

## ANALIZA ŹRÓDEŁ EMISJI HAŁASU REJESTROWANEGO W KABINIE DŹWIGU OSOBOWEGO

### Streszczenie

*W artykule zaprezentowano badania własne dotyczące możliwości analizy źródeł hałasu rejestrowanego w kabinach dźwigów osobowych. Przedstawiono główne źródła emisji hałasu występujące w dźwigach osobowych i dokonano wyboru odpowiedniej metody pomiarowej dla pomiarów w warunkach pola bliskiego tj. warunkach panujących w kabinie dźwigu osobowego. Wytypowany został również obiekt badań na którym wykonane zostały pomiary wybranych parametrów akustycznych. Wyniki pomiarów pozwoliły na wstępne wytypowanie głównych źródeł hałasu. Dodatkowo opisane zostały również wybrane metody zmniejszania poziomu generowanego hałasu, rejestrowanego w kabinie dźwigu osobowego.*

### WSTĘP

Hałas rozumiany i odbierany jako zbiór wszelkich dźwięków niepożądanych jest jednym z problemów rozwijającej się urbanistyki. Badania statystyczne wskazują, że w Polsce niemal 1/3 ludności wystawiona jest na działanie nadmiernego hałasu. Związane jest to m.in. ze środkami transportu, których liczba rośnie w tempie proporcjonalnym do rozwijającej się infrastruktury miejskiej. Analizując ekspozycję człowieka na hałas w środkach transportu nie sposób pominąć pionowych środków transportu tj. wind osobowych w których odpowiedni komfort podróżowania ma szczególne znaczenie. Warunki podróży panujące w dźwigu osobowym odbierane często jako „podróż w zamkniętej skrzynce bez okien” sprawiają, że wszelkie dźwięki występujące podczas podróży mogą powodować u pasażerów stan napięcia nerwowego niekorzystnie wpływającego na ogólne funkcjonowanie organizmu. Dlatego ważne jest aby poziom natężenia dźwięku odbierany jako hałas miał jak najmniejszą wartość. Nie sprzyjają temu trendy ekonomiczne, które poprzez dążenie do minimalizacji masy, kosztów wytworzenia i energochłonności sprawiają, że coraz więcej elementów konstrukcyjnych stanowią wyroby wykonywane z materiałów cienkościennych, które są projektowane tak, aby uzyskać kompromis pomiędzy ceną a jakością. Takie działania powodują ryzyko pogorszenia parametrów eksploatacyjnych decydujących o komforcie pasażerów, który należy rozumieć jako stan psychofizyczny w którym podróżująca osoba czuje się dobrze i bezpiecznie. Na takie odczucia mogą wpływać czynniki niezależne od konstrukcji urządzenia takie jak temperatura otoczenia, kubatura kabiny i natężenie oświetlenia, jak również czynniki zależne od konstrukcji takie jak drgania lub poziom natężenia dźwięku emitowanego przez elementy konstrukcyjne dźwigu takie jak prowadniki, napęd lub ściany kabiny. Wszystkie dźwięki generowane przez pracujące urządzenie, które są słyszalne przez pasażerów podczas podróży należy traktować jako niepożądane i dążyć do ich eliminacji częściowej lub całkowitej. Aby możliwa była skuteczna redukcja, a nawet w niektórych przypadkach eliminacja źródeł nadmiernej emisji dźwięku niezbędne jest wykonanie pomiarów parametrów akustycznych z wykorzystaniem odpowiedniej metody pomiarowej dla danych warunków akustycznych. Tylko wtedy uzyskać można wysoki poziom powtarzalności pomiarów a zarejestrowane wyniki obciążone będą najmniejszym błędem. W dostępnej literaturze można znaleźć liczne publikacje dotyczące tematyki dźwigów osobowych. W publikacji

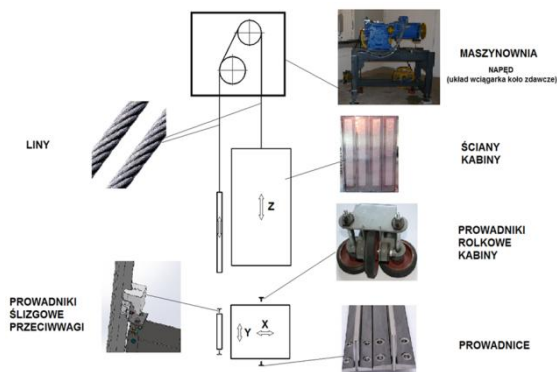
[13] autorzy poruszają temat oceny komfortu podróżowania na podstawie rejestrowanych parametrów wibroakustycznych, natomiast w publikacjach [3-6], [9,10] poruszone zostały tematy odpowiedniej izolacji akustycznej, elementów układu hamulcowego i bezpieczeństwa. W publikacjach [7,8] przedstawione zostały metody pomiaru hałasu w kabinach dźwigów osobowych, jak również metody ograniczania hałasu emitowanego przez ściany kabiny. Istnieje niewystarczająca liczba publikacji z zakresu metod analizowania źródeł hałasu w dźwigach osobowych i sposobów ich eliminacji.

### 1. ŹRÓDŁA EMISJI HAŁASU WYSTĘPUJĄCEGO W DŹWIGACH OSOBOWYCH

Dźwigi osobowe to urządzenia transportu pionowego znajdujące się najczęściej w budynkach mieszkalnych lub użyteczności publicznej, zainstalowane w miejscu specjalnie do tego przewidzianym zwanym szybem dźwigowym. Pomimo dużej różnorodności dostępnych urządzeń wszystkie można sklasyfikować według kilku kryteriów. Ze względu na rodzaj napędu różniemy dźwigi z napędem:

- Elektrycznym,
- Hydraulicznym,
- Inne (śrubowe, pasowe).

Zdecydowanie najliczniejszą grupę stanowią dźwigi z napędem elektrycznym. Jest to spowodowane wieloma zaletami tego typu rozwiązań takimi jak stosunkowo niewielki pobór energii, jak również możliwość uzyskania dużych prędkości i wysokości podnoszenia. Dźwigi te jednak są zdecydowanie „głośniejsze” od konstrukcji z napędem hydraulicznym co niewątpliwie stanowi ich wadę. Schematyczna budowa takiego urządzenia została przedstawiona na rysunku 1. Kabina zainstalowana w ramie kabinowej porusza się po prowadnicach za pomocą układu prowadzącego tzw. prowadników kabinowych. Układ rama-kabina połączony jest liniami (o różnej konstrukcji) z masą równoważącą tzw. przeciwwagą która również porusza się po prowadnicach za pomocą układu prowadzącego tzw. prowadników przeciwwagowych. Układ napędowy stanowi wciągarka z kołem linowym i koło zdawcze umożliwiające odpowiednie zejście lin.



**Rys. 1.** Najczęstsze źródła hałasu występujące w dźwigach z napędem elektrycznym.

Jako główne źródła hałasu w dźwigach elektrycznych wymienić można elementy pokazane na rysunku 1. Należą do nich odpowiednio:

- liny – które w zależności od konstrukcji emitują dźwięki podczas współpracy z kołem wciągarki i zdawczym; dodatkowo mogą być nośnikiem drgań od sprężynowego układu zawieszenia przeciwwagi,
- prowadniki ślizgowe przeciwwagi - które w zależności od zastosowanego tworzywa wkładki mogą emitować dźwięk podczas kontaktu z prowadnicą przeciwwagi. Zjawisko to nasila się szczególnie w przypadku niewłaściwego smarowania prowadnic.
- wciągarka – główną przyczyną nasilonych odgłosów wciągarki jest niewłaściwe odizolowanie jej od podłoża co prowadzi do powstania drgań przenoszących się na pozostałe elementy konstrukcji,
- ściany kabiny – wykonane jako elementy cienkościenne często wpadają w zjawisko rezonansu na skutek drgań przenoszonych przez liny i pracę układu prowadzącego,
- prowadniki rolkowe (kabinowe) – ich zużycie spowodowane wytarciem tworzywa polimerowego lub uszkodzeniem łożysk tocznych jest jednym z częstszych powodów występowania nadmiernego hałasu,
- prowadnice kabinowe i przeciwwagi – ich zużycie (nierówności) powodują przyspieszone zużycie prowadników, odbierane jako charakterystyczne „dudnienie”.

## 2. METODYKA POMIARÓW, DOBÓR OPTIMALNEJ METODY POMIAROWEJ

Pomiary emisji dźwięku wykonywane w pomieszczeniach zamkniętych wymagają prawidłowego określenia warunków akustycznych, dobrania do nich odpowiedniej metody, jak również samego sprzętu. Decyduje o tym wiele czynników takich jak: wymiary fizyczne obiektu badań, wymiary pomieszczenia w którym się znajduje źródło dźwięku, szum otoczenia, siła wiatru, czy wreszcie temperatura i wilgotność powietrza.

Pomiar parametrów akustycznych w kabinach dźwigów osobowych jest utrudniony ze względu na ich niewielkie wymiary. Panujące warunki akustyczne pola bliskiego znacznie utrudniają zastosowanie do pomiarów jednomikrofonowych mierników ciśnienia dźwięku pola swobodnego. Spowodowane jest to utrudnionym doбором właściwego punktu pomiarowego. Sytuacja ta ma miejsce przy odległościach mniejszych od długości fali najniższych emitowanych częstotliwości, lub w przypadku ustawienia mikrofonu pomiarowego w odległości mniejszej od podwojonego największego wymiaru źródła dźwięku. W takich sytuacjach metoda pomiarów akustycznych wymaga zmiany na

metodę energetyczną. Energetyczne odpowiedniki ciśnienia dźwięku stanowią natężenie i moc dźwięku. Natężenie dźwięku  $L_I$  definiuje się za pomocą następującego wzoru:

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (1)$$

gdzie:

$I$  – natężenie dźwięku w danym punkcie środowiska [ $W/m^2$ ],  
 $I_0$  – natężenie odniesienia  $I_0 = 1$  [ $pW/m^2$ ].

Poziom mocy dźwięku danego źródła  $L_W$  można określić

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (2)$$

zależnością:

gdzie:

$W$  – moc dźwięku danego źródła [ $W$ ],  
 $W_0$  – moc odniesienia  $W_0 = 1$  [ $pW$ ].

Każda z wyżej przedstawionych wielkości, opisująca stan akustyczny w danym punkcie jest oparta na skali logarymicznej, co stanowi naturalne powiązanie z ludzkim odczuciem liniowego przyrostu głośności dźwięku wraz ze wzrostem logarytmu ciśnienia lub intensywności dźwięku (prawo Webera-Fechnera) [2].

Pomiary parametrów akustycznych zrealizowane zostały za pomocą analizatora Bruel Kjaer 2260 Investigator z dwumikrofonową sondą natężenia dźwięku B&K 3595. Opisany analizator jako jedno z niewielu urządzeń jest w stanie mierzyć energetyczną postać ciśnienia dźwięku w warunkach rzeczywistych (poza laboratorium). Kompletny system pomiarowy składa się z dwumikrofonowej sondy B&K 3595, analizatora 2260 Investigator i zainstalowanego oprogramowania BZ7205, umożliwiającego pomiar mocy dźwięku metodą natężeniową. Widok urządzenia pomiarowego z dwumikrofonową sondą i kalibratorem przedstawia rysunek 2. Sonda dokonuje pomiarów wartości ciśnień w obu mikrofonach oddzielonych separatorem, następnie sygnały z nich są przesyłane do procesora urządzenia gdzie dokonywane są obliczenia niezbędne do znalezienia natężenia dźwięku.



**Rys. 2.** Urządzenie pomiarowe Bruel Kjaer 2260 z dwumikrofonową sondą i kalibratorem.

Wykorzystywane są do tego poniższe zależności które przy wykorzystaniu równania Eulera [3] opierają się na pomiarze prędkości cząstek, które są związane z gradientem ciśnienia (tempo, w jakim ciśnienie chwilowe zmienia się wraz z odległością) co przedstawione jest na rysunku 5.

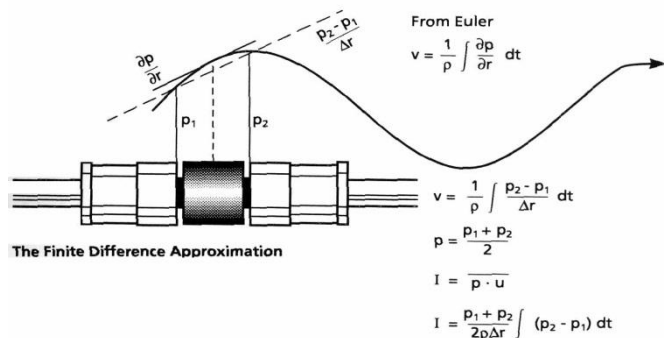
$$v = \frac{-1}{\rho} \int \frac{\delta p}{\delta r} dt \quad (3)$$

Gradient ciśnienia jest funkcją ciągłą, dzięki czemu płynnie zmienia się krzywa widoczna na rysunku 3. Z dwóch mikrofonów rozmieszczonych blisko siebie można uzyskać prostą zbliżoną do

gradientu ciśnień przez wyliczenie różnicy ciśnienia i podzielenie przez odległość między nimi [4] i [5].

$$v = \frac{-1}{\rho} \int \frac{p_2 - p_1}{\Delta r} dt \quad (4)$$

$$p = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (5)$$



**Rys.3.** Różnicowa metoda pomiaru wartości przyrostu ciśnienia z wykorzystaniem dwóch umieszczonych na przeciw siebie mikrofonów [11]

Pomiary mocy dźwięku wykonane zostały zgodnie z normą ISO 9614-2:1996 "Acoustics. Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity. Measurement by scanning" (Wyznaczanie poziomu mocy akustycznej źródła dźwięku przy wykorzystaniu natężenia dźwięku. Pomiar metodą skanowania). Mikrofony zostały oddzielone separatorem o długości 12[mm]. Na podstawie sygnałów dostarczonych z dwumikrofonowej sondy średniego czasu skanowania źródła dźwięku i wartości zdefiniowanego pola badanej powierzchni wewnętrzny procesor urządzenia dokonał obliczeń mocy dźwięku. Metoda ta umożliwia również określanie kierunku przepływu energii. Przed każdą serią badań analizator był konfigurowany kalibratorem B&K 4231. Poziom dźwięku podany został bezpośrednio w dB poprzez zastosowanie przetwornika Lin/Log, jak również z zastosowaniem charakterystyki korekcyjnej A w celu skorelowania uzyskanych wartości z subiektywnymi odczuciami głośności dla ucha ludzkiego.

Jako obiekt badań wytypowany został dźwig osobowy o napędzie elektrycznym którego parametry zestawione zostały w tabeli 1.

**Tab.1.** Parametry techniczne obiektu badań

	Wartość
Rok instalacji	2009
Udźwig Q [kg]	450
Prędkość V[m/s]	1,6
Wysokość podnoszenia H[mm]	21000
Ilość przystanków N	7
Głębokość kabiny A[mm]	1150
Szerokość kabiny B[mm]	930
Typ wciągarki	jednobiegowa, regulowa z enkoderem
Umiejscowienie maszynowni	górna
Rodzaj prowadników	rolkowe
Budowa ścian kabiny	panelowa ze stali nierdzewnej

Są to typowe parametry dla urządzeń stosowanych zarówno w budynkach mieszkalnych jak też użyteczności publicznej. W celu wyznaczenia najlepszej powierzchni do pomiarów emisji dźwięku wykonano pomiar punktów dyskretnych umożliwiających lokalizację geometryczną źródeł dźwięku na wybranych powierzchniach pomiarowych. Rozmieszczenie punktów pomiarowych dla badanej kabiny zostało pokazane na rysunku 4.

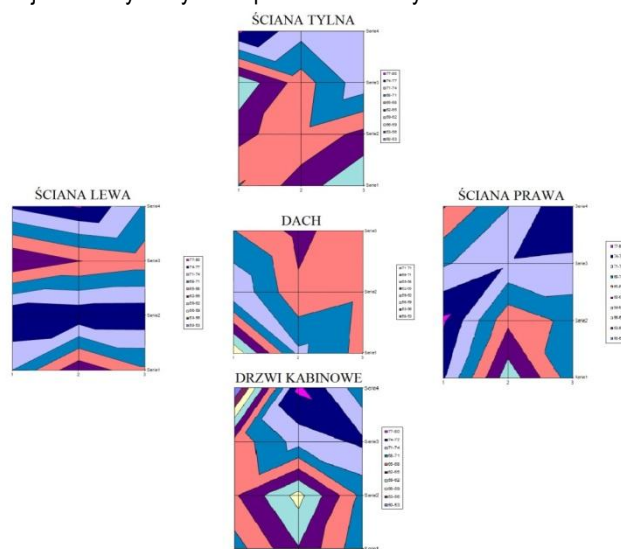


**Rys.4.** Ściana kabiny dźwigu z przygotowanymi punktami pomiarowymi

Pomiar taki pozwolił na wykonanie map emisji dźwięku, których postać graficzną przedstawia rysunek 5.

### 3. WYNIKI POMIARÓW

Przedstawiony niżej rysunek 5 zawiera wyniki z pomiarów przeprowadzonych podczas badań. Oprócz pomiaru mocy dźwięku  $L_w(L)$  w segmentach punktów dyskretnych analizator pomiarowy umożliwia pomiar dwukanałowy poziomu ciśnienia dźwięku  $L_p$  wykonanego po środku kabiny na wysokości 1,80 metra. Wartości zarejestrowanych wyników pomiarów zostały zawarte w tabeli 2.



**Rys.5.** Mapy hałasu wykonane dla kabiny dźwigu osobowego. [opracowanie własne]

W tabeli 2 zestawione zostały wyniki pomiaru poziomu ciśnienia dźwięku  $L_p$  w kabiny dźwigu metodą dwukanałową. Poszczególne wartości w tabeli przedstawiają wielkości zmierzone przez oba mikrofony (ch1 i ch2) i obliczoną średnią z obu pomiarów. Dodatkowo pomiary wykonane zostały zarówno bez krzywej korekcyjnej (wartości Lin), jak też z krzywą korekcyjną A dla

uwidocznienia optymalnej korelacji odpowiadającej percepcji ucha ludzkiego. Takie zestawienie najlepiej uwidacznia fakt, że pomimo stosunkowo dużych wartości poziomu ciśnienia dźwięku, jego częstotliwość sprawia, że subiektywne odczucia głośności odbierane przez ucho ludzkie są dużo niższe.

**Tab.2.** Pomiar poziomu ciśnienia dźwięku  $L_p$  metodą dwukanałową (dwa mikrofony mierzące). [opracowanie własne]

Metoda korekcji		ch1	ch2	Wartość średnia
Z krzywą korekcyjną „A”	$L_p(A)$ [dB]	54,9	55,3	55,1
Lin	$L_p(L)$ [dB]	81,3	81,7	81,5

#### 4. WYBRANE METODY ZMNIEJSZANIA EMISJI HAŁASU REJESTROWANEGO W KABINIE DŹWIGU OSOBOWEGO

Istnieje wiele metod zmniejszania poziomu emisji akustycznej w środkach transportu. Zważywszy na fakt, że większość niepożądanych dźwięków w kabinie pracującego urządzenia dźwigowego jest związana z przenoszonymi drganiami idealnym rozwiązaniem była by ich eliminacja. Nie zawsze jest to jednak możliwe. Rozwiązania stosowane w celu eliminacji drgań jak również generowanego za ich pośrednictwem hałasu można podzielić na kilka kluczowych aspektów:

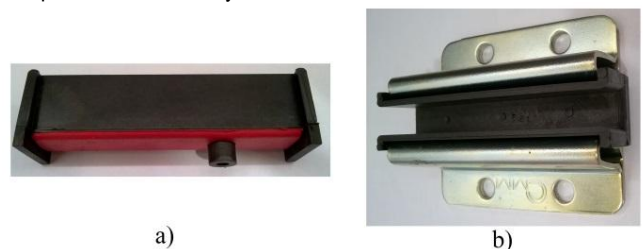
- Zmniejszanie hałasu układu napędowego: realizuje się najczęściej poprzez zastosowanie odpowiednio dobranych podkładek z materiałów polimerowych, których zadaniem jest odizolowanie wciągarki i śrub którymi jest przykręcona od posadowienia w taki sposób, aby nie przenosiła drgań na układ posadowienia.
- Odpowiedni dobór lin: jest szczególnie ważny ponieważ liny są doskonałym nośnikiem drgań których amplituda jest zmienna w zależności od położenia kabiny w szybie. Obecnie coraz powszechniej stosowane są liny powlekane tworzywem polimerowym (pokazane na rysunku 6), których praca jest znacząco cichsza w porównaniu do zwykłych lin stalowych.



**Rys.6.** Lina stalowa do dźwigu w oplocie poliamidowym. [opracowanie własne]

- Alternatywnym rozwiązaniem dla lin stalowych są pasy napędowe których konstrukcja pozwala na całkowite odizolowanie lin (które stanowią zbrojenie pasa) czyniąc ich pracę najbardziej cichą z opisywanych rozwiązań.
- Odpowiedni dobór układu jezdnego (prowadników i prowadnic): jest szczególnie ważny ponieważ drgania i hałas generowane przez układ jezdny są najmocniej odbierane przez użytkownika z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo tychże elementów z kabiną. Można przyjąć, że im sztywniejsza prowadnica (szyna

po której porusza się prowadnik) tym mniej drgań będzie generować podczas przejazdu kabiny. Komponentami dźwigu mającymi bezpośredni kontakt z prowadnicą są prowadniki, które w zależności od konstrukcji mogą dzielić się na ślizgowe (wymagające do właściwej pracy smarowania) i rolkowe (pracujące „na sucho”). Odpowiednio dobrane prowadniki mają ogromne znaczenie dla cichej pracy urządzenia. Właściwie zaprojektowany prowadnik ślizgowy powinien posiadać odpowiednio mocny korpus i wkładkę dobraną tak aby zapewniała optymalny kompromis pomiędzy twardością wydłużającą jej żywotność i elastycznością pomagającą tłumić nierówności prowadnic. Osiąga się to często poprzez łączenie materiałów wkładki (twarda, o dobrych właściwościach ślizgowych wkładka mająca bezpośredni kontakt z prowadnicą jest połączona z korpusem za pomocą elastycznego polimeru zapewniającego amortyzację pracy). Wkładka do prowadnika ślizgowego z dodatkową warstwą amortyzującą została przedstawiona na rysunku 7.



**Rys.7.** Prowadnik ślizgowy firmy CMM: a) wkładka z warstwą amortyzującą, b) kompletny porowadnik. [opracowanie własne]

W prowadnikach rolkowych głównym wyznacznikiem decydującym o cichej ich pracy jest rodzaj zastosowanego tworzywa rolki i jakość łożysk rolki.

- Właściwe wygłuszenie kabiny: jest szczególnie ważne gdyż nawet w cichym (subiektywnie) urządzeniu dźwigowym na skutek postępujących procesów zużyciowych mogą pojawić się niepożądane dźwięki (odbierane jako hałas) pochodzące od rezonowania cienkościennych elementów dźwigu. Producenci urządzeń dźwigowych starają się w różny sposób zapobiegać rezonowaniu cienkościennych elementów z których wykonana jest kabina dźwigu. Najczęstszymi metodami są :
  - a. modyfikacje konstrukcji poprzez zastosowanie usztywnień cienkościennych elementów,
  - b. naklejanie materiałów wibroizolacyjnych na zewnętrzne ściany kabiny,
  - c. modyfikacje ścian polegające na wzmacnianiu ich płytami laminowanymi.



**Rys.3.** Zewnątrz ściana kabiny dźwigu z widocznymi pasami wygłuszającymi. [7]

Pomimo iż urządzenie pomiarowe zastosowane do badań umożliwia pomiar przyspieszeń w trzech osiach, analizowane były jedynie pomiary w osi X i Y. Pomiary w osi Z nie wnoszą żadnych informacji o stanie układu jezdni (tj. o powstałych luzach w prowadnikach). Można z nich określić jedynie przyspieszenie dźwigu podczas jazdy do góry lub w dół i przyspieszenia powstałe od pracujących elementów zawieszenia (dodatkowe przyspieszenia w kierunku osi Z pochodzące np. od poruszającej się masy wewnątrz kabiny (np. przemieszczanie pasażerów)) co nie jest tematem opracowania. Ważniejsze są wielkości przyspieszeń w osiach X i Y ponieważ są to przyspieszenia niepożądane i zmiana ich wielkości świadczy o zużywaniu się układu prowadników dźwigu. Na rysunku 5 przedstawiono zestawienie przyspieszeń bocznych w kierunkach X, Y zarejestrowane podczas przejazdu na badanym urządzeniu.

## PODSUMOWANIE

Badania emisji dźwięku w kabinach dźwigów osobowych charakteryzują się ze względu na specyficzne warunki akustyczne koniecznością zastosowania energetycznych metod pomiarowych umożliwiających pomiary w akustycznym polu bliskim. Zastosowanie mierników jednomikrofonowych poziomu ciśnienia dźwięku obarczone może być dużymi błędami a ich zastosowanie powinno mieć charakter kontrolny określający podatność do przewozu osób i poziom komfortu akustycznego. Ze względów badawczych najlepszym rozwiązaniem dla analiz emisji dźwięku jest zastosowanie metody pomiaru mocy dźwięku. Zastosowanie analizatora firmy Brüel & Kjaer 2260 Investigator wyposażonego w dwumikrofonową sondę pomiaru natężenia dźwięku B&K 3595 oraz aplikację BZ7205 umożliwia pomiar częściowych mocy dźwięku na poszczególnych powierzchniach pomiarowych jak również mocy całkowitej emitowanej przez całą kabinę dźwigu. Ponadto metoda ta umożliwia pomiar punktów dyskretnych na podstawie których jesteśmy w stanie określić źródła dźwięku. Ich lokalizacja pozwala na zaplanowanie dalszych prac związanych z eliminacją hałasu oraz może pozwolić na określenie stanu technicznego dźwigów poprzez wykorzystanie metod porównawczych wyników badań prowadzonych na przestrzeni określonego przedziału czasowego.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bruel&Kjaer: *Pomiary dźwięków*. Bruel&Kjaer 2850 Naerum Denmark 1988.
2. Cempel Cz.: *Wibroakustyka stosowana*, Warszawa, PWN 1989.
3. Gardynski, L., Lonkwoic, P.: *Testing polymer rollers memory in the context of passenger lift car comfort*. JOURNAL OF VIBROENGINEERING, Volume: 16, Issue: 1, 2014, p. 225-230.
4. Lonkwoic P., Szydło K. *Selected Parameters of the Work of Speed Limiter Line Straining System in a Frictional Lift*. Advances in Science and Technology, Volume: 8, Issue: 21, 2014, p. 73-77
5. Lonkwoic P., Szydło K., Longwoic R., Lotko W. *Certyfikacja hałulców opartych na pakietach sprężyn talerzowych stosowanych w urządzeniach dźwigowych*. Logistyka – nauka, Logistyka 3/2014. ,s.3818-3824.
6. Lonkwoic P., Szydło K., Longwoic R., Lotko W. *Metodyka badań nośności chwytaczy progresywnych*. Logistyka – nauka, Logistyka 3/2014, s.3825-3830.
7. Longwoic R., Maciąg P., Szydło K., *Metodyka pomiaru emisji hałasu w kabinach dźwigów osobowych*, Logistyka 6/2014
8. Lonkwoic P., Szydło K., Longwoic R., Maciąg P., *Metoda ograniczania emisji hałasu emitowanego z wyrobów cienkościennych*, Logistyka 6/2014

9. Lonkwoic P. "Influence of friction drive lift gears construction on the length of braking distance", Chinese Journal of Mechanical Engineering 2015, DOI: 0.3901/CJME.2015.0108.009, vol. 2 (2015) vol. 28, pages 363 – 368, IF: 0,454
10. Lonkwoic P., Różyło P., Dębski H. "Analysis of the loading impact on the stresses value of the progressive gear body with the use of finite-element method", MAINTENANCE AND RELIABILITY, vol. 17 (4) , 542-548, 2015, IF: 0,983
11. Sound Intensity - Brüel&Kjaer Revision September 1993.
12. Shin, B., Yoon, S., Lee, H., Koo, YS., Jeong, Y., Kang, I.: *Mechanical Properties and Molecular Structure of Rubber Materials with Different Hardnesses for Vibration Isolation of Elevator Cabins*. Korean Journal of Metals and Materials, Volume: 51 , Issue: 10, 2013, p. 713-718.
13. Szydło K., Longwoic R., Lonkwoic P., Maciąg P. *Koncepcja systemu do oceny komfortu użytkowania dźwigu osobowego*, Logistyka – nauka, Logistyka 3/2015

## THE ANALYSIS OF EMISSION SOURCES OF NOISE RECORDED IN THE CABIN OF A PASSENGER LIFT

### Abstract

*The article presents own research on the possibility analysis of the sources of noise recorded in the cabins of passenger lifts. Major sources of noise emissions occurring passenger lifts and the choice of the appropriate method of measurement for measurements in the near field conditions, ie. conditions prevailing in the cabin of a elevator. Singled has also been an object of study, on which the measurements were selected acoustic parameters. The measurement results enabled the preliminary predicting major sources of noise. In addition, it was also described selected methods for reducing the level of noise generated, recorded in the cabin of a passenger lift.*

Autorzy:

mgr inż. **Kamil Szydło**: Politechnika Lubelska, Katedra Pojazdów Samochodowych, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, mail: kamil-szydlo@wp.pl

dr hab. Inż. **Rafał Longwoic**: prof. PL – Politechnika Lubelska, Katedra Pojazdów Samochodowych, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, mail: r.longwoic@pollub

dr inż. **Paweł Maciąg** :UTH Radom, Wydz. Mech. IBM ZPKM, tel. 48 361 71 61, mail: p.maciag@uthrad.pl