

Andrzej PAWLAK

PROPOZYCJA OŚWIETLENIA MIEJSC PRACY OSÓB O UMIARKOWANYM UPOŚLEDZENIU WIDZENIA

STRESZCZENIE *W referacie opisano specyfikę widzenia oraz preferencje oświetleniowe osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia. Zaprezentowano przykładowe sposoby oświetlenia stanowisk pracy przeznaczone dla tej grupy osób zaczerpnięte z literatury zagranicznej. Określono założenia, jakie powinna spełniać oprawa oświetlenia miejscowego przewidziana do doświetlania stanowisk pracy osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia oraz opisano konstrukcję modelu takiej oprawy opracowanego w CIOP-PIB, wraz z wynikami pomiarów parametrów świetlnych.*

Słowa kluczowe: *umiarkowane upośledzenie widzenia, diody świecące dużej mocy (LED), wskaźnik oddawania barw, temperatura barwowa*

1. WSTĘP

Zgodnie z danymi Polskiego Związku Niewidomych (za 2006 r.) [8] liczba zarejestrowanych we wszystkich grupach wiekowych osób niepełnosprawnych

mgr inż. Andrzej PAWLAK
e-mail: anpaw@ciop.pl

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Pracownia Promieniowania Optycznego

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 244, 2010

w znacznym i umiarkowanym stopniu wynosiła 61 526, natomiast liczba niewidomych pracujących - 5 396 osób. Osoby o umiarkowanym upośledzeniu widzenia stanowią szczególną grupę pracowników, która powinna mieć zapewnione warunki oświetleniowe dostosowane do wymogów zmienionego czynnościowo 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 jak czytanie czy poruszanie się. Wtórny skutkiem może być depresja, przedwczesna rezygnacja z życia społecznego. W warunkach niskich poziomów natężenia oświetlenia stwierdza się spadek zdolności spostrzegania objawiający się upośledzeniem widzenia zmierzchowego i adaptacji do ciemności. Prawidłowe oświetlenie z możliwością jego regulacji jest zaliczane do grupy pomocy nieoptycznej ułatwiającej widzenie.

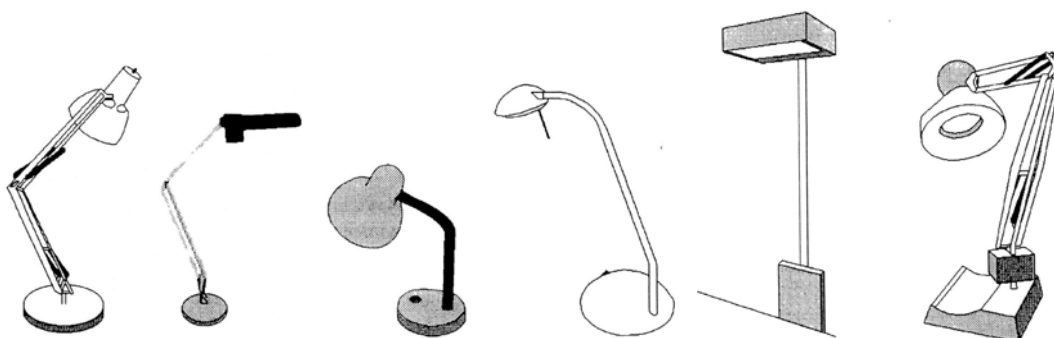
Jak dotąd nie określono optymalnych parametrów oświetlenia i preferowanego systemu oświetlenia pomieszczeń oraz stanowisk pracy dla osób o umiarkowanym stopniu upośledzenia widzenia. W związku z brakiem na rynku systemu oświetleniowego przewidzianego do oświetlania stanowisk pracy osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia postanowiono wykonać taki system, z uwzględnieniem preferencji tej grupy osób. Najistotniejszym elementem tego systemu jest oprawa miejscowa, która ma doświetlić stanowisko pracy. Z dostępnej literatury [3, 7, 9] wynika, że ze względu na zróżnicowane potrzeby osób z upośledzeniem widzenia, a także możliwość zmian tych potrzeb w trakcie dnia, istotna jest możliwość dostosowania poziomu natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej do rodzaju wykonywanej czynności. Również barwa światła powinna mieć możliwość regulacji. W przypadku stosowania świetlówek powinny one być zasilane za pomocą elektronicznych układów zapłonowych w celu uniknięcia uciążliwego migotania światła. Oświetlenie to powinno być równomierne oraz nie powodować olśnienia ani rażących odbłasków. Oprawa nie może być usytuowana nisko oraz z boku płaszczyzny roboczej, gdyż pojawiają się wówczas cienie utrudniające pracę [9]. Część świecąca oprawy nie może również znajdować się nad płaszczyzną roboczą, a w szczególności nad głową osoby siedzącej przy stanowisku. Istotne jest również, aby obudowa oprawy nie nagrzewała się w dużym stopniu. Z informacji zawartych w literaturze [7] wynika również, że osoby te mogą gorzej widzieć przy świetle świetlówek. Na podstawie tych zaleceń stwierdzono, że najbardziej odpowiednimi źródłami światła, które można zastosować w budowanym modelu oprawy oświetlenia miejscowego, są diody świecące dużej mocy.

2. AKTUALNY STAN ROZWIĄZAŃ OPRAW PRZEWIDZIANYCH DLA OSÓB O UMIARKOWANYM UPOŚLEDZENIU WIDZENIA

Problem oświetlenia stanowisk pracy osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia traktowany jest powierzchownie. Brak jest badań oraz projektów poświęconych konkretnym rozwiązaniom stanowisk pracy i środowiska pracy, które zapewniałyby bezpieczne i komfortowe warunki pracy. Wymagania europejskiej normy oświetleniowej (PN-EN 12464-1: 2004 [11]) podają jedynie zalecenie zwiększenia poziomu natężenia oświetlenia w przypadku, gdy „zdolność wzrokowa pracownika jest poniżej normy”. Jak dotąd nie określono optymalnych parametrów oświetlenia i preferowanego systemu oświetlenia pomieszczeń i stanowisk pracy dla tej grupy pracowniczej.

W ostatnich latach zauważa się zwiększenie liczby publikacji oraz różnego rodzaju opracowań [1, 2, 4, 5] poświęconych ograniczeniom psychofizjologicznym osób niepełnosprawnych, w których scharakteryzowano wiele cech wpływających na ich funkcjonowanie w pracy.

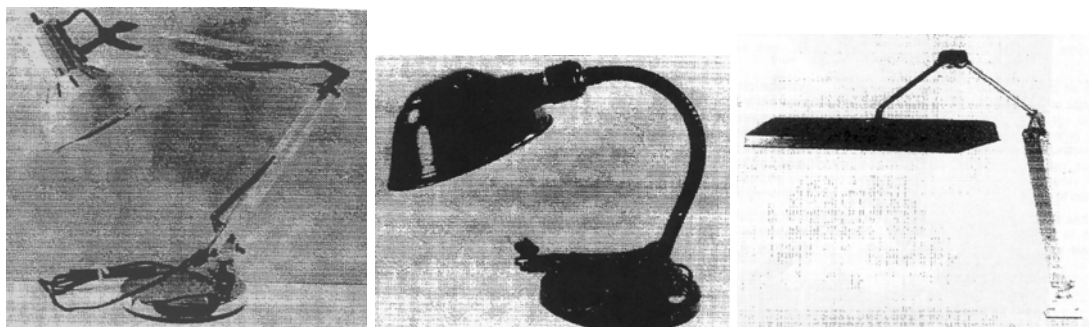
Badania opublikowane w [1] dotyczyły preferencji oświetleniowych osób niedowidzących, które pracują w biurze. W badaniach tych wykorzystano typowe, i to niestety nie najlepszej klasy, oprawy miejscowe. Ich rodzaje przedstawiono na rysunku 1. Poza tym badania te trwały bardzo krótko i polegały na adresowaniu kopert oraz czytaniu tekstu na ekranie. O zmęczeniu wzroku świadczył czas wykonania pracy oraz liczba popełnionych błędów. Niestety, z badań tych nie uzyskano żadnych konkretnych wniosków.



Rys. 1. Oprawy użyte w badaniach zmęczenia wzroku osób niedowidzących [1]

W publikacji Międzynarodowego Komitetu Oświetleniowego (CIE) [9] dotyczącej zagadnień oświetleniowych tylko w aspekcie osób niedowidzących,

jako przykładowe propozycje służące doświetleniu stanowisk pracy podano również typowe oprawy oświetlenia miejscowego (rys. 2).



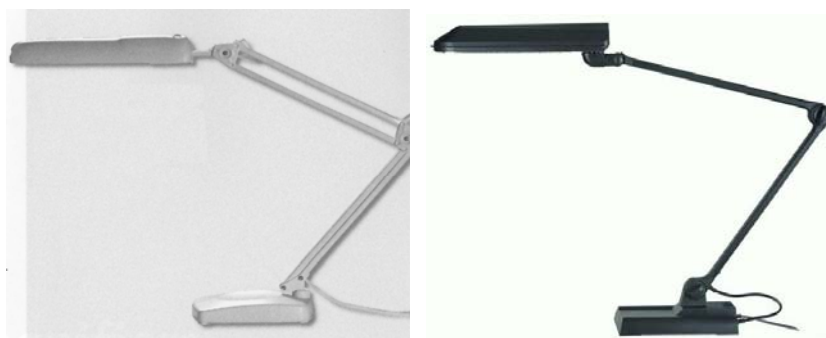
Rys. 2. Przykładowe oprawy miejscowe zalecane przez CIE [9]



Rys. 3. Oprawa przewidziana do doświetlenia miejsca do czytania [9]

W dwóch z tych opraw jako źródła światła stosowane są żarówki, a w jednej świetlówki kompaktowe. W żadnej z tych opraw nie ma możliwości regulacji strumienia świetlnego oraz barwy światła. Jak widać z tych rysunków w jednej oprawie nie ma nawet możliwości regulacji jej wysokości. Również w tej publikacji CIE [9] zaproponowano sposób doświetlenia „kącika do czytania” za pomocą oprawy stojącej (rys. 3). Oprawa ta ma już regulację wysokości oraz asymetryczne ukierunkowanie strumienia świetlnego, ale nie przewidziano możliwości regulacji strumienia świetlnego oraz barwy światła.

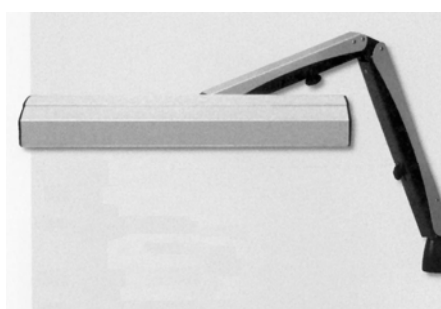
Poradnia Usprawniania Widzenia Polskiego Związku Niewidomych, do doświetlenia stanowisk pracy dla osób niedowidzących, zaleca oprawy miejscowe dwóch firm: SCHWEIZER oraz DAYLIGHT. Konstrukcje opraw miejscowych obu firm są w zasadzie bardzo podobne. We wszystkich zastosowano świetlówki kompaktowe, o mocy 11 lub 18 W z możliwością wyboru ich temperatury barwowej – od ciepłej przez pośrednią do zimnej (rys. 4).



Rys. 4. Przykładowe oprawy miejscowe firmy SCHWEIZER [13]

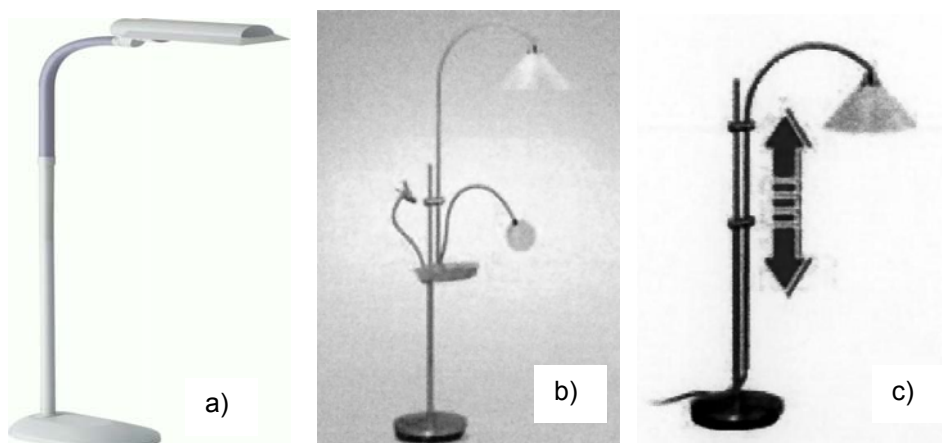
W żadnej oprawie nie ma możliwości regulacji strumienia świetlnego oraz barwy światła. Natomiast w jednym z typów opraw zastosowano elektroniczny układ zapłonowy.

Na rysunku 5 pokazano oprawę firmy SCHWEIZER, w której można zastosować jednocześnie dwie świetlówki – np. jedną o barwie zimnej, a drugą o barwie ciepłej. Zarówno firma SCHWEIZER jak i DAYLIGHT ma w swojej ofercie oprawy stojące. W oprawach tych mogą być zastosowane świetlówki kompaktowe o barwie od ciepłej przez pośrednią do zimnej



Rys. 5. Przykładowa oprawa miejscowa firmy SCHWEIZER, w której zastosowano dwie świetlówki o różnych barwach [13]

Jak widać na rysunku 6, jedna z nich ma możliwość regulacji wysokości. Natomiast muszą być one usytuowane bezpośrednio nad płaszczyzną roboczą. W żadnej z opraw nie ma możliwości płynnej regulacji strumienia świetlnego oraz barwy światła.



Rys. 6. Przykładowe oprawy stojące firmy SCHWEIZER [13] (a) i DAYLIGHT [12] (b) i (c)

W ofercie firmy DAYLIGHT znajdują się również oprawy oświetlenia miejscowego – od prostych rozwiązań do nieco ambitniejszych. Typowe oprawy pokazano na rysunku 7. Zastosowano w nich świetlówki o mocy 11 W, lub 2 x 15 W, wskaźniku oddawania barw powyżej 80 i dowolnie wybranej temperaturze barwowej.



Rys.7. Przykładowe oprawy miejscowe firmy DAYLIGHT ze świetlówkami o mocy 11 W i 2 x 15 W [12]

W oprawie firmy DAYLIGHT o nazwie *Twist'* zastosowano świetlówkę o mocy 13 W, wskaźniku oddawania barw powyżej 80 i zimnej temperaturze barwowej. W oprawie tej zastosowano elektroniczny układ zapłonowy, który eliminuje migotanie światła oraz efekt stroboskopowy oraz charakteryzuje ją duży kąt świecenia (rys. 8).



Rys. 8. Oprawa miejscowa *Twist'* firmy DAYLIGHT ze świetlówką o mocy 13 W [12]

Ciekawym rozwiązaniem jest seria opraw z zastosowanym dodatkowo szkłem powiększającym 1,75 raza o średnicy 130 mm zamontowanym na ruchomym wysięgniku o długości 46 cm. Szkło to oświetlane jest bezpośrednio przez oprawę znajdującą się ponad nim. W oprawach tych zastosowano świetłówki o mocy, kolejno, 11, 18 i 20 W (rys. 9).



Rys. 9. Przykładowe oprawy miejscowe firmy DAYLIGHT, w których zastosowano szkła powiększające [12]

Oprawy te stosowane są przede wszystkim do wykonywania różnego rodzaju prac ręcznych (rys. 10).



Rys. 10. Przykładowe zastosowanie opraw ze szklami powiększającymi [12]

Praca wzrokowa wykonywana z zastosowaniem opraw pokazanych na rysunku 9 i 10 jest znacznie mniej męcząca niż z wykorzystaniem oprawy pokazanej na rysunku 11, w której również zastosowano szkło powiększające, ale nie oświetlane bezpośrednio, a podświetlane po obwodzie przez świetłówkę kołową o mocy 22 W. Przyczyną szybszego zmęczenia wzroku jest występują-

ce po obwodzie szkła powiększającego zniekształcenie obrazu. Zastosowane w niej szkło może mieć powiększenie 1,75 lub 2,25 raza i średnicę 130 mm.



Rys. 11. Przykładowa oprawa miejscowa firmy DAYLIGHT z podświetlanym szkłem powiększającym [12]

Kolejnym ciekawym rozwiązaniem oprawy oświetlenia miejscowego firmy DAYLIGHT jest oprawa Slimline (rys. 12), w której zastosowano świetlówkę o bardzo małej średnicy, typu T2, o mocy 11 W.



Rys. 12 Oprawa miejscowa Slimline firmy DAYLIGHT ze świetlówką T2 o mocy 11 W [12]

Jak łatwo zauważyć, w przytoczonych powyżej przykładach rozwiązaniach opraw dla osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia, brak jest rozwiązań konstrukcyjnych opraw, które jednocześnie zapewniły by możliwość płynnej

regulacji natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej wraz z płynną regulacją barwy światła oraz regulację wysokości oprawy.

3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE OPRAWY OŚWIETLENIA MIEJSCOWEGO

W 2008 roku w CIOP-PIB podjęto prace nad opracowaniem systemu oświetlenia stanowisk pracy obsługiwanych przez osoby o umiarkowanym upośledzeniu widzenia, z uwzględnieniem szczególnych potrzeb tej grupy osób.

Najistotniejszym elementem tego systemu jest oprawa oświetlenia miejscowego, która ma doświetlić stanowisko pracy. Z literatury [3, 7, 9] wynika, że powinna ona charakteryzować się m.in. następującymi cechami:

- układ świetlny-optyczny powinien mieć rozsył asymetryczny, tzn. środek optyczny tego układu nie może znajdować się bezpośrednio nad płaszczyzną roboczą;
- przyjęty obszar pola zadania powinien być oświetlany ze średnim natężeniem oświetlenia nie mniejszym niż 1 500 lx z możliwością płynnej regulacji oraz normatywną [2] równomiernością ($\delta \geq 0,7$);
- temperatura barwowa emitowana przez oprawę powinna być płynnie regulowana w zakresie od barwy pośredniej (chłodno-białej) do barwy zimnej (diennej);
- wskaźnik oddawania barw powinien być na poziomie 80;
- odległość pomiędzy częścią świecąca oprawy a płaszczyzną roboczą powinna wynosić około 1 m, z możliwością regulacji w dół i w górę;
- wydzielanie ciepła z układu świetlny-optycznego oprawy powinno być maksymalnie ograniczone.

Na podstawie dokonanego przeglądu dostępnych opraw oświetlenia miejscowego przewidzianych dla osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia stwierdzono, że oprawy, która spełniałyby powyższe założenia nie są oferowane na rynku. W przypadku opraw miejscowych ze świetłówkami możliwe jest stosowanie źródeł o różnych, dostępnych temperaturach barwowych, ale zawsze o jednej wartości, bez możliwości jej regulacji. Jeżeli oprawa oświetla powierzchnię roboczą z dużym poziomem natężenia oświetlenia i dobrą równomiernością, to z małej odległości. W innym przypadku odległość oprawy jest regulowana i może wynieść 1 m, ale oprawa musi być umieszczona bezpośrednio nad powierzchnią roboczą, czyli również nad głową danej osoby. W żadnej z opraw nie zastosowano też układu do regulacji poziomu natężenia oświetlenia, pomimo że takie układy w oprawach z żarówkami czy świetłówkami

są powszechnie znane. W związku z tym jedynymi źródłami światła, które spełniałyby określone założenia są diody świecące dużej mocy (LEDy).

4. BUDOWA MODELU OPRAWY OŚWIETLENIA MIEJSCOWEGO

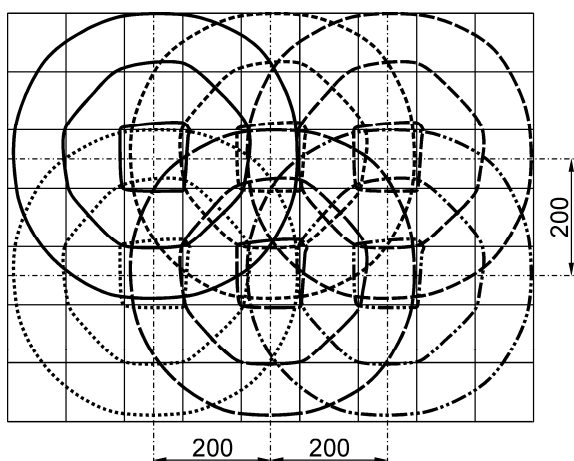


Rys. 13. Widok przykładowej diody dużej mocy typu K2 [10]

W modelu oprawy zastosowano diody dużej mocy typu K2 w wersji star (rys. 13). Deklarowany przez producenta strumień świetlny emitowany przez te diody wynosi 114 lm (przy prądzie 1 000 mA). Natomiast maksymalny prąd, który może przepłynąć przez złącze diody wynosi 1 500 mA [10].

W układzie optycznym z diodą typu K2 zastosowano soczewkę o kącie rozsyłu strumienia świetlnego wynoszącym 22° . Na podstawie wstępnych badań stwierdzono, że zastosowanie już sześciu tych diod z soczewkami,

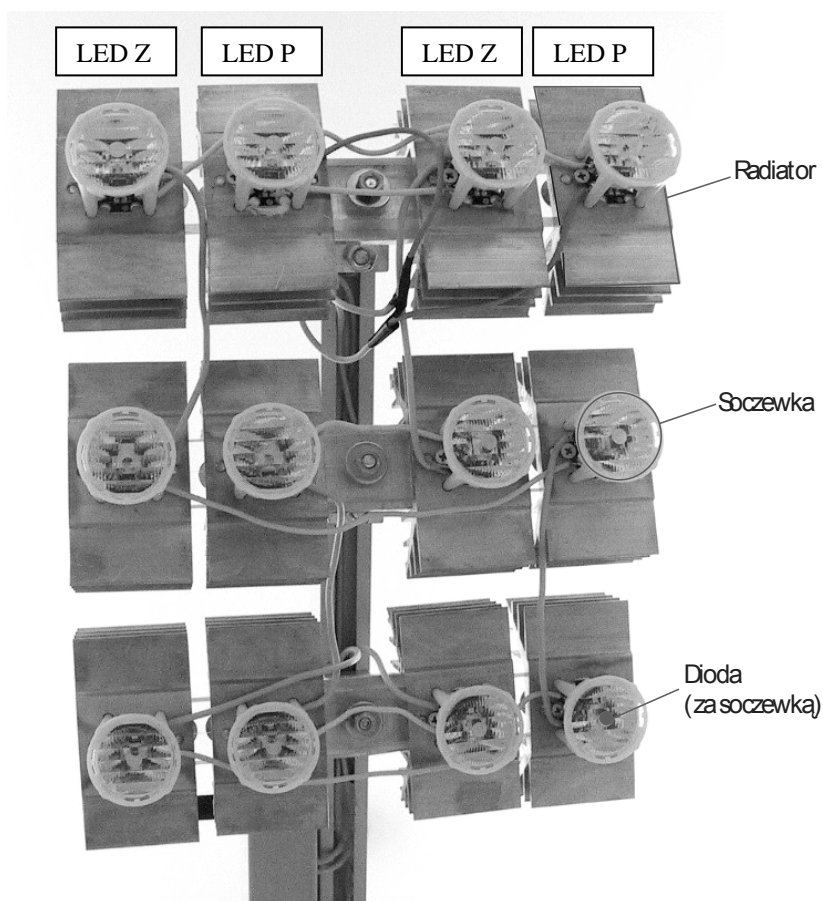
których punkty trafienia osi optycznych w płaszczyznę odniesioną będą przesunięte względem siebie zarówno w osi x , jak i y o 20 cm (rys. 14), może prowadzić do osiągnięcia założonego średniego poziomu natężenia oświetlenia i równomierności.



Rys. 14. Układ 6 diod świecących, których punkty trafienia osi optycznych w płaszczyznę odniesioną pozwalają na osiągnięcie dużej równomierności oświetlenia na obszarze o wymiarach $0,4 \times 0,8$ m (linie izoluksów poszczególnych diod LED różnią się stylem linii)

W wykonanym modelu oprawy zastosowano 12 diod świecących – 6 o zimnej (dziejnej) barwie światła i 6 o barwie pośredniej (chłodno-białej). Spowodowane to było wymaganym zakresem regulacji temperatury barwowej przy jednoczesnym utrzymaniu poziomu natężenia oświetlenia na poziomie

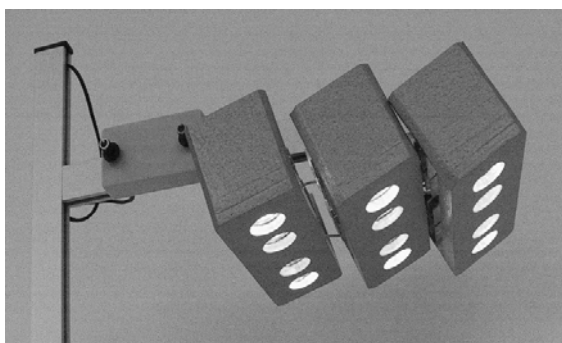
minimum 1 500 lx. Diody zostały rozmieszczone w trzech rzędach po cztery sztuki (rys. 15), przy czym w każdym rzędzie znajdują się dwie diody o barwie zimnej i dwie o barwie pośredniej. W przypadku diod o zimnej barwie światła deklarowana przez producenta wartość wskaźnika oddawania barw wynosi 70, a typowa temperatura barwowa 6 500 K. Jednak, zgodnie z danymi katalogowymi rozrzut wartości temperatury barwowej tej diody jest dosyć duży i zawiera się w przedziale od 4 500 K do 12 000 K [10]. Natomiast, zgodnie z deklaracją producenta, wskaźnik oddawania barw diody o barwie pośredniej wynosi 75, a typowa temperatura barwowa 4 100 K (rozrzut od 3 500 K do 4 500 K) [10]. Na przedstawionym na rysunku 15. widoku modelu oprawy (bez zamontowanych osłon), pokazano również radiator, na których zamontowano diody wraz z soczewkami.



Rys. 15. Widok wykonanego modelu oprawy dla osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia, przy zdjętych osłonach: LED Z - LED o barwie zimnej, LED P – LED o barwie pośredniej (fot. autor)

W wykonanym modelu oprawy zastosowano regulację sygnału prądowego poprzez zmianę szerokości wypełnienia prostokątnych impulsów prąd-

wych o maksymalnej wartości 1 200 mA przy częstotliwości ok. 1 000 Hz. Metoda ta jest zalecana przez producentów diod świecących o dużej mocy, gdyż ma podczas regulacji strumienia świetlnego mniejszy wpływ na parametry jakościowe światła niż sterowania wartością stałego prądu zasilania. Całość jest zasilana za pomocą zasilacza o napięciu 24 V ze stabilizacją prądu o wartości 4,5 A. Całkowita moc wykonanego modelu oprawy, wynosi 70,6 W.

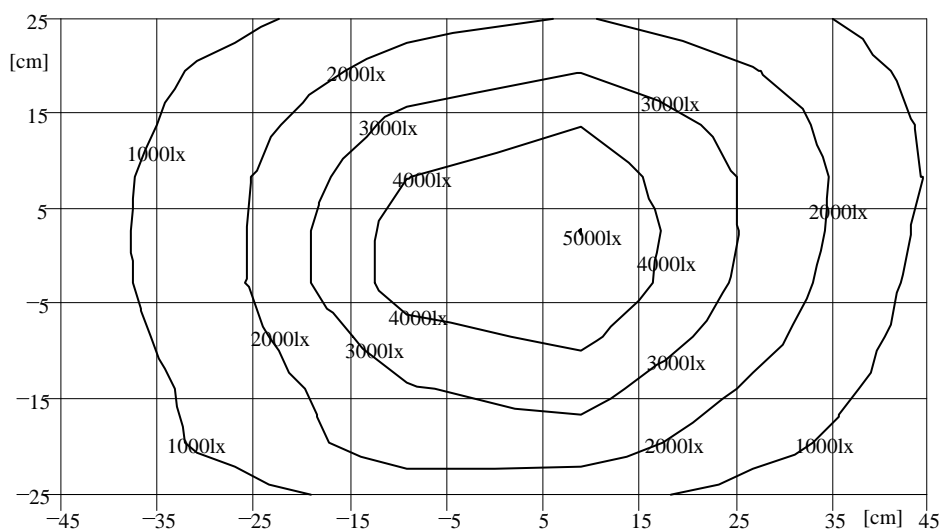


Na rysunku 16 pokazano model oprawy oświetlenia miejscowego z zamontowanymi osłonami na elementach świecących.

Rys. 16. Widok wykonanego modelu oprawy oświetlenia miejscowego przeznaczonego do oświetlania stanowisk pracy osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia (fot. autor)

4.1. Wyniki pomiarów rozkładu natężenia oświetlenia modelu oprawy

Przy maksymalnym ustawieniu strumienia świetlnego wszystkich diod uzyskany rozkład natężenia oświetlenia na powierzchni o wymiarach 0,8 x 0,4 m pokazano na rysunku 17. Średnia wartość natężenia w tym obszarze $E_{sr} = 2\ 828\ \text{lx}$



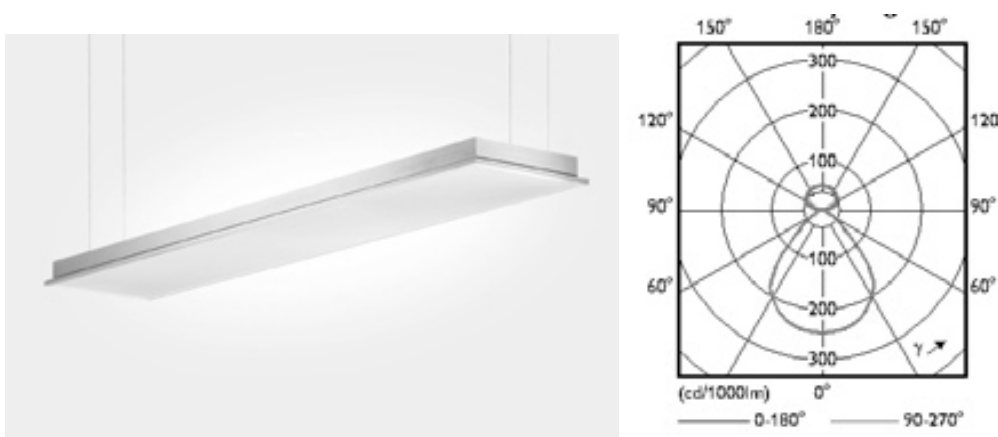
Rys. 17. Rozkład natężenia oświetlenia na powierzchni oświetlonej wykonanym modelem oprawy z ustawionym na maksimum strumieniem świetlnym

(przy odległości płaszczyzny roboczej od części świecącej oprawy wynoszącej 1 m). Natomiast obszar o normatywnej [11] równomierności oświetlenia wynosi $0,3 \times 0,3$ m, przy średniej wartości natężenia oświetlenia $E_{sr} = 3\,988$ lx.

Wyznaczony na podstawie pomiarów spektrometrycznych zakres zmian temperatury barwowej wynosi od 3 867 K do 4 789 K. Zastosowano diody, które zgodnie z deklaracją producenta [10] mają wysoki poziom wskaźnika oddawania barw. W efekcie, w modelowej oprawie na podstawie pomiarów spektrometrycznych wartość tego wskaźnika wyniosła 72. Należy jednak pamiętać, że oprawa ta jest przeznaczona do doświetlenia stanowiska pracy przy istniejącym systemie opraw oświetlenia ogólnego o parametrach świetlnych spełniających wymagania normatywne. Natomiast obecnie są już produkowane diody świecące o wskaźniku oddawania barw wynoszącym 80 (LUXEN Rebel).

5. OPRAWA OŚWIETLENIA OGÓLNEGO

Na podstawie dokonanego przeglądu opraw oświetlenia ogólnego o regulowanej temperaturze barwowej stwierdzono, że do systemu oświetlenia stanowisk pracy obsługiwanych przez osoby o umiarkowanym upośledzeniu widzenia, najbardziej odpowiednimi są oprawy ze świetlówkami o różnej temperaturze barwowej. Oprawa taka produkowana jest, między innymi, przez firmę PHILIPS. Jest to oprawa Savio, która jest również dostępna w wersji zwieszakowej. Na rysunku 18 pokazana jest ta oprawa oraz jej krzywa światłości.



Rys. 18. Oprawa Savio firmy PHILIPS oraz jej krzywa światłości [14]

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, przez co zapewniona jest pełna kontrola olśnienia ze wszystkich kątów patrzenia. Na podstawie danych producenta oprawa ta spełnia wymóg zawarty w PN-EN 12464-1: 2004 [11] dotyczący średniej luminancji opraw odbijających się na ekranie monitora o dobrej lub średniej jakości. W przypadku tej oprawy wartość tej luminancji jest mniejsza od 1000 cd/m^2 powyżej kąta granicznego wynoszącego 65° . Dzięki temu wskaźnik ujednoczonej oceny olśnienia UGR jest mniejszy od 19 we wszystkich kierunkach patrzenia. Należy również zwrócić również uwagę na krzywą światłości tej oprawy, która w znacznym stopniu ogranicza olśnienie. Dzięki temu może ona z powodzeniem zastąpić oprawy z rastrami typu „Dark-light” przewidziane 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 K i 5 000 K poprzez zastosowanie cyfrowych stateczników elektronicznych DALI. Wersja oprawy zawierająca symbol CVC posiada zamontowany odbiornik podczerwieni i odpowiedni sterownik. Układ ten umożliwia indywidualną i bardzo prostą regulację barwy światła i strumienia świetlnego za pomocą pilota IRT 7090.

W oprawie tej 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) zestawiono w tabeli 1.

TABELA 1

Zestawienie podstawowych parametrów świetlnych jednej oprawy Savio TPS 772 3 x TL 5, 54 W 827/865 [14]

Temperatura barwowa [K]	Współczynnik korygujący sprawność	Strumień świetlny [lm]	E_{\max} [lx]
3000	50%	6475	871
3500	65%	8418	1133
4000	83%	10 749	1447
4400	100%	12 950	1743
5000	88%	11 396	1534

6. PODSUMOWANIE

Wyniki pomiarów natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej wykonanego modelu oprawy oświetlenia miejscowego wskazują, że wybrane diody świecące wraz z zastosowanym układem świetlno-optycznym oraz przyjęte założenie zastosowania dwóch grup po sześć diod z soczewkami, których punkty trafienia osi optycznych w płaszczyznę odniesioną będą przesunięte względem siebie zarówno w osi x , jak i y o 20 cm, prowadzi do osiągnięcia dobrej równomierności oraz wysokich poziomów natężenia oświetlenia. Normatywną (0,7) równomierność oświetlenia uzyskano na obszarze o wymiarach $0,3 \times 0,3$ m, który odpowiada wielkości np. kartki papieru w formacie A4. Natomiast średnia wartość natężenia oświetlenia w tym obszarze wynosi aż 3 988 lx, co ma duże znaczenie dla zapewnienia wysokiego poziomu oświetlenia w przypadku doświetlania pola zadania w postaci takiej kartki papieru. Dzięki niezależnej regulacji strumienia świetlnego każdej grupy diod, metodą modulacji szerokości impulsu, uzyskano nie tylko płynną regulację strumienia świetlnego ale i temperatury barwowej. Uzyskany w modelowej oprawie zakres regulacji temperatury barwowej wynoszący od 3 867 K do 4 789 K jest w zupełności wystarczający do zapewnienia zmian barwy światła zgodnej z preferencjami osób niedowidzących. Natomiast w praktyce zakres regulacji temperatury barwowej jest zależny od wartości tego parametru zastosowanych diod.

Wykonany model oprawy oświetlenia miejscowego będzie wykorzystany w systemie oświetleniowym przeznaczonym do oświetlania stanowisk z komputerami łącznie z oprawą oświetlenia ogólnego firmy PHILIPS – Savio. Zakres zmian temperatury barwowej deklarowany przez producenta opraw Savio w praktyce pokrywa się z wyznaczonym za pomocą spektrometri (3286 K do 5158 K), który jest zgodny z zakresem temperatur barwowych uzyskiwanych w skonstruowanej oprawie oświetlenia miejscowego (3867 K do 4789 K).

Otrzymany w ten sposób system oświetlenia przeznaczony do oświetlania stanowisk pracy (np. z komputerem) przeznaczonych dla osób o umiarkowanym upośledzeniu widzenia będzie wykorzystywany do badań eksperymentalnych zmęczenia wzroku tej grupy osób ze schorzeniami siatkówki i rogówki. Badania będą miały na celu określenie preferowanych poziomów natężenia oświetlenia i barwy światła badanej grupy. Ich wyniki posłużą do opracowania wytycznych i doskonalenia konstrukcji oprawy.

LITERATURA

1. Cook G.K., Hill M.S., Wright A.I., Slater A.I.: *Task lighting for visually impaired people in an office environment*. Proc. CIE 24TH Session - Warsaw'79.
2. JULIAN W.G.: *The design of the visual environment of the aged partially sighted*. Archif. Science Rev. 26, 1983a.
3. Kowalski K.: *Mieszkanie dostępne dla osób z dysfunkcjami wzroku*. Stowarzyszenie Przyjaciół Integracji. Warszawa, <http://www.niepelnosprawni.pl>
4. SOUTHALL D.: *Appraisal of a light box as a low vision reading aid*. *Lighting Res. Technol.*, 15, 1983.
5. VAN DEN BERG, T.J.T.P.: *Importance of pathological intraocular light scatter for visual disability*. The Netherlands Ophthalmic Research Institute, Dept. of Visual System Analysis, & University of Amsterdam, Laborat. of Med. Physics, 1105, AZ. Amsterdam (Ndl.), 1986.
6. *Stan zdrowia ludności Polski w 2004 r.* www.stat.gov.pl
7. *Poradnik pracodawcy osób niedowidzących i słabo widzących*. Fundacja Aware Europe, Warszawa 2000.
8. Strony internetowe: www.pzn.org.pl; www.niepelnosprawni.info; www.pelnosprawniowpracy.pl.
9. *Technical Report. Low Vision. Lighting needs for the partially sighted*. CIE123-1997.
10. *Technical Datasheet DS. 51. Power light source. LUXEON K2*. Philips Lumileds Lighting company 2008.
11. PN-EN 12464-1. *Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*.
12. Katalog Art. & Draft Lamps 2007. The perfect lamp for all your Hobbies. Produkt Guide. Daylight. <http://uk.daylightcompany.com/>.
13. Katalog Lightings. Schweitzer. www.schweizer-optik.de.
14. Savio. Pure light. International brochure. PHILIPS 2005.

Rękopis dostarczono, dnia 26.03.2010 r.

Opiniował: prof. dr hab. inż. Władysław Dybczyński

SUGGESTIONS FOR LIGHTING
OF WORKING PLACES FOR PEOPLE
WITH MODERATELY POOR SIGHT

Andrzej PAWLAK

ABSTRACT

The paper presents lighting preferences of people with moderately poor sight as well as suggestions for lighting of work places for that group of people, based on foreign literature. The main principles were estimated for a luminaire provided for additional lighting of working places for people with poor sight. It presents also design of such luminaire prepared in CIOP-PIB, together with measurements results of lighting parameters

Mgr inż. Andrzej PAWLAK – absolwent Politechniki Warszawskiej – Wydział Elektryczny – 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.



