

SPADEK POZIOMU HAŁASU W FUNKCJI ODLEGŁOŚCI OD ŹRÓDŁA

Przeprowadzając badania, które miały na celu wyznaczenie akustycznych stref ochronnych wokół wytwórni mas bitumicznych zauważono, iż spadek poziomu dźwięku z odległością od źródła (otaczarki) maleje w sposób nierównomierny i opisany winien być przez dwa współczynniki tłumienia: k_1 — obowiązujący dla odległości od źródła do 60 m oraz k_2 — obowiązujący dla odległości od źródła przekraczającej 60 m. Kontynuowanie tego typu badań wydaje się być celowe. Potwierdzenie spostrzeżeń pozwoli na ewentualne zweryfikowanie podawanych w literaturze i stosowanych wartości współczynnika tłumienia fal dźwiękowych na drodze ich propagacji.

Wokół rozbudowujących się aglomeracji miejskich powstaje wiele obiektów przemysłowych, niekorzystnie oddziaływujących na środowisko. Jednym z istotnych czynników degradacji środowiska człowieka jest hałas. Należy więc dbać o to, aby uciążliwe akustycznie obiekty posiadały odpowiednie strefy ochronne. Dla obiektów nowo projektowanych problem ten jest możliwy do rozwiązania w przypadku, gdy znane są pewne wartości wyjściowe, a mianowicie: poziom dźwięku źródła hałasu w standardowej odległości od niego, współczynnik charakteryzujący tłumienie fal dźwiękowych, emitowanych przez dane źródło hałasu na drodze ich rozchodzenia się. Celem empirycznego wyznaczenia podanych wyżej wartości, dla określonego typu źródła, wykonano pomiary na obiekcie istniejącym, jakim była Wytwórnia Mas Bitumicznych, zlokalizowana na peryferiach m. Poznania przy ul. Sycowskiej. Głównie źródło hałasu stanowiła otaczarka typu WMB-30. Wpływ hałasu emitowanego przez transport ciężarowy, ze względu na jego małą intensywność (ok. 4 poj./h), został pominięty. W przeprowadzonych obliczeniach nie brano również pod uwagę wpływu wilgotności powietrza i kierunku wiatru (więcej w większości przypadków z kierunku południowo-zachodniego). Starano się jednak, aby warunki atmosferyczne dla wszystkich pomiarów były podobne: wilgotność względna powietrza 88—95%, siła wiatru $0,5^{-1}$ m/s.

Metodyka pomiarów

Pomiary przeprowadzono, wykorzystując dwa zestawy aparatury akustycznej firmy Brüel-Kjaer, rejestrujące poziom hałasu w dB (A):

- precyzyjny miernik poziomu dźwięku typ 2209 z przyłączonym filtrem tercjowym częstotliwości typ 1616, pisak rejestrujący typ 2306,
- analizator poziomu dźwięku typ 4426, drukarka alfanumeryczna typ 2312.

W trakcie pomiarów mikrofon zlokalizowany był na wysokości 1,2 m nad poziomem ziemi. Czas trwania pomiaru w jednym punkcie wynosił, ze względu na stacjonarność hałasu, kilka minut. W celu uniknięcia przypadkowości wyników pomiary powtarzano. Wartość średnią podawano z dokładnością do 0,5 dB(A). Badania spadku poziomu hałasu z odległością przeprowadzono, wykorzystując podstawową zależność (zakładając punktowość źródła):

$$L_x - L_o - 20 k \lg \frac{r_x}{r_o} \quad (\text{dB(A)}) \quad (1)$$

gdzie:

- L_x — poziom hałasu w odległości r_x od źródła (dB(A)),
- L_o — poziom hałasu w standardowej odległości od źródła (dB(A)),
- r_x — odległość, dla której wyznaczony jest poziom L_x (m),
- r_o — standardowa odległość od źródła (m),
- k — współczynnik zależny od tłumienia fal dźwiękowych emitowanych przez dane źródło hałasu na drodze ich rozchodzenia się.

Wielkość L_x i L_o zmierzone zostały w odpowiednich odległościach r_x i r_o . Wartość r_o przyjęto równą 10 m licząc od źródła hałasu; wartość r_x — równą kolejno 20 m, 30 m, 40 m... od źródła hałasu.

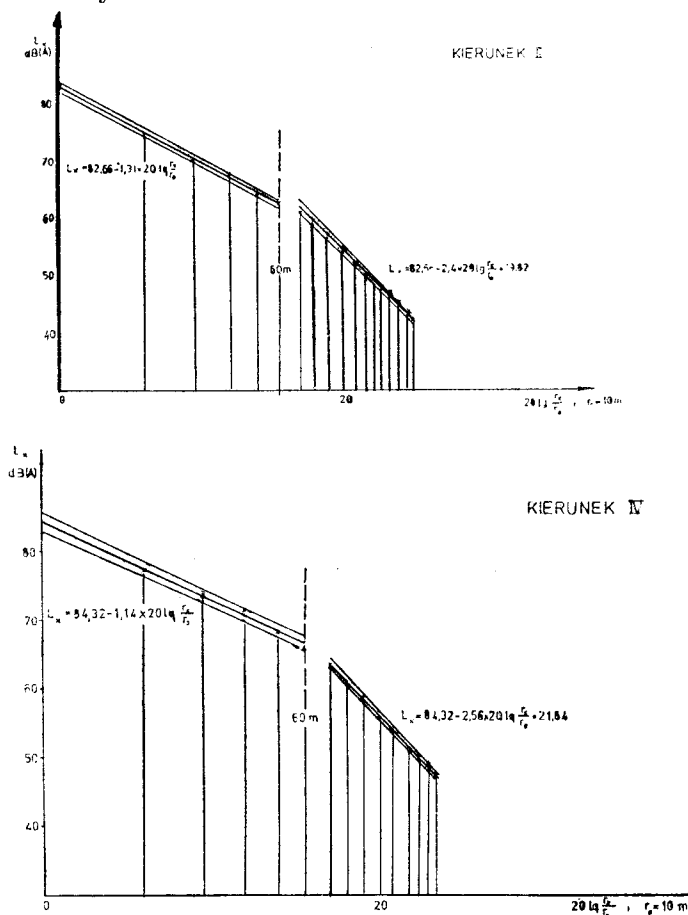
Na podstawie uzyskanych z pomiarów danych, wykorzystując analizę regresji, obliczony został charakterystyczny dla badanego źródła hałasu oraz terenu, po którym hałas ten się rozprzestrzenia, współczynnik tłumienia k . Znajomość współczynnika k oraz wartości L_o jest przydatna w przypadku prognozowania wartości poziomu natężenia dźwięku L_x w żądanej odległości r_x od źródła hałasu, a co za tym idzie — umożliwia określenie wymaganej szerokości akustycznej strefy ochronnej zakładu.

Pomiary spadku poziomu hałasu emitowanego przez otaczarkę WMB-30, decydującą o uciążliwości akustycznej Wytwórni Mas Bitumicznych, wykonane zostały dla czterech charakterystycznych kierunków propagacji hałasu oraz dla charakterystycznych pokryw terenu:

- kierunek I (północny) — od strony kabiny dyspozytorskiej otaczarki; teren płaski, utwardzona ziemia, w odległości 110 m od źródła przechodząca w asfalt (droga do wytwórni),
- kierunek II (południowy) — od strony zbiorników ze smołą; teren płaski pokryty wysoką trawą,
- kierunek III (wschodni) — od strony składowiska żwiru; teren płaski pokryty trawą,
- kierunek IV (zachodni) — od strony spustu masy bitumicznej; teren płaski, ziemia orna.

Wyniki pomiarów

Wykonana analiza widmowa badanej otaczarki WMB-30 pozwoliła stwierdzić, że dominujące częstotliwości emitowanego przez nią hałasu zawierają się w pasmach oktaowych 500—2000 Hz. Wyniki uzyskane z pomiarów w punktach zlokalizowanych wzdłuż opisanych wyżej kierunków względem otaczarki przedstawiono w formie wykresu.



Rys. 1 Liniowa funkcja regresji spadku poziomu hałasu z odległością wraz z krzywymi ufności, podana przykładowo dla kierunków II i IV

Przykładowo na rys. 1 przedstawiono dla kierunku II i IV. Charakterystyki (numery) kierunków podano w górnej części wykresów: Na

osi odciętych zaznaczono wielkości $20 \lg \frac{r_x}{r_0}$ zaś na osi rzędnych wartości L_x zmierzone dla odległości r_x . Stosując analizę regresji liniowej wykreślono dla każdego kierunku proste, których współczynniki nachylenia odpowiadają współczynnikom k , charakteryzującym propagację danej fali dźwiękowej w określonym terenie. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że zmierzone wartości przedstawione na rys. 1, poddane analizie regresji, wyznaczają dwie proste (dwa współczynniki k), dla każdego kierunku propagacji fal dźwiękowych emitowanych przez otaczarkę. Wartość współczynnika k_0 obowiązuje dla odległości od źródła hałasu, nie przekraczającej 60 m, natomiast wartość k_1 — dla odległości od źródła hałasu powyżej 60 m.

W związku z powyższym równanie (1) opisujące spadek poziomu hałasu z odległością przyjmuje postać:

dla odległości do 60 m od źródła hałasu

$$L_x = L_0 - k_0 \cdot 20 \lg \frac{r_x}{r_0} \quad (1a)$$

dla odległości powyżej 60 m od źródła hałasu

$$L_x = L_0 - k_1 \cdot 20 \lg \frac{r_x}{r_0} + \delta \quad (1b)$$

gdzie:

L_x, L_0, k, r_x, r_0 — jak we wzorze (1),

δ — poprawka do wartości L_0 wynikająca ze zmiany współczynnika k , stała dla danego kierunku.

Przyjęta wartość graniczna 60 m przy zmianie współczynnika k powoduje zwiększenie obliczeniowych wartości L_x na odległości 60—70 m. Bardziej wnikliwe i szczegółowe badania powinny pozwolić na precyzyjne określenie punktu granicznego, a co za tym idzie, na przybliżenie danych pomiarowych i wartości obliczeniowych na podanym wyżej odcinku. Dla otrzymanych za pomocą analizy regresji prostych spadku poziomu hałasu, emitowanego przez otaczarkę z odległością dla poszczególnych kierunków wyznaczone zostały również krzywe ufności (rys. (1)).

Tabela 1

WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKÓW L_0, δ, k (OZNACZENIA JAK WE WZORACH (1a) i (1b) ORAZ WSPÓŁCZYNNIKA KORELACJI γ DLA CZTERECH PROPAGACJI HAŁASU EMITOWANEGO PRZEZ OTACZARKĘ

	L_0	k_0	γ_0	k_1	γ_1	δ
kierunek I	84,88	1,15	0,99	1,86	0,98	15,15
kierunek II	82,66	1,31	0,99	2,40	0,99	19,82
kierunek III	80,32	0,99	0,99	2,35	0,98	21,29
kierunek IV	84,32	1,14	0,99	2,56	0,99	21,84

Otrzymane, dla czterech kierunków propagacji hałasu emitowanego przez otaczarkę wartości L_0 , δ oraz współczynników k , charakteryzujących spadek poziomu badanego hałasu z odległością w terenie o określonym podłożu, przedstawiono w tabeli (1).

Na podstawie wyżej podanych wartości L_0 , k_0 , k_1 , δ lub wykorzystując wykreślone na rysunku proste, wyznaczyć można poziom hałasu emitowanego przez otaczarkę w żądanej odległości od źródła, a więc wyznaczyć dla niej akustyczne strefy ochronne.

Wnioski

Przedstawione wyniki badań prowadzą do wniosku, że hałas emitowany przez źródło punktowe, propagujący się w terenie otwartym o różnym podłożu, maleje wraz z odległością od źródła w sposób nierównomierny. Zauważono bowiem, iż prędkość spadku poziomu hałasu zależna jest od odległości od źródła. Wyznaczono odległość graniczną od źródła rów-

ną 60 m, dla której następuje zmiana (wzrost) współczynnika k , opisującego tłumienie fal dźwiękowych na drodze ich rozchodzenia się. W związku z takim przyjęciem granicy zmiany współczynnika k , w odległości 60—70 m od źródła wystąpiły rozbieżności pomiędzy wartościami L_x zmierzonymi, a obliczonymi na podstawie analizy regresji. Zachodzi jednakże konieczność prowadzenia dalszych badań, mających na celu potwierdzenie zauważonego zjawiska i dokładniejsze wyznaczenie odległości granicznej dla zmiany współczynnika k , eliminujących rozbieżności pomiędzy wartościami zmierzonymi i obliczonymi.

Należy również zauważyć, iż wartości współczynników k obliczone metodą regresji liniowej są znacznie większe od podanych w dostępnej literaturze fachowej. Zawarte we wnioskach uwagi dotyczą konkretnego rodzaju źródła hałasu. Spodziewać się jednak można, iż zanotowane spostrzeżenia odnosić się mogą również do innego typu źródeł.