

## Procedura pomiarowo-obliczeniowa 7.1.3.1.

**Badanie emisji hałasu od instalacji lub urządzeń - Metoda obliczeniowa  
- określanie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu (dane do obliczeń)****1. Cel procedury:**

- Procedura określa sposób wykonania pomiarów poziomu dźwięku i określenia „**poziomu pozornej mocy akustycznej na kierunku propagacji**” - gdyż taki parametr jest fizycznie poprawny.

Uwaga: alternatywnie można by wprowadzać poziom mocy akustycznej wraz ze współczynnikiem kierunkowym, jednak jest to znacznie bardziej kłopotliwe pomiarowo przy badaniach „*in situ*”, a czasami wręcz niemożliwe do realizacji (głównie ze względu na konfigurację przestrzenne lub poziom tła akustycznego od sąsiednich źródeł hałasu).

**2. Tryb postępowania**

- podstawą wykonania obliczeń jest metodyka zawarta w normie PN ISO 9613-2:2002-09 pt.: „Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania”.

Należy wybrać punkt pomiarowy jako **punkt referencyjny** (in. punkt pomiarowy lub punkt odniesienia), w którym będą spełnione następujące warunki:

- a) punkt referencyjny (pomiarowy) znajduje się **między źródłem hałasu a punktem pomiarowym** (punktem obserwacji);

W przypadku braku możliwości takiej lokalizacji punktu pomiarowego należy wybrać inny, dokładnie opisać sytuację i przeprowadzić analizę wpływu tej zmiany na wynik badania.

- b) **geometria źródła hałasu** obserwowanego z punktu referencyjnego spełnia warunki dla danego typu źródła hałasu:

- **źródło punktowe** (symetria sferyczna) - tj. odległość od źródła jest co najmniej równa poprzecznym wymiarom źródła, wskazane jest aby była większa od podwojonego wymiaru poprzecznego - należy odnotować odległość pomiaru - istotna jest odległość od środka geometrycznego źródła, które traktujemy jako punktowe, więc jeśli notuje się odległość od obrysu, to należy jeszcze odnotować wymiary źródła;

- **źródło liniowe** (symetria cylindryczna) - tj. odległość od źródła jest co najmniej równa szerokości (głębokości) źródła, wskazane jest aby była większa od podwojonego wymiaru głębokości - należy odnotować odległość pomiaru - istotna jest odległość od środka źródła, które traktujemy jako liniowe, więc jeśli notuje się odległość od obrysu, to należy jeszcze odnotować szerokość źródła; **w celu określania parametru do dalszych obliczeń** powinien być widoczny odcinek źródła liniowego o długości co najmniej 6-krotności odległości pomiaru od środka źródła;

wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 1 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

- **źródło powierzchniowe** (płaskie  pionowe: np. otwór w ścianie, okno, drzwi, brama) - pomiar wykonujemy w świetle otworu lub w niewielkiej odległości - mniej niż dla geometrii źródła punktowego lub liniowego - należy odnotować wymiary poprzeczne źródła np. szerokość lub wysokość albo średnicę;

- **źródło powierzchniowe** (płaskie  poziome, np. plac manewrowy) - pomiar wykonujemy jak dla źródła punktowego i liniowego - tj. odległość od źródła jest co najmniej równa szerokości lub głębokości źródła, wskazane jest aby była większa od podwojonego wymiarów szerokości/ głębokości - należy odnotować odległość pomiaru - istotna jest odległość od środka źródła;

- **źródło przestrzenne** (np. instalacje orurowania) - pomiar wykonujemy jak dla źródła powierzchniowego poziomego - uwzględniając oprócz szerokości i głębokości również wysokość źródła (prostopadłościanu obejmującego badane źródła) - należy odnotować odległość pomiaru - istotna jest odległość od środka **geometrycznego** źródła;

- **źródło typu budynek** - uwzględniane w programach obliczeniowych - należy wykonać pomiar poziomu dźwięku od strony wewnętrznej elewacji (ew. uśrednić powierzchniowo dla danej elewacji) i oszacować izolacyjność akustyczną elewacji (ew. wykonać badanie izolacyjności akustycznej lub oprzeć się na danych akustycznych dla danej konstrukcji elewacji) - z uwagi na szereg błędów możliwych do popełnienia - nieprawidłowe wyniki uśrednienia poziomu dźwięku od strony wewnętrznej i/lub nieprawidłowe oszacowanie izolacyjności akustycznej) - źródła typu budynek muszą być stosowane bardzo ostrożnie - wskazane jest zamienianie ich podczas modelowania akustycznego na ekrany i zastępcze źródła punktów/liniowe/powierzchniowe imitujące otwory technologiczne, okna, drzwi i bramy, które są najsłabszymi akustycznie elementami w elewacjach;

- **inne typy źródeł** - w przypadku źródeł o geometrii nie pozwalającej do zakwalifikowania do powyższych - czy to ze względu na kształt, czy z uwagi na możliwą odległość punktu referencyjnego do wykonania pomiaru - należy zastosować inne, adekwatne do sytuacji procedury szacowania poziomów mocy akustycznych - z opisem i uzasadnieniem tych działań w sprawozdaniu - można m.in. podzielić badane źródła na mniejsze elementy spełniające kryteria np. źródeł punktowych lub powierzchniowych;

c) **tła akustyczne nie zakłóca pomiaru**, tj. **różnica** pomiędzy wynikiem pomiaru poziomu emisji i poziomu tła akustycznego **jest większa od 3 dB** - w niektórych przypadkach nie będzie możliwości zbadania osobno tła akustycznego, wtedy pomiar musi być wykonany możliwie najbliżej źródła hałasu (przy zachowaniu warunku geometrii!) w polu akustycznym, gdzie organoleptycznie (na słuch) obserwujemy dominujący hałas badanego źródła nad dźwiękami otoczenia;

d) należy w wybranym punkcie referencyjnym **wykonać pomiary** badanego parametru akustycznego - tj. **poziomu LEQ lub SEL** (kilka próbek) albo wykonać rejestrację przebiegu sygnału RMS z odpowiednim dla badanego źródła czasem próbkowania;

wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 2 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

e) uwaga: w przypadku pomiaru / określania poziomu ekspozycyjnego (SEL), poziom równoważny wyraża się poniższym wzorem:

$$L_{Aeq,T} = L_{AE} - 10 \cdot \lg(T) + 10 \cdot \lg(n), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{Aeq,T}$  - równoważny poziom dźwięku A odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{AE}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów poziomu ekspozycyjnego SEL
- $T$  - czas odniesienia w sekundach: dla pory dziennej (D) T=28800, dla nocnej (N) T=3600
- $n$  - liczna pojedynczych zdarzeń akustycznych w czasie obserwacji T.

f) **uwzględnianie transportu lub ruchu pojazdów / maszyn**, dla których nie ma możliwości wykonania pomiaru w danej sytuacji, odbywa się poprzez zastosowanie wskaźników poziomu mocy akustycznej **publikowanych w innych źródłach**: normach, metodykach obliczeniowych, raportów z badań takich samych lub podobnych źródeł hałasu.

### 3. Obliczenia poziomów mocy akustycznej

- jako oszacowanie „**poziomu pozornej mocy akustycznej na kierunku propagacji**”!

#### 3.1. Źródło punktowe / powierzchniowe poziome / przestrzenne

W dedykowanym arkuszu identyfikacja źródła typu: „2”

##### 3.1.1. Źródło emitujące hałas ustalony lub cykliczny w czasie obserwacji (pomiaru)

Korzystamy ze wzoru:

$$L_{WAeq,T} = L_{Aeq,zm} + 11 - K_0 + 20 \cdot \lg(r), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{WAeq,T}$  - równoważny poziom mocy akustycznej A odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{Aeq,zm}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów w odległości r od środka źródła
- $K_0$  - współczynnik kąta bryłowego emisji wg Instrukcji ITB-338 (dla pomiaru nad powierzchnią odbijającą  $K_0=3$ )
- r - odległość pomiarowa (w metrach) od środka geometrycznego źródła, warunek dla  $r^2 \gg lh$ , gdzie l- wymiary poprzeczne źródła, h- wysokość źródła

##### 3.1.2. Pojedyncze zdarzenia akustyczne w czasie obserwacji (pomiaru)

Korzystamy ze wzoru:

$$L_{WAeq,T} = L_{AE,zm} - 10 \cdot \lg(T) + 10 \cdot \lg n + 11 - K_0 + 20 \cdot \lg(r), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{WAeq,T}$  - równoważny poziom mocy akustycznej A odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{AE,zm}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów SEL w odległości r od środka źródła
- T - normatywny czas obserwacji wyrażony w [s]
- n - liczba zdarzeń akustycznych w normatywnym czasie obserwacji
- $K_0$  - współczynnik kąta bryłowego emisji wg Instrukcji ITB-338 (dla pomiaru nad powierzchnią odbijającą  $K_0=3$ )
- r - odległość pomiarowa (w metrach) od środka geometrycznego źródła.

wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 4 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

### 3.2. Źródło liniowe

W dedykowanym arkuszu identyfikacja źródła typu: „1”

#### 3.2.1. Źródło emitujące całą długością w czasie obserwacji (pomiaru)

Korzystamy ze wzoru:

$$L_{WAeq,T|1m} = L_{Aeq,zm} + 8 - K_0 + 10 \cdot \lg(d), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{WAeq,T,1m}$  - równoważny poziom mocy akustycznej A odcinka o długości 1m odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{Aeq,zm}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów w odległości  $d$  prostopadle do źródła
- $K_0$  - współczynnik kąta bryłowego emisji wg Instrukcji ITB-338 (dla pomiaru nad powierzchnią odbijającą  $K_0=3$ )
- $d$  - odległość pomiarowa (w metrach) do środka źródła prostopadle do niego, warunki: dla  $d^2 \gg gh$ , gdzie  $g$ -głębokość źródła,  $h$ -wysokość źródła, dla  $6d < l$ , gdzie  $l$ -długość źródła (dla źródeł poziomych, dla źródeł o innym kierunku zastosować odpowiednio)

Do określenia poziomu mocy akustycznej odcinka o długości  $D$  wyrażonej w metrach do wyniku dodajemy  $10\lg(D)$ .

#### 3.2.2. Pojedyncze źródło poruszające się w czasie obserwacji (pomiaru)

Korzystamy ze wzoru:

$$L_{WAeq,T} = L_{AE,zm} - 10 \cdot \lg(T) + 10 \cdot \lg n + 8 - K_0 + 10 \cdot \lg(d), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{WAeq,T}$  - równoważny poziom mocy akustycznej A odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{AE,zm}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów SEL w odległości  $d$  prostopadle do źródła
- $T$  - normatywny czas obserwacji wyrażony w [s]
- $n$  - liczba zdarzeń akustycznych w normatywnym czasie obserwacji
- $K_0$  - współczynnik kąta bryłowego emisji wg Instrukcji ITB-338 (dla pomiaru nad powierzchnią odbijającą  $K_0=3$ )
- $d$  - odległość pomiarowa (w metrach) do środka źródła prostopadle do niego.

wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 5 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

### 3.3. Źródło powierzchniowe pionowe

W dedykowanym arkuszu identyfikacja źródła typu: „0”

Korzystamy ze wzoru:

$$L_{WAeq,T} = L_{Aeq,zm} + 10 \cdot \lg(S), \text{ dB}$$

gdzie:

- $L_{WAeq,T}$  - równoważny poziom mocy akustycznej A odpowiednio dla pory dziennej (T=D) albo nocnej (T=N)
- $L_{Aeq}$  - uśrednione energetycznie wyniki pomiarów w świetle źródła lub bardzo blisko niego
- $S$  - powierzchnia źródła (w metrach kwadratowych).

### 3.4. Źródło typu budynek

Uśredniamy uzyskane z pomiaru wewnątrz wyniki poziomu dźwięku energetycznie i wprowadzamy dane bezpośrednio do programu łącznie z oszacowaną izolacyjnością akustyczną.

### 3.5. Transport - źródło liniowe lub punktowe źródło zastępcze

W dedykowanym arkuszu identyfikacja źródła typu: „3”

**Należy wprowadzić do obliczeń dane uzyskane na podstawie wskaźników z innych publikacji, a do obliczeń niepewności ręcznie wprowadzić wartości założonych lub oszacowanych niepewności (jako typ B).**


wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 6 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

## 4. Dedykowany arkusz kalkulacyjny do obliczeń

Obliczenia wykonuje się w dedykowanym arkuszu obliczeniowym:

„[...]protokół\_PP7B-moc akustyczna-LW-do\_HPZ-NTL-2019-04-23.xls”

pozwalający szybko oszacować poziomy mocy akustycznych na podstawie pomiarów wykonanych przy źródłach z uwzględnieniem charakterystyki źródła - geometrycznej oraz czasowej:

Inwentaryzacja akustyczna															Arkusz zatwierdzony do użytkowania w LB NTL-MKirpluk w dniu 23.04.2019r.										
Nazwa Zakładu ...															 00-761 Warszawa, ul. Belwederska 3 m.6 tel. 0-502 216620 www.ntlmk.com										
<b>typ źródła:</b> 0 - powierzchniowe pionowe 1 - liniowe 2 - punktowe / powierzchniowe poziome / przestrzenne															<b>czas odniesienia</b> <b>T=8h</b>					+U <sub>B,95</sub> dB		-U <sub>B,95</sub> dB		+0,70 -0,76	
lp.	nazwa źródła	wyniki pomiarów LEQ / SEL					dane źródła i punktu pomiarowego					czas t				emisja			moc akust.	niepewność LEQ					
		1	2	3	4	5	typ źródła	r / d	D	a	h	K <sub>0</sub>	czas pracy				R <sub>max</sub>	L <sub>A,śr,t im.</sub>	L <sub>A,śr,t em.</sub>	L <sub>A,eq em.</sub>	L <sub>WA,eq</sub>	+U <sub>R,95</sub>	-U <sub>R,95</sub>	±U <sub>R,95</sub>	
- tło akustyczne		1,0	1,0	1,0								h	min	s / n	s		1,0								
1	instalacja 1	50,0	51,0	52,0			2	10			3	8			0		51,1	51,1	51,1	79,1	+2,0	-3,9			
2	instalacja 2	51,1	51,2	51,3			2	10			3		30		600		51,2	51,2	39,2	67,2	+1,0	-1,3			
3	instalacja 3	50,0	51,0	52,0			1	10	60		3	8			0		51,1	51,1	51,1	83,9	+2,0	-3,9			
4	instalacja 4	51,1	51,2	51,3			1	10	60		3		30		600		51,2	51,2	39,2	71,9	+1,0	-1,3			
5	instalacja 5	50,0	51,0	52,0			0	0		10	4				0		51,1	51,1	51,1	67,1	+2,0	-3,9			
6	instalacja 6	51,1	51,2	51,3			0	0		10	4		30		600		51,2	51,2	39,2	55,2	+1,0	-1,3			
7	transport	80,0					3										wsk.	wsk.	wsk.	80,0	wsk.	wsk.	1,0		
8																									
9																									

Po wprowadzeniu typu źródła (3, 2, 1, lub 0) następuje automatyczne „zaszarzenie” niewykorzystywanych komórek (w celu uniknięcia pomyłkowego wypełnienia), a komórki z wynikami obliczeń (na żółtym tle) mają algorytmy automatycznie dostosowujące wzory wynikowe.

Napis „wsk.” w polu oznacza, że do obliczeń przyjęto wartości określone na podstawie wskaźników z innych publikacji - którą to wartość wprowadza się jako  $\pm U_{R,95}$ .

**Uwaga 1:** arkusz w obecnej wersji uwzględnia tylko prostokątne źródła powierzchniowe pionowe! (dla źródeł okrągłych zastosować powierzchnię równoważną)

**Uwaga 2:** wyliczone niepewności dot. tylko rozrzutu wyników pomiarów poziomu dźwięku, niepewności czasu trwania oraz wynikające z budżetu typu B.

wydanie 03 z dn. 23.04.2019	Przygotował, sprawdził i zatwierdził  Mikołaj Kirpluk	procedura 7.1.3.1.	Strona 7 z 8
-----------------------------------	---	-----------------------	-----------------

Niepewność wyniku obliczeń w punkcie pomiarowym określa się na podstawie histogramów udziałów poszczególnych źródeł hałasu w obliczonej emisji w danym punkcie obliczeniowym:

- opracowany arkusz obejmuje histogram ze źródeł wszechkierunkowych z programu HPZ

		$\Delta E_+ = 10^{\frac{L_p + M_p}{10}} - 10^{\frac{L_p}{10}} = 10^{\frac{L_p}{10}} \cdot \left( 10^{\frac{M_p}{10}} - 1 \right)$		$\Delta E_- = 10^{\frac{L_p}{10}} - 10^{\frac{L_p - M_p}{10}} = 10^{\frac{L_p}{10}} \cdot \left( 1 - 10^{-\frac{M_p}{10}} \right)$		$L_{Aeq}$	$+U_{R,95}$	$-U_{R,95}$		
						43,4	+0,8	-0,8		
<b>Udziały:</b>						<b>E</b>				
wkopiować z HPZ:		43,4				21860,6			4633	3778
Histogram dla poziomu dźwięku A w punkcie P1 = [-70,0;908,0;4,0]										
		L= 39,6 dB		ΔE, dB		Ei		niepewność Lw		
lp	nazwa źródła	Symbol			Ekran	$p^2/p_0^2$	$+U_{R,95}$	$-U_{R,95}$	$+U_{R,95}$	$-U_{R,95}$
<b>Źródła wszechkierunkowe</b>										
1	instalacja 1	instalacja 1	33,3	0	x	2138,0	+2,0	-3,9	1271	1263
2	instalacja 2	instalacja 2	34,3	0	x	2691,5	+1,0	-1,3	718	694
3	instalacja 3	instalacja 3	0	17,8	hala	1,0	+2,0	-3,9	1	1
4	instalacja 4	instalacja 4	10,1	4,5	hala	10,2	+1,0	-1,3	3	3
5	instalacja 5	instalacja 5	13,2	0		20,9	+2,0	-3,9	12	12
6	instalacja 6	instalacja 6	4,1	8,6	hala	2,6	+1,0	-1,3	1	1
7	transport	transport	42,3	0		16982,4	+1,0	-1,0	4397	3493
8	0					1,0				
9	0					1,0				