

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Tytuł:</b>           | <b>Development of noise mitigation measures in offshore wind farm construction</b>  |
| <b>Autor:</b>           | Sven Koschinski, Karin Lüdemann   |
| <b>Data publikacji:</b> | 2013  |
| <b>Wersja online:</b>   | <a href="https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/meeresundkuestenschutz/downloads/Berichte-und-Positionspapiere/Mitigation-Measures-Underwater-Noise_2013-08-27_final.pdf">https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/meeresundkuestenschutz/downloads/Berichte-und-Positionspapiere/Mitigation-Measures-Underwater-Noise_2013-08-27_final.pdf</a> |
| <b>Zawartość:</b>       | Rozwiązania minimalizujące hałas podczas budowy morskiej farmy wiatrowej  |

Niniejsza publikacja stanowi podsumowanie dotychczasowej wiedzy na temat metod minimalizowania hałasu emitowanego podczas fundamentowania morskich turbin wiatrowych. Na podstawie praktycznych przykładów, modeli i koncepcji, autorzy publikacji przedstawili zaawansowane techniki ograniczające hałas wraz z opisem ich zastosowania oraz prezentacją wyników wielkości redukcji emisji. W dokumencie zawarto także informacje o alternatywnych koncepcjach fundamentów charakteryzujących się niską emisją hałasu podczas instalacji. Opracowanie bazuje na wynikach badań nad mitygacją hałasu zrealizowanych w Niemczech:

- pomiary natężenia dźwięku podczas używania kilku metod ograniczających hałas wykonane w 2005 i 2011 r. w Zatoce Lübeck<sup>1,2</sup>,
- badania wykonane w platformie pomiarowej FINO 2<sup>3</sup>,
- badania podczas budowy platformy FINO 3 poświęcone zastosowaniu dużej kurtyny bąbelkowej (big bubble curtain)<sup>4</sup>,
- badania nad metodami budowy oraz środkami ograniczającymi emisję hałasu podczas konstrukcji morskich turbin wiatrowych na Schall 3<sup>5</sup>,
- testy warstwowej kurtyny bąbelkowej na morskiej farmie wiatrowej Alpha Ventus na Morzu Północnym<sup>6</sup>,
- pomiary hałasu podczas budowy pierwszych komercyjnych morskich farm wiatrowych w Niemczech,
- badania nad efektywnością Hydro Sound Dampers<sup>7,8</sup> oraz encapsulated gas bubbles<sup>9</sup>.

W celu ograniczenia oddziaływania na środowisko morskie, a w tym na ssaki morskie i ryby, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) ustanowiła progi emisyjności hałasu, w obszarze niemieckiej wyłącznej strefy ekonomicznej, dla odległości 750 m od źródła hałasu, wynoszące<sup>10,11</sup>:

- 160 dB SEL (z ang. sound exposure level) – poziom ciśnienia akustycznego pojedynczego uderzenia. Wartość hałasu uśredniona energetycznie odniesiona do 1 sekundy. Poziom SEL nadawany jest w celu charakteryzowania pojedynczego zdarzenia akustycznego, niezależnie od faktycznego czasu ich trwania. Wartość nie uwzględnia poziomów tła, lub
- 190 dB peak to peak – oznacza wartość dla amplitudy fali dźwiękowej i wyraża różnicę pomiędzy najwyższą wartością dodatnią i najwyższą wartością ujemną amplitudy danej fali. W przeciwieństwie do SEL nie jest to wartość uśredniona.

W dokumencie przedstawiono następujące rozwiązania ograniczające emisję hałasu podczas fundamentowania morskich turbin wiatrowych:

<sup>1</sup> SCHULTZ-VON GLAHN et al. 2006,

<sup>2</sup> WILKE et al. 2012

<sup>3</sup> ELMER et al. 2007b

<sup>4</sup> GRIEBMANN et al. 2009

<sup>5</sup> RUSTEMEIER et al. 2012

<sup>6</sup> BETKE & MATUSCHEK 2010

<sup>7</sup> ELMER 2010

<sup>8</sup> ELMER et al. 2011, 2012

<sup>9</sup> LEE et al. 2010, 2011, 2012

<sup>10</sup> UMWELTBUNDESAMT 2011,

<sup>11</sup> BSH 2012

- kurtyna bąbelkowa (z ang. bubble curtain) – skuteczna technika stosowana w wielu konfiguracjach doświadczalnych i praktycznych<sup>12,13,14</sup>. Polega na formowaniu wokół fundamentu swobodnie unoszących się pęcherzyków powietrza wytworzonych przez sprężone powietrze wtryskiwane do wody przez pierścień rur otaczających fundament,
- obudowy izolacyjne (z ang. isolation casings) – składa się ze stalowej rury otaczającej fundament, która w zależności od rozwiązania wypełniona jest dodatkowymi warstwami (pianki, kompozyty, swobodnie rosnące wewnątrz baniek),
- grodzie (z ang. cofferdams) – podobnie jak w przypadku poprzedniego rozwiązania, instalowane są elementy izolujące wokół fundamentów, jednakże przestrzeń pomiędzy strukturami jest całkowicie odwodniona. Wbijanie fundamentów dokonywane jest na powietrzu a nie w wodzie,
- Hydro Sound Dampers (HSD) / “Encapsulated Bubbles” – struktura umieszczana wokół fundamentów składająca się z małych elastycznych baloników napełnionych gazem oraz wytrzymałych elementów z pianki,
- ulepszenia procesu palowania – poprzez zastosowanie elementów zmniejszających emisję hałasu takich jak np. elastyczne poduszki, które jednocześnie chronią urządzenia palujące. Dodatkowo opracowane zostały techniki modelowania emisji hałasu, umożliwiające optymalizację doboru komponentów, dla których prace będą generować mniejszy hałas.

W publikacji przedstawiono także techniki fundamentowania oraz rodzaje fundamentów i turbin wiatrowych, które zgodnie z opracowanymi badaniami wpływają na ograniczenie emisji hałasu podczas prac instalacyjnych. Wyszczególnione zostały:

- fundamentowanie z wykorzystaniem technologii opartej na wprowadzaniu pała w drgania o niskich częstotliwościach (z ang. Vibratory Pile Driving),
- fundamenty wwiercane (z ang. Drilled Foundations),
- fundamenty grawitacyjne (z ang. Gravity Base Foundations),
- pływające turbiny wiatrowe (z ang. Floating Wind Turbines),
- fundamenty kasetonowe (z ang. Bucket Foundations (suction bucket / suction caisson)).

Autorzy dokumentu wskazują konieczność prowadzenia dalszych prac nad metodami minimalizującymi hałas podczas fundamentowania w celu uzupełnienia braków w dotychczasowej wiedzy. Ich zdaniem przedstawione w opracowaniu metody mogą zostać ulepszone pod względem ich skuteczności, obsługi i efektywności ekonomicznej.

#### Opracowanie:

Magdalena Karlikowska, FNEZ, 2015

---

<sup>12</sup> CALTRANS 2003

<sup>13</sup> GRIEBMANN et al. 2009

<sup>14</sup> BETKE & MATUSCHEK 2010