

Jan Macuda*, Ludwik Zawisza*

BADANIA KLIMATU AKUSTYCZNEGO W REJONIE PROWADZONYCH PRAC SEJSMICZNYCH**

1. WSTĘP

Sejsmiczne badania refleksyjne są pierwszym etapem prac związanych z poszukiwaniem złóż węglowodorów. Wysoka dokładność uzyskanych wyników badań pozwala na określenie przestrzennego położenia granic odbijających fale sejsmiczne i umożliwia wykonanie bardziej szczegółowych projektów prac wiertniczych.

Drgania gruntu, wywołane przez wibratory lub detonację dynamitu w wykonanych wcześniej otworach, rejestrowane są przez ustawione na powierzchni rejestratory (geofony) i przekazywane do aparatury sejsmicznej. W aparaturze tej są one rejestrowane w postaci cyfrowej, a następnie podlegają dalszemu przetwarzaniu i interpretacji.

W przypadku metody wibratorowej fala sejsmiczna jest generowana przez zespół 3÷4 sprzężonych ze sobą i ustawionych wzdłuż linii profilu samojedznych wibratorów. Drgania o częstotliwości 8÷140 Hz przenoszone są do gruntu przez płytę wibratora w czasie około 10÷16 s (1 sweep). W każdym punkcie wzbudzanych jest ok. 12÷16 sweepów, a cały cykl pomiarowy trwa około 5 minut. Teren zajęty każdorazowo na potrzeby wzbudzania i zarejestrowania fali sejsmicznej wynosi około 100 m² (tj. około 35 × 3 m). W zależności od metodyki prac połowych odległości pomiędzy punktami wzbudzania mogą wynosić 15÷50 m [1].

W metodzie dynamitowej fala sejsmiczna jest wywoływana poprzez eksplozję dynamitu w specjalnie przygotowanym otworze o średnicy ok. 115÷120 mm, na głębokości powyżej 15 m. W czasie detonacji otwór jest wypełniony wodą lub płuczką. Wielkość stosowanych ładunków zależy od warunków geologicznych i nie przekracza 3,0 kg, a w przeważającej części wynosi 0,5÷1,5 kg. W zależności od przyjętej metodyki prac połowych odległości pomiędzy poszczególnymi punktami wzbudzania mogą wynosić 25÷50 m [1].

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

** Praca wykonana w ramach badań własnych WWiG AGH

Prace sejsmiczne prowadzone są wzdłuż wcześniej zaprojektowanych profili, a odległości pomiędzy poszczególnymi profilami mogą wynosić 0,5÷2,5 km. Efektywność prowadzonych prac polowych zależy również w istotnym stopniu od dostępności terenu i wynosi około 80÷90 rejestracji w 10 godzinnym dniu pracy, co daje ok. 35 km w miesiącu.

W celu maksymalnego wyeliminowania i ograniczenia szkód powstałych w środowisku, przed realizacją badań sejsmicznych dokonuje się przeglądu terenu i dostosowuje przebieg projektowanych profili do istniejącej infrastruktury oraz elementy środowiska podlegające ochronie.

2. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Badania emisji hałasu do środowiska ze źródeł wykorzystywanych do generowania fal sejsmicznych przeprowadzono metodami wibratorową i detonacyjną. Do generowania fal sejsmicznych metodą wibratorową wykorzystywane były wibratory BIRDWAGEN HEMI 50, a przy metodzie detonacyjnej stosowano ładunki dynamitu o masie od 0,75 kg do 1,25 kg, instalowane w otworach strzałowych. Metoda detonacyjna była wykorzystywana tylko w terenie górzystym, zalesionym i trudno dostępnym dla urządzeń wibratorowych.

Badania emisji hałasu podczas generowania fal metodą wibracyjną były prowadzone dla czterech wibratorów pracujących w kolumnach (ustawionych szeregowo). Cykl pracy wibratorów obejmował:

- przejazd pomiędzy kolejnymi punktami,
- ustawienie i przygotowanie do wibracji (opuszczenie płyty),
- wibrowanie; jeden cykl pracy składał się z czterech sygnałów drganiowych o częstotliwości w paśmie od 8 Hz do 80 Hz. Czas jednego cyklu wynosił 14 s, a pomiędzy kolejnymi cyklami generowania sygnału występowała kilkusekundowa przerwa, w trakcie której wibratory pracowały na luzie.

3. POMIARY EMISJI HAŁASU

Wszystkie pomiary emisji hałasu wykonano przenośnym analizatorem dźwięku SVAN 912 AE, z mikrofonem pola swobodnego firmy G.R.A.S. typu 40AF. Przyrząd ten umożliwia m.in. pomiar widma (pasma 1/3 i 1/1 oktawy oraz FFT), w tym widm poziomów statystycznych, takich jak: równoważny poziom hałasu (L_{eq}), maksymalny poziom hałasu (L_{max}), minimalny poziom hałasu (L_{min}) z wybranym filtrem A, C, Z lub LIN i stałymi czasowymi SLOW, FAST i IMPULSE. Analizator jest przyrządem klasy 1 wg IEC 651 oraz 804 i posiada aktualne świadectwo legalizacji.

W trakcie badań emisji hałasu do środowiska mierzono L_{Aeq} , L_{Amax} , L_{Amin} , L_{Ase} – przy czym podstawową mierzoną wielkością był stały poziom SEL (L_{Ase}) – stały poziom dźwięku w ciągu sekundy, głównie ze względu na przejściowy (cykliczny) charakter źródeł hałasu, które w dalszych analizach traktowano jako zdarzenia akustyczne [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Na podstawie pomiarów poziomu dźwięku A w otoczeniu miejsca pracy wibratorów oszacowano poziom mocy akustycznej zespołu wibracyjnego składającego się z czterech wibratorów, przyjmując powierzchnię pomiarową jako powierzchnię półwalca o promieniu 12 m i długości 36 m (cztery zespoły o długości ok. 9 m każdy). Poziom mocy L_{Aw} wyznaczono wg zależności

$$L_{Aw} = L_{Aeqsr} + 10 \log \frac{S}{S_o} \quad (1)$$

gdzie:

- L_{Aeqsr} – uśredniony równoważny poziom dźwięku A na powierzchni S , od jednego cyklu pomiarowego (cztery sygnały drganiowe) odniesionego do 8 h;
- S – powierzchnia pomiarowa półwalca, m^2 ;
- S_o – powierzchnia odniesienia, $S_o = 1 m^2$.

Punkty pomiarowe lokalizowano w równych odległościach od 10 m do 200 m od źródła hałasu, w rzeczywistych warunkach terenowych. Mikrofon położony był na wysokości $1,5 \pm 0,2$ m. Lokalizację źródeł hałasu, tj. miejsc wibrowania i strzelania, przedstawiono na mapie (rys. 1), natomiast wyniki pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego w otoczeniu wibratorów – w tabeli 1, a podczas detonacji ładunków wybuchowych umieszczonych w otworach strzałowych – w tabeli 2.



Rys. 1. Lokalizacja miejsc pomiarów hałasu podczas pracy wibratorów i strzelania w trakcie realizacji terenowych prac sejsmicznych w rejonie Bednarki k. Gorlic [7]

Tabela 1

Zestawienie wyników pomiarów poziomu hałasu emitowanego w trakcie pracy wibratorów BIRDWAGEN HEMI 50

Rejon pomiarów: OG Bednarka k. Gorlic, zbocze góry Cieklińska

Lp.	Odległość [m]	Pozycja wibratorów	$L_{Aeq,t}$ [dB]	L_{Ase} [dB]	$L_{Aeq,T}$ [dB]	Stan pracy wibratora	Położenie punktu w stosunku do wibratorów
1	10	456÷131,5	85,1	96,6	59,7	wibrowanie	teren lekko podnosi się
2			84,7	96,2			
3			86,3	97,8			
4			85,1	96,6			
5			84	98,8			
6	20	454÷131,5	82,7	94,2	56,6	wibrowanie	teren lekko podnosi się
7			82,3	93,8			
8			82,2	93,7			
9			83	94,5			
10			80	94,8			
11	50	452÷133,5	72	83,5	46,1	wibrowanie	teren opada
12			72,4	83,9			
13			71,2	82,7			
14			71,9	83,4			
15			70	84,8			
16	100	454÷133,5	69,3	80,8	42,6	wibrowanie	teren opada
17			68,4	79,9			
18			68,9	80,4			
19			69,1	80,6			
20			64,5	79,3			
21	120	456÷134,5	67,1	78,6	41,6	wibrowanie	teren opada
22			67,5	79,0			
23			67,2	78,7			
24			67,8	79,3			
25			65,6	80,4			
26	160	458÷135,5	64	75,5	36,9	wibrowanie	teren opada
27			65,7	77,2			
28			62,2	73,7			
29			60	71,5			
30			57,6	72,4			
31	200	460÷136,5	59,4	70,9	34,5	wibrowanie	teren opada
32			62,1	73,6			
33			61,7	73,2			
34			60	71,5			
35			55,8	70,6			
36	10			99,9	55,3	przejazd	
37			30			tło	

Tabela 2

Zestawienie wyników pomiarów poziomu hałasu emitowanego podczas detonacji ładunków wybuchowych w otworach strzałowych

Lp.	Odległość [m]	Pozycja otworów	Rodzaj strzelania	L_{Amax} [dB]	L_{Ase} [dB]	L_{Cmax} [dB]	$L_{Aeq,T}$ [dB]	Położenie punktu w stosunku do otworów
1	20	442÷150,5	0,75 kg, 3×2 m	76,8	77,5	96,2	32,9	Punkty położone w lesie – teren lekko opada
2	20	446÷150,5	0,75 kg, 3×3 m	72,3	74,6	99,2	30,0	
3	30	444÷150,5	1,25 kg, 3×7 m	71,6	72,2	102,3	27,6	

Rejon pomiarów: OG Bednarka k. Gorlic, zbocze góry Cieklińska

4. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW HAŁASU

Na podstawie analizy wyników pomiarów przedstawionych w tabelach 1 i 2 można stwierdzić, że zdecydowanie dominującym źródłem emisji hałasu do środowiska podczas terenowych badań sejsmicznych jest praca wibratorów. Kompletny cykl wibrowania w jednym punkcie (wraz z przejazdem kolumny wibratorów) generuje poziom mocy (równoważny – odniesiony do 8 h) o wartości ok. 92 dB. Całkowity poziom hałasu pochodzący od wszystkich operacji podczas wibrowania i znanej liczby punktów będzie sumą oddziaływań od wszystkich punktów, z uwzględnieniem warunków środowiskowych i pogodowych propagacji dźwięku do środowiska.

Jak wynika z wykonanych pomiarów w odległości 200 m od miejsca generowania fali metodą wibracyjną, można spodziewać się poziomu równoważnego hałasu o wartości ok. 60 dB, przy 30 punktach wibrowania. Należy również zaznaczyć, że w dalszej odległości wpływ warunków środowiskowych będzie się zwiększał. W odległości 500 m od pracy wibratorów można przewidywać, że dodatkowe tłumienie powietrza, pasów zieleni i ekranowania spowoduje dalsze obniżenie hałasu o 2÷5 dB.

Z badań emisji hałasu podczas detonacji ładunków wybuchowych w odwiertach strzałowych wynika, że podczas strzelania występują bardzo niskie poziomy hałasu – $L_{Aeq,T} = 30$ dB – w odległości 20 m od otworu. Biorąc pod uwagę, że strzelanie odbywa się sporadycznie i na ogół w dalszych odległościach od zabudowy mieszkalnej, należy uznać, że nie stanowi ono żadnego zagrożenia dla środowiska pod względem akustycznym.

5. WNIOSKI

1. Prace sejsmiczne realizowane w celach poszukiwania złóż węglowodorów mogą w nieznacznym stopniu pogorszyć stan środowiska poprzez emisję hałasu.
2. Dominującymi źródłami hałasu podczas realizacji prac sejsmicznych metodą wibracyjną są wibratory, których poziom mocy akustycznej wynosi 92 dB(A), a poziom mocy chwilowej – ok. 112 dB (A).

3. Przy wykorzystaniu do wzbudzania fali sejsmicznej wibratorów o mocy akustycznej ok. 92 dB (*A*) dopuszczalny poziom hałasu 55 dB (dotyczy m.in. terenów zabudowy zagrodowej) w porze dziennej może być przekroczony w odległości ok. 300 m.
4. Ocenę klimatu akustycznego w rejonie prowadzenia prac sejsmicznych należy określać osobno dla każdego profilu, ponieważ propagacja hałasu w istotnym stopniu zależy od warunków terenowych i pogodowych oraz miejsc generowania fal.

LITERATURA

- [1] Macuda J., Siupik J.: *Aneks do wstępnej oceny oddziaływania na środowisko prac poszukiwawczo-rozpoznawczych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego na obszarze koncesyjnym EuroGas-Bieszczady*. PN-B EKO-KONCEPT, Kraków 9, 2001 (niepublikowana)
- [2] PN-ISO 1996-1:1999. *Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Część 1: Podstawowe wielkości i procedury*
- [3] PN-ISO 1996-2:1999. *Akustyka. Opis i pomiary hałasu środowiskowego. Zbieranie danych dotyczących sposobu zagospodarowania terenu*
- [4] PN-ISO 1996-3:1999. *Akustyka. Opis i pomiar hałasu środowiskowego. Część 3: Wytyczne dotyczące dopuszczalnych poziomów hałas*
- [5] PN-ISO 9613-1,2: *Thumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej*
- [6] PN-N-01341:2000. *Hałas środowiskowy. Metody pomiaru i oceny hałasu przemysłowego*
- [7] Zawisza L., Macuda J., Wszolek T., Wszolek W.: *Wykonanie badań emisji hałasu w rejonie prowadzonych prac sejsmicznych dla dwóch wytypowanych profili sejsmicznych*. Zad. A2/1 zrealizowane w ramach tematu „Ocena zagrożeń dla środowiska naturalnego występujących przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu oraz podczas eksploatacji złóż węglowodorów”. AGH, Kraków, 2005 (niepublikowana)