

KRZYSZTOF SKARŻYŃSKI

*Zakład Techniki Świetlnej
Instytut Elektroenergetyki
Wydział Elektryczny
Politechnika Warszawska
Koszykowa 75, 00-662 Warszawa
E-mail: krzysztof.skarzynski@ien.pw.edu.pl*

ILUMINACJA OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH A ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA ŚWIATŁEM

WSTĘP

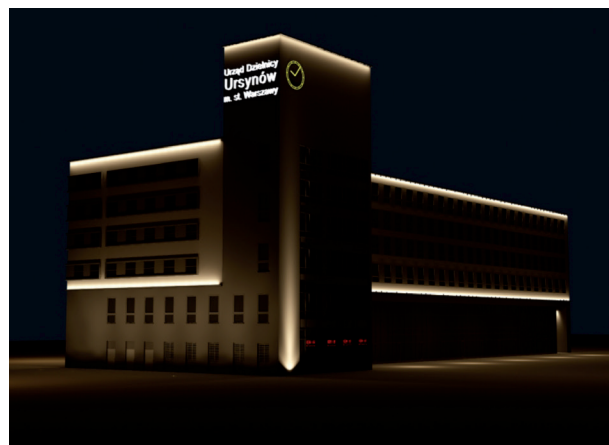
W ostatnich czasach ciągle wzrasta zapotrzebowanie człowieka na funkcjonowanie po zapadnięciu ciemności, a nawet w nocy. Oświetleniowe potrzeby człowieka przestały być związane tylko z funkcjonalnością i użytecznością, a weszły w sferę estetyki i atrakcji. Jednym z przykładów tego typu potrzeb jest z pewnością iluminacja obiektów, która w ostatnich latach staje się coraz bardziej popularna na całym świecie. Termin „iluminacja” znany był do niedawna wyłącznie w ujęciu filozoficznym i psychologicznym. Jednak warto się zastanowić, co oznacza w odniesieniu do techniki świetlnej. Literatura przedmiotu (ŻAGAN 2003) określa ten termin jako eksponowanie obiektu architektonicznego w porze nocy za pomocą światła sztucznego. Z pozoru wydawać by się mogło, że definicja oświetleniowa nie posiada żadnego odniesienia do pozostałych znaczeń tego terminu. Warto jednak zwrócić uwagę na proces uświadamiania sobie architektonicznego piękna iluminowanego obiektu (sens psychologiczny), warunkującego niepowtarzalny, magiczny, być może czasami nawet transcendentalny klimat, co z kolei bardzo prawdopodobnie zmusi odbiorcę do refleksji (sens filozoficzny). Przykład iluminacji obiektu architektonicznego został przedstawiony na Ryc. 1.

Postępowanie w przypadku projektowania iluminacji obiektu jest złożone, a sam proces zdecydowanie nie należy do zadań łatwych. Oprócz podstawowej wiedzy z zakresu ogólnie rozumianej techniki świetlnej, należy również dysponować znajomością zagadnień związanych z architekturą, znajomością możliwości technicznych rynku oraz dobrze wyćwiczoną wyobraźnią i poczuciem estetyki. Kilkanaście lat temu zadanie to było utrudnione ze względu na fakt, że jedyną możliwością weryfikacji projektu było przeprowadzenie prób terenowych, zazwyczaj trudnych do realizacji ze względów czasowych i finansowych (KRUPIŃSKI 2015). Obecnie, dzięki rozwinięciu komputerowej technologii 3D można uzyskać bardzo dokładną, realistyczną wizualizację na ekranie (Ryc. 2).

Iluminacja obiektów, oprócz niewątpliwych walorów estetycznych i kwestii bezpieczeństwa (czujemy się bezpieczniej, gdy jest jaśniej), niesie ze sobą również pewne zagrożenia związane z ochroną środowiska. W tym względzie można podzielić je na dwa typy. Pierwszy jest związany z emisją większej ilości (niż jest to niezbędne) dwutlenku węgla w wyniku strat energetycznych, co jest spowodowane często niewłaściwym doбором sprzętu oświetleniowego. Kwestia



Ryc. 1. Iluminacja Grobu Nieznanego Żołnierza w Warszawie.



Ryc. 2. Wizualizacja iluminacji budynku Ratusz Ursynów (3ds MAX 2015).



Ryc. 3. Oświetlenie „od dołu” realizowane przez oświetleniowe oprawy doziemne.



Ryc. 4. Przykład oświetlenia obiektu z dystansu.



Ryc. 5. Świecąca, diodowa oprawa liniowa.

efektywności energetycznej oświetlenia jest w ostatnich latach bardzo popularna. Na całym świecie przeprowadzane są badania oraz audyty mające na celu określenie czy dane rozwiązanie oświetlenia jest efektywne pod względem energetycznym. Równolegle trwa dyskusja nad znaczeniem słów „oświetlenie energooszczędne”. Powoduje to powstawanie ujednoliconych systemów oceny efektywności energetycznej (PRACKI 2012), jednak jak dotąd jedynie w odniesieniu do wnętrz i ulic. Istnieje więc potrzeba określenia podobnych zasad dla terenów zewnętrznych i iluminacji obiektów.

Drugi typ iluminacyjnych zagrożeń środowiska związany jest ze zjawiskiem zanieczyszczenia światłem (KOŁOMAŃSKI 2013). W przypadku iluminacji w znacznej części przypadku obiekty oświetlane są od dołu lub z dystansu. Każda z opraw oświetleniowych charakteryzuje się pewnym rozsylem światłości, który nie zawsze jest w odpowiedni sposób dopasowany do potrzeb (zadania oświetleniowego). Sprawia to, że część strumienia

światłowego nie trafia we wskazane płaszczyzny, lecz jest emitowana w przestrzeń wokół obiektu. Niekiedy zdarza się, że jest kierowana bezpośrednio w górę. Patrząc w skali makro, kilkanaście tysięcy niewłaściwie oświetlonych obiektów architektonicznych potęguje zanieczyszczenie światłem środowiska poprzez rozjaśnienie nocnego nieba, a w efekcie zaburza naturalny cykl okołodobowy organizmów żywych, w tym ludzi (MICHĄLEK 2012) i utrudnia astronomom oraz entuzjastom, zwłaszcza w dużych miastach, obserwację gwiazd. Dodatkowo, rozwój nowych technologii półprzewodnikowych oraz ogromny potencjał rynku oświetleniowego sprawił, że w nocy oświetlenie pojawia się właściwie wszędzie, a sprzęt niekoniecznie

ma odpowiednie parametry techniczne (KUBIAK 2012).

Celem badań przeprowadzonych i opisanych w niniejszym artykule jest sprawdzenie jak kształtuje się sprawność oświetlenia dla iluminacji, przy zastosowaniu różnych typów opraw dla danego zadania oświetleniowego oraz jak duża część zastosowanego strumienia światłowego nie trafia w obiekt wywołując zjawisko zanieczyszczenia światłem. Do badań wytypowane zostały trzy najczęściej spotykane w iluminacji obiektów sytuacje oświetleniowe: oświetlenie od dołu za pomocą opraw doziemnych (Ryc. 3), oświetlenie z dystansu za pomocą opraw reflektorowych (Ryc. 4) oraz oświetlenie przy zastosowaniu opraw liniowych (Ryc. 5).

OKREŚLENIE PARAMETRU SPRAWNOŚCI ILUMINACJI

Sprawność oświetlenia jest parametrem od dawna znanym w technice świetlnej (BANACH 1982), definiowanym za pomocą wzoru (1). Jednak jak dotąd definicja stosowania była jedynie do oświetlenia wnętrza.

$$\eta_{\text{ośw}} = \frac{\Phi_i}{\Phi_0} \quad (1)$$

gdzie:

Φ_i – strumień świetlny padający na poziomą płaszczyznę pracy

Φ_0 – strumień świetlny źródeł światła

Wzór w podobnym ujęciu można również użyć w przypadku iluminacji obiektów,

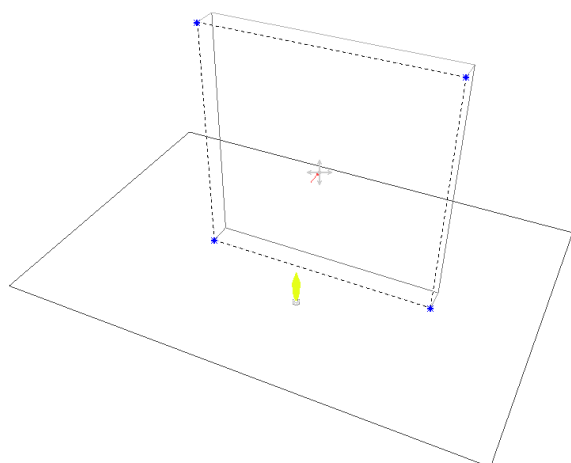
tworząc przez to nowy, niestosowany do tej pory parametr, sprawność iluminacji (2). Określa on stosunek użytecznego strumienia Φ_u światłowego docierającego do płaszczyzn oświetlanego obiektu i wywołującego określone wrażenia wzrokowe, do całkowitego strumienia światłowego pochodzącego od wszystkich źródeł światła zastosowanych oprawach oświetleniowych Φ_c (SKARŻYŃSKI 2014).

$$\eta_{\text{il}} = \frac{\Phi_u}{\Phi_c} \quad (2)$$

OBLICZENIA PARAMETRU SPRAWNOŚCI ILUMINACJI

Istnieje kilka uznanych programów, które wspomagają, znacznie ułatwiają oraz zdecydowanie przyspieszają skomplikowany proces projektowania oświetlenia, czyli obliczenia fotometryczne. Obecny stan techniki pozwala uzyskać bardzo dokładne, wręcz fotorealistyczne wizualizacje efektów oświetleniowych, co świadczy o odpowiednim stanie zaawansowania algorytmów użytych w programach. Do obliczeń parametru sprawności iluminacji posłużył program DIALux 4.12 oraz arkusz kalkulacyjny. Ryc. 6 przedstawia model układu pomiarowego stworzonego w programie obliczeniowym. Składa się on z podłoża oraz ściany o szerokości i wysokości

10 m, przed którą znajduje się płaszczyzna obliczeniowa, umożliwiającą uzyskanie wartości natężenia oświetlenia w punktach określonych przez odpowiednie dobranie oczka siatki pomiarowej. Wcześniejsza analiza dokładności programu i realiów biologicznych narządu wzroku człowieka pozwoliła stwierdzić, że dostatecznie duża dokładność otrzymanych wyników względem iluminacji występuje dla oczka siatki równego 25 cm × 25 cm. Przed ścianą znajduje się wirtualna interpretacja bryły fotometrycznej zrealizowana za pomocą pliku o rozszerzeniu .ldt. Została ona pobrana ze strony internetowej producenta sprzętu oświetleniowego (www.meyer-



Ryc. 6. Wygląd modelu pomiarowy wykonanego w programie DIALux.

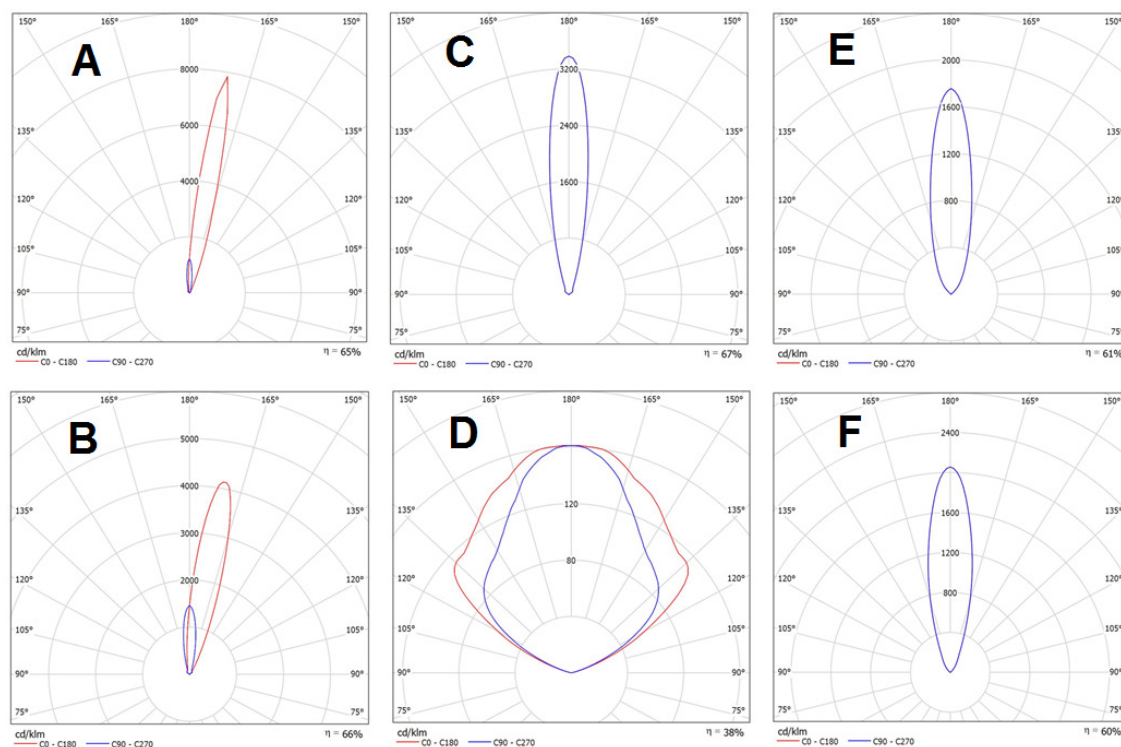
-lighting.com). Obliczenia zostały przeprowadzone bez uwzględnienia zjawiska odbić wie-

lokratnych; współczynniki odbicia wszystkich występujących w układzie płaszczyzn zostały ustawione na zero. Badania polegały na obliczeniu rozkładu natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pomiarowej wywołanego określonym typem oprawy oświetleniowej o danej bryle fotometrycznej, odpowiedniej jej lokalizacji oraz wycelowaniu. Następnie, otrzymane wyniki były wprowadzane do specjalnie przygotowanego arkusza kalkulacyjnego, w którym, za pomocą prostych przekształceń matematycznych i funkcji, obliczany był strumień świetlny użyteczny (padający na płaszczyznę), a w efekcie sprawność iluminacji dla danego rozwiązania. Dodatkowo obliczono strumień intruzyjny Φ_{int} [lm] oraz względny strumień intruzyjny Φ_{int}' [%], który określa jaką część strumienia świetlnego wyemitowanego z oprawy oświetleniowej nie trafia w oświetlaną płaszczyznę.

OPRAWY DOZIEMNE

Pierwszą grupę opraw oświetleniowych, dla których zostały przeprowadzone obliczenia stanowiły oprawy doziemne czterech

typów: dwa asymetryczne i dwa obrotowosymetryczne, różniące się między sobą szerokością rozsyłu. Ich krzywe światłości



Ryc. 7. Krzywe światłości pierwszej grupy opraw doziemnych, typ A, B asymetryczne, typ C, D obrotowosymetryczne, typ E, F nachylane (dane otrzymane za pomocą programu DIALux) (www.meyer-lighting.com).

Tabela 1. Parametry techniczne i wyniki obliczeń sprawności iluminacji dla opraw doziemnych.

Typ	Φ_{zr} [lm]	η_{op} [%]	Φ_{op} [lm]	odległość [m]	η_{il} [%]	Φ_{int} [lm]	Φ_{int}' [%]
A	3300	65	2145	0,5	48	523	24
				1,0	45	707	33
				2,0	26	1279	60
B	3300	66	2178	0,5	48	637	29
				1,0	42	795	36
				2,0	28	1308	60
C	3300	67	2211	0,5	27	1304	59
				1,0	21	1506	68
				2,0	13	1801	82
D	1800	38	684	0,5	17	454	55
				1,0	16	398	59
				2,0	13	454	67

zostały przedstawione na Ryc. 7. Wartości parametru sprawności iluminacji zostały obliczone dla trzech odległości od oświetlanej ściany: 0,5m, 1,0m i 2,0m. Zestawienie wyników obliczeń przedstawia Tabela 1.

Dodatkowo przebadane zostały dwie oprawy, z nachylnym (o 25° od pionu) obrotowo symetrycznym układem optycznym. Tak jak w poprzednich badaniach, wartości sprawności iluminacji zostały obliczone dla trzech położenia względem oświetlanej ściany, a każda z opraw badana była w pięciu pozycjach (odchylenie od położenia pionowego z krokiem co 5°, zgodnie z zaleceniami producenta). Wyniki obliczeń poszczególnych opraw doziemnych nachylanych zostały zawarte w Tablicy 2.

OPRAWY REFLEKTOROWE

Zbadano także, jak zmienia się parametr sprawności iluminacji dla przypadku świecenia z dystansu. Ocenie poddano sześć typowych, reflektorowych opraw oświetleniowych o różnych bryłach fotometrycznych, lecz tej samej mocy i tym samym strumieniu źródła światła. Krzywe światłości przedstawia Ryc. 8. Do analiz przyjęto podstawowe (typowe w zastosowaniach iluminacyjnych) rozsyły światłości: typ G, osiowosymetryczny; H, asymetryczny; I i J, obrotowosymetryczny; K i L, z rozciągnięciem wiązki w płaszczyźnie wertykalnej i horyzontalnej. Oprawy reflektorowe, ustawiane były w dwóch różnych odległościach od oświetlanej ściany (5 m i 10 m), jednak znacznie większych niż w przypadku opraw doziemnych. W każdej od-

Tabela 2. Parametry techniczne i wyniki obliczeń sprawności dla nachylanych opraw doziemnych.

Typ	Φ_{zr} [lm]		η_{op} [%]		Φ_{op} [lm]	
E	3300		60		1980	
F	3300		60		1980	
	η_{li} [%]		Φ_{int} [lm]		Φ_{int} ' [%]	
α [°]	E	F	E	F	E	F
odległość 0,5 m						
90	26	25	1122	1143	57	58
85	33	33	880	880	44	44
80	39	42	680	580	34	29
75	45	48	480	380	24	19
70	52	52	280	280	14	14
65	52	55	280	180	14	9
odległość 1,0 m						
90	22	21	1262	1300	64	66
85	29	29	1014	1021	51	52
80	36	36	780	780	39	39
75	42	45	580	480	29	24
70	48	52	380	280	19	14
65	52	55	280	180	14	9
odległość 2,0 m						
90	15	13	1497	1557	76	79
85	21	19	1303	1343	66	68
80	28	27	1063	1073	54	54
75	36	36	780	780	39	39
70	42	42	580	580	29	29
65	48	48	380	380	19	19

Tabela 3. Wyniki obliczeń sprawności iluminacji dla opraw reflektorowych.

Typ	Φ_{zr} [lm]	η_{op} [%]	Φ_{op} [lm]
G	3300	58	1914
H	3300	55	1815
I	3300	71	2343
J	3300	68	2244
K	3300	63	2079
L	3300	63	2079

η_{il} [%]							Φ_{int} [lm]						$\Phi_{\text{int'}}$ [%]					
α [°]	G	H	I	J	K	L	G	H	I	J	K	L	G	H	I	J	K	L
odległość 5,0 m																		
80	9	25	5	10	4	12	1623	981	2191	1923	1953	1691	85	54	94	86	94	81
70	17	33	11	21	10	22	1361	715	1964	1556	1758	1366	71	39	84	69	85	66
60	29	39	52	36	39	36	966	515	643	1044	779	879	50	28	27	47	37	42
50	39	42	67	52	52	45	614	415	143	544	379	579	32	23	6	24	18	28
40	45	42	67	58	55	52	414	415	143	344	279	379	22	23	6	15	13	18
30	45	36	67	58	58	55	414	615	143	344	179	279	22	34	6	15	9	13
20	45	27	67	58	58	52	414	927	143	344	179	379	22	51	6	15	9	18
odległość 10,0 m																		
80	2	9	2	2	1	2	1860	1532	2293	2179	2046	2007	97	84	98	97	98	97
70	4	15	2	4	2	6	1789	1332	2263	2108	2018	1891	93	73	97	94	97	91
60	7	21	4	9	3	12	1679	1107	2217	1943	1976	1689	88	61	95	87	95	81
50	14	25	13	20	10	22	1459	979	1912	1586	1751	1362	76	54	82	71	84	66
40	23	26	55	33	36	33	1169	945	543	1144	879	979	61	52	23	51	42	47
30	28	24	61	45	45	42	978	1022	343	744	579	679	51	56	15	33	28	33
20	30	18	61	45	45	42	925	1220	343	744	579	679	48	67	15	33	28	33

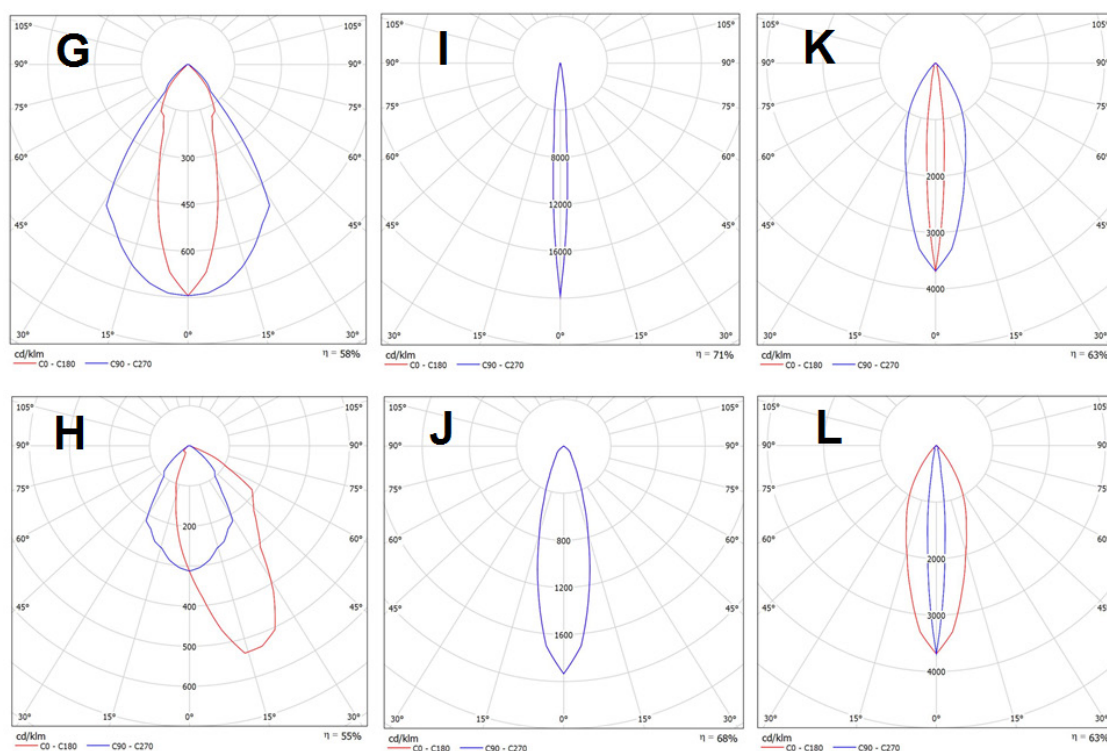
ległości sprawność iluminacji była obliczana dla siedmiu różnych pozycji kątowych (nachylenie względem podłoża od 20° do 80°).

Uzyskane wyniki obliczeń zostały przedstawione w Tabeli 3.

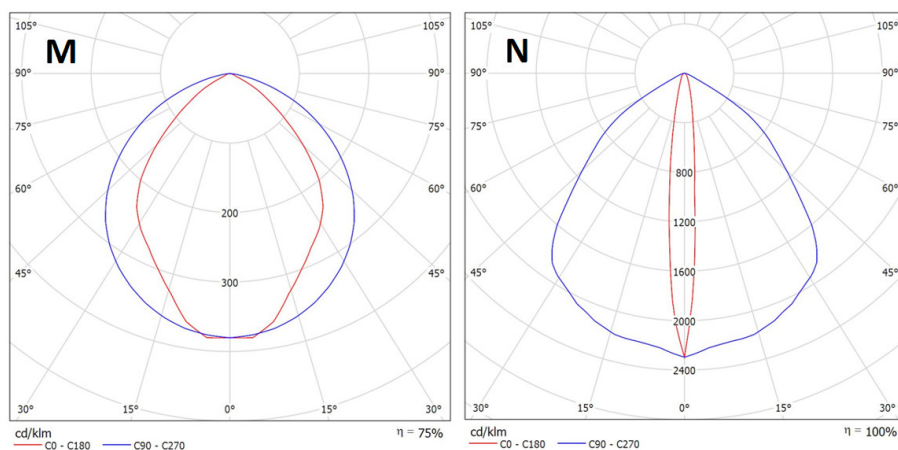
OPRAWY LINIOWE

Ostatnią zbadaną grupę sprzętu oświetleniowego stanowiły diodowe oprawy liniowe. Przeanalizowane zostały dwa typy bryły fotometrycznej (Ryc. 9): M, osiowosymetryczny, i N, wallwasher. Podczas analiz model oprawy był umieszczany bardzo blisko

oświetlanej ściany, zgodnie ze standardami technicznymi określonymi przez producenta opraw. Sprawność iluminacji została policzona dla dziewięciu pozycji kątowych: dla położenia prostopadłego względem ściany (odchylenie od pionu 0°) oraz odchyleń



Ryc. 8. Krzywe światłości zbadanych opraw reflektorowych (dane otrzymane za pomocą programu DIALux) (www.meyer-lighting.com).



Ryc. 9. Krzywe światłości zbadanych opraw liniowych (dane otrzymane za pomocą programu DIALux) (www.meyer-lighting.com).

oprawy o 5°, 10°, 15° i 20° od pionu „od ściany” i „do ściany”. Tabela 4 przedstawia

wyniki obliczeń uzyskane dla opraw liniowych.

PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że parametr sprawności iluminacji w odniesieniu do pojedynczych opraw oświetleniowych umożliwia w stosunkowo prosty i szybki sposób oce-

nę, czy dany typ oprawy jest odpowiedni do danego zadania oświetleniowego. Im ma on większą wartość tym więcej strumienia świetlnego oprawy pada na płaszczyznę. Oczywiście, dla każdej oprawy ma on okre-

Tabela 4. Wyniki obliczeń sprawności iluminacji dla opraw liniowych.

Typ	Φ_{zr} [lm]	η_{op} [%]	Φ_{op} [lm]	α [°]	η_{il} [%]	Φ_{int} [lm]	Φ_{int}' [%]
M	1900	75	1425	-20	18	1078	76
				-15	22	1004	70
				-10	26	925	65
				-5	30	850	60
				0	33	789	55
				5	37	720	51
				10	44	583	41
				15	52	438	31
				20	63	225	16
				-20	6	1552	94
N	1652	100	1652	-15	9	1502	91
				-10	15	1410	85
				-5	26	1219	74
				0	48	851	52
				5	73	452	27
				10	85	252	15
				15	91	152	9
				20	91	152	9

ślone ograniczenie w postaci sprawności oprawy oświetleniowej. Gdy jego wartość jest na podobnym poziomie do sprawności oprawy mamy pewność, że cały strumień świetlny emitowany z oprawy trafia i oświetlaną płaszczyznę, z czym związana jest odpowiednia efektywność energetyczna danego rozwiązania, jak również minimalizacja zjawiska zanieczyszczenia światłem (tylko minimalna część bezpośrednio padającego strumienia świetlnego rozprasza się w przestrzeni wokół obiektu).

Przy stosowaniu opraw doziemnych należy bardzo uważać przede wszystkim na rodzaj użytej bryły fotometrycznej. Oprawy o rozsyle asymetrycznym (typ A i B) charakteryzują się największą wartością sprawności iluminacji rzędu ok. 50%. Zbyt szeroki rozsył, a zwłaszcza zbyt szeroki rozsył obrotowo symetryczny (typ D) powoduje spadek wartości tego parametru, do 25%, a nawet poniżej tej wartości. Istotnym parametrem jest odległość montażu tego typu opraw. Zbyt dalekie odsunięcie od elewacji (często spotykane) powoduje, że zdecydowana większość strumienia świetlnego źródła światła nie będzie trafiała w oświetlaną powierzchnię. Kwestia

określenia optymalnej odległości montażu powinna leżeć w gestii producentów sprzętu oświetleniowego. Ponadto, dobrym rozwiązaniem poprawienia sprawności iluminacji jest zastosowanie doziemnych opraw z nachylnym układem optycznym (typ E i F), co może spowodować wzrost jego wartości do ponad 50%. Oczywiście należy pamiętać o możliwości wystąpienia nieestetycznego „wypalenia” na powierzchni elewacji. Problem ten powinien być rozwiązywany indywidualnie dla każdego przypadku przez projektanta oświetlenia.

Przypadek oświetlenia z dystansu jeszcze bardziej podkreśla potrzebę dopasowania bryły fotometrycznej oprawy do danego zadania oświetleniowego. Zwraca również uwagę na istotę odpowiedniego wycelowania. Oprawy o asymetrycznym i wąskim rozsyle (typ H i I) uzyskiwały zdecydowanie większe wartości sprawności iluminacji (ok. 70%, wartość zbliżona do poziomu sprawności oprawy). W tym przypadku warto zwrócić uwagę na parametr strumienia intruzyjnego. W najbardziej niekorzystnych przypadkach (oprawy skierowane 80° i 70° od poziomu) od 54% do 94% strumienia świetlnego nie

trafiało w płaszczyznę pomiarową. Dowodzi to, że odpowiednie ukierunkowanie i montaż sprzętu powinno być bardzo dokładnie przestrzegane. Możliwość autorskiego nadzoru nad realizacją projektu iluminacji byłaby z pewnością bardzo przydatna i ułatwiająca pracę wykonujących ją osób. Przydatne byłyby również informacje, zawarte w katalogach producenckich, o możliwościach jak najlepszego wykorzystania danego rozsyłu oprawy pod względem efektywności energetycznej i ograniczenia zanieczyszczenia światłem.

Również w przypadku opraw liniowych dużą uwagę należy poświęcić doborowi odpowiedniej bryły fotometrycznej. Rozsył typu wallwasher (typ N) jest zdecydowanie bardziej korzystny pod względem wartości uzyskiwanych sprawności iluminacji. Należy tu również uważać, by oprawy były nachylone w stronę elewacji, pamiętając o możliwości wystąpienia „wypaleń” przy dużej luminancji.

Wydaje się zatem, że jedna z łacińskich sentencji „*primum non nocere*” (łac. po

pierwsze nie szkodzić), mająca ogromne znaczenie w medycynie, ma również odzwierciedlenie w przypadku projektowania iluminacji obiektów architektonicznych. Można ją interpretować w następujący sposób: oświetlać tylko i wyłącznie w przypadku, gdy jest to potrzebne, stosując odpowiednie poziomy jasności dostosowane do otoczenia, dbając o optymalizację rozwiązania pod względem efektywności energetycznej, kwestii zanieczyszczenia światłem oraz zasad bezpieczeństwa (zjawisko olśnienia) i estetyki. W przypadku iluminacji powstaje więc kolejny problem, w jaki sposób dokonywać tej oceny, które iluminacje można określić jako dobre pod względem energetycznym i względem minimalizacji generowania zanieczyszczenia światłem, jakie parametry pozwolą to jednolicie ocenić. Prace nad tym zagadnieniem trwają w Zakładzie Techniki Świetlnej Politechniki Warszawskiej w ramach planowanej rozprawy doktorskiej autora niniejszego artykułu.

LITERATURA

- BANACH M., 1982. *Podstawy techniki oświetlania*. PWN, Warszawa.
- KOŁOMAŃSKI S., 2013. *Zanieczyszczenie światłem i ciemność*. Prace i Studia Geograficzne 53, 29–46.
- KUBIAK K., 2012. *O konieczności przełamania stagnacji w iluminacyjnym sprzęcie oświetleniowym*. Przegląd Elektrotechniczny R99, 108–114.
- KRUPIŃSKI R., 2015. *Dwie drogi projektowania iluminacji obiektów*. Przegląd Elektrotechniczny R91, 179–181.
- MICHAŁEK P., 2012. *Zanieczyszczenie światłem*. Prace Instytutu Elektrotechniki 255, 135–145.
- PRACKI P., 2012. *System oceny efektywności energetycznej oświetlenia wnętrz i dróg*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Elektryka 143.
- SKARŻYŃSKI K., 2014. *Studium iluminacji obiektów barokowych na przykładzie Pałacu Zamoyskich w Kozłowie*. Praca magisterska, Politechnika Warszawska.
- ŻAGAN W., 2003. *Iluminacja obiektów*. OWPW, Warszawa.

KRZYSZTOF SKARŻYŃSKI

Zakład Techniki Świetlnej

Instytut Elektroenergetyki

Wydział Elektryczny

Politechnika Warszawska

Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

ILUMINACJA OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH A ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA ŚWIATŁEM

Streszczenie

Pierwsze z elektrycznych źródeł światła zostało wynalezione ponad 150 lat temu. Dzięki możliwości rozjaśnienia nocy nastąpił ich zdecydowany rozwój. Spowodowało to rozszerzenie zakresu zastosowań aplikacji oświetleniowych od wnętrz obiektów aż do obszarów zewnętrznych: ulic, parków, stadionów i budynków (iluminacja obiektów). Ich nieodpowiednie wykorzystanie powoduje rozjaśnienie nocnego nieba, powiększając nowe zagrożenie biologiczne – zjawisko zanieczyszczenia światłem. Ostatnio zauważalny jest silny rozwój badań związanych z efektywnością energetyczną oświetlenia. Powstają dyrektywy, przeprowadzane są audyty, mające na celu określenie, czy dane instalacje oświetleniowe są czy też nie są energooszczędne. Początkowo dotyczyły one wnętrz, lecz ostatnie badania skierowane zostały w stronę oświetlenia terenów zewnętrznych. Iluminacja obiektów nie została do tej pory wzięta pod uwagę. Praktyka pokazuje, że w przypadku oświetlenia architektonicznego, większość strumienia świetlnego jest emitowana w górę lub też w przestrzeń wokół obiektu. Fakt ten jest niekorzystny. Uwidacznia się potrzeba iluminowania obiektów w sposób rozsądny i przemyślany. Projekty i instalacje oświetleniowe powinny być jak najbardziej zoptymalizowane nie tylko pod względem estetyki dekoracyjnej, lecz również w kwestii strat strumienia świetlnego (a w efekcie strat energetycznych i zanieczyszczenia światłem atmosfery). Celem niniejszej pracy jest zwrócenie uwagi na istotę odpowiedniego projektowania iluminacji obiektów w aspekcie ekologicznym. Przedstawiono eksperymentalny sposób oceny tego zagadnienia przez określenie nowego parametru, sprawności iluminacji, oraz badania dotyczące jego wartości, przy różnych sposobach oświetlania, z wykorzystaniem różnorodnego sprzętu oświetleniowego.

KRZYSZTOF SKARŻYŃSKI

Lighting Division

Institute of Electrical Power Engineering

Faculty of Electrical Engineering

Warsaw University of Technology

Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

FLOODLIGHTING OF ARCHITECTURAL OBJECTS AND ENVIRONMENTAL LIGHT POLLUTION

Summary

The first electrical light sources were invented 150 years ago. Ensuing fast development of such light sources was stimulated by perspective of possible brightening of the darkness of night. The expansion of the range of usefulness of light sources then followed, from interior to external sites – such as streets, parks, stadiums, and buildings (known as floodlighting). If such lighting applications are used in the wrong way, an increase in brightness of the night sky is caused, and the expansion of a new biological threat occurs – the phenomenon of light pollution.

A steep increase in the development of research connected with the energy efficiency of lighting has recently been clearly noticed. Statements of special laws and engineering calculations have been created, in order to define whether or not lighting installations are sufficiently saving electrical energy. Originally, this research was directed at interior lighting only, but currently it is also directed towards the lighting of external sites. It is worth noting that so far it does not concern floodlighting.

The experience with lighting designs shows that, in the case of floodlighting, most luminous flux is sent directly up into the sky or into the space closest to the building being illuminated. This fact is very disadvantageous. The need to use artificial light in a reasonable way will be demonstrated. Projects and lighting installations should be optimized, not only with regard to aesthetics, but also with regard to luminous flux losses (and the resulting energy losses and light pollution).

The main aim of this work is to highlight the issue of the adequate design of illuminations from ecological point of view. An experimental method for evaluating this problem is proposed based on the definition of a new parameter – floodlighting efficiency. The results of research, analyses and calculations due to different lighting methods and applications are also described.