

Terminy i definicje dotyczące wyznaczania poziomu hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe wg EN ISO 3095

W ostatnich latach znacznie wzrosła aktywność w tworzeniu norm dotyczących wykonywania pomiarów poziomu hałasu, w tym również dla taboru kolejowego. Ukazują się nowe dyrektywy, rozporządzenia i normy porządkujące tę dziedzinę. W artykule przedstawiono wersję oryginalną oraz tłumaczenie i interpretację autorów aktualnych terminów i definicji dotyczących wyznaczania poziomu hałasu generowanego przez pojazdy szynowe.

1. Wstęp

Norma EN ISO 3095 [1] ujednocila przede wszystkim metodykę pomiarową hałasu kolejowego. Zdefiniowano w niej 17 podstawowych pojęć związanych z pomiarem hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe. Ustalono również warunki niezbędne do osiągnięcia powtarzalnych i porównywalnych wyników pomiarów poziomów i widm hałasu emitowanego przez wszystkie rodzaje szynowych pojazdów kolejowych oraz wykorzystywanych w komunikacji miejskiej, za wyjątkiem pojazdów do utrzymania torów. Poza tym określono wielkości mierzone i przyrządy pomiarowe oraz warunki pomiarów i sposób postępowania podczas ich wykonywania. Podano formę opracowywania wyników i raportów z pomiarów.

Norma ma zastosowanie do :

- badań typu,
- okresowych badań monitorujących poziom hałasu.

Wyniki z pomiarów mogą mieć zastosowanie do:

- ustalenia charakterystyki hałasu emitowanego przez dane pojazdy szynowe
- porównywania hałasu emitowanego przez różne pojazdy na określonym odcinku toru
- gromadzenia informacji o podstawowych źródłach hałasu pojazdów szynowych.

W wykazie literatury przedstawiono dokumenty odniesienia [5,6,7,8,9] konieczne do zastosowania normy [1]

Artykuł przedstawia nieoficjalne tłumaczenie normy dokonane przez autorów.

Zmierzone wartości powinny zostać odniesione m.in. do wartości dopuszczalnych opublikowanych w Dyrektywie 2006/66/WE [2] - TSI podsystem „Tabor kolejowy”, aspekt „Hałas”. Techniczna specyfikacja dla interoperacyjności obejmuje wartości dopuszczalne dla hałasu stacjonarnego, hałasu ruszania, hałasu

przejazdu oraz hałasu w kabinie maszynisty, powodowanego przez konwencjonalny tabor kolejowy. TSI ma zastosowanie do nowych pojazdów oraz odnowionego lub zmodernizowanego taboru kolejowego (o ile jest to wymagane). TSI obejmuje: lokomotywy, zespoły trakcyjne, wagony towarowe (w tym tabor kolejowy przeznaczony do przewozu ciężarówek).

Poza tym uzyskane wyniki można przeanalizować zgodnie z wartościami dopuszczalnymi zawartymi w PN-92/K-11000 [3] a dla pomiarów środowiskowych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [4].

2. Terminy i definicje

Numeracja poszczególnych definicji została przywołana zgodnie z normą. Pozwoli to na równoległe studiowanie artykułu z angielską wersją normy EN ISO 3095.

Definicje od 3.7 do 3.14 mają zastosowanie do wielkości mierzonych zarówno w widmie częstotliwości, jak i w określonych pasmach częstotliwości o częstotliwościach środkowych f (wyrażonych w Hz).

3.1.

train

single vehicle or a number of coupled vehicles/units operating on a guided ground transport system [EN 13452-1]

Pociąg

Pojedynczy pojazd lub pewna liczba połączonych pojazdów/zespołów pracujących na prowadzonym naziemnie systemie transportowym.

3.2.

type test for noise emission of railbound vehicles

type test

measurement performed to prove that, or to check if, a vehicle delivered by the manufacturer complies with the noise specifications

Badania typu dla hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe

badania typu

Pomiary dokonywane, aby wykazać że/lub sprawdzić czy pojazdy dostarczone przez producenta są zgodne ze specyfikacjami dotyczącymi hałasu.

3.3.

monitoring test for noise emission of railbound vehicles

monitoring test

measurement performed to check if the noise of a vehicle has changed since initial delivery or after modification

Badanie monitorujące hałas emitowany przez pojazdy szynowe

(badanie monitorujące)

Pomiary prowadzone w celu sprawdzenia czy hałas pojazdów zmienił się od pierwotnej dostawy lub po modernizacji.

3.4.

environmental assessment test

measurement performed for collecting data to be utilised in prediction method for environmental assessment

Środowiskowe badania oceniające

Pomiary prowadzone w celu gromadzenia danych niezbędnych do prognozowania hałasu stosowanego do oceny środowiskowej.

3.5.

roughness

r

root mean square (RMS) value of the amplitude variation of the running surface of a rail in the direction of motion (longitudinal level) measured over a rail length, expressed in μm

Chropowość

r

Wartość skuteczna (RMS) amplitudy odchylenia powierzchni jezdnej szyny w kierunku ruchu mierzona wzdłuż długości szyny, wyrażona w μm .

3.6.

roughness level

L_r

level given by the equation:

$$L_r = 10 \cdot \lg \left(\frac{r^2}{r_0^2} \right) \text{dB} \quad (1)$$

where

L_r is the roughness level in dB;

r is the RMS roughness in μm ;

r_0 the reference roughness; $r_0 = 1 \mu\text{m}$.

This definition applies to values measured either as a wavelength spectrum or in a particular wavelength band centred at λ (expressed in m).

Poziom chropowości

L_r

Poziom chropowości otrzymywany ze wzoru:

$$L_r = 10 \cdot \lg \left(\frac{r^2}{r_0^2} \right) \text{dB} \quad (1)$$

gdzie:

L_r poziom chropowości [dB];

r wartość skuteczna (RMS) chropowości [μm];

r_0 chropowość odniesienia; $r_0 = 1 \mu\text{m}$.

Definicja ta dotyczy wartości zmierzonych zarówno dla widma długości fali, jak i dla określonego środkowego pasma długości fali λ (wyrażony w m).

3.7.

sound pressure

$p(t)$

root mean square (RMS) value of a fluctuating pressure superimposed on the static atmospheric pressure measured over a certain time period, expressed in Pa

Ciśnienie akustyczne

$p(t)$

definiowane jako wartość skuteczna (RMS), zmiennego ciśnienia odniesionego do ciśnienia atmosferycznego zmierzonego w pewnym przedziale czasu, wyrażone w [Pa].

3.8.

sound pressure level

L_p

level given by the equation:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{p(t)^2}{p_0^2} \right) \text{dB} \quad (2)$$

where

L_p is the sound pressure level in dB;

$p(t)$ is the RMS sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; 2×10^{-5} Pa (= 20 μPa).

Poziom ciśnienia akustycznego

L_p

Poziom wyrażony równaniem:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{p(t)^2}{p_0^2} \right) \text{dB} \quad (2)$$

gdzie

L_p poziom ciśnienia akustycznego w [dB]

$p(t)$ ciśnienie akustyczne w Pa, definiowane jako wartość skuteczna ciśnienia akustycznego (RMS),

p_0 ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (= 20 μ Pa).

3.9.

A-weighted sound pressure level

L_{pA}

sound pressure level obtained by using the frequency weighting A (see EN 61672 -1 and EN 61672-2), given by the following equation:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg \left(\frac{p_A(t)^2}{p_0^2} \right) \text{dB} \quad (3)$$

where

L_{pA} is the A-weighted sound pressure level in dB;

$p_A(t)$ is the RMS A-weighted sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; $p_0 = 20$ μ Pa.

Poziom dźwięku A

L_{pA}

Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A (zobacz EN 61672 - 1 i EN 61672 - 2), wyznaczany z równania:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg \left(\frac{p_A(t)^2}{p_0^2} \right) \text{dB} \quad (3)$$

gdzie

L_{pA} - poziom dźwięku A w dB

$p_A(t)$ - ciśnienie akustyczne w paskalach [Pa], definiowane jako wartość skuteczna ciśnienia akustycznego (RMS) dźwięku skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A

p_0 - ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (=20 μ Pa).

3.10.

AF-weighted maximum sound pressure level

$L_{pAF \max}$

maximum value of the A-weighted sound pressure level determined during the measurement time interval T by using time weighting F (fast) [EN 61672-1]

Maksymalny poziom dźwięku A ze stałą czasową F (FAST)

$L_{pAF \max}$

Maksymalna wartość poziomu dźwięku A zaobserwowana podczas pomiaru w przedziale czasu T przy zastosowaniu stałej czasowej F (FAST) [EN 61672-1]

3.11.

A-weighted equivalent continuous sound pressure level

$L_{pAeq,T}$

A-weighted sound pressure level given by the following equation:

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \text{dB} \quad (4)$$

where

$L_{pAeq,T}$ is the A-weighted equivalent continuous sound pressure level in dB;

T is the measurement time interval in s;

$p_A(t)$ is the A-weighted instantaneous sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; 2×10^{-5} Pa (=20 μ Pa)

NOTE Adapted from ISO 1996-1:2003.

Równoważny poziom dźwięku A

$L_{pAeq,T}$

Równoważny poziom dźwięku A wyznaczany z równania:

$$L_{pAeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \text{dB} \quad (4)$$

gdzie:

$L_{pAeq,T}$ równoważny poziom dźwięku A w [dB];

T czas pomiaru lub obserwacji w s;

$p_A(t)$ chwilowe ciśnienie akustyczne w [Pa] skorygowane według charakterystyki częstotliwościowej A

p_0 ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (=20 μ Pa)

3.12.

A-weighted equivalent continuous sound pressure level on the pass-by time

$$L_{pAeq,Tp}$$

A-weighted sound pressure level given by the following equation:

$$L_{pAeq,Tp} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (5)$$

where

$L_{pAeq,T}$ is the A-weighted equivalent continuous sound pressure level on the pass-by time in dB;

$T_p = T_2 - T_1$ is the measurement pass-by time interval beginning at T_1 and ending at T_2 in s, see Figure 1;

$p_A(t)$ is the A-weighted instantaneous sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; $p_0 = 20 \mu Pa$.

Równoważny poziom dźwięku A podczas jazdy

$$L_{pAeq,Tp}$$

Równoważny poziom dźwięku A podczas jazdy wyznaczany z równania:

$$L_{pAeq,Tp} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (5)$$

gdzie:

$L_{pAeq,Tp}$ równoważny poziom dźwięku A podczas jazdy w dB;

$T_p = T_2 - T_1$ ustalony przedział czasu, dostatecznie długi dla objęcia znaczącej akustycznie części zdarzenia dźwiękowego od punktu T_1 do punktu T_2 w [s], zobacz rys. 1;

$p_A(t)$ chwilowe ciśnienie akustyczne w [Pa] skorygowane według charakterystyki częstotliwościowej A

p_0 ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (=20 μPa).

3.13.

single event level

SEL

A-weighted sound level of a single event measured for a time interval T and normalised to $T_0 = 1$ s. The time interval T will be long enough to include all the acoustic energy related to the event, considering at least the points at - 10 dB below the lower L_{pA} during T . SEL is given by the following equation:

$$SEL = 10 \lg \left(\frac{1}{T_0} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (6)$$

where

SEL is the A-weighted sound exposure level in dB;

$T_0 = 1s$ is the reference time interval;

T is the measurement time interval in s;

$p_A(t)$ is the A-weighted instantaneous sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; $p_0 = 20 \mu Pa$.

single event level, SEL, is related to the A-weighted equivalent continuous sound pressure level, $L_{pAeq,T}$, by the following equation:

$$SEL = L_{pAeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) dB \quad (7)$$

Poziom ekspozycyjny pojedynczego zdarzenia

SEL

Poziom dźwięku skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A pojedynczego zdarzenia mierzony w przedziale czasu T i znormalizowany do czasu odniesienia $T_0 = 1s$. Przedział czasu pomiaru T powinien być na tyle długi aby zawierał energię akustyczną bliską zdarzeniu, uwzględniając co najmniej punkty powyżej wartości $L_{pAFmax} - 10$ dB w przedziale czasu T . SEL otrzymujemy z następującego wzoru:

$$SEL = 10 \lg \left(\frac{1}{T_0} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (6)$$

gdzie:

SEL poziom ekspozycji na hałas, skorygowany według charakterystyki częstotliwościowej A w dB

$T_0 = 1s$ czas odniesienia;

T czas pomiaru w s;

$p_A(t)$ chwilowe ciśnienie akustyczne w Pa skorygowane według charakterystyki częstotliwościowej A

p_0 ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (=20 μPa)

Poziom pojedynczego zdarzenia SEL jest powiązany z równoważnym poziomem dźwięku A, $L_{pAeq,T}$, poprzez następujące równanie:

$$SEL = L_{pAeq,T} + 10 \lg \left(\frac{T}{T_0} \right) dB \quad (7)$$

3.14.

transit exposure level

TEL

A-weighted sound level of a train passage, measured for a time interval T and normalised to the pass-by time

T_p . The time interval T will be long enough to include all the acoustic energy related to the event, considering at least the points at -10 dB below the lower L_{pA} during T_p . TEL is given by the following equation:

$$TEL = 10 \lg \left(\frac{1}{T_p} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (8)$$

where

TEL is the A-weighted transit exposure level in dB;

T is the measurement time interval in s;

T_p is the pass-by time of the train in seconds which is the overall length of the train divided by the train speed;

$p_A(t)$ is the A-weighted instantaneous sound pressure in Pa;

p_0 the reference sound pressure; $p_0 = 20 \mu Pa$.

transit exposure level, TEL, is related to single event level, SEL, and to the A-weighted equivalent continuous sound pressure level, $L_{pAeq,T}$ by the following equations:

$$TEL = SEL + 10 \lg(T_0 / T_p) \quad (9)$$

and

$$TEL = L_{pAeq,T} + 10 \lg(T / T_p) \quad (10)$$

where $T_0 = 1s$ is the reference time interval

Poziom ekspozycyjny przejazdu

TEL

Poziom dźwięku skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A przejazdu pociągu, mierzony w przedziale czasu T i odniesiony do czasu przejazdu T_p .

Przedział czasu pomiaru T powinien być na tyle długi aby zawierał energię akustyczną bliską zdarzeniu, uwzględniając co najmniej punkty o wartości powyżej -10 dB od najniższej wartości L_{pA} zaobserwowanej w przedziale czasu T_p .

TEL otrzymujemy z następującego równania:

$$TEL = 10 \lg \left(\frac{1}{T_p} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) dB \quad (8)$$

gdzie:

TEL ekspozycyjny poziom przejazdu, skorygowany według charakterystyki częstotliwościowej A w dB;

T czas pomiaru w s;

T_p czas przejazdu pociągu w sekundach, który jest całkowitą długością pociągu podzieloną przez prędkość pociągu

$p_A(t)$ chwilowe ciśnienie akustyczne w Pa skorygowane według charakterystyki częstotliwościowej A

p_0 ciśnienie akustyczne odniesienia równe 2×10^{-5} Pa (=20 μPa)

ekspozycyjny poziom przejazdu, TEL, jest powiązany z poziomem pojedynczego zdarzenia, SEL, i równoważnym poziomem dźwięku A, $L_{pAeq,T}$, poprzez następujące równania:

$$TEL = SEL + 10 \lg(T_0 / T_p) \quad (9)$$

oraz

$$TEL = L_{pAeq,T} + 10 \lg(T / T_p) \quad (10)$$

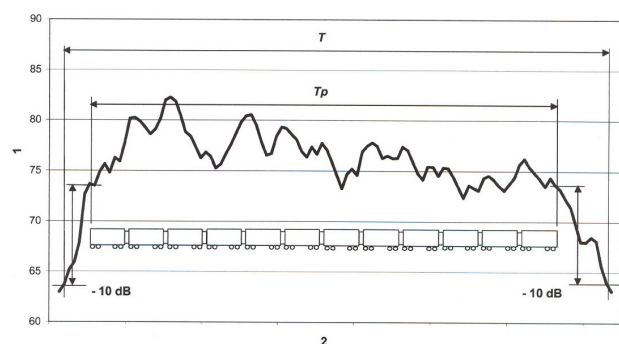
gdzie $T_0 = 1s$ jest przedziałem czasu odniesienia

3.15.

measurement time interval T, and train pass-by time

T_p

Measurement time interval, T , is chosen, so the measurement starts when the A-weighted sound pressure level is 10 dB lower than found when the front of the train is opposite the microphone position. The measurement is stopped when the A-weighted sound pressure level is 10 dB lower than found when the rear of the train is opposite the microphone position.



Key

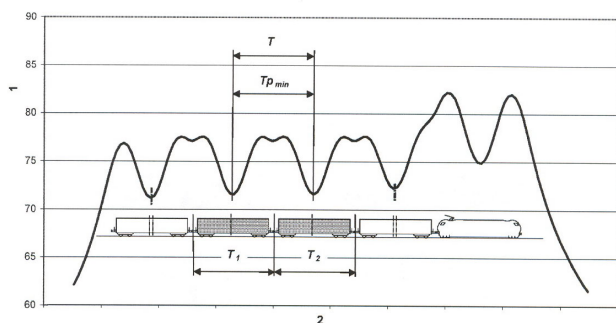
1 A-weighted sound pressure level, dB

2 Time

Figure 1 — Example of selection of measuring time interval, T , for a whole train

NOTE The example illustrates the need for an independent device for measuring the train passage time, as the time cannot be deduced from the sound pressure level versus time.

For measurement of vehicle(s), which form part of a train, the measurement time interval T is the passing time T_p of the vehicle(s) under test. For the measurement of un-powered vehicles, the measurement time interval T begins when the centre of the first vehicle under test passes in front of the microphone position and ends when the centre of the last vehicle under test passes in front of the microphone position. Figure 2 shows the required measurement time interval T or the measurement of a single un-powered vehicle. Furthermore, it shows an example of the A-weighted sound pressure level, L_{pA} , time history for the passage of a train.



Key
1 A-weighted sound pressure level, dB
2 Time

Figure 2 — Example of selection of measuring time interval, T , for parts of a train

pomiar przedziału czasu T i czasu przejazdu pociągu

T_p

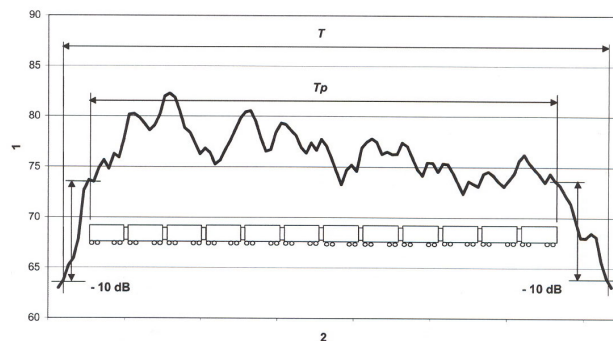
Pomiar przedziału czasu T jest wybieralny, dlatego pomiar rozpoczyna się kiedy poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A jest o 10 dB niższy niż stwierdzony kiedy czoło pociągu jest naprzeciwko położenia mikrofonu. Pomiar jest zakończony kiedy poziom ciśnienia akustycznego skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A jest o 10dB niższy niż stwierdzony kiedy tył pociągu jest naprzeciwko położenia mikrofonu.

UWAGA Przykład ilustruje potrzebę zastosowania niezależnego przyrządu (np. stopera) do pomiaru czasu przejazdu pociągu, w przeciwnym razie czas nie może być wnioskowany z przebiegu zmian poziomu ciśnienia akustycznego.

Dla pomiarów pojazdu(ów) stanowiących część pociągu, czas pomiaru T jest czasem przejazdu T_p pojazdu(ów) podczas badań.

Dla pomiarów pojazdów nienapędzonych, pomiar przedziału czasu T rozpoczyna się kiedy środek pierwszego pojazdu podczas badań przejeżdża naprzeciwko

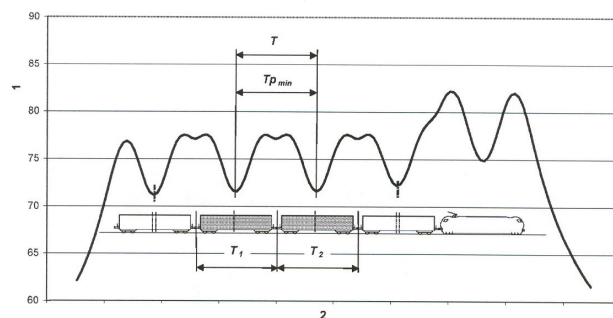
mikrofonu i kończy się kiedy środek ostatniego pojazdu podczas badań przejeżdża naprzeciwko mikrofonu. Rysunek 2 przedstawia pomiar wymaganego przedziału czasu T lub pomiar pojedynczego nienapędzonego pojazdu. Poza tym pokazuje przykład poziomu ciśnienia akustycznego skorygowanego według charakterystyki częstotliwościowej A, L_{pA} przebiegu czasu dla przejazdu pociągu.



Legenda (opis osi)

- 1 Poziom ciśnienia akustycznego skorygowany według charakterystyki częstotliwościowej A, dB
- 2 Czas

Rys. 1 Przykład wybranego przedziału czasu T , dla całego pociągu



Legenda (opis osi)

- 1 Poziom ciśnienia akustycznego skorygowany według charakterystyki częstotliwościowej A, dB
- 2 Czas

Rys. 2 Przykład wybranego przedziału czasu T , dla części pociągu

3.16.

noise with impulsive character

noise which contains an isolated event or a series of such events. The impulsive character is conventionally confirmed if the difference between $L_{pAeq,T}$ and $L_{pAeq,T}$ is greater than 3 dB [EN ISO 12001]

Hałas o charakterze impulsowym

Hałas impulsowy to hałas, który zawiera wyodrębnione zdarzenia akustyczne lub serię podobnych zdarzeń – wyróżnialnych w dynamice przebiegu czasowego zmian poziomu dźwięku.

Według PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002 [10] „Akustyka - Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu (zmiana A1)” do wyznaczenia równoważnego

Poprawka impulsowa do wyników pomiarów parametrów impulsów [dB]

Tabela 1

Rodzaj dźwięku	Pomiar ekspozycyjnych poziomów dźwięku w odniesieniu do pojedynczych impulsów	Pomiar równoważnego poziomu dźwięku impulsowego
Typowy dźwięk impulsowy	5	3
Dźwięk o dużej impulsowości	12	11,7
Dźwięk impulsowy o dużej energii	15	14,9

poziomu dźwięku A z korekcją na impulsowość hałasu należałoby stosować następujące wartości poprawek impulsowych przedstawionych w tabeli 1.

3.17.

noise with tonal character

noise which contains audible tones

Hałas o charakterze tonalnym

Hałas tonalny to hałas, który zawiera słyszalne tony (charakterystyczne częstotliwości identyfikujące badany dźwięk) – wyróżnialne w widmie częstotliwościowym badanego hałasu – tercjowym lub wąskopasmowym (FFT).

Według PN-ISO 1996-2:1999 [11] „Akustyka - Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu” do wyznaczenia równoważnego poziomu dźwięku A z korekcją na tonalność hałasu należałoby stosować następujące wartości poprawek tonalnych:

- **5+6 dB** - jeżeli w paśmie tercjowym występuje poziom ciśnienia akustycznego większy o co najmniej 5 dB niż w pasmach sąsiednich,
- **2+3 dB** – jeżeli tonalność jest stwierdzona tylko przez obserwatora lub na podstawie analizy wąskopasmowej (FFT).

3. Podsumowanie

Ujednoczenie stosowanych wskaźników zapewnia porównywalność wyników uzyskiwanych przez różne zespoły badawcze oraz pozwala na wprowadzenie norm akustycznych dotyczących zagadnień emisji hałasu od pojazdów szynowych.

Na szczególną uwagę zasługuje wprowadzenie definicji czasu przejazdu T_p (intuicyjnej) oraz czasu pomiaru T.

Należy również zauważyć istotne różnice pomiędzy poziomem ekspozycyjnym przejazdu TEL a poziomem ekspozycyjnym pojedynczego zdarzenia SEL.

Prowadzone prace normalizacyjne pozwolą również na uwzględnianie uciążliwości hałasu związanej z występowaniem tonalnych oraz impulsowych składowych hałasu.

Literatura

- [1] EN ISO 3095 „Kolejnictwo – Akustyka – Pomiar hałasu emitowanego przez pojazdy szynowe”
- [2] Dyrektywa 2006/66/WE dotycząca technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „tabor kolejowy - hałas” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych
- [3] PN-92/K-11000 „Tabor kolejowy - Hałas – Ogólne wymagania i badania”
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [5] EN 60942, Elektroakustyka – Kalibratory dźwięku (IEC 60942:2003)
- [6] EN 61260, Elektroakustyka – Filtry dla pasma oktawowego i pasma tercjowo – oktawowego (IEC 60942: 2003)
- [7] EN 61672-1, Elektroakustyka – Mierniki poziomu dźwięku – Część 1: Wymagania techniczne (IEC 61672-1:2002)
- [8] EN 61672-2, Elektroakustyka - Mierniki poziomu dźwięku – Część 2: Badania modelu wzorcowego (IEC 61672-2:2003)
- [9] EN ISO 266, Akustyka – Preferowane częstotliwości (ISO 266:1997)
- [10] PN-ISO 1996-2:1999/A1:2002 „Akustyka - Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu (zmiana A1)”
- [11] PN-ISO 1996-2:1999 „Akustyka - Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu”