
JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly
Annales UMCS sectio EE Zootechnica

ONLINE FIRST

2024



<https://doi.org/10.24326/jasbb.2024.5264>

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin,

e-mail: katarzyna.karpinska@up.lublin.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Podstaw Techniki,
ul. Głęboka 28, 20-950 Lublin

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, SKN Zagrożeń Zawodowych i Środowiskowych,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

⁴ The University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice, Department of Public
Veterinary Medicine and Animal Welfare, Komenského 73, 041-81 Košice

KATARZYNA KARPIŃSKA¹, PIOTR MAKSYM², KAMIL MRÓZ³,
SEBASTIAN JAGUSZEWSKI³, JÁN KACHNIČ⁴, ŁUKASZ WLAZŁO¹,
BOŻENA NOWAKOWICZ-DĘBEK¹

Ocena natężenia oświetlenia w środowisku pracy zdalnej o charakterze biurowym

Evaluation of illuminance in a remote work environment of an office nature

Streszczenie. Oświetlenie jest ważnym czynnikiem na stanowisku pracy. Wpływa zarówno na ergonomię pracy, jak i zdrowie pracownika. Nieodpowiednie natężenie i równomierność oświetlenia mogą wpływać negatywnie na samopoczucie pracownika, wywoływać zmęczenie oraz prowadzić do błędów. Celem pracy była ocena kluczowych elementów oświetlenia na kilku stanowiskach pracy zdalnej i ich odniesienie do wymagań określonych w przedmiotowej Polskiej Normie. W tym celu stworzono siatkę pomiarową, a następnie określono natężenie w każdym punkcie pomiarowym. Na większości badanych stanowisk poziom oświetlenia nie spełnia minimalnych wymagań, jakie zostały określone dla bezpiecznej i komfortowej pracy.

Słowa kluczowe: natężenie oświetlenia, równomierność oświetlenia, praca zdalna, środowisko pracy

Cytowanie: Karpinska K., Maksym P., Mróz K., Jaguszewski S., Kachnič J., Wlazło Ł., Nowakowicz-Dębek B., 2024. Ocena natężenia oświetlenia w środowisku pracy zdalnej o charakterze biurowym. Online first, 1–8. <https://doi.org/10.24326/jasbb.2024.5264>

WSTĘP

W wyniku rozwoju technologii informatycznej korzystanie z komputerów każdego dnia stało się koniecznością. Stały dostęp do przenośnego komputera czy smartfona umożliwił podejmowanie prób przenoszenia coraz liczniejszych aspektów życia człowieka do przestrzeni wirtualnej. Próby te nabrały intensywnego tempa wraz z wybuchem pandemii koronawirusa. Wówczas obostrzenia epidemiologiczne znacznie zmieniły dotychczasowe funkcjonowanie urzędów, ochrony zdrowia oraz firm. Możliwość zdalnego załatwienia sprawy urzędowej, uzyskania porady lekarskiej czy zorganizowania spotkania firmowego nabrała szczególnego znaczenia. Wtedy też wiele firm zdecydowało się skorzystać z możliwości wykonywania zadań służbowych w warunkach domowych [Kleszcz 2021, Negulescu i Doval 2021].

Praca zdalna oraz wynikające z niej korzyści do dziś, pomimo odwołania stanu pandemicznego, cieszą się dużym zainteresowaniem wśród pracodawców. Praca w formie zdalnej dostarcza pracownikowi więcej swobody i komfortu, jednak należy mieć na uwadze również zagrożenia, wynikające z takiego charakteru pracy. Jednym z podstawowych obowiązków pracodawcy jest konieczność zapewnienia bezpiecznych warunków pracy swoim pracownikom [Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej... 1998]. W warunkach pracy wykonywanej w siedzibie firmy obowiązek ten można łatwo zweryfikować, gdyż to od pracodawcy są zależne lokalowe, a co za tym idzie również stanowiskowe warunki pracy. Szczegółowe wymagania dla stanowisk pracy określają stosowne przepisy i normy. Do niedawna problem pojawiał się, gdy pracownik wykonywał pracę w domu. Praca zdalna do kwietnia 2023 r. nie była szczegółowo regulowana przez obowiązujące przepisy. W związku z tym warunki pracy wykonywanej w domu za pośrednictwem komputera były różne. Zazwyczaj pracownicy nie przywiązywali wagi do poprawnej i ergonomicznej organizacji swojego miejsca pracy, a pracodawca nie miał narzędzi, za pomocą których mógłby ingerować w domowe stanowisko pracy swojego pracownika tak, aby spełnić swój prawny obowiązek [Emerson i in. 2021, Larrea-Araujo i in. 2021].

W kwietniu 2023 r. wprowadzona została do Kodeksu pracy [Dz.U. z 2023 r. poz. 240] definicja pracy zdalnej (art. 67¹⁸), jednocześnie uchylając przepisy dotyczące telepracy. Ponadto zostały określone obowiązki pracodawcy względem pracownika pracującego pod adresem zamieszkania. Pracodawca w dalszym ciągu jest obowiązany zapewniać pracownikowi bezpieczeństwo i higienę pracy, jednakże został on zwolniony z obowiązku organizowania stanowiska pracy pracownikom zdalnym. Obowiązek ten został przeniesiony na samego pracownika [Ustawa... 2022]. Stanowiska pracy, które są przygotowywane przez osoby niedoświadczone mogą zawierać wiele błędów, które dotyczą lokalizacji miejsca pracy, jego cech ergonomicznych, czynników środowiska pracy, jak też nieodpowiednio dobranego oświetlenia oraz niedostatecznej przestrzeni [Bortkiewicz i in. 2020, Davis i in. 2020]. Celem badań był pomiar podstawowych parametrów oświetlenia na stanowiskach pracy zdalnej oraz odniesienie ich do minimalnych wymagań zawartych w normie PN-EN 12464-1:2022-01.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone na trzech stanowiskach przeznaczonych do pracy zdalnej. Pomiary zostały wykonane po zmroku przy zasłoniętych oknach. Dodatkowo żarówki na badanych stanowiskach pracy zostały wstępnie wyżarzone. Pomiary zostały wykonane luksmierzem Sonopan L-100 po uprzedniej kalibracji urządzenia (fot. 1).



Fot. 1. Luksmierz Sonopan L-100 z głowicą pomiarową [fot. Katarzyna Karpińska]
Photo 1. Sonopan L-100 luxmeter with a measuringhead [photo Katarzyna Karpińska]

Otrzymane wyniki przeliczono, korzystając ze wzorów na poziom natężenia i równomierność oświetlenia, i odniesiono do minimalnych wymagań określonych w normie PN-EN 12646-1:2022-01 dotyczącej światła i oświetlenia w miejscu pracy.

Przed przystąpieniem do pomiarów zostało wyznaczone pole zadania oraz pole bezpośredniego otoczenia za pomocą poniższego wzoru:

$$P = 0,2 \cdot 5^{\log(d)} \quad (1)$$

gdzie:

p – maksymalny wymiar oczka siatki (m),

d – dłuższy wymiar obliczanego obszaru (m).

W każdym z wyznaczonych punktów przeprowadzono pomiar, którego wartość została uśredniona dla każdego stanowiska, a następnie wyliczono równomierność, zarówno w polu zadania, jak i polu bezpośredniego otoczenia zgodnie z poniższymi wzorami:

$$E_{\text{śr}} = \frac{(E_1 + E_2 + \dots + E_n)}{n} \quad (2)$$

gdzie:

$E_{\text{śr}}$ – średnie natężenie oświetlenia,

n – liczba punktów pomiarowych,

E_1, E_n – wyniki pomiarów natężenia oświetlenia w kolejnych punktach pomiarowych;

$$U_o = \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{śr}}} \quad (3)$$

gdzie:

U_o – równomierność oświetlenia,

E_{min} – najmniejsza zmierzona wartość natężenia oświetlenia występująca na danej płaszczyźnie,

$E_{\text{śr}}$ – średnie natężenie oświetlenia.

Otrzymane w ten sposób wyniki zostały porównane z wartościami normatywnymi przedstawionymi w Polskiej Normie dla czynności: „pisanie, pisanie na klawiaturze, czytanie, przetwarzanie danych”, zgodnie z którymi minimalna wartość natężenia oświetlenia w polu zadania wynosi 500 lx, a równomierność oświetlenia 0,6.

W normie zawarta jest również wartość średniego natężenia oświetlenia pola bezpośredniego otoczenia (tab. 1). I tak dla minimalnego wymaganego natężenia oświetlenia pola zadania o wartości 500 lx minimalnym wymaganym natężeniem oświetlenia pola bezpośredniego otoczenia jest 300 lx.

Tabela 1. Powiązanie natężeń oświetlenia obszarów zadań i natężeń oświetlenia obszarów bezpośredniego otoczenia [PN-EN 12464-1:2022-01]

Table 1. Relationship of lighting intensities in task areas and lighting intensities in immediate surrounding areas [PN-EN 12464-1:2022-01]

Natężenie oświetlenia obszaru zadania Illumination in the task area E_{task} (lx)	Natężenie oświetlenia obszaru bezpośredniego otoczenia Illumination in the immediate surrounding areas (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
≤ 150	E_{task}

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Siatki pomiarowe stanowisk pracy, na których zostały wykonane pomiary natężenia oświetlenia przedstawiono na rysunkach 1–4. W każdym wyznaczonym punkcie został wykonany jeden pomiar. Pole zadania oraz pole bezpośredniego otoczenia zostały rozróżnione graficznie.

Stanowisko nr 1					
71,9	79,7	86,4	92	94,1	94,6
78,2	87,9	96,2	102	102,9	103,8
85,4	98,1	110	118,7	123,5	123,7
64,9	77,4	91,4	104,2	113	115,1
71,4	89,2	105,1	119,8	129,4	129,9
pole zadania			pole bezpośredniego otoczenia		

Rys. 1. Siatka pomiarowa stanowiska pracy nr 1 (lx; wymiary pola zadania $1,4 \times 0,75$ m)

Fig. 1. Measuring grid of workplace No. 1 (lx; dimensions of the task area $1,4 \times 0,75$ m)

Stanowisko nr 2					
147,5	151,7	157,2	156,4	151,4	147,2
151,4	169,1	174,1	175,8	170,5	168,3
174,4	185,8	191,5	196,1	191,4	187,2
139,9	147,5	156,8	161,8	161,2	160,4
157,2	162,7	171,5	174,2	173,9	172,5
162,6	169,9	177,4	182,9	182,7	181
pole zadania			pole bezpośredniego otoczenia		

Rys. 2. Siatka pomiarowa stanowiska pracy nr 2 (lx; wymiary pola zadania $1,10 \times 0,6$ m)

Fig. 2. Measuring grid of workplace No. 2 (lx; dimensions of the task area $1,10 \times 0,6$ m)

Stanowisko nr 3						
78	94,5	111,9	122,2	106,4	65,5	20,7
74,3	80,7	84,9	101,9	63,8	42,4	38,1
71,2	67,1	77,3	80,6	54,1	33,5	31,6
59,1	53,1	55,6	46,5	32	28,9	25,6
58,3	50,8	42,7	30,1	22,8	17,6	15,6

pole zadania	pole bezpośredniego otoczenia
--------------	-------------------------------

Rys. 3. Siatka pomiarowa stanowiska pracy nr 3 (lx; wymiary pola zadania $1,0 \times 0,75$ m)
 Fig. 3. Measuring grid of workplace No. 3 (lx; dimensions of the task area $1,0 \times 0,75$ m)

Stanowisko nr 4						
360,6	687,2	359,8	472	630,2	793,3	324,5

pole zadania	pole bezpośredniego otoczenia
--------------	-------------------------------

Rys. 4. Siatka pomiarowa stanowiska pracy nr 4 (lx; wymiary pola zadania $0,75 \times 0,5$ m)
 Fig. 4. Measuring grid of workplace No. 4 (lx; dimensions of the task area $0,75 \times 0,5$ m)

Obliczono średnie natężenie oświetlenia pola zadania i pola bezpośredniego otoczenia oraz równomierność ich oświetlenia na każdym stanowisku (tab. 2). Z obliczeń wynika, że stanowisko 4 jako jedyne spełniało minimalne warunki średniego natężenia oświetlenia, zarówno w polu zadania, jak i w polu bezpośredniego otoczenia. Równomierność oświetlenia pola zadania i pola bezpośredniego otoczenia na stanowiskach 1, 2 oraz 4 była zgodna z Polską Normą, natomiast na stanowisku 3 nie spełniała jej wymagań.

Problem odpowiedniej ergonomii w miejscu pracy, a tym samym odpowiedniego oświetlenia jest aktualny. Nieodpowiednie oświetlenie na stanowisku pracy może przyczynić się do pogorszenia koncentracji, nastroju czy nawet jakości snu pracownika [Blume i in. 2019, Bahkir i Grandee 2020].

Zazwyczaj praca biurowa wykonywana jest w dzień w warunkach światła naturalnego. Jednak nie można pomijać wpływu zmiennych warunków atmosferycznych lub różnych pór wykonywania pracy. Z tego powodu nieodłącznym staje się wyposażenie

stanowiska komputerowego w źródło światła sztucznego [van Duijnhoven i in. 2021]. Niewłaściwe warunki oświetlenia przekładają się na dyskomfort w pracy, a co za tym idzie również na jej jakość i efektywność.

Tabela 2. Średnie natężenie i równomierność oświetlenia pola zadania oraz pola bezpośredniego otoczenia

Table 2. Average intensity and uniformity of illumination of the task field and the field of immediate surroundings

Stanowisko Station	Średnie natężenie oświetlenia pola zadania (lx)/ Average illuminance of task field (lx)	Średnie natężenie oświetlenia pola bezpośredniego otoczenia (lx)/ Average field illumi- nance of immediate surroundings (lx)	Równ- omierność oświetlenia pola zadania/ Uniformity of illumination of the task field	Równomierność oświetlenia pola bezpośredniego oto- czenia/ Uniformity of illumination of the immediate surrounding field
1	97,2	102,6	0,74	0,63
2	169,3	166,5	0,87	0,84
3	70,2	42,4	0,41	0,38
4	588,5	342,6	0,61	0,95

WNIOSKI

Wykazano, że jedynie na stanowisku nr 4 średnia wartość natężenia oświetlenia spełniła wymagania Polskiej Normy dotyczącej oświetlenia miejsc pracy. Należy ponownie zaprojektować badane stanowiska pracy z uwzględnieniem ergonomii. Biorąc pod uwagę oświetlenie naturalne trzeba pamiętać, że pracownik może wykonywać swoją pracę o różnych porach dnia lub w różnych warunkach atmosferycznych. Jeżeli standardowe oświetlenie pokoju jest niewystarczające, zaleca się wykorzystanie oświetlenia miejscowego, które staje się najlepszym rozwiązaniem problemu niskiego natężenia oświetlenia w pracy.

PIŚMIENNICTWO

- Bahkir F.A., Grandee S.S., 2020. Impact of the COVID-19 lockdown on digital device-related ocular health. *Indian J. Ophthalmol.* 68(11), 2378–2383. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2306_20
- Blume C., Garbazza C., Spitschan M., 2019. Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood. *Somnologie* 23(3), 147–156. <https://doi.org/10.1007/s11818-019-00215-x>
- Bortkiewicz A., Makowiec-Dąbrowska T., Siedlecka J., Józwiak Z., 2020. Fizjologiczne i ergonomiczne aspekty organizacji pracy zdalnej ze szczególnym uwzględnieniem pracowników starszych. Instytut Medycyny Pracy w Łodzi im. prof. J. Nofera, Ministerstwo Zdrowia, Łódź.
- Davis K.G., Kotowski S.E., Daniel D., Gerding T., Naylor J., Syck, M., 2020. The home office: Ergonomic lessons from the “new normal”. *Ergon. Des.*, 28(4), 4–10. <https://doi.org/10.1177/1064804620937907>

- van Duijnhoven J., Aarts M., van den Heuvel E., Kort H., 2021. The identification of variables in influencing personal lighting conditions of office workers. *Light. Res. Technol.*, 53(6), 527–541. <https://doi.org/10.1177/1477153520976950>
- Emerson S., Emerson K., Fedorczyk J., 2021. Computer work station ergonomics: current evidence for evaluation, corrections, and recommendations for remote evaluation. *J. Hand. Ther.*, 34(2), 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2021.04.002>
- Kleszcz J., 2021. Ocena pracy zdalnej z perspektywy wybranych kategorii pracowników umysłowych w okresie pandemii COVID-19. Uniwersytet Warszawski, Warszawa. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23572.83844>
- Larrea-Araujo C., Ayala-Granja J., Vinueza-Cabezas A., Acosta-Vargas P., 2021. Ergonomic risk factors of teleworking in Ecuador during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study. *IJERPH* 18(10), 5063. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105063>
- Negulescu O.H., Doval E., 2021. Ergonomics and time management in remoteworking from home. *Acta Tech. Napocensis, Ser. Appl. Math. Mech. Eng.*, 64(1-S1).
- PN-EN 12464-1:2022-01. Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1 grudnia 1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe (Dz.U. 1998 nr 148 poz. 973).
- Ustawa z dnia 1 grudnia 2022 r. o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2023 r. poz. 240).

Źródło finansowania: Pracę sfinansowano ze środków na działalność statutową.

Summary. Lighting is an important element in the workplace. It affects both the ergonomics of work and the health of the employee. Inadequate intensity and uniformity of lighting can negatively affect the well-being of the employee, cause fatigue and lead to errors. The aim of the work was to measure the key elements of lighting at several remote work stations. For this purpose, a measurement grid was created, and then the intensity at each measurement point was determined. The obtained results were referred to the values specified in the Polish Standard. At most of the tested workstations, the lighting level does not meet the minimum requirements that should be met for the work to be performed in a comfortable and safe manner.

Key words: illuminance, lighting uniformity, remote work, working environment

Otrzymano/Received: 28.08.2023
Zaakceptowano/Accepted: 16.12.2023
Online first: 5.04.2024