



**Krzysztof
Kędziora**



**Sylwester
Cichocki**



**Katarzyna
Ruchała**

Założenia modelowania oświetlenia w programie V-SIM 5.0

Streszczenie

W artykule omówiono nową funkcjonalność programu komputerowego V-SIM 5.0¹, jaką jest generowanie plamy światła latarni. Przedstawiono podstawy matematyczne modelowania zagadnienia, opisano sposób działania i korzystania z narzędzia dostępnego w programie oraz sposób i wyniki jego walidacji. Wprowadzona funkcjonalność jest częściową odpowiedzią na zgłaszane przez biegłych z zakresu rekonstrukcji wypadków drogowych zapotrzebowanie na program umożliwiający wizualizację sposobu oświetlenia ulicznego w miejscu zaistnienia wypadku drogowego. Analiza sposobu działania oświetlenia ma szczególne znaczenie przy analizie potrąceń (np. pieszych) w warunkach ograniczonej widoczności w tym w warunkach nocnych.

Niniejsza publikacja otwiera cykl artykułów, w którym prezentowane będą kolejno wybrane funkcjonalności oprogramowania V-SIM 5.0.

Słowa kluczowe

Program V-SIM, latarnia, natężenie oświetlenia, krzywa rozsyłu światłości, przeszkoda nieoświetlona.

Otrzymano 22 marca 2022 r., zatwierdzono do druku 29 marca 2022 r.

* * *

1. Wstęp

Możliwość obliczania wartości natężenia oświetlenia i wyświetlania na płaszczyźnie poziomej izoluksów wraz z plamą światła, której źródłem jest oprawa lampy ulicznej to jedna z nowych funkcjonalności dostępnych w programie komputerowym V-SIM 5.0. Może ona wspomagać biegłego przy analizie sposobu dostrzegania przez kierującego w warunkach ograniczonej widoczności (np. w czasie jazdy nocą) obiektów znajdujących się w rejonie działania włączonej latarni. Może być również wykorzystywana przy analizie zagadnienia niewystarczająco

Dr inż. Krzysztof Kędziora, inż. Sylwester Cichocki, mgr inż. Katarzyna Ruchała, CYBID sp. z o.o. sp. k. Kraków.

¹ Program służący do symulowania zachowania pojazdów i pieszych oraz analizy zderzeń zgodnie z zasadami dynamiki, z uwzględnieniem warunków środowiska ruchu.

oświetlonych stref drogi, np. gdy pieszy wyłonił się z mroku, wchodząc nagle na powierzchnię oświetloną. Takie zdarzenia można analizować w programie V-SIM 5.0, korzystając z zarówno funkcjonalności modelowania oświetlenia, jak również animowanej postaci pieszego.

Wizualizacja natężenia oświetlenia stanowi ważny element analizy widoczności przeszkód, znajdujących się w obszarze oświetlonym przez latarnię. Może być użyta również jako element szerszych analiz, uwzględniających zależności widoczności m.in. od kontrastu z otoczeniem. W przypadku potrącenia pieszego w warunkach nocnych, w celu przeprowadzenia kompleksowej analizy widoczności istotna jest bowiem nie tylko sama wizualizacja oświetlenia, ale również zbadanie właściwości odbiciowych materiału, w jaki ubrany jest pieszy, oraz tła.

2. Światło generowane przez oprawy oświetleniowe

2.1. Zagadnienia podstawowe

Istnieje szereg możliwości technicznych, służących oświetlaniu obszaru dróg i skrzyżowań oraz przejść dla pieszych. Mogą to być latarnia uliczne, jak również (np. w przypadku przejść dla pieszych) lampy o specjalnych cechach oświetleniowych, służące doświetleniu obszaru przejścia. Każda z dróg ma zdefiniowaną klasę oświetlenia, a zlokalizowane na niej przejście dla pieszych może być oświetlone odmiennym systemem oświetleniowym [1].

Wszystkie rozwiązania stosowane do oświetlania dróg mają odpowiednio dobrane cechy rozsyłu światła, co wynika z potrzeby dostosowania do wymagań formalnych, dotyczących sposobu oświetlenia różnych obszarów dróg [4], jak również racjonalnego stosowania dostępnych rozwiązań.

Sposób świecenia lamp zależy od mocy źródła światła i zastosowanego układu świetlno-optycznego, składającego się zwykle z korpusu, układu zasilania, źródła światła, układu optycznego (soczewki, zasłony, odbłyśniki) oraz klosza lub szyby. Moc źródła światła opisuje tzw. znamionowy strumień świetlny, który wyrażany jest w lumenach (lm). Wskaźnik ten opisuje całkowity strumień świetlny, tj. uwzględniający straty wynikające z konstrukcji oprawy, związane np. z przechodzeniem światła przez klosz. Strumień świetlny nie jest stały w czasie. Jeżeli w opisie źródła światła znajduje się przykładowo opis L70 30000 h, oznacza to, że producent deklaruje, że po 30000 godzin pracy źródło światła będzie generowało przynajmniej 70% wartości znamionowej strumienia świetlnego.

Zależność sposobu świecenia od zastosowanego w oprawie układu optyczno-świetlnego opisana jest przez producentów opraw za pomocą krzywych rozsyłu światłości, które zostały szerzej omówione w kolejnym punkcie artykułu.

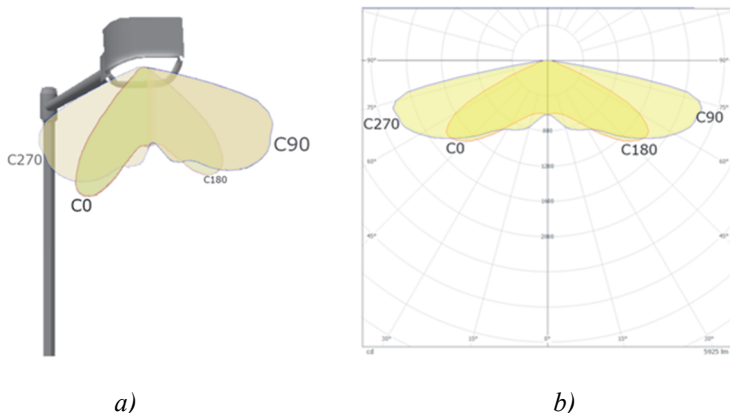
2.2. Krzywe rozsyłu światłości

Krzywe rozsyłu światłości (ryc. 1) wykorzystywane do modelowania sposobu działania oświetlenia są łatwo dostępne na stronach internetowych producentów opraw, przez co mogą być wykorzystane również przez biegłych i ekspertów z zakresu rekonstrukcji wypadków drogowych. Są one publikowane na dwa sposoby: w postaci rysunków 2D oraz w postaci plików, zawierających cyfrowy zapis charakterystyk wyznaczonych w warunkach laboratoryjnych. Na ich podstawie możliwe jest szybkie zwizualizowanie sposobu oświetlenia poziomego odcinka drogi w zakresie natężenia światła, oczywiście w przypadku przetworzenia tych danych z użyciem oprogramowania, zawierającego odpowiednie algorytmy.

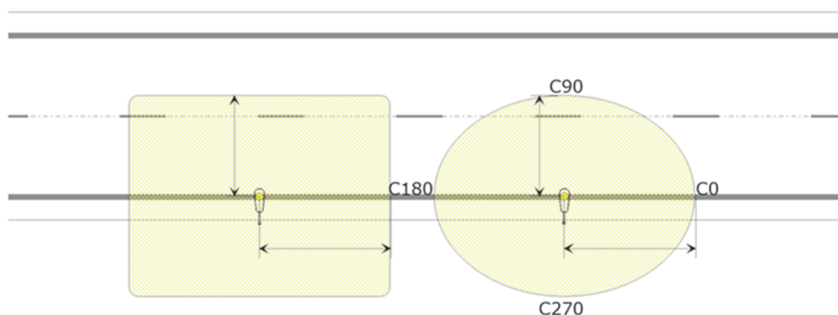
Krzywe rozsyłu światłości ilustrują uproszczony kształt tzw. bryły fotometrycznej. Tylko niektóre oprawy oświetleniowe charakteryzują się osiowosymetrycznym kształtem tej bryły, a jedynie w takim przypadku krzywa rozsyłu światłości, przedstawiona na płaszczyźnie 2D dokładnie odwzorowuje jej kształt w przestrzeni. Przypadek ten może dotyczyć opraw, w których instalowane są żarówki, lampy rtęciowe, sodowe oraz świetlówki kompaktowe. W przypadku opraw oświetleniowych przystosowanych do montażu np. świetlówek liniowych o ustawieniu poziomym, jak również w przypadku większości opraw stosowanych w latarniach drogowych/ulicznych, bryła fotometryczna ma kształt bardziej złożony, zwykle symetryczny (ale już nie osiowosymetryczny). Może być on opisany na płaszczyznach 2D tylko w pewnym uproszczeniu, wynikającym z ograniczonego sposobu prezentowania na płaszczyźnie informacji na temat sposobu rozchodzenia się światła w przestrzeni.

Standardowo, w przypadku danych w postaci rysunkowej, sposób rozsyłu światłości opisany jest przez producentów w postaci dwóch krzywych w układzie współrzędnych biegunowych, w którym definiuje się zależność światłość – kąt padania wiązki światła. Krzywe rzutowane są na dwie wzajemnie prostopadłe płaszczyzny, o ustandaryzowanych oznaczeniach: C0-C180, która przebiega wzdłuż osi drogi (a w poprzek oprawy latarni) i C90-C270, która ustawiona jest w poprzek drogi (wzdłuż oprawy latarni). Lokalizację tych płaszczyzn względem przestrzennego widoku oprawy oświetleniowej pokazano na ryc. 1a), natomiast przykładowy zestaw krzywych światłości dla tych dwóch płaszczyzn przedstawiono na ryc. 1b).

Niekiedy krzywa rozsyłu światła, zawarta w dokumentacji technicznej oprawy oświetleniowej zawiera także widok zrzutowany dodatkowo na inne płaszczyzny. Na przykład C45-C225 ilustruje sposób rozchodzenia się światła na płaszczyźnie obróconej o kąt 45° względem osi jezdni. Wielu producentów opraw umieszcza na swoich stronach internetowych pliki (zwykle z rozszerzeniem *.ies), w których w sposób cyfrowy zapisane są krzywe rozsyłu światła zrzutowane na wiele równoległych kątowno płaszczyzn, ze stałym krokiem, np. co 5° .



Ryc. 1. Widok latarni z zaznaczonymi płaszczyznami rzutowania krzywych rozsyłu światłości (a) i sposób prezentacji tych krzywych w układzie współrzędnych biegunowych (b)².



Ryc. 2. Różne plamy światła uzyskane na podstawie dwóch tych samych krzywych rozsyłu światłości w wyniku zastosowania różnych algorytmów aproksymujących.

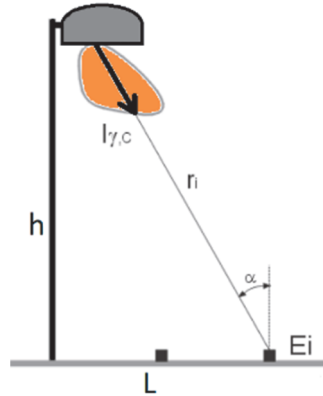
Opracowany na podstawie przetworzenia dwóch rzutów krzywej rozsyłu światłości (dla płaszczyzn C0-C180 i C90-C270) widok na jezdni plamy światła o określonym natężeniu odwzorowuje wprost wartości natężenia padającego światła jedynie dla kierunku wzdłuż i w poprzek jezdni (przy założeniu znamionowych parametrów pracy oprawy). Kształt plamy we wszystkich pozostałych kierunkach jest przybliżony. Wyjaśnia to rycina 2, na której pokazano wariantowe podejście do modelowania kształtu plamy światła na płaszczyźnie jezdni i pobocza, w zależności od sposobu aproksymacji krzywych światłości zdefiniowanych dla płaszczyzn C0-C180 i C90-C270.

² Źródło ryciny: https://lumsearch.com/en-US/article/dlj8vcGHSUG4JlfZ4lfXXg?_Y=145.

3. Implementacja rozkładów natężenia oświetlenia do programu V-SIM 5.0

W programie V-SIM 5.0 zastosowano jednopunktową metodę obliczania natężenia oświetlenia [3]. W metodzie tej stosuje się prawo odwrotności kwadratów odległości punktów, w których poszukiwane są wartości natężenia od źródła światła. Jest to prosta metoda, która generuje dobre rezultaty przy obliczaniu rozkładów natężenia oświetlenia (a także luminancji) na powierzchniach otwartych, takich jak drogi, place (np. parkingi) i otwarte obiekty sportowe (korty, boiska) [3].

Ilustrację sposobu wyznaczania metodą jednopunktową natężenia oświetlenia na podstawie rozsyłanego strumienia światłości przedstawia rycina 3.



Ryc. 3. Ilustracja sposobu wyznaczania natężenia oświetlenia na płaszczyźnie.

Analizie natężenia oświetlenia poziomego podlega obszar o kształcie kwadratu, którego długość krawędzi obliczana jest przez program na podstawie wzoru:

$$L = 2 \cdot \tan(\alpha_{max}) \cdot h$$

gdzie:

h – wysokość źródła światła [m],

$\alpha_{max} = 80^\circ$ – przyjęta maksymalna wartość kąta rozchodzenia się strumienia świetlnego.

Na obszarze o wymiarach $L \times L$, generowana jest siatka o rozdzielczości 0,5 m, a w każdym węźle tej siatki obliczana jest wartość natężenia światła E_i [lux] według wzoru:

$$E_i = \frac{I_{\gamma,C}}{r_i^2} \cdot \cos \alpha$$

gdzie:

E_i – natężenie oświetlenia w węźle „i” siatki,

$I_{\gamma,C}$ – światłość w kierunku γ , C,

α – wartość kąta rozchodzenia się strumienia świetlnego,

r_i – odległość pomiędzy środkiem świetlnym oprawy a punktem „i” siatki.

Jeżeli współrzędne węzłów siatki dokładnie odpowiadają współrzędnym odczytanym z krzywej rozsyłu światła, to wówczas algorytm przyjmuje do obliczenia natężenia oświetlenia w tym węźle wartość światłości odczytaną wprost z tej krzywej. W przeciwnym wypadku, gdy nie istnieje dla analizowanego węzła siatki zdefiniowana wartość krzywej rozsyłu światła, program przybliża wartość natężenia, obliczając średnią ważoną z 4 najbliższych węzłów o obliczonej już wcześniej wartości światłości.

Po obliczeniu wartości natężenia oświetlenia dla wszystkich elementów siatki, generowane są na życzenie użytkownika izoliny, wyświetlane na płaszczyźnie terenu, dla niektórych wartości natężenia oświetlenia (1 lx, 2 lx, 5 lx, 10 lx, 20 lx, 50 lx, 100 lx, 200 lx, 500 lx). Do wygenerowania tych linii program wykorzystuje algorytm *marching squares* [2].

4. Modelowanie działania latarni w programie V-SIM 5.0 przez użytkownika

Zadanie polegające na zamodelowaniu w programie V-SIM 5.0 sposobu oświetlenia podłoża przez latarnię jest czynnością mało skomplikowaną dla użytkownika. Pierwszym etapem modelowania jest wprowadzenie do środowiska symulacji latarni i podanie informacji na temat jej wysokości i kącie nachylenia oprawy względem podłoża. Następnie należy wprowadzić do programu dane o wartości strumienia świetlnego w [lm] oraz dane dotyczące kształtu krzywych rozsyłu światła, po pobraniu tych danych od producenta oprawy i źródła światła. Można to zrobić na dwa sposoby:

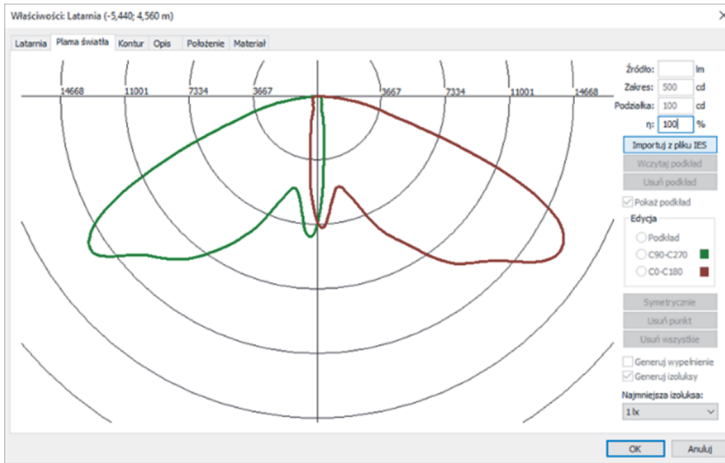
- ręcznie wprowadzić dane,
- zaimportować dane z pliku *.ies, udostępnionego przez producenta oprawy.

Pierwszą z metod można zrealizować poprzez zaznaczenie za pomocą myszy odpowiednich wartości światłości dla maksymalnie dwóch profili zorientowanych w prostokątnych względem siebie płaszczyznach: C0-C180 i C90-C270. Dla ułatwienia dokładnego wykonania tej operacji program V-SIM 5.0 umożliwia zaimportowanie podkładu w postaci pliku graficznego (rastrowego). Istnieje możliwość wprowadzenia do programu danych tylko dla jednej płaszczyzny, co spowoduje, że dla obydwu płaszczyzn program przyjmie do obliczeń identyczny kształt krzywej, przy czym wówczas program będzie symulował osiowosymetryczny kształt bryły fotometrycznej. W celu dopasowania skali wykresu w oknie dialogowym programu względem skali, w jakiej opracowany jest graficzny plik podkładowy, dostępne są przyciski „Zakres” oraz „Podziałka”. W metodzie manualnej należy wziąć pod uwagę jednostki, w których sporządzony został przez producenta oprawy oryginalny podkład. Wykresy krzywych rozsyłu światła publikowane są bowiem z zastosowaniem dwóch różnych jednostek: [cd] lub [cd/klm]. Jeżeli dane wprowadzane są w jednostce [cd] wówczas pole „źródło” w programie V-SIM 5.0, które służy do wpisywania wartości strumienia świetlnego w [lm] musi pozostać puste. Jeżeli dane wprowadzane są w jednostce [cd/klm] wówczas w polu „źródło” należy

wpisać rzeczywistą wartość strumienia świetlnego na podstawie informacji pochodzącej od producenta źródła światła. W takiej sytuacji wynikowa światłość będzie wynosić:

$$I_{\gamma,c_wyn} = \frac{I_{\gamma,c} \cdot \text{źródło}}{1000}$$

Widok okna dialogowego programu V-SIM 5.0, służącego do modelowania sposobu generowania plamy światła przez oprawę latarni pokazano na ryc. 4.

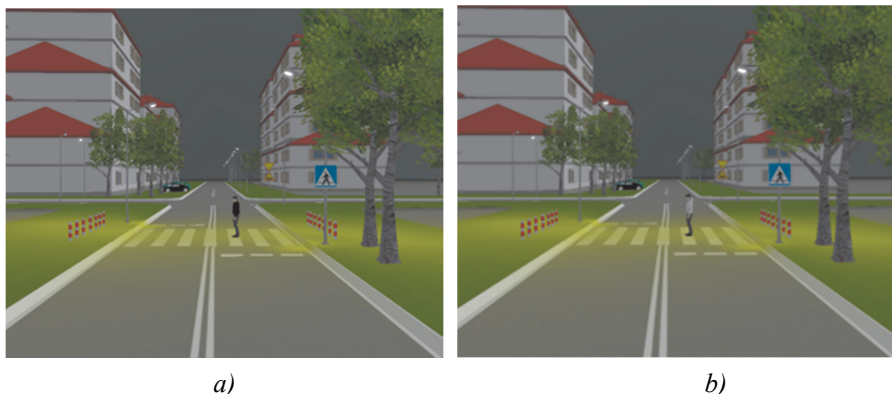


Ryc. 4. Okno dialogowe programu V-SIM 5.0 służące do definiowania parametrów latarni oświetleniowej; widok okna aktualny na chwilę pisania niniejszego artykułu.

Użycie drugiego z wyżej wymienionych sposobów definiowania krzywych rozsyłu światła (import danych z pliku) nie wymaga podejmowania przez użytkownika programu V-SIM 5.0 żadnych innych czynności. Jest to znacznie dokładniejszy sposób wprowadzania danych w stosunku metody manualnej, nie tylko dlatego, że współrzędnych nie trzeba samodzielnie zaznaczać. W pliku *.ies oprócz standardowych rzutów na płaszczyzny C0-C180 i C90-C270 znajdują się krzywe rozsyłu światłości zrzutowane na wiele innych płaszczyzn, nachylonych względem siebie pod różnymi kątami.

W programie V-SIM 5.0 możliwe jest zamodelowanie obniżenia parametrów znamionowych strumienia światła, np. w celu zasymulowania zużycia eksploatacyjnego jego źródła lub zanieczyszczenia układu optyczno-świetlnego oprawy. Do tego celu służy pole oznaczone literą η . Domyślnie przyjęto wartość 80% (gdzie 100% oznacza znamionowe parametry pracy oprawy).

Przykładowy efekt działania latarni w widoku 3D, który można uzyskać w programie V-SIM 5.0 pokazano na ryc. 5.



Ryc. 5. Widok pieszego ubranego w koszulkę ciemną (a) i jasną (b) na powierzchni przejścia dla pieszych, na którą zrutowana jest plama światła latarni; rysunek wygenerowany w programie V-SIM 5.0.

Jak można zauważyć na ryc. 5, światło latarni rzutowane jest wyłącznie na powierzchnię podłoża i nie oświetla widocznego na rysunkach pieszego ani elementów otoczenia.

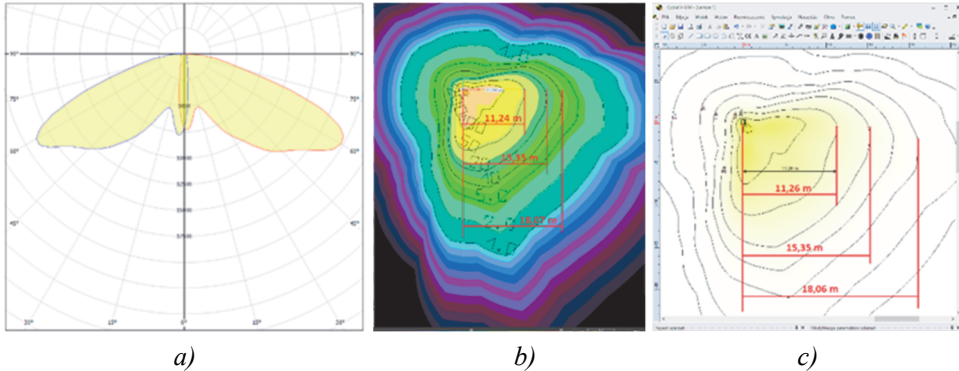
Plama światła może być uzupełniona o rysowanie zakresów izoluksów. Ich wizualizację dla różnych parametrów opraw i przy różnych wartościach strumienia świetlnego źródła, pokazano w widoku 2D i 3D na ryc. 6–15, w dalszej części artykułu.

5. Weryfikacja sposobu działania modelu latarni w programie V-SIM 5.0

Do weryfikacji narzędzia „Latarnia” w programie V-SIM 5.0 wykorzystano program Dialux, służący do projektowania, wykonywania obliczeń i wizualizacji działania oświetlenia. Testy polegały na porównywaniu kształtów i rozmiarów plam światła oraz wartości natężenia oświetlenia w tej samej odległości od źródła w przypadku zamodelowania w obydwu programach tak samo sparametryzowanych latarni, mających zdefiniowane takie same parametry oprawy oświetleniowej, w zakresie krzywych rozsyłu światłości i strumienia świetlnego. W celu zminimalizowania ewentualnego błędu spowodowanego działaniem czynnika ludzkiego przy definiowaniu w programie V-SIM 5.0 krzywych rozsyłu światłości, skorzystano z metody importu do obydwu programów gotowych plików *.ies.

Na rysunkach 6, 8, 10, 12, 14 pokazano rezultaty porównań uzyskanych dla pięciu przeanalizowanych, przykładowych wariantów opraw oświetleniowych, z których każda charakteryzowała się innymi parametrami rozsyłu światłości. Krzywe rozsyłu światła zrutowane na płaszczyznę C0-C180 oznaczono kolorem czerwonym, a zrutowane na płaszczyznę C90-C270 kolorem niebieskim. Dla każdego przypadku przyjęto, że oprawa oświetleniowa jest umieszczona równolegle do podłoża, na wysokości 6 metrów. Przyjęto znamionowe parametry pracy każdej oprawy ($\eta = 100\%$).

5.1. Przykład 1: Oprawa oświetleniowa GLNA Galleonaire LED³, emitująca strumień światła o wartości 21103 lm

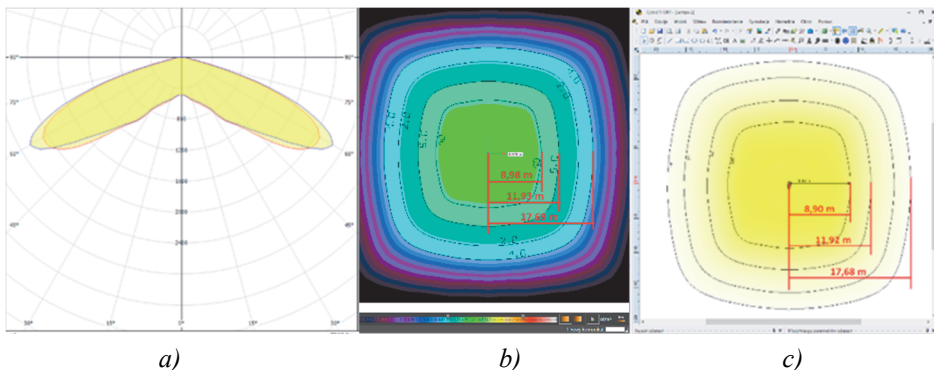


Ryc. 6. Oprawa GLNA Galleonaire LED: krzywe rozsyłu światła (a), plama światła uzyskana w programie Dialux (b) oraz V-SIM 5.0 (c).



Ryc. 7. Widok pieszego na powierzchni, na którą rzutowana jest plama światła oprawy GLNA Galleonaire LED; ilustracja wykonana w programie V-SIM 5.0.

5.2. Przykład 2: Oprawa oświetleniowa VXS/VXM Vision Site LED⁴, emitująca strumień światła o wartości 7293 lm



Ryc. 8. Oprawa VXS/VXM Vision Site LED: krzywe rozsyłu światła (a), plama światła uzyskana w programie Dialux (b) oraz V-SIM 5.0 (c).

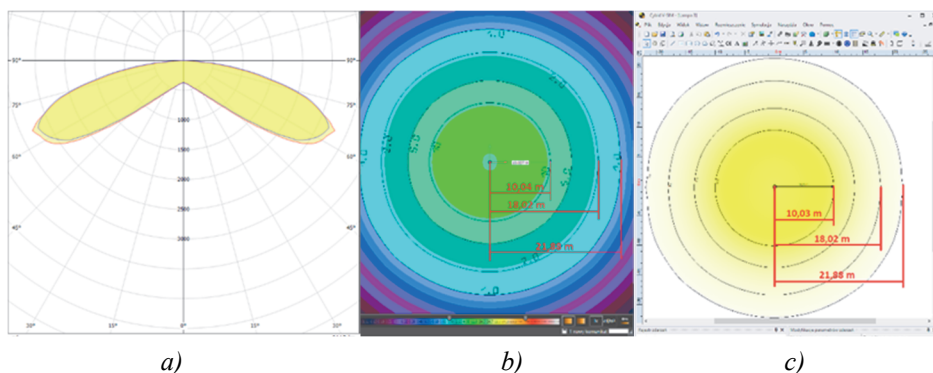
³ <https://lumsearch.com/en-US/article/evnF87xKRz6e8oaLbRgnDQ>.

⁴ <https://lumsearch.com/en-US/article/bl43a-cISXOwd0bKZK1KxQ>.



Ryc. 9. Widok pieszego na powierzchni, na którą zrzutowana jest plama światła oprawy VXS/VXM Vision Site LED; ilustracja wykonana w programie V-SIM 5.0.

5.3. Przykład 3: Oprawa oświetleniowa LXS LuxeScape Arm Mount⁵, emitująca strumień światła o wartości 9113 lm



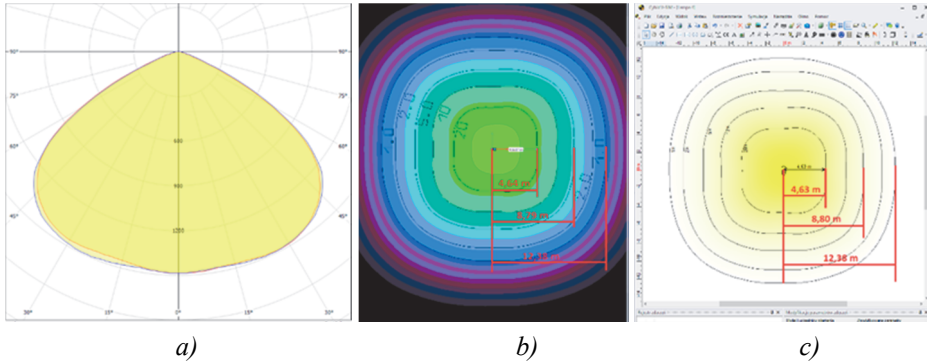
Ryc. 10. Oprawa LXS LuxeScape Arm Mount: krzywe rozsyłu światła (a), plama światła uzyskana w programie Dialux (b) oraz V-SIM 5.0 (c).



Ryc. 11. Widok pieszego na powierzchni, na którą zrzutowana jest plama światła oprawy LXS LuxeScape Arm Mount; ilustracja wykonana w programie V-SIM 5.0.

⁵ <https://lumsearch.com/en-US/article/IsEbfOu7QdKOtSlcA3ikpw>.

5.4. Przykład 4: Oprawa oświetleniowa Vektor 22 Street⁶, emitująca strumień światła o wartości 5142 lm

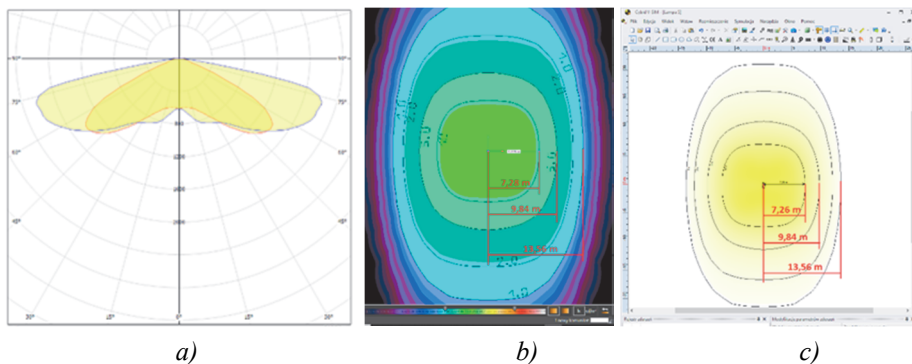


Ryc. 12. Oprawa Vektor 22 Street: krzywe rozsyłu światła (a), plama światła uzyskana w programie Dialux (b) oraz V-SIM 5.0 (c).



Ryc. 13. Widok pieszego na powierzchni, na którą zrutowana jest plama światła oprawy Vektor 22 Street; ilustracja wykonana w programie V-SIM 5.0.

5.5. Przykład 5: Oprawa oświetleniowa XNV LED⁷, emitująca strumień światła o wartości 5925 lm



Ryc. 14. Oprawa XNV LED: krzywe rozsyłu światła (a), plama światła uzyskana w programie Dialux (b) oraz V-SIM 5.0 (c).

⁶ https://lumsearch.com/en-US/article/dhC_XO-TRrqsKPe7ZEq4aQ.

⁷ <https://lumsearch.com/en-US/article/dIj8vcGHSUG4JIz4lfXXg>



Ryc. 15. Widok pieszego na powierzchni, na którą zrzucona jest plama światła oprawy XNV LED; ilustracja wykonana w programie V-SIM 5.0.

Przedstawiona powyżej analiza uprawnia do stwierdzenia, że program V-SIM 5.0 generował identyczne rozkłady natężenia oświetlenia jak użyty do porównania program referencyjny.

6. Wnioski

W artykule, na podstawie badań przeprowadzonych z użyciem programu referencyjnego służącego do modelowania parametrów oświetlenia wykazano, że model latarni zastosowany w programie V-SIM 5.0 generuje prawidłowe rozkłady natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni. Model ten umożliwia import rzeczywistych charakterystyk parametrów oprawy oświetleniowej i źródła światła, udostępnianych przez producentów tych komponentów. Cechuje się przy tym prostotą działania.

Narzędzie „Latarnia” ma ograniczenia, do których należy brak wyświetlania rozkładu natężenia oświetlenia na powierzchniach innych niż poziome i płaskie, brak uwzględniania kontrastu i cienia, czy wyświetlania rozkładów natężenia od kilku latarni na wspólnym obszarze. Planowany jest jednak rozwój programu V-SIM o powyższe elementy, co pozwoli na prowadzenie w przyszłości rozbudowanych analiz z zakresu widoczności.

Zastosowanie obecnej wersji programu przy analizie wypadku drogowego w warunkach ograniczonej widoczności, spowodowanej deficytem oświetlenia naturalnego, może już teraz ułatwić analizę zagadnienia wpływu oświetlenia jezdni światłem pochodzącym z latarni na widoczność różnych obiektów na drodze, w tym pieszych, rowerzystów i innych uczestników wypadków drogowych.

Bibliografia

1. Jamroz, K. (red.). (2017). *Wytyczne organizacji bezpiecznego ruchu pieszych, wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych, część I – raport z przeprowadzonych studiów i analiz*. Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Politechnika Gdańska oraz Instytut Badawczy Dróg i Mostów, w partnerstwie z Politechniką Warszawską.

2. Komura, T. (2008). *Scalar Algorithms Contouring. Visualisation – Lecture 7*. Institute for Perception, Action & Behaviour School of Informatics. Pobrane z: http://www.inf.ed.ac.uk/teaching/courses/vis/lecture_notes/lecture7.pdf (dostęp: 22.03.2022 r.).
3. Wandachowicz, K. (2007/2008). *Obliczanie rozkładów natężenia oświetlenia i rozkładów luminancji*. Materiały pomocnicze do laboratorium technika oświetlenia, Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej.
4. Norma PN-EN 13201:2016-03 *Oświetlenie dróg – Część 1–5*.

* * *

Lighting modeling assumptions in the V-SIM 5.0 program

Abstract

New functionality of the V-SIM 5.0 computer software, which is the generation of a lamp post spotlight is discussed. The mathematical bases of modeling of the aforementioned problem are presented, the method of operation and use of the tool available in the software as well as the method and results of its validation are described. The introduced functionality is a partial response to the demand made by road accident reconstruction experts for a program enabling the visualization of the street lighting method at the site of a road accident. The analysis of the way the lighting system functions is of particular importance in the analysis of road accidents involving pedestrians in the conditions of limited visibility, including those at nighttime. The present paper opens a series of articles in which selected functionalities of the V-SIM 5.0 software will be presented.

Key words

V-SIM program, lantern, light intensity, light distribution curve, unlit obstacle.

