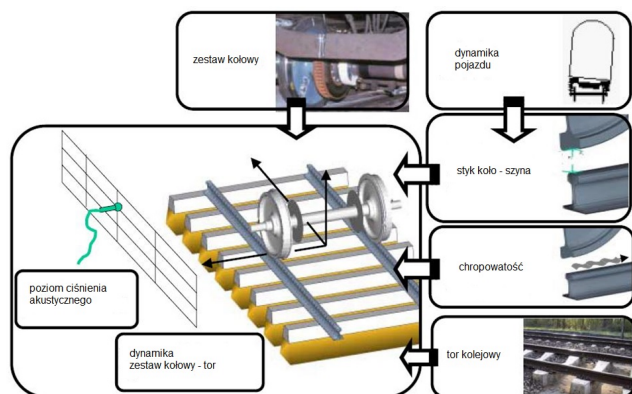


Wpływ hałasu i drgań na środowisko pracy w odniesieniu do pojazdów szynowych.

Hałas i wibracje są to wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego, działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne zmysły oraz elementy organizmu człowieka. Są to formy zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego, charakteryzujące się mnogością źródeł i powszechnością występowania.

Głównym źródłem hałasu i drgań dla pojazdu szynowego jest punkt styku koła z szyną. W czasie poruszania się pojazdu szynowego na styku koła z szyną generowane są drgania mechaniczne. Część tych drgań jest emitowana w postaci fal akustycznych, rozchodzących się w powietrzu i odbieranych przez człowieka jako dźwięk. Pozostała część tych drgań przenosi się na konstrukcję nawierzchni oraz na konstrukcje pojazdu, i ma wpływ na ludzi znajdujących się w pojeździe. Te drgania mechaniczne które propagują się w ośrodkach stałych zwane są w ochronie środowiska wibracjami, a w dynamice konstrukcji najczęściej wprost drganiami. Zjawiska te wpływają ujemnie zarówno na ludzi znajdujących się w pojeździe jak i w bezpośrednim jego otoczeniu.



Oddziaływania wibroakustyczne (hałas i drgania) generowane przez pojazdy szynowe mają negatywny wpływ na obsługę pojazdów jak i na pasażerów. Szczególnie jest to ważne w odniesieniu do obsługi pojazdów gdyż długotrwała ekspozycja na oddziaływanie wibroakustyczne może powodować pogorszenie samopoczucia, zmęczenie, zmniejszenie efektywności działania co ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo prowadzenia pociągów.

2 Pomiar hałasu w kabinie maszynisty

Instytut Pojazdów szynowych TABOR od lat wykonu-

je badania mające na celu określenie hałasu wewnątrz jak i na zewnątrz pojazdu. Kompleksowe badania hałasu pojazdu wykonuje się w oparciu o wymagania zawarte w następujących dokumentach i normach: PN-92/K-11000 [1], PN-EN 15892:2011 [2], PN EN ISO3095 [3], TSI-Hałas [4], PN-86/N-01338 [5], PN-Z-01338:2010 [6], PN-ISO 7196:2002 [7], PN-86/N-01321 [8], w Rozporządzeniu MPiPS z 28.11.2002 (Dz.U. Nr 217 poz.1833) [9], TSI – Loc&pas [10], PN-91/K-88100 [11].

Należy zwrócić uwagę że w przypadku hałasu wewnątrz pojazdu dodatkowy źródłem hałasu emitowanym przez pojazd jest hałas aerodynamiczny. Dla pojazdów poruszających się z prędkością powyżej 140 km/h wzrost hałasu wynikający z oporów aerodynamicznych zaczyna być zauważalny.

Zakres badań pojazdu szynowego obejmuje następujące zagadnienia:

1. Pomiary w kabinie maszynisty
 - pomiar hałasu słyszalnego
 - pomiar hałasu ultradźwiękowego
 - pomiar hałasu infradźwiękowego
2. Pomiar poziomu dźwięku oraz częstotliwości tonu emitowanych przez sygnalizatory akustyczne (na zewnątrz i wewnątrz pojazdu).
3. Pomiar na zewnątrz od przejeżdżającego pojazdu.
4. Pomiar na zewnątrz od ruszającego pojazdu.

W odniesieniu do środowiska w jakim znajduje się obsługa pojazdów szynowych poniżej przedstawiono przykładowe wyniki badań dla lokomotywy spalinowej o mocy 2400 kW w zakresie hałasu zmierzonego w kabinie maszynisty:

Hałas infradźwiękowy w pasmach oktawowych w zakresie od 0.5 Hz do 31.5 Hz. Kolorem czerwonym zaznaczono wartości zbliżone do kryterium (maksymalny poziom dźwięku $L_{p,Geq,8h} \leq 102$ [dB])

Przebieg ciśnienia akustycznego w pasmach oktawowych oraz poziomu dźwięku wewnątrz lokomotywy spalinowej podczas postoju i jazdy. Załączony układ grzewczy – klimatyzacyjny. Kabina 2; dane w tabeli

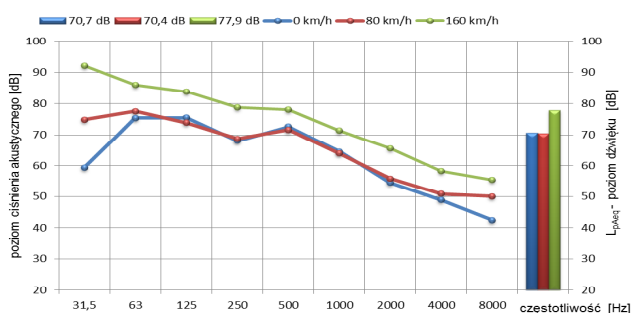
Średni poziom dźwięku $L_{pGeq,T}$ [dB] w kabinach maszynisty						
Wariant nawiewu	Kabina 1			Kabina 2		
	0 km/h	80 km/h	160 km/h	0 km/h	80 km/h	160 km/h
0	78,5	90,5	101,6	76,6	91,0	100,2
K	79,7	89,6	101,6	71,1	92,0	100,6

0 – wyłączony układ grzewczo - klimatyzacyjny
K – załączony układ grzewczo – klimatyzacyjny

Hałas słyszalny w pasmach oktawowych w zakresie od 31.5 Hz do 8kHz. Kolorem czerwonym zaznaczono wartości zbliżone do kryterium (maksymalny poziom dźwięku $L_{pAeq,T} \leq 78$ [dB]); dane w tabeli

Średni poziom dźwięku $L_{pAeq,T}$ [dB] w kabinach maszynisty						
Wariant nawiewu	Kabina 1			Kabina 2		
	0 km/h	80 km/h	160 km/h	0 km/h	80 km/h	160 km/h
0	66,0	71,6	76,4	70,4	69,2	75,5
K	67,2	72,0	77,0	70,7	70,4	77,9

0 – wyłączony układ grzewczo - klimatyzacyjny
K – załączony układ grzewczo – klimatyzacyjny



Hałas ultradźwiękowy w pasmach tercjowych w zakresie od 10 kHz do 20 kHz. Kolorem czerwonym zaznaczono wartości zbliżone do kryterium (maksymalny poziom dźwięku $L_{dop} \leq 90$ [dB])

Średni poziom dźwięku L [dB] w kabinach maszynisty						
Wariant nawiewu	Kabina 1			Kabina 2		
	0 km/h	80 km/h	160 km/h	0 km/h	80 km/h	160 km/h
0	38,9	37,8	43,0	38,5	34,6	42,6
K	40,2	38,5	42,6	34,3	45,7	49,5

0 – wyłączony układ grzewczo - klimatyzacyjny
K – załączony układ grzewczo – klimatyzacyjny

2 Pomiar drgań na stanowisku pracy maszynisty

Badania drgań na stanowisku pracy maszynisty realizuje się poprzez pomiar przyspieszeń w kabinie maszynisty w następujących punktach:

na fotelu maszynisty w trzech kierunkach występowania drgań (X,Y,Z),

na podłodze w trzech kierunkach występowania drgań (X, Y, Z).

Pomiary i ocenę poziomu przyspieszenia drgań na stanowisku pracy maszynisty w kabinach realizuje się w oparciu o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, normy: PN-91/N-01352:1991 [12], PN-90/K-11003:1990 [13], PN-90/K-11001:1990 [14], PN-91/N-01354:1991 [15], ERRI B153 Rp8 [16], ERRI B153 Rp 23 [17], ISO

2631 [18] oraz Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 r. [19] i Rozporządzenie MGIP z dnia 10 października 2005 r [20].

Ocena końcowa wpływu drgań na stanowisku pracy maszynisty nie powinien przekraczać granicy uciążliwości dla 8-mio godzinnej zmiany roboczej. Wartości graniczne przedstawiono w tabeli poniżej:

Dokument	Kierunek drgań	Granica uciążliwości dla zmiany 8 godzinnej
PN-91/K-01354:1991	X,Y	0,45 m/s² 0,63 m/s²
	Z	
PN-90/K-11001:1990	X,Y	0,40 m/s² 0,55 m/s²
	Z	
Dz. U Nr 212 Poz 1769	X, Y, Z	0,80 m/s²

W tabeli poniżej przedstawiono wyniki z badań drgań w kabinach maszynisty lokomotywy spalinowej o mocy 2400 kW. Tabela zawiera wartości ważne przyspieszenia drgań dla całości jazd a_w z wykorzystaniem filtrów Griffina i ISO. Ważone wartości przyspieszenia uwzględniają prawdopodobieństwo postoju i jazdy z daną prędkością. Badana lokomotywa spalinowa przeznaczona jest do prowadzenia pociągów towarowych z prędkością do 100km/h oraz pociągów osobowych z prędkością do 160 km/h

	Kierunek jazdy	Ważone wartości przyspieszenia a_w [m/s ²] Filtry Griffina (ERRI B153)					
		Fotel			Podłoga		
		Poziom wzdł. X	Poziom poprz. Y	Pion Z	Poziom wzdł. X	Poziom poprz. Y	Pion Z
Ruch towarowy	1	0.03	0.06	0.07	0.01	0.05	0.06
	2	0.04	0.07	0.06	0.02	0.06	0.06
Ruch pasażerski	1	0.05	0.15	0.12	0.03	0.14	0.17
	2	0.08	0.18	0.13	0.03	0.17	0.17
	Kierunek jazdy	Ważone wartości przyspieszenia a_w [m/s ²] Filtry ISO (ISO-2631)					
		Fotel			Podłoga		
		Poziom wzdł. X	Poziom poprz. Y	Pion Z	Poziom wzdł. X	Poziom poprz. Y	Pion Z
Ruch towarowy	1	0.03	0.06	0.08	0.01	0.05	0.07
	2	0.04	0.07	0.07	0.02	0.06	0.07
Ruch pasażerski	1	0.05	0.15	0.14	0.03	0.14	0.18
	2	0.08	0.18	0.15	0.03	0.18	0.18

Kolorem czerwonym zaznaczono wartości o największej wartości

3 Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych wyników oraz wieloletnich badań można stwierdzić iż wartości drgań oddziaływujących na obsługę pojazdów jest na poziomie o wiele niższym niż kryteria zawarte w normach określających poziom tych drgań. Na tak sytuację mają wpływ dwa czynniki: poprawa infrastruktury po której porusza się pojazd i nowo konstruowane pojazdy które charakteryzują się lepszymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi w dziedzinie zawieszenia co ma bezpośredni wpływ na lepsze tłumienie wibracji wynikających z kontaktu koła szyna. Natomiast

w przypadku hałasu na jaki narażona jest obsługa w kabinach maszynisty rejestrowane poziomy dźwięku są na dość wysokim poziomie często na granicy jakie określają normy. Dlatego należy podjąć działania mające na celu zmianę podejścia konstruktorów przy

projektowaniu kabin. Należy wprowadzić konieczne zmiany w konstrukcji kabiny które przyczynią się do zapewnienia bardziej komfortowych, a zarazem bezpieczniejszych warunków pracy maszynisty (izolacja, konstrukcja okien i drzwi).

Dokumenty odniesienia

- [1] PN-92/K 11000
[2] PN-EN 15892:2011
[3] PN-EN ISO-3095:2005
[4] TSI – Hałas
[5] PN-86/N-01338
[6] PN-Z 01338:2010
[7] PN-ISO 7196:2002
[8] PN-86/N-01321
[9] Dz.U. Nr 217 poz. 1833
[10] TSI – Loc&pas
[11] PN-91/K-88100
[12] PN-91/N-01352:1991
[13] PN-90/K-11003:1990
[14] PN-90/K-11001:1990
[15] PN-91/K-01354:1991
[16] ERRI B153 Rp8
[17] ERRI B153 Rp 23
[18] ISO 2631
[19] Dz.U.Nr 217 poz.1833
[20] Dz.U.Nr 212 poz.1769
- Tabor kolejowy. Hałas. Ogólne wymagania i badania. Emisja hałasu. Pomiar hałasu wewnątrz kabin maszynisty. Kolejnictwo. Akustyka. Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe. Decyzja Komisji Europejskiej z dnia 4 kwietnia 2011 r. TSI C(2011)658 dotycząca technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor kolejowy – hałas” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych. Obowiązuje od 13 kwietnia 2011 r. Dz.U.UE nr L99. Hałas infradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomów ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące pomiarów. Akustyka. Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowisku pracy. Akustyka. Charakterystyka częstotliwościowa filtra do pomiarów infradźwięków. Hałas ultradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące pomiarów. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28.11.2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy Decyzja nr 2011/291/UE Komisji z dnia 26.04. 2011 r. TSI C(2011)2737 w sprawie interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” w transeuropejskim systemie kolei konwencjonalnych Pojazdy trakcyjne. Syreny i gwizdawki. Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy. Wycofana bez zastąpienia, z możliwością stosowania. Ochrona pracy. Kabina maszynisty lokomotywy elektrycznej dwukabinowej. Metodyka badań drgań. Wycofana bez zastąpienia, z możliwością stosowania. Ochrona pracy. Kabina maszynisty lokomotyw elektrycznej dwukabinowej. Podstawowe wymagania bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Wycofana bez zastąpienia, z możliwością stosowania. Drgania. Dopuszczalne wartości przyspieszenia drgań o ogólnym oddziaływaniu na organizm człowieka i metody oceny narażenia. Wycofana bez zastąpienia, z możliwością stosowania. Użycie normy ISO 2631 do pojazdów kolejowych. Utrecht 04.1989r. Zastosowanie normy ISO 2631 w pojazdach kolejowych. Sprawozdanie – synteza. Utrecht, 12.1993r. Drgania mechaniczne i wstrząsy oddziałujące na człowieka. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia Zał. 2 pkt B 29.11.2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10.10.2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.*