
JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE,
BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly
Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXIX(2)

2023



<https://doi.org/10.24326/jasbb.2023.5070>

¹ Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
e-mail: katarzyna.karpinska@up.lublin.pl

² SKN Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Higieny Pracy, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

³ Department of Public Veterinary Medicine and Animal Welfare, The University of Veterinary
Medicine and Pharmacy in Košice, Komenského 73, 041-81 Košice

KATARZYNA KARPIŃSKA¹, SEBASTIAN JAGUSZEWSKI²,
ŁUKASZ WLAZŁO¹, NADA SASÁKOVÁ³, MATEUSZ OSSOWSKI¹,
WIOLETTA WNUK¹, BOŻENA NOWAKOWICZ-DĘBEK¹

Poziom narażenia na hałas związany z cyklinowaniem podłóg w trakcie nominalnego dnia pracy

Level of noise exposure associated with floor sanding during
a nominal working day

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie narażenia na hałas pracowników świadczących usługi cyklinowania podłóg drewnianych. Badania przeprowadzono w czasie nominalnego dnia pracy. Pomiarów dokonano podczas trzech podstawowych dla tego typu usług czynności – porządkowanie i odkurzanie, szlifowanie i polerowanie oraz szlifowanie polerujące wraz z usuwaniem starych powłok. Do pomiarów wykorzystano sonometr firmy Sonopan DSA-50 klasy I. Wykazano przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu podczas właściwego cyklinowania. Badania potwierdziły zasadność stosowania przez pracowników ochronników słuchu niezbędnych do bezpiecznego wykonywania pracy na tym stanowisku.

Słowa kluczowe: hałas, środowisko pracy, cyklinowanie

Cytowanie: Karpińska K., Jaguszewski S., Wlazło Ł., Sasáková N., Ossowski M., Wnuk W., Nowakowicz-Dębek B., 2023. Poziom narażenia na hałas związany z cyklinowaniem podłóg w trakcie nominalnego dnia pracy. *J. Anim. Sci. Biol. Bioecon.* 39(2), 5–11. <https://doi.org/10.24326/jasbb.2023.5070>

WSTĘP

Szeroko rozumiany rozwój technologiczny spowodował, że w naszym otoczeniu zaczęło pojawiać się coraz więcej maszyn i urządzeń, które w mniejszy lub większy sposób zanieczyszczają dźwiękiem nasze środowisko. Doprowadziło to do sytuacji, w której hałas stał się niemal nieodłącznym towarzyszem życia człowieka [Goines i Hagler 2007].

Efekt oddziaływania hałasu na organizm człowieka zależy od jego właściwości fizycznych. Kluczowym elementem w ocenie narażenia na hałas jest czas trwania narażenia. Długotrwałe przebywanie w środowisku zanieczyszczonym hałasem zwiększa ryzyko wystąpienia u człowieka negatywnych skutków zdrowotnych. Dlatego istotnym problemem jest występowanie hałasu zwłaszcza w przestrzeni zawodowej, w której człowiek spędza znaczną część swojego życia, a w której natężenie hałasu nierzadko przekracza bezpieczne poziomy [Mohamed i in. 2021, Jariwala i in. 2017]. W zakładach przemysłowych jednym ze źródeł hałasu są procesy technologiczne czy pracujące różnorodne urządzenia. Poziom emitowanego ciśnienia akustycznego zależy od zautomatyzowania procesu, zastosowanej technologii czy stanu maszyn [Żuchowicz-Wodnikowska 1998]. Duże znaczenie ma także otoczenie, w jakim znajduje się źródło hałasu. Niestety są zawody, w których praca odbywa się w przestrzeniach wzmagających efekty akustyczne. Takim zawodem jest między innymi cykliniarz, którego zadaniem jest regeneracja podłóg drewnianych. Jego praca ma charakter zazwyczaj usługowy, a prace cykliniarskie wykonuje on w pomieszczeniach udostępnionych przez klientów. Proces cykliniowania przeprowadza się w pomieszczeniach zwykle pozbawionych mebli, zasłon czy innych dodatków. W pustych przestrzeniach generowane przez maszyny fale dźwiękowe, nie mając na czym wytracać swojej energii, odbijają się od kolejnych ścian, wzmagając panujący hałas. Zmienne środowisko pracy cykliniarza ogranicza możliwe metody ochrony pracownika do ochronników słuchu. Jednak by prawidłowo dobrać tego typu ochronę, należy przeanalizować wartości natężenia hałasu występujące podczas jego pracy. Dlatego przeprowadzono badania mające na celu określenie stopnia narażenia pracownika wykonującego usługi cykliniarskie. Pozwoliły one na weryfikację, czy używane przez niego ochronniki (rys. 1) zapewniają mu dostateczny poziom ochrony słuchu.



Rys. 1. Ochronniki słuchu (SOI) wykorzystywane przez pracownika
Fig. 1. Hearing protectors (PPE) used by the employee

MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzono badania hałasu w środowisku pracy osób zajmujących się cyklinowaniem drewnianych podłóg. Szczególną uwagę skupiono na pracy w trakcie obróbki drewna twardego klasy 4., drewna o dużej gęstości. Pomiar hałasu przeprowadzono wzorcowanym sonometrem firmy Sonopan DSA-50 klasy I. Wykonano je po uprzedniej kalibracji urządzenia kalibratorem KA-50 (błąd 0,2 dB). Badania prowadzono w trakcie tzw. nominalnego, czyli typowego, dnia pracy i zgodnie z normą rejestrowano następujące parametry akustyczne: równoważny poziom dźwięku (L_{Aeq}), maksymalny poziom dźwięku skorygowany charakterystyką korekcyjną A (L_{Amax}) i szczytowy poziom dźwięku skorygowany charakterystyką korekcyjną C (L_{Cpeak}) [PN-EN ISO 9612:2011, PN-N-01307:1994]. W trakcie nominalnego dnia pracy wytypowano trzy czynności związane z obsługą różnych urządzeń: porządkowanie i odkurzanie (odkurzacz przemysłowy – czynność A); szlifowanie i polerowanie (cykliniarko-polerka z łapą szlifującą – czynność B), szlifowanie równające powierzchnie oraz usuwanie starych powłok po lakierach i farbach (cykliniarka taśmowa – czynność C).



Rys. 2. Cykliniarka taśmowa w trakcie badań
Fig. 2. Belt sander under testing

Dzienny poziom ekspozycji na hałas obliczono według zależności:

$$L_{Aeq,Te,m} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^l 10^{0,1L_{Aeq,Te,m,i}}$$

$L_{Aeq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku A [dB],

Te – czas ekspozycji na hałas w ciągu dnia roboczego [s].

Analizując uzyskane wielkości, określono narażenie pracownika w trakcie poszczególnych czynności i odniesiono do ośmiogodzinnego dnia pracy. Wyniki zapisano w tabelach w postaci średniej arytmetycznej (ang. median, M) i odchylenia standardowego (ang. standard deviation, SD). W celu określenia narażenia pracownika na hałas uzyskane dane odniesiono do wartości najwyższego dopuszczalnego natężenia (NDN), aby uzyskać krotność i ocenić ryzyko pracowników dla tego zagrożenia. Wyniki pomiarów po przeprowadzonej analizie przedstawiono w tabelach [Fugiel 2019].

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Analiza poszczególnych czynności w trakcie cyklinowania podłóg drewnianych wykazała, że najwyższy równoważny poziom hałasu (L_{Aeq}) uzyskano w trakcie czynności C (91,85 dB), a najniższy podczas czynności A (70,83 dB), czyli porządkowania i odkurzenia (tab. 1). Podobnie kształtowały się wartości dla maksymalnego poziomu hałasu (L_{max}). Natomiast szczytowy poziom hałasu (L_{Cpeak}) był najniższy w trakcie czynności B i wynosił 101,5 dB, zaś najwyższy był w trakcie właściwego cyklinowania (108,9 dB) – tabela 1. Średni równoważny poziom dźwięku (L_{Aeq}) wynosił 82,82 dB (tab. 1).

Tabela 1. Średni poziom hałasu w trakcie pracy cykliniarza (dB)
Table 1. Average noise level during sander work (dB)

Kolejne czynności Next steps	L_{Aeq}	SD	L_{max}	SD	L_{Cpeak}	SD
Czynność A Task A	70,83	0,29	75,33	1,23	103,90	1,02
Czynność B Task B	85,77	0,50	88,33	0,54	101,50	0,78
Czynność C Task C	91,85	4,72	95,33	3,75	108,90	4,44
Średnio/ Average	82,82	1,84	86,33	1,84	104,77	2,08

L_{Aeq} – równoważny poziom dźwięku/ equivalent continuous sound level, SD – odchylenie standardowe/ standard deviation, L_{max} – maksymalny poziom dźwięku/ maximum sound level, L_{Cpeak} – szczytowy poziom dźwięku/ peak sound pressure

Podczas szczegółowej analizy wyników z prowadzonych pomiarów obliczono udział niepewności pomiarowej związanej z samym poziomem hałasu, czasem trwania czynności, wyposażeniem pomiarowym oraz wyborem pozycji pomiarowej (tab. 2).

Oszacowana niepewność rozszerzona wynosiła 3,1 dB. Zgodnie z Polskimi Normami (PN) przeprowadzono analizę uzyskanych poziomów hałasu dla poszczególnych czynności i oszacowano dzienny poziom ekspozycji pracownika na hałas na poziomie 90,4 dB. Wartość ta przekracza najwyższe dopuszczalne natężenie (NDN 85 dB) dla pracownika w trakcie zmiany roboczej, a krotność wynosi 3,5 (tab. 3) [Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy... 2005].

Tabela 2. Szacowanie niepewności pomiarowej
Table 2. Estimation of measurement uncertainty

Szacowanie niepewności Evaluation of uncertainties		Zależności Dependence	Czynność/Task		
			A	B	C
Poziom hałasu Noise levels	niepewność standardowa standard uncertainty	$u_{1a,m}$	0,13	0,22	1,78
	współczynnik wrażliwości sensitivity coefficient	$c_{1a,m}$	0,00	0,13	0,87
Czas trwania czynności Duration	niepewność standardowa standard uncertainty	$u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00
	współczynnik wrażliwości sensitivity coefficient	$c_{1b,m}$	0,01	0,19	1,25
Udział niepewności Uncertainty	związanej z poziomami hałasu contribution of noise levels	$c_{1a,m} * u_{1a,m}$	0,00	0,03	1,54
	związanej z czasem trwania czynności contribution of tasks durations	$c_{1b,m} * u_{1b,m}$	0,00	0,00	0,00
	związanej z wyposażeniem pomiarowym contribution of measuring instrumentation	$c_{1a,m} * u_{2,m}$	0,00	0,09	0,61
	związanej z wyborem pozycji pomiarowej contribution of measurement position	$c_{1a,m} * u_3$	0,00	0,13	0,87
Niepewność rozszerzona/ Expanded uncertainty			$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) = 3,1 \text{ dB}$		

Tabela 3. Dzienny poziom ekspozycji na hałas pracownika
Table 3. Worker's daily noise exposure level

Analiza hałasu/ Noise analysis		Czynność/ Task		
		A	B	C
Średni poziom hałasu (dB)/ Mean noise level (dB); $L_{p,A,eqT,m}$		70,8	85,8	94,0
Średni czas trwania/ Duration (h); T_m		1,5	3,0	3,0
Udział czynności m w $L_{EX,8h}$ / Contribution of task m to $L_{EX,8h}$; $L_{EX,8h,m}$		63,9	81,8	90,0
Udział niepewności Uncertainty contribution	poziom hałasu/ noise level; $(c_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,00	2,38
	czas trwania czynności/ duration; $(c_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	0,00
	wyposażenie pomiarowe/ measuring instrumentation; $(c_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,00	0,01	0,37
	pozycja pomiarowa/ measurement position; $(c_{1a,m} * u_3)^2$	0,00	0,02	0,75
	suma dla każdej czynności/ sum per task m; $u^2(L_{EX,8h})$	0,00	0,03	3,50
	suma dla wszystkich czynności/ sum for all tasks; $u^2(L_{EX,8h})$	3,53		
	złożona niepewność standardowa/ combined standard uncertainty; $u(L_{EX,8h})$	1,9 dB		
Dzienny poziom ekspozycji na hałas/ Daily noise exposure level; $L_{EX,8h}$		90,4 dB		

Oznacza to tyle, że w trakcie pracy muszą być stosowane środki ochrony indywidualnej. Pracownicy cyklinujący korzystali w trakcie pracy z ochronników słuchu typu nauszники ochronne HP-33K wg EN-352-1 i EN-352-8 ze znakiem CE. Są to ochronniki o wysokim poziomie tłumienia ze względu na podwójną obudowę, która zmniejsza rezonans i zapewnia tłumienie fali akustycznej [Dyrektywa 2003/10/WE, Sadowski 2013, PN-EN 352-1:2021 i PN-EN 352-8:2021-04].

Problem występowania hałasu w środowisku pracy oraz efektów narażenia człowieka na ten czynnik przez lata analizowany jest przez szerokie grono naukowców. Liczne badania potwierdzają negatywny wpływ hałasu na pracowników. Jednak, jak zaznacza Fugiel [2019], aby prawidłowo określić narażenie pracownika, niezbędne jest poznanie metod pomiarowych i całego procesu pracy. Pozwoli to wybrać odpowiednią strategię pomiarową, co wyeliminuje błędy w prowadzonych badaniach. Badania ankietowe prowadzone przez Polek-Duraj [2014] dla branży meblarskiej wykazały, że w tej branży panują złe warunki pracy, co szczególnie dotyczy nadmiernego hałasu oraz chemicznych zanieczyszczeń. Kolejną z publikacji poruszających to zagadnienie jest praca Hu i in. [2020], która potwierdza szkodliwy wpływ hałasu nie tylko na zdrowie pracowników, ale także na bezpieczeństwo oraz wydajność wykonywanej przez nich pracy. Autorzy twierdzą, że hałas znacznie zwiększa ryzyko popełniania błędów przez pracowników, jednocześnie wpływając na spadek bezpieczeństwa oraz wzrost ryzyka wystąpienia sytuacji wypadkowej lub potencjalnie wypadkowej. Badania analizujące akustyczne warunki pracy sygnalizują, aby w kolejnych badaniach zwracać szczególną uwagę na zawody, które swoje zadania muszą wykonywać w pomieszczeniach pustych, surowych, stwarzających niekorzystne warunki w sferze dźwiękowej [Ribay i in. 2005]. Głośna praca urządzeń niezbędnych do wykonania pracy w połączeniu z niekorzystnymi warunkami otoczenia mogą istotnie utrudniać wykonywanie zadania. Z tego względu na stanowiskach narażonych na ten czynnik wprowadza się rozwiązania ochronne w postaci ochronników słuchów. Jednakże aby dopasować ochronę, konieczna jest indywidualna analiza zagrożenia.

WNIOSKI

Analiza uzyskanych poziomów dźwięku w trakcie nominalnego dnia pracy osób zajmujących się cyklinowaniem podłóg wykazała, że pracownicy są ekspozowani na ponadnormatywne poziomy hałasu (90,4 dB). Zastosowane jednak ochronniki słuchu poprawiają bezpieczeństwo i komfort pracujących, obniżając tym samym ich narażenie na hałas w środowisku pracy. Ze względu na wysokie poziomy dźwięku zaleca się monitorowanie tego środowiska pracy, aby zapewnić pracownikom należyty dobór ochronników słuchu.

PIŚMIENNICTWO

- Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko (Dz.U. UE 42/38, z 15.02.2003).
- Fugiel D., 2019. Doskonalenie badań hałasu w środowisku pracy – metoda pomiaru pojedynczych zdarzeń akustycznych oraz metoda dostosowania danych wejściowych. *Podst. Metody Oceny Środ. Pracy* 4(102), 181–209. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.6382>

- Goines L., Hagler L., 2007. Noise pollution: a modern plague. *South. Med. J.* 100(3), 287–294. <https://doi.org/10.1097/smj.0b013e3180318be5>
- Hu Z., Hu H., Chan W.T., Xu F., 2020. An investigation of the perceived adverse impacts and control of construction noise in China. 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). 1088–1092.
- Jariwala H.J., Syed H.S., Pandya M.J., Gajera Y.M., 2017. Noise pollution and human health: a review. *Indoor Built Environ.* 1(1), 1–4.
- Mohamed A.M.O., Paleologos E.K., Howari F.M., 2021. Noise pollution and its impact on human health and the environment. W: A.M.O. Mohamed, E.K. Paleologos, F.M. Howari. *Pollution assessment for sustainable practices in applied sciences and engineering*. Butterworth-Heinemann, 975–1026.
- PN-EN 352-1:2021. Ochronniki słuchu – Wymagania ogólne – Część 1: Nauszniki przeciwhałasowe.
- PN-EN 352-8:2021-04. Ochronniki słuchu – Wymagania bezpieczeństwa – Część 8: Nauszniki przeciwhałasowe do odtwarzania audycji rozrywkowych.
- PN-EN ISO 9612:2011. Akustyka – wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas.
- PN-N-01307:1994. Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
- Polek-Duraj K., 2014. Badanie warunków pracy w branży meblarskiej na przykładzie województwa opolskiego. *Studia Ekonom.* 197, 147–159.
- Ribay G., de Rosny J., Fink M., 2005. Time reversal of noise sources in a reverberation room. *J. Acoustic. Soc. Am.* 117(5), 2866–2872.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318).
- Sadowski J., 2013. Ocena hałasu na stanowiskach pracy i jego minimalizacja. *Inż. Ap. Chem.* 52(2), 110–112.
- Żuchowicz-Wodnikowska I., 1998. *Emisja i propagacja hałasu przemysłowego w środowisku zewnętrznym*. ITB, Warszawa.

Źródło finansowania: ZKH/S/25/2023-ZIR

Summary. The aim of this study was to investigate the noise exposure of employees providing sanding services for wooden floors. The research was conducted during a typical working day. Measurements were made during three basic activities for this type of service – tidying and vacuuming, grinding and polishing, and polishing grinding together with the removal of old coatings. A sonometer, Sonopan DSA-50 class I, was used for the measurements. The highest exceeding of the permissible noise standards during proper scraping was found. Thus, the daily noise exposure level of employees was exceeded. The research showed that the use of hearing protectors, necessary for safe performance of work at this position, is appropriate for employees.

Keywords: noise, working environment, woodworking

Otrzymano/Received: 13.02.2023

Zaakceptowano/Accepted: 4.04.2023

Online first: 11.06.2023

Opublikowano/Published: 15.12.2023