

doi:10.15199/48.2015.04.40

## Dwie drogi projektowania iluminacji obiektów

**Streszczenie.** Projektowanie iluminacji obiektów jest zadaniem złożonym. Należy rozważyć różne koncepcje iluminacji obiektu, przedstawiając je zarówno inwestorowi jak i konserwatorowi zabytków, jeśli obiekt podlega jego ochronie. Obecny stan techniki pozwala na użycie dwóch metod projektowania: klasycznej, z użyciem rzeczywistego sprzętu oświetleniowego, przeprowadzając próby terenowe na obiekcie lub drogi opartej na wizualizacji komputerowej wirtualnego modelu 3D. Artykuł przedstawia te drogi, pokazując wady i zalety każdej z nich, na przykładzie Pałacu w Wilanowie.

**Abstract.** Designing the illumination of objects is a complex task. There are different concepts of object illumination to consider followed by presenting them both to the investor and an antiques conservator, if the object is under his protection. The current state of technology allows to use two methods of design: classic, using real lighting equipment by carrying out field tests on the object or route and the other one based on computer visualization of the virtual 3D model. This article presents these ways showing their advantages and disadvantages on the example of the Wilanów Palace (*Design methods for objects floodlighting*).

**Słowa kluczowe:** iluminacje, oświetlenie, projektowanie oświetlenia, wizualizacja komputerowa.

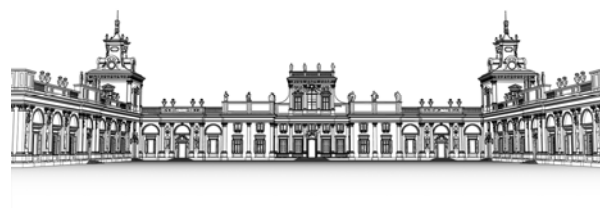
**Keywords:** floodlighting, illumination, lighting design, computergraphics.

### Wstęp

Dotychczas znane są dwie metody projektowania iluminacji obiektów. Pierwsza, klasyczna, opiera się na próbach terenowych z wykorzystaniem obecnie produkowanego, rzeczywistego sprzętu oświetleniowego, druga na wizualizacji komputerowej oświetlenia wirtualnego modelu 3D z wykorzystaniem plików fotometrycznych opraw oświetleniowych [1]. Obie metody mają swoje wady i zalety. Zaletą pierwszej jest głównie spektakularność pokazu. Projektant może obserwować efekt swojej koncepcji iluminacji na rzeczywistym obiekcie w porach wieczornych. Metoda posiada jednak szereg wad i ma ograniczone zastosowanie. O ile można sobie wyobrazić próby terenowe dla małych obiektów, to dla wielkogabarytowych, gdzie ilość użytego sprzętu oświetleniowego jest duża, metoda staje się bezużyteczna. Również dla obiektów wysokich, realizując koncepcję podkreślenia detalu architektonicznego metodą akcentową, gdzie sprzęt oświetleniowy montowany jest głównie na ich elewacji, trudno wyobrazić sobie jej wykorzystanie. Metoda ma zastosowanie do ograniczonej liczby wariantów iluminacji, zarówno ze względu na ilość, typy dostępnych podczas pokazu opraw oświetleniowych jak i czas potrzebny realizacji (zasilanie elektryczne, montaż sprzętu). Nie ma możliwości analizy koncepcji opartych na oprawach oświetleniowych będących w fazie projektowania – np. dedykowanych dla konkretnego rozwiązania iluminacyjnego. Wady te próbuje eliminować druga znana metoda – wizualizacji komputerowej oświetlenia modelu 3D. Wymaga ona jednak stworzenia wirtualnej reprezentacji geometrycznej obiektu, dla której przypisywane są właściwości refleksyjno – transmisyjne materiałów, z których obiekt jest w rzeczywistości wykonany. Na bazie tak zwanej bazy oświetleniowej projektant iluminacji może przeanalizować swoją wizję oświetleniową. Zaletą tej metody jest możliwość przeanalizowania nieograniczonej ilości oraz typem sprzętu oświetleniowego wielu wariantów i koncepcji iluminacji. Metoda ma jednak również swoje wady. Obecnie czas stworzenia projektu w oparciu o komputerowy model 3D wynosi, w zależności od złożoności obiektu, od kilkudziesięciu do nawet kilkuset godzin pracy. Często barierą jest również koszt licencji aplikacji komputerowych, mogących takie symulacje przeprowadzać oraz czas potrzebny do ich poznania i opanowania. Wady i zalety obu dróg można przeanalizować na przykładzie projektu iluminacji Pałacu w Wilanowie.

### Projektowanie iluminacji metodą wizualizacji komputerowej modelu 3D

Na bazie przygotowanego wcześniej trójwymiarowego modelu geometrycznego Pałacu w Wilanowie (Rys. 1), który jest pierwszym etapem projektowania [1-3] oraz po zdefiniowaniu zmierzonych wcześniej właściwości refleksyjno – transmisyjnych materiałów, z których obiekt jest wykonany i użyciu plików fotometrycznych rzeczywistego sprzętu oświetleniowego, powstał wielokoncepcyjny projekt iluminacji pałacu.



Rys. 1. Trójwymiarowy model geometryczny Pałacu w Wilanowie

W artykule przedstawiono jedynie ostateczną koncepcję z trzema głównymi wariantami. Dojście do ostatecznych projektów iluminacji opierało się na doborze sprzętu oświetleniowego różnych firm, różnego jego usytuowania oraz wycelowania. Liczba użytego sprzętu oświetleniowego, w zależności od wariantu, wynosi od 249 do 311 sztuk. Ze względu na punkty oraz kierunki obserwacji obiektu zdecydowano zastosować dla tej koncepcji iluminację metodą mieszaną [4]. Elewacje do poziomu gzymsu górnego oświetlone zostały za pomocą opraw doziemnych na źródła metalohalogenkowe (HIT) o temperaturze barwowej 3000 K. Wariant I tej koncepcji zakłada podkreślenie rytmu kolumnowego elewacji głównej. Iluminacja tych elementów architektonicznych zrealizowana została również za pomocą opraw doziemnych na źródła metalohalogenkowe o tej samej temperaturze barwowej. Zastosowane oprawy oświetleniowe charakteryzują się wąskim kątem rozbieżności wiązki świetlnej, wynoszącym  $\delta_{1/2} = 10$  deg. Wzdłuż gzymsu górnego zainstalowano system linii świetlnych z elektroluminescencyjnymi źródłami światła (LED), podkreślając znajdujące się nad nimi płaskorzeźby i architektoniczne tralki. Barwa światła dobrana została do temperatury barwowej źródeł metalohalogenkowych (3000 K). Ryzalit główny oświetlony

został metodą zalewową, z wyższym niż pozostałe elewacje poziomem luminancji. Figury i gazony na szczycie obiektu oświetlone zostały metodą punktową, za pomocą niewielkich gabarytowo opraw oświetleniowych na źródła LED. Dwie boczne wieże zostały wydobyte wyższym poziomem luminancji, celem podkreślenia ich głębi i wysokości. Zastosowano po cztery reflektory na źródła metalohalogenkowe (HIT) na każdą z wież, dwa na ich elewacje oraz dwa na spatynowane hełmy. Celem wydobywania niebieskawo-zielonej barwy spatynowanej miedzi użyto źródeł metalohalogenkowych o podwyższonej do 4200 K temperaturze barwowej. Symulację komputerową dla tej koncepcji przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Komputerowa symulacja I wariantu iluminacji pałacu w Wilanowie

Realizując tę koncepcję iluminacji zauważono niepokojący efekt nierównomierności luminancji gzymsu, powstały na skutek montażu sprzętu oświetleniowego podkreślającego efekt rytmu kolumnowo – pilastrowego. Kolejnym krokiem była próba eliminacji tego efektu. Zdecydowano o iluminacji jedynie pilastrów z użyciem innego typu opraw oświetleniowych, przy jednoczesnym akcentowaniu przestrzeni międzykolumnowych, w których znajdują się popiersia i figury postaci. Jak pokazuje rysunek 3, efekt „wypaleń” luminancji na gzymsach niestety nie do końca został wyeliminowany. Rozmowy z konserwatorem zabytków przyniosły kolejną zmianę koncepcji projektu oświetlenia. Okazało się, że iluminacja figur i gazonów na szczycie obiektu nie może być zrealizowana zakładanym systemem oświetleniowym ze względu na ochronę konserwatorską zabytku. Akcentowanie rytmu pilastrowego i przestrzeni międzykolumnowych również zostało ocenione negatywnie, więc postanowiono zrezygnować z punktowych opraw doziemnych, akcentujących ten detal architektoniczny.

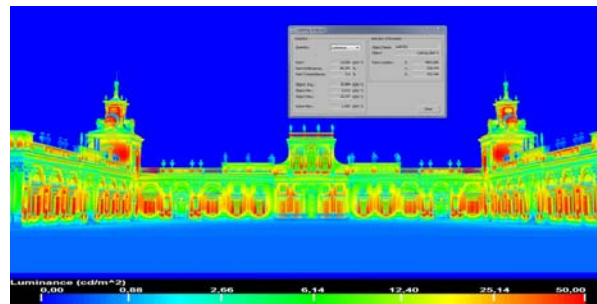


Rys. 3. Komputerowa symulacja II wariantu iluminacji pałacu w Wilanowie, rezygnacja z podkreślenia rytmu kolumnowo - pilastrowego

Ostateczną wersję projektu iluminacji przedstawia rysunek 4. Powstała iluminacja jest stonowana oraz spójna i co najważniejsze, jak pokazuje rysunek 5, przedstawiający rozkład luminancji dla tego wariantu, zmierzona średnia luminancja na wirtualnym obiekcie, wynosząca około 10 cd/m<sup>2</sup>, jest zgodna z zaleceniami zawartymi w raporcie CIE [5].



Rys. 4. Wizualizacja komputerowa ostatecznej koncepcji iluminacji Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie



Rys. 5. komputerowa symulacja rozkładu luminancji dla ostatecznej koncepcji iluminacji Pałacu w Wilanowie

Omawiany projekt pokazuje jak skutecznym narzędziem w rękę projektanta oświetlenia jest komputerowa wizualizacja iluminacji. Ma ona oczywiście swoje wady. Jest to stosunkowo długi czas potrzebny do stworzenia projektu oraz konieczność użycia skomplikowanych, często drogich aplikacji komputerowych, których poznanie i opanowanie również nie jest łatwe. Wady te są jednak niewspółmiernie małe w stosunku do otrzymywanych korzyści. Na podstawie symulacji komputerowych projektant ma możliwość przeanalizowania pod względem wymagań i zaleceń, praktycznie nieograniczoną ilość wariantów oświetlenia, nie zważając na ilość użytego sprzętu oświetleniowego. Symulacja komputerowa umożliwia również zastosowanie sprzętu będącego w fazie projektowania, na przykład dedykowanego do danego rozwiązania oświetleniowego. Ta droga projektowania iluminacji umożliwia również nieograniczoną czasem analizę wielu koncepcji jednocześnie, dając możliwość wyboru projektu najważniejszego, zarówno według projektanta, konserwatora zabytków, jak i inwestora.

### Próby terenowe

Drugą, wciąż stosowaną metodą projektowania iluminacji, są próby terenowe na rzeczywistym obiekcie. Podczas II Królewskiego Festiwalu Światła w warszawskim Wilanowie organizatorzy [6] postanowili na czas jego trwania zrealizować ostateczną koncepcję iluminacji. Realizację tę można z powodzeniem przyrównać do próby terenowej.

Rysunek 6 pokazuje fotografię wieczorną realizacji projektu iluminacji. Należy mieć na uwadze, że fotografia mogła ulec postprodukcji, niekoniecznie właściwej [7]. Portal internetowy [8], skąd pochodzi fotografia, nie podał niestety takiej informacji. Przez dwa dni poprzedzające festiwal światła odbywał się prowizoryczny montaż sprzętu oświetleniowego w ilości prawie 200 opraw oświetleniowych. Charakterystyki brył fotometrycznych jednak nie do końca odpowiadały pierwotnemu projektowi. Również temperatury barwowe źródeł światła odbiegały od zakładanych w projekcie. Trudno oczekiwać, aby na kilkudniowy czas ekspozycji projektu firmy oświetleniowe

mogły zgromadzić wymaganą projektem ilość i rodzaj sprzętu, zwłaszcza gdy w niektórych przypadkach nie był on standardowym. Sam montaż opraw oświetleniowych, na krótki czas trwania pokazu, również nie mógł odbyć się dokładnie w zakładanych w projekcie miejscach. Fakty te pokazują ułomność stosowania tej metody, niemniej powstały efekt, w stosunku do zamierzonego, można uznać za zadowalający. Występują wysokie poziomy luminancji powyżej gzymsu górnego, ale ma to związek z niewłaściwym sprzętem oświetleniowym. Wzdłuż gzymsu zastosowano system linii świetlnych LED składający się z kilku typów opraw oświetleniowych, z których żaden nie odpowiadał zakładanemu w pierwotnym projekcie. Ze względu na niedostępny zakładany projektem sprzęt oświetleniowy wieże pałacu również nie zostały oświetlone prawidłowo.



Rys. 6. Fotografia próbnej iluminacji Pałacu Króla Jana III podczas II Królewskiego Festiwalu Świata w Wilanowie

Zaletą metody opartej na próbie terenowej jest na pewno spektakularność pokazu. Trwający 3 dni Festiwal Świata w Wilanowie odwiedziło, jak szacują organizatorzy, 200 tys. gości, a iluminacja pałacu wywarła na nich olbrzymie wrażenie.

Metoda posiada jednak sporo wad. Ma ograniczone zastosowanie. O ile można sobie wyobrazić próby terenowe dla małych obiektów, to dla wielkogabarytowych, gdzie ilość użytego sprzętu oświetleniowego jest duża, metoda staje się bezużyteczna. Pałac w Wilanowie, mimo, że jest stosunkowo niskim obiektem, należy uznać za rozległy, bogaty w detal architektoniczny. Dla obiektów wysokich, realizując koncepcję podkreślenia detalu architektonicznego, trudno wyobrazić sobie wykorzystanie tej drogi projektowania iluminacji. Kolejnym problemem jest czas trwania przygotowań do realizacji próby. W przypadku omawianego projektu, gdzie dostępność miejsc lokowania opraw w przeważającej mierze nie była utrudniona oraz nie występowała na znacznych wysokościach, próba terenowa poprzedzona była dwudniowym montażem sprzętu. Niewyobrażalne jest również podejmowanie ewentualnych decyzji dotyczących projektu podczas pokazu. Opieranie się na dokumentacji fotograficznej z czasu jej trwania może być z kolei nieobiektywne [7] zwłaszcza dla osób w nim nie uczestniczących.

Metoda ma zastosowanie dla jednego wariantu iluminacji, ograniczając się zarówno do ilości jak i typów dostępnych podczas pokazu opraw oświetleniowych jak i zastosowania wyłącznie produkowanego obecnie przez firmy oświetleniowe sprzętu. Kolejną, może niezbyt

znaczącą sprawą, są warunki atmosferyczne i pora roku, w których taka próba może być przeprowadzana.

## Wnioski

Projekt iluminacji Muzeum Pałacu Króla Jana III w Wilanowie jednoznacznie pokazuje, że metoda projektowania iluminacji obiektów w oparciu o wizualizację komputerową wirtualnego modelu 3D jest dla tak złożonego obiektu najwygodniejszą i najbardziej wiarygodną. Jakikolwiek zmiany koncepcji oświetlenia, zmiany lokalizacji sprzętu oświetleniowego, zwłaszcza na źródła wyładowcze, podczas prób terenowych są utrudnione chociażby ze względu na czas potrzebny do ich stygnięcia i ponownego załączenia. Również potrzebna analiza różnych wariantów iluminacji wymaga posiadania podczas prób terenowych odpowiednio dużej bazy sprzętu oświetleniowego. Porównując wizualizację omawianego projektu z próbami terenowymi oczywiście widać różnice, ale na podstawie wieloletnich doświadczeń i obserwacji zrealizowanych iluminacji, których projekty wykonane były tą metodą można zagwarantować, że użycie zakładanych projektem opraw oświetleniowych oraz ich właściwe usytuowanie i wycelowanie będzie miało wierne przełożenie na rzeczywistość. Trudno wyobrazić sobie analizę kilku wariantów oświetlenia, w oparciu o sprzęt różnych firm oświetleniowych podczas prób terenowych, nawet jeśli te nie byłyby tak skomplikowane, jak to miało miejsce w tym przypadku. Trudno oczekiwać również decyzji inwestora lub konserwatora zabytków o wyborze najwłaściwszej koncepcji oświetlenia podczas chwilowego pokazu. Obrazy wizualizacyjne natomiast mogą być wyświetlane, drukowane i analizowane bez czasowych ograniczeń.

## LITERATURA

- [1] Krupiński R., „Modelowanie 3D dla potrzeb iluminacji obiektów” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011
- [2] Krupiński R., „Istotne etapy i elementy wykonywania wizualizacji komputerowych oświetlenia i ich wpływ na dokładność” Przegląd Elektrotechniczny, 11/2009 str. 297 – 299, PL ISSN 0033 – 2097
- [3] Krupiński R., „Projektowanie iluminacji na podstawie trójwymiarowego obiektu geometrycznego” Przegląd Elektrotechniczny, 04a/2012 str. 212 – 214, PL ISSN 0033 – 2097
- [4] Żagan W., „Iluminacja obiektów”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003
- [5] CIE Technical Report, nr 94 – Guide for Floodlighting
- [6] strona internetowa Muzeum Pałacu Króla Jana III [www.wilanow-palac.pl](http://www.wilanow-palac.pl)
- [7] Słomiński S., „The correct image of illuminated object registration – problems arising from software capabilities and equipment limitation” Przegląd Elektrotechniczny, R. 89 NR 8/2013 pp. 259 – 261 ISSN 0033 2097
- [8] strona internetowa Królewskiego Festiwalu Świata [www.festiwalswiatla.wilanow.pl](http://www.festiwalswiatla.wilanow.pl)

**Autor:** dr inż. Rafał Krupiński, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, Zakład Techniki Świetlnej ul. Koszykowa 75, 00 – 662 Warszawa, E-mail: [rafal.krupinski@ien.pw.edu.pl](mailto:rafal.krupinski@ien.pw.edu.pl)