

Błędy w projektowaniu komputerowym oświetlenia pośredniego

Andrzej Pawlak*, Krzysztof Zaremba**

*Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

**Wydział Elektryczny, Politechnika Białostocka

Streszczenie: W artykule omówiono problemy, z jakimi zmagają się projektanci oświetlenia pośredniego. Podczas prób symulacji instalacji oświetlenia pośredniego z wykorzystaniem komputerowych programów oświetleniowych zauważono znaczne rozbieżności w otrzymywanych wynikach. Analiza wyników wykazała ograniczoną przydatność programów oświetleniowych do wykonywania obliczeń instalacji oświetlenia pośredniego.

Słowa kluczowe: oświetlenie pośrednie, programy oświetleniowe, błędy obliczeniowe

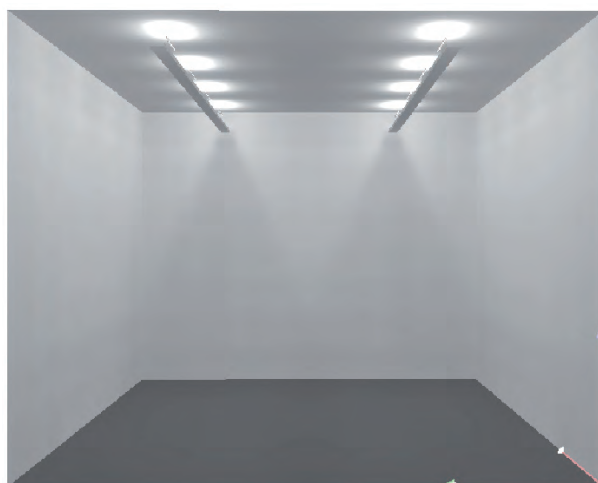
1. Wstęp

Oświetlenie pośrednie jest atrakcyjne zarówno pod względem oświetleniowym, jak i estetycznym. Obserwator nie widzi bowiem bezpośrednio źródeł światła, a rozsył strumienia świetlnego kształtuje nie tylko oprawa oświetleniowa, ale również elementy architektoniczne. Jednak pewnym problemem w stosowaniu tego typu instalacji oświetleniowych jest zazwyczaj ich mała sprawność eksploatacyjna. Celem artykułu jest przedstawienie wyników analiz obliczeń dwóch instalacji oświetleniowych – ze świetlówkami oraz diodami świecącymi. Do obliczeń podstawowych parametrów oświetleniowych tego typu instalacji wykorzystano współczesne komputerowe programy oświetleniowe wspomagające proces projektowania oświetlenia, które umożliwiają ponadto wykonanie wizualizacji tych instalacji. Do obliczeń wykorzystano dwa najpopularniejsze w Polsce programy oświetleniowe Dialux (www.dial.de) i Relux (www.relux.biz). Analiza uzyskanych wyników obliczeniowych ujawniła jednak znaczne rozbieżności między wynikami tych samych instalacji oświetleniowych modelowanych w różnych programach. Podjęto próbę oceny dokładności uzyskiwanych wyników, mając na względzie fakt, że szczegółowe algorytmy obliczeniowe tych programów nie są znane.

2. Przykładowa instalacja oświetlenia pośredniego ze świetlówkami T5

W celu oceny dokładności wyników obliczeniowych otrzymanych z wykorzystaniem programów Dialux i Relux wykonano symulacje oświetlenia pomieszczenia o wymiarach 4×5 m i wysokości 3,2 m oświetlanego za pomocą nowoczesnych świetlówek typu T5. Wszystkie powierzchnie pomieszczenia odbijały strumień świetlny w sposób równomiernie rozproszony. Współczynniki odbicia sufitu, ścian i podłogi wynosiły odpowiednio: 90 %, 70 % i 20 %. W pomieszczeniu umieszczono na zwieszakach symetrycznie dwa rzędy po cztery sztuki świetlówek typu T5 o mocy 28 W i stru-

mieniu świetlnym wynoszącym 2600 lm. Środek świetlny świetlówek znajdował się 10 cm od sufitu. Świetlówki przesłaniano symetrycznymi przesłonami o zmiennej szerokości d_p i grubości 3 cm. Górna powierzchnia przesłony znajdowała się 20 cm od sufitu. Wszystkie powierzchnie przesłony miały współczynnik odbicia 90 %.



Rys. 1. Wizualizacja w programie Dialux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z przesłoną o szerokości 10 cm

Fig. 1. Visualization of indirect illumination with the aperture width 10 cm presented in Dialux program



Rys. 2. Wizualizacja w programie Relux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z przesłoną o szerokości 10 cm

Fig. 2. Visualization of indirect illumination with the aperture width 10 cm presented in Relux program

Symulacje wykonano w dwóch programach oświetleniowych Dialux i Relux. W obu programach efekty wizualizacji omawianego pomieszczenia były bardzo zbliżone, ale nie identyczne. Na rys. 1 i 2 przedstawiono wizualizacje instalacji z przesłonami o najmniejszej szerokości wynoszącej 10 cm, a na rys. 3 i 4 z przesłonami o największej szerokości 60 cm. Na wizualizacjach otrzymanych z programu Relux zwracają uwagę nierównomierności plam/cieni, jednak w początkowej fazie badań trudno było ocenić, czy jest to efekt błędnych oświetleniowych algorytmów obliczeniowych, czy tylko błędów graficznych.

Oceny przydatności danej instalacji oświetleniowej można dokonać dopiero na podstawie wyników obliczeniowych jej parametrów. Zgodnie z PN-EN 12464-1:2004 *Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach* [1], do podstawowych parametrów instalacji oświetleniowych należą: średnia wartość natężenia oświetlenia E_m na powierzchni roboczej, równomierność oświetle-



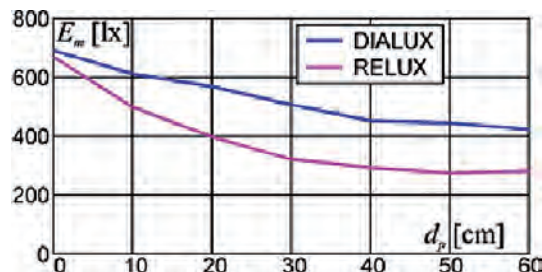
Rys. 3. Wizualizacja w programie Dialux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z przesłoną o szerokości 60 cm

Fig. 3. Visualization of indirect illumination with the aperture width 60 cm presented in Dialux program



Rys. 4. Wizualizacja w programie Relux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z przesłoną o szerokości 60 cm

Fig. 4. Visualization of indirect illumination with the aperture width 60 cm presented in Relux program



Rys. 5. Wyniki obliczeniowe średniej wartości natężenia oświetlenia E_m instalacji oświetlenia pośredniego z przesłonami o szerokości d_p

Fig. 5. Calculation results of the average illuminance E_m of the indirect lighting system with aperture width d_p

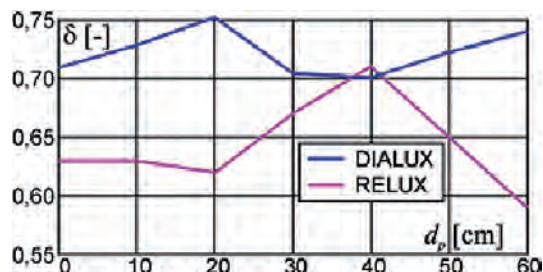
nia δ powierzchni roboczej (liczona jako iloraz wartości natężenia oświetlenia – minimalnej do średniej) oraz wskaźnik ujednoczonej oceny oślnienia (UGR).

Na rys. 5 przedstawiono wyniki obliczeniowe średniej wartości natężenia oświetlenia E_m na powierzchni roboczej, która obejmowała obszar całego pomieszczenia i znajdowała się na wysokości 0,75 m nad podłogą. Wykonano obliczenia instalacji z przesłonami o różnej szerokości d_p . Wartość $d_p = 0$ cm oznacza instalację bez przesłon. Obliczone w programach Dialux i Relux wartości natężenia oświetlenia E_m można uznać za zbliżone tylko dla instalacji bez przesłon. Wtedy obliczone wartości średniego natężenia oświetlenia E_m wynoszą odpowiednio: 693 lx i 671 lx. Różnicę 22 lx można uznać za pomijalną przy tym poziomie wartości E_m .

Oczywistym jest, że wraz ze wzrostem szerokości d_p przesłony średnia wartość natężenia oświetlenia E_m powinna maleć. Jednak w obu programach skala tego spadku jest zdecydowanie różna. Wyniki obliczeniowe wartości E_m w programie Dialux spadają dużo wolniej niż w programie Relux. Otrzymane różnice obliczeniowe między wartościami średniego natężenia oświetlenia E_m są nie do przyjęcia z punktu widzenia projektantów używających tych programów. Przykładowo, przy przesłonach o szerokości d_p wynoszącej 60 cm, wartość E_m obliczona w programie Dialux wynosi 422 lx, a w programie Relux 281 lx. Różnica 141 lx oznacza, że program Dialux obliczył wartość E_m aż o 50 % większą niż program Relux! Dalszego zwiększania szerokości przesłony już nie symulowano, ponieważ uzyskano by poziom średniego natężenia oświetlenia poniżej 200 lx. Wartość 200 lx jest minimalną wg PN-EN 12464-1:2011 [1], jaka może być w miejscach stałego pobytu pracowników.

Zwraca również uwagę nierównomierność wyników E_m otrzymanych w programie Dialux oraz to, że przy większych szerokościach przesłony, średnia wartość natężenia oświetlenia w programie Relux nie spada, a wręcz nieznacznie rośnie. Wydaje się, mimo iż założono duży współczynnik odbicia przesłony i sufitu, że wzrost szerokości przesłony powinien powodować spadek średniego natężenia oświetlenia. Należy bowiem zauważyć, że przesłony zasłaniają nie tylko bezpośredni strumień świetlny źródła światła, ale i obszar sufitu o największej jasności. Zatem strumień świetlny, zanim padnie na powierzchnię roboczą musi się wielokrotnie odbić, co powoduje jego wykładniczy spadek.

Niemniej znaczące są różnice w wynikach obliczeniowych równomierności oświetlenia δ (rys. 6). Należy zauwa-



Rys. 6. Wyniki obliczeniowe równomierności oświetlenia δ instalacji oświetlenia pośredniego z przesłonami o szerokości d_p

Fig. 6. Calculation results of the uniformity of illumination δ of indirect lighting system with aperture width d_p

żyć, że wartości równomierności obliczone w programie Dialux są zawsze większe niż normatywna wartość graniczna dla pola zadania ($\delta \geq 0,7$) [1]. Natomiast w przypadku programu Relux wymagania normatywne spełnione są tylko w jednym punkcie ($d_p = 40$ cm) i to nieznacznie. Oznacza to, że projektant korzystający z programu Dialux uznałby przedstawioną instalację za poprawną, a wykonujący obliczenia w programie Relux odrzuciliby takie rozwiązanie. W tym przypadku, dotyczy to również instalacji bez przesłony ($d_p = 0$ cm).

2.1. Wskaźnik ujednoliconej oceny oślnienia (UGR)

Badane programy oświetleniowe nie są przystosowane do oceny oślnienia przykrego w instalacjach oświetlenia pośredniego. Wskaźnik UGR ujednoliconej oceny oślnienia wyznaczany jest bowiem tylko na podstawie danych fotometrycznych opraw. W przypadku, gdy źródła światła przesłonięte są przez elementy architektoniczne, program Dialux nie wyznacza wartości wskaźnika UGR, a program Relux przypisuje mu wartość 0. Oznacza to, zgodnie z rzeczywistością, że oprawy nie powodują bezpośredniego oślnienia przykrego. Jednak w instalacjach oświetlenia pośredniego powierzchnie elementów architektonicznych mogą charakteryzować się luminancją niewiele mniejszą niż blisko położone źródła światła. Programy oświetleniowe nie oceniają jednak oślnienia od tych powierzchni, które w takich instalacjach stają się wtórnymi źródłami światła.

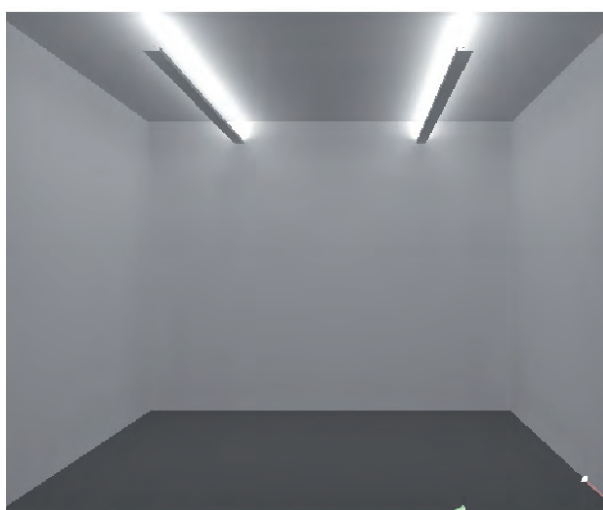
Przedstawione znaczące różnice w wynikach obliczeniowych sugerują, że mimo możliwości wykonania w programach Dialux i Relux symulacji instalacji oświetlenia pośredniego, nie wiadomo jaka jest ich jakość. Projektant nie może stwierdzić, który z analizowanych programów oświetleniowych daje wyniki bardziej zbliżone do rzeczywistości. Z tego powodu postanowiono przeprowadzić analizę błędów obliczeniowych na podstawie symulacji instalacji, o możliwych do teoretycznego wyznaczenia parametrach świetlnych.

3. Przykładowa instalacja oświetlenia pośredniego z diodami świecącymi

Diody elektroluminescencyjne (LED) o dużej mocy, wynoszącej 1–5 W, są nowoczesnymi źródłami światła coraz częściej stosowanymi w oprawach oświetleniowych. Do niedawna charakteryzowały się one zbyt małą skutecznością świetlną. Obecnie osiągnęła ona już poziom najbar-

dziej energooszczędnych źródeł światła. W związku z tym instalacje oświetlenia pośredniego, w których obserwator nie widzi bezpośrednio źródeł światła, wydają się być idealnym rozwiązaniem, w którym można właśnie zastosować diody LED. Jednak nierozwiązanym pozostaje problemem oślnienia obserwatorów, którego źródłem mogą być oprawy z zamontowanymi diodami LED. Przy czym należy pamiętać, że są one punktowymi źródłami światła o bardzo dużej luminancji.

W celu oceny dokładności wyników obliczeniowych otrzymanych z wykorzystaniem programów Dialux i Relux wykonano symulację oświetlenia pomieszczenia identycznego jak w poprzednio rozpatrywanym przypadku instalacji ze świetlówkami typu T5. W pomieszczeniu umieszczono na zwieszakach symetrycznie dwa rzędy po 104 sztu-



Rys. 7. Wizualizacja w programie Dialux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłoną o szerokości 10 cm

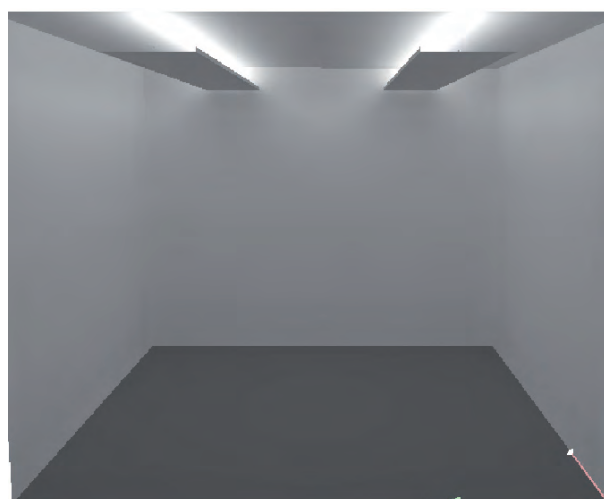
Fig. 7. Visualization of indirect lighting with LEDs and aperture width 10 cm presented in Dialux program



Rys. 8. Wizualizacja w programie Relux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłoną o szerokości 10 cm

Fig. 8. Visualization of indirect lighting with LEDs and aperture width 10 cm presented in Relux program

ki diod o mocy 1 W i strumieniu świetlnym wynoszącym 100 lm. Liczba diod została dobrana w taki sposób, aby sumaryczna wartość strumienia świetlnego źródeł światła w pomieszczeniu była w obu przypadkach identyczna. Założono lambertowski rozsył strumienia świetlnego diod świecących, co odpowiada diodom LED o dużej mocy niewyposażonym w dodatkowe elementy optyczne [2]. Bryłę fotometryczną diod wprowadzono w postaci pliku z danymi obrotowo-symetrycznymi. Środek świetlny diod znajdował się 20 cm od sufitu. Tak jak poprzednio, diody przesłaniano od strony wewnętrznej pomieszczenia symetrycznymi przesłonami o zmiennej szerokości d_p i grubości 3 cm. Górna powierzchnia przesłon znajdowała się 20 cm od sufitu (diody były umieszczone na przesłonach).



Rys. 9. Wizualizacja w programie Dialux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłoną o szerokości 60 cm

Fig. 9. Visualization of indirect lighting with LEDs and aperture width 60 cm presented in Dialux program



Rys. 10. Wizualizacja w programie Relux badanej instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłoną o szerokości 60 cm

Fig. 10. Visualization of indirect lighting with LEDs and aperture width 60 cm presented in Relux program



automatyka.pl

**Cała branża
w zasięgu ręki**



www.automatyka.pl

www.automatyka.pl to portal branżowy zbudowany na bazie informacji wprowadzanych przez zarejestrowane w nim firmy.

Dostarcza narzędzi pomocnych w odnalezieniu produktów i usług dla automatyki przemysłowej.

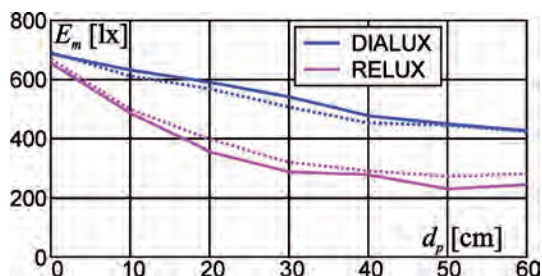
REKLAMA

Copyright 2000-2012 - Wszelkie prawa zastrzeżone xtech.pl Serwisy branżowe Sp. z o.o.,
ul. Garncarska 5, 31-115 Kraków, e-mail: biuro@xtech.pl,
tel. +48 (12) 432-52-00, faks +48 (12) 429-57-08

Analogicznie jak w punkcie 2, wykonano symulacje instalacji w dwóch programach oświetleniowych: Dialux i Relux. Na rys. 7 i 8 przedstawiono przykładowe wizualizacje instalacji z diodami LED i przesłonami o najmniejszej szerokości wynoszącej 10 cm, a na rys. 9 i 10 z przesłonami o maksymalnej szerokości 60 cm. Na podstawie porównania efektów wykonanych wizualizacji instalacji z diodami LED oraz porównania ich z przedstawionymi na rys. 1-4 wizualizacjami instalacji ze świetłówkami T5, można jednoznacznie stwierdzić, że instalacja z diodami LED tworzy na suficie plamę świetlną w postaci równomiernej linii świecącej, natomiast w przypadku instalacji ze świetłówkami T5 na suficie widać wyraźne plamy od poszczególnych świetlówek.

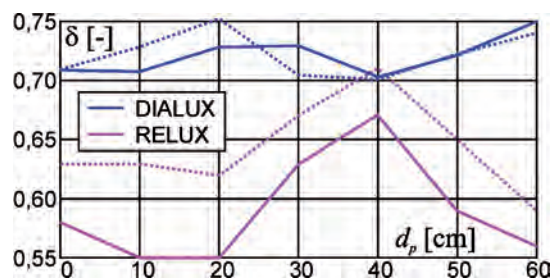
Pomimo identycznej bryły fotometrycznej diod świecących wprowadzonych w obu programach oraz takiego samego ich umiejscowienia w założonym pomieszczeniu, zwraca uwagę znacząco inna szerokość plam świetlnych widocznych na suficie w obu wizualizacjach. Ocenę przydatności instalacji oświetleniowej z diodami LED dokonano na podstawie analizy średniej wartości natężenia oświetlenia E_{sr} oraz równomierności oświetlenia na powierzchni roboczej.

Na rys. 11 przedstawiono wyniki obliczeniowe średniej wartości natężenia oświetlenia E_{sr} na powierzchni roboczej, która obejmowała obszar całego pomieszczenia i znajdowała się na wysokości 0,75 m nad podłogą. Zastanawiające jest, że wyniki obliczeniowe instalacji z diodami LED (rys. 11 – linie ciągłe) i ze świetłówkami T5 (rys. 11 – linie kropkowane) niewiele się różnią, pomimo że świetłówki świecą w całą przestrzeń (w kącie 360°), a diody LED tylko w jedną półprzestrzeń (w kącie 180°). Szczególnie zastanawiające jest to w przypadku instalacji bez przesłon, w których wyniki obliczeniowe w programach Dialux i Relux różnią się odpowiednio tylko o 9 lx i 14 lx. Przy średnich wartościach natężenia oświetlenia wynoszących 684 lx i 657 lx jest to różnica na poziomie 1-2 %. Wydaje się więc, że różnica ta jest zbyt mała, zważywszy że w przypadku diod LED praktycznie cały strumień świetlny musi odbić się od sufitu, zanim trafi na powierzchnię roboczą, a w przypadku świetlówek T5 duża część strumienia świetlnego pada na powierzchnię roboczą bezpośrednio. W związku z tym sprawność instalacji z diodami LED powinna być mniejsza w stosunku do instalacji



Rys. 11. Wyniki obliczeniowe średniej wartości natężenia oświetlenia E_{sr} instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłonami o szerokości d_p (linie ciągłe); linie kropkowane – instalacja ze świetłówkami T5

Fig. 11. Calculation results of the average illuminance E_{sr} of indirect lighting installations with LEDs and transmitters width d_p (solid lines); dotted lines – the installation of T5 fluorescent lamps



Rys. 12. Wyniki obliczeniowe równomierności oświetlenia δ instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED i przesłonami o szerokości d_p (linie ciągłe); linie kropkowane – instalacja ze świetłówkami T5

Fig. 12. Calculation results of lighting uniformity δ of indirect lighting system with LEDs and transmitters width d_p (solid lines), dotted lines – the installation of T5 fluorescent lamps

ze świetłówkami T5. Ewidentną sprzecznością jest fakt, że w programie Dialux wszystkie wyniki instalacji z diodami LED osiągają mniejsze wartości niż dla instalacji ze świetłówkami T5, a w programie Relux odwrotnie.

Obliczone w programach Dialux i Relux wartości natężenia oświetlenia E_{sr} są, tak jak poprzednio, zbliżone tylko dla instalacji bez przesłon. Obliczone w programie Dialux wartości E_{sr} maleją dużo wolniej niż w programie Relux. Otrzymane różnice obliczeniowe pomiędzy wartościami średniego natężenia oświetlenia E_{sr} są nawet większe niż poprzednio, kiedy już były nie do przyjęcia z punktu widzenia projektantów używających tych programów oświetleniowych. Przykładowo, przy przesłonie o szerokości d_p wynoszącej 60 cm, wartość E_{sr} obliczona w programie Dialux wynosi 423 lx (praktycznie tyle samo co poprzednio), a w programie Relux 247 lx (13 % mniej niż poprzednio). Różnica 176 lx oznacza, że program Dialux obliczył wartość E_{sr} aż o 71 % większą niż program Relux. Analogicznie jak w poprzednim przypadku, nie zwiększano już szerokości przesłony, ponieważ uzyskanoby poziom średniego natężenia oświetlenia poniżej 200 lx.

Różnice w wynikach obliczeniowych równomierności oświetlenia – instalacji z diodami LED (rys. 12 – linie ciągłe) są jeszcze większe niż w przypadku instalacji ze świetłówkami T5 (rys. 12 – linie kropkowane). Tak jak poprzednio, wartości równomierności obliczone w programie Dialux są zawsze większe niż normatywna wartość graniczna $\delta \geq 0,7$ [1]. W przypadku programu Relux wymagania normatywne nie są tym razem spełnione w żadnym przypadku. Oznacza to, że projektant korzystający z programu Dialux uznałby przedstawioną instalację za poprawną, a wykonujący obliczenia w programie Relux odrzuciłby takie rozwiązanie. Szczególnie zastanawiające jest to w przypadku instalacji bez przesłon (rys. 12 – $d_p = 0$ cm), dla której obliczone średnie wartości natężenia oświetlenia były zbliżone.

Ponieważ diody LED świecą tylko w kierunku sufitu, badane programy oświetleniowe nie oceniają oślnienia przykrego w instalacjach oświetlenia pośredniego. We wszystkich przypadkach program Dialux nie wyznacza wartości wskaźnika UGR, a program Relux przypisuje mu wartość 0. Programy oświetleniowe nie oceniają oślnienia od powierzchni sufitu, którego fragmenty, jak można zobaczyć na wizualizacjach, są wtórnymi źródłami światła o dużej luminancji.

4. Błędy w instalacjach oświetlenia pośredniego z diodami LED

W przypadku świetlówek zamontowanych we wnęce sufitu (rys. 13) otrzymuje się nierównomierne plamy świetlne. Problem ten można w pewnym sensie rozwiązać umieszczając linię świetlówek na styk lub na zakładkę. Wiąże się to najczęściej z wprowadzeniem do pomieszczenia zbyt dużej ilości strumienia świetlnego. Niezbędne jest wówczas stosowanie układów ściemniających, co znacząco zwiększa koszty i tak już drogiej instalacji oświetleniowej. Najtrudniejszym problemem jest jednak dobór długości świetlówek do długości wnęki oraz podświetlanie łuków o małych promieniach krzywizny. Konieczna jest w tym zakresie współpraca projektowa architektów i oświetleniowców tak, aby instalacja mogła być wykonana w praktyce.



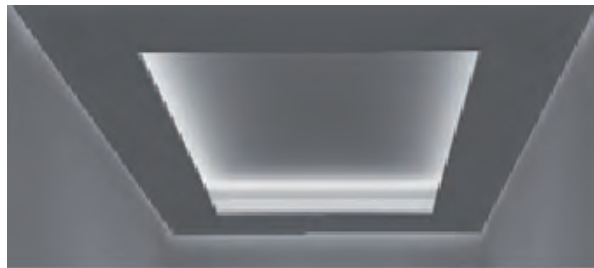
Rys. 13. Przykład wykonanej w programie Dialux wizualizacji instalacji oświetlenia pośredniego ze świetlówkami T5

Fig. 13. Visualization of indirect lighting system with fluorescent T5 done in Dialux

Zasygnalizowane problemy w największym stopniu może rozwiązać zastosowanie w tego typu instalacjach diod LED (rys. 14). Prawidłowo dobrana moc diod i ich rozstaw może zapewnić otrzymanie równomiernie podświetlonej wnęki o założonej jasności oraz dowolnej długości i profilu. W tym przypadku możliwe jest uzyskanie oświetlenia barwnego lub o zmiennej barwie.

W realizowanych obecnie instalacjach oświetlenia pośredniego z wykorzystaniem źródeł LED popelnia się często kilka rodzajów błędów. Jednym z nich jest skierowanie diod w stronę obserwatora. Niektórzy takie rozwiązanie mogą uznać za interesujące pod względem artystycznym, należy jednak pamiętać, że diody świecące, nawet te o małej mocy, charakteryzują się luminacją większą niż 500 kcd/m². Norma PN-EN 12464-1:2011 [1] nakazuje stosowanie źródeł światła o tak dużej jasności w oprawach o kącie ochrony nie mniejszym niż 30°. Ponieważ kąt ochrony definiowany jest od sufitu do pierwszej linii wzroku, kiedy obserwator jeszcze nie dostrzega źródeł światła, to skierowanie diod LED poziomo w kierunku obserwatora jest praktycznie niedopuszczalne. Należy unikać takich rozwiązań, szczególnie w przypadku wnęk, które oświetlają pomieszczenie z różnych kierunków, gdyż wtedy obserwator będzie zawsze ośniewany.

W przypadku wizualizacji komputerowych przedstawionych dwóch całkowicie różnych rozwiązań oświetleniowych trudno jest zauważyć istotne różnice pomiędzy nimi. Czasami we wnęce widać białe kropki, które obrazują świecące w kierunku obserwatora diody LED. Należy zdecydowanie



Rys. 14. Przykład wykonanej w programie Dialux wizualizacji instalacji oświetlenia pośredniego z diodami LED świecącymi do góry

Fig. 14. Visualization of indirect lighting system with LED lights on the top done in Dialux program

podkreślić, że wizualizacje komputerowe, zarówno oglądane na ekranie monitora, jak i w postaci wydruków, nie oddają prawidłowo rzeczywistego wyglądu instalacji po jej realizacji. Dotyczy to szczególnie prezentowanej instalacji, w której diody świecą w kierunku obserwatora. Wizualizacja komputerowa nigdy zatem nie odda problemu ośniewania obserwatora. Wprawdzie podczas wykonywania wizualizacji fakt ten można wykorzystać dowolnie ustalając kierunek świecenia diod LED, ale może to być przyczyną późniejszych roszczeń inwestorów zaskoczonych ośniewaniem podczas odbioru instalacji.

Niezbyt korzystne jest umieszczenie linii diod LED zbyt blisko elementów architektonicznych, na których tworzą

REKLAMA

4METAL.PL

Ponad 2000 podwykonawców z całego świata

- [katalog firm] PONAD 2000 FIRM Z CAŁEGO ŚWIATA PODZIELONYCH NA KATEGORIE
- [giełda pracy] OGŁOSZENIA PRACOWNIKÓW I PRACODAWCÓW Z BRANŻY
- NEW [giełda materiałów] OGŁOSZENIA KUPNA I SPRZEDAŻY, SZCZEGÓLOWO PODZIELONE NA GATUNKI I KSZTAŁTY MATERIAŁÓW
- [giełda maszyn] PONAD 2300 AKTUALNYCH OGŁOSZEŃ KUPNA I SPRZEDAŻY
- [wydarzenia] LISTA TARGÓW I IMPREZ BRANŻOWYCH ZE ŚWIATA
- [aktualności] TECHNOLOGIE, WYWIADY, SPRAWOZDANIA, WSZYSTKO CZEGO POTRZEBUJESZ
- [media] INFORMACJE O CZASOPISMACH BRANŻOWYCH Z CAŁEGO ŚWIATA
- [video] RELACJE, WYWIADY, PREZENTACJE

2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 GET THE MEMBERSHIP



Rys. 15. Widok ściany oświetlonej diodami LED oddalonymi o 10 cm od siebie i o 1 cm od ściany

Fig. 15. View of LED illuminated wall spaced 10 inches apart from each other and 1 cm from the wall

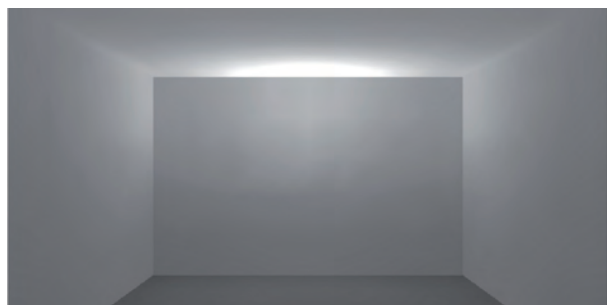
się jasne plamy świetlne od pojedynczych źródeł światła (rys. 15). Rozwiązanie takie można zapewne uznać jako zamierzony efekt artystyczny, należy jednak pamiętać, że na tak oświetlanej powierzchni nie powstanie równomierna plama świetlna, ale pojedyncze plamy o dużej luminancji. Plamy te mogą, jako wtórne źródła światła, powodować olśnienie. Prostim środkiem zaradczym w tym przypadku jest przesłonięcie linijki LEDowej rozpraszaczem wykonanym np. z matowej pleksi.

Należy pamiętać, że dostępne programy oświetleniowe nie są przystosowane do prawidłowej wizualizacji takie-



Rys. 16. Wizualizacja w programie Dialux sposobu świecenia 11 diod LED oddalonych od siebie o 10 cm i od ściany o 1 cm

Fig. 16. Visualization of the light emitted by 11 LEDs spaced about 10 cm from each other and about 1 cm from the wall presented in Dialux program



Rys. 17. Wizualizacja w programie Relux sposobu świecenia 11 diod LED oddalonych od siebie o 10 cm i od ściany o 1 cm

Fig. 17. Visualization of the light emitted by 11 LEDs spaced about 10 cm from each other and about 1 cm from the wall presented in Relux program

go rozwiązania. Taki wniosek można wyciągnąć na podstawie analizy efektów wizualizacji otrzymanych przy użyciu dwóch programów oświetleniowych Dialux i Relux. Na rys. 16 i 17 pokazano wizualizacje pomieszczenia z jednakoma diodami świecącymi oddalonymi o 10 cm od siebie i tylko o 1 cm od ściany (szerokość ściany – 5 m, odległość diod LED od sufitu – 1,7 m). Na żadnej wizualizacji nie otrzymano prawidłowego wyglądu pomieszczenia. Program Dialux pokazał wprawdzie plamę świetlną na ścianie, ale jako jedno pole, a nie 11 plam od poszczególnych diod LED (rys. 16).

Wizualizacja w programie Relux daje jeszcze gorsze efekty, gdyż praktycznie w ogóle nie pokazuje jaśniejszego pola na ścianie, przy której umieszczono diody świecące (rys. 17).

5. Wnioski

Powszechnie stosowane programy oświetleniowe, takie jak Dialux i Relux, mogą służyć jedynie do wizualizacji instalacji oświetlenia pośredniego. Nie można natomiast, na podstawie otrzymywanych wyników, ocenić parametrów oświetleniowych takich instalacji. Wyniki przykładowych instalacji oświetleniowych otrzymane w obu programach – Dialux i Relux znacząco różniły się. Szczegółowe badania nie dały odpowiedzi, który z tych programów daje dokładniejsze wyniki. Oba programy, w niektórych przypadkach jakie mają miejsce w instalacjach oświetlenia pośredniego, błędnie wyznaczają nawet bezpośrednie natężenie oświetlenia na oświetlanych powierzchniach. W programie Dialux nie uwzględniana jest pionowa rozciągłość opraw. W programie Relux, wyniki symetrycznej instalacji oświetleniowej są niesymetryczne i nierównomierne, a ściany o zerowych współczynnikach mają niezerowe luminancje.

Natomiast wykonanie symulacji komputerowych instalacji oświetlenia pośredniego z diodami elektroluminescencyjnymi z wykorzystaniem ww. programów oświetleniowych jest wprawdzie możliwe, ale przydatność uzyskiwanych wyników mocno ograniczona. Różnice występują już w wizualizacjach, co można zaobserwować, porównując wyniki otrzymane w obu programach. Dotyczy to szczególnie przypadków, gdy diody LED umieszczone są blisko oświetlanych powierzchni, co często ma miejsce w instalacjach oświetlenia pośredniego z tymi źródłami światła. Należy również pamiętać, że wizualizacje komputerowe nigdy nie oddadzą problemu olśnienia obserwatora, szczególnie w instalacjach, w których diody LED mogą być bezpośrednio postrzegane. Dużo większe i bardziej znaczące różnice występują w wartościach otrzymanych parametrów oświetleniowych. W niektórych przypadkach, program Dialux obliczył średnią wartość natężenia oświetlenia w pomieszczeniu prawie dwukrotnie większą niż program Relux. Równie niedopuszczalne różnice występowały w obliczonych wartościach równomierności oświetlenia przykładowych instalacji oświetleniowych. Wyniki w programie Dialux zawsze spełniały wymagania normatywne, podczas gdy w programie Relux nigdy. Ponieważ nie wiadomo, w którym z badanych programów otrzymane wyniki są bliższe rzeczywistości, to projektant nie może stwierdzić, czy dana instalacja oświetlenia pośredniego z wykorzystaniem diod świecących będzie spełniała założone wymagania oświetleniowe, czy też nie.

Bibliografia

1. PN-EN 12464-1:2004 *Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.*
2. Pawlak A., Zaremba K., *Reflector luminaire with high power light-emitting diodes for general lighting*, "Appl. Opt.", 47 (2008), nr 3, 467–473.

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywane w latach 2011–2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Accuracy of indirect lighting simulation with the use of lighting design software

Abstract: Indirect lighting in which the observer sees no directly light sources, is attractive both in terms of lighting and aesthetics. The problem is the low efficiency of this type of lighting. During the simulation tests of indirect lighting installations with the use of lighting programs significant differences were noted in the results. Analysis of results showed the limited usefulness of

these programs to perform calculations of lighting indirect lighting installations.

Keywords: indirect lighting, lighting programs, calculation errors

mgr inż. Andrzej Pawlak

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej – specjalizacja: Technika Świetlna. Obecnie asystent w Pracowni Promieniowania Optycznego CIOP-PIB. Działalność zawodowa to prace badawcze oraz ekspertyzy z zakresu oświetlenia elektrycznego oraz promieniowania optycznego.

e-mail: anpaw@ciop.pl



dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Adiunkt na Wydziale Elektrycznym Politechniki Białostockiej. Specjalizuje się w opracowywaniu metod obliczeń świetlnych i projektowaniu opraw oświetleniowych oraz wykonywaniu pomiarów fotometrycznych.

e-mail: k.zaremba@pb.edu.pl



REKLAMA

NA TEJ KONFERENCJI GBI PARTNERS NIE MOŻE PAŃSTWA ZABRAKNAĆ!



Termin konferencji:
25-26 września 2012 r.

Angelo Hotel, Katowice

JAK PODNIEŚĆ EFEKTYWNOŚĆ I ZMNIJSZYĆ KOSZTY UTRZYMANIA RUCHU

VII EDYCJA KONFERENCJI

Sponsor:



Patroni medialni:



Osoby zainteresowane udziałem w konferencji prosimy o kontakt:

+48 22 458 66 10

GBI Partners Sp. z o.o.
ul. Wałbrzyska 11
02-739 Warszawa
<http://www.gbip.com.pl>

Zagadnienia omawiane podczas konferencji:

- ✓ Rola Zarządu i strategii firmy we wdrażaniu WCM
- ✓ Optymalne zarządzanie zmianą w Dziale Utrzymania Ruchu w obecnej sytuacji na rynku
- ✓ Jak przygotować efektywny plan wdrażania zmian w sytuacji spowolnienia gospodarczego
- ✓ Jak radzić sobie z oporem na różnych poziomach zarządzania
- ✓ Jak doprowadzić do utrwalenia nowych sposobów postępowania
- ✓ Sprawdzone przykłady optymalnego zarządzania budżetem Utrzymania Ruchu
- ✓ Planowanie oparte na informacji o stanie technicznym podległego parku maszynowego jako podstawa budżetowania kosztów UR
- ✓ Optymalizacja procesów technologicznych przy użyciu najnowszych rozwiązań z zakresu obudów i szaf sterowniczych
- ✓ Optymalizacja chłodzenia w procesach technologicznych
- ✓ Logout Tagout System (LOTO) – jak optymalnie zabezpieczyć pracowników UR
- ✓ Jak osiągnąć optymalny poziom pomiędzy bezpieczeństwem pracowników a procedurami, aby nie powodowały utrudnień dla pracowników
- ✓ Wprowadzenie autonomicznego utrzymania ruchu w praktyce
- ✓ Jak uniknąć negatywnych konsekwencji gdy z zespołu odchodzi kluczowa osoba
- ✓ Mix Utrzymania Ruchu – jakie metody najlepiej sprawdzają się w mojej firmie
- ✓ Jak efektywnie zarządzać przestojami w Zakładzie

W konferencji wezmą udział:

- ✓ Członkowie Zarządu
- ✓ Dyrektorzy Utrzymania Ruchu
- ✓ Dyrektorzy Techniczni
- ✓ Menedżerowie Utrzymania Ruchu
- ✓ Kierownicy Działów Utrzymania Ruchu
- ✓ Szefowie Służb Utrzymania Ruchu
- ✓ Lean Menedżerowie
- ✓ Liderzy TPM
- ✓ Inne osoby odpowiedzialne za doskonalenie działań Utrzymania Ruchu

Wiedzę podzieli się m.in. Eksperti z następujących firm: Fiat Auto Poland, GE Power Controls, Kompania Piwowarska Grupa SABMiller, Kraft Foods Polska, PZL Mielec, Rittal



NIEPOWTARZANA MOŻLIWOŚĆ WYMIANY DOŚWIADCZEŃ PODCZAS WARSZTATÓW, PANELU DYSKUSYJNEGO ORAZ KOKTAJLU PO PIERWSZYM DNIU KONFERENCJI!