

dr hab. inż. AGNIESZKA WOLSKA, prof. CIOP-PIB
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Kontakt: agwol@ciop.pl

dr hab. inż. DARIUSZ SAWICKI, prof. PW
Politechnika Warszawska, Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów Informatycznych-Pomiarowych
Kontakt: Dariusz.Sawicki@ee.pw.edu.pl
DOI: 10.5604/01377043.1226089

Ocena oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy

Fot. Kednert/Bigstockphoto



Słaba widoczność spowodowana oślnieniem uznawana jest za jedną z pośrednich przyczyn wypadków przy pracy, w szczególności na zewnętrznych stanowiskach pracy, kiedy wykonuje się prace po zmierzchu. W celu poprawy warunków pracy wzrokowej i ograniczenia zagrożenia wypadkowego związanego z oślnieniem na zewnętrznych stanowiskach pracy konieczne jest dokonywanie odpowiedniej oceny oślnienia. W artykule przedstawiono opracowaną w CIOP-PIB metodę oceny oślnienia polegającą na subiektywnej ocenie odczuwanego oślnienia przez pracowników oraz obiektywnym wyznaczeniu wskaźnika oślnienia GR na podstawie pomiaru rozkładu luminancji.

Słowa kluczowe: oświetlenie, zewnętrzne stanowiska pracy, metoda oceny oślnienia

Glare assessment at outdoor workplaces

Poor visibility as result of glare is recognized as one of the indirect reasons of occupational accidents, especially at outdoor workplaces after dusk. In order to improve the visual work conditions and limitation of the occupational accident risk related to glare on outdoor workplaces, there is a need to perform adequate glare assessment. This article presents the elaborated method of glare assessment which consists both of subjective evaluation of glare and objective determination of glare index GR based on luminance distribution measurements.

Keywords: lighting, outdoor workplaces, method of glare assessment

Wstęp

Jakość oświetlenia ma bardzo duży wpływ na indywidualne samopoczucie człowieka, jego komfort odbioru wrażeń estetycznych, komunikację interpersonalną, ale przede wszystkim na możliwość bezpiecznego i sprawnego wykonywania wszelkich czynności pracy. Jednym z podstawowych warunków efektywnie wykonywanej pracy jest dobre oświetlenie, zapewniające odpowiednie ograniczenie oślnienia. Oślnienie jest to stan narządu wzroku, podczas którego występuje odczucie dyskomfortu, przykrości, lub ograniczenie zdolności spostrzegania na skutek nadmiernych wartości luminancji (jaskrawości)

lub kontrastów jaskrawości w przestrzeni lub w czasie [1]. Z punktu widzenia występujących skutków wyróżnia się trzy rodzaje oślnienia [2]:

- przykre – wywołujące uczucie niewygodny, rozdrażnienia oraz powodujące dekoncentrację bez zmniejszenia zdolności widzenia. Natychmiast po usunięciu przyczyny oślnienia ustępują te odczucia świadczące o oślnieniu przykrym
- przeszkadzające – zmniejszające zdolność widzenia na bardzo krótki, ale zauważalny czas bez wywoływania uczucia niewygodny. Oślnienie to wywoływane jest przez: zmniejszenie kontrastu subiektywnego (powstanie luminancji zamglenia w oku na skutek rozproszenia w ośrodkach optycznych oka części światła do-

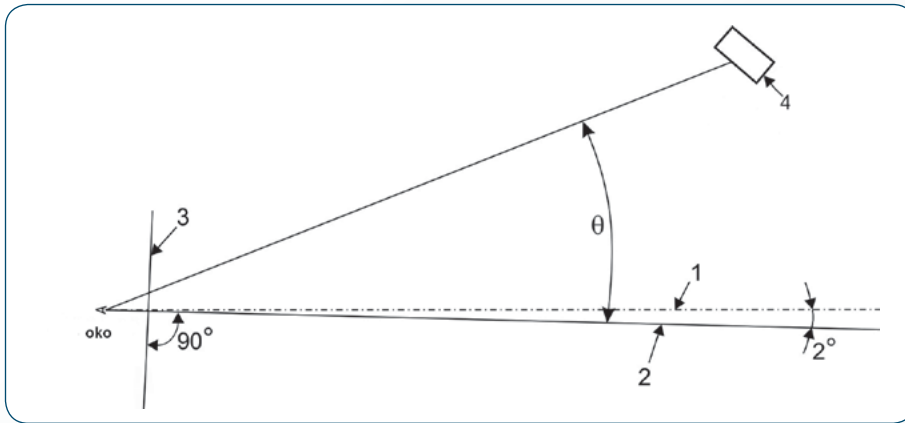
cierającej do oka) i przez niewłaściwą adaptację oka (część światła docierająca do oka od źródeł nadmiernie jaskrawych może oddziaływać na poziom adaptacji oka, powodując dostosowanie się czułości oka do nadmiernie jaskrawego źródła, a tym samym utratę czułości reagowania oka na jaskrawość obserwowanego obrazu). Po usunięciu przyczyny oślnienia – luminancja zamglenia – w postaci obrazu źródła oślnienia – utrzymuje się na siatkówce oka przez krótki czas (do kilku sekund).

- oślepiające – oślnienie tak silne, że przez pewien zauważalny czas żaden przedmiot nie może być spostrzeżony. Jest to skrajny przypadek oślnienia przeszkadzającego.

Zjawisko oślnienia przykrego spowodowane jest pojawieniem się w polu widzenia obszarów o bardzo dużej luminancji (najczęściej źródeł światła), które powodują odczucie dyskomfortu, niewygodny, rozdrażnienia, ale bez ograniczenia zdolności spostrzegania. Natomiast oślnienie przeszkadzające powoduje ograniczenie zdolności spostrzegania na krótki, ale zauważalny czas. Uniknięcie lub ograniczenie oślnienia przykrego we wnętrzach ma zasadnicze znaczenie w technice oświetlenia i jest problemem często trudnym do rozwiązania w praktyce. Przyjmuje się, że jeśli we wnętrzu jest ograniczone oślnienie przykre, to jest to równoznaczne z ograniczeniem oślnienia przeszkadzającego, a tym bardziej oślepiającego.

Oślnienie, niezależnie od rodzaju, jest niekorzystne dla funkcjonowania narządu wzroku, gdyż wpływa na pogorszenie się takich cech spostrzegania, jak: szybkość, pewność i dokładność, oraz powoduje niewygodny widzenia. Z tego względu jest wymieniane wśród przyczyn wypadków przy pracy związanych z nieodpowiednim oświetleniem [1-4]. Oślnienie stanowi szczególny przypadek zagrożenia w środowisku pracy, gdyż w zależności od jego rodzaju, może w różny sposób powodować zagrożenie i związane z tym ryzyko zawodowe [2, 4].

Na zewnętrznych stanowiskach pracy, w warunkach narażenia na różne rodzaje oślnienia pracuje ok. 3,7% zatrudnionych ogółem w gospodarce narodowej [1]. Słaba widoczność spowodowana oślnieniem uznawana jest za jedną z pośrednich przyczyn wypadków przy pracy,



Rys. 1. Wyznaczanie kąta θ : 1 – linia wzroku pozioma, 2 – linia pochylona o 2° w dół, 3 – płaszczyzna E_{eye} , 4 – indywidualna oprawa oświetleniowa [7, 8]

Fig. 1. Defining θ angle: 1 – horizontal line of sight, 2 – line of sight declined of 2° downward E_{eye} , 3 – plane of 4 – individual luminaire [7, 8]

w szczególności na zewnętrznych stanowiskach pracy, po zmierzchu. Niestety, statystyki (sprawozdanie o warunkach pracy Z-10) nie obejmują tego parametru, jako stanowiącego zagrożenie. Ponadto w statystycznej karcie wypadku nieodpowiednie oświetlenie nie występuje jako przyczyna zdarzeń wypadkowych, przez co nie można określić liczby wypadków spowodowanych pośrednio tym czynnikiem. Jednak badania własne, obejmujące analizę opisów wypadków przy pracy [1] oraz liczne ekspertyzy w zakładach pracy świadczą, że do takich, nieuwjętych w statystykach wypadków dochodzi.

W dużej mierze za zaistniałe nieprawidłowości odpowiada brak odpowiedniej wiedzy i metod badawczych dotyczących oceny oślnienia występującego na zewnętrznych stanowiskach pracy. Jest to parametr dotychczas nieoceny w sposób obiektywny w środowisku pracy, choć istnieją w odniesieniu do niego znormalizowane kryteria oceny. W przypadku oświetlenia miejsc pracy na zewnątrz, do oceny stopnia oślnienia służy wskaźnik GR (*ang. glare rating*) [5-7]. Jego wartości, podobnie, jak w przypadku wskaźnika oślnienia UGR (*ang. unified glare rating*), wyznaczanego w odniesieniu do oceny oślnienia przykrego we wnętrzach, wyznacza się obliczeniowo w profesjonalnych programach do projektowania oświetlenia.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, ocena ryzyka zawodowego – a zatem i oślnienia w miejscu pracy – jest jednym z zadań, do realizacji których zobligowany jest pracodawca. Problem eliminacji oślnienia powinien być rozwiązany na etapie projektowania oświetlenia, jednak nie zawsze zadanie to jest łatwe do wykonania. Natomiast powszechnie nie weryfikuje się pomiarowo wyznaczonego w projekcie wskaźnika ograniczenia oślnienia przykrego, przez co wielu pracowników nadal dość często uskarża się na „zbyt jaskrawe oświetlenie”. Jakkolwiek istnieje już techniczna możliwość wykonania obiektywnej oceny oślnienia przykrego z wykorzystaniem kamery z matrycą detektorów, to jak do tej pory pomiary takie wykonuje się wyłącznie do wyznaczania wskaźnika UGR – tj. oceny oślnienia przykrego we wnętrzach. Jak dotąd nie było opracowanej obiektywnej metody wyznaczania wskaźnika GR na zewnętrznych stanowiskach

pracy, który dotyczy zarówno oślnienia przykrego jak i przeszkadzającego. Celem artykułu jest przedstawienie opracowanej w CIOP-PIB metody oceny oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy i sposobu jej wykorzystania, na wybranym przykładzie.

Wskaźnik oceny oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy

Warunki oświetleniowe w odniesieniu do miejsc pracy na zewnątrz są określone w PN-EN 12464-2 [7]. Norma ta została opracowana na podstawie publikacji CIE z 1994 r. [5], w której zaproponowano wzór na wyznaczanie wskaźnika oślnienia GR i stanowi miarę oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy. Jest ona wyznaczana na podstawie wzoru (1) [5, 7].

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left(\frac{L_{vf}}{L_{ve}^{0,9}} \right) \quad (1)$$

gdzie

L_{vf} – luminancja dekonstrastująca całkowita (cd/m^2), wywołana przez instalację oświetleniową i będąca sumą luminancji dekonstrastujących wytworzonych przez każdą indywidualną oprawę oświetleniową ($L_{vf} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$)

L_{ve} – luminancja dekonstrastująca równoważna środowiska (cd/m^2).

Luminancja dekonstrastująca indywidualnej oprawy (L_v) jest obliczana na podstawie wzoru (2) [7].

$$L_v = 10 \cdot E_{eye} \cdot \theta^{-2} \quad (2)$$

gdzie:

E_{eye} – natężenie oświetlenia przy oku obserwatora w płaszczyźnie prostopadłej do linii wzroku (2° poniżej horyzontu)

θ – kąt między linią wzroku obserwatora i kierunkiem światła padającego od indywidualnej oprawy. Publikacja CIE [6] podaje zakres tego kąta jako przedział $1,5^\circ < \theta < 60^\circ$.

Sposób określania kąta θ przedstawiono na rysunku 1.

Należy zauważyć, że przy określaniu wskaźnika GR przyjęto, jako standard, że linia wzroku jest skierowana w dół pod kątem 2° . W pewnych przypadkach wykonywania czynności pracy na zewnątrz nie jest to zachowane, jak np. przy

czynnościach czyszczenia, piaskowania czy malowania statków w suchym doku.

Kolejnym założeniem jest przyjęcie, że odbicie od otaczającego środowiska jest całkowicie rozproszone. Wówczas, luminancja dekonstrastująca równoważna środowiska (L_{ve}) może być obliczona ze wzoru (3) [7].

$$L_{ve} = 0,035 \rho \cdot E_{hav} \cdot \pi^{-1} \quad (3)$$

gdzie

ρ – średni współczynnik odbicia

E_{hav} – średnie horyzontalne natężenie oświetlenia w strefie.

Jednak w wielu przypadkach podłoże lub pozostałe otoczenie nie spełnia tego założenia i występują odbicia zwierciadlane, od np. powierzchni kałuż lub zbiorników wodnych.

Skala subiektywnej oceny oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy

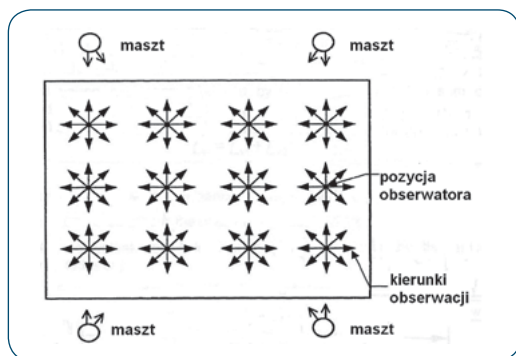
Wartościom wskaźnika GR przypisana jest skala subiektywnego odczucia oślnienia [5], zgodna ze skalą de Boera, którą przedstawiono w tabeli. Wartości GR, w odniesieniu do których nie podano określenia odczucia, należy interpretować jako odczucie pomiędzy dwoma najbliższymi sąsiadującymi odczuciami. Można zauważyć, że im wyższa wartość wskaźnika GR, tym większy stopień odczuwanego oślnienia. Analizując skalę oceny odczuwanego oślnienia można zauważyć, że GR do wartości ok. 60 odnosi się do oślnienia przykrego, a powyżej tej wartości – do oślnienia przeszkadzającego.

W związku z faktem, że wskaźnik GR odnosi się zarówno do oślnienia przykrego jak i przeszkadzającego, można przyjąć, że wartości GR poniżej 55 odzwierciedlają różny poziom oślnienia przykrego, powyżej 55 oślnienie przeszkadzające, a od 90 oślnienie oślepiające.

Wymagania normatywne w stosunku do zewnętrznych stanowisk pracy [2, 9] ustanawiają wartości GR z zakresu od 40 do 55, czyli od subiektywnego odczucia oślnienia jako zauważalnego, do odczucia oślnienia jako jeszcze dopuszczalnego, co odnosi się do oślnienia przykrego. Na żadnym stanowisku nie są dopuszczalne wartości GR odpowiadające oślnieniu przeszkadzającemu czy oślepiającemu.

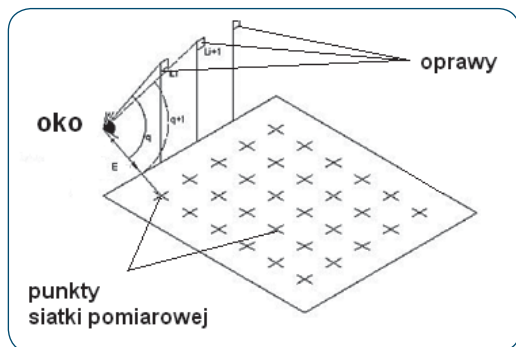
Sposób wyznaczania wskaźnika GR

Zgodnie z zaleceniami normy [7] i dokumentów CIE [5, 6] wyznacza się zestaw wskaźników GR w wielu punktach miejsca pracy. Pole zadania miejsca pracy dzielone jest równomierną siatką prostokątną, w węzłach której wyznacza się wartość GR. Norma zaleca utrzymanie odpowiednich proporcji między rozmiarami pola zadania a rozmiarami oczka siatki, aby uzyskane wartości wskaźnika oślnienia były reprezentatywne w odniesieniu do całej powierzchni. W stosunku do każdego węzła norma zaleca wyznaczenie wartości wskaźnika w ośmiu kierunkach, zakładając obrót wokół osi pionowej co 45° (rys. 2.). Umożliwia to ocenę oślnienia pracownika dowolnie ustawionego w polu zadania (rys. 3.). Ze wszystkich wyznaczonych



Rys. 2. Punkty pomiaru na polu zadania, w których określa się wskaźnik GR w poszczególnych kierunkach obserwacji [5]

Fig. 2. Measurement points on task area where GR index is determined for particular directions of observation [5]



Rys. 3. Przykład wyznaczenia wskaźnika GR od poszczególnych opraw oświetleniowych w danym punkcie pomiarowym [8]

Fig. 3. Defining GR index from particular luminaires at given measurement point – the example [8]

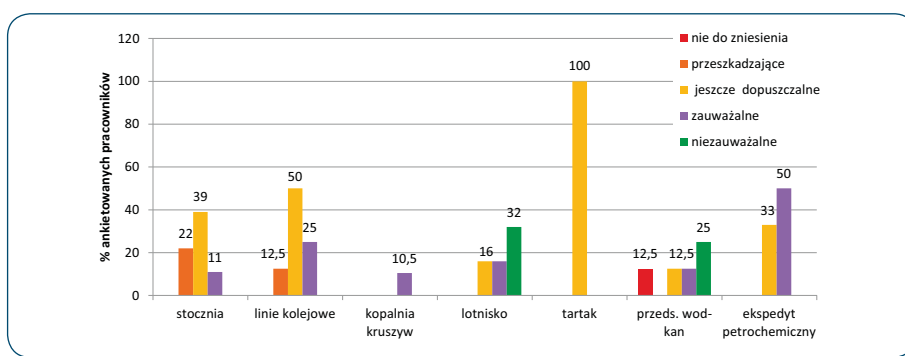
Tabela. Wskaźnik oślnienia GR a subiektywna ocena odczuwanego oślnienia [5]

Table. Glare rating GR and subjective perception of glare [5]

Odczucie subiektywne oślnienia	Wartość GR
Nieznosne, nie do wytrzymania (ang. unbearable)	90
–	80
Zakłócające, przeszkadzające (ang. disturbing)	70
–	60
Jeszcze dopuszczalne (ang. just admissible)	50
–	40
Zauważalne (ang. noticeable)	30
–	20
Niezauważalne (ang. unnoticeable)	10

wartości GR w poszczególnych punktach siatki pomiarowej wybiera się wartość największą i porównuje ją do wymagań normatywnych. W przypadku obliczeń symulacyjnych, wykonywanych w profesjonalnych programach do projektowania oświetlenia, jest to sprawa prosta, gdyż w wyniku obliczeń podawana jest już wartość maksymalna. Natomiast w przypadku pomiarów wykonanie na dużym obszarze pola zadania zaczyna to być kwestią dyskusyjną i bardzo czasochłonną.

Norma PN-EN [8] ściśle określa zalecane wartości wskaźnika GR w odniesieniu do różnych stanowisk pracy, w zależności od charakteru wykonywanych czynności i trudności pracy wzrokowej. W tabelach normy [7] zestawione są różne miejsca pracy i związane z nimi czynności. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że sposób wyznaczenia



Rys. 4. Wyniki subiektywnej oceny oślnienia wg skali de Boera

Fig. 4. Results of subjective assessment of glare according to de Boer's rating scale

wskaźnika GR nie jest zindywidualizowany w zależności od stanowiska i charakteru pracy, pomimo ich bardzo dużego, rzeczywistego zróżnicowania. Pojawiła się zatem realna potrzeba określenia metody oceny oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy, która uwzględniłaby zarówno aspekty subiektywnie odczuwanego oślnienia, jak również sposobu wykonywania pomiarów do wyznaczenia wskaźnika GR.

Subiektywna ocena oślnienia

Metoda subiektywnej oceny oślnienia opracowana w CIOP-PIB opiera się na ankiecie oceny oświetlenia zewnętrznego, ze szczególnym uwzględnieniem widoczności w miejscu pracy oraz podczas przemieszczania się oraz postrzegania bardzo jaskrawych części opraw oświetleniowych i odczuwanym z tym dyskomfortem (ocena oślnienia). Jako punkt wyjścia powinna być dokonana identyfikacja miejsc wykonywania czynności pracy na zewnętrznych stanowiskach pracy po zmroku, a także określenie, które czynności wzrokowe są tam wykonywane. Pozwoli to później na określenie wymagań normatywnych.

Opracowana metoda subiektywnej oceny stopnia oślnienia jest zgodna ze skalą odczuć wg de Boera (tabela) i wykorzystuje pięciostopniową skalę oraz wzbogaconą jest o dodatkowe określenia, które mają ułatwić dokonanie oceny:

- nie do zniesienia (nie da się pracować – występuje „oślepienie” od oprawy); ta subiektywna ocena może odpowiadać wartości GR ≥ 90
- przeszkadzające (utrudnione rozpoznawanie szczegółów przez pewien czas po spojrzeniu na oprawę); ta subiektywna ocena może odpowiadać wartości $90 > GR \geq 70$
- jeszcze dopuszczalne (nie powoduje jeszcze utrudnień w spostrzeganiu i da się pracować); ta subiektywna ocena może odpowiadać wartości $70 > GR \geq 50$
- zauważalne (powoduje pewien dyskomfort i można pracować przez dość długi czas); ta subiektywna ocena może odpowiadać wartości $50 > GR \geq 30$
- niezauważalne (widać jaskrawe części oprawy, ale nie powoduje to żadnego dyskomfortu); ta subiektywna ocena może odpowiadać wartości GR < 30 .

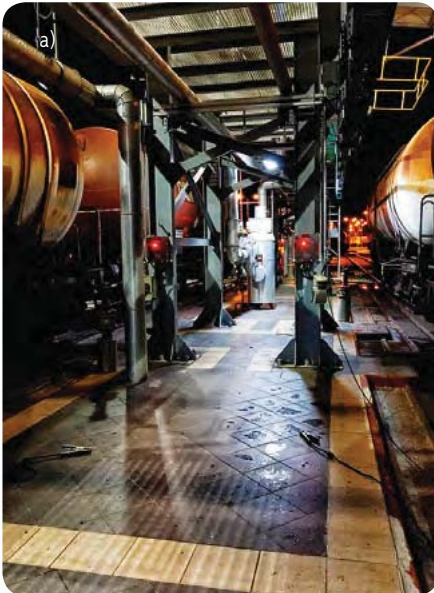
Przeprowadzone przez CIOP-PIB badania na 81 wybranych zewnętrznych stanowiskach pracy w 7 różnych przedsiębiorstwach wskazują na występowanie problemu oślnienia, powodowanego głównie przez oprawy oświetlenia

tymczasowego, ale również przez oprawy oświetlenia ogólnego. Subiektywna ocena oślnienia odpowiadająca średniemu i dużemu stopniu jego odczuwania (41% ankietowanych) wskazuje na występowanie problemu oślnienia przykrego jak i przeszkadzającego na zewnętrznych stanowiskach pracy. Natomiast liczba procentowa ankietowanych pracowników, odczuwających różny stopień oślnienia w poszczególnych przedsiębiorstwach, przedstawiona jest na rys. 4. Analizując pokazane na nim dane, można zauważyć, że najwięcej procentowo osób ankietowanych odczuwało oślnienie o najwyższym nasileniu w stoczni remontowej (podczas czynności piaskowania i malowania na stanowiskach pracy w suchym doku), liniach kolejowych (operacje przy torach kolejowych w przypadku awarii) i tartaku (mechaniczne sortowanie i podnoszenie do stertowania drewna). Jedynie w przedsiębiorstwie wodno-kanalizacyjnym (obsługa instalacji i urządzeń technologicznych oczyszczalni ścieków) jedna osoba (spośród 5, którzy stwierdzili występowanie oślnienia) oceniła oślnienie jako nie do zniesienia. Taka sytuacja wymaga podjęcia działań poprawiających oświetlenie w tych miejscach oraz wskazuje na konieczność weryfikacji obiektywnej oceny poprzez wykonanie pomiaru wskaźnika oślnienia GR i sprawdzeniu z wymaganiami normatywnymi.

Obiektywna ocena oślnienia

Opracowana w CIOP-PIB obiektywna ocena oślnienia składa się z dwóch części:

- pomiarowej – polegającej właściwym dokonaniu pomiaru rozkładu luminancji w celu późniejszego określenia wskaźnika GR z wykorzystaniem miernika matrycowego luminancji (fotometru), tak aby na podstawie serii zdjęć wykonanych w trybie HDR1 uzyskać mapę luminancji w polu widzenia pracownika;
- obliczeniowej – polegającej na wyznaczeniu obliczeniowym wskaźnika GR na podstawie mapy luminancji w specjalnie opracowanym programie. Luminancja dekontrastująca równoważna środowiska (L_{ve}) obliczana jest jako wartość średnia z obszaru tła z wyłączeniem opraw oświetleniowych, a luminancja dekontrastująca całkowita, wywołana przez instalację oświetleniową L_{vt} obliczana jest jako suma średnich luminancji poszczególnych opraw oświetleniowych. Wartości luminancji wyznaczone są z mapy luminancji uzyskanej z pomiarów i wówczas wartość wskaźnika GR wyznaczana jest bezpośrednio ze wzoru (1).



Fot. Widok miejsca pracy, gdzie wykonywany był pomiar wskaźnika oślnienia GR: a) widok obszaru zadania przy cysternach, b) widok fotometru podczas pomiaru

Photo. Scenery of workplace where measurements of GR index were performed: a) task area near the petrol tanker, b) photometer during the measurements

W odniesieniu do zewnętrznych stanowisk pracy obiektywna metoda oceny oślnienia obejmuje następujące kroki:

1) Dokonanie wizji lokalnej wykonywania czynności pracy po zmroku na badanym zewnętrznym stanowisku pracy, a w szczególności określenie:

- obszaru zadania, gdzie wykonywane są czynności pracy

- rodzaju i liczby oprav oświetleniowych występujących wokół obszaru zadania; nadanie poszczególnym opracom oznaczeń

- lokalizacji oprav względem obszaru zadania; wykonanie szkicu miejsca pracy z zaznaczeniem położenia poszczególnych oprav

- rodzaju wykonywanych czynności przez pracownika i na tej podstawie wyznaczenie:

- punktów na obszarze zadania, gdzie wykonywane będą pomiary GR

- typowych kierunków obserwacji podczas wykonywania czynności pracy w poszczególnych punktach

- wysokości położenia oka pracownika (w zależności czy pozycja pracy jest stojąca, siedząca, czy inna)

- oprav występujących w polu widzenia, przy poszczególnych kątach obserwacji (obrotu linii widzenia wokół osi pionowej).

2) Wykonanie serii pomiarów rozkładu luminancji w 8 kierunkach obserwacji (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315°) dla każdego z wybranych punktów pomiaru, tak, aby fotometr umieszczony był na wysokości oczu pracownika i skierowany pod kątem 2° w dół.

3) Analiza uzyskanych z pomiarów obrazów rozkładu luminancji w specjalnie opracowanym programie i wyznaczenie wartości wskaźnika GR w poszczególnych kierunkach.

4) Wybór maksymalnej wyznaczonej wartości wskaźnika GR i porównanie go z wartościami normatywnymi. W przypadku, gdy wyznaczona wartość wskaźnika GR jest większa od normatywnej, oznacza to niewłaściwe ograniczenie oślnienia.

Przykład wyznaczania wskaźnika GR na wybranym stanowisku pracy

Opisywany przykład pochodzi z badań CIOP-PIB, które wykonano na stanowisku pracy w przemyśle petrochemicznym. Pomiar został przeprowadzony w miejscach sprawdzania wagonów i podpięcia uziomów oraz w obszarach, gdzie wykonywano takie czynności, jak: podczepianie uziemienia do cysterny czy otwieranie/zamykanie zaworów. Obszar zadania znajdował się pod zadaszoną wiatą. Widok miejsca pracy, gdzie wykonywane były pomiary wskaźnika GR przedstawiają fotografie.

W wybranym punkcie obszaru zadania, odpowiadającemu czynności podczepiania uziemienia do cysterny, wykonano pomiary rozkładu luminancji zgodnie z opracowaną metodą i wyznaczono wskaźniki GR. Na badanym stanowisku pracy maksymalna wartość wyznaczonego z pomiaru wskaźnika oślnienia wynosiła $GR = 54,12$. Przyjmując ogólnie stosowaną zasadę zaokrąglania wyników pomiarów w górę, do najbliższej wartości całkowitej, można przyjąć, że na tym stanowisku, w wybranym punkcie obszaru zadania, gdzie wykonywane są czynności podczepiania uziemienia do cysterny oraz otwierania/zamykanie zaworów, wskaźnik oślnienia wynosi $GR = 55$. Jako wymagania normatywne przyjęto pkt. 5.10.1 PN-EN 12464-2: [7]: „Operowanie serwisowymi narzędziami, praca przy ręcznej regulowanych zaworach, uruchamianie i zatrzymywanie silników, oświetlanie palników”, w odniesieniu do których wskaźnik GR nie powinien przekraczać $GR_{max} = 55$. Porównując wartość GR wyznaczoną z pomiarów z wartością normatywną, można stwierdzić, że wymagania normatywne odnośnie do ograniczenia oślnienia przykrego były spełnione na tym stanowisku pracy. Natomiast subiektywna ocena oślnienia pracowników na tym stanowisku pracy odpowiadała ocenie jeszcze dopuszczalne, co odpowiada $70 > GR \geq 50$, czyli była zgodna z otrzymanym wynikiem pomiaru.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono metodę oceny oślnienia na zewnętrznych stanowiskach pracy, dokonywaną na podstawie oceny subiektywnej odczuwanego oślnienia oraz na podstawie analizy obrazu cyfrowego rozkładu luminancji, uzyskanego z pomiaru fotometrem matrycowym. Metoda ta pozwala na wyznaczenie indeksu oślnienia GR, służącego do oceny oślnienia przykrego na zewnętrznych stanowiskach pracy. Wyznaczone na podstawie pomiaru wskaźniki GR można porównać z wymaganiami normatywnymi [7] i tym samym ocenić, czy oślnienie jest odpowiednio ograniczone na danym stanowisku pracy.

Dotychczasowe badania pokazują, że ocena ta powinna dawać możliwość pomiaru wskaźnika GR w dowolnym punkcie w obszarach zadania na zewnętrznych stanowiskach pracy, bez konieczności posiadania informacji o danych fotometrycznych zastosowanych opraw i źródeł światła. Dodatkowo, metoda ta może być stosowana w stosunku do każdego rodzaju odbić powierzchni środowiska, w tym i powierzchni odbijających w sposób kierunkowy. Oznacza to, że pomiar GR umożliwia uwzględnienie pośrednich źródeł oślnienia, które mogą powstać w wyniku odbicia światła od połyskliwych powierzchni w polu widzenia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Wolska A. *Promieniowanie optyczne w środowisku pracy*. Warszawa, CIOP-PIB, 2013
- [2] Wolska A. *Oświetlenie a wypadki przy pracy*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka”, 2003, 9, 386, 13-15
- [3] Babović P. *Occupational accidents s indicator s of inadequate work conditions and work environment*. „Acta Medica Medianane” 2009, vol. 48, nr 4, 22-26
- [4] Wolska A. *Metoda oceny ryzyka zawodowego związanego ze sztucznym promieniowaniem optycznym zgodnie z nowymi wymaganiami prawa*. „Prace Instytutu Elektrotechniki” 2012, z. 256, 156-170
- [5] International Commission on Illumination (CIE). *Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting*, Technical Report no 112: CIE, Vienna, 1994
- [6] International Commission on Illumination (CIE). *Guide for Lighting Exterior Work Areas*. CIE Publication No 129 (TC 5-13). Vienna, 1998
- [7] PN-EN 12464-2:2014 (E) Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 2: miejsca pracy na zewnątrz
- [8] Sawicki D., Wolska A. Problems related to the angular resolution of the ILM for GR index determination. „Przegląd Elektrotechniczny”, 2016, 92, 9: 173-177
- [9] Hargroves R.A., Henry I.C., Trezzi M. *Glare evaluation of tennis court lighting*. „Lighting Research & Technology” 1986, vol. 18, no. 4, 157-160

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.