

Warunki widzenia na zacienionych przez studentów ławkach w narożach audytorium przy różnych rodzajach oświetlenia

Dr inż. Henryk Żelazny, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

1. Wprowadzenie

Do niezbędnych czynników kształtujących warunki higieniczne pracy w pomieszczeniach dydaktycznych należą między innymi oświetlenie światłem naturalnym i sztucznym [5]. W uzyskaniu właściwego komfortu wizualnego w audytoriach akademickich najważniejsze jest natężenie oświetlenia (jasność), którego jednostką jest luks (lx), oraz równomierność oświetlenia [2]. Stosunkowo równomiernego rozłożenia światła wymaga zwłaszcza poprawne oświetlenie stanowisk pracy [4], którymi dla studentów są blaty ławek, służące do pisania lub kreślenia. W przypadku stosowania naturalnego fotoklimatu w zamkniętej przestrzeni wewnętrzne natężenie oświetlenia naturalnego jest odmienne w poszczególnych miejscach pomieszczenia, przy czym największe zróżnicowanie daje stosowane w salach dydaktycznych oświetlenie boczne [2]. Problem należytego oświetlenia środowiska ludzi jest bardzo istotny, ponieważ proces widzenia uruchamia około 80% impulsów nerwowych i powoduje zużycie 25% energii życiowej człowieka [3]. Wagę jakości warunków świetlnych dodatkowo podkreśla fakt, że podczas pracy człowiek za pomocą zmysłu wzroku odbiera najwięcej, bo aż 85–90% wrażeń i informacji [7]. Zatem niedostateczne oświetlenie stanowisk roboczych i ich otoczenia utrudnia wykonywanie pracy, a w szczególności [3]: wywołuje zaburzenia wzroku i wzrost napięcia nerwowego, pogarsza nastrój i samopoczucie, przyspiesza zmęczenie, utrudnia rozróżnienie barw, opóźnia podejmowanie decyzji, obniża wydajność pracy, utrudnia zachowanie czystości i ładu. Ponadto nieodpowiednie warunki oświetlenia przyczyniają się do zmęczenia wzroku [6], które objawia się osłabieniem widzenia, bólami głowy oraz pogarszaniem się takich wad wzroku, jak stygmatyzm, zez, krótkowzroczność i dalekowzroczność [3]. Zły stan oświetlenia może powodować także łzawienie oraz zaczerwienienie powiek i spojówek, zmniejszenie zdolności akomodacji soczewki oka, zmniejszenie ostrości widzenia, wrażliwości na kontrasty i szybkości spostrzegania [1].

W salach przeznaczonych dla prowadzenia procesów dydaktycznych nie stosuje się oświetlenia miejscowego

na ławkach. Brak tych dodatkowych, indywidualnych punktów świetlnych może spowodować zacinienie pulpów w wyniku pochylania się studentów podczas sporządzania notatek lub rysowania. Z tego względu dyskusyjna wydaje się ocena kontrolna jasności w pustych pracowniach, np. przy odbiorze budynku, a problem wpływu własnego cienia na komfort wizualny osoby wykonującej jakąś czynność nie jest wyczerpująco opisany w literaturze fachowej oraz w pracach naukowych. Autorowi nie są znane doniesienia innych badaczy dotyczące obniżenia się poziomu jasności w polu wykonywania jakichś czynności na skutek powstawania cienia pochodzącego od człowieka.

Inną uciążliwością w zakresie prawidłowego kształtowania się komfortu wizualnego w zamkniętych przestrzeniach może być ograniczone docieranie światła na płaszczyzny robocze znajdujące się w narożach pomieszczenia. W takich warunkach światło w pole zadań wzrokowych pada jakby tylko z dwóch stron, a bardziej centralnie położone we wnętrzu stanowiska doświetlone są z każdej strony.

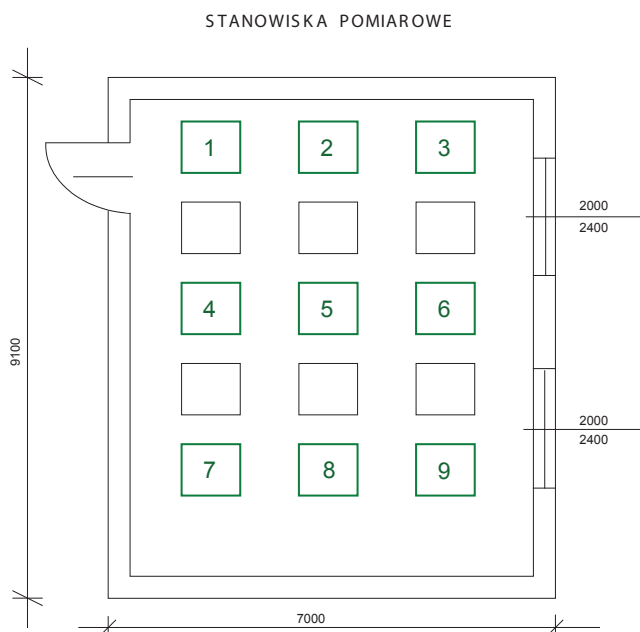
Celem pracy była ocena natężenia oświetlenia na pulpach ławek ustawionych w narożach pracowni podczas sporządzania notatek przez studentów – w stosunku do uśrednionej jasności oznaczonej w płaszczyznach roboczych znajdujących się w środkowej części pomieszczenia.

2. Materiał i metody badań

Kształtowanie się natężenia oświetlenia ogólnego w pomieszczeniu, mierzonego na ławkach, czyli w polach zadań wzrokowych studentów, oceniano słonecznego, wiosennego dnia od godz. 12.00 w niewielkiej sali dydaktycznej budynku uczelnianego, której uproszczony rzut przekroju poziomego zamieszczono na rysunku 1. Wnętrze o wysokości 3,15 m wyposażone było w 15 stołów, ustawionych po trzy sztuki w pięciu szeregach prostopadłych do ściany z oknami. Blaty ławek w stosunku do podłogi były zamocowane na poziomie 0,77 m. Analizę jasności przeprowadzono podczas użytkowania pomieszczenia, czyli w trakcie przebiegu zajęć, w czasie których przy każdym z piętnastu stołów zasiadał

jeden student, pochylając się nad zeszytem w celu zapisania przekazywanych treści przez prowadzącego. Wszystkie miejsca siedzące zwrócone były w kierunku jednej ściany poprzecznej z zawieszoną tablicą, stąd każdy student płaszczyznę ławki miał oświetloną światłem naturalnym od lewej strony. Na dziewięciu stołach wyznaczono punkty pomiarowe, numerując je począwszy od drzwi wejściowych od 1 do 9, co przedstawiono na rysunku 1.

Jakość komfortu wizualnego identyfikowano przy trzech rodzajach oświetlenia sali audytoryjnej: naturalnym, sztucznym i mieszanym. Na naturalne warunki świetlne w pomieszczeniu wpływały wbudowane w ścianę zwróconą na południową stronę świata dwa okna z podwójnymi szybami zamocowanymi w ramach wykonanych z PCV. Gwarantowały one zachowanie wymaganej proporcji powierzchni otworów okiennych do powierzchni podłogi w stosunku 1:8 [9]. Oświetlenie elektryczne składało się z ośmiu punktów świetlnych sufitowych, rozstawionych w dwóch rzędach, to jest wzdłuż okien i wzdłuż ściany wewnętrznej. Równomierne rozmieszczenie czterech opraw oświetleniowych na suficie w jednym rzędzie co ok. 1,8 m przyczyniało się do tego, że w każdym miejscu oceny warunków widzenia punkt świetlny znajdował się w niedużej odległości przed stanowiskiem pomiarowym. Z kolei ułożenie rzędów tych opraw mniej więcej nad przejściami między ławkami powodowało docieranie promieni świetlnych z lamp na płaszczyzny robocze pod niewielkim skosem od lewej lub prawej strony. W każdej oprawie z odbłyśnikami oraz wbudowanymi układami stabilizacyjno-zapłonowymi znajdowały się dwie świetłówki liniowe o średnicy 26 mm i mocy 36 W, zapewniając w pomieszczeniu tak zwane oświetlenie wyłącznie bezpośrednie [3]. W okresie prowadzenia badań nad poziomem oświetlenia sztucznego dla wyeliminowania dodatkowego docierania do wnętrza światła słonecznego otwory okienne od środka zasłonięte były szczelnymi żaluzjami, co pozwoliło uzyskać w czasie dnia warunki w bardzo dużym stopniu zbliżone do panujących przy wyłącznym oświetleniu sztucznym sali. Ze względu na konieczność zachowania identycznego środowiska badań nie wykonywano dodatkowych pomiarów nocą w celu całkowitego wyeliminowania penetracji promieni słonecznych do wnętrza przez zasłony, ponieważ istniało prawdopodobieństwo, że studenci w porównaniu z warunkami oznaczeń wykonywanych w ciągu dnia mogliby przyjść na doświadczenie inaczej ubrani, to znaczy w odzieży o odmiennym współczynniku odbicia światła, a ponadto mogliby zasiąść za ławkami z nieco innym położeniem krzesel wobec punktów pomiarowych ustalonych na blatach. Wtórnymi źródłami światła w audytorium, oprócz odzieży studentów i zeszytów, były biały sufit, ściany pomalowane na kolor jasno seledynowy i posadzka wykonana z gładkiej wykładziny o barwie popielatej. Natężenie oświetlenia na blatach ławek mierzono luxomierzem L-20A zgodnie z wymaganiami normy [8]. Pomiary wykonywano

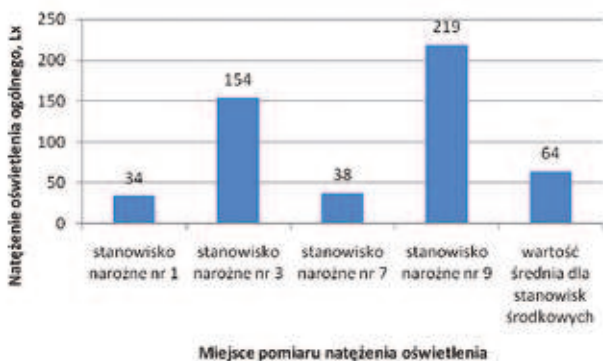


Rys. 1. Schemat pomieszczenia dydaktycznego z zaznaczeniem numerów stanowisk pomiarowych, na których oceniano natężenie oświetlenia ogólnego

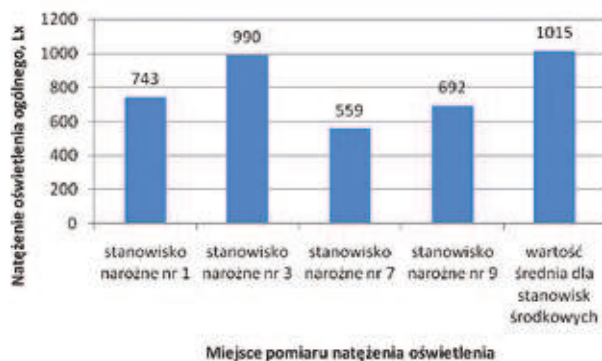
w ten sposób, aby podczas odczytu osoba obsługująca luxomierz nie rzucała cienia na odbiornik. Jako wynik odczytu jasności dla każdego stanowiska przyjmowano średnią z trzech powtórzeń. Z normy [8] przyjęto wymagane natężenie oświetlenia dla sal wykładowych 500 lx, przy czym podczas wykonywania rysunków technicznych powinno ono wynosić aż 750 lx.

3. Wyniki i ich omówienie

Na rysunku 2 zamieszczono wykres wartości natężenia oświetlenia naturalnego w czasie trwania zajęć akademickich pomierzonego na ławkach ustawionych w narożach pracowni oraz uśrednioną wartość tej wielkości fotometrycznej dla pozostałych stolików. Nie zauważono podczas przeprowadzania tych oznaczeń wpływu promieniowania kierunkowego na kontrasty luminacji. Średnia jasność z pięciu środkowych punktów pomiarowych wyniosła 64 lx, a na stanowiskach badawczych nr 1 i 7 odnotowano prawie dwukrotne obniżenie się warunków widzenia w płaszczyznach roboczych – natężenie oświetlenia wyniosło na nich zaledwie 34 i 38 lx. Było ono także o wiele mniejsze od wymaganej przy pisaniu wartości 500 lx. Blaty robocze znajdujące się w pozostałych narożach, czyli przy zewnętrznej ścianie z oknami, cechowały się bardziej korzystnymi parametrami (154 i 219 lx) i znacznie większymi od średniej wartości obliczonej dla środkowej części audytorium, chociaż także dość dalekimi od minimalnej granicy określonej z uwagi na prawidłowe warunki widzenia, czyli 500 lx. Na podstawie tej części badań, czyli przeprowadzonych przy naturalnym oświetleniu pracowni, bardziej wyraźnie zauważalny był spadek jakości komfortu wizualnego wraz



Rys. 2. Natężenie oświetlenia naturalnego na ławkach ustawionych w narożach pomieszczenia dydaktycznego podczas prowadzenia zajęć oraz wartość uśredniona tego parametru obliczona dla pozostałych punktów pomiarowych

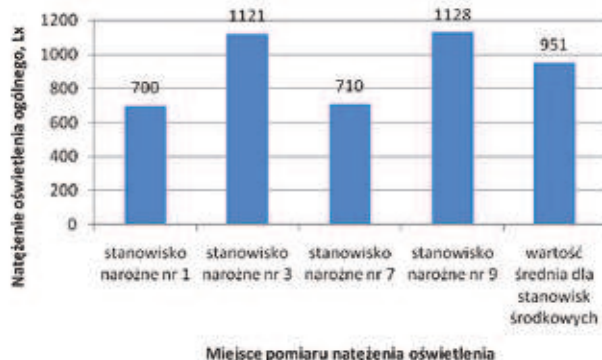


Rys. 3. Natężenie oświetlenia sztucznego na ławkach ustawionych w narożach pomieszczenia dydaktycznego podczas prowadzenia zajęć oraz wartość uśredniona tego parametru obliczona dla pozostałych punktów pomiarowych

z oddalaniem się stanowisk pomiarowych od otworów okiennych, niż istotne obniżenie się warunków widzenia na wszystkich skrajnych ławkach ustawionych w kątach pomieszczenia, gdzie można przypuszczać, że występuje ograniczone docieranie promieni słonecznych.

Na rysunku 3 przedstawiono zróżnicowanie natężenia oświetlenia w narożnych ławkach w stosunku do wartości uśrednionej, obliczonej dla środkowej części pomieszczenia przy utrzymywaniu sztucznego fotoklimatu we wnętrzu. Równomierny rozstaw opraw z lampami świetlówkowymi spowodował o wiele korzystniejsze warunki widzenia w całej sali dydaktycznej w stosunku do oświetlenia naturalnego. Jednak na wszystkich stolikach ustawionych w narożach audytorium odnotowano mniejszą jasność (od 559 do 990 lx) w płaszczyźnie pracy studenta niż wartość uśredniona 1015 lx, którą określono dla centralnej części pracowni. Pomimo wyraźnego spadku natężenia oświetlenia – prawie dwukrotnego na stanowisku skrajnym nr 7 – na wszystkich punktach pomiarowych przekraczało ono 500 lx, a więc było właściwe dla czynności typu pisanie. Ponadto na jednym stanowisku narożnym (nr 3) oraz dla całej centralnej części pomieszczenia oceniana wielkość fotometryczna była także odpowiednia dla procesu kreślenia.

Na rysunku 4 przedstawiono wartości natężenia oświetlenia ogólnego, pomierzonego na zacienionych przez studentów ławkach przy oświetleniu mieszanym. Z uwagi na mniej korzystne nasłonecznienie stolików z punktami pomiarowymi nr 1 i 7 (rys. 2), przy łącznym oświetleniu sali, tzn. za pomocą okien wraz z działającymi lampami elektrycznymi, tylko na tych dwóch płaszczyznach roboczych jasność wynosząca odpowiednio 700 lx i 710 lx odbiegała w dół od wartości uśrednionej z wykonanych oznaczeń dla pozostałych punktów pomiarowych, równej 951 lx. Jednocześnie na tych dwu stanowiskach była mniejsza od wymaganej podczas kreślenia, czyli 750 lx. Za to podobnie jak przy oświetleniu sztucznym, na każdym blacie stolików przeznaczonych do wykonywania różnych czynności w czasie



Rys. 4. Natężenie oświetlenia mieszanego na ławkach ustawionych w narożach pomieszczenia dydaktycznego podczas prowadzenia zajęć oraz wartość średnia tego parametru obliczona dla pozostałych punktów pomiarowych

zajęć akademickich komfort wizualny był odpowiedni dla sporządzania notatek – jasność nie przekraczała dolnego progu 500 lx.

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano poniższe wnioski.

- W badaniach prowadzonych przy oświetleniu światłem słonecznym jasność w płaszczyznach roboczych w narożach przy ścianie wewnętrznej była prawie dwukrotnie mniejsza od uśrednionej wartości wyznaczonej dla środkowej części pomieszczenia; na pozostałych dwóch skrajnych ławkach, ustawionych w pobliżu okien, natężenie oświetlenia było wielokrotnie większe od średniego z oznaczeń wykonanych na blatach znajdujących się w środku sali akademickiej, które dodatkowo zacienione były przez bardzo szeroki filarek międzyokienny.

Natężenie oświetlenia elektrycznego na ławkach znajdujących się w narożach sali dydaktycznej w stosunku do uśrednionej wartości na blatach stolików zbliżonych do środka pracowni było w każdym przypadku

mniejsze, a płaszczyzny robocze pod tablicą charakteryzowały się nawet dwukrotnym spadkiem jasności – studenci siedzący na tych miejscach mieli jednak większość lamp sufitowych zamontowanych za tułowiem i dawały one w pole wykonywania zadań światło skierowane od tyłu.

- Przy oświetleniu cechującym się łącznym wykorzystaniem lamp i promieni słonecznych wpadających przez okna tendencja kształtowania się jasności na pulpitych roboczych była jakby superpozycją warunków oświetlenia przy fitoklimacie naturalnym i sztucznym – wyraźny spadek komfortu wizualnego odnotowano na skrajnych stolikach przy ścianie wewnętrznej, ale nie był on tak drastyczny jak przy naturalnym oświetleniu, z kolei na ławkach ustawionych w rogach pracowni przy ścianie z oknami natężenie oświetlenia w płaszczyznach roboczych było większe niż uśrednione dla punktów pomiarowych wyznaczonych w pozostałej części wnętrza.
- W celu uzyskania bardziej uogólnionych wyników badań należałoby wykonać podobne pomiary jasności określające komfort widzenia w płaszczyznach blatów podczas odbywania się zajęć akademickich, lecz w pomieszczeniu dydaktycznym o dużo większej powierzchni i z większą liczbą ławek.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Idczak D., Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy. Materiały pomocnicze do szkoleń. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk, 1999
- [2] Kral L., Elementy budownictwa przemysłowego, tom I Budynek przemysłowe, PWN, Warszawa, 1984
- [3] Mirski Z., Kształtowanie wnętrz produkcyjnych, Arkady, Warszawa, 1986
- [4] Pałaszewski T., Czynniki efektywności kształtowania przestrzennego środowiska człowieka, PWN, Warszawa, 1983
- [5] Parczewski W., Tauszyński K., Projektowanie obiektów użyteczności publicznej, WSiP, Warszawa, 2009
- [6] Rajkiewicz M., Oświetlenie na stanowisku pracy, [w:] Lewandowski J. (red.): Ergonomia, Materiały do ćwiczeń i projektowania, MARCUS S.C., Łódź, 1995
- [7] Ratajczyk I., Elektryfikacja obiektów rolniczych, [w:] Witebski Z. (red.): Budownictwo rolnicze. Część 2. Konstrukcje budowlane i instalacje, Arkady, Warszawa, 1982

WYKORZYSTANE MATERIAŁY

- [8] [2] PN-EN 12464-1:2012: Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach
- [9] [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690), zm. z dnia 17 lipca 2015 r. (Dz.U. z 2015 r., poz. 1422)



PZITB Oddział w Bielsku-Białej ZESPÓŁ RZECZOZNAWCÓW, PROJEKTANTÓW I KOSZTORYSANTÓW BUDOWLANYCH

Oferuje usługi w zakresie

- opracowania ekspertyz i opinii technicznych
- okresowych kontroli budynków
- inwentaryzacji budowlanej
- kosztorysowania
- doradztwa w zakresie budownictwa

Posiadamy długoletnie doświadczenie, angażujemy wysokiej klasy specjalistów z odpowiednimi uprawnieniami do wykonywania ww. usług. Opracowania nasze cechuje wysoka jakość, konkurencyjne ceny i krótkie terminy realizacji.

Dodatkowe informacje:

- Biuro Oddziału tel. 33-822-02-94 e-mail: biuro@pzitb.bielsko.pl
- Koordynator Zespołu e-mail: rzeczoznawcy@pzitb.bielsko.pl