



Metodyka obliczeń hałasu farm wiatrowych

Metodyka obliczeń hałasu przemysłowego do jakiego zalicza się hałas farm wiatrowych określona jest w przepisach polskich w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 7 listopada 2014 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji oraz pomiarów ilości pobieranej wody /Dz. U. z 2014 r., poz. 1542/ oraz w przepisach unijnych w Dyrektywie 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady Unii Europejskiej z dnia 25 czerwca 2002 r. w sprawie oceny i kontroli poziomu hałasu w środowisku. Zgodnie z ww. dokumentami, do obliczeń należy stosować metodykę opartą na normie PN-ISO 9613-2 *Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania*.

Nie ma zatem znaczenia jakiego programu użyjemy do obliczeń (IMMI, Cadna, SoundPlan, WindPro, itp.) pod warunkiem, że wykonuje on obliczenia zgodnie z ISO 9613-2. Generalnie nie powinno być różnic w obliczeniach wykonanymi różnymi programami, które wykonują obliczenia w oparciu o tą samą metodę. Oczywiście pewne różnice występują, gdyż różnie to bywa z implementacją metody w programach przez programistów.

Niezależnie od powyższego należy zauważyć, że metoda ISO 9613-2 ma swoje ograniczenia co do stosowania (mimo że jest to metoda zalecana do takich obliczeń). W opisie zakresu stosowalności normy czytamy, że ma ona zastosowanie dla źródeł, które znajdują się blisko powierzchni ziemi. Ponadto, dokładność metody określono jedynie dla źródeł zainstalowanych do wysokości 30 m. W przypadku farm wiatrowych mamy do czynienia ze źródłami zainstalowanymi najczęściej na wysokości ok. 100 m. Nie wyklucza to jednak zastosowania tej metody do obliczeń rozprzestrzeniania hałasu w otoczeniu farm wiatrowych. Wymaga to jednak świadomości wykonującego analizę i odpowiedniego uwzględnienia ograniczeń metody.

Należy pamiętać, że programy obliczeniowe są tylko narzędziem do wykonania oceny. Nie można ich wykorzystywać bez wiedzy w zakresie akustyki i podstaw teoretycznych w zakresie rozprzestrzeniania się dźwięku w środowisku. Ocena hałasu to nie tylko bezkrytyczny wynik obliczeń „wyrzucony” przez program. W wielu przypadkach mamy do czynienia jedynie z „operatorami” programów, którzy wykonują obliczenia bez żadnej wiedzy z zakresu akustyki. Wprowadzają dane do programu i wykonują obliczenia bez znajomości znaczenia ustawianych w programach parametrów obliczeń.

Pochłanianie przez grunt

Wg ISO 9613-2 wpływ pochłaniania przez powierzchnię gruntu Agr zdefiniowane jest wzorem ogólnym:

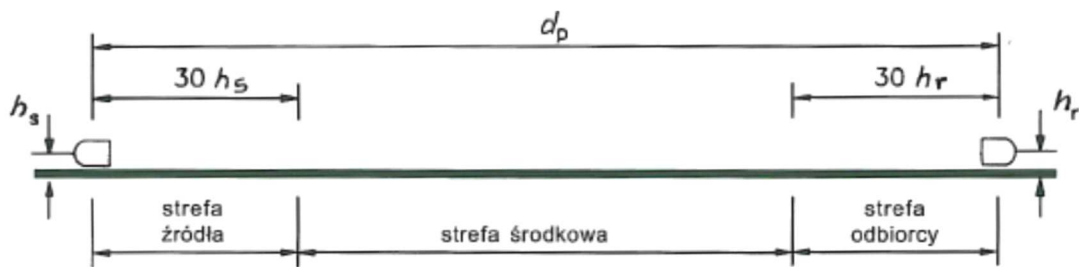
$$Agr = As + Ar + Am$$

gdzie:

As – tłumienie w strefie źródła (określone współczynnikiem tłumienia gruntu Gs)

Ar – tłumienie w strefie odbioru (określone współczynnikiem tłumienia gruntu Gr)

Am – tłumienie w strefie środkowej (określone współczynnikiem tłumienia gruntu Gm)



Rysunek 1 – Trzy charakterystyczne strefy do określenia tłumienia gruntu

Zatem najpierw oblicza się tłumienia w poszczególnych strefach. Oczywiście jeśli przyjmujemy jedno G dla całego obszaru to wówczas $G=G_s=G_r=G_m$.

Parametr G , w zależności od rodzaju gruntu, przyjmuje następujące wartości :

- grunt twardy obejmuje bruk, wodę, lód, beton i wszystkie inne powierzchnie o małej porowatości. Dla gruntu twardego $G = 0$;
- grunt porowaty obejmuje powierzchnię ziemi pokrytą trawą, drzewami lub inną zielenią i wszystkie powierzchnie gruntu odpowiednie dla rozwoju roślinności np. pola uprawne. Dla gruntu porowatego $G = 1$;
- grunt mieszany: jeśli powierzchnia składa się zarówno z gruntu twardego, jak i porowatego, to G przyjmuje się z zakresu od 0 do 1, przyjmując wartość równą ułamkowi gruntu porowatego;

W modelach obliczeniowych przyjęło się przyjmować do obliczeń wartość G na poziomie np. 0,7 czy 0,9. Tak naprawdę, aby dokładnie odzwierciedlić rzeczywiste warunki, należałoby w modelu obliczeniowy wprowadzać dokładne obszary o zmiennym G w zależności o rodzaju gruntu. Np. w rejonie turbin gdzie najczęściej są pola uprawne byłoby to 1 a w rejonach zabudowy gdzie najczęściej są powierzchnie twarde 0 (odbicie fali następuje właśnie w rejonie punktu odbioru). W obliczeniach istotny jest rodzaj gruntu w miejscu w którym następuje rzeczywiste odbicie fali akustycznej.

Przy analizie emisji hałasu ze źródeł zainstalowanych wysoko nad powierzchnią gruntu (tak jak ma to miejsce w przypadku farmy wiatrowej, gdzie źródło dźwięku zainstalowane jest na wysokości rzędu 100 m), wpływ pochłaniania przez powierzchnię gruntu (rodzaj gruntu) jest tak naprawdę pomijalny i nieistotny. Dokładniej mówiąc, w przypadku fali akustycznej padającej z wysoka do punktu który jest blisko powierzchni ziemi, następuje pełne odbicie od powierzchni gruntu jak od powierzchni twardej (niezależnie od rodzaju powierzchni). Zatem w obliczeniach tego typu, należy przyjmować $G = 0$ (wynika to z teorii pochłaniania przez grunt przy takich kątach padania fali akustycznej z jakimi mamy tutaj do czynienia). Oczywiście jest to założenie teoretyczne i obarczone pewną niepewnością. Niemniej przyjmując taki model obliczeniowy, jest to najkorzystniejsze dla Inwestora a także dla mieszkańców. Przy takim założeniu obliczenia wykonywane są dla najmniej korzystnej sytuacji (otrzymujemy największe zasięgi). Tak więc chroni to inwestora przed późniejszymi kłopotami z przekroczeniami.

Należy także zwrócić uwagę, że aby wykonać obliczenia z uwzględnieniem współczynnika G , konieczne jest wprowadzenie poziomu mocy akustycznej turbiny w postaci widma. W przeciwnym wypadku (gdy mamy do dyspozycji tylko LWA), metoda ISO 9613-2 liczy pochłanianie przez grunt w sposób uproszczony, gdzie współczynnik G nie jest uwzględniany. Zatem jeśli nie mamy danych dla źródła dźwięku podanych w pasmach częstotliwości to nie ma możliwości wykonania obliczeń z uwzględnieniem parametru G (wówczas pochłanianie przez grunt jest obliczane z innych wzorów). W ostateczności można przypisać LWA do częstotliwości 500 Hz na co pozwala ISO 9613-2.

Jeśli jakieś programy uwzględniają w obliczeniach parametr G mimo braku zdefiniowanego źródła w pasmach częstotliwości to:

1. jest to błąd obsługującego program (program to tylko narzędzie obliczeniowe z którego trzeba umieć korzystać tzn. mieć wiedzę co dane parametry oznaczają),
2. jest to błąd programu (pytanie do producenta co w ogóle i wg jakich algorytmów program liczy bo być może nie wg ISO 9613-2),
3. prawdopodobnie program przyjmuje jakieś standardowe widmo i rozkłada podany poziom LWA na pasma lub przyjmuje, że są to dane dla 500 Hz i wykonuje obliczenia dla jednego pasma częstotliwości.

Na koniec, warto także zwrócić uwagę, że różnice w obliczeniach pomiędzy $G=0$ i $G=1$ są na poziomie 2 dB (dla parametrów: wysokość źródła 100 m, wysokość punktu obliczeniowego 4 m, odległość między źródłem a odbiornikiem 400 m), a więc nie są to duże różnice.

Dokładność metody

Przy obliczeniach należy także pamiętać o dokładności samej metody ISO oraz dokładności parametrów wejściowych do obliczeń.

Według ISO 9613 błąd metody obliczeniowej tłumienia dźwięku w przestrzeni ($\delta_{L_{Ap}}$) wynosi $\delta_{L_{Ap}} = \pm 3$ dB, dla wysokości $h_p = 0...30$ m i odległości między źródłem hałasu i punktem obserwacji $d = 10...1000$ m (h_p – oznacza średnią wysokość źródła i punktu obserwacji). Zatem wykonanie obliczeń w oparciu o ISO-9613 oznacza, że błąd obliczeń zawiera się w granicach ± 3 dB. Dla źródeł zainstalowanych wyżej, błąd ten może być jeszcze większy.

Poziom mocy akustycznej turbin, podawany w danych katalogowych przez producentów, także deklarowany jest z pewną niepewnością (rzędu 2 dB).

Z powyższego wynika, że jeśli farma zoptymalizowana zostanie „na styk” to później mogą wystąpić problemy z przekroczeniami i nie będzie już dalszej możliwości regulacji turbin (pozostanie wyłączenie turbin w porze nocy).

Tym bardziej warto na etapie obliczeń wykonać analizy dla najgorszej możliwej sytuacji stosując zasadę przezorności.

Prędkość wiatru

Metoda ISO 9613-2 nie uwzględnia prędkości wiatru w obliczeniach. Założeniem i ograniczeniem normy jest zapis, że obliczenia są słuszne dla prędkości wiatru od 1 do 5 m/s, a obliczenia prowadzone są dla propagacji hałasu z wiatrem.

Oczywiście można dodatkowo wprowadzić do modelu różę wiatrów, niemniej różnice w obliczeniach wynikające z jej uwzględniania są nieistotne (niezauważalne).

W przypadku farm wiatrowych prędkość wiatru uwzględniania jest w obliczeniach w sposób pośredni. Poziom mocy akustycznej turbin zależny jest prędkości wiatru.

Do obliczeń przyjmowany jest maksymalny poziom mocy akustycznej, jaki turbiny osiągają przy prędkości wiatru ok. 7 m/s.

Wilgotność i temperatura

Metodyka ISO-9613-2 uwzględnia tłumienie wynikające z pochłaniania przez atmosferę. Współczynnik ten zależy silnie od częstotliwości dźwięku, temperatury otoczenia i wilgotności względnej powietrza, ale tylko w niewielkim stopniu od ciśnienia otoczenia.

Zgodnie z normą ISO 9613-2 przy obliczeniach należy brać pod uwagę średnie wartości warunków atmosferycznych, charakterystyczne dla danego regionu. Typowo przyjmuje się wartości $T = 10^{\circ}\text{C}$ i $H = 70\%$. Parametry te wprowadzają jedne z najniższych wartości tłumienia przez atmosferę do obliczeń. Niemniej nie zawsze tak jest, dlatego każdorazowo powinno sprawdzić się jakie warunki meteorologiczne występują na danym terenie oraz dla jakich parametrów otrzymamy wariant najmniej korzystny z punktu widzenia propagacji hałasu.

Podsumowanie

Niezależnie od powyższych uwag i wniosków na temat naszym zdaniem prawidłowego podejścia do obliczeń rozprzestrzeniania hałasu w otoczeniu farm wiatrowych, możemy wykonać obliczenia dla dowolnych parametrów modelu. Możemy do obliczeń przyjąć takie parametry jakie zażyczy sobie zamawiający (oczywiście w zakresie jaki pozwala na to norma ISO 9613-2).

Opracowanie:
Tomasz Habrat

Data: 14.02.2015 r.

UWAGA:

Publikowanie, kopiowanie lub rozpowszechnianie informacji nie będących całością opracowania, bez zgody autora jest zabronione.