

Akustyka posterunków nastawczych na przykładzie wybranych pomieszczeń

Jan RADOSZ¹, Dariusz PLEBAN²

Streszczenie

W artykule opisano problematykę akustyki posterunków nastawczych. Scharakteryzowano parametry akustyczne wykorzystane do oceny pomieszczeń tego typu oraz na podstawie norm krajowych i międzynarodowych ich zalecane wartości. Przedstawiono wyniki badań właściwości akustycznych pomieszczeń oraz hałasu w wybranych posterunkach nastawczych. Scharakteryzowano również badania ankietowe pracowników dotyczące subiektywnej oceny hałasu. Wyniki pomiarów wykazały, że zarówno hałas, jak i właściwości akustyczne pomieszczeń poza pojedynczymi przypadkami, spełniają wymagania określone w normach. W badaniach odnotowano wysokie poziomy tła akustycznego. Jedynie w dwóch pomieszczeniach hałas tła zawierał się w zalecanym zakresie. Mimo ocen ankietowanych wskazujących na uciążliwość hałasu w środowisku pracy, nie wykazano istotnej statystycznie korelacji pomiędzy wynikami pomiarów a subiektywną oceną uciążliwości hałasu.

Słowa kluczowe: hałas, akustyka pomieszczeń, stanowisko pracy, centrum sterowania

1. Wstęp

Ze względu na decyzyjny system sterowania ruchem kolejowym, w którym istnieje ryzyko popełnienia błędu wynikającego z tzw. „czynnika ludzkiego”, niezwykle ważne jest zapewnienie pracownikom odpowiednich warunków pracy. Hałas jest jednym z najpowszechniej występujących czynników szkodliwych i uciążliwych w środowisku pracy [1]. Negatywne oddziaływanie hałasu na organizm człowieka w warunkach narażenia zawodowego obejmuje wpływ na narząd słuchu (szkodliwość) oraz pozasłuchowe oddziaływanie na organizm (obejmujące uciążliwość) [10]. Hałas występujący w rozpatrywanych pomieszczeniach posterunków nastawczych nie przekracza wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń określonych w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [8], dlatego niniejszy artykuł odnosi się jedynie do pozasłuchowych skutków oddziaływania hałasu na pracowników.

Hałas występujący w pomieszczeniach jest ściśle związany z ich właściwościami akustycznymi [2]. Właściwości akustyczne pomieszczenia są wypadkową jego objętości, kształtu, rodzaju materiałów, z któ-

rego wykonane są powierzchnie je ograniczające oraz wyposażenia pomieszczenia. Właściwości te można określić m.in. na podstawie parametru czasu pogłosu pomieszczenia. Czas pogłosu to czas, w jakim energia akustyczna maleje o 60 dB ze stanu po wyłączeniu źródła dźwięku [5]. Parametr ten określa się z reguły w oktaowych pasmach częstotliwości. Ze względu na silną korelację czasu pogłosu z wrażeniami słuchowymi jest jednym z najważniejszych kryteriów oceny akustyki pomieszczenia, gdyż im dłuższy czas pogłosu w pomieszczeniu, tym wyższe poziomy hałasu (przy założeniu, że mamy do czynienia z tym samym źródłem hałasu). Z drugiej strony w pomieszczeniach nadmiernie wytlumionych, o bardzo krótkim czasie pogłosu, mogą pojawić się uciążliwe dźwięki, które nie są maskowane przez hałas tła.

Na stanowiskach pracy w posterunkach nastawczych, odpowiednie dostosowanie akustyki jest szczególnie ważne, gdyż akustyka pomieszczenia może znacząco wpływać na koncentrację uwagi i wydajność pracy. Wpływa również na zrozumiałość i maskowanie mowy oraz innych dźwięków.

W artykule przedstawiono również zalecane wartości parametrów akustycznych dla rozpatrywanych pomieszczeń na podstawie norm krajowych i międzynarodowych. Przedstawiono wyniki badań właści-

¹ Mgr inż.; Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; e-mail: jarad@ciop.pl.

² Dr inż.; Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa; e-mail: dapple@ciop.pl.

wości akustycznych pomieszczeń oraz hałasu w dziesięciu wybranych posterunkach nastawczych. Omówiono również badania ankietowe 27 pracowników dotyczące subiektywnej oceny hałasu i porównano je z wynikami pomiarów.

2. Kryteria oceny akustycznej

Rozpatrując pozasłuchowe skutki oddziaływania hałasu, należy wziąć pod uwagę dopuszczalne wartości podane w normie PN-N-01307:1994 [7] ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych działań. Dla stanowisk pracy w posterunkach nastawczych (kwalifikujących się do grupy stanowisk pracy w kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną używaną w procesie sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu), równoważny poziom dźwięku **A** w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy nie powinien przekraczać **65 dB**. Dokonując oceny hałasu na podstawie tego parametru rozpatruje się wszystkie źródła hałasu łącznie (w tym aktywność pracowników na sąsiednich stanowiskach pracy taką, jak rozmowy, korzystanie z łączności radiowej itp.).

Zgodnie z normą PN-EN ISO 11064-6:2005 [3], równoważny poziom dźwięku **A** tła akustycznego (hałas z zewnątrz, wentylacja, klimatyzacja, windy, urządzenia komputerowe itp.) w pomieszczeniach centrów sterowania, do których kwalifikują się posterunki nastawcze, nie powinien przekraczać **45 dB** z zaleceniem, aby zawierał się w zakresie 30–35 dB. Norma ta podaje również zalecenia dotyczące czasu pogłosu w centrach sterowania. Czas pogłosu w zakresie średnich częstotliwości (500–2000 Hz) nie powinien przekraczać **0,75 s** przy czym zaleca się, aby był zbliżony do 0,4 s. Wymienione kryteria mają również zastosowanie przy zatrudnianiu osób niepełnosprawnych [9].

3. Wyniki pomiarów

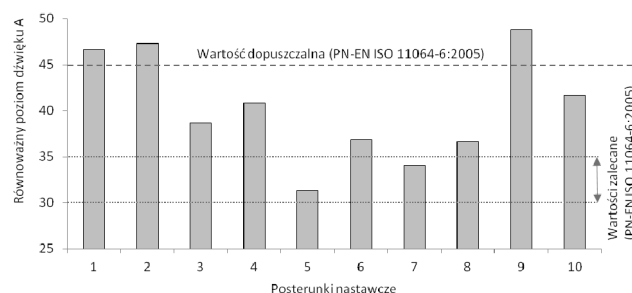
Według norm PN-EN ISO 9612:2011 [6] i PN-N-01307:1994 [7] wykonano pomiary hałasu w 10 posterunkach nastawczych. Punkty pomiarowe były zlokalizowane w miejscu przebywania pracownika. Czasy trwania pomiarów dobierano tak, aby otrzymane wyniki były reprezentatywne dla całego czasu ekspozycji na hałas. Wyniki pomiarów hałasu przedstawiono na rysunku 1. Tylko w jednym z badanych pomieszczeń (nr 1) odnotowano przekroczenie o 3 dB równoważnego poziomu dźwięku **A** w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy. W pozostałych pomieszcze-

niach równoważne poziomy dźwięku **A** zawierały się w zakresie od 56,3 dB do 63,6 dB.

W przypadku tła akustycznego zaobserwowano przekroczenia wartości dopuszczalnych w trzech pomieszczeniach (nr 1, 2 i 9) odpowiednio o 1,6 dB, 2,3 dB i 3,8 dB. W pozostałych pomieszczeniach tło akustyczne zawierało się w zakresie od 31,3 dB do 41,7 dB. Jedynie w dwóch pomieszczeniach hałas tła zawierał się w zakresie zalecanym przez normę PN-EN ISO 11064-6:2005 [3]. Wyniki pomiarów tła akustycznego w badanych pomieszczeniach przedstawiono na rysunku 2.



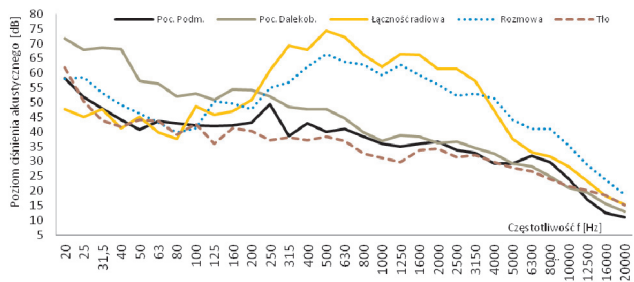
Rys. 1. Wyniki pomiarów hałasu na stanowiskach pracy w posterunkach nastawczych



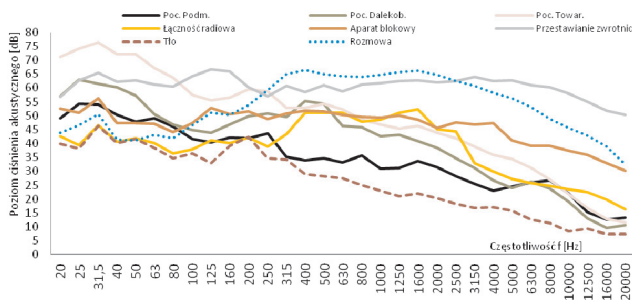
Rys. 2. Wyniki pomiarów tła akustycznego w posterunkach nastawczych

W pomieszczeniu nr 1 (najwyższe poziomy dźwięku **A**) i w pomieszczeniu nr 6 (przeciętne poziomy dźwięku **A**) dokonano analizy widm hałasu poszczególnych źródeł dźwięku (rys. 3, 4). W pomieszczeniu nr 1 dominującym źródłem hałasu były łączność radiowa i rozmowy. W pomieszczeniu tym pracuje wiele osób, a ich stanowiska pracy nie są względem siebie ekranowane. Nie zaobserwowano natomiast znaczących poziomów hałasu od przejeżdżających pociągów.

W pomieszczeniu nr 6 dominującym źródłem hałasu były rozmowy pracowników oraz dźwięki pochodzące od przestawiania zwrotnic. Innymi źródłami hałasu o niższych poziomach były odpowiednio aparat blokowy, łączność radiowa oraz przejeżdżające pociągi. W obu przypadkach nie odnotowano znaczących poziomów ciśnienia akustycznego w dolnym zakresie częstotliwości mogących świadczyć o występowaniu hałasu infradźwiękowego.

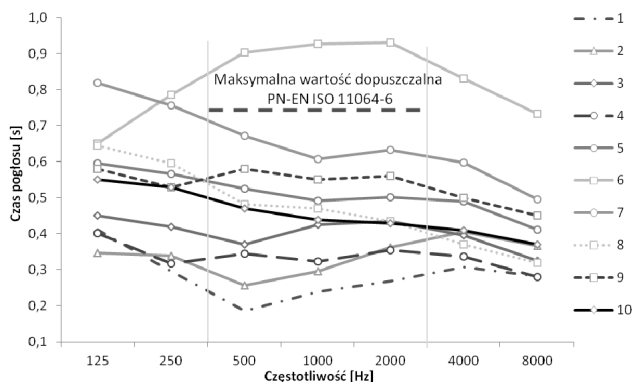


Rys. 3. Widma źródeł hałasu w posterunku nastawczym nr 1



Rys. 4. Widma źródeł hałasu w posterunku nastawczym nr 6

Pomiarów czasu pogłosu w posterunkach nastawczych (rys. 5) dokonano zgodnie z normami PN-EN ISO 3382 [4, 5] metodą odpowiedzi impulsowej. Wyniki pomiarów wykazały, że w większości przypadków badane pomieszczenia spełniają kryteria określone w PN-EN ISO 11064-6:2005. Uśrednione dla pasm 500–2000 Hz czasy pogłosu T_{mf} w 9 badanych pomieszczeniach zawierają się w zakresie od 0,24 do 0,64 przy czym w większości czas pogłosu jest krótszy niż 0,6 s. Tylko w jednym pomieszczeniu (nr 6) odnotowano przekroczenia dopuszczalnych wartości określonych w normie PN-EN ISO 11064-6:2005. Wynikało to z objętości pomieszczenia, jego kształtu (długie i wąskie), zastosowanych materiałów wykończeniowych (wykładzina PCV, tynkowane ściany) oraz wyposażenia (wiele odbijających powierzchni).



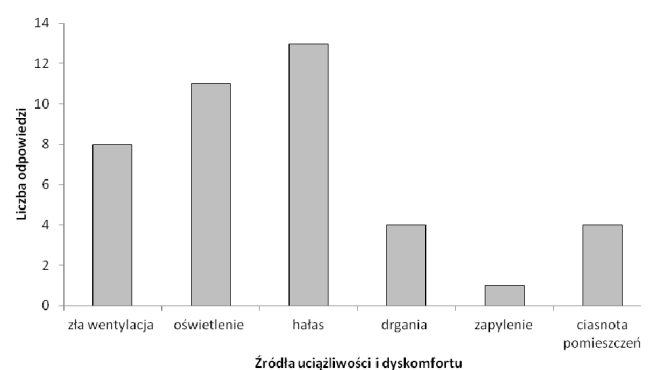
Rys. 5. Wyniki pomiarów czasu pogłosu w posterunkach nastawczych

4. Wyniki badań ankietowych

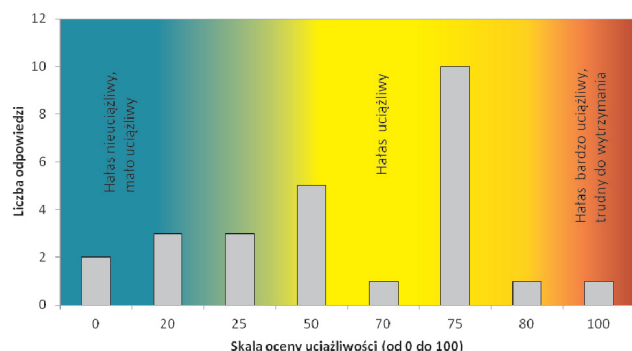
Badania ankietowe przeprowadzono na grupie 27 pracowników w badanych posterunkach nastawczych, z czego 15 osób było płci żeńskiej i 12 płci męskiej. Większość badanych osób była w wieku powyżej 45 lat i miała staż pracy dłuższy od 20 lat. Ankietowanych pytano o płeć, wiek, staż pracy i ocenę warunków pracy, w tym między innymi o:

- ogólną ocenę warunków pracy,
- czynniki będące źródłem uciążliwości i dyskomfortu,
- najbardziej uciążliwe czynniki występujące w miejscu pracy,
- odczucia związane z hałasem w miejscu pracy (w zdefiniowanej skali),
- ocenę uciążliwości hałasu (w zdefiniowanej skali).

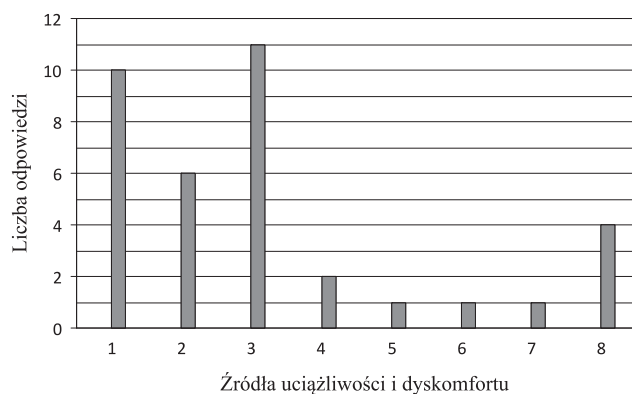
Wśród ankietowanych, 6 osób oceniło swoje warunki pracy jako bardzo dobre lub dobre, 18 jako przeciętne, natomiast 3 osoby oceniły je jako złe lub bardzo złe. Wśród źródeł uciążliwości, ankietowani najczęściej wskazywali hałas, oświetlenie oraz złą wentylację (rys. 6). W subiektywnej skali oceny uciążliwości hałasu, większość ankietowanych oceniło hałas na stanowisku pracy jako uciążliwy (rys. 7). Dwie osoby oceniły hałas jako bardzo uciążliwy, trudny do wytrzymania. Porównując otrzymane widma hałasu z wynikami badań ankietowych można zauważyć, że uciążliwość hałasu odczuwana przez ankietowanych była tym większa, im większa była odległość dominujących źródeł hałasu od pozostałych źródeł hałasu i tła akustycznego. Odnosząc to do przykładowych widm przedstawionych w artykule, ankietowani wskazywali na większą uciążliwość hałasu w posterunku nastawczym nr 1 (rys. 3) niż w posterunku nr 6 (rys. 4). Jako najbardziej uciążliwe źródło hałasu ankietowani wskazali radiotelefon i związane z nim rozmowy (rys. 8). Nie wykazano korelacji istotnej statystycznie pomiędzy wynikami pomiarów hałasu (rys. 1) a subiektywną oceną uciążliwości hałasu (rys. 7).



Rys. 6. Źródła uciążliwości i dyskomfortu w ocenie ankietowych (N = 27)



Rys. 7. Wyniki oceny uciążliwości hałasu przez ankietowanych w skali od 0 do 100 (N = 27)



Rys. 8. Źródła uciążliwości hałasu w ocenie ankietowanych (N = 27): 1) radiotelefon, 2) drukarka, 3) brak odpowiedzi, 4) przejeżdżający pociąg, 5) centralka, 6) szum z pomieszczenia teletechnicznego, 7) buczenie urządzeń, 8) rozmowy przez radio, środki łączności

5. Wnioski

W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości akustycznych pomieszczeń oraz hałasu w wybranych posterunkach nastawczych. Omówiono również badania ankietowe pracowników dotyczące subiektywnej oceny hałasu. Wyniki pomiarów wykazały, że zarówno hałas, jak i właściwości akustyczne pomieszczeń, poza pojedynczymi przypadkami, spełniają wymagania określone w odpowiednich normach. Kubatura, materiały wykończeniowe oraz wyposażenie pomieszczeń posterunków nastawczych na ogół zapewniają odpowiedni czas pogłosu. W przypadku poziomów hałasu na stanowiskach pracy wiele zależy od liczby osób pracujących w jednym miejscu oraz ekranowania źródeł hałasu. W czasie badań odnotowano dość wysokie poziomy tła akustycznego przekraczające zalecaną przez normę wartość 35 dB, a w trzech przypadkach nawet dopuszczalną wartość 45 dB. Jedynie w dwóch pomieszczeniach tło akustyczne zawierało się w zalecanym zakresie. Tło akustyczne w badanych pomieszczeniach zależy nie tylko od

wyposażenia technicznego budynku, ale również od hałasu pochodzącego z zewnątrz, na co znaczący wpływ mają przyjeżdżające pociągi.

Badania ankietowe przeprowadzone na grupie 27 pracowników badanych posterunków nastawczych wykazały znaczną uciążliwość hałasu występującego w miejscu pracy. Nie potwierdziły tego jednak pomiary hałasu, które nie wykazały przekroczeń wartości dopuszczalnych ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych działań. Zaobserwowano natomiast, że pracownicy bardziej odczuwają uciążliwość hałasu w sytuacji, kiedy dominujące źródła hałasu nie są maskowane przez tło akustyczne lub inne źródła hałasu.

Jeśli zaistnieje potrzeba poprawy warunków pracy na stanowiskach pracy w posterunkach nastawczych, należy ograniczyć hałas na drodze propagacji dźwięku przez odpowiednie zastosowanie ekranów akustycznych w pomieszczeniach. W pomieszczeniach o wysokim czasie pogłosu należy zadbać o wysoką chłonność akustyczną, np. przez zastosowanie podwieszanych sufitów z panelami pochłaniającymi dźwięk. W celu ograniczenia wysokiego tła akustycznego należy przeprowadzić indywidualną ekspertyzę akustyczną wyposażenia technicznego konkretnego budynku lub / i zwiększyć izolacyjność akustyczną okien i drzwi.

Artykuł opracowano na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” w zakresie zadań służb państwowych, finansowanego w latach 2014–2016 przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura

1. Augustyńska A., Pleban D., Radosz J.: *Zagrożenia hałasem na stanowiskach pracy w Polsce i innych państwach Unii Europejskiej*, Medycyna Pracy, 63(6), 689-700, 2012.
2. Mikulski W., Warmiak I.: *Obiektywne kryteria oceny właściwości akustycznych pomieszczeń biur otwartych*, Bezpieczeństwo Pracy – Nauka i Praktyka, 2015, 11.
3. PN-EN ISO 11064-6:2005: Ergonomiczne projektowanie centrów sterowania – Część 6: Wymagania środowiskowe dotyczące centrów sterowania.
4. PN-EN ISO 3382-1:2009: Akustyka. Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 1: Pomieszczenia specjalne.
5. PN-EN ISO 3382-2:2010: Akustyka. Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń – Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach.

6. PN-EN ISO 9612:2011: Akustyka. Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas. Metoda techniczna.
7. PN-N-01307:1994: Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
8. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, Dz.U. 2014 poz. 817.
9. Zawieska W.M. (red.): *Projektowanie obiektów, pomieszczeń oraz przystosowanie stanowisk pracy dla osób niepełnosprawnych o specyficznych potrzebach*, CIOP-PIB, Warszawa, 2014.
10. Zawieska W.M. (red.): *Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny*, CIOP-PIB, Warszawa, 2007.

Acoustics of Railway Control Centers Based on Selected Rooms

Summary

Abstract: The article discusses the issues of acoustics in railway control centers. Acoustic parameters used to assess this type of premises are presented and their recommended values based on national and international standards are given. The article also discusses the results of noise and room acoustics measurements in selected centers and subjective assessment of noise by employees. The measurement results showed that both noise and acoustic properties of the rooms in most cases meet the requirements specified in the standards. However, the study indicates high levels of background noise. Only in two of tested control centers background noise levels were within the recommended range. Although survey results indicating a nuisance of noise in the work environment, there was no statistically significant correlation between the acoustic measurements and subjective assessment of noise nuisance.

Keywords: noise, room acoustics, work station, control center, railway

Акустика постов ЭЦ на примере выбранных помещений

Резюме

В статье обсуждена проблематика акустики постов ЭЦ. Охарактеризованы акустические параметры использованные для оценки этого типа помещений а также их параметры рекомендуемые на основании национальных и международных норм. Представлены результаты исследований акустических свойств помещений а также шума в выбранных постах ЭЦ. Обсуждены также результаты анкет проведенных среди сотрудников про субъективную оценку шума. Результаты исследований показали, что уровень шума, так как акустические свойства помещений, кроме единичных случаев, соответствует требованиям определенных нормами. Только в двух помещениях уровень шум фона заключался в пределах рекомендуемого диапазона. Кроме оценок опрошенных указывающих на мучительный шум в рабочей среде не доказано статистически значительной корреляции между результатами измерений и субъективной оценки обременительности шума.

Ключевые слова: шум, акустика помещений, рабочее место, центр управления