

# Analiza możliwości obniżenia poziomu hałasu w warsztacie mechanicznym

## Analysis of the possibilities of reducing noise level in mechanical workshop

MARIANNA KAZIMIERSKA-GREBOSZ\*

DOI: <https://doi.org/10.17814/mechanik.2017.7.68>

Przedstawiono zagrożenia hałasem występujące w środowisku pracy w małych warsztatach mechanicznych. Wykonano – zgodnie z normami – pomiary poziomu hałasu w wybranym zakładzie. Z uwzględnieniem sytuacji urbanistycznej zakładu przygotowano wstępny projekt poprawienia komfortu akustycznego, który zapewni bezpieczne warunki pracy.

**SŁOWA KLUCZOWE:** budowa maszyn, poziom hałasu, najwyższe dopuszczalne natężenie dźwięku, ekrany akustyczne, ustroje dźwiękochłonne

*In the paper problems of noise pollution in the environment of work in small mechanical workshops are presented. In accordance with the standards, noise level measurements were executed in the selected workshop. Taking into account the urban situation of the workshop, a preliminary project has been elaborated to improve the acoustic comfort, which will provide safe working conditions.*

**KEYWORDS:** mechanical engineering, noise level, maximum sound pressure, acoustic screens, sound regimes

Podjęcie intensywnych działań na rzecz walki z hałasem jest bardzo ważne, ponieważ dotyczy znacznej części populacji. W UE zagrożonych hałasem w środowisku pracy jest ok. 80 mln osób, tj. 1/3 pracujących. W Polsce ta liczba wynosi obecnie ok. 190 tys. [1]. Celem artykułu jest przedstawienie wstępnego projektu obniżenia hałasu w małym zakładzie mechanicznym poprzez zastosowanie podstawowych metod zwalczania hałasu.

### Ochrona prawna przed hałasem w środowisku pracy

Liczba pracowników narażonych na hałas jest niemal trzykrotnie większa od liczby pracowników zagrożonych drugim pod względem częstości występowania czynnikiem szkodliwym – pyłami przemysłowymi, na które narażonych jest 64 tys. osób w Polsce (18,9% osobo zagrożonych związanych ze środowiskiem pracy) [2].

### Polskie regulacje prawne dotyczące hałasu w środowisku pracy

Do najważniejszych rozporządzeń dotyczących hałasu obowiązujących w Polsce należą:

- rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [3];

- norma PN-N-01307:1994 określająca dopuszczalne wartości NDN hałasu w środowisku pracy ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań;

- rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne, które wprowadza tzw. wartości progów działania: dla poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do ośmiogodzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do tygodnia pracy – próg działania wynosi 80 dB; dla szczytowego poziomu dźwięku C przyjmuje się próg działania NDN wynoszący 135 dB; w przypadku przekroczenia wartości progów działania pracodawca planuje i podejmuje działania zmniejszające ryzyko zawodowe [4].

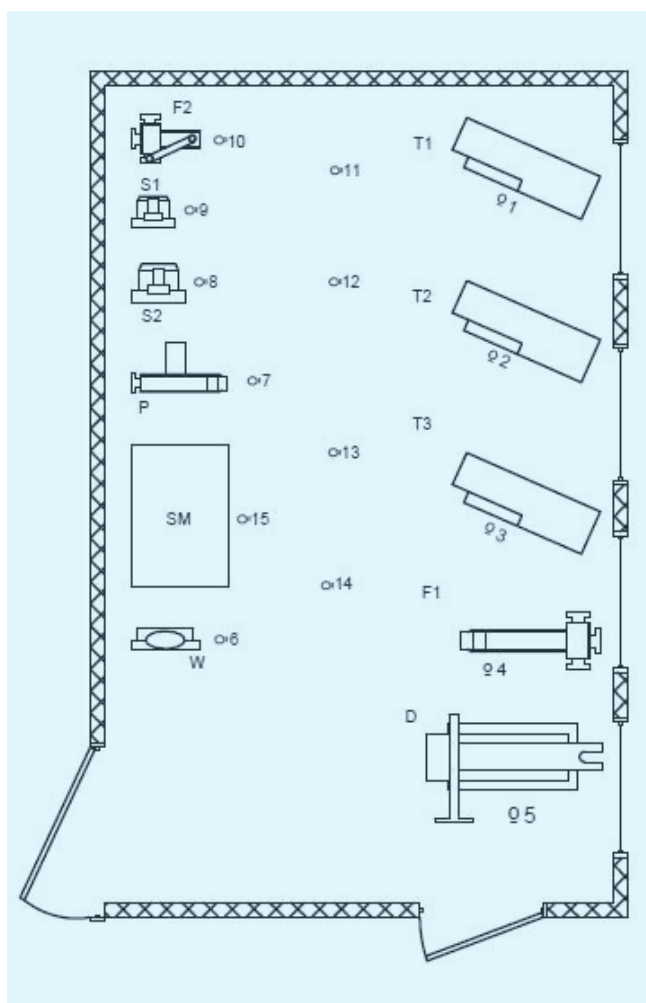
### Badania hałasu w wybranym zakładzie

■ **Charakterystyka badanego zakładu przemysłowego.** Szybki rozwój, który obserwujemy niemal we wszystkich dziedzinach życia, dotyczy także maszyn i urządzeń oraz procesów technologicznych. W nowo powstałych zakładach przemysłowych pracują cichobieżne maszyny i stosowane są zaawansowane technologie, a na niebezpiecznych stanowiskach wykorzystywane są roboty. Warunki pracy i bezpieczeństwo w takich zakładach są zgodne z obowiązującymi rozporządzeniami i normami. Nie należy jednak zapominać, że w gospodarce polskiej funkcjonują zakłady przemysłowe, małe i duże, w których są stare maszyny, emitujące hałas o wysokim poziomie.

Przedmiotem badań był mały warsztat mechaniczny. Na rys. 1 przedstawiono rozmieszczenie maszyn i punktów pomiarowych poziomu hałasu w warsztacie.

■ **Pomiary poziomu hałasu.** Pomiary poziomu dźwięku na stanowiskach pracy przeprowadzono według normy PN-EN ISO 9612:2001. Pomiary na stanowiskach poszczególnych maszyn (punkty 1÷10 na rys. 1) odbywały się podczas pracy tylko danej maszyny. Pomiary w ciągu komunikacyjnym i przy stole montażowym wykonane były w czasie pracy grup po trzy maszyny, ponieważ w warsztacie jednocześnie pracuje maksymalnie trzech operatorów. Na podstawie analizy wyników poziomu hałasu emitowanego przez poszczególne maszyny wybrano cztery grupy: I grupa – pracowały maszyny  $T1 + S1 + P$ , grupa II –  $F1 + W + D$ , grupa III –  $T2 + T3 + P$ , grupa IV –  $T3 + F2 + P$ . Wyniki przedstawiono w tabl. I i II.

\* Dr inż. Marianna Kazimierska-Grebosz ([marianna.kazimierska-grebosz@p.lodz.pl](mailto:marianna.kazimierska-grebosz@p.lodz.pl)) – Wydział Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej



Rys. 1. Rozmieszczenie maszyn i punktów pomiarowych w zakładzie: T1, T2, T3 – tokarki uniwersalne TUK40; W – wiertarka kolumnowa; D – dłutownica; F1, F2 – frezarki pozioma i pionowa; S1, S2 – szlifieryki stołowe SZ 750; P – przecinarka, O 1÷15 – oznaczenie punktu pomiarowego)

### Analiza wyników pomiaru hałasu

Z analizy wyników pomiaru równoważnego poziomu dźwięku A na stanowiskach pracy (punkty 1÷10) można wyciągnąć następujące wnioski:

- Najwyższy poziom hałasu w czasie pracy emituje przecinarka (punkt 7). Pomiar w tym punkcie wykonane były w czasie cięcia metalu. Poziom  $L_{AeqT}$  wynosił 91 dB.
- Na stanowiskach pracy tokarek, frezarek, szlifierek, wiertarki i dłutownicy poziom hałasu nie przekraczał dopuszczalnej wartości, wynosił 63÷76 dB.
- W żadnym punkcie pomiarowym nie stwierdzono przekroczenia maksymalnego poziomu dźwięku A, poziom ten wynosił 75÷85 dB.

Analiza wyników pomiaru poziomu hałasu w ciągu komunikacyjnym i na stanowisku pracy przy stole montażowym (punkty 11÷15) pozwoliła na sformułowanie wniosków:

- Jednoczesna praca frezarki poziomej, wiertarki i dłutownicy nie powoduje przekroczenia poziomu hałasu,  $L_{AeqT} = 72÷82$  dB.
- Włączenie do pracy przecinarki powoduje zwiększenie poziomu hałasu na wszystkich stanowiskach pracujących maszyn. Poziomu  $L_{AeqT}$  w poszczególnych grupach maszyn wynosił: grupa I (T1 + S1 + P) 88÷94 dB; grupa III (T2 + T3 + P) 88÷95 dB; grupa IV (T3 + F2 + P) 88÷94 dB.

TABLICA I. Poziom hałasu podczas pracy pojedynczych maszyn

|                               | Numer punktu pomiarowego |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                               | 1                        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| Równoważny poziom dźwięku, dB | 75                       | 76 | 76 | 73 | 66 | 79 | 91 | 62 | 63 | 75 |
| Maksymalny poziom dźwięku, dB | 80                       | 82 | 83 | 78 | 69 | 85 | 97 | 66 | 75 | 80 |

TABLICA II. Poziom hałasu wybranych grup maszyn

| Numer punktu pomiarowego | Pracujące maszyny |            |            |            |             |            |             |            |
|--------------------------|-------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                          | T1 + S1 + P       |            | F1 + W + D |            | T2 + T3 + P |            | T3 + F2 + P |            |
|                          | $L_{AeqT}$        | $L_{Amax}$ | $L_{AeqT}$ | $L_{Amax}$ | $L_{AeqT}$  | $L_{Amax}$ | $L_{AeqT}$  | $L_{Amax}$ |
| 1                        | 88                | 96         | –          | –          | –           | –          | –           | –          |
| 2                        | –                 | –          | –          | –          | 96          | 99         | –           | –          |
| 3                        | –                 | –          | –          | –          | 88          | 92         | 88          | 90         |
| 4                        | –                 | –          | 81         | 98         | –           | –          | –           | –          |
| 5                        | –                 | –          | 72         | 90         | –           | –          | –           | –          |
| 6                        | –                 | –          | 80         | 86         | –           | –          | –           | –          |
| 7                        | 92                | 99         | –          | –          | 95          | 102        | 95          | 99         |
| 9                        | 90                | 98         | –          | –          | –           | –          | –           | –          |
| 10                       | –                 | –          | –          | –          | –           | –          | 94          | 98         |
| 11                       | 92                | 97         | 74         | 79         | 93          | 98         | 93          | 98         |
| 12                       | 94                | 98         | 78         | 84         | 95          | 100        | 94          | 99         |
| 13                       | 92                | 98         | 80         | 90         | 91          | 97         | 93          | 98         |
| 14                       | 88                | 95         | 80         | 98         | 89          | 94         | 90          | 95         |
| 15                       | 91                | 98         | 82         | 89         | 92          | 98         | 91          | 96         |

$L_{Aeq}$  – równoważny poziom dźwięku A,  $L_{Amax}$  – maksymalny poziom dźwięku A

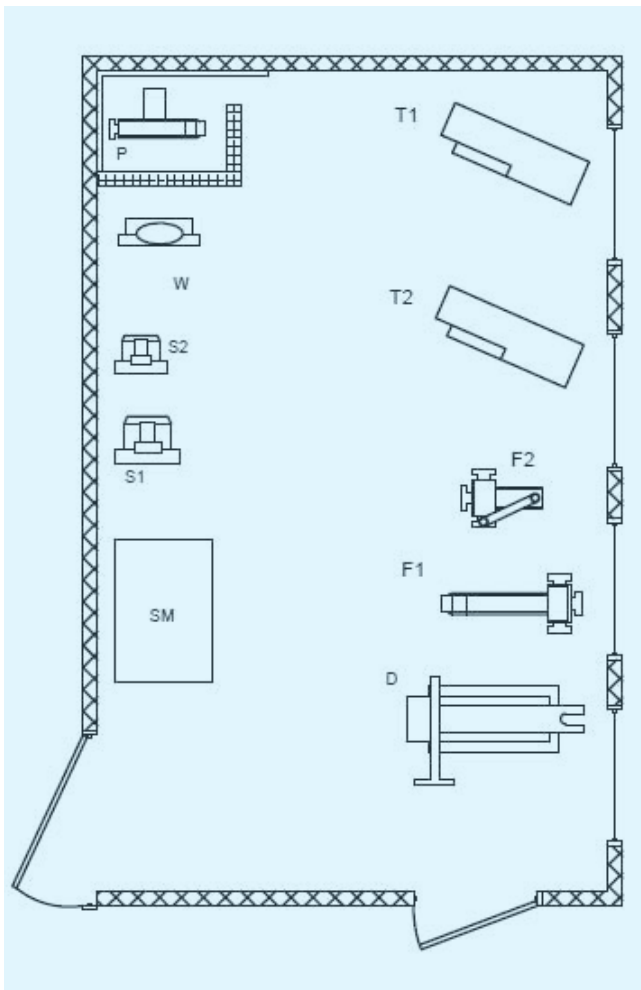
### Propozycje zmian w celu obniżenia hałasu w warsztacie mechanicznym

Obniżenie komfortu akustycznego w badanym zakładzie spowodowane jest, jak wykazały pomiary, pracą jednej maszyny – przecinarki.

Z wywiadu bezpośredniego z pracownikami wynika, że nie ma możliwości rezygnacji z pracy na tej maszynie, nie można także przenieść jej do innego pomieszczenia. Należy zatem zastosować dostępne środki obniżające hałas w warsztacie. Dla właścicieli ważne jest również, aby środki te generowały niskie koszty.

■ **Ograniczenie transmisji hałasu przecinarki.** Można to uzyskać poprzez zastosowanie odpowiednich podkładek – wibroizolatorów. Obecnie na rynku jest dostępna szeroka gama wibroizolatorów. Wśród materiałów wykorzystywanych w wibroizolacji maszyn, które są najczęściej stosowane w izolujących elementach sprężysto-tłumiących, szczególnie miejsce zajmuje guma.

■ **Ograniczenie emisji hałasu. Rozmieszczenie maszyn.** Aby poprawić komfort akustyczny pomieszczenia, należy właściwie rozmieścić maszyny. Umieszczenie w pobliżu siebie dwóch jednakowo głośnych źródeł hałasu powoduje podwyższenie całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego w ich otoczeniu o 3 dB. Rozmieszczenie maszyn w badanym warsztacie jest niekorzystne, zwłaszcza dla osób pracujących przy stole montażowym. Przecinarka emituje hałas ok. 91 dB, a więc najwięcej spośród



Rys. 2. Rozmieszczenie maszyn w zakładzie po wprowadzeniu zmian

wszystkich maszyn w warsztacie. Dodatkowo umiejscowiona jest w bezpośrednim sąsiedztwie ciągu komunikacyjnego, stołu montażowego, szlifierek oraz tokarek, przez co emitowany przez nią hałas wpływa na większą liczbę pracowników.

Należy umieścić przecinarękę w narożu pomieszczenia, izolując ją częściowo od innych maszyn (rys. 2).

Pracownicy bardzo rzadko korzystają z trzech tokarek jednocześnie. Można zrezygnować z jednej tokarki i zyskać więcej wolnej przestrzeni, co umożliwi kolejne zmiany w rozmieszczeniu maszyn.

Frezarkę pionową należy przenieść obok poziomej (rys. 2).

Wiertarka emitująca wyższy poziom hałasu od szlifierek powinna stać obok przecinaręki (rys. 2).

Po zmianach stół montażowy znajdzie się w „strefie cisy”, obok maszyn emitujących niski poziom hałasu. Przedstawiona reorganizacja stanowisk pracy nie generuje kosztów.

■ **Ekran i urządzenie akustyczne.** Pomiary hałasu pokazały negatywny wpływ pracy przecinaręki na poziom  $L_{AeqT}$  na innych stanowiskach pracy. Można to zjawisko ograniczyć, jeśli ustawi się kątowy ekran akustyczny przy stanowisku przecinaręki (rys. 2). Skuteczność poprawnie zastosowanych ekranów dźwiękochłonna-izolacyjnych ocenia się na  $5\div 10$  dB w odległości ok. 1,5 m za ekranem, na osi prostopadłej do jego powierzchni. Zastosowanie kąтового ekranu akustycznego wyizoluje przecinarękę zarówno od ciągu komunikacyjnego, jak i innych maszyn [5].

Proponuje się ekran wypełniony specjalistyczną pianką akustyczną, która jest trudnopalna, samogasnąca. Ekran powinien się składać z dwóch ścian o wymiarach  $2 \times 2$  m i  $2 \times 1$  m oraz grubości 70 mm.

W celu uzyskania widocznych efektów obniżenia poziomu hałasu, należy ściany przy przecinarce pokryć urządzeniami dźwiękochłonnymi, np. pianką akustyczną samoprzylepną o grubości 10 mm, z atestem niepalności.

#### ■ Środki ochrony osobistej i organizacja pracy.

W przypadku badanego zakładu mechanicznego z funduszy organizacyjno-administracyjnych należy zaopatrzyć pracowników w środki ochrony osobistej – wkładki i nauszники dźwiękoizolacyjne – oraz zastosować właściwą organizację pracy. W tym przypadku lepsza organizacja pracy oznacza wykluczenie jednoczesnej pracy maszyn, które emitują wysoki poziom hałasu i sąsiadują ze sobą. Realizacja przedstawionych propozycji poprawy komfortu akustycznego zakładu nie jest związana w wysokimi kosztami. Koszty stanowią częstą barierę nie do przejścia dla małych zakładów, które chcą poprawić higienę i bezpieczeństwo zatrudnionych.

Przedstawione działania ograniczające poziom hałasu w warsztacie są już częściowo realizowane. Zastosowanie wszystkich elementów ograniczających hałas w badanym zakładzie powinno zmniejszyć poziom hałasu na stanowiskach o ok. 10 dB. Wtedy nie będzie on przekraczać norm i zagrażać zdrowiu pracowników.

#### Podsumowanie

Walka z hałasem skupiona jest obecnie na hałasie środowiskowym, ponieważ oddziałuje on na największą grupę ludności. Ponadto trudno jest zredukować ten rodzaj hałasu. Nie należy jednak zapominać o hałasie w środowisku pracy, który pomimo rozwoju techniki osiąga poziomy zagrażający zdrowiu pracowników. Dzieje się tak wszędzie tam, gdzie pracują stare maszyny i urządzenia.

Na przykładzie małego warsztatu mechanicznego przedstawiono, jakie metody można zastosować, aby zapobiec temu negatywnemu zjawisku. Proponuje się:

- właściwe rozmieszczenie maszyn,
- zastosowanie wibroizolatorów,
- zastosowanie ekranu akustycznego,
- zmianę organizacji pracy.

Te proste, znane ogólni pracownikom metody, w wielu zakładach nie są stosowane, choć realizacja tego projektu nie wymaga dużych nakładów finansowych. Zakłada się, że zastosowanie wszystkich przedstawionych elementów ograniczających hałas w badanym zakładzie powinno zmniejszyć poziom hałasu na stanowiskach o ok. 10 dB.

#### LITERATURA

1. Augustyńska D., Pleban D., Radosz J. „Zagrożenie hałasem na stanowiskach pracy w Polsce i innych krajach UE”. *Medycyna Pracy*. 63, 6 (2012): s. 689–700.
2. Zgierska A. i in. „Warunki pracy w 2014 roku”. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny. 18 (2015).
3. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. z 2014 r. poz. 817).
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. z 2005 r. nr 157, poz. 1318).
5. Kazimierska-Grębosz M., Grądzki R. „Przenośne ekrany akustyczne”. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2016.