

STYŁA Sebastian

KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO NA PRZYKŁADZIE STACJI KONTROLI POJAZDÓW

Streszczenie

Oświetlenie wewnątrz przyjmowane jest w sposób naturalny. Odpowiednio dobrane natężenie lub luminancja źródeł światła znacząco wpływa na samopoczucie, ale także na zdolności manualne człowieka. Niezwykle istotne jest zatem odpowiednie dobranie rodzaju źródła światła, rozmieszczenie opraw, itp.

W artykule zaprezentowano metody projektowania oświetlenia elektrycznego wykorzystując współczesne rozwiązania techniki komputerowej. Omówiono kolejne etapy projektu Stacji Kontroli Pojazdów. W projekcie Uwzględniono oświetlenie ogólne i awaryjne. Wykorzystano w tym celu specjalistyczne narzędzia służące do projektowania oświetlenia (DIALux, Relux).

W pracy przedstawiono ponadto możliwości wykorzystania ww. programów w procesie dydaktycznym studentów kierunków technicznych oraz kształceniu projektantów instalacji oświetleniowych. Projekty uwzględniają aktualnie obowiązujące normy i przepisy.

WSTĘP

W obecnych czasach ludzie znaczną część swojego życia spędzają wewnątrz budynków. Dotyczy to zarówno życia prywatnego, jak i pracy. Taki styl życia wymusza przygotowanie w mieszkaniach, szkołach, miejscach pracy, centrach handlowych czy centrach rozrywki takich warunków środowiskowych, aby można było wykonywać różnego rodzaju czynności wzrokowe. Konieczne jest aby światło, które jest potrzebne do ich realizacji, było odpowiednio dobrane i posiadało odpowiednie parametry fizyczne tj. strumień świetlny, natężenie, luminancję. Można to uzyskać poprzez odpowiednią konstrukcję otworów okiennych lub zastosowanie odpowiednio dobranego oświetlenia sztucznego.

Oświetlenie elektryczne powinno przede wszystkim być zbliżone do światła dziennego, przy którym wzrok najmniej się męczy. W zależności od przeznaczenia pomieszczeń, powinno ono również jak najwierniej odwzorowywać barwy oraz mieć odpowiednio dobraną temperaturę barwową. Z punktu widzenia ekonomicznego zastosowane źródła światła oraz oprawy powinny mieć wysoką sprawność. Zadaniem projektanta jest połączenie ww. wymagań i opracowanie takiej koncepcji oświetleniowej, która będzie najbardziej korzystna z punktu widzenia przeznaczenia budynku i wymagań inwestora. Ponadto jego rolą jest określenie sposobów utrzymania oświetlenia w trakcie eksploatacji.

Wynika z tego, że instalacja oświetleniowa jest istotną i integralną częścią braną pod uwagę podczas projektowania budynków, szczególnie tych przeznaczonych do użytku publicznego. Od rodzaju źródeł światła, ilości oraz ich rozmieszczenia zależy, czy osoby

przebywające w danym pomieszczeniu będą czuły się bezpiecznie, a ich praca będzie efektywna.

1. UNORMOWANIA PRAWNE DOTYCZĄCE OŚWIETLENIA

Stacja Kontroli Pojazdów (SKP) jest obiektem łączącym w sobie funkcję obiektu budowlanego, urzędu administracji państwowej, a także warsztatu samochodowego. Z tego też względu właściciel zobligowany jest do spełnienia szeregu wymagań prawnych [3, 4, 10, 12, 14] określonych w rozporządzeniach i normach dotyczących zagospodarowania terenu, wyposażenia stacji, zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika dla osób pracujących i przebywających w obiekcie. Wymagania te dotyczą także wyposażenia technologicznego SKP, w skład którego wchodzi instalacja oświetleniowa, obejmująca swoim zakresem oświetlenie główne budynku oraz oświetlenie awaryjne (ewakuacyjne). Zgodnie z art. § 26.2 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. [13] "niezależnie od oświetlenia dziennego w pomieszczeniach pracy należy zapewnić oświetlenie elektryczne o parametrach zgodnych z Polskimi Normami".

Szczegółowe wytyczne dotyczące wymagań jakościowych i ilościowych dla stanowisk pracy wewnątrz budynków określają normy [5, 6, 7]. Norma PN-EN 12464-1:2012P zawiera ponadto zalecenia oraz kryteria dotyczące projektowania oświetlenia. Dotyczą one m. in.: rozkładu luminancji L , natężenia oświetlenia E , równomierności oświetlenia d , olśnienia, otoczenia świetlnego, oświetlenia kierunkowego, aspektów barwnych, efektu stroboskopowego, współczynnika utrzymania oraz względów energetycznych. W normie tej zostały zawarte zagadnienia dotyczące oświetlenia stanowisk z ekranami wizyjnymi oraz zadania i czynności wzrokowe odnośnie dopuszczalnych wartości współczynnika olśnienia UGR i wskaźnika oddawania barw Ra (CRI).

Inną grupą norm dotyczącą bezpośrednio bezpieczeństwa osób znajdujących się w budynku SKP są przepisy dotyczące zastosowania oświetlenia awaryjnego [8, 9]. W normach tych przedstawione zostały wymagania dotyczące oświetlenia awaryjnego budynków użyteczności publicznej oraz opraw przewidzianych do zasilania z awaryjnego źródła napięcia o wartości nie przekraczającej 1000 V.

Obecnie programy wspomagające projektowanie oświetlenia uwzględniają powyższe normy, wskazując na znamionowe wartości poszczególnych parametrów świetlnych wymaganych dla danego typu pomieszczenia (rys. 1).

Wartości wymagane			
Ref-Nr.:	5.24.6 (EN 12464-1. 8.2011)	Em:	300 lx
Nazwa profilu:	Działalność przemysłowa i rzemieślnicza - Produkcja i naprawa samochodów: Ogólny serwis samochodowy, naprawa i kontrola	Uo:	0.6
Uwagi:		UGRL:	22
		RA:	80
		Ec:	--
		Em (ściana):	--
		Uo (ściana):	--
		Em (sufit):	--
		Uo (sufit):	--

Edytuj wartości wymagane Reset nominal values

Rys. 1. Wartości zadane w normie dla serwisu samochodowego (oprogramowanie Relux)

2. PROCES PROJEKTOWANIA

W najprostszym ujęciu można stwierdzić, że proces projektowania oświetlenia jest etapem twórczym, który ma na celu opracowanie bezpiecznego, przyjaznego dla człowieka i efektywnego oświetlenia umożliwiającego wykonywanie czynności wzrokowych. Podczas projektowania należy zatem określić [2, 11, 15, 16]:

- rodzaje użytych źródeł światła,
- typy opraw,

- liczbę opraw,
- rozmieszczenie opraw,
- sposoby regulacji i konserwacji oświetlenia podczas eksploatacji.

Największe jednak znaczenie przy projektowaniu oświetlenia ma wiedza i doświadczenie projektanta.

Proces projektowania można podzielić na pięć podstawowych części [2, 11], które zostały przedstawione na rysunku 2. Każdy z tych etapów jest istotny w osiągnięciu celu, którym jest projekt oświetlenia spełniający wymagania, zarówno stawiane przez inwestora, jak i przyszłych użytkowników.



Rys. 2. Diagram kolejnych etapów projektowania oświetlenia z uwzględnieniem cech poszczególnych części

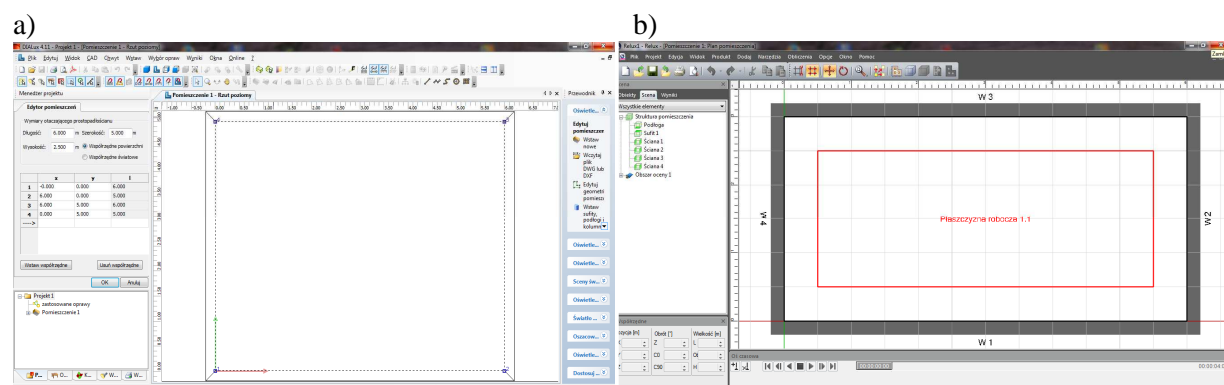
Oprogramowanie komputerowe służące do projektowania oświetlenia wspomaga projektanta na każdym z wyżej wymienionych etapów, poprzez interaktywną komunikację z użytkownikiem. Możliwe jest wykorzystanie kreatora pozwalającego w szybki sposób na stworzenie całkowitego projektu oświetlenia wykorzystującego standardowe moduły. Możliwe jest również wprowadzanie indywidualnych zmian i nietypowych konstrukcji, zarówno samego budynku, jak i oświetlenia produkowanego na specjalne zamówienie. Każda z liczących się firm oświetleniowych udostępnia pliki fotometryczne swoich produktów, jako bazy danych wykorzystywane w programach DIALux i Relux.

3. PROJEKT INSTALACJI OŚWIETLENIOWEJ SKP

Obecnie na rynku istnieje wiele programów typu CAD służących do profesjonalnego projektowania oświetlenia. Różnią się one funkcjonalnością, interfejsem, a także możliwościami obliczeniowymi. Najczęściej wykorzystywanymi programami w branży oświetleniowej są DIALux (rys. 3a) i Relux (rys 3b). Posiadają one podobną funkcjonalność oraz możliwości prezentowania danych i wyników. Ze względu na większą popularność oraz zastosowanie w biurach projektowych oraz uczelniach wyższych, projekt oświetlenia SKP zostanie przedstawiony na przykładzie oprogramowania DIALux.

Pomieszczenia wprowadzone do projektu mogą mieć nieregularne kształty, a poszczególne płaszczyzny, tj. sufit, ściany, podłoga, projektant może pokrywać kolorami, materiałami lub teksturami o odpowiednich właściwościach pochłaniania światła. Możliwe

jest także importowanie wymiarów i układu geometrycznego pomieszczenia zapisanego w plikach *.dxf, co pozwala na bezpośrednie wczytanie projektu budynku stworzonego np. z wykorzystaniem oprogramowania AutoCAD.



Rys. 4. Edytor pomieszczeń (okno główne programu): a) DIALux, b) Relux

Projektant ma ponadto możliwość wyboru różnego rodzaju opraw oświetleniowych oraz sposobów ich montażu. DIALux posiada bazę zawierającą zarówno oprawy oświetleniowe, jak i wyposażenie wnętrz, które będzie umieszczone w projekcie. Baza oświetlenia jest otwarta i daje możliwość aktualizowania i uzupełniania.

3.1. Założenia i realizacja projektu SKP

Podstawowym założeniem projektu oświetlenia jest określenie przeznaczenia poszczególnych pomieszczeń. Od tego założenia zależy odpowiednie dobranie źródeł światła, ilości oraz rodzaju opraw. Przykładowe wymagania wg. normy PN-EN 12464-1:2012P dla poszczególnych pomieszczeń SKP przedstawia tabela 1.

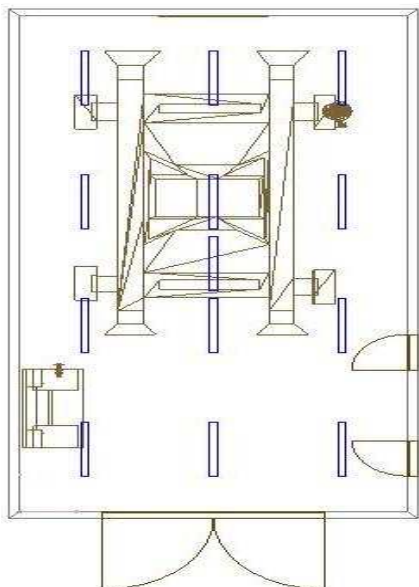
Tab. 3. Minimalne wymagania oświetleniowe dla wybranych pomieszczeń SKP wg. norm PN-EN 12464-1:2012P i PN-EN 1838:2005P

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	E [lx]	d	UGR	Ra (CRI)
1.	Hala diagnostyczna	300	0,60	22	80
2.	Pomieszczenie diagnosty	500	0,60	19	80
3.	Korytarz	100	0,40	28	40
4.	Magazyn części	100	0,40	25	60
5.	WC	200	0,40	25	80
6.	Oświetlenie awaryjne na drodze ewakuacyjnej o szerokości 1 m	1	-	niski poziom oślnienia przeszkadzającego	40

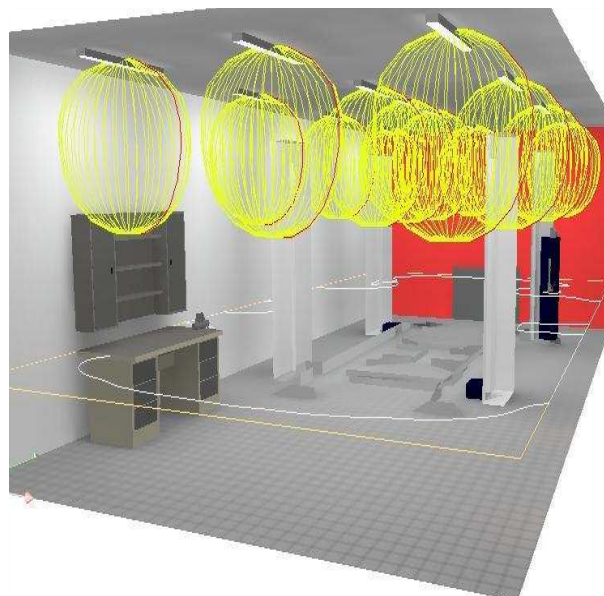
Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 oraz wybranych rodzajów źródeł światła oprogramowanie automatycznie dobiera ilość i usytuowanie opraw w celu spełnienia zadanych warunków. Projektant może zmienić te parametry w każdej chwili wykonywania projektu, według własnego uznania.

Rysunek 5 przedstawia wizualizację pomieszczenia serwisowego wraz z zainstalowanymi oprawami świetlnymi. Oprogramowanie DIALux umożliwia także wizualizację danego pomieszczenia w postaci 3D zawierającej obraz rozsyłu światła emitowanego przez poszczególne oprawy (rys. 6).

Przedstawione pomieszczenie jest przeznaczone do podnoszenia pojazdów z wykorzystaniem podnośnika hydraulicznego. Odpowiednio dobrane oświetlenie jest istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy i dostępności światła zarówno nad, jak i pod serwisowanym pojazdem.

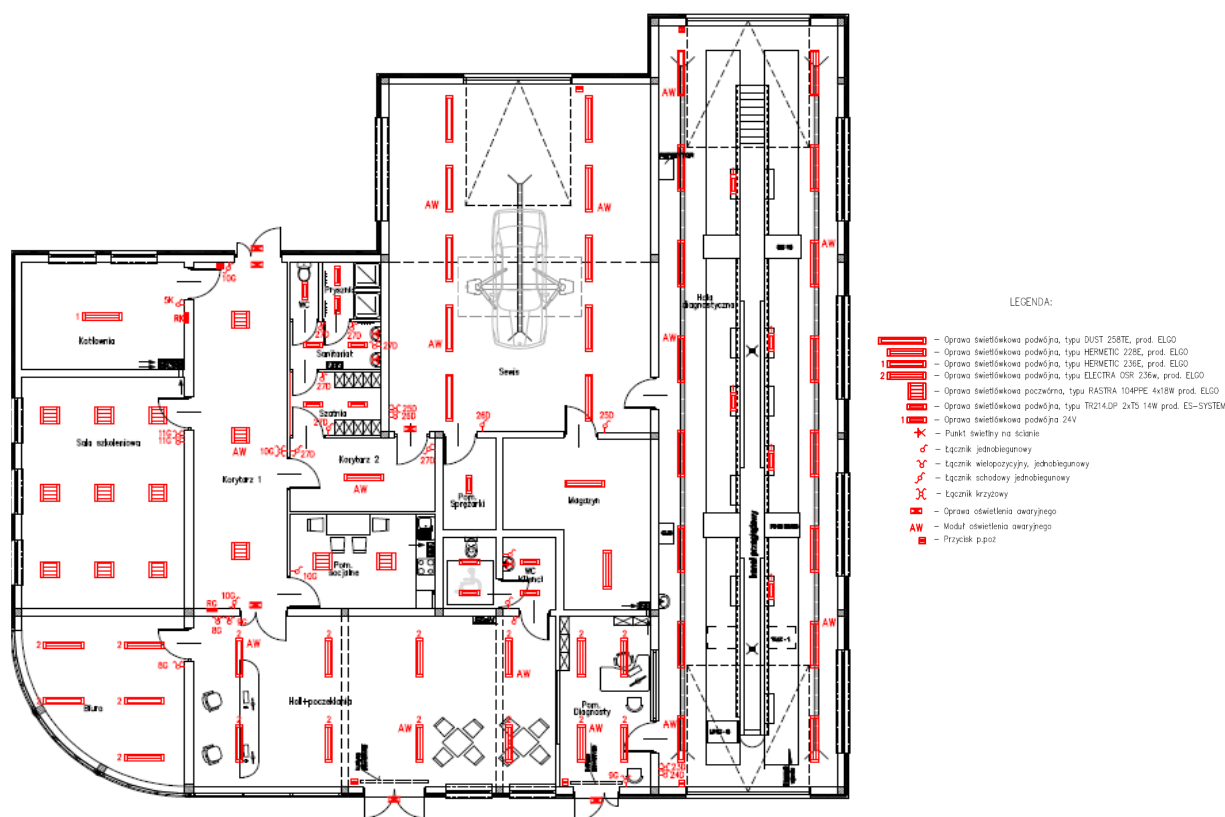


Rys. 5. Wizualizacja 2D pomieszczenia serwisowego (oprogram. DIALux)
 Źródło: [17]



Rys. 6. Wizualizacja 3D pomieszczenia serwisowego (oprogramowanie DIALux)
 Źródło: [17]

Ostatecznie projektant może przygotować zbiorczy projekt oświetlenia całego budynku wykonany np. w programie AutoCAD. Na rysunku 7 przedstawiono rzut poziomy budynku Stacji Kontroli Pojazdów, który składa się z kilku pomieszczeń o różnym przeznaczeniu.



Rys. 7. Projekt oświetlenia głównego i awaryjnego Stacji Kontroli Pojazdów (oprogramowanie AutoCAD)
 Źródło: [1]

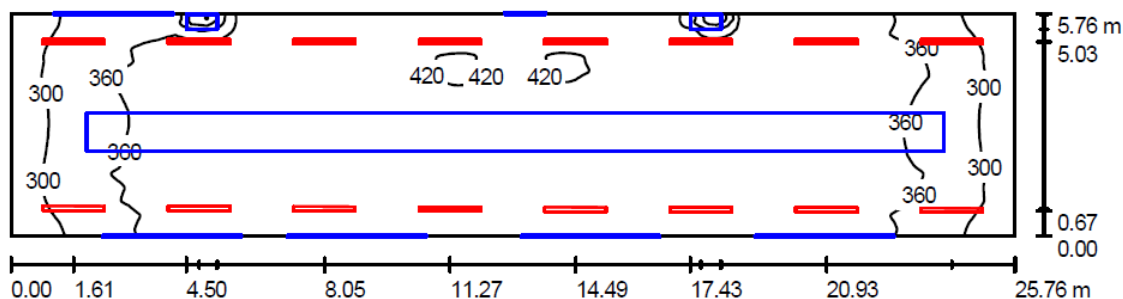
Instalacja oświetleniowa wykonana jest przewodami YDYp 3x1,5; (5x1,5) mm² z osprzętem podtynkowym montowanym na wysokości 1,4 m nad podłogą. W halach diagnostycznych instalacja powinna być prowadzona w korytkach i rurach ochronnych.

3.2. Wyniki

Obliczenia wykonane w programie DIALux mogą uwzględniać wyposażenie wnętrza lub nie. Wyniki te obejmują wszystkie płaszczyzny projektowanego pomieszczenia. Mogą one zostać wyświetlone m. in. w postaci:

- tabeli wartości natężenia oświetlenia lub luminancji,
- izolinii natężenia oświetlenia lub luminancji,
- graficznego rozkładu wartości natężenia oświetlenia lub luminancji,
- stopni szarości natężenia oświetlenia lub luminancji,
- renderingu 3D,
- wyników szczegółowych.

Najczęściej wyniki prezentowane są w formie rozkładu izolinii oraz jako wyniki szczegółowe. Przykład takich obliczeń przedstawiono na rysunku 8 i w tabeli 2.



Rys. 7. Rozkład izolinii natężenia oświetlenia wykonany w programie DIALux dla hali diagnostycznej
Źródło: [1]

Tab. 2. Wyniki szczegółowe symulacji w programie DIALux dla pomieszczenia serwisowego

Powierzchnia	Średnie wartości natężenia [lx]			Współczynnik odbicia [%]	Średnia luminancja [cd/m ²]
	bezpośrednio	pośrednio	razem		
Płaszczyzna pracy	405	148	554	/	/
Podłoga	308	162	470	54	81
Sufit	24	166	190	70	42
Ściana 1	182	183	365	50	58
Ściana 2	282	149	430	50	68
Ściana 3	201	139	341	50	54
Ściana 4	252	129	381	50	61

Wysokość pomieszczenia: 3.500 m, Wysokość montażu: 3.500 m,
Współczynnik konserwacji: 0.77

Wartości Lux, Skala 1:180

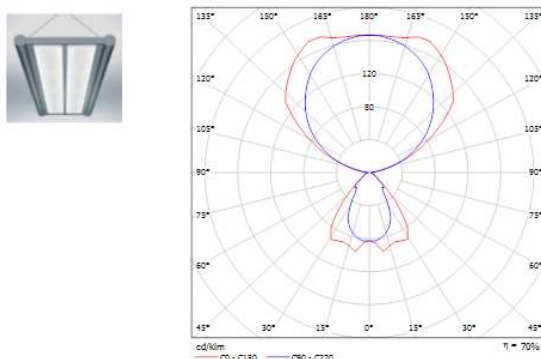
Powierzchnia	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Płaszczyzna pracy	/	554	92	945	0.165
Podłoga	54	470	37	791	0.078
Sufit	70	190	113	383	0.596
Ściany (4)	50	388	22	778	/

Źródło: [17]

Ponadto w programie DIALux można przygotować rozbudowaną dokumentację techniczną wykonanego projektu zawierającą m. in:

- stronę tytułową (dane inwestora i inwestycji),
- wykaz opraw,
- karty katalogowe opraw,
- krzywe rozsyłu światła,
- projekt oraz wyniki obliczeń.

Na rysunku 9 przedstawiona została przykładowa krzywa rozsyłu światła dla oprawy wykorzystanej w projekcie.



Rys. 9. Krzywa rozsyłu światła oprawy DIAL 26 USN-ID 2/54W T16 EVG ASQ500

PODSUMOWANIE

Rozwój techniki komputerowej oraz wprowadzenie komputerowego wspomaganie projektowania CAD spowodowało, że obecnie projektowanie oświetlenia oparte jest wyłącznie na specjalistycznym oprogramowaniu. Kolejne wersje programów rozszerzają możliwości projektowe, czyniąc je jeszcze bardziej wydajnym i intuicyjnymi, docierającymi do coraz większego grona odbiorców.

Ze względu na ogólny dostęp do oprogramowania DIALux i Relux, programy te doskonale nadają się do celów dydaktycznych. Wiele firm projektujących oświetlenie zarówno wewnątrz, jak i ulic wykorzystuje tego typu oprogramowanie. Uzasadnionym staje się więc korzystanie z tego typu programów w procesie kształcenia przyszłych absolwentów technicznych uczelni wyższych o profilu elektrycznym i budowlanym. W ramach zajęć wykładowych i projektowych poznają oni metody projektowania instalacji oświetleniowych z wykorzystaniem technik komputerowych obecnie wykorzystywanych przez przedsiębiorców z branży oświetleniowej. Pozwala to na dostosowanie wiadomości i umiejętności słuchaczy do oczekiwań przyszłych pracodawców.

BIBLIOGRAFIA

1. Capała P., *Projekt instalacji elektrycznej stacji diagnostyki pojazdów według obecnie obowiązujących norm i przepisów*. Praca dyplomowa pod kierunkiem W. Pietrzyka, Politechnika Lubelska, Lublin 2011.
2. Niestępski S., Parol M., Pasternakiewicz J., Wiśniewski T.: *Instalacje elektryczne. Budowa, Projektowanie i Eksploatacja*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005.
3. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (z póź. zm.) - *Prawo budowlane* (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414).
4. Ustawa z dnia 2 lipca 2004 r. (z póź. zm.) - *O swobodzie działalności gospodarczej* (Dz.U. 2004 nr 173 poz. 1807).

5. PN-EN 12464-1:2012P - *Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.*
6. PN-EN 12665:2011E - *Światło i oświetlenie -- Podstawowe terminy oraz kryteria określania wymagań dotyczących oświetlenia.*
7. PN-EN 60598-1:2011P - *Oprawy oświetleniowe -- Część 1: Wymagania ogólne i badania.*
8. PN-EN 60598-2-22:2004/A2:2010P - *Oprawy oświetleniowe -- Część 2-22: Wymagania szczegółowe -- Oprawy oświetleniowe do oświetlenia awaryjnego.*
9. PN-EN 1838:2005P - *Zastosowania oświetlenia -- Oświetlenie awaryjne.*
10. PN-IEC 60364-5-52:2002P - *Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Przewodowanie.*
11. Pracki P. : *Projektowanie oświetlenia wnętrz.* Politechnika Warszawska, Warszawa 2011.
12. Rozporządzenie Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 10 lutego 2006 r. (z póź. zm.), w sprawie szczegółowych wymagań w stosunku do stacji przeprowadzających badania techniczne pojazdów (Dz.U. 2006 nr 40 poz. 275).
13. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia z dnia 26 września 1997 r. (z póź. zm.) w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650).
14. Sitek K., *Stacje Kontroli Pojazdów - normy prawne badań technicznych.* Poradnik serwisowy nr 06/2007, Instalator Polski Sp. z o.o., Warszawa 2007.
15. Wiśniewski E., *Elektryczne źródła światła.* Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
16. Wiatr J.: *Oświetlenie awaryjne w budynkach. Wymagania i zasady zasilania.* Dom Wydawniczy Medium, Warszawa 2011.
17. Zychowicz D., *Projekt instalacji oświetleniowej Stacji Kontroli Pojazdów.* Praca dyplomowa pod kierunkiem A. Boguty, Politechnika Lubelska, Lublin 2012.

COMPUTER AIDED DESIGN FOR THE ELECTRIC LIGHTING IN THE VEHICLE INSPECTION STATIONS

Abstract

Interior lighting is accepted in a natural way. Properly selected intensity or brightness of light sources significant effect on well-being but also on the manual skills of man. Therefore, the choice of the appropriate type of light source, distribution of luminaires and etc. is very important.

The paper presents a method for design an electric lighting solutions using modern computer technology. The consecutive project stages Vehicle Inspection Station was discussed. In the project general and emergency lighting were taken into account. For this purpose specialized tools for lighting design (DIALux, Relux) were used.

The paper also presents the possibility of the aforementioned programs in the didactic process for the students of technical fields of study and for lighting installation designers. Projects include the currently applicable standards and regulations.

Autorzy:

mgr inż. Sebastian STYŁA – Politechnika Lubelska

Autor otrzymuje Stypendium ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (projekt: „Kwalifikacje dla rynku pracy - Politechnika Lubelska przyjazna dla pracodawcy”).