

dr inż. Aneta AUGUSTYN
mgr inż. Elżbieta SŁABOŃ
mgr inż. Arkadiusz ŚLUSAREK
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Badania oddziaływania akustycznego stacji elektroenergetycznej na środowisko

Streszczenie

W publikacji przedstawiono badania oddziaływania akustycznego stacji elektroenergetycznej na środowisko terenów chronionych oraz koncepcję ograniczania ponadnormatywnej emisji dźwięku. Przedstawiono metodykę rozwiązywania problemu emisji dźwięku autotransformatorów do środowiska, obejmującą: pomiary emisji dźwięku, opracowanie numerycznych modeli terenu oraz pokrycia terenu w rejonie autotransformatorów. Określono wpływ głównych źródeł dźwięku na rozkład pola akustycznego na terenach chronionych akustycznie oraz przedstawiono koncepcję zabezpieczeń przeciwhałasowych.

Summary

Research of acoustic study of electric power station on the environment for the protected area and the concept of reducing excessive sound emission, are presented. The methodology of solving the problem of auto-transformers sound emission to the environment, including: acoustic measurement, develop digital terrain model and land cover in the area of auto-transformers. The influence of the main sound sources on the distribution of the sound field acoustically protected areas and introduced the concept of protection.

Słowa kluczowe: oddziaływanie akustyczne, autotransformator, stacja elektroenergetyczna, ochrona środowiska

Keywords: acoustic impact, auto-transformer, electric power station, environmental protection

1. Wprowadzenie

W obecnym świecie trudno wyobrazić sobie funkcjonowanie bez energii elektrycznej. Rozwój różnych dziedzin techniki przyczynia się do tego, że korzystamy z coraz większej liczby urządzeń elektrycznych. Ogrzewanie, oświetlenie oraz zasilanie narzędzi pracy oraz wielu urządzeń gospodarstwa domowego wymaga coraz większej ilości energii elektrycznej. Wiąże się to z budową nowych linii i stacji elektroenergetycznych. Nowe inwestycje elektroenergetyczne powstają głównie na terenach niezamieszkałych [10]. Nie da się jednak uniknąć zbliżenia linii do pojedynczych budynków czy osiedli mieszkaniowych i wpływu oddziaływania urządzeń energetycznych na przyległą zabudowę mieszkaniową.

Stacja elektroenergetyczna umożliwia rozdział dopływającej z elektrowni energii elektrycznej na linie napowietrzne, wyprowadzane w różnych kierunkach. Odbywa się to w rozdzielniach, które w większości o napięciach 400 lub 220 kV wykonane są jako napowietrzne. Na rysunku 1 przedstawiono elementy stacji elektroenergetycznej, gdzie:

literami A i B oznaczono wyjścia linii elektroenergetycznych, 1 - wejście liniowe, 2 - linka odgromowa, 3 - przewody linii napowietrznej, 4 - ogranicznik przepięć, 5 - odłącznik, 6 - wyłącznik, 7 - przekładnik prądowy,

8 - przekładnik napięciowy, 9 - transformator mocy, 10 - nastawnia, 11 - ogrodzenie, 12 - wejście liniowe.

Głównym źródłem oddziaływania akustycznego z terenu stacji elektroenergetycznej są autotransformatory oraz linie napowietrzne.



Rys. 1. Elementy stacji elektroenergetycznej [9]

2. Badania oddziaływania akustycznego autotransformatorów i linii napowietrznych na środowisko

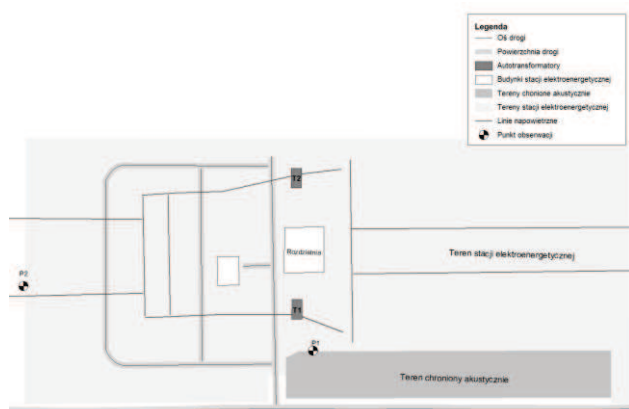
Badania oddziaływania akustycznego autotransformatorów i linii napowietrznych przeprowadzono w rejonie stacji elektroenergetycznej, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. z 2014 r., poz. 1542) [4].

Podczas pomiarów akustycznych przyjęto wariant pracy głównych źródeł hałasu: autotransformatorów T1 i T2 oraz linii napowietrznych.

W celu określenia stanu akustycznego środowiska, pomiary źródeł hałasu, wykonano dla różnych trybów pracy układów chłodzenia autotransformatorów przy założeniu równoczesnej ich pracy, zarówno dla pory dnia i nocy.

Na granicy stacji elektroenergetycznej i terenu chronionego został wyznaczony punkt obserwacji P1, w którym wykonano pomiary poziomów dźwięku.

W celu wyznaczenia oddziaływania akustycznego linii napowietrznych wyznaczono dodatkowy punkt obserwacji P2, zlokalizowany poza stacją elektroenergetyczną (rys.2).



Rys. 2. Lokalizacja źródeł hałasu na terenie stacji elektroenergetycznej [źródło: opracowanie własne]

Pomiary zostały wykonane zgodnie z metodyką prowadzenia pomiarów zawartą w pkt. 2. załącznika nr 7 rozporządzenia 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) [4].

Wyniki badań akustycznych, równoważnych poziomów dźwięku A poszczególnych źródeł hałasu dla różnych trybów pracy układów chłodzenia przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki pomiarów poziomów dźwięku źródeł, wskazały na wzrost wartości poziomów dźwięku wraz ze zwiększeniem ilości układów chłodzenia.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów akustycznych, określono moc akustyczną autotransformatorów dla 4 układów chłodzenia i linii napowietrznych zgodnie z normą 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 [8].

Wyniki pomiarów poziomów dźwięku autotransformatorów i linii napowietrznych [źródło: opracowanie własne]

Tabela 1

Punkt obserwacji	Źródła dźwięku	Tryb pracy	Poziom dźwięku	
			Pora nocy L _{Aeq,N} dB	Pora dnia L _{Aeq,D} dB
P1	Auto-transformatory T1 i T2	bez układu chłodzenia	56,5± 1,3	54,6± 1,3
		1 układ chłodzenia	60,1± 1,3	59,0± 1,3
		2 układy chłodzenia	60,7± 1,3	59,5± 1,3
		3 układy chłodzenia	60,9± 1,3	59,7± 1,3
		4 układy chłodzenia	60,7± 1,3	59,3± 1,3
		bieg jałowy	53,6± 1,3	50,2± 1,3
P2	Linie napowietrzne	---	---	41,4± 1,3

Moc akustyczna autotransformatorów i linii napowietrznych [źródło: opracowanie własne]

Tabela 2

Moc akustyczna L _{WA} , dB		
Autotransformator T1	Autotransformator T2	Linie napowietrzne
104,9	101,4	69,8

3. Modelowanie pola akustycznego w rejonie autotransformatorów

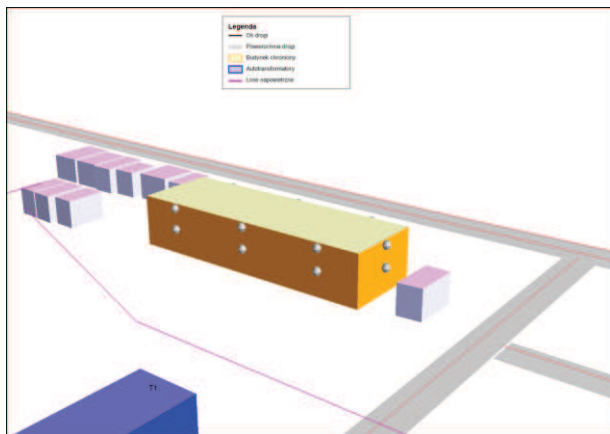
Stosując techniki GIS oraz wykorzystując specjalistyczne oprogramowanie QGIS opracowano numeryczny model terenu oraz numeryczny model pokrycia terenu. Modele zostały przetransformowane do programu SoundPLAN, w którym opracowano model akustyczny źródeł hałasu oraz przeprowadzono szczegółowe obliczenia akustyczne.

Opracowany model akustyczny składał się z modelu geometrii terenu oraz modelu akustycznego źródeł dźwięku. Model geometrii zawierał: numeryczny model terenu, budynki, a także źródła dźwięku - autotransformatory T1 i T2 oraz linie napowietrzne.

W celu przeprowadzenia weryfikacji pomiarowej modelu obliczeniowego, dla punktu obserwacji P1 przeprowadzono jego kalibrację. Różnice między wartościami zmierzonymi, a wartościami obliczonymi były mniejsze od 2,5 dB, co stanowiło spełnienie warunku koniecznego, dowodzącego równoważność metody pomiarowej i obliczeniowej [5]. Model obliczeniowy można było zatem uznać za poprawny i właściwy do prowadzenia dalszych badań.

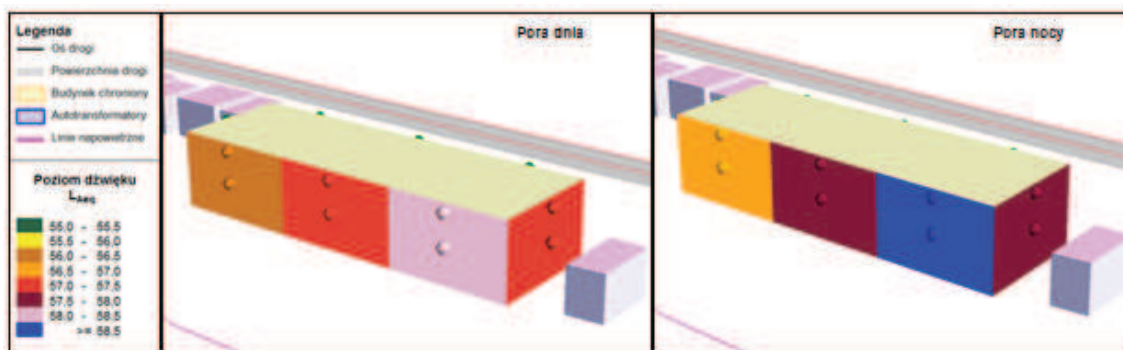
W kolejnym etapie badań przeprowadzono identyfikację pola akustycznego oraz przekroczeń wartości dopuszczalnych poziomów dźwięku na fasadach budynku mieszkalnego.

Punkty pomiarowe zlokalizowane zostały na fasadach budynku mieszkalnego, dla którego przeprowadzono identyfikację pola akustycznego (rys. 3).



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów pomiaru dźwięku na fasadach budynku mieszkalnego [źródło: opracowanie własne]

Przeprowadzone badania wykazały przekroczenia wartości dopuszczalnych poziomów dźwięku zarówno dla pory dnia, jak i dla pory nocy na fasadach budynku mieszkalnego. Rozkład poziomów dźwięku na fasadach budynku mieszkalnego dla pory dnia i nocy przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Rozkład pola akustycznego na fasadach budynku mieszkalnego dla pory dnia i pory nocy [źródło: opracowanie własne]

4. Koncepcja zabezpieczeń przeciwhałasowych

Koncepcja zabezpieczeń przeciwhałasowych zakłada zastosowanie osłon akustycznych dla autotransformatorów T1 i T2, w postaci kaset dźwiękochłonnych, obustronnie pochłaniających fale akustyczne o następujących parametrach [2, 6, 7]:

- $DL\alpha > 12$ dB - klasa jednoliczbowego wskaźnika oceny właściwości pochłaniania: A4 według normy PN-EN 1793-1:2013-05,

- $DL_R > 32$ dB - klasa izolacyjności od dźwięków powietrznych: B3 według normy PN-EN 1793-2:2013-05.

Oslony akustyczne autotransformatorów umieszczone zostały na całej ich wysokości. Przybliżone wymiary osłony akustycznej jednego transformatora wynoszą:

- długość: 20,0 m,
- wysokość: 6,0 m.

Do wykonania osłon akustycznych wykorzystano wełnę mineralną ROCTON o minimalnej grubości 100 mm charakteryzującą się parametrami przedstawionymi w tabeli 3, a na rysunku 5 panel dźwiękochłonny.

Wełna mineralna została zabezpieczona siatką z tworzywa sztucznego oraz prętami o średnicy $\varnothing 8,0$ mm z materiału przystosowanego do urządzeń energetycznych, stosowanymi w rozstawie 200 x 200 mm.

Minimalne wymagania - wełna ROCTON ($\alpha_w = 0,95$; klasa pochłaniania A)

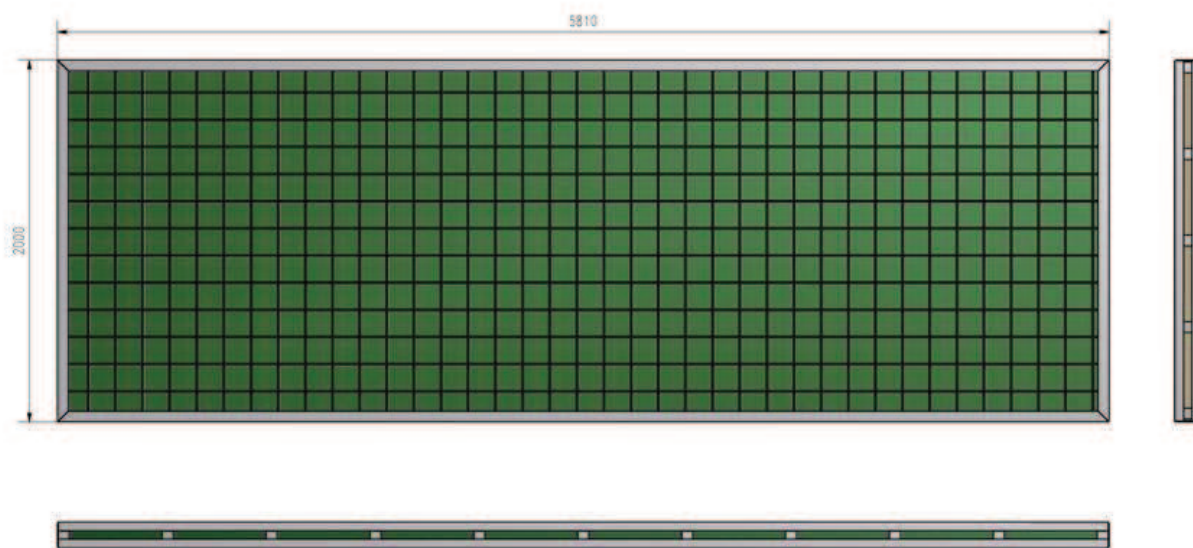
Tabela 3

Pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku α_p dla częstotliwości środkowych pasm oktaowych							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-,--	0,65	1,00	1,00	0,95	0,90	0,90	-,--

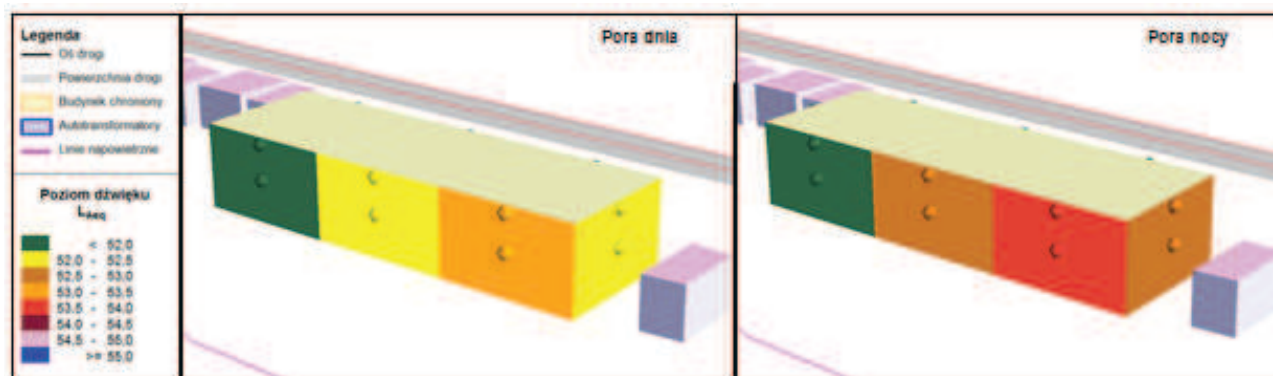
Na podstawie identyfikacji pola akustycznego oraz przekroczeń wartości dopuszczalnych dla stanu po obciążeniu autotransformatorów osłonami akustycznymi,

ustalono moc akustyczną źródeł: $L_{WA} = 99,9$ dB dla T1 i $L_{WA} = 96,7$ dB dla T2.

Identyfikacja pola akustycznego oraz przekroczeń wartości dopuszczalnych, dla stanu po obciążeniu autotransformatorów osłonami akustycznymi, wykazała brak przekroczeń w porze dnia oraz obniżenie wartości przekroczeń o około 5 dB w porze nocy. Na rysunku 6 przedstawiono rozkład pola akustycznego na fasadach budynku dla pory dnia i nocy, po obciążeniu autotransformatorów osłonami akustycznymi.



Rys. 5. Panel dźwiękochłonny zastosowany w osłonach akustycznych [1]



Rys. 6. Rozkład pola akustycznego na fasadach budynku mieszkalnego dla pory dnia i pory nocy, po obciążeniu osłonami akustycznymi [źródło: opracowanie własne]

5. Podsumowanie

W publikacji przedstawiono problem oddziaływania akustycznego stacji elektroenergetycznej na sąsiadujące tereny chronione akustycznie, a także koncepcję ograniczenia ponadnormatywnej emisji dźwięku pochodzącej od głównych źródeł zlokalizowanych na terenie obiektu badań.

Teren obiektu badań wraz z urządzeniami tam się znajdującymi, sąsiadował z terenami chronionymi, gdzie znajdowała się zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna, podlegająca ustawowej ochronie na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jedn. Dz. U. z 2014 r., poz. 112) [3].

Na podstawie badań doświadczalnych opracowano numeryczny model obliczeniowy. Przeprowadzono identyfikację rozkładu pola akustycznego w rejonie

głównych źródeł hałasu oraz wyznaczono poziomy dźwięku na fasadach budynków mieszkalnych znajdujących się w bliskiej odległości od stacji elektroenergetycznej. Porównanie poziomu emisji hałasu pochodzącego od stacji elektroenergetycznej do środowiska z wymogami formalno-prawnymi dla stanu istniejącego, wykazały występowanie przekroczeń dla budynków mieszkalnych.

W celu spełnienia wymagań zachowania wartości dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, w analizie rozkładu pola akustycznego przyjęto rozwiązania uwzględniające zastosowanie osłon akustycznych. Spełnienie wymogów zachowania wartości dopuszczalnych zostało uzyskane w porze dnia, natomiast w porze nocy wartości przekroczeń zostały obniżone o ok. 5 dB.

Literatura

1. Pierchała M., Augustyn A., Słaboń E., Ślusarek A., Żaba A.: Doskonalenie architektury typowych ekranów akustycznych pochłaniających i odbijających. ITG KOMAG. Gliwice 2010 (materiały nie publikowane)
2. Ślusarek A.: Redukcja hałasu wybranych maszyn i urządzeń górniczych. *Maszyny Górnicze* 2012 nr 2, s. 43 – 49.
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jedn. Dz. U. z 2014 r., poz. 112)
4. 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).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 czerwca 2011 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów poziomów substancji lub energii w środowisku przez zarządzającego drogą, linią kolejową, linią tramwajową, lotniskiem lub portem (Dz. U. z 2011 r. Nr 140, poz. 824, z późn. zm.).
6. PN-EN 1793-1:2013-05 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe - Metoda badania w celu wyznaczenia właściwości akustycznych - Część 1: Właściwa charakterystyka pochłaniania dźwięku.
7. PN-EN 1793-2:2013-05 Drogowe urządzenia przeciwhałasowe - Metoda oznaczania właściwości akustycznych - Część 2: Podstawowe właściwości izolacji od dźwięków powietrznych w warunkach dźwięku rozproszonego.
8. 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.
9. Strona internetowa: <http://pl.wikipedia.org/>
10. Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku człowieka: folder. PSE Operator S.A. Warszawa 2008 r.

Artykuł wpłynął do redakcji w maju 2015 r.