

26

OCENA ZAGROŻENIA ŹRÓDŁAMI HAŁASU NA TERENACH SPECJALNYCH STREF EKONOMICZNYCH I PRZEMYSŁOWYCH

26.1 WPROWADZENIE

Specjalne strefy ekonomiczne (SSE) stanowią od lat narzędzie polityki regionalnej. Pierwotnym założeniem tworzonych w Polsce stref było przyciągnięcie inwestorów poprzez oferowanie zwolnień podatkowych dla przedsiębiorstw lokalizujących zakłady na obszarach objętych strefami. Wymiernym efektem funkcjonowania (SSE) jest tworzenie nowych miejsc pracy, przez co istotnie też podnosi konkurencyjność regionu. Jednym z celów powołania tych stref był rozwój i wykorzystanie nowych rozwiązań technicznych oraz technologicznych w gospodarce narodowej. Z formalnego punktu widzenia (SSE) to wyodrębnione administracyjnie obszary ustanowione przez Radę Ministrów po uzyskaniu opinii Zarządu województwa oraz zgody rady gminy właściwej na położenie strefy. Strefy przemysłowe funkcjonować mogą całkowicie autonomicznie, mogą też stanowić wydzielony terytorialnie obszar (SSE). Zlokalizowane zakłady przemysłowe na terenach (SSE) oraz stref przemysłowych stanowią potencjalne zagrożenie hałasem dla zatrudnionych osób na stanowiskach pracy. Zgodnie z (art. 136a pkt. 1, pkt. 2) [11] strefa przemysłowa utworzona może być na terenach przeznaczonych do działalności produkcyjnej, składowania oraz magazynowania i równocześnie użytkowanych. Jednocześnie z zapisów tych wynika, że w granicach takiej strefy dozwolone jest przekraczanie standardów dopuszczalnych poziomów hałasu pod warunkiem, że nie zagraża to życiu lub zdrowiu ludzi.

Określone w rozporządzeniu ministra środowiska dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku [13] identyfikowane są poprzez stosowanie ilościowych wskaźników hałasu dla zagospodarowanych terenów, ze względu na ich rodzaj przeznaczenia, np. tereny zabudowy jednorodzinnej, tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego, tereny zabudowy zagrodowej. W wykazie tych terenów nie występują specjalne strefy ekonomiczne, czy też strefy przemysłowe, jako tereny, dla których przyporządkowane są dopuszczalne poziomy hałasu. Uwzględniając powyższe, tereny (SSE) i stref przemysłowych traktować można, jako specyficzne środowisko pracy złożone ze zróżnicowanych stanowisk pracy i zlokalizowanych w przestrzeni zamkniętej jak i otwartej.

26.2 OPIS PROBLEMU

Występujący brak jednoznacznych wytycznych odnoszących się do identyfikacji i oceny zagrożenia hałasem na terenach stref przemysłowych oraz obowiązujące ogólne zapisy [11], co do możliwości przekraczania standardów dopuszczalnych poziomów hałasu w granicach strefy niezagrażające życiu lub zdrowiu ludzi stanowi problem badawczy. Analizowany problem ukierunkowany jest na identyfikację i następnie ocenę oddziaływania zróżnicowanych źródeł hałasu pod kątem ilościowym i jakościowym na pracowników znajdujących się na terenach (SSE) oraz stref przemysłowych. Prowadzone badania w zakresie analizy i oceny uciążliwości akustycznej obiektów przemysłowych ukierunkowane są z reguły na identyfikację oddziaływania zróżnicowanych źródeł hałasu do środowiska zewnętrznego na pobliskie tereny.

Stosowane podejście do oceny zagrożenia hałasem pracowników w zakładach przemysłowych polega na identyfikacji i odniesieniu się do parametrów oraz wartości hałasu występującego na stanowiskach pracy tj. hałasu ekwiwalentnego w czasie 8h pracy - $L_{Ex,8h}$, hałasu maksymalnego - $L_{Amax}(A)$ i hałasu szczytowego - $L_{peak}(C)$. Ocena zagrożenia oddziaływaniem źródeł hałasu na pracowników funkcjonujących na terenach (SSE) oraz stref przemysłowych przeprowadzana jest w sposób ilościowy za pomocą analogicznych parametrów, jak w przypadku badania zagrożenia hałasem pracowników w zakładach przemysłowych.

Klimat akustyczny środowiska stref przemysłowych kształtowany jest przez zróżnicowane źródła przemysłowe oraz środki transportu i komunikacji. W tym ujęciu, kształtowanie się klimatu akustycznego wywołanego źródłami przemysłowymi uzależnione jest ogólnie wieloma czynnikami [12], tj.:

- stosowanymi technologiami i rozwiązaniami budowlanymi;
- rodzajem, rozmieszczeniem i zabezpieczeniem akustycznym głównych źródeł hałasu (źródła punktowe, liniowe, powierzchniowe);
- charakter i czas pracy źródeł (oddziaływanie źródeł ciągłe, przerywane, impulsowe);
- funkcjami urbanistycznymi otaczających terenów strefy;
- systemem pracy (praca ciągła, zmianowa).

Kształtowanie się klimatu akustycznego wywołanego środkami transportu i komunikacji uzależnione jest na ogół od:

- rodzaju i położenia źródeł środków transportu w czasie (źródła stacjonarne, źródła ruchome),
- systemu organizacji ruchu pojazdów,
- zabezpieczenia akustycznego środków transportu i komunikacji.

Uwzględniając powyższe, zagadnienie zagrożenia hałasem dla (SSE) oraz stref przemysłowych podzielić można na dwa problemy:

- problem identyfikacji i oceny emisji wielu źródeł hałasu;
- ocenę ilościowo-jakościową oddziaływania źródeł hałasu na odbiorców.

Tereny (SSE) oraz stref przemysłowych z uwagi na dużą koncentrację w wydzielonej przestrzeni infrastruktury obiektów, technicznej i komunikacyjnej traktować można, jako tereny o silnym zurbanizowaniu z występującym zagrożeniem hałasem o charakterze wieloźródłowym. Obiekty przemysłowe cechują się znacznym podobieństwem pod względem infrastruktury techniczno-eksploatacyjnej oraz wywołanym przez nie stanem klimatu akustycznego, ze względu na rodzaj stosowanych technologii i prowadzonej działalności. Dodatkową, istotną cechą wspólną tych obiektów jest często koncentracja mocy akustycznej na stosunkowo niewielkiej przestrzeni.

26.3 PODOBIENSTWO OBIEKTÓW (SSE) I STREF PRZEMYSŁOWYCH

Infrastruktura środków technicznych zlokalizowanych na terenach (SSE) i stref przemysłowych wykazuje podobieństwo do stref miejskich [4] w zakresie kluczowych cech: geometrycznych, materiałowych, źródeł hałasu. Zagadnienie to rozpatrywać można w kategorii podobieństwa cech zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie zakładów przemysłowych na ograniczonym terenie. Typowymi i powtarzalnymi grupami środków technicznych należącymi do infrastruktury zakładów przemysłowych są:

- budynki i budowle: biura, hale produkcyjne, magazyny;
- instalacje przemysłowe: rurociągi technologiczne, sieci (wod.-kan., gazowe i ciepłownicze);
- drogi wewnętrzne;
- parkingi;
- ciągi komunikacji pieszej.

Wymienione grupy środków technicznych stanowią unormowaną strukturę przestrzenną o różnej skali podobieństwa cech zakładów przemysłowych. Wspólną ich cechą jest występowanie w nich obiektów tworzących przestrzenie zamknięte. Poza tym występują obiekty wspólne i łączące poszczególne budynki, czy też zakłady (drogi, ciągi komunikacyjne).

Na terenach (SSE) i stref przemysłowych ze względu na stosowane technologie oraz rodzaje produkcji wyróżnić można grupy maszyn, urządzeń i pojazdów charakteryzujących się cechami podobnymi. Do typowych i powtarzalnych eksploatowanych grup maszyn i urządzeń stosowanych w różnych sektorach przemysłowych zaliczyć można:

- maszyny produkcyjne, zespoły maszyn;
- maszyny i urządzenia energetyczne;
- maszyny i urządzenia transportowe;
- urządzenia wentylacyjne;
- pojazdy transportu wewnętrznego.

Wyznaczenie miar podobieństwa cech środków technicznych na terenach (SSE) i stref przemysłowych wykorzystane zostanie do opracowania uogólnionego modelu. Model taki uwzględniać będzie zależności pomiędzy cechami podobnymi środków technicznych i źródłami hałasu dla potrzeb oszacowania zagrożenia hałasem.

26.4 SPOSOBY OCENY ŹRÓDEŁ HAŁASU OBIEKTÓW PRZEMYSŁOWYCH I SKUTKÓW ODDZIAŁYWANIA

Występujący klimat akustyczny w przestrzeniach zamkniętych oraz wokół obiektów przemysłowych stanowi wypadkową oddziaływania zróżnicowanych źródeł emisji dźwięku. Jak wskazano powyżej, stanowi to jeden z problemów badawczych, gdyż na tego typu terenach trudno jest ocenić zagrożenie i skutki oddziaływania pojedynczego źródła dźwięku. Z reguły mamy do czynienia z występowaniem źródeł dźwięku o różnej mocy i pochodzeniu, których skutki oddziaływania docierają do odbiorców nie tylko z pobliskich obiektów. Wymienione powyżej maszyny, urządzenia i pojazdy są źródłami hałasu, i stanowią potencjalne zagrożenie hałasem.

Metodyka prowadzonych badań w zakresie identyfikacji i oceny emisji źródeł hałasu obiektów przemysłowych (np. układów wentylacji na terenach obiektów energetycznych) wskazuje na zastosowaniu w pierwszej kolejności pomiarów L_{Aeq} i wyznaczeniu mocy akustycznej źródeł L_{WA} . W ramach pomiarów poza metodami ciśnieniowymi stosuje się również metody natężeniowe dla obiektów przemysłowych, które pozwalają na uzyskanie wyników istotnie bliższych poziomowi rzeczywistemu [1]. Otrzymane wyniki badań przy wykorzystaniu metody natężeniowej potwierdzają jej dokładność i przydatność w prowadzeniu analiz akustycznych dla złożonych przestrzennie obiektów przemysłowych [10]. Następnie tworzony jest model akustyczny tj. model geometryczny i model źródeł opisujący parametry akustyczne przestrzeni obiektów, który podlega kalibracji na podstawie otrzymanych danych pomiarowych. W celu wyznaczenia rozkładu pola akustycznego wykorzystuje się metody symulacji pozwalające między innymi na identyfikację oddziaływania składowych źródeł w wybranych punktach przestrzeni [9].

W ramach stosowanych metod oceny skutków zdrowotnych dla osób narażonych na ekspozycję hałasu niskoczęstotliwościowego i hałasu słyszalnego [8] stosuje się metody audiometrii tonalnej oraz oto-emisji akustycznej. Otrzymane wyniki badań pochodzących z 12 zakładów pracy ze stanowiskami z ekspozycją na hałas: niskoczęstotliwościowy, z udziałem infradźwięków oraz z udziałem hałasu słyszalnego wykazały, że zaburzenia zdrowotne występują wśród osób z grupy eksponowanej na hałas słyszalny. Ponadto wyniki wykazały, że bardziej szkodliwe działanie na organizm związane jest z pasmem wyższych częstotliwości słyszalnych.

Jednocześnie autorzy badań wskazują na ostrożność w wyciąganiu wniosków ogólnych z badań i potwierdzają jednocześnie, że w przypadku rzeczywistej ekspozycji na hałas o efektach zdrowotnych decyduje energia pasma słyszalnego.

26.5 PROBLEM OCENY NARAŻENIA NA HAŁAS PRACOWNIKÓW (SSE) I STREF PRZEMYSŁOWYCH

Badania przeprowadzone w ramach obiektów emitujących hałas przemysłowy (2241 obiektów) – wg stanu na 2009r. wykazały, że 53% z nich w porze dziennej przekracza dopuszczalne wskaźniki L_{AeqD} i L_{AeqN} , a w porze nocnej przekroczenie to wynosi dla 50% z nich [14]. Według danych pochodzących z badań ankietowych opinii publicznej CBOS hałas w miejscu pracy dokucza 46% zatrudnionych osób.

W ramach zastosowania metody subiektywnej do oceny zagrożenia hałasem przemysłowym autorzy zaproponowali połączenie metody ankietowej z metodą odtwarzania referencyjnych sygnałów pod kątem uciążliwości akustycznej. Badania obejmowały 192 mężczyzn zatrudnionych w elektrowniach na stanowiskach zlokalizowanych w pomieszczeniach sterowniczych. Z otrzymanych wyników można wywnioskować, że zauważono znaczne zróżnicowanie w subiektywnej ocenie hałasu w miejscu pracy. W przypadku ok. 70% osób uznała hałas z udziałem niskich częstotliwości, jako bardziej niż nieznacznie uciążliwy. Oceniono przez respondentów hałas nisko częstotliwościowy, jako bardziej uciążliwy od hałasu szerokopasmowego. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy subiektywną oceną uciążliwości hałasu w pomieszczeniach a równoważnym poziomem ciśnienia akustycznego skorygowanym charakterystyką częstotliwościową A i G. Zaobserwowano istotną statystycznie korelację jedynie w przypadku równoważnego poziomu dźwięku C [7].

Badania podjęte przez autora referatu ukierunkowane są na opracowanie sposobu oceny zagrożenia hałasem pracowników (SSE) i stref przemysłowych, która zakłada połączenie stosowanej oceny ilościowej zagrożenia hałasem z oceną jakościową. Oznacza to wykorzystanie stosowanego podejścia ilościowego do oceny zagrożenia hałasem z uwzględnieniem znaczenia ocen subiektywnych percepcji cech dźwięku. Środowisko pracy (SSE) i stref przemysłowych charakteryzuje się oddziaływaniem różnorodnych źródeł hałasu o znaczeniu niepożądanym.

Wyniki przeprowadzonych badań nad wykorzystaniem reprezentatywnych cech dźwięku o charakterze subiektywnym w ocenie środowiska zagrożonego hałasem wskazują istotnie na znaczenie dokuczliwości hałasowej. Ponadto stwierdzono, że jednym z podstawowych czynników dokuczliwości stanowi głośność [2], przy występujących jeszcze innych takich jak: wysokości i składowe barwy dźwięku. Tematyka niniejszego referatu dotyczy identyfikacji zagrożenia hałasem w specyficznym środowisku pracy jakim są (SSE) i strefy przemysłowe, dlatego zagadnienia szczegółowe wyników badań nad znaczeniem subiektywnych cech percepcji dźwięku w ocenie zagrożenia hałasem nie będą poruszane. W obszarze prowadzonych badań istotne będzie poszukiwanie związku (korelacji) pomiędzy ilościowymi i jakościowymi parametrami oceny zagrożenia hałasem źródłami obiektów przemysłowych. W szczególności, dla opracowania wymienionego sposobu oceny zagrożenia hałasem zakłada się:

- przeprowadzenie pomiarów akustycznych (tj. poziomu dźwięku i sygnału audio) w punktach referencyjnych terenów (SSE) i stref przemysłowych dla typowych źródeł hałasu przy wykorzystaniu metod natężeniowych i ciśnieniowych;
- analizę zarejestrowanych sygnałów akustycznych w dziedzinie czasu i częstotliwości;
- kalibracja wybranych próbek sygnału uwzględniająca relacje poziomów dźwięku w odniesieniu do rodzaju źródła hałasu;
- badania audiometryczne pracowników (SSE) i stref przemysłowych pod kątem dokuczliwości hałasowej polegające na odtwarzaniu wybranych próbek sygnałów akustycznych i rejestracji ocen wrażeń słuchowych oddziaływania źródeł hałasu;

- zastosowanie metod statystycznych (w tym taksonomicznych [5], [6]) oraz metod sieci neuronowych do wyznaczenia związku pomiędzy ilościową i jakościową oceną typowych źródeł hałasu obiektów przemysłowych;
- opracowanie modelu oceny zagrożenia hałasem typowych źródeł hałasu dla terenów (SSE) i stref przemysłowych;
- opracowanie sposobu praktycznego wykorzystania opracowanego modelu z użyciem metod wariantowych (scenariuszowych) [3].

Efektem opracowanego sposobu będzie zaproponowanie rozwiązań możliwości kształtowania klimatu akustycznego terenów (SSE) i stref przemysłowych na podstawie wyznaczenia ilościowo-jakościowej oceny zagrożenia hałasem.

PODSUMOWANIE

Podjęta problematyka zagrożenia hałasem w specyficznym środowisku pracy jakim są tereny (SSE) oraz stref przemysłowych stanowi nowe podejście do identyfikacji źródeł hałasu i oceny zagrożenia hałasem. Obiekty zlokalizowane na tych terenach charakteryzują się jednoczesnym oddziaływaniem wielu źródeł, których cechy (parametry działania) wykazują dużą zmienność w czasie. Stanowi to istotny problem i ograniczenia w prowadzeniu badań.

Zaproponowano opracowanie sposobu oceny zagrożenia hałasem dla pracowników (SSE) i stref przemysłowych polegającego na wyznaczeniu ilościowo-jakościowej oceny zagrożenia hałasem dla typowych źródeł hałasu. Opracowany sposób zastosowany może być w doborze rozwiązań kształtowania klimatu akustycznego na tych terenach.

PODZIĘKOWANIA

Artykuł jest wynikiem badań realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej, i powstał w ramach pracy statutowej 13/030/BK_16/0024 nt. Metody i narzędzia inżynierii produkcji dla rozwoju inteligentnych specjalizacji. Innowacyjność, jako element inteligentnej specjalizacji.

LITERATURA

- 1 A. Augustyn. *Metodyka identyfikacji znaczących źródeł dźwięku z terenów obiektów górniczych i energetycznych*. Gliwice: Instytut Techniki Górniczej Komag, 2014.
- 2 T. Kaczmarek, A. Preis. „Annoyance of time-varying road-traffic noise.” *Archives of acoustic*, no. 35 (3), 2010, s. 383-393.
- 3 A. Loska. „Modelling of decision-making process using scenario methods in maintenance management of selected technical systems.” *International Journal of Strategic Engineering Asset Management*, No 2(2), 2015, p. 190 - 207.
- 4 A. Loska. „Review of opportunities and needs of building the SmartMaintenance concept within technical infrastructure system of municipal engineering.” R. Knosala: (red.) *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, t.2, 2015, s. 544-555.

- 5 A. Loska . „Methodology of variant assessment of exploitation policy using numerical taxonomy tools.” *Management Systems in Production Engineering*, No 2(18), 2015, p. 98-104.
- 6 W. Paszkowski. „Identyfikacja cech diagnostycznych w ocenie środowiska zurbanizowanego zagrożonego hałasem.” *Mechanik*, nr 7(88), 2015, s. 637-644.
- 7 M. Pawlaczyk-Łuszczynska, A. Dudarewicz, M. Waszkowska. „Ocena uciążliwości hałasu niskoczęstotliwościowego w pomieszczeniach sterowniczych wg subiektywnej oceny pracowników – wyniki badań pilotażowych.” *Medycyna Pracy*, nr 6(52), 2001, s. 465-470.
- 8 K. Pawlas, M. Boroń, J. Zachara i inni. „Porównanie efektów zdrowotnych wywołanych zawodową ekspozycją na hałas niskoczęstotliwościowy i hałas słyszalny.” *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, , No 1(17), 2014, s. 41-51.
- 9 M. Pierchała. „Ograniczenie ponadnormatywnej emisji hałasu wentylatorów dużej mocy”. *Maszyny górnicze*, nr 2, 2008.
- 10 M. Pierchała. „Przemysłowe zastosowanie metody natężeniowej w badaniach prowadzonych na stanowiskach pracy w zakładach górniczych.” *Maszyny górnicze*, nr 3, 2015.
- 11 *Prawo ochrony środowiska*. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001.
- 12 *Raport o stanie środowiska woj. Dolnośląskiego w 2001r.* Wrocław: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska.
- 13 *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012r zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku.*
- 14 *Zagrożenie hałasem – wybrane zagadnienia. Biuro analiz i dokumentacji. Opracowania tematyczne OT-612.* Warszawa: Kancelaria Senatu, 2012.

OCENA ZAGROŻENIA ŹRÓDŁAMI HAŁASU NA TERENACH SPECJALNYCH STREF EKONOMICZNYCH I PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie: Artykuł przedstawia zagadnienie problemowe zagrożenia źródłami hałasu w specyficznym środowisku pracy jakim są specjalne strefy ekonomiczne i strefy przemysłowe. W pierwszej jego części, wskazano na podobieństwo cech obiektów zlokalizowanych na tych terenach. Ponadto scharakteryzowano ilościowe podejście identyfikacji i oceny zagrożenia hałasem obiektów przemysłowych. W drugiej części artykułu, przedstawiono analizę możliwości przeprowadzenia oceny zagrożenia hałasem. W szczególności, zaproponowano uzupełnienie stosowanej dotychczas oceny ilościowej o ocenę jakościową związaną z kształtowaniem klimatu akustycznego. Takie podejście można traktować jako nowe zagadnienia badawcze, mające swoje zastosowanie m.in. w odniesieniu do specjalnych stref ekonomicznych i stref przemysłowych.

Słowa kluczowe: strefa przemysłowa, zagrożenie hałasem, źródła hałasu, podobieństwo obiektów

ASSESSMENT OF HAZARD FROM NOISE SOURCES ON AREAS OF THE SPECIAL ECONOMIC AND INDUSTRIAL ZONES

Abstract: The article presents the problematic issue hazard from noise sources in a specific working environment - special economic zones and industrial zones. In the first part, it was pointed to the similarity of objects features located on these areas. Furthermore, it was characterized the quantitative approach to identify and assessment of noise pollution of industrial facilities. In the second part of the article, it was presented analysis of possibility of the noise pollution assessment. In particular, it was proposed complement the previously used a quantitative assessment of the qualitative assessment related to shaping the acoustic climate. Such an approach can be considered as a new research issues, having their practical application, among others, in relation to special economic zones and industrial zones.

Key words: industrial zone, noise pollution, noise sources, similarity of facilities

Dr inż. Waldemar PASZKOWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Waldemar.Paszkowski@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 13.05.2016
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 31.05.2016