

KAROLINA WIEHLE, ANNA CZAPLICKA, TOMASZ ŚCIEŻOR

*Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechnika Krakowska
Warszawska 24, 31-155 Kraków
E-mail: tsciezor@pk.edu.pl
anna.czaplicka@pk.edu.pl*

OŚWIETLENIE BUDYNKÓW TEATRU IM. JULIUSZA SŁOWACKIEGO W KRAKOWIE JAKO ŹRÓDŁO ZANIECZYSZCZENIA ŚWIETLNEGO

WSTĘP

Sztuczne oświetlenie zewnętrzne stanowi obecnie istotny element środowiska życiowego człowieka, wpływając na poczucie bezpieczeństwa oraz wydłużając jego aktywność o porę nocną. Z uwagi na postęp technologiczny w produkcji źródeł światła, które stały się bardziej ekonomiczne i trwałe, światło stosowane jest nie tylko w celach użytkowych, ale również estetycznych. Przykładem dekoracyjnej roli oświetlenia są iluminacje budynków o dużym znaczeniu społecznym lub historycznym, które, gdy zostaną przeprowadzone w umiejętny sposób, kreują nocny krajobraz miasta. Tego rodzaju realizacje przyczyniają się także do stworzenia nowej jakości estetycznej obiektu, niekiedy bardzo odmiennej od tej widzianej za dnia (ŻAGAN i KRUPIŃSKI 2016). Jednak niewłaściwie dobrane lub zlokalizowane oświetlenie wiąże się z pojawieniem się zanieczyszczenia świetlnego, negatywnie oddziałującego zarówno na jakość prowadzonych obserwacji astronomicznych, jak i funkcjonowanie środowiska naturalnego, w tym ludzi.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZENIA ŚWIETLNEGO

W literaturze pojęcie zanieczyszczenia świetlnego definiowane jest jako całość niekorzystnych zjawisk związanych z wykorzystaniem przez człowieka sztucznego oświetlenia. Zjawiska te można ująć w następujących kategoriach (ŚCIEŻOR i współaut. 2010):

- sztuczna poświata niebieska, czyli świecenie nocnego nieba wskutek rozpraszania sztucznego światła w atmosferze;

- olśnienie, czyli oddziaływanie zbyt silnego bezpośredniego światła na zmysł wzroku ludzi i zwierząt, powodujące dyskomfort oraz ograniczenie zdolności dostrzegania szczegółów w obszarach zaciemnionych;

- zaświecenie, polegające na oświetleniu obszaru niebędącego intencjonalnie celem oświetlenia, ale sąsiadującego z docelowo oświetlanym;

- nadmierne oświetlenie, powodujące zwiększoną, niepotrzebną emisję światła;

- nadmierne skupienie źródeł światła, wpływające na powstanie chaosu świetlnego;

- trwonienie energii świetlnej.

Głównym źródłem zanieczyszczenia świetlnego jest nieosłonięte, nieprawidłowo osłonięte lub skierowane rozległe oświetlenie zewnętrzne oraz to, które jest zbyt jasne lub działa w czasie, gdy jest to zbędne (SALA 2020).

ILUMINACJA ZABYTKÓW ARCHITEKTURY JAKO ŹRÓDŁO ZANIECZYSZCZENIA ŚWIETLNEGO

Oświetlenie zabytków jest często głównym źródłem zanieczyszczenia świetlnego we wszystkich wymienionych powyżej kategoriach (MACZYŃSKI 2006).

1. Często reflektory, których celem jest oświetlenie elewacji budynku, kierują światło w otaczającą przestrzeń, stając się przez to jednym ze źródeł sztucznej poświaty niebieskiej. Niekiedy wręcz, przy celowym oświetlaniu elementów budynku znajdujących się na dużej wysokości, takich jak dach, attyka czy szczyt wieży, w rzeczywistości praktycznie całe światło skierowane jest w niebo (ŚCIEŻOR i współaut. 2020).

2. Nawet prawidłowe oświetlenie elewacji obiektu zabytkowego przez zamontowane na ścianie budynku tzw. reflektory elewacyjne, ich niewłaściwy montaż może wywoływać efekt olśnienia (oślepienia) u osób przechodzących obok. Należy tu podkreślić wyjątkowo negatywny rodzaj oświetlenia, niestety często stosowany w przypadku obiektów zabytkowych, jakimi są, wpuszczone w podłogę, tzw. lampy chodnikowe. Ten rodzaj oświetlenia, montowany w chodniku przy oświetlanej elewacji, oddziałuje silnie na zmysł wzroku przechodniów, mogąc spowodować zakłócenia ich równowagi (BYLIŃSKA i współaut. 2019).

3. Oświetlaniu zabytków często towarzyszy efekt zaświecania okolicy. Efekt ten występuje w przypadku, gdy niewłaściwie ukierunkowane reflektory oświetlają również sąsiadujące posesje czy siedliska różnych gatunków zwierząt (w szczególności nietoperzy) (KOSTECKA 2017).

4. Bardzo często obiekty zabytkowe są również nadmiernie oświetlane przez zbyt dużą liczbę zgrupowanych źródeł światła, co oczywiście skutkuje trwonieniem energii elektrycznej i wzrostem kosztów utrzymania obiektu (SALA 2020).

Z przedstawionego zestawienia wynika, że w przypadku miast zabytkowych, w których nocą oświetlane są liczne budynki, tego rodzaju oświetlenie wnosi istotny wkład do zjawiska zanieczyszczenia świetlnego (ESMUND i współaut. 2020, KWIATKOWSKA-MALINA i HORYNEK 2020, CZAPLIKA i SIEDLECKI 2021).

Przykładem nieprawidłowo zrealizowanego oświetlenia zewnętrznego, przyczyniającego się do występowania zanieczyszczenia świetlnego, jest iluminacja zespołu budynków Teatru im. Juliusza Słowackiego: Dużej Sceny i Sceny Miniatura w Krakowie, znajdujących się przy Placu św. Ducha 1-2 w centrum Krakowa, przy wschodniej granicy dzielnicy I „Stare Miasto”.

METODYKA BADAŃ

Jesienią 2019 r. podjęto próbę rozpoznania źródeł światła zewnętrznej instalacji oświetleniowej Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie: budynku głównego Dużej Sceny i sąsiadującego budynku Sceny Miniatura, jako źródeł zanieczyszczenia świetlnego. W tym celu przeprowadzono szczegółową inwentaryzację, poprzedzoną badaniami terenowymi w nocy i wizjami lokalnymi w dzień. Zgromadzono informacje na temat położenia, kategorii i liczby źródeł światła oraz o barwach i kierunkach emisji światła. Źródła światła podzielono na sześć kategorii: lampy chodnikowe, reflektory, latarnie oraz oświetlenie elewacyjne, pozostałe i wyłączone z użytku. Następnie dokonano oceny instalacji oświetleniowej pod kątem zanieczyszczenia świetlnego, jak też jej funk-

cjonalności i jakości. W tym celu analizowane źródła światła podzielono na trzy kategorie:

- nieprawidłowe, będące źródłem zanieczyszczenia świetlnego, przez co wymagające usunięcia lub znacznych modyfikacji;
- częściowo prawidłowe, których wkład do zanieczyszczenia świetlnego jest stosunkowo niewielki i których modyfikacja jest wskazana;
- prawidłowe, niezanieczyszczające świetlnie środowiska, nie wymagające ingerencji.

OCENA OŚWIETLANIA ZEWNĘTRZNEGO BUDYNKÓW TEATRU IM. JULIUSZA SŁOWACKIEGO W KRAKOWIE

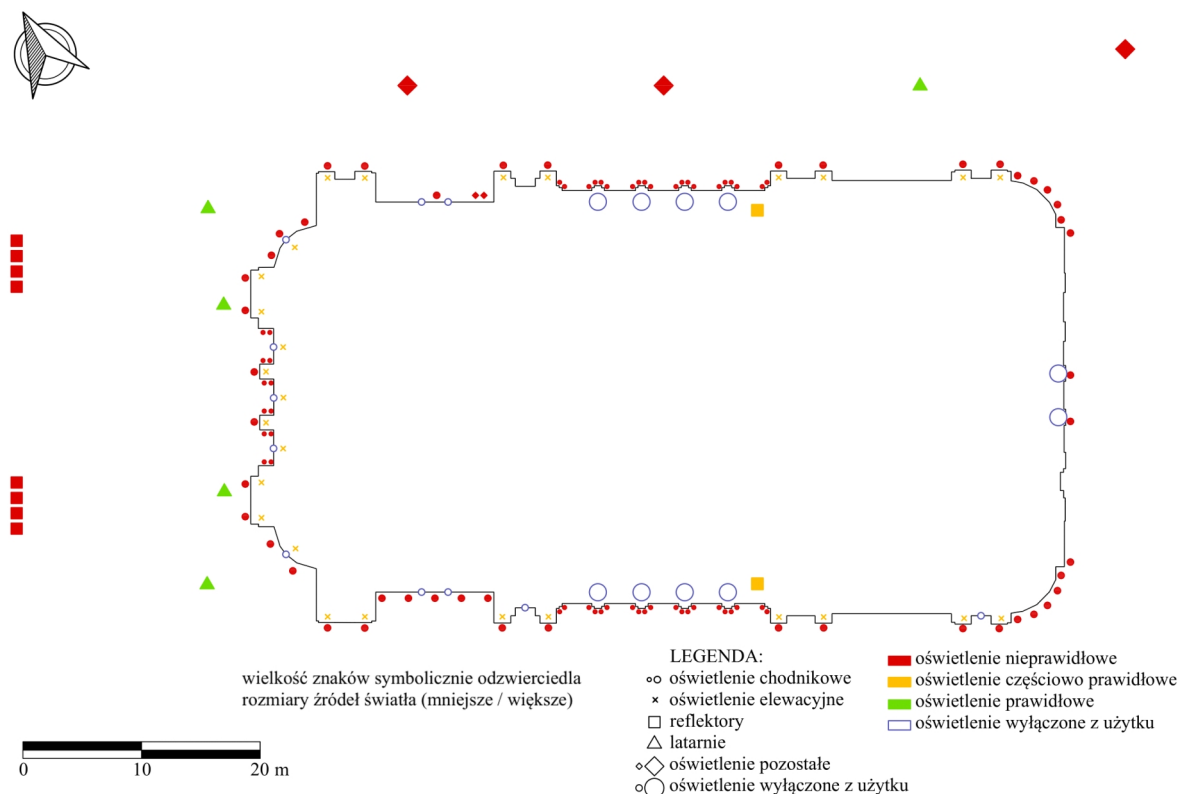
Bryła i detale architektoniczne budynku Dużej Sceny Teatru im. Juliusza Słowackiego oświetlane są w sposób punktowy (szczegółowy) i obszarowy (powierzchniowy). Budynek Sceny Miniatura oświetlany jest obszarowo (powierzchniowo) przez reflektory i oświetlenie pozostałe. Część oświetlenia jest wyłączona z użytku.

Rozmieszczenie zastosowanych źródeł światła wraz z oceną ich prawidłowości przedstawiono na załączonych mapach (Ryc. 1-3). Z uwagi na dużą liczbę elementów instalacji oświetleniowych wykonano osobne mapy dla budynku Dużej Sceny, z podziałem na kondygnacje I-III, kondygnację IV i dach oraz budynku Sceny Miniatura.

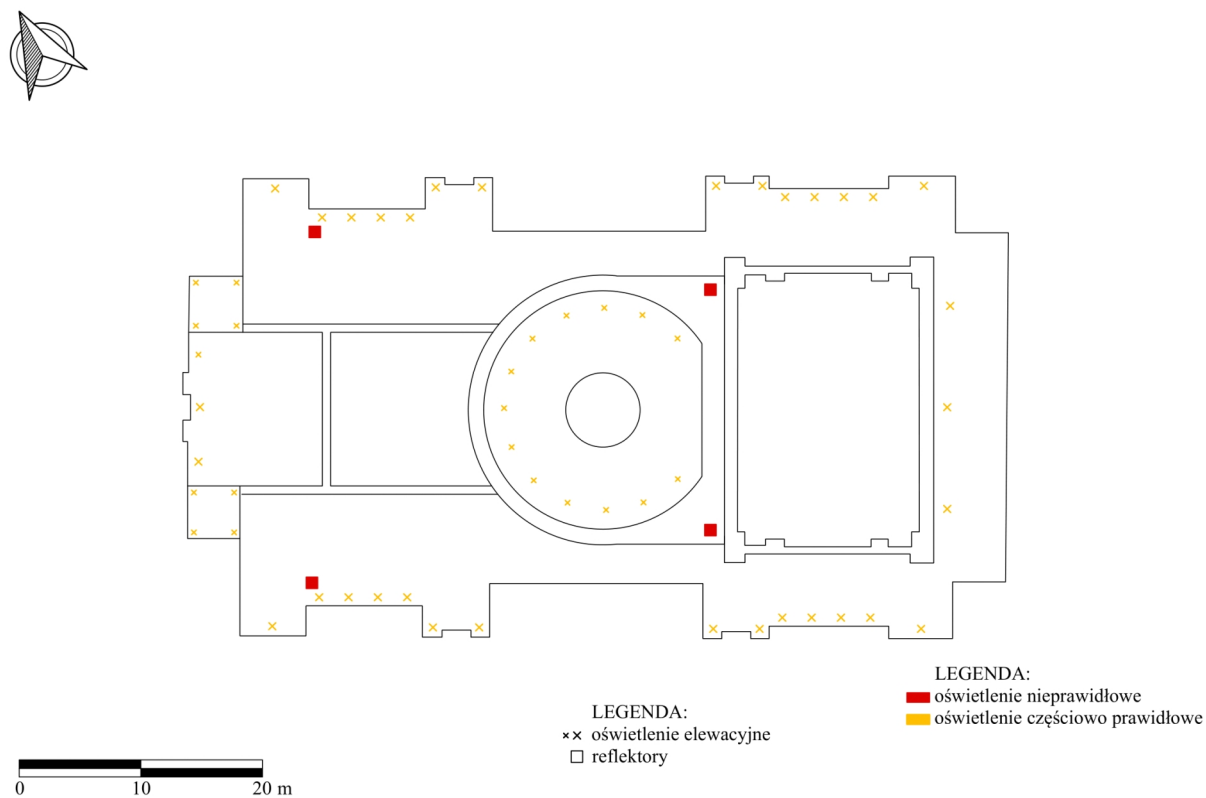
LAMPY CHODNIKOWE

Pierwszym analizowanym rodzajem oświetlenia zewnętrznego są lampy chodnikowe typu LED (ang. lighting emitting diode) o okrągłym kształcie, wpuszczone w brukowane chodniki, otaczające gmach główny teatru, w niewielkich odległościach od ścian budynku. Liczba źródeł światła tej kategorii wynosi 98. Lampy te emitują skupioną, pionową wiązkę białego światła, skierowaną w zenit, równoległą do ścian teatru.

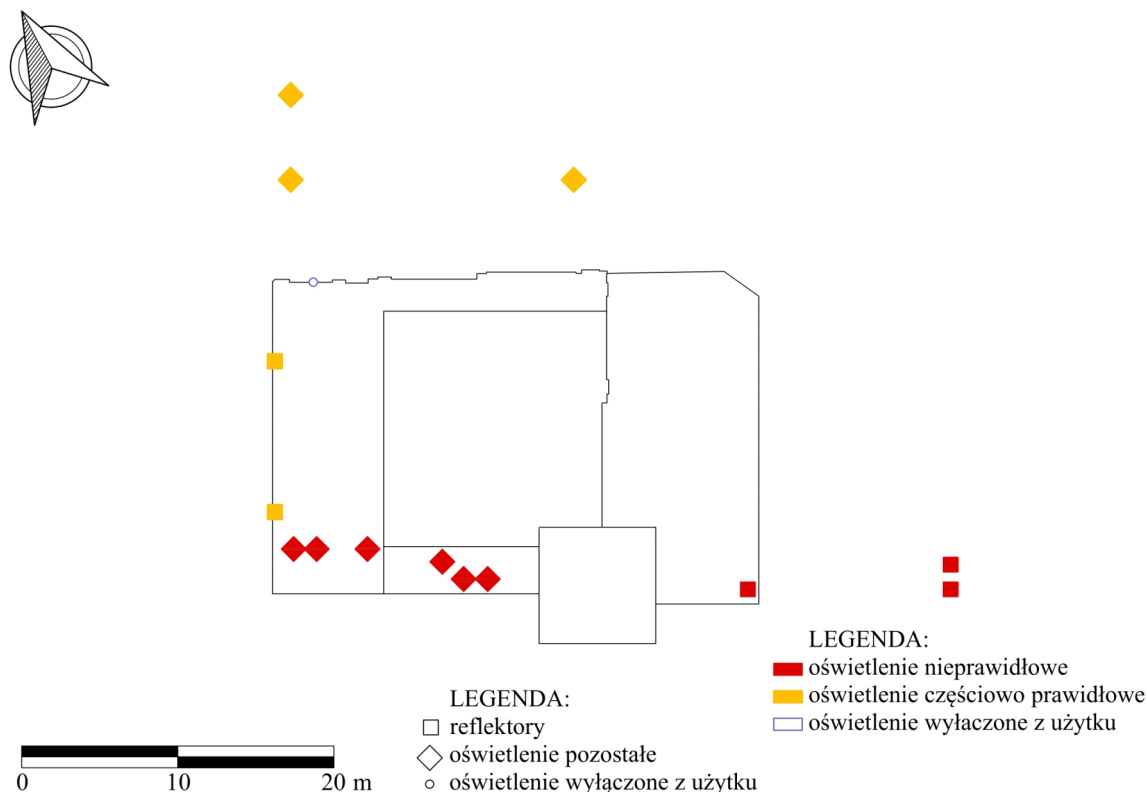
Lampy chodnikowe LED są przykładem nieprawidłowych źródeł światła. W związku z ich montażem w podłożu występuje zjawisko olśnienia (oślepienia) przechodniów, powodujące ich dyskomfort oraz chwilowe ograniczenie zdolności widzenia, co w konsekwencji może prowadzić do narażenia na upadki i kontuzje. Z kolei, snop światła skierowany w niebo przyczynia się w znacznym stopniu do zwiększania jasności łuny świetlnej Krakowa. Z uwagi na dużą liczbę zastosowanych źródeł światła występuje również zjawisko ich nadmiernego skupienia (Ryc. 4), przejawiające się tzw. chaosem świetlnym i marnotrawieniem energii. Dodatkowo, w porze zimowej, nadtopiony śnieg pokrywający szklane osłony lamp naraża przechodniów na ryzyko poślizgnięcia i upadku.



Ryc. 1. Mapa rozkładu przestrzennego i oceny prawidłowości zastosowanych źródeł światła dla kondygnacji I-III budynku głównego (Dużej Sceny) Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie.



Ryc. 2. Mapa rozkładu przestrzennego i oceny prawidłowości zastosowanych źródeł światła dla kondygnacji IV i dachu budynku głównego (Dużej Sceny) Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie.



Ryc. 3. Mapa rozkładu przestrzennego i oceny prawidłowości zastosowanych źródeł światła dla budynku Sceny Miniatura w Krakowie.



Ryc. 4. Nadmierne skupienie lamp chodnikowych przy północnej elewacji gmachu głównego.

Należy też zauważyć, że lampy chodnikowe wokół teatru są zaniedbane, w części niedziałające, co pokazuje wysoką podatność tego typu oświetlenia na różnego rodzaju uszkodzenia i zabrudzenia.

OŚWIETLENIE ELEWACYJNE

Kolejnej analizie poddano oświetlenie elewacyjne, zamontowane na elewacjach i dachu budynku Dużej Sceny – odnotowano 82 lampy tej kategorii. Lampy te emitują skupioną, pionową wiązkę białego światła o stosunkowo niskiej jasności. Snop światła skierowany jest

w zenit, równoległe do ścian teatru. Wyjątek stanowi oświetlenie kopuły, które skierowane jest na attykę budynku.

Zastosowane lampy elewacyjne są przykładem częściowo prawidłowych źródeł światła. W związku z montażem, emitowane przez nie światło kierowane jest w niebo (Ryc. 5), przyczyniając się tym samym do zwiększania jasności łuny świetlnej Krakowa. Lampy elewacyjne w sposób chaotyczny i wyrywkowy ekspozycją bogatą dekorację rzeźbiarską oraz inne, liczne detale architektoniczne teatru.

Podobnie jak w przypadku lamp chodnikowych, widoczne jest zaniedbanie instalacji oświetleniowej. Część lamp elewacyjnych, w szczególności zamontowanych na czwartej kondygnacji i na dachu obiektu, jest niesprawna.

REFLEKTORY

Kolejnym analizowanym rodzajem oświetlenia są reflektory, zamontowane na balkonach i dachu gmachu głównego teatru (Dużej Sceny), na tarasie i elewacji Sceny Miniatura oraz na latarniach ulicznych zlokalizowanych w niewielkiej odległości od budynków. Łączna liczba źródeł światła tej kategorii wynosi 19. Reflektory w większości emitują jasną, skupioną wiązkę białego światła. Oświetlane w ten sposób są północna, południowa i wschodnia



Ryc. 5. Oświetlenie elewacyjne przyczyniające się do zwiększania jasności łuny świetlnej Krakowa (widok na elewację południową gmachu głównego).



Ryc. 6. Zjawisko oślnienia wywołane światłem reflektorów zamontowanych na latarni ulicznej (widok z drogi wewnętrznej teatru).



Ryc. 7. Zjawisko zaświecenia wywołane światłem reflektorów zamontowanych na słupie (widok na wschodnią elewację budynku Sceny Miniatura).

ściana, kopuła, zachodni fragment dachu i elewacja frontowa budynku Dużej Sceny oraz wschodnia ściana budynku Sceny Miniatura. Z uwagi na montaż, część światła emitowana jest również powyżej linii horyzontu.

Reflektory zamontowane na latarniach ulicznych, dachu budynku głównego teatru i tarasie Sceny Miniatura są przykładem nieprawidłowych źródeł światła. Z uwagi na montaż pod nieprawidłowym kątem i znaczne odsunięcie od oświetlanego obiektu, następuje emisja światła powyżej linii horyzontu, przyczyniająca się do zwiększania jasności łuny świetlnej Krakowa. Ponadto, jasny snop światła emitowany przez reflektory zamontowane na latarniach ulicznych wywołuje zjawisko oślnienia (Ryc. 6), ograniczające zdolności percepcyjne użytkowników okolicznych ulic i traktów pieszych. Z kolei, światło oświetlające okna zachodniej (frontowej) elewacji budynku głównego teatru i wschodniej elewacji budynku Sceny Miniatura (Ryc. 7), staje się źródłem zanieczyszczenia świetlnego w formie zaświecania znajdujących się tam pomieszczeń.

Pozostałe reflektory są przykładem częściowo prawidłowych źródeł światła. Z uwagi na nieprawidłowe usytuowanie i kąt montażu, oświetlają one okna północnej, południowej i wschodniej części budynku Dużej Sceny, przez co również w tym przypadku występuje zjawisko zaświecenia części pomieszczeń. Dodatkowo, część światła jest emitowana powyżej linii horyzontu, co przyczynia się do zwiększania jasności łuny świetlnej miasta.

Należy jednak wspomnieć, że pomimo iż konstrukcja reflektorów sugeruje ich wieloletnie użytkowanie, są one sprawne i w dobrym stanie technicznym.

LATARNIE

Analizie poddano również pięć zabytkowych latarni objętych ochroną konserwatorską. Cztery z nich, zlokalizowane przed frontem budynku Dużej Sceny, składają się z betonowego słupa i umieszczonej na nim, bogato zdobionej oprawy odlanej z brązu. Piąta latarnia, znajdująca się przy południowej fasadzie budynku, ma konstrukcję typu parkowego, identyczną do innych tego typu lamp zamontowanych na Plantach Krakowskich. Zamontowane na latarniach źródła światła emitują białe światło o niskiej jasności, w przypadku wspomnianych frontowych latarni dodatkowo tłumione przez zdobienia oprawy. Emitowany

przez latarnie snop światła nie jest w żaden sposób ukierunkowany.

Zabytkowe latarnie są przykładem prawidłowych źródeł światła. Jednak w związku z niską jasnością emitowanego światła i brakiem jego ukierunkowania, zaledwie w małym stopniu oświetlają podłoże (Ryc. 8), tym samym nie spełniając swojej podstawowej funkcji.

Wszystkie latarnie pomimo widocznego zaniedbania są sprawne.

OŚWIETLENIE POZOSTAŁE

Analizie poddano również oświetlenie pozostałe, na które składa się:

- sześć latarni typu parkowego z zamontowanymi reflektorami, zlokalizowanych przy północnej elewacji budynku Dużej Sceny i frontowej elewacji budynku Sceny Miniatura;

- dwa źródła światła, świecące praktycznie z poziomu chodnika, zlokalizowane przy wejściu dla niepełnosprawnych przy północnej elewacji budynku Dużej Sceny (oświetlenie oddolne). Lampy te, prawdopodobnie z powodu braku funduszy, nie zostały odpowiednio wpuszczone w podłoże;

- zgrupowanie sześciu reflektorów zamontowanych na dachu budynku Sceny Miniatura (reflektory dachowe), emitujących światło skierowane na sąsiadujący z omawianymi obiektami kościół św. Krzyża.

Tego typu źródła światła emitują białe światło zarówno o niskiej, jak wysokiej jasności. Snopy światła skierowane są na północną ele-



Ryc. 8. Zabytkowa latarnia przed frontem teatru.

wację budynku Dużej Sceny i frontową elewację budynku Sceny Miniatura. Z uwagi na montaż i/lub oddalenie od oświetlanych obiektów, część światła emitowana jest powyżej linii horyzontu.

Latarnie parkowe, reflektory dachowe i oświetlenie oddolne stanowią przykład nieprawidłowych źródeł światła, przyczyniających się zarówno do zwiększania jasności łuny świetlnej Krakowa, jak też oślepiania użytkowników przestrzeni publicznej czy zaświecania okien teatru. Zestaw reflektorów dachowych stanowi przykład nadmiernego skupienia oświetlenia (Ryc. 9), które powoduje chaos świetlny i marnotrawienie energii elektrycznej. Dodatkowo, oddolne źródła światła oświetlają barierkę wejścia dla niepełnosprawnych znajdującą się w ich bezpośrednim sąsiedztwie, a rzucony przez nią cień na ścianę teatru zaburza odbiór nocnego wizerunku obiektu.

Oświetlenie pozostałe, pomimo przestarzałej konstrukcji, jak też średniego stanu technicznego, cechuje się wysoką sprawnością.

OŚWIETLENIE WYŁĄCZONE Z UŻYTKU

W zewnętrznych instalacjach oświetleniowych budynków Dużej Sceny i Sceny Miniatura znajduje się również oświetlenie wyłączone z użytku, na które składa się osiem zabytkowych kandelabrow, zamontowanych na balkonach gmachu głównego, oraz czternaście lamp ściennych, zamontowanych bezpośrednio nad drzwiami wejściowymi i bocznymi budynków oraz wschodniej ścianie budynku głównego. W sumie liczba źródeł światła w tej kategorii wynosi 22. Ze względu na brak możliwości zebrania danych podczas inwentaryzacji, nie przeprowadzono oceny tej kategorii oświetlenia.



Ryc. 9. Oślepiające światło emitowane przez reflektory zamontowane na dachu budynku Sceny Miniatura, powodujące chaos świetlny.

PROPOZYCJE ZMIAN OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO BUDYNKU DUŻEJ SCENY I BUDYNKU SCENY MINIATURA TEATRU IM. JULIUSZA SŁOWACKIEGO W KRAKOWIE

W celu poprawy efektywności i jakości oświetlenia zewnętrznego budynków Dużej Sceny i Sceny Miniatura Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie należałoby wprowadzić szereg zmian, które jednocześnie zminimalizowałyby generowane przez nie zanieczyszczenie świetlne. Dla gmachu głównego (Dużej Sceny) proponuje się likwidację lamp chodnikowych zlokalizowanych wokół obiektu, które z uwagi na emitowanie pionowej, skupionej wiązki światła skierowanej w niebo, w największym stopniu wpływają na zwiększanie jasności łuny świetlnej miasta. Sugeruje się również usunięcie reflektorów zamontowanych na balkonach, dachu i latarniach ulicznych. W ich miejsce najkorzystniejsze byłoby wykorzystanie reflektorów wyposażonych w tzw. maskownice, czyli przesłony z wyciętym rzutem oświetlanego obiektu w miejscu montażu reflektora (KRUPIŃSKI i SŁOMIŃSKI 2019). Tego typu reflektory oświetlają wyłącznie obszar dedykowany, nie emitując światła do otoczenia.

Dodatkowo, jeżeli istnieje możliwość, żarówki latarni parkowych i zabytkowych należy przesunąć na maksymalną wysokość wewnątrz oprawy, aby światło rozpraszało się wyłącznie w kierunku podłoża.

Powyższe zmiany mają na celu usunięcie obszarowego, powierzchniowego oświetlenia na rzecz oświetlenia punktowego. Jednakże istniejące oświetlenie punktowe, do którego można zaliczyć oświetlenie elewacyjne, również wymaga modyfikacji. Mogłaby ona polegać na zmianie położenia obecnych lamp elewacyjnych oraz, ewentualnie, na wprowadzeniu uzupełniającego oświetlenia odgórnego. Zmiany te w sposób znaczący ograniczyłyby jasność łuny świetlnej miasta. Problemem jest jednak montaż tego typu oświetlenia elewacyjnego na obiektach zabytkowych, gdyż wprowadza ono do elewacji budynku elementy obce architektonicznie. W efekcie, można je polecić jedynie w niektórych sytuacjach, gdy same źródła światła pozostają ukryte. Przykładem może być oświetlenie kopuły, gdzie możliwe jest zamontowanie oświetlenia przy wewnętrznej ścianie attyki, jednak w ten sposób, aby emitowane światło nie było kierowane powyżej płaszczyzny horyzontu.

W kategoriach oświetlenia wyróżniono również oświetlenie wyłączone z użytku. Jeżeli istnieje taka możliwość, proponuje się ponowne uruchomienie lamp ściennych, w szczególności lamp oświetlających wejścia główne i boczne budynku. Zmiana ta ułatwi użytkownikom

korzystanie z przestrzeni wokół budynków teatru.

Dla budynku Sceny Miniatura proponuje się usunięcie części „oświetlenia pozostałego”, w szczególności reflektorów dachowych, emitujących światło skierowane powyżej płaszczyzny horyzontu, oświetlające kościół św. Krzyża, oraz zbędny reflektor, zamontowany na tarasie. W ich miejsce, jak też w przypadku reflektorów zamontowanych na specjalnym maszcie i na zachodniej ścianie budynku, najkorzystniejszy byłby montaż reflektorów z maskownicami.

Analogicznie, proponuje się wykorzystanie reflektorów z maskownicami, zamontowanych na latarniach stojących przed frontową fasadą budynku Dużej Sceny. Tego rodzaju rozwiązanie pozwoli na ukierunkowanie światła na docelowo oświetlaną powierzchnię i ograniczenie światła emitowanego powyżej płaszczyzny horyzontu.

PODSUMOWANIE

Obecne oświetlenie zewnętrzne budynków Dużej Sceny i Sceny Miniatura Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie w sposób chaotyczny i wyrywkowy kreuje nocne wizerunki tych obiektów, jednocześnie przyczyniając się do zwiększenia zanieczyszczenia świetlnego w Krakowie. W ich instalacjach oświetleniowych dominują nieprawidłowe źródła światła (52%), wymagające usunięcia lub znacznych modyfikacji. 37% stanowi częściowo prawidłowe oświetlenie wymagające modyfikacji, a jedynie 2% prawidłowe, niewymagające ingerencji. Pozostałe 9% stanowią źródła światła, o których, ze względu na prawdopodobne wyłączenie z użytkowania, nie sposób było zebrac danych. Oświetlenie generuje następujące zjawiska: zwiększanie jasności łuny świetlnej, olśnienie (oślepienie) przechodniów, zaświecenia wewnątrz budynków i nadmierne skupienie źródeł światła. Głównymi przyczynami zwiększania zanieczyszczenia świetlnego przez analizowane oświetlenie są: nieprawidłowy montaż, niewłaściwa lokalizacja źródeł światła oraz niewłaściwy kąt padania i jasność światła. Duża ilość lamp, niekiedy zbędnych, pociąga za sobą również aspekt ekonomiczny, związany z kosztem utrzymania instalacji oświetleniowej i marnowaniem energii. Wprowadzenie zaproponowanych zmian nie tylko pozwoli na precyzyjne i szczegółowe wyeksponowanie walorów architektonicznych obiektów, ale również na ograniczenie powstających niekorzystnych zjawisk i zmniejszenie kosztów utrzymania zewnętrznej instalacji oświetleniowej.

Streszczenie

W pracy podjęto próbę oceny oświetlenia zewnętrznego obiektów zabytkowych, budynków Dużej Sceny i Sceny Miniatura Teatru im. Juliusza Słowackiego w Krakowie, pod kątem generowania przez nie zanieczyszczenia świetlnego. Przedstawiono ogólną charakterystykę tego typu zanieczyszczenia, skupiając się na opisie szkodliwych zjawisk. Następnie zaprezentowano wyniki inwentaryzacji oświetlenia zewnętrznego, zawierające informacje o kategoriach źródeł światła, ich położeniu, barwie i kierunku padania emitowanego światła oraz ocenę poszczególnych źródeł światła pod kątem występowania zjawisk, przyczyniających się do występowania zanieczyszczenia świetlnego. Zaproponowano zmiany w oświetleniu zewnętrznym obiektów, w celu minimalizacji powstawania szkodliwych zjawisk oraz poprawy funkcjonalności i jakości instalacji oświetleniowej.

LITERATURA

- BYLINOWSKA U., CZAPLICKA A., ŚCIEŻOR T., 2019. *Oświetlenie zabytków w Krakowie na przykładzie kościoła Świętego Józefa w Podgórzu*. AURA – Ochrona Środowiska 8, 14-17.
- CZAPLICKA A., SIEDLECKI B., 2021. *Protecting the night sky in historical cities* [W:] *Ecological and astronomical aspects of light pollution*. T. ŚCIEŻOR (red.). Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- ESMUND I., KOTRA A., ŚCIEŻOR T., CZAPLICKA A., 2020. *Oświetlenie Rynku Głównego w Krakowie jako źródło zanieczyszczenia świetlnego*. AURA – Ochrona Środowiska 1, 3-6.
- KOSTECKA J., 2017. *Zanieczyszczenie sztucznym światłem a świadczenia ekosystemów i zdrowie człowieka*. Pol. J. Sustainable Develop. 21, 59-69.
- KRUPIŃSKI R., SIOMIŃSKI S., 2019. *Metoda projektowania jako sposób ograniczenia zanieczyszczenia światłem oraz oślnienia w iluminacji* [W:] *Zanieczyszczenie świetlne. Źródła, obserwacje, skutki*. A. KOTARBA (red.). Centrum Badan Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, Warszawa.
- KWIATKOWSKA-MALINA J., HORYNEK H., 2020. *Spójna strategia oświetleniowa przestrzeni miejskiej jako narzędzie ograniczenia zanieczyszczenia światłem*. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej 26, 102-107.
- MACZYŃSKI D., 2006. *Iluminacje zabytków – w poszukiwaniu kryteriów oceny*. Wiadomości Konserwatorskie 20, 12-16.
- SALA K., 2020. *Zanieczyszczenie świetlne. Zagrożenia i sposoby jego ograniczania*. Rocznik Administracji Publicznej 6, 254-266.
- ŚCIEŻOR T., KUBALA M., KASZOWSKI, DWORAK T. Z., 2010. *Zanieczyszczenie świetlne nocnego nieba w obszarze aglomeracji krakowskiej. Analiza pomiarów sztucznej poświaty niebieskiej*. Monografia 388. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- ŚCIEŻOR T., ESMUND I., CZAPLICKA A., 2020. *An inventory of selected sources of light pollution in Tarnów*. Technical Transactions 117, 1-14.
- ŻAGAN W., KRUPIŃSKI R., 2016. *Teoria i praktyka iluminacji obiektów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

KOSMOS Vol. 71, 2, 165-172, 2022

KAROLINA WIEHLE, ANNA CZAPLICKA, TOMASZ ŚCIEŻOR

Faculty of Environmental Engineering and Energy, Cracow University of Technology, 24 Warszawska Str., 31-155 Kraków,
E-mail: tsciezor@pk.edu.pl, anna.czaplicka@pk.edu.pl

ILLUMINATION OF BUILDINGS OF THE JULIUSZ SŁOWACKI THEATER IN KRAKOW
AS A SOURCE OF LIGHT POLLUTION

Summary

The paper attempts to analyse the external lighting of historic buildings: the Duża Scena and the Scena Miniatura of the Juliusz Słowacki Theatre in Krakow, in terms of generating light pollution. The general characteristics of this type of pollution are presented, focusing on the description of harmful phenomena. Then, the results of the inventory of external lighting were presented, containing information about the categories of light sources, their location, colour and direction of incidence of the emitted light, as well as the assessment of individual light sources in terms of the occurrence of phenomena contributing to the occurrence of light pollution. Changes in the outdoor lighting of buildings were proposed in order to minimize the occurrence of harmful phenomena and improve the functionality and quality of the lighting installation.

Keywords: illumination of monuments, light pollution