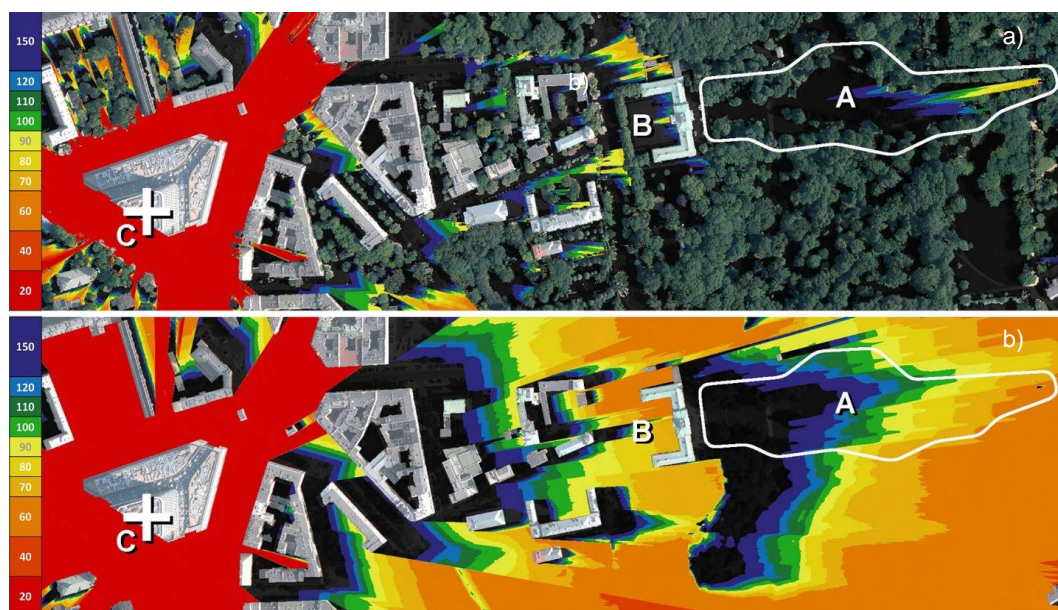


Fig. 7. Simulation of visual impact of tall building at Unii Lubelskiej Square in Warsaw on landscape interior of Royal Baths: a) analysis including tall green; b) analysis excluding tall green. Marks: A – landscape interior of Royal Baths; B – Belvedere Palace; C – tall building at Unii Lubelskiej Square. Source: developed by the author  
Ryc. 7. Symulacja oddziaływania wizualnego wieżowca przy Placu Unii w Warszawie na wnętrze krajobrazowe Łazienek Królewskich: a) analiza z uwzględnieniem zieleni wysokiej; b) analiza bez uwzględnienia wpływu zadrzewień. Oznaczenia: A – wnętrze krajobrazowe Łazienek Królewskich; B – Pałac Belwederski; C – wieżowiec przy Placu Unii. Źródło: opr. autorki

The simulations using the VIS method proved that it was possible to predict that the tall building at the Unii Lubelskiej Square would interfere with the interior of the Royal Baths already at the planning stage. The assessment of the visual impact would enable certain

corrections in the design and the reduction of the height of the building by at least 20 m. The VIS simulation should be the starting point for more precise evaluation of the impact a tall building may have on its surrounding with the aim of defining guidelines regarding the height of that building. Then perhaps we should increase the number of heights examined or apply a different method (i.e. Visual Protection Surface) [12, 21] described in separate publications.

## 6. DISCUSSION

Protecting the composition integrity of landscape interiors and wider landscapes in cities is a major contemporary challenge. Fortunately, the growing intensity of investment is matched with digital urban space analysis capabilities. This is related to the growing calculation power computers have, better accessibility to spatial data and growing popularity of GIS software. It is also necessary to build public awareness of the need to protect valuable cultural heritage. Landscape interiors described in the article need to be protected and there are efficient diagnosing tools available for the purpose.

The protection process should primarily focus on examining and valuating the characteristics of the cityscape. In Great Britain, a proven practice is selecting strategic vistas that include views that are crucial for the identity of a city. The *London View Management Framework* (LVMF) is a document with binding power all over the Greater London. It contains assessment and selection of vistas supported by a detailed description of landscape values, where the primary role is played by major historical monuments such as the St Paul's ~Cathedral or the Houses of Parliament. Vistas are divided into four types: panoramas, boulevards on the river, vistas from urbanised interiors axial perspectives.<sup>6</sup> [16]. Protection applies to specific views, vantage points and landscape backgrounds. Each new investment, in particular that of major visual impact, requires examining against its interference with any of 27 protected vistas. Although the system is not the most efficient, e.g. recent deterioration of 300-years vista from the Richmond Park (King Henry Mound) [25], it is worth implementing a similar solution for Polish cities as a mandatory standard. Otherwise, the process of major vistas deformation will continue.

Once we have a list of valuable vistas in a city, we may develop a planning guidelines for new buildings with the aim of preventing risks posed to main vistas. With the use of the Visual Protection Surface (VPS) method [21] for virtually any number of strategic vistas, the calculation process generates a plane above the city determining the maximum heights of buildings. Each building that fits under the plane will not be seen in those vistas from any vantage point. The emulated VPS can be presented as a 2D map that might be helpful in the planning process. In order to provide a comprehensive assessment of the landscape impact of an individual investment, it is necessary to develop visual impact maps, similar to those presented in the article using the VIS method. It has been applied in practice several times already. It helped protecting, for instance, the interior of the Central Cemetery in Szczecin.

In 2007, at the Szyrockiego Square in Szczecin, the City planned to build two 100 m tall buildings. The City requested a study of their visual impact [10, 13]. Results of the VIS simulation showed major visual impacts on the interior of the cemetery. It turned out that the proposed tall buildings would exceed the line of trees, adding new unintended components to the landscape of the cemetery. The VIS analysis was based on estimated height of trees and vector simplified 3D city model [18]. When we compare VIS simulations of 2007 and 2017 we can see differences resulting from a higher precision of results due to the use of DSM and DTM models and more precise VIS algorithm. Nevertheless, results of the 2007 study were unbiased and surprising, in a sense that they were hardly predictable intuitively. The visual impact of the tall buildings was practically unpredictable

---

<sup>6</sup> In original: London Panoramas, River Prospects, Townscape Views and Linear Views.

intuitively. Finally, to protect the background along the main axis of the cemetery, the decision was to prevent the erection of the new tall buildings at the Szyrockiego Square. The Maximum height of buildings there as specified by the Masterplan was limited to 40 m.

## 7. SUMMARY

Studies presented in the article aimed at verifying the efficiency of the VIS (Visual Impact Size) method and valid DSM city models for examining of the visual impact that tall buildings may have on park interiors. The studies proved that the VIS method can be used for assessing the spatial deformation within those interiors. Thus, it should contribute to the protection of their composition values. Sufficiently dense DSM model (mesh size of 0.5m) enables reflecting trees precisely enough to determining to what extent trees can limit the visual impact of the tall buildings. The VIS emulation map defines locations and impact of a given building facility.

In the case of planned tall building at the Szyrockiego Square in Szczecin and the existing building at the Unii Lubelskiej Square in Warsaw, the study proved a major visual impact on park interiors considered. Therefore, based on the VIS simulation, at the planning stage, still before the building is erected, it is possible to set certain limitations as regards the height of new buildings. This can be done in such a way as to prevent the building to be seen from the park area protected. Additionally, in its broader application, the VIS method enables improved predicting of potential impacts on the cityscape. The method is useful while protecting dominants within the inner urban arrangements as well more distant city panoramas.

Contemporary analytical technologies and tools have not been sufficiently utilized in the planning process. The above is proved by recent numerous cases of spatial deformation, e.g. tall building at the Unii Lubelskiej Square in Warsaw. We still lack a clearly defined methodology and dedicated analytical tools. Existing software, including specialist GIS/GIS3D programs, does not provide for full range and precise VIS analysis [8]. For this reason, an independent software was applied for the studies presented in this article.

## OCENA ODDZIAŁYWANIA WIZUALNEGO ZABUDOWY WYSOKIEJ NA WYBRANE WNĘTRZA KRAJOBRAZOWE Z UŻYCIEM METODY VIS

### 1. WPROWADZENIE

Wnętrza parkowe, choć nie eksponują dużych fragmentów miasta są bardzo cennym i reprezentatywnym składnikiem krajobrazu kulturowego, wartym zachowania oraz ochrony. Ściany wnętrz są zazwyczaj utworzone płaszczyznami drzew. Kierunkują one wzrok na element kulminacyjny, którym często jest obiekt architektoniczny. Pola Marsowe w Paryżu zamyka barokowa szkoła kadetów, Jasne Błonia w Szczecinie gmach Urzędu Miasta, a bardziej swobodną kompozycję zieleni wokół stawu Belwederskiego w Łazienkach Królewskich w Warszawie wieńczy Pałac Belwederski na wzniesieniu. Podobne założenia można odnaleźć w innych miastach europejskich, takich jak Wiedeń, Mediolan, czy Berlin.

W XXI wieku zabudowa wysoka znacząco zyskała na popularności. W ciągu ostatnich 17 lat na terenie Europy wniesiono aż 579 wieżowców przekraczających 100 m wysokości (wg danych Council on Tall Buildings and Urban Habitat). Jest to prawie dwukrotnie więcej niż przez cały XX wiek [7]. Obiekty wysokie wznoszone są nie tylko w największych metropoliach, ale również w miastach średniej wielkości. Stanowi to istotne zagrożenie dla dziedzictwa krajobrazu kulturowego. Zabudowa wysoka z uwagi na swój duży zasięg oddziaływania wizualnego jest często przyczyną nieprzewidzianych interakcji z zabudową historyczną. Stanowi również zagrożenie dla integralności kompozycyjnej omawianych w artykule wnętrz krajobrazowych.

Można przytoczyć liczne przykłady negatywnego oddziaływania wieżowców na wnętrza parkowe. Wzniesiony w latach 70. XX wieku wieżowiec Montparnasse rozbija symetryczną kompozycję Pół Marsowych w Paryżu w widokach od strony Wieży Eiffla. Pojawia się nad dachem szkoły kadetów, która wieńczy półtora kilometrową oś (ryc. 1a). Podobny efekt wywołuje budynek mieszkalny widoczny nad gmachem Urzędu Miasta w Szczecinie. Stanowi dysharmonię i zaburza osiową kompozycję wnętrza parkowego Jasnych Błoni (ryc. 1c). Z kolei barokowe założenie ogrodowe we Wiedniu zwieńczone budynkiem Dolnego Belwederu otwiera się na szeroką panoramę miasta. Najbardziej rzucają się w oczy budynki wysokie zlokalizowane nad Donaukanal (ryc. 1b). Wieżowce są autorstwa Hansa Holleina [19] i Jeana Nouvela [20]. Można porównać ten widok do stanu z okresu utrwalonego na płótnach Canaletto w połowie XVIII wieku [3]. Na pewno, nie jest to przykład harmonijnej rozbudowy widoku, który jest podporządkowany symetrycznemu układowi barokowego ogrodu [6, s. 28].

Przytoczone przykłady skłaniają do refleksji nad ciągłością kształtowania krajobrazu kulturowego w miastach europejskich. Z pewnością kontrola tła krajobrazowego tego typu widoków jest zadaniem szczególnie wymagającym, zwłaszcza w dobie dużego tempa inwestycyjnego. *Kształtowanie przestrzeni zurbanizowanych na zasadzie kontynuacji zastanych wartości krajobrazowych nie musi oznaczać rezygnacji z wyrażania przez architekturę współczesną epoki. Oznacza natomiast podjęcie się zadania wymagającego wiele wrażliwości, wyczucia, wiedzy, wreszcie kultury* [14, s. 47] – a więc z poszanowaniem kompozycji i rangi przekształcanych widoków miejskich. Do osiągnięcia tego celu niezbędny jest rozwój warsztatu planistycznego i dostosowanie go do dynamicznie zmieniających się warunków inwestycyjnych.

## 2. CEL BADAŃ

Badania przedstawione w artykule zmierzają do oceny możliwości wykorzystania metody Visual Impact Size (VIS) [8], jako narzędzia wspomagającego proces ochrony parkowych wnętrz krajobrazowych przed przypadkowym wpływem wizualnym zabudowy wysokiej. Zasada działania metody zostanie przedstawiona na przykładzie analizy oddziaływania wieżowców na dwa wnętrza parkowe: Cmentarz Centralny w Szczecinie oraz Łazienki Królewskie w Warszawie. Oba wnętrza, z uwagi na swoje położenie w centrach miast są narażone na wpływ wizualny nowych inwestycji wysokościowych. Badanie pozwoli na ocenę efektywności zastosowania metody VIS dla rozpoznania wpływu obiektów na cenne wnętrza parkowe – ustalenie, czy i w jakim zakresie wskazane budynki będą widoczne. Analizy obejmują lokalizację wybudowanego wieżowca przy Placu Unii w Warszawie oraz potencjalną lokalizację obiektu wysokiego przy Placu Szyrockiego w Szczecinie. Prezentowane badania mają również na celu ocenę możliwości wykorzystania danych LiDAR<sup>7</sup> do odwzorowania struktury przestrzennej wnętrz parkowych pod kątem ich wykorzystania w analizach oddziaływania wizualnego metodą VIS.

<sup>7</sup> A właściwie jej pochodnych w postaci numerycznych modeli, tzw. Digital Surface Model (DSM) oraz Digital Terrain Model (DTM).

### 3. PRZEDMIOT BADAŃ

#### 3.1. Oddziaływanie wieżowca przy Placu Szyrockiego w Szczecinie na Cmentarz Centralny

Przedmiotem badań jest oddziaływanie wizualne planowanego do wybudowania w 2007 roku wieżowca zlokalizowanego przy Placu Szyrockiego na wewnątrz krajobrazowe Cmentarza Centralnego. Obiekt nigdy nie został zrealizowany z uwagi na swoje szerokie oddziaływanie wizualne scharakteryzowane w opracowaniu studialnym wykonanym przez zespół z udziałem autorki na zlecenie władz miasta [10, 13, 22, 23]. Wskazywało ono negatywny wpływ wieżowca na wewnątrz Cmentarza Centralnego.

Mimo wzajemnej bliskości związek przestrzenny, tych dwóch terenów (cmentarza i placu Szyrockiego) nie jest oczywisty. Wynika to z faktu, że są one w topologii Szczecina zupełnie niezależne. Dystans potrzebny na przejście z jednego miejsca do drugiego jest kilkukrotnie większy niż ich wzajemna odległość mierzona w linii prostej (ryc. 2). Mimo, że cmentarz znajduje się w samym centrum Szczecina, jego wewnętrzny krajobraz jest zupełnie niezależny i odcięty od kontekstu miasta. Rozpościerające się na setki metrów wewnętrzne widoki nie obejmują jakiegokolwiek zabudowy w mieście, prezentując wyłącznie parkowy krajobraz (pozornie niezagrożony zewnętrznymi interakcjami). Kluczowym elementem kompozycji cmentarza jest oś, o długości 1,5 km. Na jej zakończeniu, wedle założeń Wilhelma Meyera-Schwartaua, usytuowano kaplicę w stylu neoromańskim. Wzdłuż osi zlokalizowano najbardziej reprezentacyjne części cmentarza, a w bezpośrednim przedpolu widokowym kaplicy, w obniżeniu terenu, znajduje się rozległy zbiornik wodny. Wewnątrz krajobrazowe osi, na całej długości, jest wyznaczone ścianami drzew, które kierunkują wzrok w stronę zamknięcia widokowego (ryc. 3).<sup>8</sup>

Teren cmentarza położony jest na styku kilku silnie zurbanizowanych i rozwijających się współcześnie obszarów<sup>9</sup>. Główna oś założenia cmentarnego jest skierowana w stronę dzisiejszego osiedla Nowe Miasto i Placu Szyrockiego (ryc. 2–B). Z uwagi na dużą rezerwę wolnych terenów, od 10 lat trwa tam intensywny proces urbanizacji. Istnieje zatem niebezpieczeństwo, że nowe inwestycje mogą wybić się ponad linię drzew i zagrozić integralności kompozycyjnej wnętrza krajobrazowego cmentarza. Ze względu na formę ukształtowania terenu zagrożeniem mogą być nawet obiekty o wysokości 25-30 m. W niniejszym artykule zostaną przedstawione badania oddziaływania wizualnego wieżowca umiejscowionego na eksponowanej działce inwestycyjnej przy Placu Szyrockiego. Znajduje się ona na przedłużeniu osi cmentarza (ryc. 2–C). Na tym terenie w 2014 roku powstał biurowiec Piastów Office Center. W 2007 roku była to lokalizacja jednej z dwóch planowanych przy tym placu inwestycji wysokościowych [10, 13, 22]. Przedstawione w niniejszym artykule badania z zastosowaniem metody VIS wskażą, w jakim stopniu obiekt byłby widoczny z wnętrza Cmentarza.

#### 3.2. Oddziaływanie wieżowca przy Placu Unii w Warszawie na Łazienki Królewskie

Impulsem dla podjęcia badania oddziaływania wizualnego wieżowca przy Placu Unii był rozgłos towarzyszący jego „pojawieniu się” we wnętrzu Łazienek Królewskich. Już na etapie realizacji obiekt zaczął wzbudzać liczne kontrowersje [17]. Wieżowiec wyłonił się, bowiem w tle pałacu Belwederskiego. Zniekształcony został w ten sposób jeden z ikonicznych widoków Warszawy, mający ponad 200-letnią historię [15, s. 32]. Ekspozycja ta była wizytówką stolicy i szerzej całego państwa. Dominacja Belwederu we wnętrzu krajobrazowym, jego integralność, jako ważnego zabytku i symbolu władzy, została zaburzona [9]. Dewaluację rangi tego, niegdyś cennego, widoku podkreśla obecność na zwieńczeniu budynku logotypu firmy, która jest właścicielem wieżowca (ryc. 4b).

<sup>8</sup> Cmentarz powstał na początku XX wieku według projektu Wilhelma Meyera-Schwartaua. Jest największym cmentarzem w Polsce i trzecim w Europie [4].

<sup>9</sup> Osiedla: Świerczewo, Gumieńce, Pomorzany – w ramach dzielnicy Zachód oraz Turzyn i Nowe Miasto w dzielnicy Śródmieście.

Rozpatrywane wewnątrz krajobrazowe Łazienek Królewskich ma, w stosunku do Cmentarza Centralnego w Szczecinie, bardziej swobodną strukturę. Wyodrębnić możemy jednakże czytelne wewnątrz zbudowane ścianami drzew wokół Stawu Belwederskiego (ryc. 4a–A). Pałac Belwederski znajduje się na wzniesieniu i wieńczy wizualnie wewnątrz (ryc. 4a–B). Plac Unii Lubelskiej jest oddalony od Stawu Belwederskiego w linii prostej o około 700 m (ryc. 4a–C). Zrealizowany tam w 2013 roku trójkątny wieżowiec ma wysokość 90 m, co było zgodne z założeniami obowiązującego (w 2007 roku) Miejsowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego. Projekt budynku wyłoniono w drodze konkursu [1]. W procesie projektowym nie przeprowadzono jednak odpowiednich analiz wpływu na krajobraz. Ingerencja wizualna nowego obiektu we wewnątrz Łazienek Królewskich była więc zaskoczeniem. Przedstawione w niniejszym artykule badania z zastosowaniem metody VIS wskażą, na ile efekt ten mógł być rozpoznany na etapie planowania wieżowca.

#### 4. METODA VIS I TRÓJWYMIAROWY MODEL MIASTA

Prezentowane badania oddziaływania wizualnego wieżowców w Szczecinie i Warszawie przeprowadzono z zastosowaniem metody Visual Impact Size (VIS) [8]. Za jej pomocą oznaczane są w mieście wszystkie obszary, z których budynek jest widoczny – zależnie od jego wysokości. Pole widoczności jest określane w literaturze, jako viewsheds lub isovist 3d [26], choć istnieją między nimi pewne różnice semantyczne [27]. Podstawy metody są dość proste i opierają się na rozwijanej od końca lat 70. XX wieku teorii [2], jednak jej zastosowanie w rzeczywistej, trójwymiarowej przestrzeni miasta wymaga bardzo złożonych i czasochłonnych procesów obliczeniowych. W procesie obliczeniowym wyznaczane są fragmenty przestrzeni publicznych miasta, na które nowy obiekt będzie miał wpływ. Równoległe wyliczana jest także siła oddziaływania budynku – czy obiekt będzie widziany w całości, w dużym fragmencie, czy jedynie, jako mały akcent przestrzenny.

Metoda VIS pozwala mierzyć całkowity wpływ wizualny budynku przy różnych pułapach jego wysokości. Z praktyki wynika, że do celów interpretacji wyników najlepsze efekty daje zastosowanie ograniczonej ilości pułapów, dla których przeprowadzane jest to badanie. Zazwyczaj przyjmowanych jest 8 do 10 pułapów wysokości, średnio co 20 m. Zależy to jednak od specyfiki analizowanego obiektu oraz od pożądanej dokładności obliczeń. W wyniku emulacji VIS powstaje sumaryczna mapa, w której kolory odzwierciedlają siłę ekspozycji badanego budynku w przestrzeni miasta. Rezultaty obliczeń można jednak obrazować w różny sposób – w rzucie, w aksonometrii i perspektywach lub jako powierzchnię 3D. Do generowania symulacji VIS zastosowano specjalistyczne oprogramowanie w języku C++ opracowane z udziałem autorki (w latach 2014-2016).<sup>10</sup> Jest ono zoptymalizowane dla efektywnej obróbki złożonych danych stanowiących cyfrowy zapis przestrzeni miasta.

W artykule badania zostały oparte o wykorzystanie modeli Digital Surface Model (DSM) i Digital Terrain Model (DTM)<sup>11</sup>, stanowiących pochodną danych ze lotniczego skaningu laserowego LIDAR. W Polsce modele DSM (oraz inne dane przestrzenne) są publicznie dostępne dzięki dyrektywie INSPIRE wdrożonej w Unii Europejskiej. Choć dane te nie posiadają wewnętrznej semantyki i struktury ułatwiającej ich zastosowanie, to już taki uproszczony obraz miasta ma sporo zalet. Chmura punktów, z której składają się modele numeryczne, zawiera wszystkie komponenty krajobrazu, takie jak: budynki, zieleń wysoką, infrastrukturę techniczną, mosty i wiadukty, odwzorowane z jednakową dokładnością (dla każdego z elementów). Istotnym aspektem jest również dość niski koszt wytworzenia danych, ich aktualność i dostępność. W przypadku aplikacji modeli DSM do badania

<sup>10</sup> Oprogramowanie do analiz komputerowych opracowane w ramach Centrum Cyber Urbanistyki (CUC), główny autor dr inż. arch. P. Rubinowicz.

<sup>11</sup> Polskojęzyczne odpowiedniki to: dla DTM – Numeryczny Model Terenu (NMT), a dla DSM – Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT). Wersja angielskojęzyczna jest częściej spotykana w literaturze przedmiotu.

krajobrazu miejskiego ważna jest także odpowiednia gęstość siatki, która wpływa na dokładność cyfrowego obrazu miasta oraz na jakość analiz VIS. W Polsce wszystkie większe miasta posiadają modele pokrycia terenu o bardzo dobrej dokładności, obecnie najwyższej wśród państw członkowskich UE [5, 11, 24].

Do symulacji VIS wykorzystano zasób dostępnych materiałów cyfrowych opracowanych w ramach realizacji projektu ISOK<sup>12</sup>. Modele pokrycia terenu zostały wytworzone na podstawie skaningu LIDAR wykonanego w 2012 roku. Średni błąd wysokości wynosi 10 cm. Oba modele DSM dla Szczecina i Warszawy mają gęstości siatki 0,5m [5]. Dokładność zapisu pozwala na stworzenie dokładnego obrazu przestrzeni miejskiej, w tym także parkowej. Dla prezentowanych badań szczególnie istotne jest odwzorowanie zieleni wysokiej, która w tym przypadku limituje oddziaływanie wizualne wieżowców. Błędy dokładności modelu mogą istotnie rzutować na wyniki symulacji VIS. Złożoność numerycznego modelu pokrycia terenu i zróżnicowanie wysokości drzewostanu na terenie parkowym przedstawiono na złączonej ilustracji (ryc. 5).

## 5. WYNIKI SYMULACJI

### 5.1. Symulacja VIS dla Szczecina

Jednym z priorytetów dla optymalizacji oprogramowania dedykowanego metodzie VIS, była możliwość przetwarzania dużych obszarów miasta. Budynki wysokie mogą bowiem oddziaływać wizualnie w promieniu wielu kilometrów, również poza granicami administracyjnymi miasta. Często, jak w przypadku Sky Tower we Wrocławiu, ich wpływ wizualny jest silniejszy w odległych panoramach, a dużo słabszy w bliskich widokach ze zwartych, mocno zurbanizowanych przestrzeni miejskich [11, s. 96]. Jednak w odniesieniu do badania pojedynczego wnętrza parkowego, jak wnętrza cmentarza w Szczecinie, do analizy VIS wystarczy obszar 1km<sup>2</sup>. Bardziej istotna jest tu precyzyjność odwzorowania zieleni wysokiej w modelu DSM.

Badanie VIS dla działki inwestycyjnej przy Placu Szyrockiego przeprowadzono w kilku wariantach, dla 4 punktów testowych, uwzględniających różne opcje lokalizacji nowego wieżowca. Wynika to, po pierwsze, ze złożonej topografii terenu, która dość gwałtownie wznosi się w kierunku północnym. Po drugie, zależnie od lokalizacji, każdy z czterech punktów testowych oddziałuje inaczej w relacji do budynku kaplicy i osi kompozycyjnej cmentarza. Przy tak złożonych uwarunkowaniach za każdym razem otrzymywany jest inny wynik wpływu ewentualnego wieżowca na krajobraz. Lokalizację punktów testowych na działce inwestycyjnej oraz wyniki poszczególnych symulacji przedstawia ilustracja (ryc. 6).

Zestawienie symulacji VIS jednoznacznie wskazuje, że zmiana lokalizacji wieżowca w ramach tej samej działki inwestycyjnej znacząco wpływa na jego oddziaływanie wizualne. Zależnie od położenia zmienia się siła, z jaką widoczny jest wieżowiec z wnętrza osi cmentarnej (ryc. 6a-d). Im bardziej na północ osadzony jest punkt testowy tym większa jest jego siła oddziaływania. Stopniowo zwiększa się powierzchnia wewnątrz cmentarza, z której moglibyśmy obserwować obiekt od wysokości 60 m. Należy również zwrócić uwagę na obszary, w których widoczność obiektu rozpoczyna się od wysokości 40 m (ryc. 6d,e – X, Y). Oznacza to, że każdy obiekt wyższy niż 40 m będzie z tego miejsca ingerował wizualnie we wnętrze krajobrazowe, stanowiąc zagrożenie dla integralności osiowej kompozycji.

<sup>12</sup> Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK) – projekt mający na celu utworzenie systemu poprawiającego osłonę gospodarki, środowiska i społeczeństwa przed nadzwyczajnymi zagrożeniami, w szczególności przed powodzią. W ramach projektu za pomocą skaningu lotniczego LiDAR została zeskanowana powierzchnia całej Polski.

## 5.2. Symulacja VIS dla Warszawy

Badania oddziaływania wieżowca przy Placu Unii przeprowadzono dla obszaru 49km<sup>2</sup>. Wyniki symulacji VIS dla tak rozległych obszarów miasta zostały opisane w osobnej publikacji [9]. Z uwagi na bardzo nieznaczne oddziaływanie wizualne wieżowca na wnętrza Łazienek Królewskich badanie wykonano w dwóch wariantach: z uwzględnieniem i bez uwzględniania wpływu zieleni wysokiej. Zestawienie map uzmysławia, jak duży wpływ na widoczność obiektu w we wnętrzu parkowym mają drzewa (ryc. 7a i 7b). Cały obszar Łazienek Królewskich jest bowiem silnie zadrzewiony. Odpowiednie zbliżenie mapy VIS na wnętrza krajobrazowe ze stawem Belwederskim wykazuje jednakże kluczowe dla prezentowanych tu badań powiązanie wizualne.

Wieżowiec przy Placu Unii jest widoczny ponad dachem Belwederu od wysokości 70 m z najdalszego niezadrzewionego punktu osi widokowej. W badaniu nie jest uwzględniana widoczność spod koron drzew, co jest uwarunkowane specyfiką modelu DSM miasta. Oś widokowa jest jednak dużo dłuższa. Im bardziej oddalamy się od Belwederu tym większy jest zakres oddziaływania wieżowca. W odległości około 500 m od pałacu widoczność wieżowca zwiększa się i rozpoczyna od wysokości 60 m. Odległość obserwatora od badanego obiektu jest tu, więc istotnym aspektem. Jednak wraz z odległością zmniejsza się kąt widokowy, a obiekt staje się mniej znaczący i zauważalny w krajobrazie. Coraz większy wpływ na obserwowany obraz ma perspektywa powietrzna oraz kąt padania promieni słonecznych [11, s.93].

Przeprowadzone symulacje z zastosowaniem metody VIS dowodzą, że fakt ingerencji wizualnej wieżowca przy Placu Unii na wnętrza Łazienek Królewskich można było przewidzieć na etapie planowania budynku. Ocena siły jego oddziaływania wizualnego pozwoliłaby na dokonanie stosownych korekt w projekcie, polegających głównie na obniżeniu wysokości bryły przynajmniej o 20 metrów. Przedstawiona symulacja VIS powinna być wstępem do bardziej precyzyjnej ewaluacji oddziaływania wieżowca, w celu określenia dokładnych wytycznych wysokości budynku. Należałoby wówczas np. zwiększyć ilość badanych progów wysokości lub zastosować inną metodę badawczą (tzw. Visual Protection Surface) [12, 21] opisaną w osobnych publikacjach.

## 6. DYSKUSJA

Problem ochrony integralności kompozycyjnej wnętrza krajobrazowych i szerzej całych krajobrazów miejskich jest współcześnie dużym wyzwaniem planistycznym. Wraz ze wzrostem tempa realizowania kolejnych inwestycji rosną na szczęście również możliwości cyfrowej analizy przestrzeni zurbanizowanych. Wiąże się to ze wzrostem mocy obliczeniowej komputerów, większą dostępnością danych przestrzennych oraz rozpowszechnieniem się oprogramowania typu GIS. Kluczową potrzebą jest jednakże wzrost świadomości społecznej w celu ochrony cennego dziedzictwa kulturowego. Opisane w niniejszym artykule wnętrza krajobrazowe, należy chronić i istnieją już skuteczne narzędzia diagnozujące, które mogą być w tym celu wykorzystane.

Podstawą procesu ochrony powinno być odpowiednie rozpoznanie i waloryzacja fizjonomii krajobrazu miejskiego. Sprawdzoną w Wielkiej Brytanii praktyką jest selekcja tzw. widoków strategicznych, które stanowią zbiór kluczowych dla identyfikacji i tożsamości miast widoków. *London View Management Framework* (LVMF) to dokument obowiązujący na terenie całego Wielkiego Londynu. Zawiera system oceny i doboru widoków miasta wsparty szczegółowym opisem walorów istniejącego krajobrazu, w którym pierwszoplanową rolę pełnią najważniejsze zabytki, takie jak katedra św. Pawła, czy parlament. Widoki podzielone są na cztery typy: panoramy, prospekty znad rzeki, widoki z wnętrza miejskich oraz perspektywy osiowe.<sup>13</sup> [16]. Ochronie podlegają nie tylko treści ekspozycji, ale również takie elementy jak punkty widokowe oraz tło krajobrazowe. Dla każdej nowej

<sup>13</sup> W oryginale: London Panoramas, River Prospects, Townscape Views and Linear Views.



inwestycji, zwłaszcza o dużym zasięgu oddziaływania wizualnego, obligatoryjne jest sprawdzenie, czy nie narusza ona którejkolwiek z 27 chronionych ekspozycji. Mimo, że opisany system nie jest do końca efektywny, o czym świadczy niedawny przykład deformacji 300-letniego widoku z Parku Richmond (King Henry Mound) [25], warto byłoby wdrożyć podobne rozwiązania dla miast polskich, jako obowiązujący standard. W przeciwnym razie stopień deformacji ważnych widoków miejskich będzie postępował.

Dysponując listą cennych ekspozycji miejskich można natomiast przygotować wytyczne planistyczne, dla takiego kształtowania nowej zabudowy, by nie stanowiła ona zagrożenia dla wskazanych kluczowych ekspozycji. Wykorzystując metodę Visual Protection Surface (VPS) [21] dla dowolnej ilości zadanych widoków strategicznych, w wyniku jednego procesu obliczeniowego generowana jest powierzchnia nad miastem określająca maksymalne wysokości zabudowy. Każdy budynek, który zmieści się pod tą powierzchnią, nie będzie widoczny z żadnego z zadanych punktów widokowych. Emulowaną komputerowo powierzchnię VPS można zobrazować w postaci mapy 2D, która będzie pomocna w procesie planistycznym. Dla kompleksowej oceny wpływu pojedynczej inwestycji na krajobraz należałoby również każdorazowo przygotowywać mapy oddziaływania wizualnego, analogicznie jak w prezentowanych w niniejszym artykule symulacjach z wykorzystaniem metody VIS. Była ona już kilkakrotnie stosowana w praktyce. Przy jej pomocy udało się m.in. ochronić wnętrze Cmentarza Centralnego w Szczecinie.

W 2007 roku przy Placu Szyrockiego planowano wzniesienie dwóch 100 metrowych wieżowców. Władze miasta zleciły opracowanie ekspertyzy ich oddziaływania wizualnego [10, 13]. Wyniki symulacji z zastosowaniem metody VIS wykazały m.in. kluczowe konsekwencje wizualne dla wnętrza cmentarza. Okazało się, że proponowane obiekty wysokie „wybijają się” ponad ściany drzew, dodając do zwartej kompozycji cmentarza całkowicie przypadkowe akcenty wysokościowe. Analizę VIS przeprowadzono na podstawie oszacowanej wysokości drzewostanu oraz wektorowego, uproszczonego modelu 3D miasta [18]. Porównując symulacje VIS z 2007 i 2017 roku widoczne są różnice wynikające z większej dokładności możliwej do uzyskania dzięki aktualnym modelom DSM i DTM oraz bardziej precyzyjnemu algorytmu VIS. Mimo to, wyniki ekspertyzy z 2007 roku były jednoznaczne i zaskakujące – trudne do intuicyjnego przewidzenia. Oddziaływanie wizualne wieżowców było, bowiem praktycznie niemożliwe do intuicyjnego przewidzenia. Ostatecznie, z uwagi na ochronę łała widokowego głównej osi cmentarza, możliwość wznoszenia nowych wieżowców przy Placu Szyrockiego została zablokowana. Maksymalna dopuszczalna wysokość zabudowy zapisana w Miejscowych Planach Zagospodarowania Przestrzennego została ograniczona do 40 metrów.

## 7. PODSUMOWANIE

Prezentowane w niniejszym artykule badania miały na celu weryfikację efektywności zastosowania metody VIS (Visual Impact Size) oraz aktualnych modeli DSM miast do badania oddziaływania wizualnego wieżowców na parkowe wnętrza krajobrazowe. Badania wykazały, że metoda VIS może być zastosowana do oceny deformacji przestrzennych w obrębie wspomnianych wnętrz, a tym samym przyczynić się do ochrony ich wartości kompozycyjnych. Odpowiednio gęsty model DSM (siatka o oczku 0,5m) pozwala na dość dokładne odwzorowanie drzewostanu, który w tym przypadku ogranicza oddziaływanie wizualne badanych wieżowców. Uzyskana w procesie emulacji VIS mapa określa miejsca oraz siłę, z jaką badany obiekt będzie widoczny.

W obu analizowanych przypadkach – zarówno planowanego wieżowca przy Placu Szyrockiego w Szczecinie, jak również istniejącego budynku przy Placu Unii w Warszawie – wykazano istotny wpływ wizualny na rozpatrywane parkowe wnętrza krajobrazowe. Zatem na podstawie wyników symulacji metodą VIS, na etapie planistycznym, zanim obiekt zostanie wzniesiony, można wprowadzić ograniczenia wysokości nowej zabudowy, w taki sposób, by nie była ona widoczna z przestrzeni parkowych objętych ochroną. Poza tym,

w szerszym ujęciu metoda VIS umożliwia lepsze przewidywanie potencjalnych zmian w krajobrazie miasta. Jest pomocna w umocowaniu projektowanych dominant w kompozycji urbanistycznej, a także w odległych panoramach miasta.

Współczesne technologie i narzędzia analityczne nie są jeszcze w pełni wykorzystywane w procesie planistycznym. Świadczą o tym liczne przykłady deformacji przestrzennych, m.in. opisany przypadek wieżowca przy Placu Unii w Warszawie. Wciąż brakuje jasno zdefiniowanej metodologii oraz dedykowanego warsztatu analitycznego. Istniejące rozwiązania softwarowe, w tym specjalistyczne programy GIS / GIS3D, nie umożliwiają przeprowadzenia w pełnym zakresie i odpowiedniej dokładności analiz VIS [8]. Z tego względu do badań przedstawionych w artykule zastosowano niezależne oprogramowanie.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research is a part of the project: *Digital analysis of the urban landscape. Study of the visual impact of high buildings* at Department of Urban Design and Spatial Planning (West Pomeranian University of Technology Szczecin, Poland). Digital models of Szczecin and Warsaw was provided by Head Office of Geodesy and Cartography (GUGiK). Software for computer analyses was developed in the Cyber Urban Centre, the main author: dr inż. arch. P. Rubinowicz. I gratefully acknowledge this support.

## PODZIĘKOWANIA

Badania zrealizowane w ramach projektu: *Cyfrowa analiza krajobrazu miejskiego. Badanie oddziaływania wizualnego zabudowy wysokiej* w Katedrze Urbanistyki i Planowania Przestrzennego (Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie). Cyfrowe modele Szczecina i Warszawy udostępnione przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK). Oprogramowanie do analiz komputerowych zostało opracowane w Centrum Cyber Urbanistyki, główny autor: dr inż. arch. P. Rubinowicz. Niniejszym dziękuję za to wsparcie.

## BIBLIOGRAPHY

- [1.] APAKA, Autorska Pracownia Architektury Kuryłowicz & Associates: <http://www.apaka.com.pl/pl/projekty/budynek-wielofunkcyjny-plac-unii>; access/dostęp: 05.10.2017.
- [2.] Benedikt M. L., To take hold of space: isovist fields, *Environment and Planning B: Planning and Design* 1979, Vol. 6, pp. 47-65.
- [3.] Canaletto-Blick, [https://de.wikipedia.org/wiki/Canaletto-Blick\\_\(Wien\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Canaletto-Blick_(Wien)), access/dostęp: 29.01.2017.
- [4.] Cmentarz Centralny [http://www.cmentarze.szczecin.pl/chapter\\_11955.asp](http://www.cmentarze.szczecin.pl/chapter_11955.asp), access/dostęp: 05.10.2017.
- [5.] CODGiK, Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, <http://www.codgik.gov.pl/index.php/zasob/numeryczne-dane-wysokosciowe.html>, access/dostęp: 05.10.2017.
- [6.] Csaplovics E., High-rise Projects behind Belvedere Palace and near Schönbrunn Palace Threatening the Visual Integrity, *Heritage At Risk. ICOMOS World Report 2008–2010 on*

- Monuments and Sites in Danger*, Ch. Machat, M. Petzet, J. Ziesemer (eds.), Hendrik Bäfler Verlag, Berlin 2010, p. 28.
- [7.] CTBUH: <http://www.skyscrapercenter.com/x/3782273>, access/dostęp: 10.10.2017.
- [8.] Czyńska K., Application of Lidar Data and 3d-City Models in Visual Impact Simulations of Tall Buildings. *International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Science* 2015, Vol: 47 (W3), pp. 1359-1366, doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1359-2015.
- [9.] Czyńska K., Badanie wpływu wizualnego wieżowca przy Placu Unii na historyczny krajobraz Warszawy (Examining of the visual impact of a tall building at the Unii Lubelskiej Square on the historical landscape of Warsaw). *Architektura Krajobrazu* [in printing].
- [10.] Czyńska K., Marzęcki W., Rubinowicz P., *Studium oddziaływania krajobrazowego zabudowy wysokiej przy Placu Szyrockiego, na zamknięciu ul. 3-go Maja oraz przy ul. Salomei.*, opracowanie studialne na zlecenie Urzędu Miasta Szczecin, Szczecin 2007.
- [11.] Czyńska K., Rubinowicz P., Sky Tower impact on the landscape of Wrocław – analysing based on the VIS method. *Architectus* 2017, no 2(50), Wydawnictwo Wydziału Architektury Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2017, DOI: 10.5277/arc170207.
- [12.] Czyńska K., Rubinowicz P., Visual protection surface method: Cityscape values in context of tall buildings, K. Karimi, L. Vaughan, K. Sailer, G. Palaiologou, T. Bolton (eds), *Proceedings of the 10th International Space Syntax Symposium*, pp. 142:1-142:10, London 2015.
- [13.] Czyńska K., Zabudowa wysoka a harmonijne kształtowanie krajobrazu miejskiego, *Przestrzeń i Forma* 2010, no 13, pp. 267-280.
- [14.] Dąbrowska-Budziło K., Ochrona dziedzictwa kulturowego, jako warunek zachowania tożsamości krajobrazu miasta. *Tożsamość krajobrazu miasta*, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Szczecin 2012, pp. 44-52.
- [15.] Kwiatkowski M., *Łazienki and Belweder*, Arkady, Warszawa 1986.
- [16.] *London View Management Framework. Supplementary planning guidance*, Study by Greater London Authority, Mayor of London 2012.
- [17.] Majewski J., *Wieżowiec zniszczył słynną panoramę. Jak to się stało?* [http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,54420,12887702,Wiezowiec\\_zniszczy\\_l\\_slynn\\_a\\_panoram\\_e\\_Jak\\_to\\_sie\\_stalo\\_.html](http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,54420,12887702,Wiezowiec_zniszczy_l_slynn_a_panoram_e_Jak_to_sie_stalo_.html); access/dostęp: 05.10.2017.
- [18.] Marzęcki W., Czyńska K., Rubinowicz P., Wirtualny model miasta – analiza lokalizacji obiektów wysokich. *Nowa architektura w kontekście kulturowym miasta*, A. Niezabitowski, M. Żmudzińska-Nowak (eds.), Gliwice 2006, TaP, pp. 110–117.
- [19.] Medientower, <http://www.hollein.com/index.php/eng/Architecture/Nations/Austria/General-Media-Tower> access/dostęp: 31.01.2017.
- [20.] Neubau Sofitel Hochhaus, <http://www.jeannouvel.com/en/desktop/home/#/en/desktop/projet/vienna-austria-sofitel-vienna-stephansdom-stilwerk1>, access/dostęp: 31.01.2017.
- [21.] Rubinowicz P., Czyńska K., Study of City Landscape Heritage Using Lidar Data and 3d-City Models. *International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Science* 2015, XL-7/W3, pp. 1395-1402, doi:10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-1395-2015, 2015.
- [22.] Rubinowicz P., Cyber Urban Center: the Visual Impact Simulations for Tall Buildings Analyses in Szczecin. *Creative urbanism to 100th anniversary of city planning education at Lviv Polytechnic*. Bohdan Cherkas, Halyna Petryshyn (eds.) Lviv Polytechnic Publishing House, Lviv 2014, pp. 90-96.
- [23.] Rubinowicz P., Cyber Urbanistyka. *Archivolta* 2013, no 3(59). Archivolta Publishing House Michał Stepień. Kraków 2013, pp. 58-65.
- [24.] Rubinowicz P., Generation of CityGML Lod1 City Models Using BDOT10k and LiDAR Data. *Space & Form* 2017, no 31, pp. 61-74. doi:10.21005/pif.2017.31.A-03.
- [25.] SOM skyscraper in London, <https://www.architectsjournal.co.uk/news/outrage-over-som-skyscraper-that-destroys-view-of-st-pauls/10015058.article>, access/dostęp: 10.11.2017.
- [26.] 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, pp. 103-122.
- [27.] Wietkamp G., Validation of isovist variables as predictors of perceived landscape openness. *Landscape and Urban Planning* 2014, no 125, pp. 140-145.

## AUTHOR'S NOTE

Architect, studied at the West Pomeranian University of Technology in Szczecin, PhD at Wrocław University of Technology. She works at the West Pomeranian University of Technology since 2004. Author of scientific publications on issues such as urban development of cities and high building impact. Principal investigator of scientific research project under Norway Grants (2013-2016): *2TaLL Application of 3D Virtual City Models in Urban Analyses of Tall Buildings*. Co-author of urban studies including analysis of the visual impact of high-rise buildings, commissioned by the city councils of several cities in Poland (2005-2015). In professional work she use her individual computational methods based on virtual 3D city models.

## O AUTORZE

Architekt, studia na Politechnice Szczecińskiej, doktorat na Politechnice Wrocławskiej. Pracuje na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na Wydziale Budownictwa i Architektury od 2004 roku. Autorka publikacji naukowych dotyczących m.in. zagadnień urbanistycznego kształtowania miast oraz oceny wpływu zabudowy wysokiej. Kierownik projektu badawczego 2TaLL (2013-2016) współfinansowanego przez Norway Grants: *Application of 3D Virtual City Models in Urban Analyses of Tall Buildings*. Jest współautorką opracowań urbanistycznych dla kilku miast w Polsce (2005-2015), w których zostały wykorzystane jej teoretyczne metody analiz, oparte o zastosowanie wirtualnego modelu miasta. W pracy zawodowej wykorzystuje własne metody komputacyjne oparte na wirtualnych modelach miast 3D.

Contact | Kontakt: [kczyńska@zut.edu.pl](mailto:kczyńska@zut.edu.pl)