

Wnioski

Projekt „Hałas o niskich częstotliwościach emitowany przez duże turbiny wiatrowe” polega na serii badań mających na celu powiększenie zasobu wiedzy na temat hałasu o niskich częstotliwościach emitowanego przez turbiny wiatrowe.

Niniejszy raport omawia część projektu dotyczącą czynników obiektywnych, takich jak emisja hałasu, pomiary hałasu i ich wyniki, propagacja dźwięku, słyszalność oraz maskowanie. Wyniki tych badań służą do zaproponowania spójnej metodologii przewidywania poziomu hałasu o niskich częstotliwościach w pobliżu turbin wiatrowych, zarówno wewnątrz pomieszczeń, jak i na zewnątrz. Zaproponowano również metodologię oceny słyszalności oraz maskowania hałasu o niskich częstotliwościach.

Uciążliwość hałasu o niskich częstotliwościach zostanie omówiona w ramach innej części projektu, realizowanej przez Katedrę Akustyki Uniwersytetu w Aalborg oraz DELTA. W niniejszym raporcie odniesiono się zaledwie do kilku kwestii związanych z uciążliwością na podstawie pomiarów dokonanych w okolicy turbin wiatrowych.

Wyniki zaprezentowane w niniejszym raporcie są poprawne dla typowych turbin wiatrowych o trójłopatowych wirnikach w układzie nawietrznym. Ten rodzaj turbin wiatrowych jest wykorzystywany od ponad 20 lat i jest najbardziej rozpowszechniony w produkcji i budowie.

Projekt dotyczy hałasu emitowanego przez duże turbiny wiatrowe. Ponieważ większość turbin o mocy znamionowej rzędu 2 MW jest uznawana za powszechnie dostępne, określenie „duże turbiny wiatrowe” oznacza urządzenia o mocy znamionowej przekraczającej 2 MW.

Wszystkie duże turbiny wiatrowe badane w ramach projektu to prototypy znajdujące się we wczesnej fazie rozwoju, podlegające ciągłym zmianom, również w zakresie emisji hałasu. Na podstawie pomiarów hałasu wykonanych w ramach projektu stwierdzono, że w przypadku kilku badanych urządzeń wystąpił hałas o niskich częstotliwościach. Nie jest to zjawisko nietypowe dla prototypów; z reguły produkcyjna wersja urządzeń posiada o wiele lepsze parametry w zakresie emisji hałasu, w szczególności słyszalnych tonów. Słyszalne tony w hałasie generowanym przez turbiny wiatrowe są przez większość krajów uznawane za niedopuszczalne i skutkują karami w procesie oceny zgodności z normami dotyczącymi emisji hałasu. Stanowi to zachętę dla producentów do redukcji hałasu.

Na podstawie badań przeprowadzonych w ramach projektu można wyciągnąć następujące wnioski:

Infradźwięki

- Turbiny wiatrowe nie emitują słyszalnych infradźwięków. Jest to ogólny wniosek, wspólny dla wszystkich badaczy i techników, wyciągnięty na podstawie analizy literatury. Emitowane poziomy są zdecydowanie poniżej progu słyszalności. Wniosek ten został potwierdzony modelowymi obliczeniami wykonanymi przez RISØ DTU oraz pomiarami wykonanymi w ramach projektu dla dużych turbin wiatrowych.

Zmiany charakterystyki dźwiękowej wraz ze wzrostem rozmiaru turbin wiatrowych

- Moc dźwięku emitowanego przez turbiny wiatrowe wzrasta wraz z mocą znamionową turbin, czyli ich rozmiarem. Stwierdzono, że wzrost ten jest mniejszy w przypadku turbin

o mocy znamionowej powyżej 1 MW niż w grupie turbin o mocy znamionowej poniżej 1 MW.

- Spektrum częstotliwości szumu aerodynamicznego pochodzącego od łopat wirnika największych turbin wiatrowych nie odbiega znacząco od spektrum mniejszych urządzeń. Oznacza to, że w przypadku szumu aerodynamicznego emitowanego przez duże turbiny wiatrowe poziom dźwięków o niskiej częstotliwości nie jest większy, niż w przypadku mniejszych turbin.
- W przypadku badanych prototypów dużych turbin wiatrowych stwierdzono, iż względna ilość hałasu o niskich częstotliwościach jest nieznacznie większa, niż w przypadku mniejszych urządzeń. Jest to głównie spowodowane hałasem emitowanym przez przekładnię o częstotliwości poniżej 200 Hz. W tym przedziale częstotliwości w przypadku dużych turbin wiatrowych zaobserwowano wzrost poziomu hałasu o 2 – 3 dB. Oczekuje się, że gdy zostaną zastosowane odpowiednie środki zaradcze, wzrost ten w przypadku dużych turbin wiatrowych będzie niższy niż 1 dB.

Konsekwencje dla farm wiatrowych i poziomu hałasu wewnątrz pomieszczeń w sąsiedztwie farm wiatrowych

- Na podstawie porównania dużych turbin wiatrowych z mniejszymi urządzeniami oczekuje się, że hałas o niskich częstotliwościach wewnątrz pomieszczeń w sąsiedztwie farm wiatrowych nie wzrośnie. Wniosek ten jest poprawny dla domów znajdujących się w minimalnej odległości wynoszącej czterokrotność całkowitej wysokości turbiny, zgodnie z postanowieniami przepisów duńskich. Spełnienie tego wymogu będzie wymagało obniżenia emisji hałasu emitowanego przez duże turbiny wiatrowe przed wprowadzeniem ich na rynek.

Uciążliwość hałasu emitowanego przez turbiny wiatrowe

- Wyniki serii pomiarów wykonanych w sąsiedztwie instalacji testowej w Høvsøre wykazały dobrą korelację pomiędzy uciążliwością zaobserwowaną przez sąsiadów oraz występowaniem dźwięków o niskich częstotliwościach w hałasie emitowanym przez jedną z turbin wiatrowych.
- Uciążliwość hałasu o niskich częstotliwościach emitowanego przez turbiny wiatrowe zostanie szczegółowo przeanalizowana w ramach części projektu realizowanej na Uniwersytecie w Aalborg.

Metody pomiarów i przewidywania hałasu o niskich częstotliwościach emitowanego przez turbiny wiatrowe

- W ramach projektu opracowano zestaw narzędzi służących do przewidywania hałasu o niskich częstotliwościach występującego w sąsiedztwie farm wiatrowych wewnątrz oraz na zewnątrz pomieszczeń. Metodologia ta różni się od procedury zalecanej przez Duńską Agencję Ochrony Środowiska, co należy wziąć pod uwagę porównując uzyskane wyniki z zalecanymi progami hałasu.

- Choć w ramach badania nie stwierdzono znaczącego wzrostu emisji hałasu o niskich częstotliwościach, zaleca się, by rozszerzyć zakres przyszłych pomiarów o niskie częstotliwości co najmniej do 20 Hz.
- Metodologia oceny słyszalności i maskowania hałasu o niskich częstotliwościach została zaproponowana w ramach projektu.