



**EKO-POMIAR**  
PRACOWNIA AKUSTYCZNO-ŚRODOWISKOWA

**ADRES:** ul. Słoneczna 4, 64-600 Oborniki k/Poznań  
**NIP:** 787-129-17-02  
**REGON:** 300104960  
**TEL/FAX:** 61 296 50 36  
**MOBILE:** 603 770 923  
**E-MAIL:** biuro@eko-pomiar.com.pl

[WWW.EKO-POMIAR.COM.PL](http://WWW.EKO-POMIAR.COM.PL)

Temat opracowania:

## OCENA EMISJI HAŁASU DO ŚRODOWISKA

Ocena z zakresu ochrony przed hałasem dotyczy określenia przewidywanej emisji hałasu do środowiska od planowanej inwestycji polegającej na budowie parku elektrowni wiatrowych w gminie Mała Wieś, woj. mazowieckie

**Wykonał:**  
Marcin MARECKI mgr akustyk

**Sprawdził:**  
Jacek SZULCZYK mgr inż. wibroakustyk

Listopad 2013

<b>ROZDZIELNIK</b>	
<b>Tytuł raportu:</b>	Ocena z zakresu ochrony przed hałasem dotyczy określenia przewidywanej emisji hałasu do środowiska od planowanej Inwestycji polegające na budowie parku elektrowni wiatrowych w gminie Mała Wieś, woj. mazowieckie
<b>Symbol raportu:</b>	Mała_Wieś_AKU_ROOS_20131118_FINAL
<b>Data:</b>	18.11.2013
<b>Ilość stron:</b>	44
<b>Status raportu:</b>	Wersja FINALNA
<b>Uwagi:</b>	---
<b>Branża:</b>	AKUSTYKA
<b>Przygotował:</b>	Marcin MARECKI mgr akustyk
<b>Zatwierdził:</b>	Jacek SZULCZYK mgr inż. wibroakustyk

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest ocena oddziaływania hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe (źródła stacjonarne) na otaczające środowisko, a w szczególności możliwość istnienia zagrożenia klimatu akustycznego rozumianego, jako przekroczenia dopuszczalnych wartości równoważnego poziomu dźwięku. Niniejsza ocena dotyczy oddziaływania od planowanego Przedsięwzięcia polegającego na budowie Parku elektrowni wiatrowych w gminie Mała Wieś, w skład którego wejdzie 17 (wariant I) lub 12 (wariant II) turbin wiatrowych, w zależności od wybranego wariantu realizacji inwestycji.

Celem niniejszego raportu jest:

- określenie poziomu emisji hałasu do środowiska w odniesieniu do wartości dopuszczalnych dla pory dnia ( $6^{00}$ - $22^{00}$ ) oraz pory nocy ( $22^{00}$ - $6^{00}$ );
- wyznaczenie zasięgu oddziaływania hałasu, szczególnie w odniesieniu do budynków podlegających ochronie przed hałasem i położonych najbliżej planowanych turbin wiatrowych;
- graficzne przedstawienie rozprzestrzeniania się hałasu dla pory dnia oraz nocy w postaci izolinii równoważnego poziomu dźwięku A.

Określenie wielkości emisji hałasu, generowanego w trakcie funkcjonowania Przedsięwzięcia oparto 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 określono na podstawie poziomu mocy akustycznej źródeł hałasu z uwzględnieniem warunków propagacji. Obliczone wartości równoważnego poziomu dźwięku A ( $L_{Aeq T}$ ), stały się podstawą do oceny poziomu emisji hałasu do środowiska od planowanej Inwestycji.

## 2. Wymagania prawne

Dopuszczalne poziomy dźwięku w środowisku zewnętrznym określa *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 Nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami zawartymi w Dz. U. z 2012, poz. 1109 z dnia 8 października 2012)*. Według rozporządzenia dopuszczalne wartości równoważnego poziomu dźwięku A,  $L_{Aeq T}$ , dla hałasu od obiektów i grup źródeł innych niż drogi i linie kolejowe określa się w przedziałach czasu równych odpowiednio 8-miu najmniej korzystnym godzinom pory dziennej, która przypada pomiędzy 6<sup>00</sup> - 22<sup>00</sup> oraz 1-nej najmniej korzystnej godzinie w porze nocy, pomiędzy 22<sup>00</sup> - 6<sup>00</sup>.

Przytoczone wyżej rozporządzenie definiuje również kategorie terenów wymagających ochrony akustycznej.

**Tabela 1.** Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami zawartymi w Dz. U. z r. 2012 poz. 1109)

Lp.	Rodzaj terenu	Pozostałe objekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		LAeq D [dBA] przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	LAeq N [dBA] przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna "A" uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze statym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży <sup>2)</sup> c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe <sup>2)</sup> d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców <sup>3)</sup>	55	45

Objaśnienia:

- 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 pow. 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.

Planowany park elektrowni wiatrowych zlokalizowany będzie w północnej części gminy mała Wieś. Turbiny wiatrowe rozmieszczone zostaną pomiędzy miejscowościami Kiełtyki, Nowe Świątce, Gromnice, Nakwasin, Dzierzanowo, Główczyn i Łasocin, na którym to obszarze znajdują się liczne tereny podlegające ochronie przed hałasem. Funkcję tych terenów, w związku z brakiem Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego, określono w oparciu o wypisy z Urzędów Gminy Mała Wieś, Bodzanów i Bulkowo. Zgodnie z pismami Wójta Gminy Mała Wieś (**Załącznik A**), Wójta Gminy Bodzanów (IRGK.670.33.2013 - **Załącznik B**) oraz Wójta Gminy Bulkowo (RRA.6733.80.13 - **Załącznik C**) na przedmiotowym terenie przeważają obszary, gdzie dominuje zabudowa zagrodowa związana z działalnością rolniczą występująca w skupiskach (w obrębie ww. miejscowości) jak również w postaci pojedynczych siedlisk wśród terenów uprawnych. Dla ww. terenów obowiązują zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska następujące wartości dopuszczalne hałasu:

**- tereny zabudowy zagrodowej ZZ:**

$$L_{Aeq D} = 55 \text{ dBA}$$

$$L_{Aeq N} = 45 \text{ dBA}$$

W tabelach 2 i 3 zestawiono najmniejsze odległości turbin wiatrowych od poszczególnych punktów referencyjnych, a także liczbę turbin w promieniu 500 oraz 1000 m od nich.

Tabela 2. Odległości punktów referencyjnych od najbliższej turbiny wiatrowej - wariant I

Nazwa punktu referencyjnego	Minimalna odległość [m]	Najbliższa turbina	Liczba turbin w promieniu 500 m	Liczba turbin w promieniu 1000 m
PR01	483	D90-01	1	1
PR02	564	D90-01	0	1
PR03	632	D90-02	0	5
PR04	606	D90-02	0	2
PR05	444	D90-04	1	3
PR06	552	D90-08	0	5
PR07	345	D90-08	1	3
PR08	377	D90-07	2	6
PR09	557	D90-09	0	6
PR10	557	D90-08	0	5
PR11	374	D90-11	1	3
PR12	409	D90-11	1	3
PR13	436	D90-13	2	3
PR14	445	D90-13	1	2
PR15	957	D90-14	0	1
PR16	365	D90-14	1	1

PR17	274	D90-14	1	1
PR18	405	D90-10	1	2
PR19	498	D90-10	1	4
PR20	459	D90-09	1	2
PR21	488	D90-prop4	1	3
PR22	658	D90-prop2	0	2

Tabela 3. Odległości punktów referencyjnych od najbliższej turbiny wiatrowej - wariant II

Nazwa punktu referencyjnego	Minimalna odległość [m]	Najbliższa turbina	Liczba turbin w promieniu 500 m	Liczba turbin w promieniu 1000 m
PR01	632	D90-01	0	1
PR02	511	D90-01	0	1
PR03	632	D90-02	0	5
PR04	606	D90-02	0	2
PR05	451	D90-04	1	3
PR06	552	D90-08	0	5
PR07	345	D90-08	1	2
PR08	408	D90-06	2	4
PR09	628	D90-06	0	4
PR10	557	D90-08	0	3
PR11	374	D90-11	1	3
PR12	409	D90-11	1	4
PR13	442	D90-13	2	3
PR14	467	D90-13	1	3
PR15	450	D90-14	1	1

### 3. Materiały źródłowe

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 roku w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. Nr 206, poz. 1991, Załącznik nr 6), Metodyka referencyjna wykonywania okresowych pomiarów hałasu w środowisku, pochodzącego od instalacji lub urządzeń, z wyjątkiem hałasu impulsowego.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami *zawartymi w Dz. U. z 2012, poz. 1109 z dnia 8 października 2012*).

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 r. 2005 nr 263, poz. 2202).

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/14/WE z dnia 8 maja 2000 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń.

Instrukcja Instytutu Technik Budowlanych Nr 338, Metoda określania emisji i imisji hałasu przemysłowego w środowisku, Warszawa 2008.

Polska Norma PN-ISO 9613-2:2002, Akustyka. Zmniejszanie propagacji dźwięku na otwartej przestrzeni. Ogólna metoda obliczeń.

Polska norma PN-EN-01341, Hałas Środowiskowy. Metody pomiaru i oceny hałasu przemysłowego.

Dźwięk i fale, Rufin Makarewicz, Wyd. UAM Poznań 2009.

Hałas w środowisku, Rufin Makarewicz, OWN Poznań 1996.

Wytyczne w zakresie prognozowania oddziaływań na środowisko farm wiatrowych, Maciej Stryjecki, Krzysztof Mielnicz, GDOŚ 2011.

Is a wind turbine a point source? Rufin Makarewicz, Journal of the Acoustical Society of America, volume 129(2) 2011.

DELTA Danish Electronics, Light & Acoustics, Aalborg Univ., Low Frequency Noise from Large Wind Turbines, April 2008.

*Hałas Turbiny Wiatrowej VESTAS V80 podczas eksploatacji*, Golec M., Golec Z., Cempel Cz., Wind Turbine Noise: Perspectives for Control, Berlin, Niemcy, 2005.

## 4. Charakterystyka klimatu akustycznego terenu inwestycji

Gmina Mała Wieś, w której planowana jest realizacja przedsięwzięcia jest gminą o charakterze rolniczym. W obrębie terenu Inwestycji dominuje zabudowa zagrodowa skupiona w obrębie wsi Kiełtyki, Nowe Świącice, Gromnice, Nakwasin, Dzierżanowo Głowczyn i Łasocin, a także występująca w postaci pojedynczych siedlisk wśród pól uprawnych. Hałas w środowisku przedmiotowych terenów związany jest przede wszystkim z działalnością rolniczą prowadzoną przez mieszkańców, której największa intensywność występuje w okresie miesięcy wiosennych i letnich kiedy trwają wzmożone prace polowe. W związku ze zmiennym charakterem takiego źródła emisji hałasu trudno jest oszacować jego zasięg, czy dokonać jakiegokolwiek ilościowo opisu, pozwalającego na odniesienie do wartości dopuszczalnych. Należy podkreślić przy tym, że podmiotem generującym (odpowiedzialnym) za emisję hałasu związanego z małym rolnictwem są najczęściej sami okoliczni mieszkańcy, a oddziaływanie maszyn rolniczych nie skutkuje z pewnością wrażeniem uciążliwości akustycznej w porze dnia i porze nocy.

W obrębie w/w. miejscowości występują również nieliczne obiekty o charakterze usługowo-handlowym, rzemieślniczym czy małej produkcji rolnej. Są to jednak niewielkie obiekty o małym oddziaływaniu akustycznym na otaczające środowisko. Można zatem przypuszczać, że ich eksploatacja nie stanowi dla mieszkańców sąsiednich terenów uciążliwości akustycznej.

Innym źródłem hałasu kształtującym w decydujący sposób klimat akustyczny terenów planowanej farmy wiatrowej są drogi gminne łączące poszczególne miejscowości stanowiące podstawę systemu komunikacyjnego gminy. Należy przy tym podkreślić, iż hałas komunikacyjny wynikający z eksploatacji dróg publicznych, podlega odrębnej ocenie akustycznej i jest regulowany odmiennymi dopuszczalnymi wartościami poziomu dźwięku. Dlatego też nie można oceniać jego skumulowanego oddziaływania wraz ze źródłami hałasu o charakterze przemysłowym, do jakich należy przedmiotowa Inwestycja.



## 5. Charakterystyka inwestycji w aspekcie emisji hałasu

### 5.1 Etap budowy

Faza realizacji Inwestycji związana będzie z krótkotrwałą emisją hałasu podczas okresowego użytkowania maszyn i urządzeń niezbędnych przy pracach związanych z budową parku elektrowni wiatrowych oraz transportu podzespołów turbin w miejsce ich montażu. Należy podkreślić, że emisja hałasu, a tym samym uciążliwość akustyczna, towarzyszące w/w pracom będą miały charakter krótkotrwały i ustąpią niezwłocznie w momencie zakończenia realizacji Inwestycji i oddaniu jej do użytku.

Wiarygodne określenie hałasu związanego z pracami budowlanymi nie jest możliwe bez dokładnej znajomości parametrów wpływających na wielkość emisji. Dotyczą one np. stanu technicznego, ilości oraz czasu pracy używanych maszyn.

Wszystkie wymienione prace związane będą z emisją hałasu od maszyn i urządzeń wykorzystywanych do ich realizacji, których zarówno liczbę, czas pracy jak i typ trudno jest ustalić na etapie projektowania farmy. Należy jednak podkreślić, że emisja hałasu, a tym samym uciążliwość akustyczna, towarzyszące w/w pracom będą miały charakter krótkotrwały i ustąpią niezwłocznie w momencie zakończenia realizacji Inwestycji i oddaniu jej do użytku.

Etap realizacji Inwestycji obejmuje budowę farmy wiatrowej, w ramach której wyróżnić można etapy związane z:

- budową utwardzonych dróg dojazdowych i zjazdów do docelowych lokalizacji turbin wraz z placami montażowymi, manewrowymi i składowymi,
- remontem, poszerzeniem istniejących dróg w obrębie farmy włącznie z poszerzeniem zjazdów, tak aby zapewnić możliwość transportu elementów turbiny,
- ułożeniem podziemnej sieci elektroenergetycznej pomiędzy elektrowniami,
- wykopami pod fundamenty turbin oraz wywozem nadmiaru ziemi,
- wylewaniem fundamentów w miejscu lokalizacji turbin,
- transportem i montażem elektrowni.
- wyprowadzeniem mocy podziemnym kablem SN do abonenckiej stacji transformatorowej.

W przypadku skarg na uciążliwość akustyczną prac budowlanych, niezależnie od etapu realizacji Inwestycji, należy wykonać pomiary kontrolne, na podstawie których będzie można sformułować propozycje działań ochronnych.

### 5.1.1 Inwentaryzacja i czas pracy źródeł

Etap budowy farmy wiatrowej wiąże się z wieloma fazami prac budowlanych, które rozproszone będą na całym terenie planowanej farmy wiatrowej. Prace te trwać mogą od kilku do kilkunastu miesięcy i realizowane będą w sposób niejednoczesny, rozłożony w czasie. W pierwszej kolejności wykonana zostanie budowa dróg dojazdowych do miejsca lokalizacji turbin wiatrowych wraz z przebudową i remontem istniejących dróg gminnych, przygotowanie i wylanie fundamentów, a ostatecznie transport i montaż elektrowni. W międzyczasie prowadzone będą również prace związane z budową infrastruktury elektroenergetycznej. Na obecnym etapie planowania farmy wiatrowej trudno jest jednoznacznie określić dokładną ilość, typ i czas pracy poszczególnych maszyn i urządzeń wykorzystywanych na etapie realizacji inwestycji, włącznie z dokładnym przebiegiem tras dojazdu pojazdów transportujących materiały i surowce budowlane. Niemniej jednak zakłada się, iż zdecydowana większość prac ze względów technicznych prowadzona będzie w porze dnia, a tym samym emisja hałasu na etapie realizacji farmy wiatrowej dotyczy przede wszystkim tej pory doby. Wyłącznie uwarunkowania techniczne związane z koniecznością zachowania ciągłości niektórych prac (np. wylewania fundamentów) mogą prowadzić do ich kontynuacji w porze nocy, aczkolwiek zakłada się, iż będą to wydarzenia mające charakter sporadyczny. Również transport ponadgabarytowych elementów turbin (łopaty, wieża, gondola) może odbywać się w porze nocy z uwagi na minimalizowanie ograniczeń ruchu na drogach publicznych. Przy czym należy zauważyć, że sam transport z udziałem zaledwie kilku pojazdów ciężarowych na turbinę, z uwagi na małą prędkość powodowaną swoimi gabarytami, nie będzie znaczącym źródłem emisji hałasu.

### 5.1.2 Ocena emisji hałasu do środowiska

Na podstawie doświadczenia autorów niniejszego opracowania, można uznać, iż etap budowy farmy wiatrowej nie powinien powodować uciążliwości dla mieszkańców, związanej z emisją hałasu do środowiska. Warto dodać, że wiele prac prowadzonych na tym etapie związanych z przebudową, remontem istniejących dróg gminnych, czy budową nowych dróg dojazdowych do planowanych turbin będzie miało długotrwały skutek pozytywny (nie związany z eksploatacją Inwestycji) polegający na znacznej poprawie stanu infrastruktury komunikacyjnej w obrębie przedmiotowej farmy wiatrowej. Stąd ich realizacja w znacznym stopniu przyczyni się do zwiększenia komfortu życia ogółu mieszkańców, zapewniając im wygodniejszy i bezpieczniejszy dojazd do pracy, szkół, czy pól uprawnych.

Niemniej jednak wszelkie prace związane z realizacją Inwestycji zaplanowane i realizowane będą z uwzględnieniem technicznych i organizacyjnych środków minimalizujących emisję hałasu w postaci:

- ograniczenia prowadzenia wszelkich prac w porze nocy do koniecznego, wymuszonego technologicznymi względami minimum,
- planowania tras dojazdu, transportu materiałów i odpadów budowlanych tak, aby w możliwie najmniejszy sposób przebiegały przez tereny mieszkaniowe, podlegające ochronie przed hałasem,
- wykorzystania wyłącznie sprawnych maszyn i urządzeń, o ważnych przeglądach technicznych oraz spełniających wymogi Rozporządzenia 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 r. 2005 nr 263, poz. 2202) zgodnego z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2000 r. (Dyrektywa 2000/14/WE),
- organizacji wszelkich prac budowlanych w sposób zapewniający ich sprawną i możliwie najszybszą realizację,
- lokalizacji zaplecza technicznego, miejsca postoju maszyn oraz składowania materiałów budowlanych w możliwie największej odległości od zabudowań mieszkalnych.

## 5.2 Etap eksploatacji farmy wiatrowej

Planowana Inwestycja obejmuje budowę parku elektrowni wiatrowych, w skład którego wejdzie 17 lub 12 turbiny, który po fazie realizacji podlegać będzie eksploatacji przez całą dobę. Specyfika pracy turbin wiatrowych wiąże się ze zmienną emisją hałasu, ściśle powiązaną z warunkami meteorologicznymi, a w szczególności z prędkością wiatru. Turbiny wiatrowe rozpoczynają pracę powyżej progowej wartości prędkości wiatru, która wynosi zwykle  $2 \div 3$  m/s, powyżej której wraz ze wzrostem prędkości wiatru wzrasta prędkość obrotowa wirnika i układu generatora turbiny, a wraz z nimi emisja hałasu. Wzrost ten nie jest liniowy i występuje wyłącznie do pewnej prędkości wiatru. Prędkość ta wynosi zwykle  $7 \div 10$  m/s (na wysokości 10 m nad powierzchnia gruntu) i jej dokładna wartość uzależniona jest od konstrukcji turbiny. Powyżej tej prędkości nie wzrasta już prędkość obrotowa wirnika turbiny, a także stabilizuje się emisja hałasu.

Z uwagi na trudną do prognozowania, dużą zmienność pracy turbiny wiatrowej, a wraz z nią zmienną emisję hałasu, w niniejszym opracowaniu przyjęto najmniej korzystny wariant oceny, w którym założono jednostajną pracę i emisję hałasu występującą powyżej referencyjnej prędkości wiatru. Innymi słowy, założono, że w całym czasie odniesienia zarówno dla pory dnia jak i nocy panują warunki meteorologiczne, przy których turbina osiąga swoją znamionową moc elektryczną i charakteryzuje się stałą, maksymalną emisją hałasu do środowiska. Taka sytuacja w rzeczywistości występuje niezwykle rzadko, jednak stanowi najmniej korzystną sytuację akustyczną w nawiązaniu do *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami zawartymi w Dz. U. z 2012, poz. 1109 z dnia 8 października 2012)*, zgodnie z którym wartości dopuszczalne hałasu w środowisku określone są dla najmniej korzystnych ośmiu godzin pory dnia oraz jednej najmniej korzystnej godziny pory nocy.

### 5.2.1 Inwentaryzacja i czas pracy źródeł

W niniejszym opracowaniu przyjęto najmniej korzystny wariant pod względem oddziaływania akustycznego, polegający na ciągłej pracy wszystkich turbin wiatrowych zarówno w porze dnia jak i nocy, przy której następuje maksymalna emisja hałasu.

Zgodnie z założeniami projektowymi w parku elektrowni wiatrowych planuje się instalacje 17 (wariant I) lub 12 turbin (wariant II), przy czym rozpatrywane są urządzenia o maksymalnej wysokości gondoli do 120 m ponad poziomem terenu.

Na obecnym etapie planowania Inwestycji nie wskazuje się szczegółowego modelu turbin wiatrowych, które zostaną zainstalowane w przypadku realizacji Inwestycji.

Docelowy wybór modelu turbin jak i wariantu realizacji Inwestycji (17 lub 12 turbin) nastąpi z uwzględnieniem także aspektów akustycznych, w tym oddziaływania na środowisko poprzez emisję hałasu.

Podstawowe parametry techniczne przykładowej turbiny wykorzystanej w analizach akustycznych, w tym maksymalny poziom mocy akustycznej, charakteryzujący emisję hałasu, przedstawiono w tabeli 4.

W ramach przedmiotowej inwestycji mogą zostać wykorzystane dowolne turbiny o parametrach nie przekraczających poniższych.

Tabela 4. Wykaz parametrów turbin wiatrowych planowanych do instalacji

Model turbiny	Moc znamionowa [MW]	Maksymalna wysokość umieszczenia gondoli npt H [m]	Maksymalna średnica wirnika D [m]	Maksymalny poziom mocy akustycznej LWA [dBA]
Przykład	2,5	120	100	105

Lokalizację turbin wiatrowych uwzględnioną w analizach akustycznych na terenie planowanego parku w gminie Mała Wieś dla obu wariantów, przedstawiono na symulacjach rozprzestrzeniania się hałasu w załącznikach 1÷16.

## 5.2.2 Metodyka obliczeniowa

Analiza stanu akustycznego środowiska, a w szczególności symulacja rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku zewnętrznym, prezentowana w niniejszym opracowaniu wykonana została z wykorzystaniem oprogramowania CadnaA ver. 4.0.136 firmy DataKustik GmbH. Prognozowanie emisji hałasu wykonane zostało w oparciu o metody obliczeniowe zalecane w Dyrektywie 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 25 czerwca 2002 r.:

- **dla hałasu przemysłowego** - polska norma zgodna z europejską PN-ISO 9613-2:2002 „Akustyka, Zmniejszanie propagacji dźwięku na otwartej przestrzeni, Ogólna metoda obliczeń”

wraz z dokumentami, do których ww. metody się odwołują.

Podstawą prezentowanych analiz stał się model obliczeniowy obejmujący przygotowany cyfrowy model terenu Inwestycji wraz z lokalizacją stacjonarnych źródeł hałasu oraz lokalizacją i klasyfikacją terenów podlegających ochronie akustycznej. Cyfrowy model terenu wykonany został w oparciu o mapy projektowe dostarczone przez Inwestora, zgodne z mapami zasadniczymi i topograficznymi. Model ten uwzględnia właściwości akustyczne (pochłaniające) terenu. Stacjonarne źródła hałasu uwzględnione zostały w modelu obliczeniowym jako źródła punktowe wraz z parametrami akustycznymi, które stanowią dane wejściowe wykorzystanych, zgodnie z zaleceniem Dyrektywy 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, metod obliczeniowych.

Zgodnie z klasyfikacją narzuconą przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 nr 120 poz. 826 z późniejszymi zmianami zawartymi w Dz. U. z r. 2012 poz. 1109) hałas związany z eksploatacją Inwestycji, której dotyczy niniejsze opracowanie, należy zakwalifikować jako hałas od obiektów i grup źródeł innych niż drogi i linie kolejowe. W związku z tym, wartości równoważnego poziomu dźwięku  $A_{L_{Aeq,T}}$ , określone zostały w przedziałach czasu równych odpowiednio 8-miu najmniej korzystnym godzinom pory dziennej, która przypada pomiędzy 6<sup>00</sup>-22<sup>00</sup> oraz 1-nej najmniej korzystnej godzinie w porze nocy, pomiędzy 22<sup>00</sup>-6<sup>00</sup>. Wymienione przedziały czasu (8h dla pory dnia oraz 1h dla pory nocy) w dalszej części opracowania nazywane będą również czasami odniesienia.

### 5.2.3 Niepewność prognozowania

Niepewność analizy akustycznej propagacji dźwięku wyznacza kilka jej głównych komponentów związanych z wykorzystaną metodą obliczeniową, parametryzacją źródła hałasu, a także z cyfrowym modelowaniem przestrzeni w jakiej ma miejsce propagacja hałasu od źródła do punktu referencyjnego, gdzie emisja hałasu jest oceniana. Wykorzystana metodyka obliczeniowa będąca metodą rekomendowaną dla prognozowania hałasu przemysłowego zgodnie z Dyrektywą 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 25 czerwca 2002 r., nie wskazuje na wartość niepewności własnej dla specyficznej konfiguracji Źródło-Receptor, występującej również w przypadku emisji hałasu turbin wiatrowych.

Wykonanie analiz akustycznych w oparciu o cyfrowe mapy ewidencyjne niemalże całkowicie minimalizuje niepewność związaną z błędną geometrią modelu, a przyjęte w nim uproszczenia w rzeźbie terenu, czy w braku odwzorowania szczegółów przestrzeni (np. roślinność, niska zabudowa) wskazują na ewentualne przeszacowanie otrzymanych wartości równoważnego poziomu dźwięku wskutek wyidealizowanego, swobodnego rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku. Zgodnie z wcześniejszym opisem w analizach przyjęto również założenie o ciągłej pracy turbin wiatrowych z ich nominalną mocą, przy której występuje maksymalna emisja hałasu w całym czasie odniesienia. Jest to założenie dalece odbiegające od warunków rzeczywistej pracy turbin wiatrowych, niemniej jednak stanowiące najmniej korzystną sytuację akustyczną. W praktyce tylko około 30% czasu stanowi praca turbiny w prędkości nominalnej. Pozostały czas cechuje się niższą prędkością obrotową i tym samym niższym poziomem mocy akustycznej turbiny. W konsekwencji taka parametryzacja źródeł hałasu jest kolejnym czynnikiem znacznie zmniejszającym niepewność wykonanych analiz i wskazującym, że przedstawione w opracowaniu prognozowane wartości poziomu dźwięku w punktach referencyjnych są wartościami maksymalnymi.

## 5.2.4 Parametry wejściowe symulacji

### 5.2.4.1 Źródła punktowe

W opracowaniu przyjęto ciągłą pracę wszystkich źródeł hałasu w czasie odniesienia, przy maksymalnym poziomie mocy akustycznej turbin wiatrowych wynoszącym 105,0 dBA. Przyjęto również lokalizację każdego ze źródeł na wysokości 120 m ponad poziomem terenu, zgodną z rzeczywistą maksymalną rozpatrywaną lokalizacją środka wirnika turbiny.

### 5.2.4.2 Współczynnik gruntu

W niniejszym opracowaniu uwzględniono dwa różne warunki propagacji hałasu w środowisku, związane z pochłanianiem dźwięku przez grunt. Powierzchnia ziemi ma istotny wpływ na zasięg hałasu, zwłaszcza przy dużej wysokości źródła nad poziomem terenu i jego dużej mocy akustycznej. Turbiny wiatrowe lokalizowane są w otwartych przestrzeniach, na których w porze wiosennej, letniej i jesiennej dominują uprawy rolne, czy pastwiska, dla których współczynnik pochłaniania wynosi pomiędzy 0,9 a 1. Oznacza to duże pochłanianie i małe odbicie fali akustycznej od powierzchni ziemi. Nieco inaczej sytuacja wygląda w porze zimowej, przy zalegającej zmarzniętej pokrywie śnieżnej. W takich warunkach podłoże jest dość „twarde” akustycznie i dobrze odbija falę dźwiękową, przez co zasięg hałasu się zwiększa. Dla takich warunków przyjęto współczynnik pochłaniania równy 0,2. Założenia takie są zgodne z opisem dotyczącym wpływu gruntu na propagację fali akustycznej, przedstawionym w normie PN-ISO 9613-2 „Akustyka: Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej - Ogólna metoda obliczania”.

W związku z powyższym, symulację rozprzestrzeniania się hałasu w środowisku od planowanego do realizacji parku elektrowni wiatrowych Dominowo przedstawiono dla ww. dwóch skrajnych przypadków:

G = 0,9 - pola uprawne, łąki - pora wiosenna, letnia oraz jesienna  
(okres od 15 marca do 15 grudnia),

G = 0,2 - zalegająca zmarznięta pokrywa śnieżna - miesiące zimowe  
(okres od 15 grudnia do 15 marca).

Dane wejściowe do programu CadnaA, będące podstawą wykonanych symulacji rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku przedstawione zostały w załączniku 17.



### 5.2.5 Ocena emisji hałasu do środowiska

Celem raportu stało się określenie zagrożenia klimatu akustycznego powodowanego przez turbiny wiatrowe (stacjonarne źródła hałasu) planowane do instalacji w postaci parku elektrowni wiatrowych w gminie Mała Wieś.

Otrzymane w wyniku symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku A wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem odniesiono do poziomów dopuszczalnych dla pory dnia oraz nocy zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z r. 2007 nr 120, poz. 826 z późniejszymi zmianami zawartymi w Dz. U. z 2012 r., poz. 1109 z dnia 8 października 2012)*.

Na terenach podlegających ochronie przed hałasem znajdujących się w najbliższym otoczeniu turbin wiatrowych wyznaczono 22 punkty referencyjne dla wariantu I (PR01 ÷ PR22) oraz 15 punktów referencyjnych (PR01 ÷ PR15) dla wariantu II, zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 roku w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. Nr 206, poz. 1991, Załącznik nr 6), Metodyka referencyjna wykonywania okresowych pomiarów hałasu w środowisku, pochodzącego od instalacji lub urządzeń, z wyjątkiem hałasu impulsowego*. Punkty referencyjne zlokalizowane na terenach zabudowy wyznaczono na wysokości 4 m przy elewacji budynków mieszkalnych w sposób wykluczający odbicia fali akustycznej od elewacji.

**WARIANT I - 17 turbin wiatrowych**

Zgodnie z założeniami wariantu I, planowana przedmiotowa farma wiatrowa zrealizowana ma zostać w oparciu o 17 turbin wiatrowych.

Otrzymane w wyniku symulacji dla wariantu I realizacji Inwestycji wartości równoważnego poziomu dźwięku A, wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem, zebrane zostały w tabelach 5 i 6.

Tabela 5. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych - wariant I, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	41,4	41,4	55	45	--	--
PR02	ZZ	39,4	39,4	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,8	42,8	55	45	--	--
PR04	ZZ	40,8	40,8	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,1	43,1	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,8	42,8	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PR08	ZZ	46,2	46,2	55	45	--	1,2
PR09	ZZ	43,8	43,8	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,5	43,5	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,2	43,2	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,3	44,3	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR15	ZZ	37,2	37,2	55	45	--	--
PR16	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PR17	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PR18	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR19	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR20	ZZ	42,4	42,4	55	45	--	--
PR21	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR22	ZZ	38,7	38,7	55	45	--	--

Tabela 6. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych - wariant I, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	43,8	43,8	55	45	--	--
PR02	ZZ	41,8	41,8	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,1	45,1	55	45	--	0,1
PR04	ZZ	43,2	43,2	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,4	45,4	55	45	--	0,4
PR06	ZZ	45,1	45,1	55	45	--	0,1
PR07	ZZ	46,9	46,9	55	45	--	1,9
PR08	ZZ	48,5	48,5	55	45	--	3,5
PR09	ZZ	46,1	46,1	55	45	--	1,1
PR10	ZZ	45,9	45,9	55	45	--	0,9
PR11	ZZ	45,9	45,9	55	45	--	0,9
PR12	ZZ	45,5	45,5	55	45	--	0,5
PR13	ZZ	46,6	46,6	55	45	--	1,6
PR14	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PR15	ZZ	39,6	39,6	55	45	--	--
PR16	ZZ	45,0	45,0	55	45	--	--
PR17	ZZ	46,8	46,8	55	45	--	1,8
PR18	ZZ	45,6	45,6	55	45	--	0,6
PR19	ZZ	45,7	45,7	55	45	--	0,7
PR20	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PR21	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PR22	ZZ	41,0	41,0	55	45	--	--

Na podstawie przeprowadzonych analiz symulacji propagacji dźwięku w środowisku od planowanej Inwestycji dla wariantu I, w postaci 17 turbin wiatrowych o maksymalnym poziomie mocy akustycznej 105,0 dBA stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu wyłącznie w porze nocy, w jednym punkcie referencyjnym w okresie wiosenno-letnio-jesiennym (G=0,9) oraz w trzynastu punktach referencyjnych w okresie zimy (G=0,2).

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu, którego źródłem jest przedmiotowa Inwestycja, przedstawiono w załącznikach 1 i 3.

**WARIANT II - 12 turbin wiatrowych**

Zgodnie z założeniami wariantu II planowana przedmiotowa farma wiatrowa zrealizowana ma zostać w oparciu o 12 turbin wiatrowych.

Otrzymane w wyniku symulacji dla wariantu II realizacji Inwestycji wartości równoważnego poziomu dźwięku A, wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem, zebrane zostały w tabelach 7 i 8.

Tabela 7. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych - wariant II, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	39,9	39,9	55	45	--	--
PR02	ZZ	40,1	40,1	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PR04	ZZ	40,8	40,8	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,6	42,6	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,4	44,4	55	45	--	--
PR08	ZZ	45,4	45,4	55	45	--	0,4
PR09	ZZ	41,5	41,5	55	45	--	--
PR10	ZZ	41,5	41,5	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,4	43,4	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,3	44,3	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR15	ZZ	41,2	41,2	55	45	--	--

Tabela 8. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych - wariant II, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	42,2	42,2	55	45	--	--
PR02	ZZ	42,4	42,4	55	45	--	--

PR03	ZZ	45,0	45,0	55	45	--	--
PR04	ZZ	43,1	43,1	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,3	45,3	55	45	--	0,3
PR06	ZZ	44,9	44,9	55	45	--	--
PR07	ZZ	46,7	46,7	55	45	--	1,7
PR08	ZZ	47,7	47,7	55	45	--	2,7
PR09	ZZ	43,8	43,8	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,9	43,9	55	45	--	--
PR11	ZZ	45,9	45,9	55	45	--	0,9
PR12	ZZ	45,7	45,7	55	45	--	0,7
PR13	ZZ	46,6	46,6	55	45	--	1,6
PR14	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PR15	ZZ	43,5	43,5	55	45	--	--

Na podstawie przeprowadzonych analiz symulacji propagacji dźwięku w środowisku od planowanej Inwestycji dla wariantu II, w postaci 12 turbin wiatrowych o maksymalnym poziomie mocy akustycznej 105,0 dBA stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu wyłącznie w porze nocy, w jednym punkcie referencyjnym w okresie wiosenno-letnio-jesiennym ( $G=0,9$ ) oraz w sześciu punktach referencyjnych w okresie zimy ( $G=0,2$ ).

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu, którego źródłem jest przedmiotowa Inwestycja, przedstawiono w załącznikach 9 i 11.

### 5.2.6 Środki ochrony przed hałasem

W związku z wystąpieniem przekroczeń wartości dopuszczalnych na terenach leżących wokół planowanej farmy wiatrowej dla obu rozpatrywanych wariantów realizacji, konieczne jest wdrożenie środków ochrony przed hałasem mających na celu dotrzymanie standardów jakości klimatu akustycznego, a więc zmniejszenie oddziaływania akustycznego tak, aby wyeliminować przekroczenia wartości dopuszczalnych.

Do najprostszych, a zarazem najbardziej skutecznych rozwiązań zmniejszających emisję hałasu turbin wiatrowych należą systemy redukcji hałasu SRH. Systemy te w sposób aktywny kontrolują pracę turbiny wiatrowej w zależności od aktualnych warunków meteorologicznych, głównie prędkości oraz kierunku wiatru, i poprzez zmianę kąta natarcia łopat turbiny wpływają na zmniejszenie jej mocy elektrycznej oraz emisję hałasu. Oprogramowanie kontrolujące turbiny pozwala na dowolną konfigurację momentu aktywacji trybu SRH w dowolnej porze doby oraz roku. Zastosowanie trybu SRH umożliwia zatem dochowanie standardów klimatu akustycznego przy jednoczesnej maksymalizacji produkowanej energii.

W związku z powyższym przeprowadzono dodatkowe analizy akustyczne z zastosowaniem dodatkowych modów pracy turbin, w celu dotrzymania standardów na obszarach chronionych akustycznie.

**WARIANT I - 17 turbin wiatrowych**

W oparciu o wykonane analizy, określono, że aby dotrzymać standardów klimatu akustycznego, w wariantcie I należy obniżyć poziom mocy akustycznej dwóch turbin: D90-06 i D90-07 w okresie wiosenno-letnio-jesiennym ( $G=0,9$ ) oraz dziesięciu turbin: D90-04, D90-05, D90-06, D90-07, D90-08, D90-10, D90-11, D90-12, D90-13 i D90-14, w okresie zimowym ( $G=0,2$ ).

**Tabela 9.** Wartości maksymalnych poziomów mocy akustycznej turbin, gwarantujące dotrzymanie standardów klimatu akustycznego na terenach podlegających ochronie przed hałasem znajdujących się na terenie planowanej farmy wiatrowej - wariant I (17 turbin)

Lp.	Symbol turbiny	Maksymalny poziom mocy akustycznej [dBA]			
		Pora wiosny, lata i jesieni ( $G=0,9$ )		Pora zimy ( $G=0,2$ )	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	D90-01	105,0	105,0	105,0	105,0
2	D90-02	105,0	105,0	105,0	105,0
3	D90-03	105,0	105,0	105,0	105,0
4	D90-04	105,0	105,0	105,0	<b>104,0</b>
5	D90-05	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
6	D90-06	105,0	<b>103,0</b>	105,0	<b>99,0</b>
7	D90-07	105,0	<b>102,0</b>	105,0	<b>99,0</b>
8	D90-08	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
9	D90-09	105,0	105,0	105,0	105,0
10	D90-10	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
11	D90-11	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
12	D90-12	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
13	D90-13	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
14	D90-14	105,0	105,0	105,0	<b>103,0</b>
15	D90-prop2	105,0	105,0	105,0	105,0
16	D90-prop3	105,0	105,0	105,0	105,0
17	D90-prop4	105,0	105,0	105,0	105,0

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w porze nocy dla wariantu I, przedstawiono w załącznikach 2 i 4. Dla pory dnia, z uwagi na brak przekroczeń wartości dopuszczalnych, nie jest wymagana redukcja hałasu, stąd nie przeprowadzono dla tej pory dodatkowych analiz akustycznych.

Otrzymane w wyniku symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku A, wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem, dla realizacji Inwestycji z uwzględnieniem

przedstawionej powyżej optymalizacji akustycznej farmy wiatrowej zebrane zostały w tabelach 10 i 11.

Tabela 10. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych z uwzględnieniem optymalizacji - Wariant I, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	41,4	41,2	55	45	--	--
PR02	ZZ	39,4	39,3	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,8	42,3	55	45	--	--
PR04	ZZ	40,8	40,7	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,1	43,1	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,8	42,3	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,7	44,2	55	45	--	--
PR08	ZZ	46,2	44,9	55	45	--	--
PR09	ZZ	43,8	43,2	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,5	43,0	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,2	43,2	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,3	44,3	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR15	ZZ	37,2	37,2	55	45	--	--
PR16	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PR17	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PR18	ZZ	43,3	43,1	55	45	--	--
PR19	ZZ	43,3	43,0	55	45	--	--
PR20	ZZ	42,4	42,3	55	45	--	--
PR21	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR22	ZZ	38,7	38,6	55	45	--	--

Tabela 11. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych z uwzględnieniem optymalizacji - Wariant I, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	43,8	43,0	55	45	--	--
PR02	ZZ	41,8	41,4	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,1	43,8	55	45	--	--
PR04	ZZ	43,2	42,8	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,4	44,8	55	45	--	--
PR06	ZZ	45,1	43,3	55	45	--	--



## Ocena emisji hałasu do środowiska - Park elektrowni wiatrowych w gminie Mała Wieś

PR07	ZZ	46,9	44,7	55	45	--	--
PR08	ZZ	48,5	44,9	55	45	--	--
PR09	ZZ	46,1	44,1	55	45	--	--
PR10	ZZ	45,9	43,6	55	45	--	--
PR11	ZZ	45,9	43,9	55	45	--	--
PR12	ZZ	45,5	43,5	55	45	--	--
PR13	ZZ	46,6	44,6	55	45	--	--
PR14	ZZ	44,6	42,6	55	45	--	--
PR15	ZZ	39,6	37,7	55	45	--	--
PR16	ZZ	45,0	43,0	55	45	--	--
PR17	ZZ	46,8	44,8	55	45	--	--
PR18	ZZ	45,6	43,9	55	45	--	--
PR19	ZZ	45,7	43,8	55	45	--	--
PR20	ZZ	44,7	43,9	55	45	--	--
PR21	ZZ	44,6	44,5	55	45	--	--
PR22	ZZ	41,0	40,9	55	45	--	--

**WARIANT II - 12 turbin wiatrowych**

W oparciu o wykonane analizy, określono, że aby dotrzymać standardów klimatu akustycznego, w wariantcie II należy obniżyć poziom mocy akustycznej dwóch turbin: D90-06 i D90-07 w okresie wiosenno-letnio-jesiennym ( $G=0,9$ ) oraz siedmiu turbin: D90-04, D90-06, D90-07, D90-08, D90-11, D90-12 i D90-13 w okresie zimowym ( $G=0,2$ ).

**Tabela 12.** Wartości maksymalnych poziomów mocy akustycznej turbin, gwarantujące dotrzymanie standardów klimatu akustycznego na terenach podlegających ochronie przed hałasem znajdujących się na terenie planowanej farmy wiatrowej - wariant II (12 turbin)

Lp.	Symbol turbiny	Maksymalny poziom mocy akustycznej [dBA]			
		Pora wiosny, lata i jesieni ( $G=0,9$ )		Pora zimy ( $G=0,2$ )	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	D90-01	105,0	105,0	105,0	105,0
2	D90-02	105,0	105,0	105,0	105,0
3	D90-03	105,0	105,0	105,0	105,0
4	D90-04	105,0	105,0	105,0	104,0
5	D90-05	105,0	105,0	105,0	105,0
6	D90-06	105,0	104,0	105,0	101,0
7	D90-07	105,0	104,0	105,0	101,0
8	D90-08	105,0	105,0	105,0	103,0
9	D90-11	105,0	105,0	105,0	104,0
10	D90-12	105,0	105,0	105,0	103,0
11	D90-13	105,0	105,0	105,0	103,0
12	D90-14	105,0	105,0	105,0	105,0

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w porze nocy dla wariantu II, przedstawiono w załącznikach 10 i 12. Dla pory dnia, z uwagi na brak przekroczeń wartości dopuszczalnych, nie jest wymagana redukcja hałasu, stąd nie przeprowadzono dla tej pory dodatkowych analiz akustycznych.

Otrzymane w wyniku symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku A, wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem, dla realizacji Inwestycji z uwzględnieniem przedstawionej powyżej optymalizacji akustycznej farmy wiatrowej zebrane zostały w tabelach 13 i 14.

Tabela 13. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych z uwzględnieniem optymalizacji - Wariant II, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	39,9	39,7	55	45	--	--
PR02	ZZ	40,1	40,0	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,7	42,5	55	45	--	--
PR04	ZZ	40,8	40,7	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,6	42,4	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,4	44,2	55	45	--	--
PR08	ZZ	45,4	44,8	55	45	--	--
PR09	ZZ	41,5	40,9	55	45	--	--
PR10	ZZ	41,5	41,2	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,4	43,4	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,3	44,3	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PR15	ZZ	41,2	41,2	55	45	--	--

Tabela 14. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych z uwzględnieniem optymalizacji - Wariant II, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	42,2	41,6	55	45	--	--
PR02	ZZ	42,4	42,2	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,0	43,9	55	45	--	--
PR04	ZZ	43,1	42,8	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,3	44,7	55	45	--	--
PR06	ZZ	44,9	43,4	55	45	--	--
PR07	ZZ	46,7	44,7	55	45	--	--
PR08	ZZ	47,7	44,9	55	45	--	--
PR09	ZZ	43,8	41,6	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,9	41,6	55	45	--	--
PR11	ZZ	45,9	44,7	55	45	--	--
PR12	ZZ	45,7	44,5	55	45	--	--
PR13	ZZ	46,6	44,9	55	45	--	--
PR14	ZZ	44,6	43,1	55	45	--	--
PR15	ZZ	43,5	43,2	55	45	--	--

Niezależnie od wyboru wariantu lokalizacji turbin wiatrowych, w przypadku realizacji optymalizacji pracy turbin wiatrowych w porze nocy, poprzez zastosowanie aktywnych trybów redukcji hałasu, docelowe wartości redukcji poziomu mocy akustycznej oraz szczegółowe określenie progowych warunków meteorologicznych (prędkości i kierunku wiatru) ich aktywacji, powinny zostać potwierdzone badaniami porealizacyjnymi. Badania te należy przeprowadzić zgodnie z metodyką wskazaną w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4 listopada 2008 w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody (Dz. U. Nr 206 poz. 1291)* w punktach referencyjnych znajdujących się najbliżej turbin, dla których analizy akustyczne prezentowane w niniejszym opracowaniu wskazały możliwość występowania przekroczeń wartości dopuszczalnych bez uwzględnienia środków redukcji hałasu.

### 5.2.7 Efekt Skumulowany

Na podstawie informacji otrzymanej od Inwestora, w najbliższym sąsiedztwie planowanej farmy wiatrowej Mała Wieś, planuje się budowę Farmy Wiatrowej Bodzanów na terenie gmin Bulkowo i Bodzanów oraz farmy Wiatrowej Wyszogród na terenie gminy Wyszogród. Ponieważ turbiny planowanych farm wiatrowych Bodzanów i Wyszogród położone będą w odległości mogącej powodować kumulowanie się emisji hałasu względem najbliższych terenów chronionych akustycznie, dokonano dodatkowych analiz akustycznych, względem obszarów chronionych akustycznie położonych w obrębie Farmy Wiatrowej Mała Wieś.

W związku z powyższym przeprowadzono dodatkowe analizy akustyczne w ramach efektu skumulowanego.

Na potrzeby oceny oddziaływania skumulowanego wyznaczono dodatkowo po 11 różnych punktów referencyjnych dla każdego wariantu inwestycji, zlokalizowanych na terenach chronionych akustycznie położonych w najbliższym sąsiedztwie pobliskiej farmy.

Dane z charakterystycznymi parametrami technicznymi sąsiednich farm Bulkowo i Wyszogród przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Dane turbin farm wiatrowych Bodzanów i Wyszogród uwzględnionych w analizach skumulowanego oddziaływania

Nazwa Farmy/Gmina	Ilość turbin wiatrowych w ramach farmy	Wysokość wieży	Maksymalny poziom mocy akustycznej [dBA]
FW Bodzanów/ Bulkowo, Bodzanów	24	105	103,7
FW Wyszogród/ Wyszogród	13	95	105*

\*Na podstawie informacji zawartych w postanowieniu Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Warszawie w sprawie uzgodnienia realizacji przedsięwzięcia polegającego na Budowie Farmy Wiatrowej Wyszogród (sygn. WOOŚ-II.4242.304.2013.UW z dnia 9 listopada 2012 r.) ustalono, iż trzy turbiny (w tym jedna, która przyjęta została w analizach efektu skumulowanego WS-03 - numer w postanowieniu D90-03), pracować będą w porze nocy w trybie wyciszenia, z maksymalną mocą akustyczną nieprzekraczającą 103 dB.

Ze względu na fakt, iż obie sąsiednie farmy wiatrowe mają zostać zlokalizowana na dużo większym obszarze w porównaniu z farmą Mała Wieś, do obliczeń efektu skumulowanego wzięto pod uwagę wyłącznie najbliższe położone

turbiny, oddalone do 2000 m od skrajnych turbiny farmy Mała Wieś. Powyżej tej odległości nie występuje oddziaływanie akustyczne.

Wyniki otrzymanych wartości poziomów dźwięku dla analiz efektu skumulowanego, dla obu wariantów lokalizacji turbin i dwu współczynników gruntu, przedstawiono w tabelach 16÷19, natomiast zasięg oddziaływania skumulowanego w postaci graficznej przedstawiono na symulacjach emisji hałasu w załącznikach 5, 7, 13 i 15.

Tabela 16. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego - wariant I, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	44,1	44,1	55	45	--	--
PR02	ZZ	40,8	40,8	55	45	--	--
PR03	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR04	ZZ	41,1	41,1	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,2	43,2	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,9	42,9	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PR08	ZZ	46,3	46,3	55	45	--	1,3
PR09	ZZ	44,0	44,0	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,7	43,7	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,4	44,4	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,5	42,5	55	45	--	--
PR15	ZZ	38,2	38,2	55	45	--	--
PR16	ZZ	43,8	43,8	55	45	--	--
PR17	ZZ	45,5	45,5	55	45	--	0,5
PR18	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR19	ZZ	43,4	43,4	55	45	--	--
PR20	ZZ	42,5	42,5	55	45	--	--
PR21	ZZ	42,4	42,4	55	45	--	--
PR22	ZZ	40,4	40,4	55	45	--	--
PS01	ZZ	40,3	40,3	55	45	--	--
PS02	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PS03	ZZ	42,8	42,8	55	45	--	--
PS04	ZZ	43,1	43,1	55	45	--	--
PS05	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PS06	ZZ	42,0	42,0	55	45	--	--
PS07	ZZ	40,9	40,9	55	45	--	--
PS08	ZZ	41,5	41,5	55	45	--	--

PS09	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PS10	ZZ	43,5	43,5	55	45	--	--
PS11	ZZ	38,7	38,7	55	45	--	--

Tabela 17. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego - wariant I, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	46,1	46,1	55	45	--	1,1
PR02	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,3	45,3	55	45	--	0,3
PR04	ZZ	43,4	43,4	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,5	45,5	55	45	--	0,5
PR06	ZZ	45,3	45,3	55	45	--	0,3
PR07	ZZ	47,0	47,0	55	45	--	2,0
PR08	ZZ	48,6	48,6	55	45	--	3,6
PR09	ZZ	46,3	46,3	55	45	--	1,3
PR10	ZZ	46,0	46,0	55	45	--	1,0
PR11	ZZ	45,9	45,9	55	45	--	0,9
PR12	ZZ	45,6	45,6	55	45	--	0,6
PR13	ZZ	46,6	46,6	55	45	--	1,6
PR14	ZZ	44,8	44,8	55	45	--	--
PR15	ZZ	40,6	40,5	55	45	--	--
PR16	ZZ	46,1	46,0	55	45	--	1,0
PR17	ZZ	47,7	47,7	55	45	--	2,7
PR18	ZZ	45,6	45,6	55	45	--	0,6
PR19	ZZ	45,8	45,8	55	45	--	0,8
PR20	ZZ	44,9	44,9	55	45	--	--
PR21	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PR22	ZZ	42,5	42,5	55	45	--	--
PS01	ZZ	42,1	42,1	55	45	--	--
PS02	ZZ	44,1	44,1	55	45	--	--
PS03	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PS04	ZZ	45,0	45,0	55	45	--	--
PS05	ZZ	44,8	44,8	55	45	--	--
PS06	ZZ	44,0	44,0	55	45	--	--
PS07	ZZ	42,8	42,8	55	45	--	--
PS08	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PS09	ZZ	45,6	45,3	55	45	--	0,3
PS10	ZZ	45,7	44,2	55	45	--	--
PS11	ZZ	40,8	40,8	55	45	--	--

Tabela 18. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego - wariant II, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR02	ZZ	41,2	41,2	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,9	42,9	55	45	--	--
PR04	ZZ	41,0	41,0	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,5	44,5	55	45	--	--
PR08	ZZ	45,6	45,6	55	45	--	0,6
PR09	ZZ	41,8	41,8	55	45	--	--
PR10	ZZ	41,7	41,7	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,7	43,7	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,5	43,5	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,4	44,4	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,6	42,5	55	45	--	--
PR15	ZZ	41,7	41,6	55	45	--	--
PS01	ZZ	40,2	40,2	55	45	--	--
PS02	ZZ	42,2	42,2	55	45	--	--
PS03	ZZ	42,6	42,6	55	45	--	--
PS04	ZZ	42,9	42,9	55	45	--	--
PS05	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PS06	ZZ	41,7	41,7	55	45	--	--
PS07	ZZ	40,3	40,3	55	45	--	--
PS08	ZZ	40,0	40,0	55	45	--	--
PS09	ZZ	41,5	41,0	55	45	--	--
PS10	ZZ	43,3	41,6	55	45	--	--
PS11	ZZ	40,9	40,8	55	45	--	--



Tabela 19. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego - wariant II, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	45,3	45,3	55	45	--	0,3
PR02	ZZ	43,4	43,4	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,2	45,2	55	45	--	0,2
PR04	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,3	45,3	55	45	--	0,3
PR06	ZZ	45,1	45,1	55	45	--	0,1
PR07	ZZ	46,8	46,8	55	45	--	1,8
PR08	ZZ	47,8	47,8	55	45	--	2,8
PR09	ZZ	44,1	44,1	55	45	--	--
PR10	ZZ	44,0	44,0	55	45	--	--
PR11	ZZ	46,0	45,9	55	45	--	0,9
PR12	ZZ	45,8	45,8	55	45	--	0,8
PR13	ZZ	46,6	46,6	55	45	--	1,6
PR14	ZZ	44,8	44,8	55	45	--	--
PR15	ZZ	44,0	43,9	55	45	--	--
PS01	ZZ	41,9	41,9	55	45	--	--
PS02	ZZ	44,0	44,0	55	45	--	--
PS03	ZZ	44,4	44,4	55	45	--	--
PS04	ZZ	44,7	44,7	55	45	--	--
PS05	ZZ	44,6	44,6	55	45	--	--
PS06	ZZ	43,6	43,6	55	45	--	--
PS07	ZZ	42,2	42,2	55	45	--	--
PS08	ZZ	41,8	41,8	55	45	--	--
PS09	ZZ	43,8	43,3	55	45	--	--
PS10	ZZ	45,5	43,9	55	45	--	--
PS11	ZZ	43,2	43,1	55	45	--	--

W związku ze stwierdzeniem przekroczeń dopuszczalnych poziomów dźwięku w ramach efektu skumulowanego, dla obu wariantów realizacji inwestycji, przeprowadzono dodatkowe analizy symulacyjne z zastosowaniem aktywnych środków redukcji hałasu SRH, celem zachowania standardów akustycznych na najbliższych położonych terenach chronionych akustycznie.

**WARIANT I - 17 turbin wiatrowych**

W oparciu o wykonane dodatkowe analizy efektu skumulowanego z wykorzystaniem systemów redukcji hałasu SRH, określono, że aby dotrzymać standardy klimatu akustycznego, w wariantcie I należy obniżyć poziom mocy akustycznej trzech turbin: D90-06, D90-07, D90-14 w okresie wiosenno-letni-jesiennym ( $G=0,9$ ) oraz jedenastu turbin: D90-01, D90-04, D90-05, D90-06, D90-07, D90-08, D90-10, D90-11, D90-12, D90-13 i D90-14 w okresie zimowym ( $G=0,2$ ).

**Tabela 20.** Wartości maksymalnych poziomów mocy akustycznej turbin po optymalizacji (wariant I), gwarantujące dotrzymanie standardów klimatu akustycznego na terenach podlegających ochronie przed hałasem - efekt skumulowany

Lp.	Symbol turbiny	Maksymalny poziom mocy akustycznej [dBA]			
		Pora wiosny, lata i jesieni ( $G=0,9$ )		Pora zimy ( $G=0,2$ )	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	D90-01	105,0	105,0	105,0	102,0
2	D90-02	105,0	105,0	105,0	105,0
3	D90-03	105,0	105,0	105,0	105,0
4	D90-04	105,0	105,0	105,0	104,0
5	D90-05	105,0	105,0	105,0	102,0
6	D90-06	105,0	102,0	105,0	99,0
7	D90-07	105,0	102,0	105,0	99,0
8	D90-08	105,0	105,0	105,0	102,0
9	D90-09	105,0	105,0	105,0	105,0
10	D90-10	105,0	105,0	105,0	103,0
11	D90-11	105,0	105,0	105,0	103,0
12	D90-12	105,0	105,0	105,0	103,0
13	D90-13	105,0	105,0	105,0	103,0
14	D90-14	105,0	103,0	105,0	101,0
15	D90-prop2	105,0	105,0	105,0	105,0
16	D90-prop3	105,0	105,0	105,0	105,0
17	D90-prop4	105,0	105,0	105,0	105,0

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w ramach efektu skumulowanego z zastosowaniem trybu SRH w porze nocy dla wariantu I, przedstawiono w załącznikach 6 i 8. Dla pory dnia, z uwagi na brak przekroczeń wartości dopuszczalnych, nie jest wymagana redukcja hałasu, stąd nie przeprowadzono dla tej pory dodatkowych analiz akustycznych.

Otrzymane w wyniku symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku A wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem, dla realizacji Inwestycji z uwzględnieniem przedstawionej powyżej optymalizacji akustycznej farmy wiatrowej, zebrane zostały w tabelach 21 i 22.

Tabela 21. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego, z zastosowaniem trybów SRH - wariant I, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	44,1	43,9	55	45	--	--
PR02	ZZ	40,8	40,7	55	45	--	--
PR03	ZZ	43,0	42,5	55	45	--	--
PR04	ZZ	41,1	41,0	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,2	43,2	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,9	42,4	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,7	44,3	55	45	--	--
PR08	ZZ	46,3	44,8	55	45	--	--
PR09	ZZ	44,0	43,3	55	45	--	--
PR10	ZZ	43,6	43,0	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,7	43,6	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,3	43,3	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,4	44,3	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,5	42,4	55	45	--	--
PR15	ZZ	38,2	37,6	55	45	--	--
PR16	ZZ	43,8	42,5	55	45	--	--
PR17	ZZ	45,5	44,0	55	45	--	--
PR18	ZZ	43,3	43,2	55	45	--	--
PR19	ZZ	43,4	43,1	55	45	--	--
PR20	ZZ	42,5	42,4	55	45	--	--
PR21	ZZ	42,4	42,4	55	45	--	--
PR22	ZZ	40,4	40,4	55	45	--	--
PS01	ZZ	40,3	40,2	55	45	--	--
PS02	ZZ	42,3	42,3	55	45	--	--
PS03	ZZ	42,8	42,8	55	45	--	--
PS04	ZZ	43,1	43,0	55	45	--	--
PS05	ZZ	43,0	42,9	55	45	--	--
PS06	ZZ	42,0	41,9	55	45	--	--
PS07	ZZ	40,9	40,7	55	45	--	--
PS08	ZZ	41,5	41,5	55	45	--	--
PS09	ZZ	43,3	42,3	55	45	--	--

PS10	ZZ	43,5	41,8	55	45	--	--
PS11	ZZ	38,7	38,7	55	45	--	--

Tabela 22. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego, z zastosowaniem trybów SRH - wariant I, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	46,1	44,7	55	45	--	--
PR02	ZZ	43,0	41,2	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,3	43,8	55	45	--	--
PR04	ZZ	43,4	42,9	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,5	44,9	55	45	--	--
PR06	ZZ	45,3	43,2	55	45	--	--
PR07	ZZ	47,0	44,2	55	45	--	--
PR08	ZZ	48,6	44,8	55	45	--	--
PR09	ZZ	46,3	44,1	55	45	--	--
PR10	ZZ	46,0	43,5	55	45	--	--
PR11	ZZ	45,9	44,0	55	45	--	--
PR12	ZZ	45,6	43,6	55	45	--	--
PR13	ZZ	46,6	44,6	55	45	--	--
PR14	ZZ	44,8	42,8	55	45	--	--
PR15	ZZ	40,6	38,5	55	45	--	--
PR16	ZZ	46,1	43,5	55	45	--	--
PR17	ZZ	47,7	44,9	55	45	--	--
PR18	ZZ	45,6	44,0	55	45	--	--
PR19	ZZ	45,8	43,8	55	45	--	--
PR20	ZZ	44,9	44,0	55	45	--	--
PR21	ZZ	44,7	44,6	55	45	--	--
PR22	ZZ	42,5	42,5	55	45	--	--
PS01	ZZ	42,1	41,9	55	45	--	--
PS02	ZZ	44,1	43,8	55	45	--	--
PS03	ZZ	44,7	44,3	55	45	--	--
PS04	ZZ	45,0	44,5	55	45	--	--
PS05	ZZ	44,8	44,4	55	45	--	--
PS06	ZZ	44,0	43,2	55	45	--	--
PS07	ZZ	42,8	42,2	55	45	--	--
PS08	ZZ	43,3	43,1	55	45	--	--
PS09	ZZ	45,6	43,9	55	45	--	--
PS10	ZZ	45,7	43,9	55	45	--	--
PS11	ZZ	40,8	40,7	55	45	--	--

**WARIANT II - 12 turbin wiatrowych**

W oparciu o wykonane dodatkowe analizy efektu skumulowanego z wykorzystaniem systemów redukcji hałasu SRH, określono, że aby dotrzymać standardy klimatu akustycznego, w wariantcie II należy obniżyć poziom mocy akustycznej dwóch turbin: D90-06 i D90-07 w okresie wiosenno-letnio-jesiennym ( $G=0,9$ ) oraz dziewięciu turbin: D90-01, D90-04, D90-05, D90-06, D90-07, D90-08, D90-11, D90-12, D90-13 w okresie zimowym ( $G=0,2$ ).

**Tabela 23.** Wartości maksymalnych poziomów mocy akustycznej turbin po optymalizacji (wariant II), gwarantujące dotrzymanie standardów klimatu akustycznego na terenach podlegających ochronie przed hałasem - efekt skumulowany

Lp.	Symbol turbiny	Maksymalny poziom mocy akustycznej [dBA]			
		Pora wiosny, lata i jesieni ( $G=0,9$ )		Pora zimy ( $G=0,2$ )	
		Dzień	Noc	Dzień	Noc
1	D90-01	105,0	105,0	105,0	104,0
2	D90-02	105,0	105,0	105,0	105,0
3	D90-03	105,0	105,0	105,0	105,0
4	D90-04	105,0	105,0	105,0	104,0
5	D90-05	105,0	105,0	105,0	103,0
6	D90-06	105,0	104,0	105,0	101,0
7	D90-07	105,0	104,0	105,0	101,0
8	D90-08	105,0	105,0	105,0	103,0
9	D90-11	105,0	105,0	105,0	104,0
10	D90-12	105,0	105,0	105,0	103,0
11	D90-13	105,0	105,0	105,0	102,0
12	D90-14	105,0	105,0	105,0	105,0

Graficzną postać symulacji rozprzestrzeniania się hałasu w ramach efektu skumulowanego z zastosowaniem trybu SRH w porze nocy dla wariantu II, przedstawiono w załącznikach 14 i 16. Dla pory dnia, z uwagi na brak przekroczeń wartości dopuszczalnych, nie jest wymagana redukcja hałasu, stąd nie przeprowadzono dla tej pory dodatkowych analiz akustycznych.

Otrzymane w wyniku symulacji wartości równoważnego poziomu dźwięku A wyznaczone dla punktów referencyjnych zlokalizowanych na terenach podlegających ochronie przed hałasem dla realizacji Inwestycji z uwzględnieniem przedstawionej powyżej optymalizacji akustycznej farmy wiatrowej zebrane zostały w tabelach 24 i 25.

Tabela 24. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego, z zastosowaniem trybów SRH - wariant II, G=0,9

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	43,3	43,2	55	45	--	--
PR02	ZZ	41,2	41,2	55	45	--	--
PR03	ZZ	42,9	42,7	55	45	--	--
PR04	ZZ	41,0	41,0	55	45	--	--
PR05	ZZ	43,0	43,0	55	45	--	--
PR06	ZZ	42,7	42,5	55	45	--	--
PR07	ZZ	44,5	44,3	55	45	--	--
PR08	ZZ	45,6	44,9	55	45	--	--
PR09	ZZ	41,8	41,3	55	45	--	--
PR10	ZZ	41,7	41,4	55	45	--	--
PR11	ZZ	43,7	43,7	55	45	--	--
PR12	ZZ	43,5	43,5	55	45	--	--
PR13	ZZ	44,4	44,4	55	45	--	--
PR14	ZZ	42,6	42,5	55	45	--	--
PR15	ZZ	41,7	41,6	55	45	--	--
PS01	ZZ	40,2	40,2	55	45	--	--
PS02	ZZ	42,2	42,2	55	45	--	--
PS03	ZZ	42,6	42,5	55	45	--	--
PS04	ZZ	42,9	42,8	55	45	--	--
PS05	ZZ	42,7	42,7	55	45	--	--
PS06	ZZ	41,7	41,6	55	45	--	--
PS07	ZZ	40,3	40,2	55	45	--	--
PS08	ZZ	40,0	40,0	55	45	--	--
PS09	ZZ	41,5	41,0	55	45	--	--
PS10	ZZ	43,3	41,6	55	45	--	--
PS11	ZZ	40,9	40,8	55	45	--	--

Tabela 25. Wyznaczone równoważne poziomy dźwięku A dla pory dnia i nocy w obranych punktach referencyjnych dla oddziaływania w ramach efektu skumulowanego, z zastosowaniem trybów SRH - wariant II, G=0,2

Nazwa	Funkcja terenu	Poziom wyznaczony		Poziom zalecany		Przekroczenia	
		Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy	Pora dnia	Pora nocy
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)
PR01	ZZ	45,3	44,6	55	45	--	--
PR02	ZZ	43,4	42,6	55	45	--	--
PR03	ZZ	45,2	44,1	55	45	--	--
PR04	ZZ	43,3	43,0	55	45	--	--
PR05	ZZ	45,3	44,7	55	45	--	--
PR06	ZZ	45,1	43,5	55	45	--	--
PR07	ZZ	46,8	44,8	55	45	--	--
PR08	ZZ	47,8	44,8	55	45	--	--
PR09	ZZ	44,1	41,5	55	45	--	--
PR10	ZZ	44,0	41,7	55	45	--	--
PR11	ZZ	46,0	44,7	55	45	--	--
PR12	ZZ	45,8	44,5	55	45	--	--
PR13	ZZ	46,6	44,6	55	45	--	--
PR14	ZZ	44,8	43,0	55	45	--	--
PR15	ZZ	44,0	43,5	55	45	--	--
PS01	ZZ	41,9	41,8	55	45	--	--
PS02	ZZ	44,0	43,8	55	45	--	--
PS03	ZZ	44,4	44,1	55	45	--	--
PS04	ZZ	44,7	44,4	55	45	--	--
PS05	ZZ	44,6	44,2	55	45	--	--
PS06	ZZ	43,6	43,1	55	45	--	--
PS07	ZZ	42,2	41,8	55	45	--	--
PS08	ZZ	41,8	41,6	55	45	--	--
PS09	ZZ	43,8	43,2	55	45	--	--
PS10	ZZ	45,5	43,8	55	45	--	--
PS11	ZZ	43,2	42,6	55	45	--	--

### 5.3 Etap likwidacji farmy wiatrowej

Okres eksploatacji farmy wiatrowej wynosi około 20 do 30 lat. Na chwilę obecną nie jest przesądzone, co stanie się z elektrowniami po upływie tego czasu. Zakłada się, że po zakończeniu eksploatacji turbin, nastąpi usunięcie konstrukcji lub wymiana wyeksploatowanych urządzeń na nowe.

Niezależnie od decyzji, oddziaływanie akustyczne na środowisko będzie podobne jak na etapie budowy farmy. Będzie ono związane głównie z okresowym użytkowaniem maszyn i urządzeń niezbędnych przy pracach demontażowych oraz ruchem pojazdów wywożących elementy turbin z terenu farmy wiatrowej.

W przypadku skarg na uciążliwość akustyczną prac budowlanych na etapie likwidacji farmy wiatrowej, należy wykonać pomiary kontrolne, na podstawie których będzie można sformułować propozycje działań ochronnych.



## 6. Wnioski

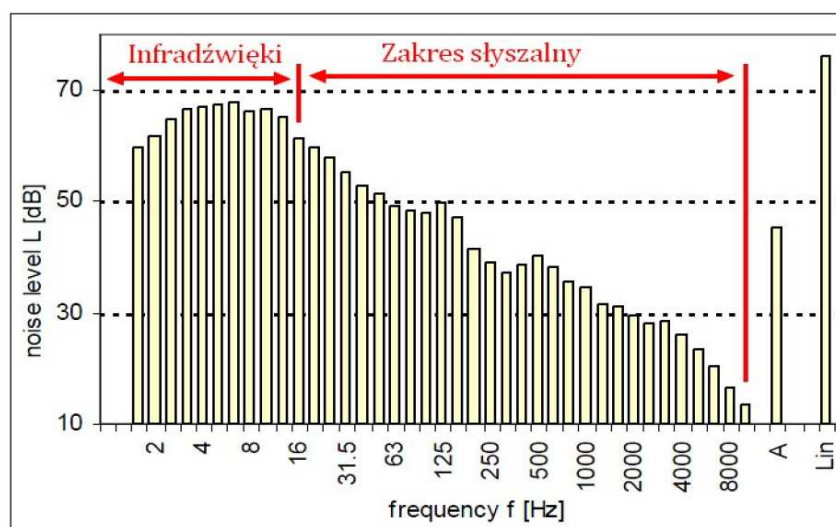
Na podstawie przeprowadzonych analiz symulacji propagacji dźwięku w środowisku można stwierdzić, że hałas wynikający z eksploatacji planowanej Inwestycji polegającej na budowie parku elektrowni wiatrowych Mała Wieś przy zastosowaniu turbin o maksymalnym poziomie mocy akustycznej wynoszącym 105,0 dBA oraz wysokości środka wirnika nie przekraczającej 120 m ppt., nie będzie stanowić zagrożenia klimatu akustycznego w porze dnia w stosunku do terenów podlegających ochronie przed hałasem znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie terenu Inwestycji.

W porze nocy konieczne będzie zastosowanie ograniczenia poziomów mocy akustycznej turbin w przypadku obu wariantów zarówno w okresie wiosenno-letnio-jesiennym ( $G=0,9$ ), jak i w okresie zimowym ( $G=0,2$ ). Ograniczenia te zrealizowane zostaną poprzez zastosowanie aktywnego systemu redukcji hałasu (SRH) załączanego wyłącznie w porze nocy na odpowiednich turbinach.

## 7. Infradźwięki

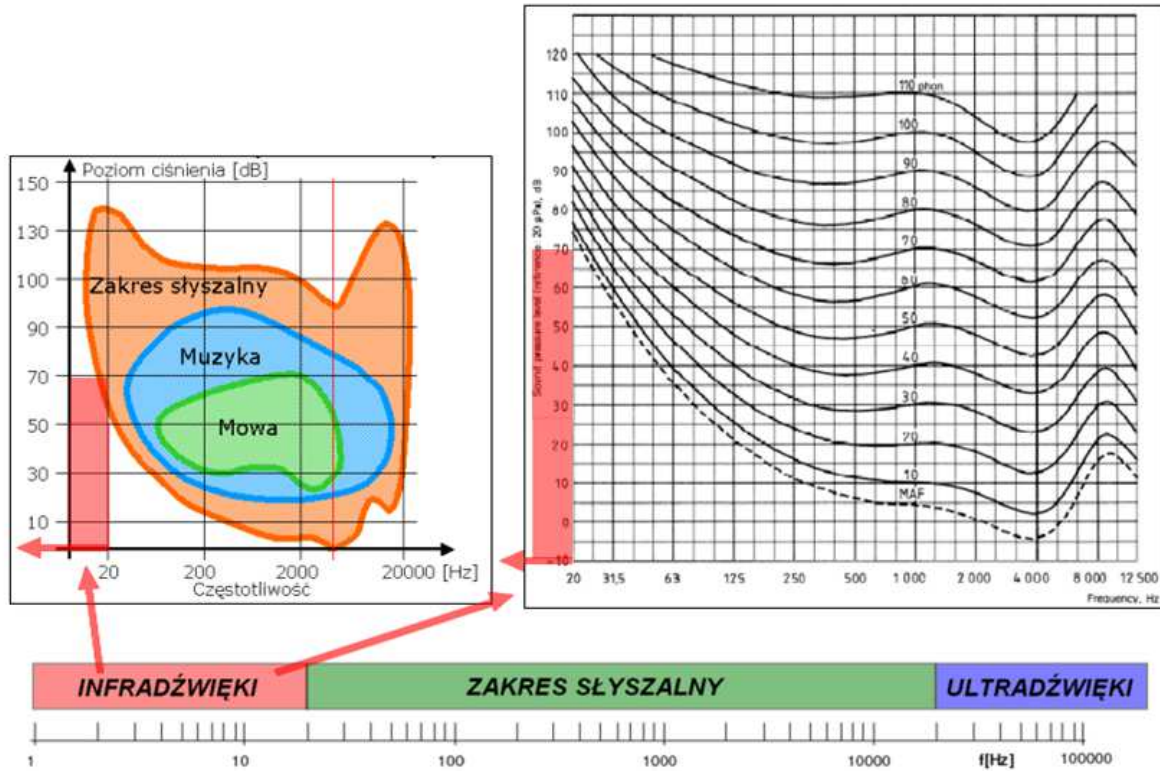
Infradźwięki, jako fale akustyczne o częstotliwości w zakresie od 1 Hz do 16 Hz w przedmiotowych analizach zostały ujęte jako oddziaływanie nie istotne pod względem wpływu na uciążliwość i zdrowie ludzi. Z jednej strony jest to spowodowane faktem obecnego stanu wiedzy nt. badań hałasu infradźwiękowego [np. DELTA Danish Electronics, Light & Acoustics, Aalborg Univ., *Low Frequency Noise from Large Wind Turbines*, April 2008], który przedstawia stanowisko braku negatywnego wpływu eksploatacji turbin wiatrowych na zdrowie ludzi oraz braku możliwości technicznych analiz hałasu infradźwiękowego w środowisku. Ograniczenia techniczne obejmują również brak na rynku krajowym i światowym komercyjnych programów symulacyjnych, przy pomocy których istnieje możliwość wykonania analiz i prognoz w zakresie infradźwięków, co wynika bezpośrednio z braku zdefiniowanych wymagań prawnych w zakresie prowadzenia analiz hałasu infradźwiękowego oraz samych wartości dopuszczalnych dla infradźwięków w środowisku.

W ujęciu samej percepcji dźwięków w zakresie częstotliwości między 1 Hz do 16 Hz, hałas powodowany pracą turbin wiatrowych może być nawet poniżej progu percepcji człowieka dla tego zakresu częstotliwości. Opierając się na badaniach dr Marii Golec z Politechniki Poznańskiej (Golec M., Golec Z., Cempel C., Hałas Turbiny Wiatrowej VESTAS V80 podczas eksploatacji, *Wind Turbine Noise 2005*, Berlin Niemcy, 2005) przeprowadzonych na farmie wiatrowej w m. Wolin w 2005 roku, gdzie badano oddziaływania akustyczne pracujących turbin wiatrowych Vestas V80 o mocy 2 MW, w odległości około 150 metrów otrzymano poziomy dźwięku w zakresie infradźwięków nie większe niż 70 dB. Prezentowany poniżej wykres przedstawia widmo dźwięku bez korekty częstotliwościowej od 1 Hz do 16 kHz z liniowym poziomem równoważnym i poziomem dźwięku A.



Rysunek 1. Widmo dźwięku pracującej turbiny Vestas V80 określony w odległości około 150 metrów

Przedstawione powyżej wyniki badań [Golec, 2005], czyli uzyskane 70 dB w zakresie do 16 Hz można odnieść do krzywych jednakowej głośności mierzonych w fonach. Analiza wyników wskazuje, że poziom dźwięku pracujących turbin wiatrowych w zakresie infradźwięków może być nawet poniżej progu percepcji ucha ludzkiego.



Rysunek 2. Infradźwięki w zakresach słyszalności ucha ludzkiego, opracowanie własne na podstawie [www.serwis.wypadek.pl](http://www.serwis.wypadek.pl)

## 8. Załączniki

- Załącznik 1 Symulacja - Wariant I, G=0,9
- Załącznik 2 Symulacja - Wariant I, G=0,9 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 3 Symulacja - Wariant I, G=0,2
- Załącznik 4 Symulacja - Wariant I, G=0,2 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 5 Symulacja - Wariant I - skumulowany, G=0,9
- Załącznik 6 Symulacja - Wariant I - skumulowany, G=0,9 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 7 Symulacja - Wariant I - skumulowany, G=0,2
- Załącznik 8 Symulacja - Wariant I - skumulowany, G=0,2 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 9 Symulacja - Wariant II, G=0,9
- Załącznik 10 Symulacja - Wariant II, G=0,9 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 11 Symulacja - Wariant II, G=0,2
- Załącznik 12 Symulacja - Wariant II, G=0,2 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 13 Symulacja - Wariant II - skumulowany, G=0,9
- Załącznik 14 Symulacja - Wariant II - skumulowany, G=0,9 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 15 Symulacja - Wariant II - skumulowany, G=0,2
- Załącznik 16 Symulacja - Wariant II - skumulowany, G=0,2 OPTYMALIZACJA
- Załącznik 17 Dane wejściowe
- Załącznik A Pismo Wójta Gminy Mała Wieś
- Załącznik B Pismo Wójta Gminy Bodzanów
- Załącznik C Pismo Wójta Gminy Bulkowo