

INWESTOR	Projekt Starkowa Sp. z o.o. ul. Wodnika 48/1, 80-299 Gdańsk
JEDNOSTKA PROJEKTOWA	ZENERIS PROJEKTY S.A. ul. Paderewskiego 8, 61-770 Poznań
NAZWA INWESTYCJI	BUDOWA ZESPOŁU NAZIEMNYCH INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH O MOCY DO 50 MW WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ
ADRES INWESTYCJI	dz. nr ewid.: 24, 27, 28, 29/11, 99, 115/2, 117 obręb 0015 Starkowa Huta, jedn. ewid.: 220505_2 msc. Starkowa Huta, gm. Somonino, pow. kartuski, woj. pomorskie dz. nr ewid.: 23/1 obręb 0002 Egiertowo, jedn. ewid.: 220505_2 msc. Egiertowo, gm. Somonino, pow. kartuski, woj. pomorskie
STADIUM	ZAŁĄCZNIK NR 1 - ANALIZA AKUSTYCZNA
DATA	11 STYCZNIA 2024 ROK

Dokument ten został opracowany na potrzeby Klienta, a jego zawartość jest własnością firmy Zeneris Projekty S. A. i nie powinna być wykorzystywana w celach innych niż określonych kontraktem z Klientem lub innym dokumentem formalnym oraz kopiowana, używana, lub dystrybuowana w żadnych innych celach

ZESPÓŁ ŚRODOWISKOWY		
KIEROWNIK ZESPOŁU:	mgr inż. ALEKSANDRA BŁĘDZKA	
OPRACOWUJĄCY:	mgr inż. MARIUSZ CYBUŁKA	

Nr egz.

1

ANALIZA AKUSTYCZNA

terenu objętego zadaniem pn.:

„BUDOWA ZESPOŁU NAZIEMNYCH INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH
O SUMARYCZNEJ MOCY DO 50 MW WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ”

DZIAŁKI OBJĘTE INWESTYCJĄ:
WOJEWÓDZTWO POMORSKIE, POWIAT KARTUSKI, GMINA SOMONINO

Miejscowość STARKOWA HUTA
Obręb 0015, dz. nr 24, 27, 28, 29/11, 99, 115/2, 117
adres geodezyjny: 220505_2.0015.20, 220505_2.0015.24, 220505_2.0015.27, 220505_2.0015.28,
220505_2.0015.29/11, 220505_2.0015.99, 220505_2.0015.115/2, 220505_2.0015.117

Miejscowość EGIERTOWO
Obręb 0002, dz. nr 23/1
adres geodezyjny: 220505_2.0002.23/1

POZNAŃ, STYCZEŃ 2024 ROK

SPIS TREŚCI

1.	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	7
2.	CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI	7
3.	ANALIZA EMISJI HAŁASU	7
3.1.	Określenie wymagań w zakresie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku	7
3.2.	Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap realizacji przedsięwzięcia	9
3.2.1.	Emitor H-1 - Ruch pojazdów osobowych	10
3.2.2.	Emitor H-2 - Ruch pojazdów dostawczych	10
3.2.3.	Emitor H-3 - Ruch pojazdów ciężarowych	11
3.2.4.	Emitor H-4 - Ruch ładowarki kołowej	12
3.2.5.	Emitor H-5 - Ruch wózka widłowego	12
3.2.6.	Emitor H-6 - Sprzęt budowlany	13
3.2.7.	Zestawienie emitorów	13
3.3.	Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap eksploatacji przedsięwzięcia	13
3.3.1.	Emitor H-1 - Falowniki / inwentery	14
3.3.2.	Emitor H-2 - Stacje transformatorowe	14
3.3.3.	Emitor H-3 - Magazyny energii	14
3.3.4.	Emitor H-4 - Główny Punkt Zasilający (GPZ)	14
3.3.5.	Zestawienie emitorów	15
3.4.	Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap likwidacji przedsięwzięcia	15
4.	METODYKA OBLICZENIOWA	15
5.	OCENA EMISJI HAŁASU DO ŚRODOWISKA	18
6.	ŹRÓDŁA INFORMACJI STANOWIĄCE PODSTAWĘ DO SPORZĄDZENIA ANALIZY	18

SPIS TABEL

TABELA 1 DOPUSZCZALNE POZIOMY HAŁASU OKREŚLONE W TABELI NR 1 ZAŁĄCZNIKA DO ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ŚRODOWISKA Z DNIA 14 CZERWCA 2007 R.	8
TABELA 2. ZESTAWIENIE ŹRÓDEŁ EMISJI HAŁASU - ETAP REALIZACJI	13
TABELA 3. ZESTAWIENIE ŹRÓDEŁ EMISJI HAŁASU - ETAP EKSPLOATACJI	15
TABELA 4. WARTOŚĆ POPRAWKI ΔL_N W ZALEŻNOŚCI OD GEOMETRII ŹRÓDŁA I ODLEGŁOŚCI PUNKTU POMIAROWEGO	16

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

ZAŁĄCZNIK 1. ANALIZA AKUSTYCZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA - WARIANT I - WSPÓŁCZYNNIK TŁUMIENNOŚCI GRUNTU $G=1$

- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 1
- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 2
- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 3

ZAŁĄCZNIK 2. ANALIZA AKUSTYCZNA PRZEDSIĘWZIĘCIA - WARIANT II - WSPÓŁCZYNNIK TŁUMIENNOŚCI GRUNTU $G=0$

- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 1
- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 2
- INSTALACJA - CZĘŚĆ NR 3

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest analiza akustyczna wykonana na etapie karty informacyjnej przedsięwzięcia pn.: „Budowa zespołu naziemnych instalacji fotowoltaicznych o sumarycznej mocy do 50 MW wraz z niezbędną infrastrukturą”. Inwestycja zlokalizowana jest na terenie działek ewidencyjnych nr 24, 27, 28, 29/11, 99, 115/2, 117 w obrębie geodezyjnym 0015 Starkowa Huta oraz na działce ewidencyjnej nr 23/1 w obrębie 0002 Egiertowo, gmina Somonino, powiat kartuski, województwo pomorskie.

2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

Głównym celem inwestycji jest produkcja energii elektrycznej przy wykorzystaniu odnawialnego źródła energii jakim jest energia słoneczna, która przetworzona na energię elektryczną przez ogniwa fotowoltaiczne zostanie przekazana do sieci elektroenergetycznej. Zakres prac przewidzianych do wykonania w ramach budowy elektrowni fotowoltaicznej przewiduje wykonanie:

- posadowienie stalowych konstrukcji wsporczych pod moduły fotowoltaiczne,
- montaż modułów fotowoltaicznych,
- montaż falowników (przekształtniki DC/AC),
- wykonanie połączeń modułów fotowoltaicznych oraz falowników przewodami stałoprądowymi,
- budowę stacji transformatorowych i GPZ,
- wykonanie przyłączenia projektowanej instalacji,
- wykonanie magazynów energii,
- wykonanie utwardzonych dróg technologicznych i miejsc postojowych (np. gruntowych),
- wykonanie oświetlenia (czujniki ruchu) i monitoringu,
- ogrodzenie inwestycji.

W wyniku realizacji budowy farmy fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej do 50 MW, wyprodukowanych zostanie ok. 50 000 MWh energii elektrycznej rocznie, co stanowi odpowiednik rocznego zapotrzebowania około 18 750 gospodarstw domowych.

3. ANALIZA EMISJI HAŁASU

Określenie wielkości emisji hałasu generowanego w trakcie funkcjonowania przedsięwzięcia oparte zostało na metodzie obliczeniowej i symulacji rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku. Obliczenia przeprowadzono dla najmniej korzystnego przypadku z punktu widzenia akustycznego zagrożenia środowiska, zakładając maksymalną emisję hałasu ze wszystkich zinwentaryzowanych źródeł. Zasięg hałasu emitowanego do środowiska określony został na podstawie poziomu mocy akustycznej źródeł hałasu z uwzględnieniem warunków propagacji. Obliczone zostały wartości równoważnego poziomu dźwięku A (LAeq T), które stanowiły podstawę do oceny poziomu emisji hałasu do środowiska z planowanej Inwestycji. Wyniki przedstawiono również w formie graficznej w postaci izolinii równoważnego poziomu dźwięku A.

3.1. Określenie wymagań w zakresie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku

Dopuszczalne poziomy hałasu, które mają zastosowanie dla planowanej inwestycji, określone zostały w tabeli stanowiącej załącznik do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca

2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2014 poz. 112) i wyrażone są wskaźnikami LAeqD i LAeqN, które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalenia i kontroli warunków korzystania ze środowiska (w odniesieniu do jednej doby).

Oceny klimatu akustycznego dokonuje się w przedziałach czasu równych odpowiednio 8-miu najmniej korzystnym godzinom pory dziennej, które przypadają pomiędzy 6.00 - 22.00 oraz 1-nej najmniej korzystnej godzinie pory nocy, pomiędzy 22.00 - 6.00.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2014 poz. 112) dopuszczalny poziom hałasu dla terenów o zabudowie zagrodowej (w rejonie inwestycji) wynosi odpowiednio:

- w porze dziennej LAeqD = 55 dB
- w porze nocnej LAeqN = 44 dB

Tabela 1 Dopuszczalne poziomy hałasu określone w Tabeli nr 1 załącznika do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r.

L.p.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe ¹⁾		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		LAeqD przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	LAeqN przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	LAeqD przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	LAeqN przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna „A” uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	55	50	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno – wypoczynkowe d) Tereny mieszkaniowo – usługowe	60	50	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	65	55	55	45

1) Wartości określone dla dróg i linii kolejowych stosuje się także dla torowisk tramwajowych poza pasem drogowym i kolei linowych.

2) W przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy.

3) Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

[źródło: Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2014 poz. 112)]

Celem analizy jest:

- ♦ określenie poziomu emisji hałasu do środowiska w odniesieniu do wartości dopuszczalnych dla pory dnia (6.00-22.00),
- ♦ wyznaczenie zasięgu oddziaływania hałasu, szczególnie w odniesieniu do budynków podlegających ochronie akustycznej i położonych najbliżej w odniesieniu do planowanego przedsięwzięcia.
- ♦ graficzne przedstawienie rozprzestrzeniania się hałasu dla pory dnia, w postaci izolinii równoważnego poziomu dźwięku A.

3.2. Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap realizacji przedsięwzięcia

Realizacja przedsięwzięcia związana będzie z emisją hałasu ze źródeł ruchomych oraz nieruchomych w postaci sprzętu budowlanego wykorzystanego do realizacji inwestycji. Na etapie budowy nastąpi zintensyfikowanie transportu samochodowego dowożącego personel na teren budowy oraz materiały niezbędne do jej realizacji. Oddziaływanie w tym zakresie będzie krótkotrwałe i będzie miało charakter lokalny, które ustąpi po zakończeniu robót. Realizacja inwestycji charakteryzuje się krótkim okresem trwania robót budowlanych - około 1-3 miesięcy - **zależnie od wykorzystanej technologii oraz warunków pogodowych. Prace budowlane będą wykonywane wyłącznie w czasie dnia. Inwestor nie przewiduje jakichkolwiek prac wykonywanych w porze nocnej.** W praktyce zgodnie z pomiarami (Gardziejczyk, 2010) poziom hałasu podczas prac budowlanych w odległości 50 metrów od terenu robót osiąga (w zależności od rodzaju maszyn) około 55 dB.

W bezpośrednim sąsiedztwie planowanej inwestycji zlokalizowana jest zabudowa zagrodowa. Szczegółowe analizy lokalizacyjne z uwzględnieniem propagacji dźwięku pozwoliły na rozmieszczenie poszczególnych urządzeń w sposób minimalizujący potencjalne uciążliwości akustyczne względem najbliższych terenów chronionych. Emisja hałasu na etapie realizacji inwestycji odbywać się będzie z uwzględnieniem poniższych emitorów:

- **Emitory liniowe:**
 - H-1 - Ruch pojazdów osobowych,
 - H-2 - Ruch pojazdów dostawczych (do 3,5 t),
 - H-3 - Ruch pojazdów ciężarowych (powyżej 3,5 t),
 - H-4 - Ruch ładowarki kołowej,
 - H-5 - Ruch wózka widłowego.
- **Emitory punktowe:**
 - H-6 - Sprzęt budowlany - zagęszczarki, przecinarki, piły, itp.

W przypadku ruchu pojazdów samochodowych na terenie inwestycji dane do obliczeń przygotowano zgodnie z zaleceniami Instrukcji 338 ITB. Wartość poziomu mocy akustycznej wyznaczono w oparciu o wyniki badań mocy akustycznej samochodów osobowych (P. Kokowski, R. Makarewicz - Instytut akustyki UAM Poznań), poruszających się ze stałą prędkością 20 km/h. Równoważny poziom mocy akustycznej został obliczony z poniższego wzoru:

$$L_{AW,eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T_e} \sum_{i=1}^n t_i 10^{0,1L_{Ai}} \right)$$

gdzie:

- L_{AW} - poziom mocy akustycznej działającego źródła dźwięku,

- $L_{AW,eq}$ - równoważny poziom mocy akustycznej dla czasu odniesienia T,
- T - czas odniesienia równy 480 min w porze dziennej, 60 min w porze nocnej,
- t - rzeczywisty czas pracy.

3.2.1. Emitor H-1 - Ruch pojazdów osobowych

Obliczenia dla pojedynczego przejazdu:

- średnia prędkość pojazdów - 20 km/h,
- długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- czas pracy pojazdu - 5 min,
- wysokość emitora - 0,5 m.

H1 - Ruch pojazdów osobowych

$$L_{AW,eq} = 97 + 10\log [(1 \times 5) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 77,2 \text{ dB}$$

Obliczenia dla 5 pojazdów:

- natężenie ruchu pojazdów w ciągu 8 najmniej korzystnych godzin pory dnia - 5 pojazdów,
- natężenie ruchu pojazdów w ciągu godziny - 5 pojazdów,
- średnia prędkość pojazdów - 20 km / h,
- długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- czas pracy pojazdu - 5 min,
- wysokość emitora - 0,5 m.

H1 - Ruch pojazdów osobowych

$$L_{AW,eq} = 97 + 10\log [(5 \times 5) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 84,2 \text{ dB}$$

Każde źródło zastępcze wymienione powyżej należy traktować jako zbiór cząstkowych źródeł zastępczych, tak aby spełniały warunki źródeł punktowych. Przy założonych drogach poruszania się po wyznaczonym terenie każde z zastępczych źródeł dźwięku podzielono na równe źródła cząstkowe. W przypadku podziału na źródła cząstkowe dla każdego źródła zastępczego wyznacza się poziom mocy akustycznej pojedynczego źródła cząstkowego wg wzoru:

$$LW_n = LW - 10 \log n, \text{ dB},$$

gdzie:

LW - poziom mocy akustycznej całego źródła,

n - liczba odcinków, na które podzielono źródło - (10)

$$LW_n = 84,2 - 10 \log 10 = 74,2 \text{ dB}$$

3.2.2. Emitor H-2 - Ruch pojazdów dostawczych

Obliczenia dla pojedynczego przejazdu:

- ♦ średnia prędkość pojazdów - 20 km/h,
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- ♦ czas pracy pojazdu - 5 min,
- ♦ wysokość emitora - 0,5 m.

H2 - Ruch pojazdów dostawczych

$$L_{AW,eq} = 97 + 10\log [(1 \times 5) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 77,2 \text{ dB}$$

Obliczenia dla 3 pojazdów:

- ♦ natężenie ruchu pojazdów w ciągu 8 najmniej korzystnych godzin pory dnia - 5 pojazdów,
- ♦ natężenie ruchu pojazdów w ciągu godziny - 3 pojazdy,
- ♦ średnia prędkość pojazdów - 20 km / h,
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- ♦ czas pracy pojazdu - 5 min,
- ♦ wysokość emitora - 0,5 m.

H2 - Ruch pojazdów dostawczych

$$L_{AW,eq} = 97 + 10\log [(3 \times 5) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 81,9 \text{ dB}$$

Każde źródło zastępcze wymienione powyżej należy traktować jako zbiór cząstkowych źródeł zastępczych, tak aby spełniały warunki źródeł punktowych. Przy założonych drogach poruszania się po wyznaczonym terenie każde z zastępczych źródeł dźwięku podzielono na równe źródła cząstkowe. W przypadku podziału na źródła cząstkowe dla każdego źródła zastępczego wyznacza się poziom mocy akustycznej pojedynczego źródła cząstkowego wg wzoru:

$$LW_n = LW - 10 \log n, \text{ dB},$$

gdzie:

LW - poziom mocy akustycznej całego źródła,

n - liczba odcinków, na które podzielono źródło - (10)

$$LW_n = 81,9 - 10 \log 10 = 71,9 \text{ dB}$$

3.2.3. Emitor H-3 - Ruch pojazdów ciężarowych

Obliczenia dla pojedynczego przejazdu:

- ♦ średnia prędkość pojazdów - 20 km/h,
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- ♦ czas pracy pojazdu - 15 min,
- ♦ wysokość emitora - 1,0 m.

H3 - Ruch pojazdów ciężarowych

$$L_{AW,eq} = 105 + 10\log [(1 \times 15) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 89,9 \text{ dB (A)}$$

Obliczenia dla 2 pojazdów:

- ♦ natężenie ruchu pojazdów w ciągu 8 najmniej korzystnych godzin pory dnia - 5 pojazdów,
- ♦ natężenie ruchu pojazdów w ciągu godziny - 2 pojazdy,
- ♦ średnia prędkość pojazdów - 20 km / h,
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 300 m,
- ♦ czas pracy pojazdu - 15 min,
- ♦ wysokość emitora 1,0 m.

H3 - Ruch pojazdów ciężarowych

$$L_{AW,eq} = 105 + 10\log [(2 \times 15) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 92,9 \text{ dB (A)}$$

Każde źródło zastępcze wymienione powyżej należy traktować jako zbiór cząstkowych źródeł zastępczych, tak aby spełniały warunki źródeł punktowych. Przy założonych drogach poruszania się po wyznaczonym terenie każde z zastępczych źródeł dźwięku podzielono na równe źródła cząstkowe.

W przypadku podziału na źródła cząstkowe dla każdego źródła zastępczego wyznacza się poziom mocy akustycznej pojedynczego źródła cząstkowego wg wzoru:

$$LW_n = LW - 10 \log n, \text{ dB},$$

gdzie:

LW - poziom mocy akustycznej całego źródła,

n - liczba odcinków, na które podzielono źródło - (10)

$$LW_n = 92,9 - 10 \log 10 = 82,9 \text{ dB}$$

3.2.4. Emitor H-4 - Ruch ładowarki kołowej

Obliczenia dla pojedynczego przejazdu:

- ♦ natężenie ruchu pojazdu w ciągu 8 najmniej korzystnych godzin pory dnia - 1 pojazd
- ♦ średnia prędkość pojazdu - 5 km / h
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 150 m
- ♦ czas pracy pojazdu - 120 min
- ♦ wysokość emitora 0,5 m

H4 - Ruch ładowarki kołowej

$$L_{AW,eq} = 105 + 10 \log [(1 \times 120) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 98,9 \text{ dB}$$

Każde źródło zastępcze wymienione powyżej należy traktować jako zbiór cząstkowych źródeł zastępczych, tak aby spełniały warunki źródeł punktowych. Przy założonych drogach poruszania się po wyznaczonym terenie każde z zastępczych źródeł dźwięku podzielono na równe źródła cząstkowe. W przypadku podziału na źródła cząstkowe dla każdego źródła zastępczego wyznacza się poziom mocy akustycznej pojedynczego źródła cząstkowego wg wzoru:

$$LW_n = LW - 10 \log n, \text{ dB},$$

gdzie:

LW - poziom mocy akustycznej całego źródła,

n - liczba odcinków, na które podzielono źródło - (5)

$$LW_n = 98,9 - 10 \log 5 = 91,9 \text{ dB}$$

3.2.5. Emitor H-5 - Ruch wózka widłowego

Obliczenia dla pojedynczego przejazdu:

- ♦ natężenie ruchu pojazdu w ciągu 8 najmniej korzystnych godzin pory dnia - 1 pojazd,
- ♦ średnia prędkość pojazdu - 5 km / h,
- ♦ długość pokonywanej trasy - maksymalnie 150 m,
- ♦ czas pracy pojazdu - 120 min,
- ♦ wysokość emitora 0,5 m.

H5 - Ruch wózka widłowego

$$L_{AW,eq} = 65 + 10 \log [(1 \times 120) / 480]$$

$$L_{AW,eq} = 59,0 \text{ dB}$$

Każde źródło zastępcze wymienione powyżej należy traktować jako zbiór cząstkowych źródeł zastępczych, tak aby spełniały warunki źródeł punktowych. Przy założonych drogach poruszania się po wyznaczonym terenie każde z zastępczych źródeł dźwięku podzielono na równe źródła cząstkowe.

W przypadku podziału na źródła cząstkowe dla każdego źródła zastępczego wyznacza się poziom mocy akustycznej pojedynczego źródła cząstkowego wg wzoru:

$$LW_n = LW - 10 \log n, \text{ dB},$$

gdzie:

LW - poziom mocy akustycznej całego źródła,

n - liczba odcinków, na które podzielono źródło - (5)

$$LW_n = 59,0 - 10 \log 5 = 52,0 \text{ dB}$$

3.2.6. Emitor H-6 - Sprzęt budowlany

Emitor punktowy. Na podstawie danych literaturowych przyjęto moc akustyczną źródła na poziomie 105 dB.

3.2.7. Zestawienie emitorów

Tabela 2. Zestawienie źródeł emisji hałasu - etap realizacji

Symbol źródła	Nazwa źródła	Moc akustyczna źródła [dB]	Równoważny poziom mocy akustycznej [dB] - źródło zastępcze -	Równoważny poziom mocy akustycznej [dB] - źródło cząstkowe -
H1	Ruch pojazdów osobowych	97,0	84,2	74,2
H2	Ruch pojazdów dostawczych	97,0	81,9	71,9
H3	Ruch pojazdów ciężarowych	105,0	89,9	82,9
H4	Ruch ładowarki kołowej	105,0	98,9	91,9
H5	Ruch wózka widłowego	65,0	59,0	52,0
H6	Sprzęt budowlany	105,0	105,0	105,0

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych literaturowych)

Z uwagi na zasięg oraz charakter oddziaływania, który zależy jest od przyjętej technologii, możliwości technicznych i organizacyjnych danego Wykonawcy robót budowlanych, dla etapu realizacyjnego nie przedstawiono wyników w postaci graficznej. Oddziaływania te zgodnie z obowiązującymi przepisami nie podlegają specjalnym obostrzeniom prawnym w zakresie ochrony środowiska przed hałasem i wibracjami. Faza budowy nie powoduje długotrwałego zagrożenia dla środowiska we względzie nadmiernej emisji hałasu. Pomimo to może stwarzać uciążliwość dla mieszkańców najbliższej zlokalizowanej w stosunku do przedsięwzięcia zabudowy mieszkalnej, szczególnie w sąsiedztwie obszarów aktualnego frontu robót. W ramach działań minimalizujących należy zobowiązać Inwestora do ograniczenia prędkości pojazdów w celu minimalizacji oddziaływania akustycznego. Zaplanować roboty w taki sposób, aby zminimalizować konieczność korzystania z biegów wstecznych w pojazdach (ograniczyć to uciążliwość ostrzegawczego sygnału cofania).

3.3. Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap eksploatacji przedsięwzięcia

Największym potencjalnym źródłem hałasu, związanym bezpośrednio z eksploatacją instalacji fotowoltaicznej, będą: falowniki (inwenty), stacje transformatorowe, magazyny energii rozlokowane w systemie rozproszonym oraz główny punk zasilający (GPZ). Zaznacza się, iż panele fotowoltaiczne nie powodują emisji hałasu ani wibracji. Oddziaływanie akustyczne projektowanej farmy fotowoltaicznej dotyczy jedynie pory dziennej, a nawet w zawężeniu - pory słonecznej. Praca urządzeń w porze nocnej jest znikoma i polega jedynie na podtrzymaniu trybu „stand by”. Technologia budowy urządzeń wchodzących w skład inwestycji dynamicznie się rozwija. W wyniku długiego czasu procedowania niniejszej inwestycji może dojść do sytuacji, że na rynku pojawią się odpowiedniejsze urządzenia,

w związku z czym będzie należało ich użyć. Warto pamiętać, że z duchem czasu oraz zgodnie z restrykcyjnymi normami parametry sprzętu powinny być coraz bardziej ekologiczne. Charakterystyczną cechą elektrowni fotowoltaicznej jest cykl pracy, który związany jest z pośrednią i bezpośrednią operacją słońca. Aktywność elektrowni - w sensie ilości generowania energii:

- wygasa wraz z nastaniem godzin wieczornych, nocnych,
- jest ograniczona w ciągu dnia w przypadku braku bezpośredniej operacji słonecznej lub znaczny sposób ograniczonej,
- jest na poziomie zbliżonym do nominalnej mocy elektrowni przez ok. 5-8% „produkcyjnego” czasu dla elektrowni.

Emisja hałasu na etapie eksploatacji inwestycji odbywać się będzie przy uwzględnieniu poniższych emitorów, **wyłącznie punktowych**:

- H-1 - Falowniki (inwentyry),
- H-2 - Stacje transformatorowe,
- H-3 - Magazyny energii,
- H-4 - Główny punkt zasilający (GPZ).

3.3.1. Emitor H-1 - Falowniki / inwentyry

Energia pozyskiwana z promieniowania słonecznego będzie konwertowana w modułach fotowoltaicznych na energię elektryczną prądu stałego. Następnie w falownikach prąd stały zostanie przekształcony na prąd zmienny sieciowy. Przyłączenie instalacji fotowoltaicznej poprzez pośrednictwo złącz kablowych do stacji transformatorowej, odbędzie się za pomocą kabli wkopanych w grunt. W ramach przedsięwzięcia projektuje się instalację składającą się z inwerterów w systemie rozproszonym o mocy i ilości dostosowanej do dobranych paneli oraz technologii pozwalających na uzyskanie mocy do 50 MW.

3.3.2. Emitor H-2 - Stacje transformatorowe

Włączenie nowoprojektowanej instalacji do istniejącej sieci elektroenergetycznej będzie miało miejsce za pośrednictwem stacji transformatorowej, zgodnie z wytycznymi gestora sieci wydanymi na etapie pozyskiwania warunków przyłączeniowych. Instalację składać się będzie z prefabrykowanych stacji transformatorowych z transformatorami suchymi żywicznymi lub olejowymi wyposażonymi w misy o pojemności zapewniającej bezpieczeństwo otaczającemu środowisku.

3.3.3. Emitor H-3 - Magazyny energii

W ramach inwestycji planuje się wykonanie magazynów energii. Dostarczana do akumulatorów energia elektryczna przechowywana będzie w postaci chemicznej, następnie będzie ponownie przekształcana i oddawana w formie energii elektrycznej. Konstrukcje magazynów energii tego typu mają wbudowane zabezpieczenia zapobiegające przedostaniu się substancji szkodliwych do środowiska.

3.3.4. Emitor H-4 - Główny Punkt Zasilający (GPZ)

Główny punkt zasilający jest obiektem bezobsługowym, jego celem jest odbiór energii elektrycznej z jednostek wytwórczych i wprowadzenie jej do systemu dystrybucyjnego energii elektrycznej. Jest to przeważnie stacja z transformacją napięcia 110 kV na średnie napięcie – w zależności od wydanych Warunków Przyłączenia od 15 do 30 kV, przygotowana do sterowania, sygnalizacji i pomiarów w systemie zdalnego sterowania i nadzoru stacji.

3.3.5. Zestawienie emitorów

W przedmiotowej analizie wykorzystano dane producentów oraz standardów technicznych do zabudowy sieci dystrybucyjnej opracowanych i udostępnionych przez Tauron Dystrybucja S.A. Poniżej przedstawiono zestawienie poziomów mocy akustycznej dla poszczególnych urządzeń pracujących na terenie instalacji.

Tabela 3. Zestawienie źródeł emisji hałasu - etap eksploatacji

Symbol źródła	Nazwa źródła	Zakres mocy akustycznej źródła [dB]	Przyjęty równoważny poziom mocy akustycznej [dB]
H1	Falowniki (inwentery)	69 - 76	76,0
H2	Stacje transformatorowe	55 - 69	69,0
H3	Magazyny energii	75 - 80	80,0
H4	Główny punkt zasilający (GPZ)	60 - 66	66,0

(źródło: opracowanie własne na podstawie danych literaturowych)

3.4. Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu - etap likwidacji przedsięwzięcia

Na etapie potencjalnej likwidacji przedsięwzięcia przewiduje się nieznaczne zwiększenie emisji hałasu, które będzie miało charakter zanikający, wynikający jedynie z przesuwania się frontu prac w czasie ich trwania. Charakter i zasięg będą tożsame z oddziaływaniem określonym na etapie realizacji inwestycji określonym w punkcie 3.2.

4. METODYKA OBLICZENIOWA

Celem analizy jest prognostyczne określenie wartości i zasięgu hałasu emitowanego do środowiska z terenu przedmiotowego przedsięwzięcia, umożliwiające ocenę skutków wpływu przedmiotowej inwestycji na klimat akustyczny otoczenia. Prognozowanie emisji hałasu w sieci punktów recepcyjnych na podstawie znajomości parametrów geometrycznych źródeł oraz ich mocy akustycznej określonej w sposób teoretyczny lub empiryczny jest zgodne z obowiązującymi przepisami. Pozwala to określić równoważny poziom dźwięku w wybranym punkcie na podstawie znajomości położenia źródeł, parametrów akustycznych tych źródeł, charakterystyki podłoża terenu, przy uwzględnieniu zjawisk ekranowania przez ekrany naturalne i urbanistyczne.

Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 września 2021 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji (Dz. U. z 2023 r. poz. 1706), przyjęto wymaganą wysokość punktów obliczeniowych. Obliczenia akustyczne wykonano przy wykorzystaniu programu „LEQ Professional”, uwzględniającego normę PN - ISO 9613 - 2, opracowanego przez firmę SOFT – P w Piotrkowie Trybunalskim. Program posiada atest Instytutu Ochrony Środowiska w Warszawie nr BH/158/95 z dnia 17.10.1995 r. Do obliczeń przyjęto:

- współczynnik tłumienności gruntu: $G = 1$ (wariant nr 1) oraz $G=0$ (wariant nr 2)
- warunki meteorologiczne:
 - temperatura: $T = 10^{\circ}\text{C}$,
 - wilgotność: $H = 70\%$,
- siatka punktów obliczeniowych na wysokości 4,0 m n.p.t.

Określając oddziaływanie akustyczne obiektu wykorzystano zależność:

$$L_{AeqO} = L_{AWeqi} - 10 \lg 4\pi - \Delta L_r - \Delta L_e - \Delta L_z - \Delta L_p \quad [\text{dB}] \quad /1/$$

gdzie:

L_{AWeq1} - ekwiwalentny poziom A mocy akustycznej źródła hałasu [dB],

ΔL_r - poprawka uwzględniająca wpływ odległości [m],

ΔL_e - poprawka uwzględniająca ekranowanie przez przeszkody znajdujące się na linii źródła hałasu – punkt emisji [dB],

ΔL_p - poprawka uwzględniająca pochłanianie dźwięku przez powietrze [dB],

ΔL_z - poprawka uwzględniająca wpływ zieleni [dB].

Jawną postać parametrów równania /1/ przedstawiono w zależnościach /2/ - /8/. Poziom mocy akustycznej zewnętrznego, powierzchniowego źródła hałasu obliczono wykorzystując wzór:

$$L_{Aeq1} = L_{Aeqil} + 10 \lg 2S - \Delta L_N \quad [\text{dB}] \quad /2/$$

gdzie:

L_{Aeq1} - wartość średnia zmierzonych poziomów A dźwięku w punktach pomiarowych zlokalizowanych wokół zewnętrznego źródła hałasu [dB],

S - pole powierzchni wyznaczone konturem pomiarowym wokół źródła hałasu [m²],

ΔL_N - poprawka uwzględniana w przypadku, gdy $d < l_{\max}/2$ [dB],

przy czym:

d - odległość obrysu źródła powierzchniowego o bokach $a \times b$ od punktu pomiarowego [m],

$l_{\max}$ - największy wymiar liniowy źródła powierzchniowego [m].

Wielkość poprawki ΔL_N dla poszczególnych sytuacji przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 4. Wartość poprawki ΔL_N w zależności od geometrii źródła i odległości punktu pomiarowego

Wartość	d / l _{max}				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1:1	4.6	2.4	1.6	1.2	1
1:2.5	4.4	2.2	1.5	1.1	1
1:5	1.6	1.3	0.9	0.8	0.6

Wielkość ekranowania fali dźwiękowej na drodze jej propagacji obliczono z równania:

$$\Delta L_e = -10 \lg \left(10^{-0.1 \Delta L_{e1}} + 10^{-0.1 \Delta L_{e2}} + 10^{-0.1 \Delta L_{e3}} \right) \quad [\text{dB}] \quad /3/$$

przy czym:

$$\Delta L_{e1} = 10 \lg \left(3 + \frac{20}{\lambda} * Z \right) \quad [\text{dB}] \quad /4/$$

$$\Delta L_{e2,e3} = 10 \lg \left(3 + \frac{10}{\lambda} * Z \right) \quad [\text{dB}] \quad /5/$$

gdzie:

ΔL_e - ekranowanie całkowite przez przegrodę [dB],

ΔL_{e1} - ekranowanie przez krawędź górną przegrody [dB],

$\Delta L_{e2,e3}$ - ekranowanie przez krawędzie boczne przegrody [dB],

λ - długość fali akustycznej ekranowanego dźwięku [m],

Z - parametr geometrii układu źródło - ekran - punkt emisji [m].

Pochłanianie dźwięku przez powietrze określono wg. zależności:

$$\Delta L_p = \alpha_p * r \quad [\text{dB}] \quad /6/$$

gdzie:

α_p - współczynnik pochłaniania przez powietrze; dla temperatury 10°C, wilgotności względnej 70 % i częstotliwości 500 Hz; $\alpha_p = 0.002 \text{ dB/m}$,
 r - odległość źródła od punktu emisji [m].

Wpływ zieleni na obniżenie poziomu dźwięku w punkcie emisji obliczono wykorzystując równość:

$$\Delta L_z = \alpha_z * l \quad [\text{dB}] \quad /7/$$

gdzie:

α_z - współczynnik tłumienia zieleni; dla częstotliwości 500 Hz; $\alpha_z = 0.05 \text{ dB/m}$,
 l - długość pasa zieleni [m].

Poprawka uwzględniająca wpływ odległości źródła od punktu emisji wyznaczona została ze wzoru:

$$\Delta L_r = 20 \lg (r/r_0) \quad [\text{dB}] \quad /8/$$

gdzie:

r - odległość źródła od punktu emisji [m],
 r_0 - odległość odniesienia równa 1 m.

Całkowity poziom hałasu w punkcie emisji otrzymano sumując logarytmicznie wartości poziomu dźwięku od wszystkich oddziałujących źródeł hałasu, uwzględniając czas ich oddziaływania w porze dziennej. Poziom dźwięku panujący w pomieszczeniach mieszkalnych budynków zlokalizowanych najbliższej inwestycji, oszacowano wg. zależności:

$$L_{Aeq}^* = L_{Aeq} - 20 \lg \frac{r}{r_0} - R + 10 \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}] \quad /9/$$

gdzie:

L_{Aeq} - poziom A dźwięku źródeł hałasu panujący w kolejnym punkcie emisji, w pobliżu, którego znajduje się obiekt mieszkalny [dB],
 r - odległość źródła hałasu do budynku mieszkalnego [m],
 r_0 - odległość źródła hałasu do punktu emisji [m],
 R - izolacyjność akustyczna przegrody budowlanej z oknem,
 S - powierzchnia ścian zewnętrznej pomieszczenia mieszkalnego,
 A - chłonność akustyczna pomieszczenia mieszkalnego.

Na podstawie obliczeń, których algorytm przedstawiono w niniejszym rozdziale, wyznaczono podstawowe wskaźniki oceny emitowanego hałasu. Ponadto, w przedmiotowej analizie wykonano dwa warianty obliczeń:

- **wariant nr I** - przy zastosowaniu współczynnika tłumienności gruntu na poziomie $G=1$ (grunt porowaty - trawa, pola).
- **wariant nr II** - przy zastosowaniu współczynnika tłumienności gruntu na poziomie $G=0$ (grunt twardy - bruk, beton, woda, lód, ubita ziemia).

5. OCENA EMISJI HAŁASU DO ŚRODOWISKA

Celem przedmiotowej analizy jest określenie zagrożenia klimatu akustycznego powodowanego przez źródła hałasu, związane z realizacją i eksploatacją inwestycji. Otrzymane w wyniku wykonanej symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku odniesiono do poziomów dopuszczalnych dla pory dziennej oraz pory nocnej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2014r., poz. 112). Symulacje rozprzestrzeniania się dźwięku wykonano przy pomocy programu LEQ Professional autorstwa Biura Studiów i Projektów Ekologicznych oraz Technik Informatycznych „SOFT-P” zgodnym z PN-ISO 9613-2. Graficzna postać rozprzestrzeniania się hałasu dla pory dnia w postaci izolinii równoważnego poziomu dźwięku A w środowisku, przedstawiona została w załącznikach do niniejszego opracowania.

Na podstawie przeprowadzonych analiz jednoznacznie stwierdza się, że hałas wynikający z realizacji oraz eksploatacji planowanego przedsięwzięcia nie będzie stanowił zagrożenia w stosunku do terenów chronionych akustycznie znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie.

Przedsięwzięcie jako źródło hałasu nie przekracza dopuszczalnych poziomów. Potencjalne oddziaływanie akustyczne związane z pracą instalacji ma charakter długotrwały o następującym profilu:

- zmiennym tj. występuje tylko w ciągu dnia, w okresie produkcji energii, w zależności od występowania wystarczających dla produkcji, warunków nasłonecznienia, wynikających z bezpośredniego i odbitego promieniowania słonecznego,
- marginalnym, gdyż dla elektrowni fotowoltaicznej około 5-8% czasu produkcji, to produkcja z maksymalną mocą.

6. ŹRÓDŁA INFORMACJI STANOWIĄCE PODSTAWĘ DO SPORZĄDZENIA ANALIZY

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2556 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2014 r. poz. 112),
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 września 2021 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji (Dz. U. z 2023 r. poz. 1706),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. z 2005 r. Nr 263, poz. 2202 z późn. zm.)
- Polska Norma PN-ISO 9613-2 „Akustyka - Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej, część 2: Ogólna metoda obliczeniowa”;
- Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Unii Europejskiej z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie oceny i kontroli poziomu hałasu w środowisku.