

Joanna Zaleska-Bartos, Grzegorz Kołodziejak

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Emisje hałasu w górnictwie nafty i gazu – kopalnie

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów hałasu środowiskowego towarzyszącego pracy urządzeń eksploatowanych w obiektach technologicznych kopalń gazu ziemnego i ropy naftowej oraz wyniki pomiarów ciśnienia akustycznego przeprowadzonych w celu wyznaczenia poziomów mocy akustycznych urządzeń stanowiących główne źródła hałasu w kopalniach. Wyznaczone poziomy mocy akustycznych wykorzystano do przeprowadzenia symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku. Wartości poziomów emisji hałasu uzyskane na drodze symulacji porównano z wartościami pochodzącymi z bezpośrednich pomiarów hałasu środowiskowego, w punktach kontrolnych odpowiadających punktom pomiarowym.

Słowa kluczowe: hałas, wiertnia, poziom mocy akustycznej.

Noise emissions in oil and gas mining – mines

The article presents the results of environmental noise measurements, accompanying the work of equipment operated in technological facilities of natural oil and gas mines and the results of sound pressure level measurements, conducted to determine the sound power levels of the devices that are the predominant sources of noise in the mines.

Key words: noise, drilling, sound power level.

Wprowadzenie

Źródłami hałasu mogącymi powodować zmiany klimatu akustycznego w sąsiedztwie obiektów technologicznych kopalń ropy naftowej i gazu ziemnego są przede wszystkim kopalniane tłocznie gazu, stacje redukcyjno-pomiarowe, agregaty prądotwórcze, pompy dozujące i kotłownie. Większość tych urządzeń pracuje wewnątrz budynków lub w kontenerach, których zadaniem jest ograniczenie hałasu przedostającego się do środowiska. Poza urządzeniami mechanicznymi źródłem ciągłego ustalonego hałasu jest przepływ gazu przez odcinki instalacji (rurociągi, zwężki itp.). Hałas towarzyszy również pracy zaworów bezpieczeństwa, a także okresowo wykonywanym na odwiertach zabiegom specjalnym, np. syfonowaniu odwiertów [2].

Poziom hałasu emitowanego z obiektów technologicznych kopalń ropy i gazu uzależniony jest przede wszystkim od parametrów akustycznych pracujących urządzeń. Stopień uciążliwości hałasowej, a więc zasięg rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku jest wypadkową parametrów akustycznych poszczególnych urządzeń oraz liczby urządzeń stanowiących źródła hałasu. Zależy ponadto od zagospodarowania obiektu, a także od morfologii terenu otaczającego kopalnię i sposobu jego użytkowania.

Opracowujący raporty OOS pod kątem emisji hałasu, sporządzane na etapie koncepcji zagospodarowania nowych złóż, jak i modernizacji istniejących obiektów technologicznych, napotyka na trudności związane z brakiem informacji o parametrach akustycznych planowanych urządzeń i instalacji. Parametrem, który jest niezbędny przy określaniu wpływu na klimat akustyczny instalacji przemysłowych jest poziom mocy akustycznej. Znajomość poziomu mocy akustycznej jest również cenna przy ocenie oddziaływania na środowisko instalacji istniejących, w sytuacji gdy brak jest możliwości wykonania pomiaru bezpośredniego, np. gdy różnica poziomu hałasu przy pracującej instalacji a tłem jest mniejsza niż 3 dB [1, 5].

Próba określenia poziomów mocy akustycznej urządzeń eksploatowanych w kopalniach ropy i gazu, które można byłoby wykorzystać na potrzeby modeli rozprzestrzeniania się hałasu, opracowywanych dla obiektów stosujących podobne lub wręcz analogiczne urządzenia, była jednym z celów badań opisanych w artykule. Badania obejmowały wykonanie pomiarów hałasu emitowanego do środowiska z kopalnianych obiektów technologicznych oraz wyznaczenie poziomów mocy akustycznej wytypowanych źródeł hałasu na

podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego metodą orientacyjną zgodnie z normą PN-EN ISO 3746:2011 [3]. Uzyskane wyniki posłużyły do przeprowadzenia symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku i następnie porównania wartości poziomów emisji hałasu uzyskanych z bezpośrednich pomiarów z wartościami poziomów emisji obliczonymi w programie IMMI, przy uwzględnieniu wyzna-

czonych poziomów mocy akustycznych. Zastosowana metoda porównawcza pozwoliła również na określenie poziomów mocy akustycznych urządzeń, dla których nie było możliwości wykonania pomiarów ciśnienia akustycznego, poprzez dobór poziomu mocy akustycznej i tym samym dopasowanie wartości poziomów emisji z symulacji do uzyskanych z pomiarów.

Badania poziomu hałasu emitowanego do środowiska

Pomiary hałasu będącego wynikiem pracy urządzeń i instalacji wykonano metodą rejestracji elementarnych próbek hałasu, zgodnie z metodyką referencyjną opisaną w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody [5]. Pomiary przeprowadzono w punktach pomiarowych wyznaczonych na granicach terenu badanych obiektów oraz w najbliższej okolicy, w tym na terenach podlegających ochronie (terenach z zabudową mieszkalną). Z uwagi na brak możliwości wykonania pomiarów tła akustycznego przy wyłączonych źródłach hałasu, badania tła wykonano w miejscach porównywalnych do punktów pomiarów hałasu emitowanego wskutek równoczesnej pracy wszystkich urządzeń na terenie badanego obiektu.

Wielkościami mierzonymi był równoważny poziom dźwięku A (L_{Aeq}) emitowanego do środowiska w wyniku równoczesnej pracy wszystkich urządzeń stanowiących źródła hałasu w danym obiekcie. Pomiary wykonano w punktach pomiarowych wyznaczonych na granicach działek badanych obiektów technologicznych oraz w ich sąsiedztwie, ze szczególnym uwzględnieniem terenów podlegających ochronie określonych w rozporządzeniu w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [4], które znajdują się najbliżej badanego obiektu. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów elementarnych próbek hałasu wyznaczono średni poziom dźwięku (L_{Asr}), a następnie obliczono poziom emisji hałasu w środowisku (L_{Aek}). Współrzędne punktów pomiarowych wraz z obliczonymi wartościami L_{Aek} przedstawiono w tabelicy 1.

Wyznaczenie poziomu mocy akustycznej na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego

Pomiary ciśnienia akustycznego wytypowanych do badań urządzeń w celu wyznaczenia poziomu mocy akustycznej wykonano metodą orientacyjną, opisaną w normie PN-EN ISO 3746:2011 [3]. Pomiar metodą orientacyjną wykonuje się w warunkach przybliżonych do akustycznego pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk, tj. w przestrzeni pomiarowej z jedną lub kilkoma płaszczyznami odbijającymi dźwięk. Warunki te występują w przestrzeni otwartej lub w dużym pomieszczeniu. Typ i wielkość urządzenia nie stanowią ograniczeń w zakresie stosowania metody orientacyjnej w przestrzeni otwartej. Pomiary mogą być także wykonywane w pomieszczeniach, gdzie urządzenia są zainstalowane i normalnie pracują [1]. Metody orientacyjne są szczególnie przydatne w przypadku występowania wysokiego poziomu tła oraz odbić. Zgodnie z normą do określenia mocy akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego metodą orientacyjną można stosować dwa rodzaje powierzchni pomiarowych nad płaszczyzną odbijającą dźwięk: półkolistą lub prostopadłościenną [3]. Norma zaleca, aby pomiary przeprowadzać całującym miernikiem poziomu dźwięku, spełniającym co najmniej wymagania klasy dokładności 2.

Mierzonymi wielkościami są uśrednione poziomy ciśnienia akustycznego podczas działania badanego źródła, a także poziom tła akustycznego. W każdym z punktów wyznaczonych na powierzchni pomiarowej, wykonuje się podczas pracy badanego źródła minimum trzy pomiary dźwięku A, L'_{pAi} , a ich wartości uśrednia. Czas obserwacji powinien wynosić nie mniej niż 30 s. Kolejnym krokiem jest wyznaczenie poziomu dźwięku A, L''_{pA} hałasu tła.

Wielkościami obliczanymi są poziomy mocy akustycznej badanego źródła hałasu. Przy obliczaniu poziomu mocy akustycznej należy uwzględnić wyznaczone poprawki, uwzględniające hałas tła K_{1A} oraz uwzględniające środowisko badawcze K_{2A} .

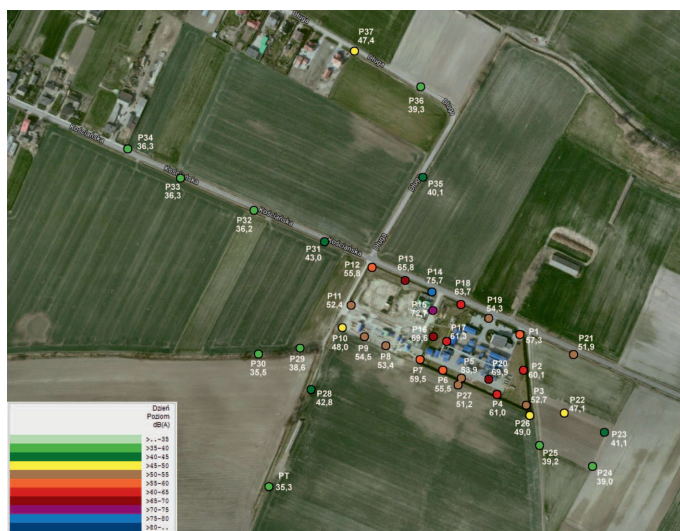
Pomiary hałasu emitowanego do środowiska oraz pomiary ciśnienia akustycznego wytypowanych urządzeń wykonano w KGZ Kościan-Brońsko. Miernikiem zastosowanym w badaniach był całkujący miernik poziomu dźwięku Bruel & Kjaer typ 2250 wraz z kalibratorem akustycznym Bruel & Kjaer typ 4231. Urządzenia pomiarowe spełniają wymagania klasy dokładności 1. Opisane w niniejszym artykule badania przeprowadzono z zastosowaniem prostopadłościennej powierzchni pomiarowej.

Wyniki pomiarów hałasu środowiskowego

Głównymi źródłami emisji hałasu do środowiska z terenu Kopalni Gazu Ziemnego Kościan-Brońsko są:

- trzy silniki pompowe tłoczni gazu znajdujące się w oddzielnych budynkach,
- pompy tłoczenia glikolu znajdujące się w kontenerze regeneracji TEG-u,
- przepływ turbulentny gazu przez instalację, w tym głównie przez zwężki redukcyjno-pomiarowe oraz instalację ODL,
- agregat prądowórczy, rezerwowy – w trakcie pomiarów nie pracuje.

Poziom emisji hałasu z instalacji KGZ Kościan-Brońsko przedstawiono w tabelicy 1 oraz na rysunku 1.



Rys. 1. Poziomy emisji hałasu w punktach pomiarowych na terenie i w sąsiedztwie KGZ Kościan-Brońsko

Tabela 1. Wyniki pomiarów poziomu emisji hałasu z KGZ Kościan-Brońsko

Oznaczenie punktu pomiarowego	Współrzędne geograficzne		Poziom emisji hałasu L_{Aek}	Oznaczenie punktu pomiarowego	Współrzędne geograficzne		Poziom emisji hałasu L_{Aek}
	szerokość	długość	[dB]		szerokość	długość	[dB]
P1	52,08509	16,59323	57,3	P20	52,08457	16,59258	69,9
P2	52,08466	16,59327	60,1	P21	52,08484	16,59413	51,9
P3	52,08422	16,59377	52,7	P22	52,08417	16,59399	47,1
P4	52,08440	16,59270	61,0	P23	52,08393	16,59482	41,1
P5	52,08455	16,59209	53,9	P24	52,08352	16,59457	39,0
P6	52,08465	16,59174	55,5	P25	52,08377	16,59354	39,2
P7	52,08477	16,59133	59,5	P26	52,08413	16,59340	49,0
P8	52,08492	16,59065	53,4	P27	52,08451	16,59199	51,2
P9	52,08502	16,59025	54,5	P28	52,08440	16,58919	42,8
P10	52,08516	16,58980	48,0	P29	52,08491	16,58899	38,6
P11	52,08539	16,58995	52,4	P30	52,08483	16,58822	35,5
P12	52,08588	16,59037	55,8	P31	52,08616	16,58949	43,0
P13	52,08570	16,59107	65,8	P32	52,08653	16,58816	36,2
P14	52,08558	16,59155	75,7	P33	52,08692	16,58678	36,3
P15	52,08538	16,59152	72,7	P34	52,08723	16,58574	36,3
P16	52,08505	16,59158	69,6	P35	52,08691	16,59131	40,1
P17	52,08497	16,59177	61,3	P36	52,08796	16,59133	39,3
P18	52,08540	16,59211	63,7	P37	52,08839	16,59005	47,4
P19	52,08526	16,59260	54,3				

Wyznaczenie poziomu mocy akustycznej na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego

W pomiarach, których celem było wyznaczenie poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu w KGZ Kościan-Brońsko zastosowano, zgodnie z normą PN-EN ISO 3746, lokalizację punktów pomiarowych na prostopadłościenną powierzchnię pomiarową. Należy zaznaczyć, że metoda opisana ww. nor-

mie jest metodą przybliżoną (orientacyjną) określania mocy akustycznej urządzenia.

W tabelicy 2 i 3 przedstawiono wyniki pomiarów ciśnienia akustycznego pompy glikolu oraz silników napędowych tłoczni gazu w KGZ Kościan-Brońsko.

Tablica 2. Poziom mocy akustycznej – pompy tłoczenia glikolu; KGZ Kościan-Brońsko

Typ urządzenia	POMPY TŁOCZENIA GLIKOLU
Lokalizacja urządzenia	Kopalnia Gazu Ziemnego Kościan-Brońsko
ZMIERZONE ORAZ PRZYJĘTE PARAMETRY DO OBLICZENIA POZIOMU MOCY AKUSTYCZNEJ URZĄDZENIA	
Wymiary prostopadłościanu odniesienia	$l_1 = 7,0 \text{ m}$ $l_2 = 1,5 \text{ m}$ $l_3 = 1,0 \text{ m}$
Odległość powierzchni pomiarowej od prostopadłościanu odniesienia	$d = 1,0 \text{ m}$
Wyniki pomiarów w punktach zlokalizowanych na prostopadłościanie odniesienia	$L_{pA1}^I = 79,1 \text{ dB}$ $L_{pA2}^I = 79,5 \text{ dB}$ $L_{pA3}^I = 81,6 \text{ dB}$ $L_{pA4}^I = 81,1 \text{ dB}$ $L_{pA5}^I = 79,3 \text{ dB}$ $L_{pA6}^I = 79,3 \text{ dB}$ $L_{pA7}^I = 81,1 \text{ dB}$ $L_{pA8}^I = 81,0 \text{ dB}$
Wyniki pomiarów tła w punktach zlokalizowanych na prostopadłościanie odniesienia	Ze względu na brak możliwości zatrzymania urządzenia w trakcie wykonywania pomiarów, przyjęto, że tło akustyczne jest proporcjonalne do wyników pomiaru hałasu na terenie KGZ. Przyjęto wartość $L_{pA}^{II} = 55 \text{ dB}$
Współczynnik pochłaniania dźwięku α	Przyjęto współczynnik dźwięku $\alpha = 0,15$, jak dla pomieszczeń umeblowanych o kształcie prostopadłościanu; maszynowni lub pomieszczeń przemysłowych o kształcie prostopadłościanu
Wymiary pomieszczenia	Wymiary pomieszczenia, w jakim znajduje się urządzenie wynoszą: $a = 10,0 \text{ m}$ $b = 6,0 \text{ m}$ $c = 3,0 \text{ m}$
WYZNACZONY POZIOM MOCY AKUSTYCZNEJ URZĄDZENIA $L_{WA} = 98,4 \text{ dB}$	

Tablica 3. Poziom mocy akustycznej – silniki napędowe tłoczni gazu; KGZ Kościan-Brońsko

Typ urządzenia	SILNIKI NAPĘDOWE TŁOCZNI GAZU
Lokalizacja urządzenia	Kopalnia Gazu Ziemnego Kościan-Brońsko
ZMIERZONE ORAZ PRZYJĘTE PARAMETRY DO OBLICZENIA POZIOMU MOCY AKUSTYCZNEJ URZĄDZENIA	
Wymiary prostopadłościanu odniesienia	$l_1 = 10,0 \text{ m}$ $l_2 = 4,0 \text{ m}$ $l_3 = 2,5 \text{ m}$
Odległość powierzchni pomiarowej od prostopadłościanu odniesienia	$d = 1,0 \text{ m}$
Wyniki pomiarów w punktach zlokalizowanych na prostopadłościanie odniesienia	$L_{pA1}^I = 102,9$ $L_{pA2}^I = 102,6$ $L_{pA3}^I = 102,8$ $L_{pA4}^I = 100,8$ $L_{pA5}^I = 102,2$ $L_{pA6}^I = 102,3$ $L_{pA7}^I = 102,2$ $L_{pA8}^I = 102,8$ $L_{pA9}^I = 102,6$ $L_{pA10}^I = 102,3$
Wyniki pomiarów tła w punktach zlokalizowanych na prostopadłościanie odniesienia	Ze względu na brak możliwości zatrzymania urządzeń w trakcie wykonywania pomiarów, przyjęto, że tło akustyczne jest proporcjonalne do wyników pomiaru hałasu na zewnątrz budynku. Przyjęto wartość $L_{pA}^{II} = 55 \text{ dB}$
Współczynnik pochłaniania dźwięku α	Przyjęto współczynnik dźwięku $\alpha = 0,15$, jak dla pomieszczeń umeblowanych o kształcie prostopadłościanu; maszynowni lub pomieszczeń przemysłowych o kształcie prostopadłościanu
Wymiary pomieszczenia	Wymiary pomieszczenia, w jakim znajduje się urządzenie wynoszą: $a = 12,0 \text{ m}$ $b = 8,0 \text{ m}$ $c = 8,0 \text{ m}$
WYZNACZONY POZIOM MOCY AKUSTYCZNEJ URZĄDZENIA $L_{WA} = 124,3 \text{ dB}$	

Symulacje komputerowe rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku

Wykorzystując program IMMI do prognozowania i obliczeń rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku, przeprowadzono symulacje, które pozwoliły na porównanie wartości poziomu emisji hałasu z instalacji KGZ Kościan-Brońsko, uzyskanych z pomiarów hałasu środowiskowego z wartościami poziomów emisji hałasu otrzymanymi z symulacji komputerowej, w której uwzględniono poziomy mocy akustycznych wyznaczone na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego.

Tablica 4. Wartości poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu wyznaczone na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego metodą orientacyjną

Urządzenie	Poziomy mocy akustycznej L_{WA} [dB]
Pompy tłoczenia glikolu	98,4
Agregat sprężarkowy – silniki napędowe tłoczni gazu	124,3

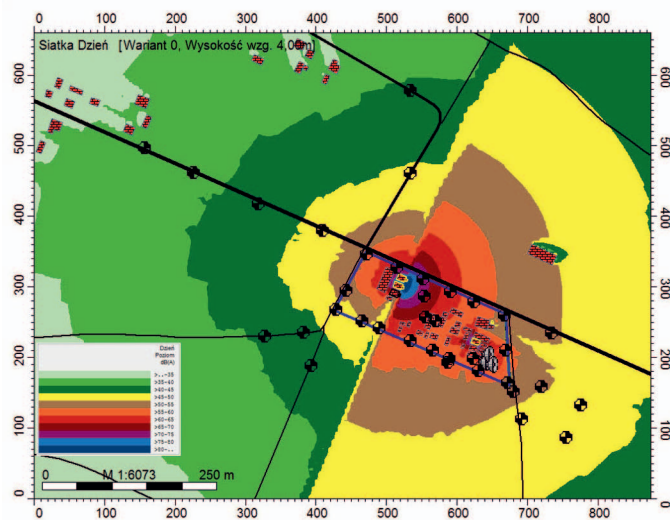
Tablica 5. Wartości poziomów mocy akustycznej źródeł hałasu otrzymane na podstawie symulacji w programie IMMI

Urządzenie	Poziomy mocy akustycznej L_{WA} [dB]
Instalacja ODL	84,0

W trakcie wykonywania pomiarów oddziaływania instalacji na klimat akustyczny poziom dźwięku zmierzono w 37 punktach.

Do symulacji przyjęto wartości poziomów mocy akustycznych wyznaczone na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego urządzeń przedstawionych w tablicy 4.

Na podstawie symulacji określono poziomy mocy akustycznej urządzeń, dla których nie było możliwe wykonanie pomiarów



Rys. 2. Symulacja rozprzestrzeniania się hałasu wokół KGZ Kościan-Brońsko

Tablica 6. Porównanie poziomów emisji hałasu uzyskanych z pomiarów hałasu środowiskowego z poziomami emisji hałasu z symulacji opartych o wyznaczone poziomy mocy akustycznej

Oznaczenie punktu pomiarowego	Poziomy emisji hałasu – wartość zmierzona	Poziomy emisji hałasu – symulacja	Różnica	Oznaczenie punktu pomiarowego	Poziomy emisji hałasu – wartość zmierzona	Poziomy emisji hałasu – symulacja	Różnica
	L_{Aek} [dB]	[dB]	[dB]		L_{Aek} [dB]	[dB]	[dB]
P1	57,3	54,3	-3,0	P19	54,3	58,1	3,8
P2	60,1	58,4	-1,7	P20	69,9	58,0	-11,9
P3	52,7	51,9	-0,8	P21	51,9	50,8	-1,1
P4	61,0	57,2	-3,8	P22	47,1	50,7	3,6
P5	53,9	53,9	0,0	P23	41,1	48,1	7,0
P6	55,5	56,6	1,1	P24	39,0	46,8	7,8
P7	59,5	57,8	-1,7	P25	39,2	48,7	9,5
P8	53,4	53,0	-0,4	P26	49,0	50,4	1,4
P9	54,5	50,4	-4,1	P27	51,2	54,6	3,4
P10	48,0	48,6	0,6	P28	42,8	43,5	0,7
P11	52,4	52,2	-0,2	P29	38,6	44,4	5,8
P12	55,8	55,2	-0,6	P30	35,5	42,1	6,6
P13	65,8	68,5	2,7	P31	43,0	47,3	4,3
P14	75,7	72,5	-3,2	P32	36,2	42,6	6,4
P15	72,7	69,6	-3,1	P33	36,3	39,1	2,8
P16	69,6	63,6	-6,0	P34	36,3	37,2	0,9
P17	61,3	50,9	-10,4	P35	40,1	47,6	7,5
P18	63,7	61,7	-2,0	P36	39,3	42,5	3,2

ciśnienia akustycznego. Poprzez dobór poziomu mocy akustycznej i tym samym dopasowanie wartości poziomów emisji z symulacji do uzyskanych z pomiarów otrzymano poziom mocy akustycznej dla instalacji ODL równy 84,0 dB.

W tablicy 6 porównano wartości poziomu emisji hałasu

z instalacji, uzyskane z pomiarów hałasu środowiskowego (po uwzględnieniu wpływu tła akustycznego) z wartościami poziomów emisji hałasu otrzymanymi z symulacji wykonanej w programie IMMI, w której uwzględniono poziomy mocy akustycznych uzyskane z pomiarów i dopasowania.

Podsumowanie

W wyniku symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku, wykonanych przy pomocy programu IMMI z uwzględnieniem poziomów mocy akustycznych, wyznaczonych na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego metodą orientacyjną, uzyskano w wielu punktach kontrolnych wartości poziomu hałasu zbliżone do wartości zmierzonych. W sytuacji gdy nie dysponujemy poziomami mocy akustycznej źródła hałasu podanymi przez producenta, wyznaczone w ten sposób poziomy mocy akustycznej badanych urządzeń mogą być przydatne do celów prognozowania ich wpływu na klimat akustyczny, np. przy opracowywaniu raportów OOŚ pod kątem emisji hałasu. Należy jednak zauważyć, że same prognozy sporządzane na podstawie symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku, niezależnie od tego czy będą oparte o parametr mocy akustycznej podany przez producenta, czy wy-

znaczony na podstawie pomiarów *in-situ* urządzenia eksploatowanego na innym obiekcie, są zawsze obciążone pewnym błędem. W rezultacie uzyskane w drodze symulacji wartości poziomu emisji hałasu zawsze odbiegają od wartości rzeczywistych. Jest to spowodowane m.in. niemożliwością zdefiniowania i określenia charakterystyk akustycznych wszystkich stanowiących źródła hałasu urządzeń, których funkcjonowanie na terenie kopalni węglowodorów ma wpływ na sumaryczną emisję hałasu z danego obiektu technologicznego.

Różnice między pomierzonymi wartościami poziomów emisji hałasu a wartościami poziomów emisji, uzyskanymi z symulacji uwzględniającej poziomy mocy akustycznych wyznaczone na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego, wynikać mogą ponadto z zastosowanej orientacyjnej metody wyznaczania mocy akustycznej, posiadającej klasę dokładności 3.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2018, nr 5, s. 380–385, DOI: 10.18668/NG.2018.05.05

Artykuł nadesłano do Redakcji 7.12.2017 r. Zatwierdzono do druku 9.03.2018 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Badania hałasu wraz z oceną oddziaływania na klimat akustyczny urządzeń i instalacji stosowanych w górnictwie nafty i gazu* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia: 0018/SN/17/01, nr archiwalny: DK-4100-5/17.

Literatura

- [1] Nolepa A., Kiprian K., Siemiątkowski G., Łach P.: *Metody wyznaczania poziomu mocy akustycznej źródła*. Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych 2015, nr 21, s. 43–57 (dostęp: 25.09.2017).
- [2] Uliasz-Misiak B., Dubiel S.: *Aspekty środowiskowe w zarządzaniu złożem węglowodorów w fazie jego zagospodarowywania*. Przegląd Górniczy 2015, nr 4, s. 56–62.
- [3] Urba R.: *Niepewność pomiaru fizykochemicznych czynników środowiskowych w zakładach górnictwa nafty i gazu*. Nafta-Gaz 2010, nr 7, s. 573–576.
- [4] Urba R.: *Zastosowanie narzędzi programistycznych do oceny hałasu wokół eksploatowanych wiertnic*. Nafta-Gaz 2016, nr 2, s. 118–123, DOI: 10.18668/NG.2016.02.07.

Akty prawne i normatywne

- [5] PN-EN ISO 3746:2011 *Akustyka – Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu na podstawie pomiarów ciśnienia akustycznego. Metoda orientacyjna z zastosowaniem otaczającej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk*.
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jedn. Dz.U. z 2014 r., poz. 112).
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz.U. z 2014 r., poz. 1542).



Mgr inż. Joanna ZALESKA-BARTOSZ
Starszy specjalista badawczo-techniczny w Zakładzie Ocen Środowiskowych.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: zaleska-bartosz@inig.pl



Mgr inż. Grzegorz KOŁODZIEJAK
Starszy specjalista inżynieryjno-techniczny w Zakładzie Ocen Środowiskowych.
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Lubicz 25 A
31-503 Kraków
E-mail: grzegorz.kolodziejak@inig.pl