

mgr inż. ANDRZEJ PAWLAK
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

System oświetlenia stanowisk pracy z komputerem dla osób niedowidzących



Fot. Michael Hansburg/Bigstockphoto

W artykule przedstawiono przykładowe oprawy oświetlenia miejscowego przeznaczone do oświetlania stanowisk pracy osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia. Na podstawie analizy cech użytkowych tych opraw zaproponowano system oświetlenia składający się z opraw oświetlenia ogólnego i oprawy oświetlenia miejscowego. W obu tych oprawach jest możliwa regulacja poziomu natężenia oświetlenia oraz temperatury barwowej.

Lighting system design for a computer workstation for eyesight impaired people

This paper presents examples of local luminaires designed for lighting workplaces for people with moderately impaired eyesight. An analysis of the functional properties of luminaires results in a proposal for a lighting system. It consists of a general luminaire as well as a local luminaire. Both luminaires are equipped with a device for adjusting illuminance and colour temperature.

Wstęp

Z ostatniego, ogólnopolskiego reprezentatywnego badania stanu zdrowia ludności Polski, przeprowadzonego przez Główny Urząd Statystyczny na przełomie listopada i grudnia 2004 r. wynika, że liczba zarejestrowanych osób niepełnosprawnych w wieku powyżej 15 lat wynosiła w naszym kraju 6206 tys. [1]. Spośród całkowitej liczby niepełnosprawnych prawie 30% stanowią osoby z uszkodzeniami i chorobami narządu wzroku; w tej liczbie jest 138 500 osób niewidomych lub poważnie niedowidzących [1]. Zgodnie z danymi Polskiego Związku Niewidomych (za 2006 r.) liczba zarejestrowanych osób niedowidzących w znacznym i umiarkowanym stopniu wynosiła 61 526, natomiast liczba niewidomych pracujących – 5 396 osób [2].

Osoby o umiarkowanym stopniu upośledzeniu widzenia* (nazywane inaczej niedowidzącymi) stanowią szczególną grupę pracowników, która powinna mieć zapewnione warunki oświetleniowe dostosowane do wymogów zmienionej czynnościowo

* Określenie „umiarkowany” odnosi się do osób o naruszonej sprawności organizmu, zdolnych do wykonywania pracy na stanowisku przystosowanym do potrzeb i możliwości wynikających z niepełnosprawności; wymagających w celu wypełnienia ról społecznych częściowej lub okresowej pomocy innej osoby [ustawa z dn. 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy o rehabilitacji zawodowej i społecznej oraz zatrudnianiu osób niepełnosprawnych (DzU nr 40, poz. 223)]

narządu wzroku. Niska sprawność widzenia, która dodatkowo pogarsza się wraz z wiekiem, często uniemożliwia nie tylko wykonywanie precyzyjnej pracy wzrokowej, ale nawet prostych czynności wzrokowych, takich jak czytanie, czy wręcz utrudnia poruszanie się. Problem oświetlenia stanowisk pracy osób o umiarkowanym stopniu upośledzeniu widzenia traktowany jest powierzchownie. Brak jest badań oraz projektów poświęconych konkretnym rozwiązaniom na stanowiskach pracy i w środowisku pracy, które zapewniłyby tym osobom bezpieczeństwo oraz komfortowe warunki pracy. W PN-EN 12464-1: 2004 dotyczącej oświetlenia [3] zaleca się tylko zwiększenie poziomu natężenia oświetlenia w przypadku, gdy „zdolność wzrokowa pracownika jest poniżej normy”. Zalecenie to nie we wszystkich przypadkach chorób narządu wzroku jest jednak słuszne.

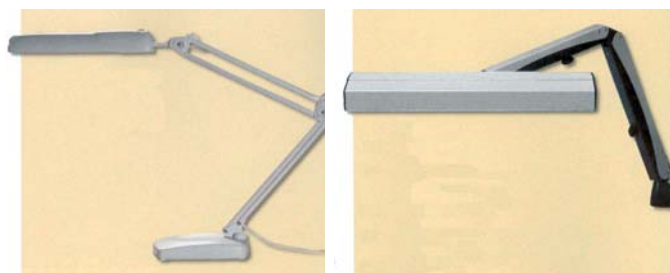
W publikacji Międzynarodowego Komitetu Oświetleniowego (CIE), [4] dotyczącej problematyki oświetlenia w aspekcie osób niedowidzących, jako przykładowe sposoby doświetlania stanowisk pracy tej grupy osób zalecono stosowanie typowych opraw oświetlenia miejscowego. W dwóch z tych opraw jako źródła światła stosowane są żarówki, a w jednej – świetłówki kompaktowe. W żadnej nie ma możliwości regulacji strumienia świetlnego ani barwy światła, nie jest też możliwa

regulacji wysokości opraw. W publikacji tej zaproponowano np. sposób doświetlania „kącika do czytania” za pomocą oprawy stojącej (fot. 1.). Oprawa ta ma już regulację wysokości położenia oraz asymetryczne ukierunkowanie



Fot. 1. Oprawa przewidziana do doświetlenia miejsca do czytania [4]

Photo 1. A luminaire intended for additional illumination of a place for reading [4]



Fot. 2. Przykładowe oprawy oświetlenia miejscowego firmy Schweizer [5]
 Photo 2. Sample Schweizer local luminaires [5]



Fot. 3. Przykładowe oprawy stojące firmy Daylight [6]
 Photo 4. Sample Daylight standing luminaires [6]

strumienia świetlnego, ale nie przewidziano możliwości regulacji strumienia świetlnego ani barwy światła.

Tak więc, jak dotychczas, nie określono optymalnych wartości parametrów oświetlenia i preferowanego systemu oświetlenia pomieszczeń oraz stanowisk pracy przewidzianych dla osób niedowidzących. Niniejszy artykuł ma na celu przybliżenie czytelnikom określonych typów opraw oświetlenia miejscowego, które są zalecane przez Poradnię Usprawniania Widzenia Polskiego Związku Niewidomych, wraz z ich krótką charakterystyką oraz przedstawienie autorskiej propozycji systemu oświetlenia złożonego (składającego się z oprawy oświetlenia ogólnego i miejscowego), przewidzianego do oświetlania stanowisk pracy z komputerami dla osób o umiarkowanym stopniu upośledzeniu widzenia.

Oprawy oświetlenia miejscowego zalecane osobom o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia

Poradnia Usprawniania Widzenia Polskiego Związku Niewidomych zaleca do doświetlania stanowisk pracy dla osób niedowidzących oprawy miejscowe produkcji dwóch firm: Schweizer oraz Daylight. Obie konstrukcje są w zasadzie bardzo podobne: zastosowano w nich świetłówki kompaktowe z możliwością wyboru temperatury barwowej – od ciepłej przez pośrednią do zimnej (fot. 2.).

W żadnej oprawie nie ma jednak możliwości regulacji strumienia świetlnego ani barwy świa-

ła, w jednym z typów opraw zastosowano natomiast elektroniczny układ zapiónowy.

Firma Daylight ma również w swojej ofercie oprawy oświetlenia miejscowego oraz oprawy stojące. W oprawach stojących zastosowano świetłówki kompaktowe o zimnej barwie światła. Jak widać na fot. 3., jedna z nich ma możliwość regulacji wysokości – obie muszą być usytuowane bezpośrednio nad płaszczyzną roboczą. W żadnej z opraw nie ma natomiast możliwości regulacji strumienia świetlnego oraz barwy światła.

Oferta firmy Daylight dotycząca opraw oświetlenia miejscowego zawiera różne rozwiązania – od prostych do nieco bardziej skomplikowanych. Przykłady opraw pokazano na fot. 4. Zastosowano w nich świetłówki o mocy 11 W, lub 2 x 15 W, o wskaźniku oddawania barw powyżej 80 i dowolnie wybranej temperaturze barwowej.

W oprawie firmy Daylight o nazwie Twist' zastosowano świetłóvkę o mocy 13 W, wskaźniku oddawania barw powyżej 80 i zimnej temperaturze barwowej. Oprawa ta charakteryzuje się dużym kątem świecenia. Zastosowano w niej elektroniczny układ zapiónowy, który eliminuje migotanie światła oraz efekt stroboskopowy (fot. 5.).

Ta sama firma zaprojektowała serię opraw z dodatkowym szkłem powiększającym 1,75 raza o średnicy 130 mm, zamontowanym na ruchomym wysięgniku o długości 46 cm. Szkło powiększające oświetlane jest bezpośrednio przez oprawę znajdującą się nad nim.

W oprawach zastosowano świetłówki o mocy, kolejno: 11, 18 i 20 W (fot. 6.). Oprawy te stosowane są przede wszystkim do wykonywania różnego rodzaju prac ręcznych.

Praca wzrokowa wykonywana z zastosowaniem opraw pokazanych na fot. 6. jest znacznie mniej męcząca niż z wykorzystaniem oprawy przedstawionej na fot. 7., w której również zamontowano szkło powiększające, ale nieoświetlane bezpośrednio, a podświetlane po obwodzie przez świetłóvkę kołową o mocy 22 W. Przyczyną szybszego zmęczenia wzroku jest występujące po obwodzie szkła powiększającego zniekształcenie obrazu. Zastosowane w niej szkło może mieć powiększenie 1,75 lub 2,25 raza i średnicę 130 mm.

Kolejnym przykładem oświetlenia miejscowego dla osób niedowidzących, opracowanym w firmie Daylight jest oprawa Slimline, w której zastosowano świetłóvkę o bardzo małej średnicy, typu T2, o mocy 11 W (fot. 8.).

Jak łatwo zauważyć, w zaprezentowanych przykładach opraw dla osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia brak jest takich rozwiązań konstrukcyjnych, które jednocześnie zapewniłyby możliwość płynnej regulacji natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej wraz z płynną regulacją barwy światła oraz regulacją wysokości położenia oprawy. Uwzględnienie tych aspektów jest istotne dla tej grupy osób, ze względu na ich zróżnicowane potrzeby w kwestii widzenia, a także możliwość zmian tych potrzeb w trakcie dnia.



Fot. 4. Przykładowe oprawy oświetlenia miejscowego firmy Daylight [6]
 Photo 4. Sample Daylight local luminaires [6]



Fot. 5. Oprawa oświetlenia miejscowego Twist' firmy Daylight [6]
 Photo 5. A Twist' (Daylight) local luminaire [6]





Fot. 6. Przykładowe oprawy oświetlenia miejscowego firmy Daylight, w których zamontowano szkła powiększające [6]

Photo 6. Sample Daylight local luminaires with a mounted magnifying glass [6]



Fot. 7. Przykładowa oprawa oświetlenia miejscowego firmy Daylight z podświetlanym szkłem powiększającym [6]

Photo 7. A sample Daylight local luminaire with an illuminated magnifying glass [6]

Równie istotna jest możliwość dostosowania barwy światła oraz poziomu natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej do rodzaju wykonywanej czynności [4, 7, 8]. W przypadku stosowania świetlówek powinny one być zasilane za pomocą elektronicznych układów zapłonowych w celu uniknięcia uciążliwego migotania światła. Oświetlenie to powinno być równomierne na płaszczyźnie roboczej oraz nie powodować oślnienia ani rażących odbłasków. Ponadto oprawa nie może być usytuowana nisko oraz z boku płaszczyzny roboczej, gdyż pojawią się wówczas cienie utrudniające pracę [4]. Część świecąca oprawy nie powinna również znajdować się nad polem zadania, a w szczególności nad głową osoby siedzącej przy stanowisku, gdyż może to powodować powstawanie niepożądanych cieni. Istotne jest również, aby obudowa oprawy nie nagrzewała się w dużym stopniu.

Propozycja systemu oświetlenia stanowisk pracy dla osób niedowidzących

W dostępnych na rynku oprawach oświetlenia miejscowego ze świetłówkami możliwe jest stosowanie źródeł o różnych temperaturach barwowych, ale zawsze o jednej wartości, bez możliwości jej regulacji. Jeżeli oprawa oświetla pole zadania z dużym poziomem natężenia oświetlenia, to umieszczona jest w małej odległości od niego, przez co oświetla mały obszar. W oprawach stojących odległość oprawy jest regulowana, ale musi być ona umieszco-

na bezpośrednio nad polem zadania i głową danej osoby. Praktycznie w żadnej z opraw nie zastosowano układu do regulacji poziomu natężenia oświetlenia, pomimo że takie układy w oprawach z żarówkami czy świetłówkami są powszechnie znane. W związku z powyższymi wnioskami stwierdzono, że najbardziej odpowiednimi źródłami światła, które można zastosować do oprawy oświetlenia miejscowego, są diody świecące dużej mocy. W związku z brakiem na rynku systemu oświetleniowego przewidzianego do oświetlania stanowisk pracy osób niedowidzących, w Pracowni Promieniowania Optycznego CIOP-PIB wykonano taki system, z uwzględnieniem szczególnych potrzeb osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia. Najistotniejszym elementem tego systemu jest oprawa miejscowa, która ma doświetlić stanowisko pracy.

Model oprawy oświetlenia miejscowego

Model opracowanej oprawy oświetlenia miejscowego przedstawiono na fot. 9. Zastosowano w nim diody dużej mocy typu K2 w wersji star. W układzie optycznym z tą diodą zastosowano soczewkę o kącie rozsyłu strumienia świetlnego wynoszącym 22°. W wykonanym modelu oprawy użyto 12 diod świecących – 6 o zimnej (dziejnej) barwie światła i 6 o barwie pośredniej (chłodno-białej).

Model ten charakteryzuje się m.in. następującymi cechami:

- układ świetlny-optyczny o rozsyłe asymetrycznym

- w obszarze pola zadania wzrokowego natężenie oświetlenia wynosi około 1 500 lx z możliwością płynnej regulacji od 0 do około 4 000 lx przy normatywnej [7] równomierności ($\delta \geq 0,7$)

- temperatura barwowa emitowana przez oprawę jest płynnie regulowana w zakresie od barwy pośredniej (chłodno-białej) do barwy zimnej (dziejnej)

- wskaźnik oddawania barw jest na poziomie dużym (rzędu 80)

- odległość pomiędzy częścią świecąca oprawy a polem zadania wynosi około 1 m, z możliwością regulacji w dół i w górę

- wydzielanie ciepła z układu świetlny-optycznego oprawy jest maksymalnie ograniczone.

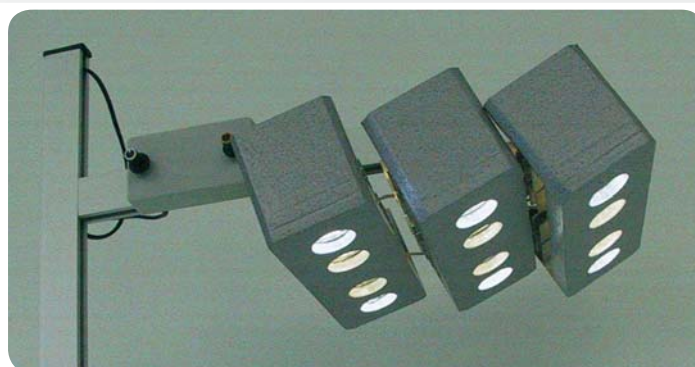
Przy maksymalnym wysterowaniu strumienia świetlnego wszystkich diod średnia wartość natężenia oświetlenia na obszarze o wymiarach 0,8 x 0,4 m wynosi $E_{sr} = 2\ 828\ \text{lx}$ (przy odległości płaszczyzny roboczej od części świecącej oprawy wynoszącej 1 m). Natomiast obszar o normatywnej [3] równomierności oświetlenia ($\delta \geq 0,7$) wynosi 0,3 x 0,3 m, przy średniej wartości natężenia oświetlenia $E_{sr} = 3\ 988\ \text{lx}$.

Wyznaczony na podstawie pomiarów spektrometrycznych zakres zmian temperatury barwowej wynosi od 3 867 K do 4 789 K i jest w zupełności wystarczający do zapewnienia zmian barwy światła zgodnej z preferencjami osób niedowidzących. W praktyce zakres regulacji temperatury barwowej



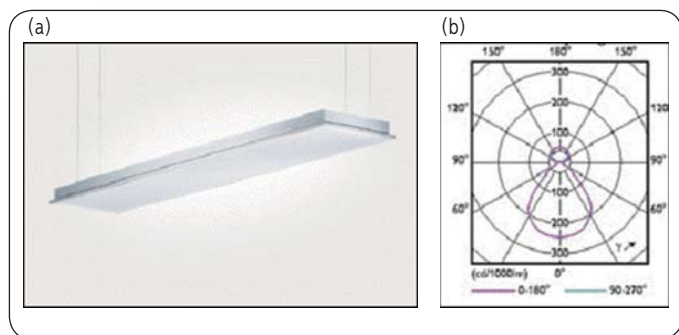
Fot. 8. Oprawa oświetlenia miejscowego Slimline firmy Daylight [6]

Photo 8. A Slimline (Daylight) local luminaire [6]



Fot. 9. Widok modelu oprawy oświetlenia miejscowego przeznaczonego do oświetlania stanowisk pracy osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia (fot. autora)

Photo 9. A model of a local luminaire model for illuminating workplaces for moderately eyesight impaired people (photo: Andrzej Pawlak)



Fot. 10. Oprawa Savio firmy Philips (a) oraz jej krzywa światłości (b), [10]
Photo 10. A Savio (Philips) luminaire and its luminous curve, [10]

jest zależny od wartości temperatury barwowej zastosowanych diod. Zastosowane diody, zgodnie z deklaracją producenta [9] mają dużą wartość wskaźnika oddawania barw. Zastosowanie w modelu tej oprawy obecnie produkowanych diod świecących Luxen Rebel (firmy LUMILEDS) spowoduje, że wartość tego wskaźnika będzie wynosiła ponad 80.

Proponowana oprawa oświetlenia ogólnego

Na podstawie dokonanego przeglądu opraw oświetlenia ogólnego o regulowanej temperaturze barwowej stwierdzono, że do systemu oświetlania stanowisk pracy obsługiwanych przez osoby o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia, najbardziej odpowiednie są oprawy oświetlenia ogólnego ze świetlówkami o różnych wartościach temperatury barwowej. Oprawa taka produkowana jest m.in. przez firmę Philips: jest to model Savio, dostępny również w wersji zwieszakowej (fot. 10.).

Zastosowana w tej oprawie płyta o optyce złożonej z bardzo dużej liczby mikrosoczewek (tzw. optyka MLO) daje wrażenie, że cała oprawa świeci równomiernie od krawędzi do krawędzi, zapewniając jednorodną „powierzchnię światła”. Właśnie dzięki tej płycie z optyką MLO, przy oświetleniu bezpośrednim za pomocą trzech świetlówek o mocy 49 W nie są one widoczne, dzięki czemu zapewnione jest bardzo dobre ograniczenie oślnienia ze wszystkich kątów patrzenia. Na podstawie danych producenta oprawa ta spełnia wymaganie zawarte w PN-EN 12464-1:2004 [3], dotyczące średniej luminancji opraw odbijających się na ekranie monitora o dobrej lub średniej jakości. Dla tej oprawy luminancja ta wyznaczona powyżej kąta granicznego wynoszącego 65° jest mniejsza od 1000 cd/m². Dzięki temu wskaźnik ujednoliconej oceny oślnienia UGR jest mniejszy od 19 we wszystkich kierunkach patrzenia. Należy również zwrócić uwagę na krzywą światłości tej oprawy, która w znacznym stopniu ogranicza oślnienie. Dzięki temu

może ona z powodzeniem zastąpić oprawy z rastrami typu „dark-light”, które są przewidziane i powszechnie stosowane do oświetlania stanowisk pracy z komputerami. Ponadto światło emitowane z tej oprawy nie powoduje jaskrawych odbić na ekranach monitorów. Sprawność jej wynosi ponad 67%.

Oprawa Savio umożliwia także realizację oświetlenia dynamicznego pozwalając na zmianę temperatury barwowej emitowanego światła w zależności od indywidualnych preferencji, nastroju, zmiany pory dnia czy roku. W oprawie tej jest możliwa indywidualna zmiana temperatury barwowej pomiędzy wartościami 3 000 i 5 000 K poprzez zastosowanie w nich cyfrowych stateczników elektronicznych Dali. Wersja oprawy zawierająca symbol CVC ma zamontowany odbiornik podczerwiieni i odpowiedni sterownik. Układ ten umożliwia indywidualną i bardzo prostą regulację barwy światła i strumienia świetlnego za pomocą pilota IRT 7090.

W oprawie zamontowano trzy świetlówki Philips Master TL 5 HQ o mocy 54 W. Dwie świetlówki mają temperaturę barwową 6500 K, a jedna – 2700 K. Zależność pomiędzy wartościami temperatury barwowej i związany z tym współczynnik korygujący sprawność oprawy oraz jej strumień świetlny i maksymalną wartość natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej (wyznaczoną przy odległości oprawa – płaszczyzna robocza 1,20 m) przedstawiono w tabeli.

Podsumowanie

Wykonany model oprawy oświetlenia miejscowego tworzy w połączeniu z opisaną oprawą oświetlenia ogólnego firmy Philips – Savio system oświetleniowy, przeznaczony szczególnie do oświetlania stanowisk pracy z komputerami dla osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia. Przemawiają za tym jego właściwości użytkowe, takie jak regulacja poziomu natężenia oświetlenia na polu zadania oraz możliwość zmian temperatury barwowej. Zakres regulacji temperatury bar-

wowej oprawy Savio jest zgodny z zakresem temperatury barwowej uzyskiwanej w skonstruowanej oprawie oświetlenia miejscowego.

Opracowany system oświetlenia pozwoli każdemu pracownikowi na indywidualne dopasowanie warunków oświetleniowych do swoich potrzeb, wynikających z różnych wad wzroku oraz stopnia trudności wykonywanej pracy wzrokowej. Możliwa będzie również zmiana warunków oświetleniowych w ciągu całego dnia pracy. Taki system oświetlenia może przyczynić się do zapewnienia tym osobom bezpieczeństwa oraz poprawy warunków pracy, a w praktyce przełożyć się na zmniejszenie liczby popełnianych błędów czy większą wydajność pracy oraz na zmniejszenie obciążenia narządu wzroku u tej grupy pracowników.

PIŚMIENNICTWO

[1] Stan zdrowia ludności Polski w 2004 r. www.stat.gov.pl
[2] Strony internetowe: www.pzn.org.pl; www.niepelnosprawni.info; www.pelnosprawniowpracy.pl
[3] PN-EN 12464-1: 2004. Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach
[4] Technical Report. Low Vision. Lighting needs for the partially sighted. CIE123-1997
[5] Katalog Lightings. Schweizer. www.schweizer-optik.de
[6] Katalog Art. & Draft Lamps 2007. The perfect lamp for all your hobbies. Product Guide. Daylight. http://uk.daylightcompany.com/
[7] K. Kowalski Mieszkanie dostępne dla osób z dysfunkcjami wzroku. Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji. Warszawa, http://www.niepelnosprawni.pl
[8] Poradnik pracodawcy osób niedowidzących i słabowidzących. Fundacja Aware Europe, Warszawa 2000
[9] Technical Datasheet DS. 51. Power light source. Luxeon K2. Philips Lumileds Lighting company 2008
[10] Savio. Pure light. International brochure. Philips 2005

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.