



Energipark Neptunus

Powiadomienie zgodnie z Konwencją z Espoo

Czerwiec 2023



Dane administracyjne

Operator

Neptunus Energipark AB
Numer organizacyjny: 559375-8195
c/o OX2 AB
Box 2299
103 17 Stockholm

Osoba do kontaktu: Yvonne Andersson, kierowniczka projektu

Adres e-mail: neptunus@ox2.com

Telefon: + 46 76 127 08 54

Telefon (centrala): + 46 8 559 310 00

Konsultacja środowiskowa

AFRY (ÅF Pöyry AB)
Emelie Severinsen, kierowniczka projektu
Adres e-mail: emelie.severinsen@afry.com
Telefon: +46 10 505 31 48

Pełnomocnictwo

Mannheimer Swartling Advokatbyrå
Therese Strömshed, adwokatka
Adres e-mail: therese.stromshed@msa.se

Informacje o projekcie

Nazwa projektu: Energipark Neptunus

Strona projektu: ox2.com/sv/projects/neptunus

Raport: Energipark Neptunus – powiadomienie zgodnie z Konwencją z Espoo

Opracowanie: OX2, AFRY i AquaBiota

Weryfikacja: Yvonne Andersson, OX2

Zatwierdzenie: Emelie Zakrisson, OX2

O powiadomieniu

Konwencja o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym, zwana konwencją z Espoo, to konwencja o ochronie środowiska obowiązująca w Europie, Kanadzie i Stanach Zjednoczonych, dotycząca współpracy w celu zapobiegania oddziaływaniu na środowisko w skali transgranicznej.

Zgodnie z konwencją z Espoo strona pochodzenia, która planuje realizację przedsięwzięcia o potencjalnie transgranicznym wpływie na środowisko, jest zobowiązana do powiadomienia i zaproszenia stron narażonych (tzn. innych państw), które mogą zostać dotknięte przedsięwzięciem, do wzięcia udziału w procedurze sporządzania oceny oddziaływania na środowisko. Strona pochodzenia zgodnie z konwencją z Espoo w tym projekcie to Szwecja, a organ odpowiedzialny to Naturvårdsverket (szwedzki Urząd Ochrony Środowiska).

Niniejsze powiadomienie zostało przygotowane w celu zaprezentowania ogólnego opisu projektu, obszaru działalności oraz wstępnego podsumowania przygotowywanego raportu zgodnie z konwencją z Espoo, który kładzie szczególny nacisk na przewidywane oddziaływanie transgraniczne.



Spis treści

1. Podstawy opracowania.....	8
1.1. Działalność OX2	8
1.2. Zapotrzebowanie na energię odnawialną	8
1.3. Neptunus	10
1.4. Konsultacje oparte na konwencji z Espoo	11
2. Procedura wydawania zezwoleń zgodnie ze szwedzkim prawem	12
2.1. Wydawanie zezwoleń zgodnie ze szwedzkim prawem.....	12
2.2. Pozostałe zezwolenia.....	13
3. Opis planowanego przedsięwzięcia.....	14
3.1. Lokalizacja	14
3.2. Projekt i zakres działania hubu Neptunus.....	15
3.3. Działania realizowane na różnych etapach projektu.....	32
3.4. Wstępny harmonogram.....	39
4. Opis obszaru	40
4.1. Warunki geologiczne i głębokość morza	40
4.2. Warunki meteorologiczne.....	41
4.3. Warunki hydrograficzne	41
4.4. Natura 2000	43
4.5. Środowisko naturalne.....	47
4.6. Usługi ekosystemowe i zielona infrastruktura	59
4.7. Krajobraz	62
4.8. Zarządzanie zasobami naturalnymi.....	62
4.9. Klimat.....	63
4.10. Infrastruktura i proces planowania.....	64
5. Zagrożenia i bezpieczeństwo	73
5.1. Zagrożenia i bezpieczeństwo w związku z budową hubu energetycznego – informacje ogólne.....	73
5.2. Zagrożenia i bezpieczeństwo w związku z produkcją wodoru i tlenu	73
6. Wstępna ocena oddziaływania na środowisko	76
6.1. Warunki geologiczne i głębokość morza	77
6.2. Warunki hydrograficzne	77
6.3. Środowisko naturalne.....	78
6.4. Usługi ekosystemowe i zielona infrastruktura	86
6.5. Krajobraz	87
6.6. Rybołówstwo.....	87
6.7. Klimat.....	88

6.8. Infrastruktura i proces planowania.....	88
6.9. Oddziaływanie skumulowane	89
7. Potencjalne oddziaływanie transgraniczne	90
7.1. Ptaki.....	90
7.2. Ssaki morskie.....	90
7.3. Krajobraz	90
7.4. Rybołówstwo.....	91
7.5. Transport morski	91
7.6. Obszary wojskowe	91
7.7. Oddziaływanie skumulowane	91
10. Bibliografia	92

Streszczenie

Firma OX2 AB jest jednym z czołowych europejskich podmiotów świadczących usługi w zakresie wielkoskalowej energetyki wiatrowej. Firma planuje obecnie utworzenie morskiego hubu energetycznego w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji na Morzu Bałtyckim. Przewiduje się, że hub energetyczny o nazwie Neptunus będzie produkować energię elektryczną na poziomie ok. 13–15 TWh na rok, co odpowiada zużyciu energii elektrycznej przez maks. trzy miliony gospodarstw domowych. Aktualny obszar realizacji projektu ma powierzchnię około 645 kilometrów kwadratowych i znajduje się w odległości około 50 km od terytorium kontynentalnego Szwecji oraz 40 km od najbliższej szwedzkiej wyspy.

Według planów hub będzie się składać z łącznie ok. 120–207 turbin wiatrowych oraz dodatkowego wyposażenia, np. podmorskich kabli, rurociągów, stacji transformatorowych/przekształtnikowych oraz instalacji do produktu wodoru. Maksymalna wysokość całkowita turbin wiatrowych to 420 m n.p.m. Przewiduje się, że hub energetyczny zostanie oddany do użytku w 2032 r.

Odległość pomiędzy lokalizacją planowanego hubu energetycznego Neptunus a wyspą Bornholm (należącą do Danii) wynosi około 90 km, z kolei odległość od duńskiej wyspy Christiansø wynosi ok. 70 km. Przechodząc dalej, odległość od duńskiej wyspy Møn wynosi ok. 240 km, a od Zelandii – ok. 210 km. Odległość hubu energetycznego do Polski kontynentalnej wynosi ok. 100 km. Odległość między hubem energetycznym a Litwą wynosi ok. 380 km, a między hubem a Łotwą – ok. 280 km. Hub znajdzie się w odległości ok. 500 km od Estonii, a odległość między hubem a estońską wyspą Sarema wyniesie ok. 410 km. Odległość od obwodu królewieckiego, rosyjskiej eksklawy, to ok. 220 km. Odległość między hubem energetycznym a niemiecką wyspą Rugia wynosi ok. 190 km, z kolei odległość od Niemiec kontynentalnych to ok. 220 km.

Zgodnie z konwencją z Espoo strona pochodzenia, która planuje realizację przedsięwzięcia o potencjalnie transgranicznym wpływie na środowisko, jest zobowiązana do powiadomienia i zaproszenia stron narażonych (tzn. innych państw), które mogą zostać dotknięte przedsięwzięciem, do wzięcia udziału w procedurze sporządzania oceny oddziaływania na środowisko. Strona pochodzenia zgodnie z konwencją z Espoo w tym projekcie to Szwecja, a organ odpowiedzialny to Naturvårdsverket (szwedzki Urząd Ochrony Środowiska).

Niniejsze powiadomienie zostało przygotowane w celu zaprezentowania ogólnego opisu projektu, obszaru działalności oraz wstępnego podsumowania przygotowywanego raportu



zgodnie z konwencją z Espoo, który kładzie szczególny nacisk na przewidywane oddziaływanie transgraniczne.

Wstępne wnioski sprowadzają się do tego, że oddziaływanie wywołane planowym przedsięwzięciem szacuje się na ograniczone w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji, co oznacza, że ewentualne oddziaływanie transgraniczne również będzie miało niewielki zasięg.

Pojęcia i definicje

Aby ułatwić odbiorcom lekturę tekstu, sporządziliśmy wykaz pojęć wraz z definicjami, którymi posługujemy się w niniejszym dokumencie konsultacyjnym.

Korytarze przyłączeniowe	Obszar lub obszary, gdzie planowane jest przeprowadzenie kabli przyłączeniowych (eksportowych) oraz rurociągów przyłączeniowych (eksportowych).
Kable przyłączeniowe	Kable elektryczne, które służą do przesyłania wyprodukowanej energii elektrycznej z hubu energetycznego do punktu lub punktów odbioru na lądzie.
Rurociągi przyłączeniowe	Rurociągi, które służą do przesyłania wyprodukowanego wodoru z hubu energetycznego do punktu lub punktów odbioru na lądzie.
Moc	Energia przekształcona w jednostce czasu. Moc zainstalowana jest mierzona m.in. w kilowatach (kW) i wielokrotnościach tej jednostki: 1000 kW = 1 megawat (MW), 1000 MW = 1 gigawat (GW), 1000 GW = 1 terawat (TW).
Hub energetyczny	Morska farma wiatrowa produkująca energię elektryczną z odnawialnego źródła, która poza przesyłem energii do sieci energetycznej może być też używana do produkcji wodoru. Hub energetyczny składa się z turbin wiatrowych, elementów konstrukcji umożliwiających produkcję wodoru, wewnętrznej sieci kablowej, wewnętrznej sieci rurociągowej, stacji transformatorowych i przekształtnikowych, masztów pomiarowych oraz wszystkich przynależnych części na obszarze projektu Neptunus.
Haloklina	Warstwa graniczna pomiędzy wodami o różnym zasoleniu. Różnica w zasoleniu pomiędzy wodami powierzchniowymi a przydennymi prowadzi do powstania układu warstwowego, który utrudnia wymianę wód między różnymi warstwami.
Wewnętrzna sieć kablowa	Sieć wewnętrznych kabli elektrycznych na obszarze hubu energetycznego.
Wewnętrzna sieć rurociągową	Sieć wewnętrznych rurociągów do transportowania wodoru na obszarze hubu energetycznego.
Ocena oddziaływania na środowisko	Dokument dołączany do wniosku o pozwolenie na budowę. Opisuje bezpośrednie i niebezpośrednie oddziaływanie mające wpływ na zdrowie ludzi oraz środowisko i umożliwia zbiorczą ocenę konsekwencji, które mogą wystąpić na skutek planowanych działań.
Obszar realizacji projektu	Obszar na terenie wyłącznej strefy ekonomicznej Szwecji, gdzie planowana jest budowa hubu energetycznego, ograniczony przez współrzędne, które przedstawia Rysunek 1.
Dokument konsultacyjny	Dokument zawierający informacje o planowanym projekcie, który w ujęciu ogólnym przedstawia skutki dla środowiska mogące powstać w związku z planowaną działalnością.
Środki zapobiegawcze	Działania podejmowane w celu uniknięcia, zmniejszenia i usunięcia negatywnego oddziaływania na środowisko.

Wysokość całkowita

Wysokość turbiny wiatrowej mierzona do czubka łopaty wirnika w najwyższej pozycji.

1. Podstawy opracowania

1.1. Działalność OX2

Neptunus Energipark AB to spółka zależna w całości należąca do firmy OX2 AB (publ). OX2 to szwedzka spółka, która rozwija, buduje i sprzedaje lądowe i morskie farmy wiatrowe oraz farmy fotowoltaiczne. Firma OX2 oferuje również usługi w zakresie zarządzania farmami wiatrowymi i fotowoltaicznymi po ukończeniu budowy. Portfolio firmy OX2 zawiera zarówno projekty własne, jak i obiekty zakupione na różnych etapach realizacji. Firma działa uczestniczy również w rozwoju technologii powiązanych z odnawialnymi źródłami energii, tj. wodorem czy magazynowaniem energii. Firma OX2 działa na dziewięciu rynkach w Europie: Szwecji, Norwegii, Finlandii, Estonii, Litwie, Polsce, Rumunii, Francji, Hiszpanii, Włoszech i Grecji. Obrót firmy w 2022 r. wyniósł ok. 7,6 miliarda koron. Firma zatrudnia ok. 400 pracowników, a jej siedziba główna znajduje się w Sztokholmie. Od 2022 r. akcje firmy OX2 są notowane na giełdzie Nasdaq Sztokholm.

Celem firmy OX2 jest przyczynienie się do szybszego przejścia na system energetyczny oparty na odnawialnych źródłach energii, aby wygenerować pozytywny efekt netto na kapitał naturalny najpóźniej w 2030 r. Firma dąży więc do tego, by budowane przez nią farmy wiatrowe i fotowoltaiczne przynosiły jak największy pozytywny wpływ na klimat, a jednocześnie realizuje projekty służące ochronie i wzmocnieniu różnorodności biologicznej. Zgodnie z założonym celem firma OX2 opracowała strategię na rzecz różnorodności biologicznej, której celem jest utworzenie przyjaznych środowisku farm wiatrowych i fotowoltaicznych do 2030 r.

1.2. Zapotrzebowanie na energię odnawialną

Planowany hub energetyczny Neptunus to część zakrojonej na szeroką skalę transformacji energetycznej w Szwecji oraz pozostałych krajach europejskich, która zakłada przejście z energii z paliw kopalnych na produkcję energii pochodzącej w całości ze źródeł odnawialnych, ekologicznych i zrównoważonych. Cele środowiskowe i energetyczne napędzają rozwój technologiczny oraz inwestycje w odnawialne źródła energii. Ponadto istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na nowe, nieemisyjne instalacje do produkcji energii, które mogą być zakładane szybko i przy niskim nakładzie kosztów i które zapewniają



konkurencyjną cenowo energię elektryczną. Według prognoz zapotrzebowanie na energię elektryczną do 2045 r. w Szwecji wyniesie minimum 300 TWh, co stanowi dwukrotny wzrost względem obecnego poziomu zużycia energii.

Już dziś firmy, zakłady przemysłowe, sektor transportowy itp. notują bardzo duży popyt na energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych. Dzieje się tak z uwagi na to, że wszystkie podmioty gospodarcze realizują już lub mają w planach przejście na bardziej zrównoważoną produkcję i zużycie energii, zarówno jeśli chodzi o energię elektryczną, jak i paliwa, np. wodór. Niedobór energii elektrycznej uniemożliwia zakładanie, rozwój i transformację firm oraz całych gałęzi przemysłu. Aby sprostać wyzwaniom związanym z transformacją energetyczną i zapewnić większą konkurencyjność Szwecji, konieczne jest szybkie i zakrojone na dużą skalę rozbudowanie sieci obiektów produkujących energię elektryczną, zwłaszcza na południu Szwecji. Rozwój technologii wodorowych umożliwia także stabilne wytwarzanie energii elektrycznej przy użyciu turbin wiatrowych, co pozwala zapewnić dostęp do odnawialnej energii przez całą dobę.

1.2.1 Morska farma wiatrowa

Coraz większa elektryfikacja społeczeństwa, np. transportu i sektora przemysłowego, oraz prognozowane scenariusze przyszłości wskazują na znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Aby sprostać tym wymogom, produkcja energii ze źródeł odnawialnych musi znacząco wzrosnąć. W związku z tym morskie farmy wiatrowe mają duży potencjał stać się ważną częścią przyszłego systemu elektroenergetycznego (Energimyndigheten & Havs och vattenmyndigheten, 2023). Morska farma wiatrowa na południe od wybrzeża Szwecji ma duże możliwości zwiększenia wydajności energetycznej, a jednocześnie możliwe najlepszego wykorzystania istniejących sieci elektroenergetycznych. Taka lokalizacja zapewnia także lepsze warunki do samozaopatrzenia oraz uzyskania stabilności energetycznej, gdyż jest to obszar, gdzie obecnie produkuje się najmniej energii elektrycznej w całej Szwecji (Lara, et al., 2021).

W porównaniu z lądowymi farmami wiatrowymi morskie elektrownie wiatrowe mogą być ponadto budowane przy użyciu większych turbin o wyższej mocy. Warunki do rozwoju morskiej energetyki wiatrowej są lepsze, ponieważ prędkość wiatru jest wyższa, a wiatry wieją w bardziej przewidywalny sposób, co przekłada się na stabilniejszą i wydajniejszą produkcję energii elektrycznej. Morska farma wiatrowa może być również używana do produkcji wodoru, który znajduje zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, motoryzacji, transporcie,



magazynowaniu energii w sieciach elektroenergetycznych oraz jako nośnik energii w dalszej przemianie w inne e-paliwa.

1.2.2 Wodór

Wodór może być produkowany przy użyciu wielu różnych metod. Obecnie większość wodoru produkuje się przy użyciu metod powodujących emisję gazów cieplarnianych (Europejska komisja, 2020; Lara, et al., 2021). Wodór produkowany w procesie elektrolizy opartej na energii odnawialnej jest natomiast w pełni bezemisyjny. Bezemisyjny wodór będzie stanowił kluczową rolę w transformacji klimatycznej różnych gałęzi przemysłu, transportu morskiego i rolnictwa, których nie da się zelektryfikować.

Zaletą wodoru jest również to, że może być używany do magazynowania energii. Produkcja energii elektrycznej przy wykorzystaniu wiatru, słońca i fal jest z natury nieciągła, co oznacza, że wielkość produkcji zmienia się w czasie. Gdy występują korzystne warunki, może nastąpić nadwyżka produkcji energii elektrycznej, z kolei mniej sprzyjające warunki mogą sprawić, że nie zostanie wyprodukowana wystarczająca ilość energii, aby zaspokoić popyt. Aby nadwyżka energii elektrycznej nie została zmarnowana, można skorzystać z rozwiązania, jakim jest tymczasowe magazynowanie energii poprzez przekształcenie jej w wodór. Gazowe nośniki energii takie jak wodór mogą dzięki swoim zdolnościom do magazynowania energii odegrać ważną rolę w zrównoważonym zarządzaniu systemem elektroenergetycznym opartym na odnawialnych źródłach energii (Lara, et al., 2021).

Rozwój rozwiązań technologicznych służących do konwersji energii nabiera tempa w Szwecji i na całym świecie. Komisja Europejska wyznaczyła cel, który zakłada zainstalowanie na terenie państw UE elektrolizerów do produkcji wodoru ze źródeł odnawialnych o mocy 6 gigawatów do 2024 r. i 40 gigawatów do 2030 r. Wodór będzie więc stanowić ważną rolę w systemach energetycznych w przyszłości.

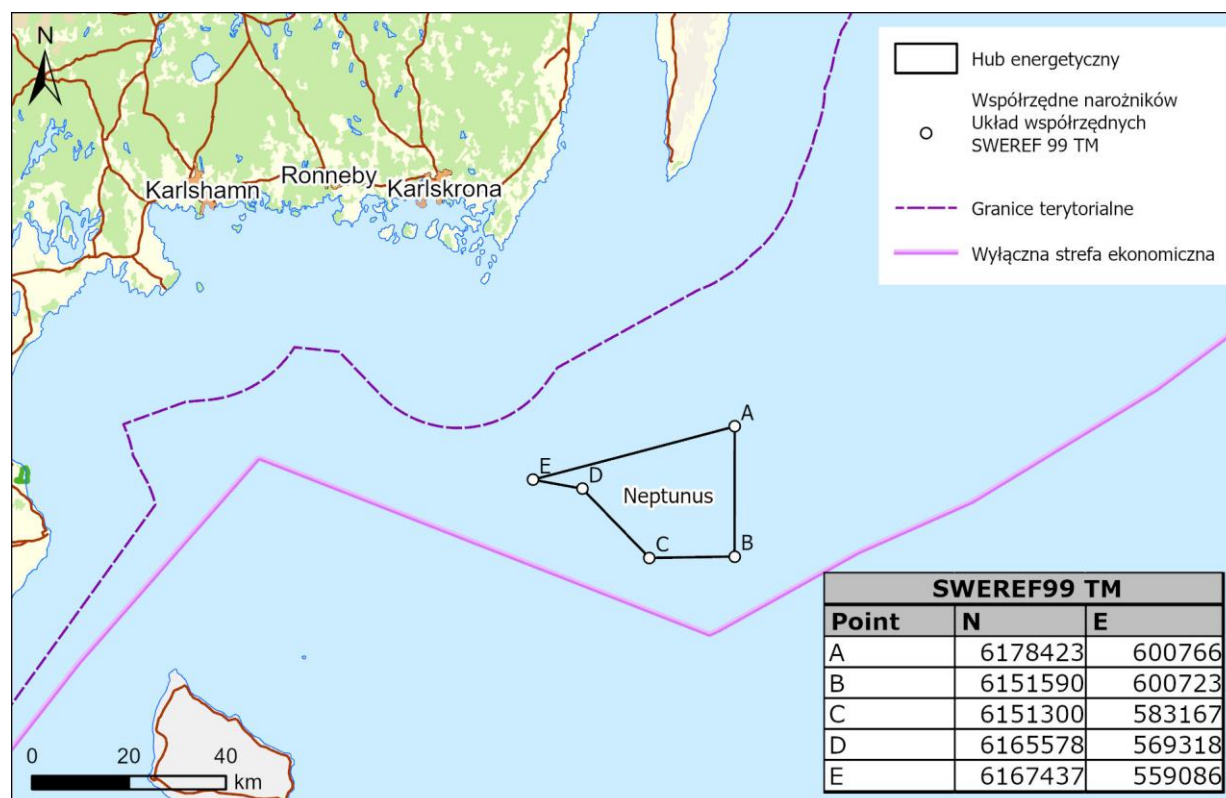
1.3. Neptunus

Firma OX2 planuje utworzenie wielkoskalowego, morskiego hubu energetycznego na obszarze Bałtyku Właściwego zlokalizowanego częściowo na południowym oraz południowo-wschodnim obszarze Morza Bałtyckiego. Hub energetyczny będzie nosić nazwę Neptunus. Obszar realizacji projektu jest ograniczony wierzchołkami o współrzędnych wyznaczonymi zgodnie z system SWEREF99TM, patrz Rysunek 1.

Po ukończeniu budowy hub energetyczny będzie się składał ze 120–207 turbin wiatrowych o wysokości całkowitej maks. 420 metrów i średnicy wirnika wynoszącej 240–390 metrów.



Szacuje się, że moc zainstalowana hubu energetycznego wyniesie ok. 3100 megawatów, co pozwoli wyprodukować ok. 13–15 terawatogodzin odnawialnej energii w ciągu roku. Odpowiada to rocznemu zużyciu energii elektrycznej przez maks. 3 miliony gospodarstw domowych w Szwecji. Zgodnie z planem produkcja energii elektrycznej umożliwi ponadto produkcję wodoru na poziomie 370 000 ton/rok oraz 3 milionów ton tlenu/rok.



Rysunek 1. Obszar realizacji projektu wraz ze współrzędnymi wierzchołków. © [Lantmäteriet] 2023

1.4. Konsultacje oparte na konwencji z Espoo

Konwencja o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym, zwana konwencją z Espoo, to konwencja o ochronie środowiska obowiązująca w Europie, Kanadzie i Stanach Zjednoczonych, dotycząca współpracy w celu zapobiegania oddziaływaniu na środowisko w skali transgranicznej. Szwecja ratyfikowała konwencję z Espoo w 1994 roku – patrz Porozumienia międzynarodowe Szwecji SÖ 1992:1.

Zgodnie z konwencją z Espoo strona pochodzenia, która planuje realizację przedsięwzięcia o potencjalnie znaczącym wpływie transgranicznym na środowisko, jest zobowiązana do powiadomienia i zaproszenia stron narażonych (tzn. innych państw), które mogą zostać dotknięte przedsięwzięciem, do wzięcia udziału w procedurze sporządzania oceny oddziaływania na środowisko, patrz § 33 rozdziału 6 Miljöbalken (Kodeks Ochrony Środowiska). Proces konsultacji na mocy artykułów 3–6 konwencji z Espoo jest koordynowany

przez organy odpowiedzialne we wszystkich zainteresowanych państwach. W przypadku Szwecji takim organem jest Naturvårdsverket (Urząd ds. Ochrony Środowiska). Postępowanie opisane w konwencji z Espoo podsumowują pokrótce poniższe kroki:

- Powiadomienie (art. 3) – organ odpowiedzialny informuje potencjalnie narażone strony o planowanej działalności, która może wywołać znaczące (szkodliwe) oddziaływanie transgraniczne. *Niniejszy dokument inicjuje tę procedurę.*
- Przygotowanie dokumentacji oceny oddziaływania na środowisko (art. 4) – należy sporządzić ocenę oddziaływania na środowisko (tzw. Raport Espoo/OOŚ) w takim zakresie, w jakim strony narażone chcą dalej uczestniczyć w procesie konsultacji zgodnie z konwencją z Espoo.
- Konsultacje na podstawie dokumentacji oceny oddziaływania na środowisko (art. 5) – organ odpowiedzialny przesyła raport Espoo/OOŚ do stron narażonych, które wyraziły chęć uczestniczenia w dalszym postępowaniu. Konsultacje mogą dotyczyć m.in. alternatywnych lokalizacji, sposobów wykonania oraz właściwych środków ochronnych i zapobiegawczych dla planowanej działalności.
- Decyzja końcowa (art. 6) – po zakończeniu konsultacji w decyzji końcowej dotyczącej planowanej działalności należy odpowiednio uwzględnić wnioski płynące z raportu Espoo oraz uwagi otrzymane w procesie konsultacji. Jeśli chodzi o proces wydawania zezwoleń na budowę morskich farm wiatrowych położonych w obrębie wyłącznej strefy ekonomicznej Szwecji, decyzja udzielająca zezwolenia wydana przez szwedzki rząd na mocy ustawy o wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji stanowi decyzję końcową i kończy proces konsultacji zgodnie z konwencją z Espoo.

2. Procedura wydawania zezwoleń zgodnie ze szwedzkim prawem

2.1. Wydawanie zezwoleń zgodnie ze szwedzkim prawem

Hub energetyczny jest zlokalizowany w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji, dlatego w tym przypadku ma zastosowanie ustawa o wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji (1992:1140) („SEZ”). W związku z tym hub energetyczny musi otrzymać zezwolenie na budowę i działanie od szwedzkiego rządu na mocy § 5 ustawy „SEZ” dotyczącego budowy i eksploatacji farm



wiatrowych wraz z przynależącymi do niej obiektami, w tym obiektami do produkcji i magazynowania wodoru i tlenu.

Proces układania wewnętrznej sieci kabli oraz wewnętrznej sieci rurociągów do przesyłania wodoru w obrębie hubu energetycznego również wymaga zezwolenia szwedzkiego rządu zgodnie z § 3 ustawy o szelfie kontynentalnym (1966:314) („KSL”).

Prowadzenie działań lub przedsięwzięć, które mogą w znaczący sposób wpłynąć na środowisko obszarów Natura 2000, wymaga specjalnego zezwolenia na działanie na takim obszarze na mocy § 28a–29b rozdziału 7 Miljöbalken (Kodeksu ochrony środowiska). Z uwagi na to, że hub energetyczny jest zlokalizowany w pobliżu obszaru Natura 2000 o nazwie Ławica Hoburska i Ławice Środkowe i związane z tym ryzyko wystąpienia negatywnego oddziaływania, firma będzie się ubiegać o otrzymanie zezwolenia na mocy § 28a rozdziału 7 Miljöbalken. W przypadku przedsięwzięć podejmowanych w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji za wydanie zezwolenia odpowiada Länsstyrelsen (zarząd regionalny) znajdujący się w najbliższej odległości od planowanego przedsięwzięcia.

Produkcja wodoru na terenie hubu energetycznego wiąże się z koniecznością pozyskania aktualnych informacji w zakresie kwestii poruszanych w ustawie w sprawie środków zapobiegawczych oraz ograniczania skutków poważnych wypadków chemicznych (1999:381), tzw. „Sevesolagen”. Jeśli chodzi o przeprowadzenie konsultacji na mocy ustawy „Sevesolagen”, ustawa „SEZ” odsyła do zapisów Miljöbalken. W związku z tym firma OX2 dołączy zezwolenie otrzymane na mocy „Sevesolagen” we wniosku o wydanie zezwolenia na mocy ustawy „SEZ” wraz z raportem Espoo.

2.2. Pozostałe zezwolenia

Oprócz wspomnianych wyżej zezwoleń poniżej znajduje się podsumowanie dodatkowych procesów konsultacyjnych oraz zezwoleń wymaganych dla planowanej działalności oraz działalności powiązanych.

Korytarze przyłączeniowe, w których znajdują się kable i rurociągi przyłączeniowe, przechodzą odpowiednie badania pod kątem przesyłania energii elektrycznej i wodoru do Szwecji kontynentalnej oraz kraju lub krajów europejskich. Aby móc układać i eksploatować kable i rurociągi przyłączeniowe, wymagane jest uzyskanie zezwolenia.

Dokładny projekt potencjalnych korytarzy przyłączeniowych zostanie opracowany na późniejszym etapie po uwzględnieniu wybranych punktów odbioru oraz ostatecznej konstrukcji hubu energetycznego. Wniosek o zezwolenie wymagane do układania kabli i rurociągów

eksportowych zostanie złożony zgodnie z procedurą szczególną po przeprowadzeniu badań uwzględniających wybrane ułożenie. W niniejszym dokumencie zawarto jednak ogólny opis możliwych punktów odbioru na lądzie, aby w największym zakresie przedstawić całościowy obraz planowanej działalności.

Wodór jest określany jako gaz łatwopalny na mocy ustawy o materiałach palnych i wybuchowych (2010:1011). W związku z tym może być konieczne przeprowadzenie konsultacji i uzyskanie zezwoleń w należyтым czasie.

3. Opis planowanego przedsięwzięcia

3.1. Lokalizacja

Planowany hub energetyczny Neptunus znajdzie się w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji na obszarze Bałtyku Właściwego, ok. 50 km od Szwecji kontynentalnej. Odległość od wyłącznej strefy ekonomicznej Polski oraz Danii wynosi ok. 10 km. Patrz lokalizacja projektu: Rysunek 1. Obszar realizacji projektu znajduje się na otwartym morzu i zajmuje ok. 645 kilometrów kwadratowych. Głębokość morza wynosi od ok. 50 do 80 m.

Odległość pomiędzy lokalizacją planowanego hubu energetycznego Neptunus a wyspą Bornholm (należącą do Danii) wynosi około 90 km, z kolei odległość od duńskiej wyspy Christiansø (należącej do archipelagu Ertholmene) wynosi ok. 70 km, patrz Rysunek 2. Przechodząc dalej, odległość od duńskiej wyspy Møn wynosi ok. 240 km, a od Zelandii – ok. 210 km. Odległość hubu energetycznego do Polski kontynentalnej wynosi ok. 100 km. Odległość między hubem energetycznym a Litwą to ok. 380 km, a między hubem a Łotwą – ok. 280 km. Hub znajdzie się w odległości ok. 500 km od Estonii, a odległość między hubem a estońską wyspą Sarema wyniesie ok. 410 km. Odległość od obwodu królewieckiego, rosyjskiej eksklawy, to ok. 220 km. Odległość między hubem energetycznym a niemiecką wyspą Rugią wynosi ok. 190 km, z kolei odległość od Niemiec kontynentalnych to ok. 220 km.



Rysunek 2. Obszar realizacji hubu energetycznego Neptunus oraz jego położenie na Bałtyku.

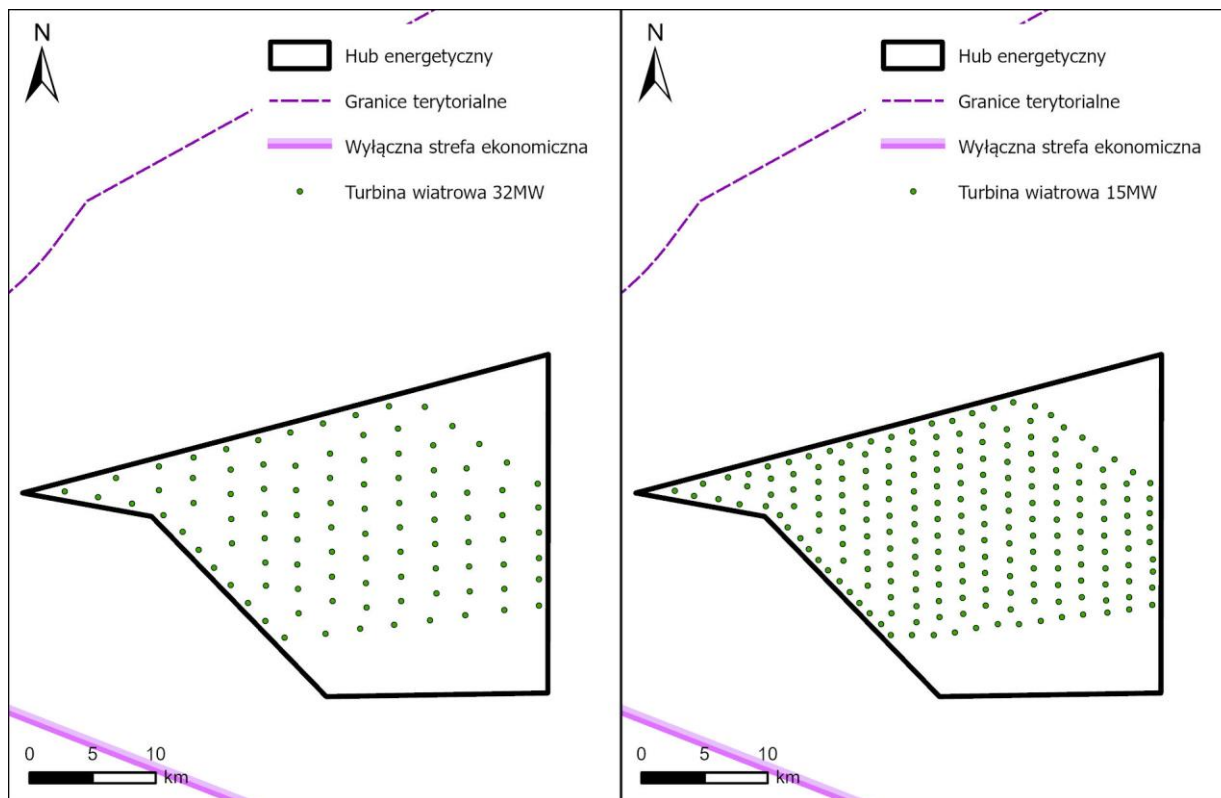
Uznaje się, że obszar ten ma korzystne warunki do budowy elektrowni wiatrowej, ponieważ średnia prędkość wiatru na tym terenie wynosi ok. 9,5 m/s (na wysokości 100 m n.p.m.). Substrat dna morskiego na obszarze realizacji projektu składa się głównie z gliny z domieszką drobnoziarnistego i gruboziarnistego piasku, drobnych kamieni i żwiru. Warstwy ułożone głębiej są zdominowane przez glinę lodowcową i polodowcową.

3.2. Projekt i zakres działania hubu Neptunus

Moc zainstalowana hubu energetycznego Neptunus wyniesie ok. 4500 megawatów. Działalność obiektu skupi się na dwóch głównych celach: produkcji energii wiatrowej i produkcji wodoru. Aż do 100% całkowitej mocy farmy wiatrowej może zostać użytych do produkcji wodoru. To, w jakiej ilości wyprodukowana energia elektryczna zostanie użyta do produkcji wodoru, zostanie określone w fazie planowania szczegółowego.

W zależności od rozmiarów turbin hub energetyczny Neptunus będzie miał od 120 do 207 turbin wiatrowych. Turbiny osadza się na fundamencie i łączy ze sobą za pomocą wewnętrznej sieci kabli, która podłącza turbiny do kilku stacji transformatorowych i/lub przekształtnikowych.

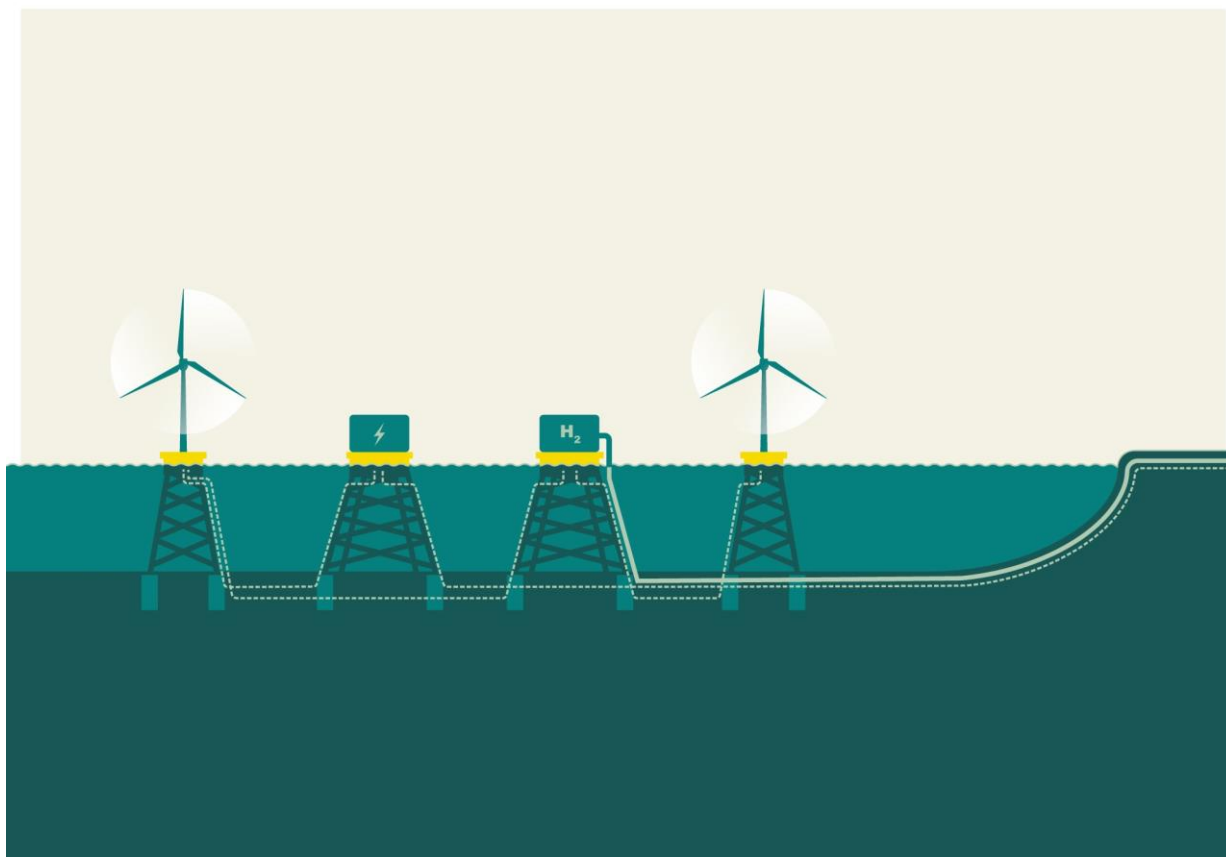
Rysunek 3 przedstawia dwa przykładowe schematy hubu energetycznego Neptunus, z uwzględnieniem mniejszych i większych turbin. Należy podkreślić, że schematy są jedynie przykładowe, a hub może mieć ostatecznie inny kształt.



Rysunek 3. Dwa przykładowe schematy hubu energetycznego Neptunus, z uwzględnieniem większych i mniejszych turbin wiatrowych.

W obrębie hubu energetycznego mogą także zostać wybudowane platformy, np. do magazynowania i/lub konwersji energii. Planowana produkcja wodoru będzie bazować na procesie elektrolizy. Ostateczna liczba elektrolizerów na obszarze projektu zależy od wyboru rozwiązań technologicznych, ilości produkowanego wodoru oraz rozwoju technologicznego. Rysunek 4 przedstawia schemat różnych części, z których składa się hub energetyczny.

Ponadto hub może zostać wyposażony w jeden lub kilka masztów do pomiarów meteorologicznych, ewentualnie w LiDAR, czyli Light Detection and Ranging, oraz boje do pomiarów parametrów fal i prądów morskich.

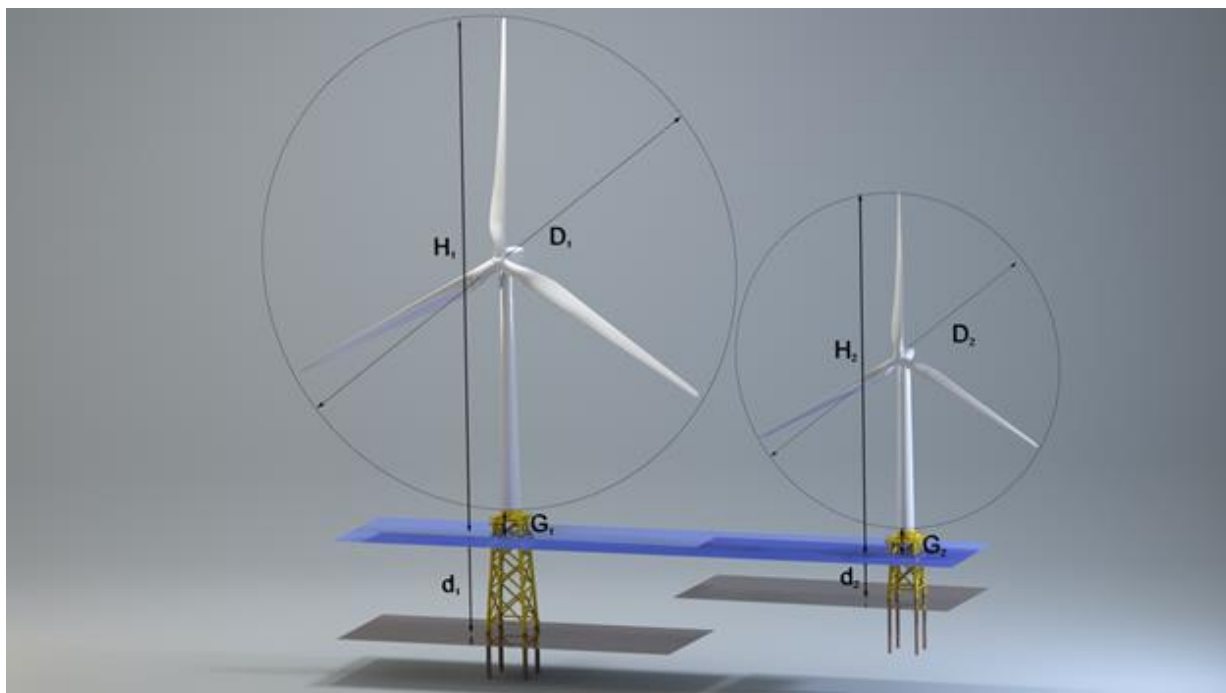


Rysunek 4. Schemat przedstawiający różne elementy, z których zazwyczaj składa się hub energetyczny (układ scentralizowany). Ilustracja: Nina Fylkegård

3.2.1. Turbiny wiatrowe

Turbina wiatrowa składa się z wieży, gondoli i łopat wirnika i jest osadzona na fundamencie zakotwiczonym do dna morskiego. W wieży znajdują się również komponenty elektryczne. Główne komponenty w gondoli to skrzynia biegów, generator oraz system regulacji kąta natarcia łopat. Transformator jest umieszczony albo w gondoli, albo w wieży. Energia elektryczna produkowana przez każdą z turbin jest przesyłana za pomocą wewnętrznej sieci kabli do jednej lub kilku stacji transformatorowych/przekształtnikowych.

Turbiny, które najprawdopodobniej zostaną zamontowane w hubie energetycznym, to tradycyjny model z trzema łopatami, o poziomej osi obrotu – patrz Rysunek 5. Szacuje się, że średnica wirnika będzie wynosić 240–390 m, a maksymalna wysokość całkowita turbiny osiągnie 420 m n.p.m. Prześwit między końcówką łopaty a lustrem wody wyniesie około 20–30 m.



Rysunek 5. Przykładowa turbina wiatrowa. D = średnica wirnika, H = wysokość całkowita, G = prześwit, d = głębokość wody.

Przewiduje się, że turbiny będą w stanie produkować energię elektryczną przy prędkości wiatru zaczynającej się od około 3 m/s, a maksymalny poziom produkcji osiągną przy prędkości wiatru 10–14 m/s. Jeśli prędkość wiatru przekroczy 30 m/s, nastąpi automatyczne wyłączenie turbiny, która automatycznie uruchomi się ponownie, gdy prędkość wiatru zmaleje.

Turbina wiatrowa wraz z masztami pomiarowymi zostanie na etapie budowy wyposażona w oznaczenia dla transportu lotniczego i morskiego zgodnie z obowiązującymi regulacjami i przepisami. Zgodnie z obecnie obowiązującymi przepisami, *przepisami Transportstyrelsen (szwedzkiego Urzędu Transportu) oraz ogólnymi zaleceniami dotyczącymi oznakowania przedmiotów mogących stanowić zagrożenie dla ruchu lotniczego oraz zgłaszania przeszkód lotniczych (TSFS 2020:88)* turbiny wiatrowe o wysokości przekraczającej 150 m i zlokalizowane na obrzeżach farmy muszą być wyposażone światła błyskowe o wysokiej intensywności na gondoli. Huby energetyczne o szerokości powyżej czterech kilometrów muszą być ponadto wyposażone w światła o wysokiej intensywności wewnątrz parku, a na wszystkich pozostałych turbinach należy umieścić światła czerwone o niskiej intensywności. W przypadku wysokości całkowitej przekraczającej 315 metrów może być konieczne zastosowanie dodatkowego oświetlenia.

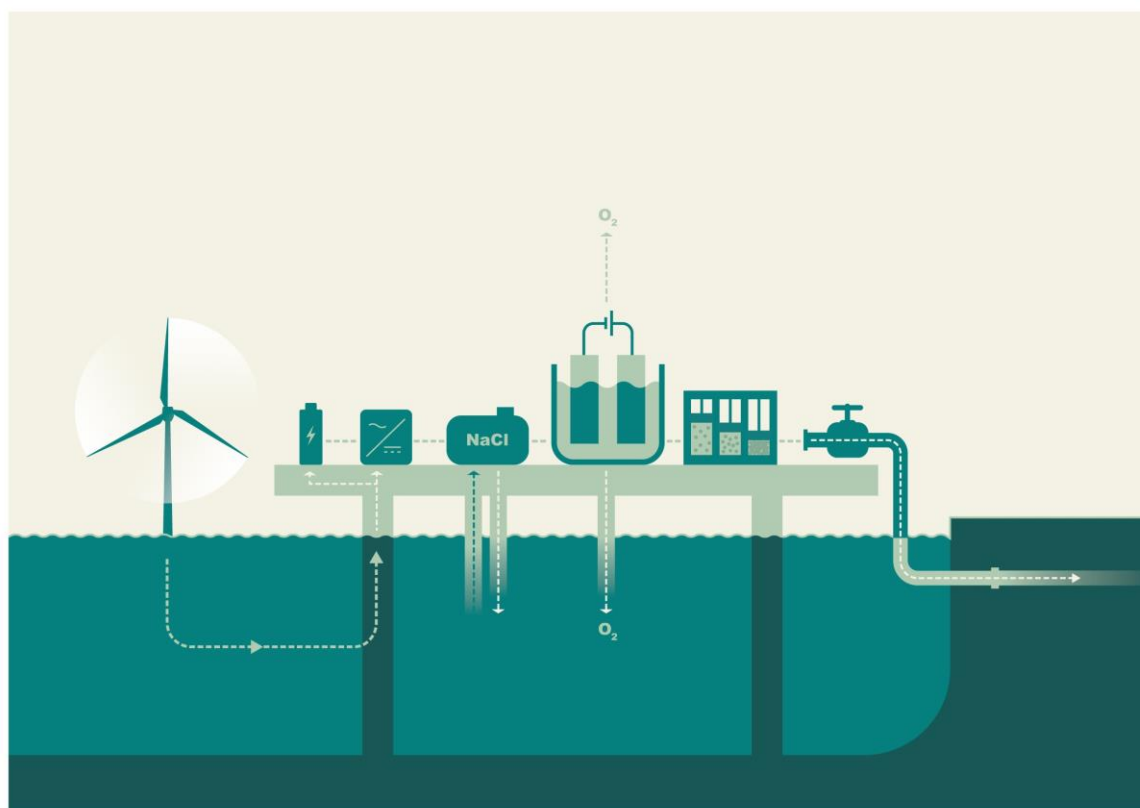
Dodatkowe oznakowania dla bezpieczeństwa żeglugi morskiej mogą mieć zastosowanie w zależności od lokalizacji parku względem szlaków żeglugowych i dróg morskich zgodnie

z obecnie obowiązującymi przepisami oraz *przepisami Transportstyrelsen i ogólnymi zaleceniami dotyczącymi oznakowań zapewniających bezpieczeństwo żeglugi morskiej* (TSFS 2017:66). Turbiny wiatrowe mogą ponadto zostać wyposażone w radary, sygnały mgłowe oraz tzw. „automatic identification system”. Ponadto przeprowadzone zostaną konsultacje z odpowiednimi instytucjami na temat niezbędnych środków poprawiających bezpieczeństwo.

3.2.2. Produkcja wodoru

Produkcja wodoru w instalacji do produkcji wodoru polega na przemianie energii elektrycznej produkowanej przez turbiny wiatrowe w wodór – patrz szkic (Rysunek 6).

Energia elektryczna produkowana przez turbiny wiatrowe napędza elektrolizery, które rozszczepiają wodę (H_2O) na atomy wodoru (H_2) i tlenu (O). Do rozszczepiania wykorzystywana jest odsolona woda morska, co wymaga zastosowania systemu do odsalania wody. Wodór wyprodukowany w ten sposób może być wykorzystany w przemyśle lub transporcie.



Rysunek 6. Różne elementy, z których zazwyczaj składa się instalacja do produkcji wodoru. Ilustracja: Nina Fylkegård

Obecnie dostępne są różne technologie produkcji wodoru z wykorzystaniem energii elektrycznej. Ich zestawienie przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Technologie produkcji wodoru z wykorzystaniem energii elektrycznej.

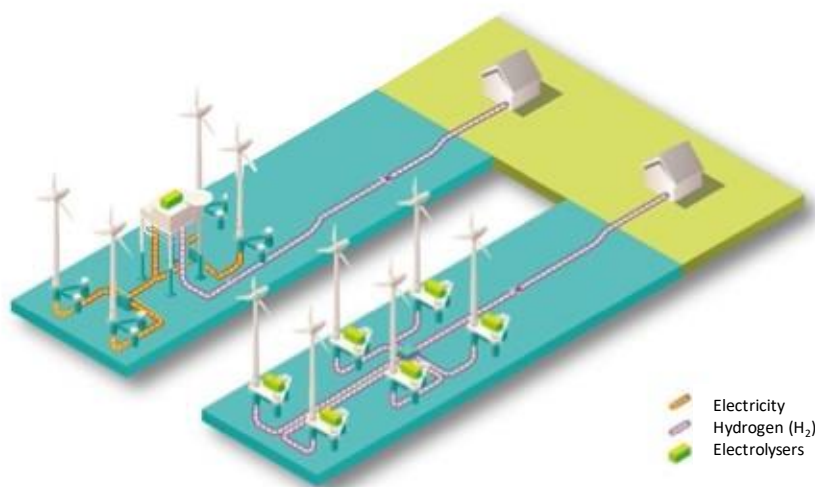
Technologia	Zalety	Wady
PEM (Polymer Electrolyte Membrane)	Wydajność produkcji / obciążenie może zostać zmienione w ciągu kilku sekund. Wysokie ciśnienie wywierane przez elektrolizery. Szeroki zakres zdolności produkcyjnych. Dostosowane do zmiennej produkcji energii elektrycznej przez turbiny wiatrowe.	Mniej sprawdzona technologia w porównaniu z elektrolizą alkaliczną.
Elektroliza alkaliczna	Sprawdzona, dojrzała technologia.	Stosowanie ługu. Niskie ciśnienie.
SOEC (Solid oxide electrolyser cell)	Nieznane	Na chwilę obecną nie mamy wystarczającej wiedzy na temat tej technologii.
AEM (Anion exchange membrane)	Nieznane	Na chwilę obecną nie mamy wystarczającej wiedzy na temat tej technologii.

Produkcja wodoru przy użyciu elektrolizerów PEM to technologia, która na tym etapie konsultacji wydaje się najbardziej odpowiednia do dalszych badań, m.in. z uwagi na to, że jest dostosowana do zmiennej produkcji energii elektrycznej przez turbiny wiatrowe. Ta metoda polega na produkcji wodoru w procesie elektrolizy – w zależności od wybranej koncepcji albo bezpośrednio na poszczególnych fundamentach turbin wiatrowych (zdecentralizowana produkcja wodoru), albo na wybranych platformach na farmie (scentralizowana produkcja wodoru). Obie koncepcje przedstawia Rysunek 7.

Elektroliza może się również odbywać w instalacji umiejscowionej na lądzie. Na obecnym etapie takie rozwiązanie nie jest brane pod uwagę w przypadku hubu Neptunus, jednak nie jest wykluczone rozważenie tej opcji, mając na uwadze potencjalny dalszy rozwój technologii.

W przypadku produkcji wodoru w elektrolizerze zlokalizowanym na morzu oprócz wodoru powstaje również tlen, woda chłodząca i solanka. Ilości wodoru, tlenu, wody chłodzącej i solanki podane poniżej zostały obliczone na podstawie scenariusza maksymalnego,

w którym 100 procent mocy turbin wiatrowych jest wykorzystywane do produkcji wodoru. Hub energetyczny będzie prawdopodobnie produkował zarówno energię elektryczną, jak i wodór, w związku z czym ilość wodoru, tlenu, wody chłodzącej i solanki będzie mniejsza niż w scenariuszu uwzględniającym maksymalną produkcję wodoru.



Rysunek 7. Schematyczny przegląd koncepcji uwzględniający scentralizowaną i zdecentralizowaną produkcję wodoru. Ilustracja: Nina Fylkegård

Zdecentralizowana produkcja wodoru

Produkcja wodoru przy użyciu elektrolizerów umieszczonych przy każdej turbinie jest określana mianem zdecentralizowanej produkcji wodoru. To rozwiązanie jest najbardziej energooszczędną metodą produkcji wodoru, jednak jest to jednocześnie wciąż rozwijająca się technologia. Wodór jest odprowadzany od każdej turbiny wiatrowej za pomocą wewnętrznej sieci rurociągów na obszarze hubu i przesyłany do stacji kolektorowych/tłoczni gazu lub innych rurociągów eksportowych, które mogą przesyłać wodór dalej na ląd do miejsc magazynowania, dalszej dystrybucji poprzez sieć gazową lub przekształcania w e-paliwa itp. Zdecentralizowana produkcja wodoru przy wykorzystaniu kompresora, elektrolizerów oraz wewnętrznej sieci rurociągów na obszarze hubu energetycznego stwarza warunki umożliwiające pomieszczenie w systemie ok. 100 ton wodoru w tym samym czasie. Ponadto możliwe jest, że przy tłoczni gazu konieczne będzie zastosowanie zbiornika buforowego zdolnego do pomieszczenia 100 ton wodoru. Z tłoczni wodór jest transportowany dalej

poprzez rurociągi eksportowe do punktów na lądzie. Rurociągi eksportowe są w stanie pomieścić ok. 100 ton wodoru. Zdecentralizowana produkcja wodoru oznacza, że w hubie energetycznym będzie można magazynować ok. 300 ton wodoru.

Scentralizowana produkcja wodoru

Produkcja wodoru na osobnych platformach zlokalizowanych na terenie hubu jest określana mianem scentralizowanej produkcji wodoru. Energia elektryczna z turbin wiatrowych jest przesyłana wewnętrzną siecią kabli (kable AC) do jednej lub kilku platform na obszarze hubu, gdzie następnie następuje przemiana energii elektrycznej w wodór.

Tego typu platformy tworzą większy układ z elektrolizerami, aby móc odbierać energię z kilku turbin – stąd nazwa „scentralizowana produkcja wodoru”.

Na platformach znajdują się również wszelkie układy pomocnicze do produkcji wodoru, np. tłocznia gazu, której częścią może być także zbiornik buforowy mogący pomieścić ok. 100 ton wodoru. Z platform wódór będzie transportowany dalej poprzez rurociągi eksportowe do punktów na lądzie. Rurociągi eksportowe są w stanie pomieścić ok. 100 ton wodoru. Scentralizowana produkcja wodoru oznacza, że w hubie energetycznym będzie można magazynować ok. 200 ton wodoru.

3.2.2.1. Produkty uboczne powstające podczas produkcji wodoru

W procesie produkcji wodoru powstaje również słona woda, zwana solanką, tlen uzyskiwany z elektrolizerów oraz woda chłodząca. Poniżej znajduje się krótki opis wspomnianych produktów ubocznych. Należy wspomnieć, że wartości podane poniżej mogą się różnić w zależności od tego, jak duża ilość energii elektrycznej zostanie użyta do produkcji wodoru. Poniższe wartości wynikają z zastosowania modelu zakładającego, że 100% wyprodukowanej energii elektrycznej zostanie przekształcone w wodór.

Solanka

Do rozszczepiania wykorzystywana jest odsolona woda morska. Roczna ilość wody morskiej, która będzie musiała zostać wprowadzona do systemu, wynosi 7,4 milionów ton przy założeniu, że 100% energii elektrycznej zostanie przekształcone w wodór. Aby woda morska nadawała się do rozszczepienia, należy ją najpierw odsolić. W procesie odsalania następuje odsolenie jednej części pobranej wody, a cała sól koncentruje się w drugiej części pobranej wody. W związku z tym odsoleniu ulega jedna część pobranej wody morskiej. W tym procesie zawartość soli w drugiej części pobranej wody wzrasta, co pozwala określić ją mianem solanki. Większość dostępnych obecnie na rynku instalacji do odsalania wody morskiej wykorzystywanej w elektrolizerach jest w stanie zapewnić ok. 45–65% odsolonej wody oraz



35–55% solanki. Mniejszy procent otrzymanej solanki oznacza bardziej słoną solankę, z kolei wyższy – mniejszą zawartość soli w solance. Możliwe jest również dopasowanie miejsca poboru wody morskiej (głębokość i lokalizacja) oraz miejsca odprowadzania solanki, aby stworzyć jak najbardziej optymalne warunki dla otoczenia.

Tlen

Podczas rozszczepiania wody powstają atomy tlenu. Elektrolizery wyprodukują do 3 milionów ton tlenu przy założeniu, że 100% energii elektrycznej zostanie przekształcone w wodór. Obecnie firma OX2 wraz z m.in. instytucją badawczą IVL Svenska Miljöinstitutet AB analizuje, czy istnieją warunki do połączenia produkcji wodoru z procesem natleniania dna morskiego, który zakłada odprowadzanie natlenionej wody lub tlenu do warstwy wód przydennych. Tlen może być z powodzeniem używany do natleniania wód przydennych ubogich w tlen, co umożliwi wiązanie fosforu, a także przyczynia się do ponownego zasiedlenia tych stref przez gatunki fauny dennej, co z kolei może zwiększyć produkcję ryb – patrz rozdział 4.6.2. Tlen może być także uwolniony do otaczającej atmosfery lub zostać przetransportowany do użytku w innych celach w przemyśle bądź szpitalach. Oprócz 800 ton, które mieszczą się w wewnętrznej sieci rurociąkowej, nie planuje się magazynowania tlenu w ramach prowadzonej działalności.

Woda chłodząca

Woda chłodząca jest używana w celu zapewnienia optymalnej temperatury całego systemu, szczególnie elektrolizerów. Aby zapewnić chłodzenie m.in. elektrolizerów, poprzez zamknięty wymiennik ciepła może zostać pobranych do 850 milionów metrów sześciennych wody morskiej (przy założeniu produkcji wodoru na maksymalnym poziomie) W procesie chłodzenia woda chłodząca ogrzewa się i zgodnie z szacunkami na etapie wypływania z układu ma temperaturę o mniej więcej 15°C wyższą niż woda pobierana do układu. Analizowane są również inne technologie, np. chłodzenie powietrzem poprzez chłodnię kominową, a także możliwość ponownego użycia ogrzanej wody chłodzącej do procesu odsalania, aby w ten sposób zwiększyć wydajność całego systemu.

3.2.3. Fundamenty

W przypadku hubu energetycznego Neptunus fundamenty są potrzebne do mocowania platform oraz turbin wiatrowych do dna. Dobór fundamentu jest uzależniony od wielu różnych czynników: głównie od głębokości wody, uwarunkowań geologicznych, działania wiatru i fal oraz względów środowiskowych i kosztów. Z uwagi na to, że na terenie hubu energetycznego



występuje zmienna głębokość wody i różne uwarunkowania geologiczne, możliwe jest zastosowanie zarówno fundamentów mocowanych na stałe, jak i pływających w różnych konfiguracjach. Rodzaje fundamentów i procedura montażu platform do produkcji wodoru oraz stacji transformatorowych/przekształtnikowych mogą być takie same jak w przypadku fundamentów pod turbiny wiatrowe, z tą różnicą, że wymiary fundamentów dostosowuje się do obciążeń generowanych przez platformy. Z uwagi na uwarunkowania geologiczne na miejscu oraz dostępne obecnie technologie w przypadku hubu energetycznego Neptunus brane są pod uwagę zarówno fundamenty mocowane do dna, jak i pływające. Szybki rozwój technologiczny może skutkować tym, że pod uwagę zostaną wzięte również inne rodzaje fundamentów. Poniżej znajduje się opis różnych rodzajów mocowanych na stałe oraz pływających fundamentów, które są brane pod uwagę do realizacji projektu.

3.2.3.1. Fundamenty mocowane do dna

Fundamenty mocowane do dna składają się z trzech głównych elementów; część dolna do mocowania w dnie lub na nim, część znajdująca się nad powierzchnią wody oraz element przejściowy (tzw. transition piece), który stanowi łączenie między fundamentem i wieżą oraz zapewnia pionowe ustawienie wieży. Na dnie morskim bezpośrednio przy fundamentach wykonywane jest zabezpieczenie przed erozją, które zapewnia ochronę przed efektem wypłukiwania dna morskiego wokół fundamentów. Konieczność zastosowania zabezpieczenia przed erozją jest uzależniona od działania fal, prądów morskich i rodzaju osadów dennych. Najpopularniejsze zabezpieczenie przed erozją to warstwa kamieni, żwiru i piasku o różnej ziarnistości, którą układa się wokół podstawy fundamentu.

Jeśli chodzi o fundamenty mocowane do dna, w przypadku hubu energetycznego Neptunus brane są pod uwagę głównie monopale oraz fundamenty kratownicowe mocowane na palach, patrz Rysunek 8 i Rysunek 9. Szybki rozwój technologiczny może skutkować tym, że pod uwagę zostaną wzięte również inne rodzaje fundamentów. Fundamenty zakotwicza się do dna poprzez palowanie i/lub wiercenie. Fundamenty zakotwiczane do dna morskiego mogą również wykorzystywać kesony (suction buckets).





Rysunek 8: Monopala. Ilustracja COWI.



Rysunek 9: Fundamenty kratownicowe.
Ilustracja COWI

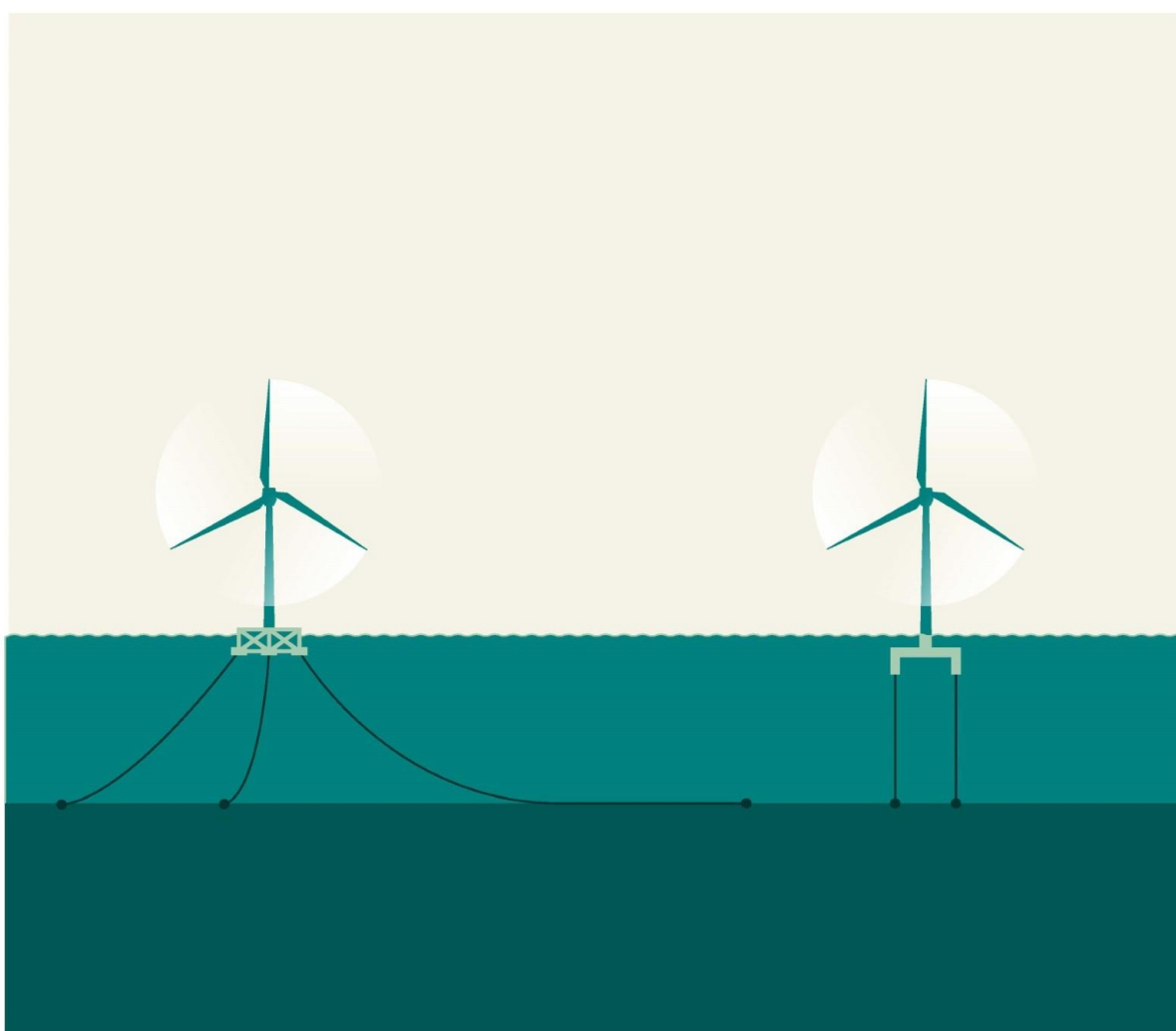
3.2.3.2. Fundamenty pływające

Pływające fundamenty to wciąż rozwijana technologia. Przewiduje się, że w najbliższych latach prace nad jej rozwojem przyspieszą. Technologia ta umożliwi montaż na większej głębokości morza niż w przypadku tradycyjnych, mocowanych do dna fundamentów.

Istnieją różne rodzaje fundamentów pływających. Można je podzielić na cztery kategorie. Boje typu Spar, fundament typu barka (barge) i fundament typu półpływającego to trzy warianty dużych fundamentów kotwiczonych do dna morskiego za pomocą długich łańcuchów lub lin zabezpieczających mocowanych za pomocą elementów na kształt kotwicy. Czwarta kategoria to platformy kotwiczone pionowo (tension leg platform) – niewielkie platformy przytwierdzone do dna za pomocą lin o przebiegu pionowym. Ta technologia wymaga użycia wyjątkowo mocnych lin kotwiących i solidnego mocowania na dnie. Fundamenty pływające przedstawia Rysunek 10.

Jeśli chodzi o fundamenty pływające, na chwilę obecną w przypadku hubu energetycznego Neptunus rozważa się zastosowanie fundamentów półpływających, jednak nie wyklucza się rozwiązań takich jak boje typu Spar oraz platformy typu tension leg.

Wszystkie fundamenty pływające wymagają zakotwiczenia do dna morskiego za pomocą długich lin zabezpieczających lub łańcuchów. Lina kotwiąca w każdej elektrowni jest wyposażona w możliwość regulacji napięcia. Zastosowanie rozwiązań kotwiących z wykorzystaniem kotwicy zakopywanej w dnie morskim to procedura wymagająca dostępu do dna spełniającego bardziej rygorystyczne wymagania. Kotwiczenie grawitacyjne to technologia najmniej uzależniona od rodzaju dna, jednak jej wadą jest produkcja wymagająca większej ilości materiałów. W razie potrzeby wokół punktów mocowania wykonywane jest zabezpieczenie przed erozją. Mocowanie do dna za pomocą palów wymaga często palowania generującego podwodny hałas.



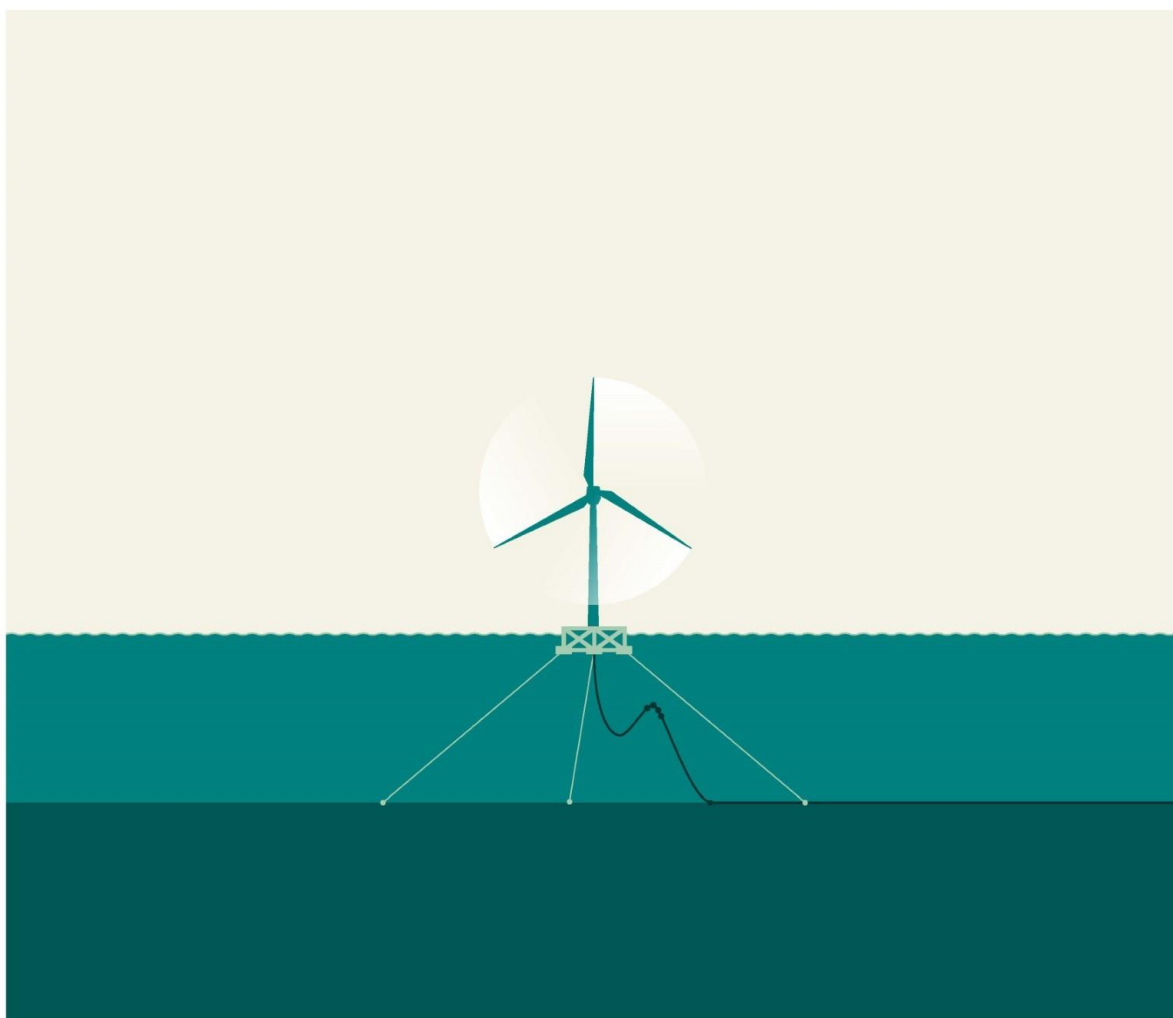
Rysunek 10. Po lewej stronie na rysunku przedstawiono fundament pływający przytwierdzony do dna morskiego długimi linami kotwiącymi. Po prawej stronie na rysunku zaprezentowano platformę kotwiczną pionowo (tension leg platform), która jest przytwierdzana do dna linami o przebiegu pionowym. Ilustracja: Tobias Green.

3.2.4. Wewnętrzna sieć kablowa oraz wewnętrzna sieć rurociągową

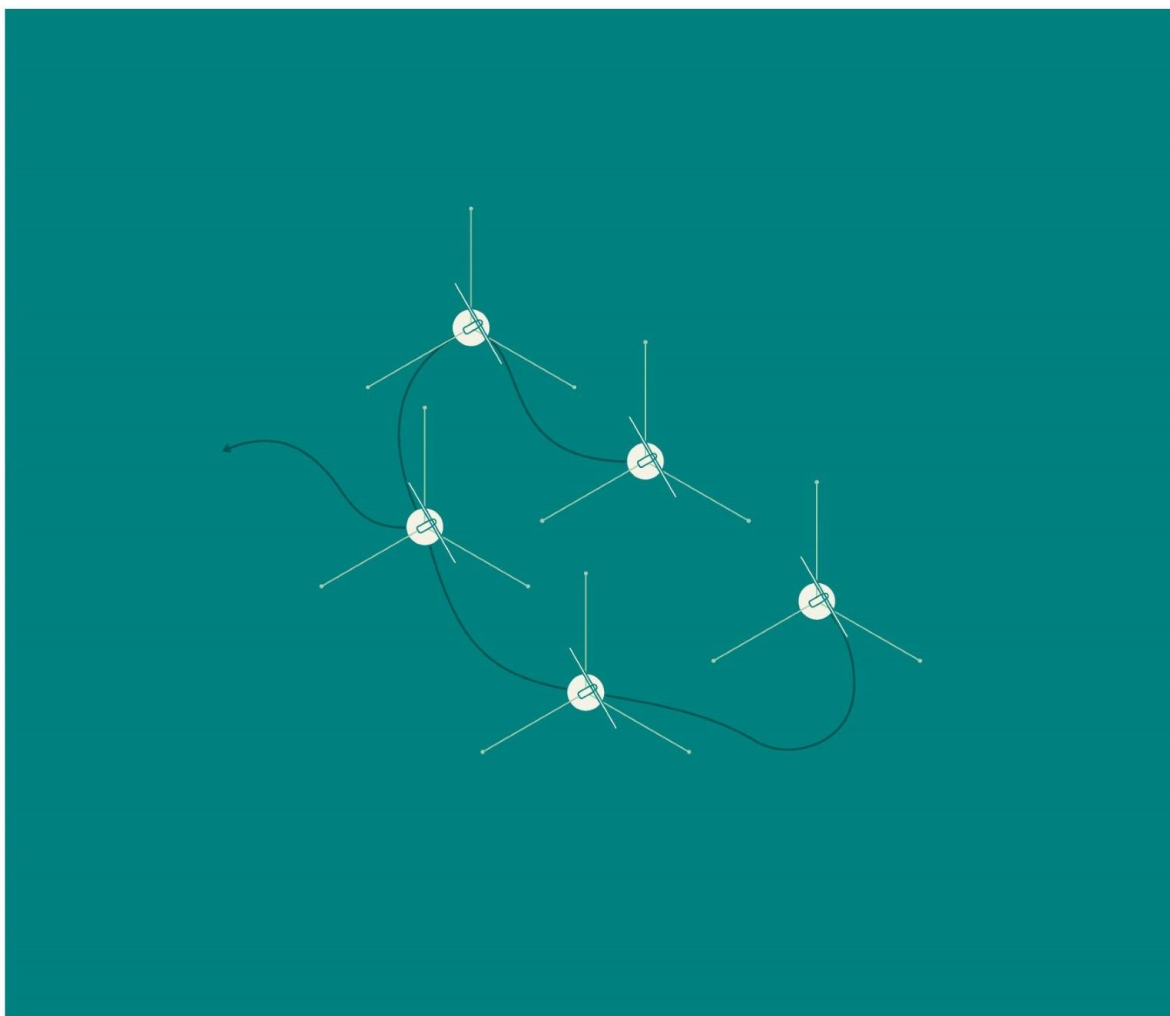
Wewnętrzna sieć kablowa łączy turbiny wiatrowe ze stacjami transformatorowymi/przekształtnikowymi, tworząc połączenia pomiędzy pojedynczymi turbinami w grupach (promieniach), a następnie łącząc je z odpowiednią stacją transformatorową/przekształtnikową.

Zakładając wykorzystanie obecnie dostępnej technologii kablowej, wewnętrzna sieć kablowa może składać się np. z kabli 66 kV, których zdolność przesyłowa wynosi 80–90 MW na promień. Oznacza to, że pięć turbin 15 MW może zostać podłączonych wzdłuż tego samego promienia. Szacuje się, że napięcie w wewnętrznej sieci kablowej zostanie zwiększone do około 170 kV w najbliższych latach. Spowoduje to wzrost zdolności przesyłowej wszystkich kabli i zmniejszenie liczby promieni, a tym samym całkowitej długości kabli. Oprócz kabli łączących turbiny wiatrowe możliwe jest także wyposażenie hubu elektrycznego w dodatkowe kable w celu stworzenia efektu redundancji w systemie oraz do zasilania ewentualnych platform.

W odróżnieniu od fundamentów mocowanych do dna wewnętrzna sieć kablowa dla fundamentów pływających składa się z dwóch rodzajów kabli: dynamicznych i statycznych. Kabel dynamiczny to luźno wisząca część kabla między fundamentem pływającym a dnem morskim. Z uwagi na poruszanie się fundamentów kable połączeniowe muszą być wykonane tak, by uniknąć zerwania. Taki kabel ma najczęściej kształt fali („lazy wave”), który pomaga mu poruszać się wraz z fundamentem – patrz Rysunek 11. Kabel dynamiczny łączy się zazwyczaj na dnie morza z kablem statycznym, który w celu zabezpieczenia można np. zakopać w dnie, patrz Rysunek 12. Ten kabel jest z kolei podłączany do stacji transformatorowej przytwierdzonej do dna.



Rysunek 11. Fundament pływający podłączony do kabla dynamicznego, który porusza się wraz z fundamentem.
Ilustracja: Tobias Green.



Rysunek 12. Powyższy rysunek przedstawia sposób połączenia turbin wiatrowych wyposażonych w linie kotwiące z wewnętrzną siecią kabli elektrycznych. Ilustracja: Tobias Green.

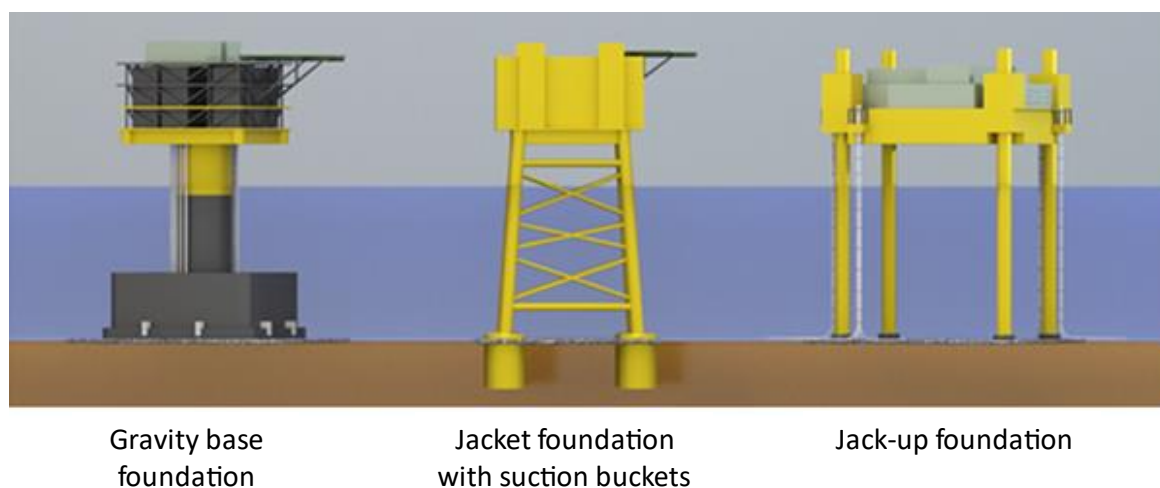
Jeśli fundament turbiny wiatrowej będzie wykorzystywany w systemie zdecentralizowanej produkcji wodoru, konieczne jest zamontowanie wewnętrznej sieci rurociąkowej do przesyłu wodoru. Rurociągi łączą turbiny wiatrowe w promienie lub grupy w kształcie gwiazd podłączone do stacji kolektorowej, która stanowi punkt centralny dla wszystkich rurociągów i która spręża wodór do wysokiego ciśnienia. Stacja kolektorowa można zostać umieszczona na fundamencie turbiny wiatrowej, na osobnej platformie lub na dnie morskim. Wewnętrzna sieć rurociąkowa może przebiegać w tym samym miejscu, co wewnętrzna sieć kabli elektrycznych. Dokładna lokalizacja kabli jest obecnie poddawana dalszym badaniom.

3.2.5. Platformy

Planuje się utworzenie do 12 platform na obszarze hubu energetycznego. Zamontowane zostaną m.in. stacje transformatorowe/przekształtnikowe, tzw. offshore substations „OSS”. To do nich, za pomocą wewnętrznej sieci, będzie przesyłana energia wyprodukowana przez turbiny wiatrowe. Stacja transformatorowa/przekształtnikowa składa się z urządzeń elektrycznych, m.in. transformatorów podwyższających poziom napięcia energii dostarczanej wewnętrzną siecią kabli. Jeśli energia elektryczna jest przesyłana na ląd w technologii stałoprądowej, częścią wyposażenia elektrycznego stacji jest też przekształtnik, stąd nazwa stacja przekształtnikowa.

Stacja transformatorowa/przekształtnikowa to platforma składająca się z kilku poziomów, czasami łącznie z lądowiskiem dla helikopterów. Platformy to elementy prefabrykowane, montowane w modułach na jednym lub kilku fundamentach.

Jeśli produkcja wodoru będzie się odbywać metodą zdecentralizowaną, konieczne może być zainstalowanie stacji kolektorowej/tłoczni gazu stanowiących punkt łączący dla wewnętrznej sieci rurociągowej i umożliwiających ewentualne podwyższenie ciśnienia gazu. Stacja kolektorowa/tłocznia gazu może wymagać zastosowania oddzielnej platformy. Jeśli produkcja wodoru będzie się odbywać metodą scentralizowaną, konieczne jest zamontowanie specjalnych platform do produkcji wodoru. Na takich platformach instaluje się większe układy z elektrolizerami. Rysunek 13 przedstawia przykładowe wykonanie platform i fundamentów.



Rysunek 13. Przykłady morskich platform wraz z fundamentami. Fundament typu jacket to inaczej fundament kratownicowy.

Dokładna liczba, konstrukcja i umiejscowienie platform zostaną określone w fazie planowania szczegółowego i będą uzależnione od rozmiaru i liczby turbin wiatrowych, właściwości dna

oraz optymalnego ułożenia kabli. Platformy zostaną wyposażone w oznaczenia dla transportu morskiego i lotniczego zgodnie z obowiązującymi regulacjami.

3.2.6. Pomiary parametrów meteorologicznych za pomocą masztów pomiarowych lub urządzeń LiDAR

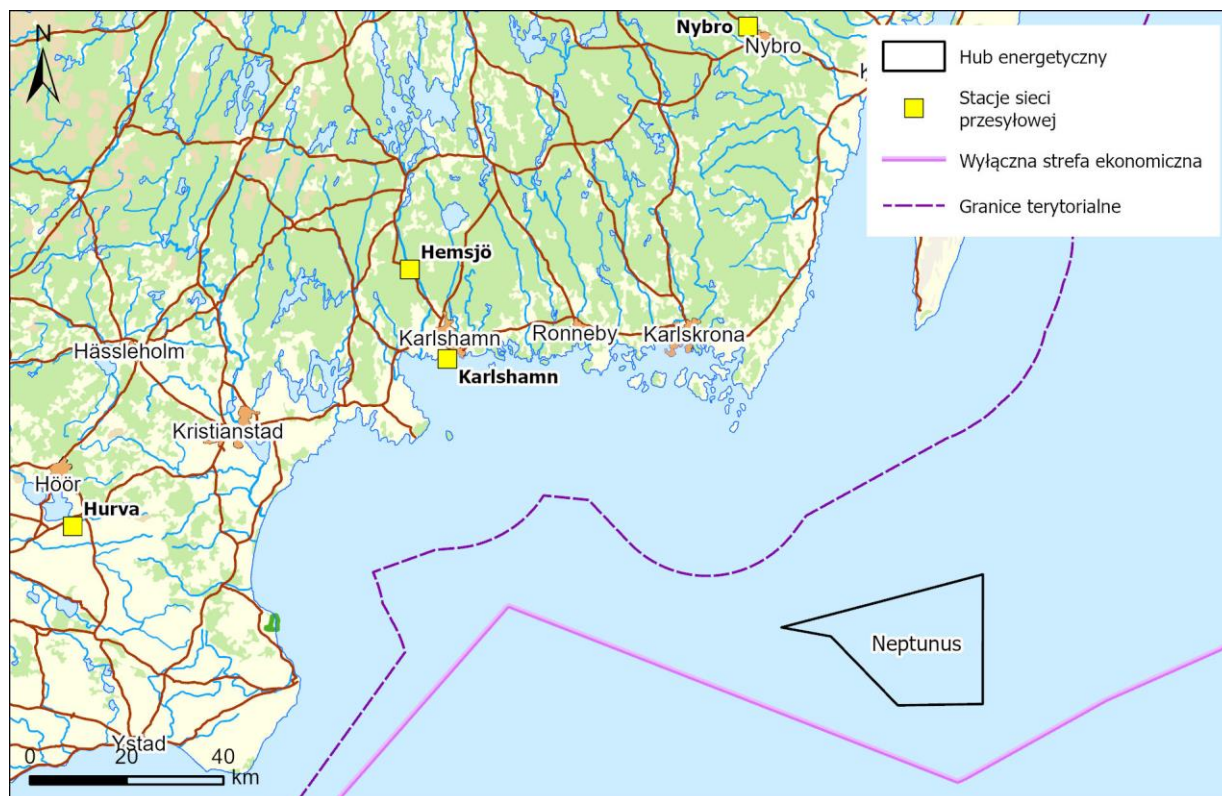
Możliwe jest zamontowanie jednego lub kilku masztów pomiarowych w celu zebrania dodatkowych danych dotyczących wiatru na obszarze hubu energetycznego. Będą one stanowić podstawę planów szczegółowych oraz wyboru turbin i ich ostatecznego rozmieszczenia. Wysokość masztu pomiarowego odpowiada zazwyczaj wysokości piasty turbiny. Jest on montowany w taki sam sposób, jak turbina wiatrowa na fundamencie zakotwiczonym do dna.

Fundament masztu pomiarowego jest jednak znacząco mniejszy niż fundament turbiny wiatrowej. Dane z masztów pomiarowych mogą być również wykorzystywane na etapie instalacji, aby śledzić warunki do podnoszenia różnych elementów, w przypadku których mogą mieć zastosowanie ograniczenia w postaci maksymalnej prędkości wiatru, a na późniejszym etapie do kontrolowania wydajności hubu energetycznego. Dane z masztów pomiarowych mogą również służyć jako podstawa do obliczenia dopuszczalnych obciążeń.

Technologia, która znajduje się obecnie w fazie szybkiego rozwoju i która potencjalnie może zastąpić maszty pomiarowe, to system LiDAR. Technologia ta wykorzystuje laser do mierzenia prędkości wiatru na morzu, przez co nie wymaga montowania masztu. System ten może być instalowany zarówno na fundamentach mocowanych do dna, jak i na pływających platformach. Na chwilę obecną ta technologia pomiarowa nie posiada odpowiednich zezwoleń, by na jej podstawie określać dopuszczalne obciążenia, jednak prawdopodobnie zmieni się to w przyszłości.

3.2.7. Kable i rury przyłączeniowe

Energia elektryczna i wodór produkowane w morskim hubie energetycznym będą przesyłane na ląd z wykorzystaniem kabli i rur przyłączeniowych umieszczonych w jednym lub kilku korytarzach przyłączeniowych. Rysunek 14 przedstawia możliwe punkty odbioru dla kabli przyłączeniowych na lądzie. Przesył wodoru na ląd może się również odbywać eksploatowanymi gazociągami przebiegającymi pomiędzy krajami nad basenem Morza Bałtyckiego.



Rysunek 14. Potencjalne punkty odbioru energii elektrycznej na lądzie oraz hub energetyczny Neptunus. © [Lantmäteriet] 2023

3.3. Działania realizowane na różnych etapach projektu

Niniejszy rozdział stanowi podsumowanie działań realizowanych na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji hubu energetycznego.

Konsekwencje opisane w raporcie Espoo zostaną poddane ocenie z uwzględnieniem następujących etapów projektu:

- Etap budowy
- Etap eksploatacji
- Etap budowy

3.3.1. Etap budowy

3.3.1.1. Badania obszaru

Przed przystąpieniem do budowy hubu i układania wewnętrznej sieci kablowej oraz wewnętrznej sieci rurociągowej zostaną przeprowadzone badania cech dna morskiego, aby dokładniej przeanalizować warunki geologiczne i warstwy osadów. Celem tych badań jest uzyskanie szczegółowych informacji potrzebnych do podjęcia ostatecznej decyzji o wyborze

fundamentów oraz opracowania szczegółowej koncepcji ułożenia kabli i rur, a także określenia dokładnego rozmieszczenia turbin wiatrowych. Badania geofizyczne, takie jak pomiary sonarem bocznym (sidescan sonar, SSS), echosondą wielowiązkową (multibeam echo sounder, MBES) oraz różnego rodzaju badania sejsmiczne (2D i 3D), pozwalają uzyskać wysokorozdzielcze dane batymetryczne na temat osadów dennych oraz budowy geologicznej aż do około 80 metrów pod dnem morskim. Badania zapewniają również informacje na temat występowania naturalnych i sztucznych obiektów oraz ewentualnych kieszeni gazowych na dnie.

Badania geotechniczne obejmują np. wykonanie odwiertów badawczych oraz sondowanie CPT i Vibrocore, co pozwala ustalić nośność dna, a tym samym dokonać wyboru fundamentów. Badania dostarczają także informacji potrzebnych do podjęcia decyzji o sposobie montażu. Magnetometria to metoda stosowana w celu upewnienia się, że prace budowlane są wykonywane w miejscu, gdzie nie występują miny ani inny rodzaj niewybuchów.

3.3.1.2. Montaż

Poniżej przedstawiono pokrótce, jak może przebiegać proces montażu hubu energetycznego. Często podejmuje się próbę przeprowadzenia prac montażowych w czasie jednego sezonu, bez przerwy na okres zimowy.

Planowana kolejność montażu poszczególnych części hubu energetycznego zakłada rozpoczęcie prac od montażu fundamentów, następnie stacji transformatorowych/przekształtnikowych i platform do produkcji wodoru łącznie z elementami nadbudowy. Kolejny etap to budowa połączeń z lądem, czyli wewnętrznej sieci kablowej i rurociągowej. Jako ostatnie montowane są turbiny wiatrowe (w tym komponenty do zdecentralizowanej produkcji wodoru) składające się z wieży, gondoli i łopat wirnika. W przypadku fundamentów pływających turbiny są montowane do fundamentów w porcie montażowym, po czym konstrukcje te holuje się do hubu energetycznego i montuje na miejscu. Po zakończeniu instalacji turbin wiatrowych następuje ich uruchomienie oraz testy. Jeśli wyniki testów zostaną zatwierdzone, elektrownie są oddawane do użytku firmie zajmującej się ich eksploatacją.

3.3.1.3. Ruchy statków

Na etapie montażu główne komponenty hubu energetycznego (turbiny wiatrowe, stacje transformatorowe/przekształtnikowe, platformy, maszty pomiarowe, fundamenty oraz elementy konstrukcji do produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru) są transportowane statkami na obszar realizacji projektu, ustawiane i montowane. Główne komponenty są transportowane



statkami z portów produkcyjnych do portów przedmontażowych (tzw. „pre-assembly harbour”) lub bezpośrednio na obszar budowy hubu energetycznego.

Z pobliskiego portu instalacyjnego odbywa się codzienny transport załogi i mniejszych komponentów. Oprócz transportu na statkach możliwe jest także korzystanie z transportu helikopterowego.

Na obszarze hubu energetycznego podczas jego montażu będą działać różnego rodzaju statki instalacyjne i platformy robocze. Prawdopodobnie kilka etapów instalacji będzie przeprowadzanych równolegle w różnych częściach obszaru realizacji projektu. Być może konieczne będzie też wykorzystanie holowników oraz statków pomocniczych przeznaczonych na sprzęt i załogę. Nadzór nad ruchem statków sprawuje osoba odpowiedzialna za ruch na morzu (marine coordinator). Możliwe jest utworzenie strefy ochronnej dookoła obszaru, na którym trwają prace montażowe, aby zmniejszyć ryzyko wypadków.

Do niektórych prac może zostać użyty statek typu jack-up lub platforma typu jack-up – patrz Rysunek 15. Podpory takich konstrukcji opuszcza się i osadza na podłożu. Sam kadłub statku lub platforma unoszą się nad poziomem morza, dzięki czemu ruch fal nie ma na nie wpływu. Alternatywną opcją jest wykorzystanie statku typu semi-jack-up. Kadłub takiego statku unosi się na wodzie, a za jego stabilność odpowiadają podpory przenikające dno morskie.



Rysunek 15. Montaż elektrowni wiatrowej z wykorzystaniem statków typu jack-up. Źródło: COWI

Oprócz wyżej wymienionych statków na obszarze realizacji projektu mogą operować też statki specjalnego przeznaczenia, np. do badań obszaru lub działań w sytuacjach kryzysowych. Na etapie budowy możliwe jest także wykorzystanie jednego lub kilku mniejszych statków do odgradzenia obszaru, na którym trwają prace montażowe, od pozostałego ruchu.

3.3.1.4. Montaż fundamentów

Monopale transportuje się do hubu, spławiając je lub przewożąc na pokładzie statku instalacyjnego albo barki. Monopal jest posadawiany na dnie morskim za pomocą platformy typu jack-up lub dźwigów pływających. Następnie fundament jest wbijany w dno poprzez palowanie, wbijanie wibracyjne lub wwiercanie. Zależnie od okoliczności montaż może być przeprowadzony z użyciem kilku metod.

Fundament kratownicowy wymaga stosunkowo płaskiego dna morskiego, dlatego przed jego montażem konieczne jest wyrównanie podłoża. Fundament jest transportowany na miejsce na barce lub statku instalacyjnym. Do umieszczenia go na dnie morskim wykorzystuje się platformy typu jack-up lub dźwigi pływające. W przypadku wykorzystania pali szpilekowych

wbija się je w podłoże poprzez palowanie, wbijanie wibracyjne lub wwiercanie stalowych rur w dno morskie w każdym punkcie narożnym fundamentu. Pale szpilkowe są następnie łączone z fundamentem za pomocą odlewów lub kotwienia mechanicznego. Jeśli właściwości geologiczne i pozostałe warunki na to pozwalają, fundament kratownicowy można przytwierdzić do dna za pomocą kesonu zasysającego, czyli stalowego lub betonowego walca, który zagłębia się w dno morskie, wykorzystując podciśnienie.

W przypadku fundamentów pływających elementy te są holowane na miejsce, zazwyczaj razem ze zmontowaną turbiną wiatrową. Fundament kotwicy się według tych samych zasad, które mają zastosowanie w przypadku fundamentów mocowanych do dna, z tą różnicą, że do kotwienia można użyć różnego rodzaju kotew zakopywanych w dnie.

3.3.1.5. Wewnętrzna sieć kablowa oraz wewnętrzna sieć rurociągową

Przed przystąpieniem do montażu prowadzone są prace przygotowawcze w celu zapewnienia bezpieczeństwa i wykluczenia zakłóceń podczas układania i instalacji wewnętrznej sieci kablowej oraz rurociągowej. Prace przygotowawcze polegają na usunięciu skał i głazów z dna morskiego oraz pozbyciu się obcych przedmiotów takich jak sieci rybackie, liny itp.

Oczyszczanie terenu wiąże się z przenikaniem w głąb dna morskiego. Elementem prac może być także wyrównanie dna morskiego, jeśli występują na nim piaszczyste wzniesienia lub innego rodzaju ruchliwe podłoże, którego nie da się uniknąć, czy obszary, gdzie dno jest strome.

Wewnętrzne rurociągi i kable nawinięte na duże szpule są transportowane na obszar realizacji projektu za pomocą specjalistycznych statków instalacyjnych. Kable i rury układa się na dnie morskim, a następnie zakopuje na głębokości 1–3 m pod dnem, aby zabezpieczyć je przed uszkodzeniem przez sprzęt rybacki, kotwice itp. Jeśli kable i rurociągi są układane bezpośrednio na dnie morskim, można zastosować zabezpieczenie polegające na przykryciu ich np. kamieniami czy materacami betonowymi lub poprowadzeniu ich przez rury.

Gdy konieczne jest skrzyżowanie kabla lub rurociągu z istniejącym kablem, rurociągiem lub inną infrastrukturą, należy zabezpieczyć zarówno nowe, jak i istniejące sieci. Zabezpieczenie kabli może być wykonane np. z materaców betonowych lub stalowych bądź betonowych obudów. Szczegóły dotyczące przecinania się kabli określa się w umowie dotyczącej krzyżowania kabli sporządzonej przez właścicieli kabli i/lub rurociągów.



3.3.1.6. Turbiny wiatrowe

Główne komponenty turbiny mogą być transportowane do hubu energetycznego statkiem instalacyjnym lub osobnym statkiem transportowym. Transport może wyruszyć bezpośrednio z portu zlokalizowanego w pobliżu producenta turbin lub z portu instalacyjnego. Komponenty są następnie montowane za pomocą dźwigu, zazwyczaj w ciągu jednego dnia przy sprzyjających warunkach pogodowych.

W przypadku turbin wiatrowych montowanych na fundamentach mocowanych do dna montaż z dużym prawdopodobieństwem odbywa się częściowo na morzu. Instalacja turbiny wiatrowej wymaga dużej precyzji i może być z tego względu ograniczona przez warunki wiatrowe i fale. Po zainstalowaniu turbin komponenty podłącza się do wewnętrznej sieci kablowej lub wewnętrznej sieci rurociągowej (w przypadku zdecentralizowanej produkcji wodoru), a następnie przeprowadza się test turbin.

W przypadku fundamentów pływających turbiny są montowane do fundamentów w porcie montażowym, po czym konstrukcje te holuje się do hubu energetycznego. Przeprowadzenie montażu w porcie minimalizuje ryzyko oddziaływania takich czynników jak warunki wiatrowe i fale.

3.3.1.7. Elektrolizery

Elektrolizery do produkcji wodoru zostaną zamontowane albo bezpośrednio na fundamentach turbin wiatrowych w pobliżu elementu przejściowego, albo na osobnych platformach. Jeśli montaż odbywa się bezpośrednio na fundamentach turbin, przeprowadza się go po wcześniejszym zamontowaniu turbiny.

Ewentualne platformy do produkcji wodoru z zewnątrz wyglądają tak, jak platformy pod stacje transformatorowe/przekształtnikowe, choć mogą być ewentualnie nieco większe. Z uwagi na to, że masa i wymagania powierzchniowe elektrolizerów są większe niż w przypadku platform pod stacje transformatorowe/przekształtnikowe, bardziej odpowiednim rozwiązaniem wydaje się użycie większych platform do produkcji wodoru, aby zmniejszyć liczbę pojedynczych platform na obszarze hubu.

Po zainstalowaniu elektrolizerów (na fundamentach lub platformach) następuje podłączenie wewnętrznej sieci rurociągowej.

3.3.1.8. Stacja transformatorowa/przekształtnikowa

Stacja transformatorowa/przekształtnikowa jest zazwyczaj montowana na fundamencie za pomocą dźwigu pływającego. W zależności od konstrukcji stacji



transformatorowych/przekształtnikowych i ich fundamentów platformy da się czasami przesunąć lub montować za pomocą innych technologii unoszących, np. własnych podpór. Alternatywnie można najpierw wznieść fundament, a następnie umieścić na nim nadbudowę. Po zainstalowaniu stacji transformatorowej/przekształtnikowej zostaje ona podłączona do wewnętrznej sieci kabli elektrycznych.

3.3.2. *Etap eksploatacji*

Turbiny wiatrowe, stacje transformatorowe/przekształtnikowe i elementy konstrukcji do produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru są monitorowane zdalnie i bezzałogowo w trybie normalnej pracy. Jednak ze względu na stale prowadzone prace konserwacyjne na obszarze hubu energetycznego konieczny jest transport załogi i materiałów na miejsce przy wykorzystaniu statków serwisowych lub zwykłych albo helikopterów. Inną opcją jest transport na wskazaną platformę, a stamtąd przemieszczanie załogi i materiałów w obrębie hubu. Przegląd kabli i rur jest przeprowadzany w razie potrzeby, np. aby upewnić się, że ich zabezpieczenia przy fundamentach elektrowni są nienaruszone. W przypadku uszkodzenia kabla lub rury ich naprawa odbywa się po podniesieniu zniszczonego odcinka przez odpowiedni statek, po czym kabel lub rura są ponownie układane na dnie za pomocą tej samej metody, którą wykorzystano na etapie budowy hubu. Aby zabezpieczyć kable i rury przed uszkodzeniem, należy unikać prowadzenia połowu ryb włokiem dennym na obszarze hubu energetycznego.

Opracowanie ostatecznej strategii dotyczącej eksploatacji i konserwacji odbędzie się na późniejszym etapie. Prawdopodobnie zostanie utworzona lądowa baza obsługowo-serwisowa. Do obsługi hubu posłużą najprawdopodobniej jednostki Crew Transfer Vessels lub Service Operation Vessels. W przypadku konieczności przeprowadzenia bardziej zaawansowanych prac konserwacyjnych, polegających np. na wymianie dużych komponentów, mogą zostać wykorzystane statki typu jack-up.

3.3.3. *Etap likwidacji*

Przewidywany okres użytkowania hubu energetycznego to około 45 lat. Po tym czasie hub ulegnie likwidacji. Likwidacja zostanie przeprowadzona zgodnie z praktyką i przepisami prawa obowiązującymi w momencie likwidacji. Turbiny wiatrowe, fundamenty, stacje transformatorowe/przekształtnikowe i elementy konstrukcji do produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru zostaną rozłożone na części, a miejsca mocowania fundamentów zostaną



przywrócone do pierwotnego stanu zgodnie z obowiązującymi w danym momencie przepisami prawa.

Na ogół elementy konstrukcji demontuje się, jeśli nie powoduje to większego oddziaływania na środowisko niż w przypadku pozostawienia ich w morzu. Z uwagi na to, że technologia i stan wiedzy szybko się zmieniają, szczegółowy plan likwidacji hubu jest opracowywany w porozumieniu z organem nadzorczym.

Prawdopodobnie struktury znajdujące się nad powierzchnią wody zostaną zlikwidowane. Na przykład monopale lub fundamenty kratownicowe będzie można przeciąć kilka metrów poniżej powierzchni dna morskiego, aby usunąć odciętą część. Fundamenty pływające wraz z przynależącymi turbinami wiatrowymi zostaną odłączone od lin kotwiących / łańcuchów, a następnie odholowane do portu w celu utylizacji lub złomowania. Niektóre elementy konstrukcji można zostawić na miejscu po likwidacji hubu. Są to np. kable wewnętrzne i rurociągi.

Za zostawieniem części struktur na miejscu przemawia to, że mogą przekształcić się w wysoko cenioną sztuczną rafę. Jeśli konieczne jest usunięcie kabli i rurociągów, należy je najpierw odsłonić, a następnie podnieść z dna. Kamienie użyte do przykrycia kabli i/lub rurociągów prawdopodobnie nie zostaną usunięte, tak samo jak zabezpieczenia wzniesione w miejscu krzyżowania się kabli. Wokół miejsca prowadzenia prac likwidacyjnych zostanie utworzona strefa ochronna, aby zapewnić bezpieczeństwo załogi, sprzętu i stron trzecich.

3.4. Wstępny harmonogram

Wstępny harmonogram działań związanych z projektem przedstawia Rysunek 16.

Harmonogram należy traktować jako poglądowy i wstępny. Wiele różnych czynników może spowodować zmiany w harmonogramie, które będą skutkować koniecznością dostosowania go do przebiegu projektu. Ocenia się, że wybudowanie hubu energetycznego w całości zajmie do sześciu lat.

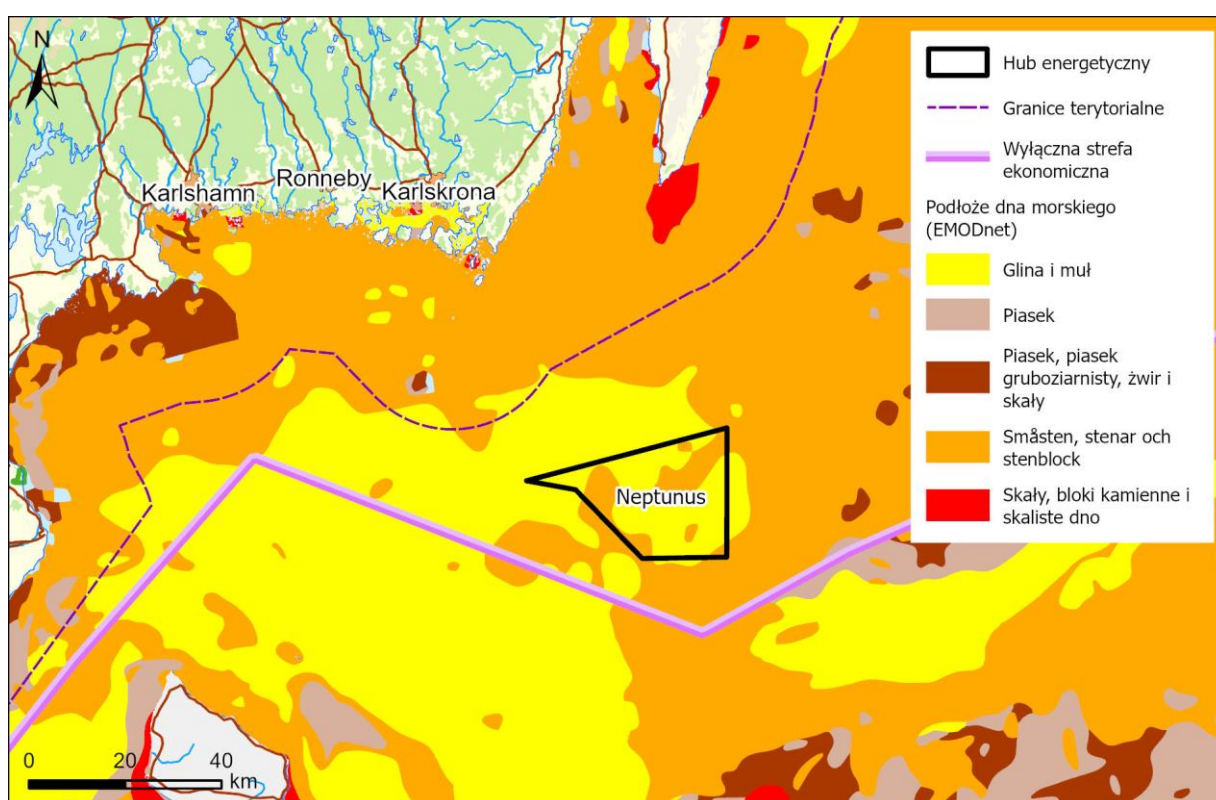
Activity	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
Permit process	█															
Design, procurement & financing				█												
Construction grid connection							█									
Construction energy farm									█							
Operation												█				

Rysunek 16. Wstępny harmonogram działań związanych z projektem.

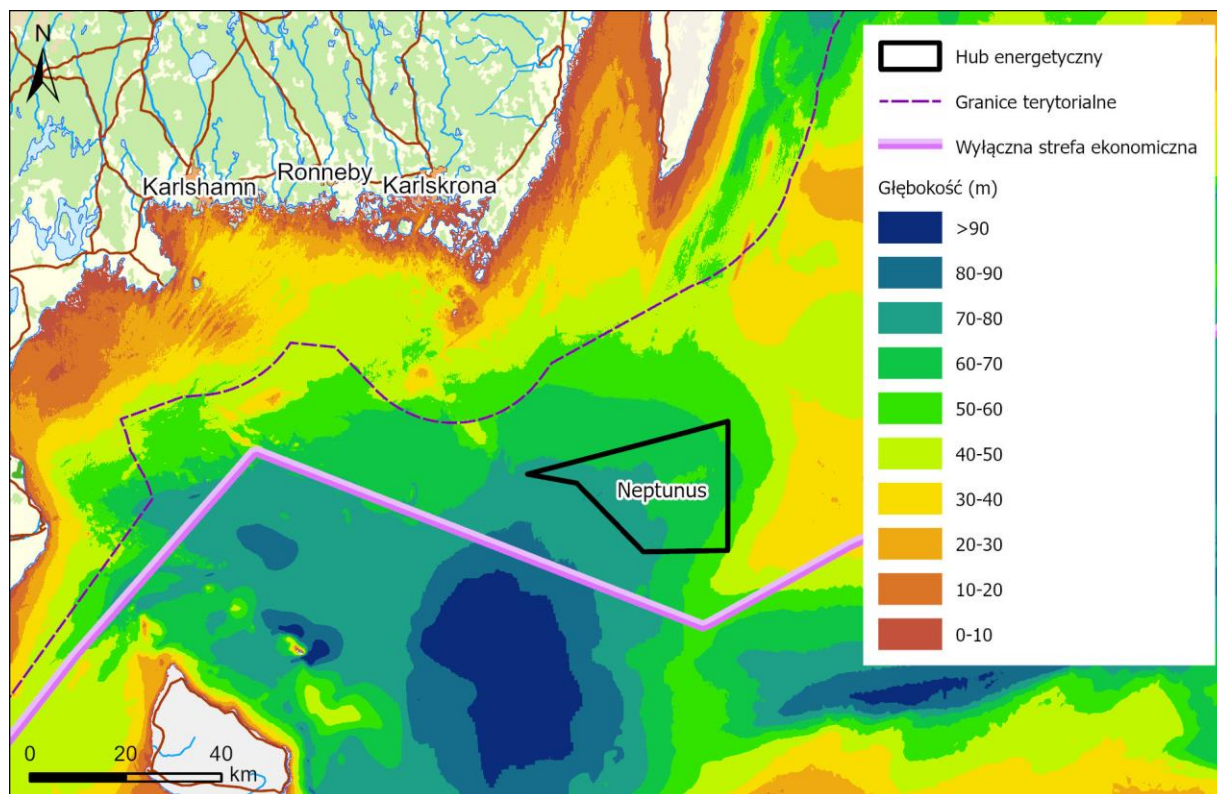
4. Opis obszaru

4.1. Warunki geologiczne i głębokość morza

Substrat dna morskiego na obszarze hubu Neptunus składa się głównie z gliny z domieszką drobnoziarnistego i gruboziarnistego piasku, drobnych kamieni i żwiru – patrz Rysunek 17 przedstawiający uwarunkowania geologiczne na obszarze hubu energetycznego. Warstwy ułożone głębiej są zdominowane przez glinę lodowcową i polodowcową. Głębokość morza na obszarze realizacji projektu waha się od 50 do 80 metrów, a średnia głębokość wynosi 67 metrów – patrz Rysunek 18.



Rysunek 17. Mapa geologiczna obszaru hubu energetycznego Neptunus. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: EMODnet] 2022



Rysunek 18. Mapa głębokości morza na obszarze hubu energetycznego Neptunus. Głębokość morza podano w metrach. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: EMODnet] 2022

4.2. Warunki meteorologiczne

Szacuje się, że średnia prędkość wiatru na obszarze hubu energetycznego wyniesie ok. 9,5 m/s na wysokości 100 m n.p.m. (NEWA).

4.3. Warunki hydrograficzne

Tak jak w przypadku wiatru, klimat falowy jest zdominowany przez fale rozchodzące się z kierunku zachodniego i południowo-zachodniego. Te fale są jednocześnie najwyższymi falami. Średnia wysokość fali znacznej wynosi ok. 1,1 metra (CMEMS, 2020).

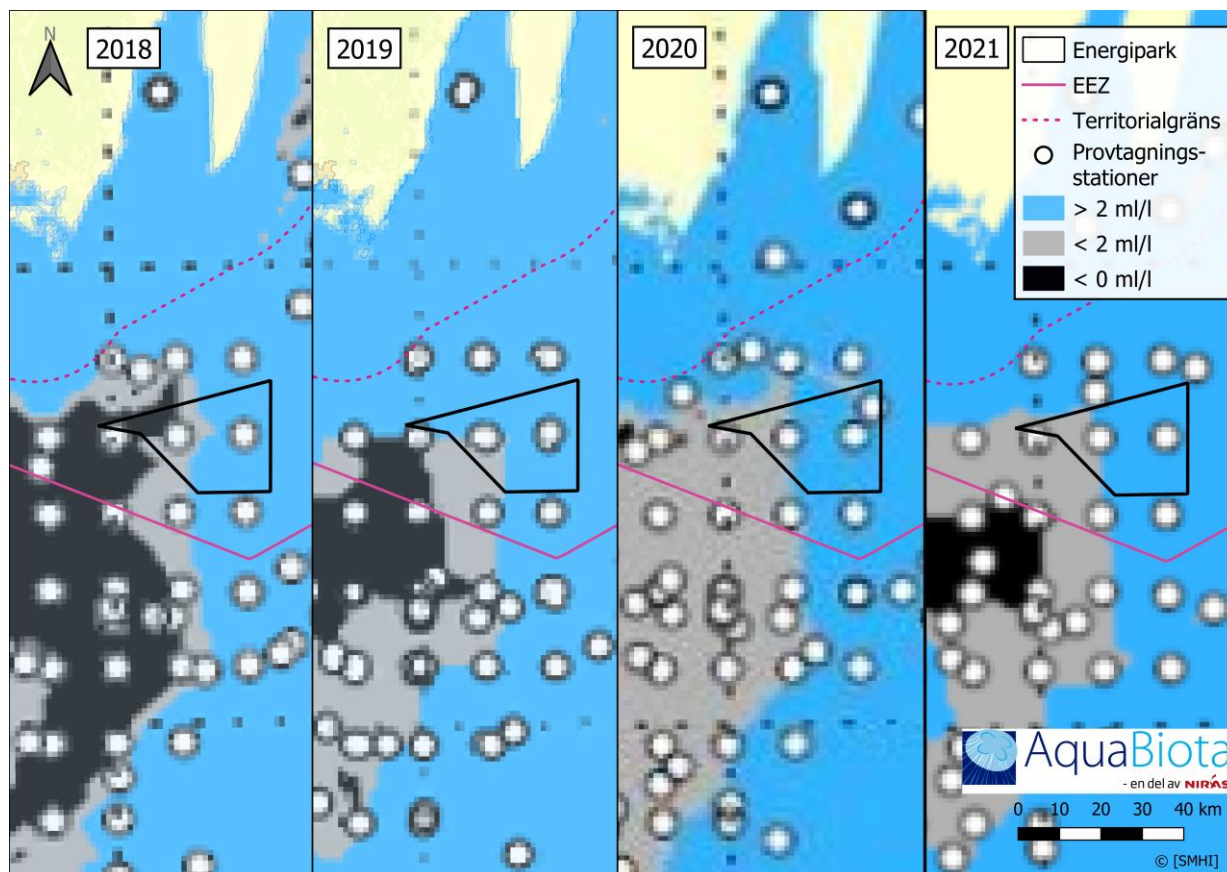
Można założyć, że w niektórych obszarach Bałtyku Właściwego zawartość tlenu w warstwie wód przydennych jest niska i względnie stabilna w ciągu roku. Zawartość tlenu w wodzie na obszarze hubu Neptunus ulega zmianie w czasie. Obserwuje się tymczasową poprawę warunków natlenienia w korelacji z dopływem wód z cieśniny Kattegatt. Dopływy wód są nieregularne i zróżnicowane pod względem ilości. Z map Szwedzkiego Instytutu Meteorologiczno-Hydrologicznego (SMHI) przedstawiających rozmieszczenie przydennych stref beztlenowych ($O_2 \leq 0$ ml/l) oraz ubogich w tlen ($O_2 \leq 2$ ml/l) można wyczytać, że w latach 2019 i 2020 na obszarze hubu Neptunus występowały przydenne strefy ubogie w tlen. W 2021 r. przydenne strefy ubogie w tlen objęły większy obszar na terenie Basenu

Bornholmskiego w porównaniu z rokiem poprzednim, co dało się również zaobserwować na obszarze zachodniej części hubu energetycznego Neptunus (SMHI, 2021). Patrz Rysunek 19 przedstawiający mapę natlenienia na obszarze hubu energetycznego Neptunus oraz na terenach przylegających.

W roku 2018 na obszarze hubu występowały zarówno przydenne strefy beztlenowe, jak i ubogie w tlen. Strefy beztlenowe można było zaobserwować w zachodniej części hubu. Z raportów rocznych Szwedzkiego Instytutu Meteorologiczno-Hydrologicznego wynika, że na obszarze realizacji projektu przez wiele lat występowały niekorzystne warunki tlenowe (SMHI, 2019; SLU ArtDatabanken, 2020).

Dzięki pomiarom wykonanym przez instytut AquaBiota Consulting w marcu i sierpniu 2021 r. oraz czerwcu i sierpniu 2022 r. zaobserwowano występowanie wód ubogich w tlen na głębokości ok. 60 m oraz wód beztlenowych na głębokości 65–70 m na obszarze hubu Neptunus. Wyniki pomiarów pozwoliły wysnuć te same wnioski, co pomiary przeprowadzone na terenie Basenu Bornholmskiego w 2021 r. przez SMHI (2021). Analizy instytutu AquaBiota wykazały jednak, że przydenne strefy beztlenowe występują na większych obszarach hubu energetycznego.





Rysunek 19. Mapa natlenienia na obszarze hubu energetycznego Neptunus oraz na terenach przylegających w latach 2018–2021. Sytuacja uległa poprawie w 2020 r. na skutek dopływu wód słonych bogatych w tlen w 2019 r., po czym nastąpiło ponowne, nieznaczne pogorszenie w roku 2021 (SMHI 2019a, 2020, 2021).

Okresy zimowe o temperaturach od -5 do -10 stopni mogą powodować powstawanie pokrywy lodowej na morzu. Grubość lodu zależy od poziomu zasolenia wierzchniej warstwy wody, który wynosi ok. 7‰ na obszarze hubu oraz w jego okolicy. Na mapach maksymalnego zasięgu zlodowacenia Szwedzkiego Instytutu Meteorologiczno-Hydrologicznego (SMHI) nie odnotowano występowania pokrywy lodowej na obszarze hubu energetycznego Neptunus w ciągu ostatnich 20 lat (SMHI, 2022b).

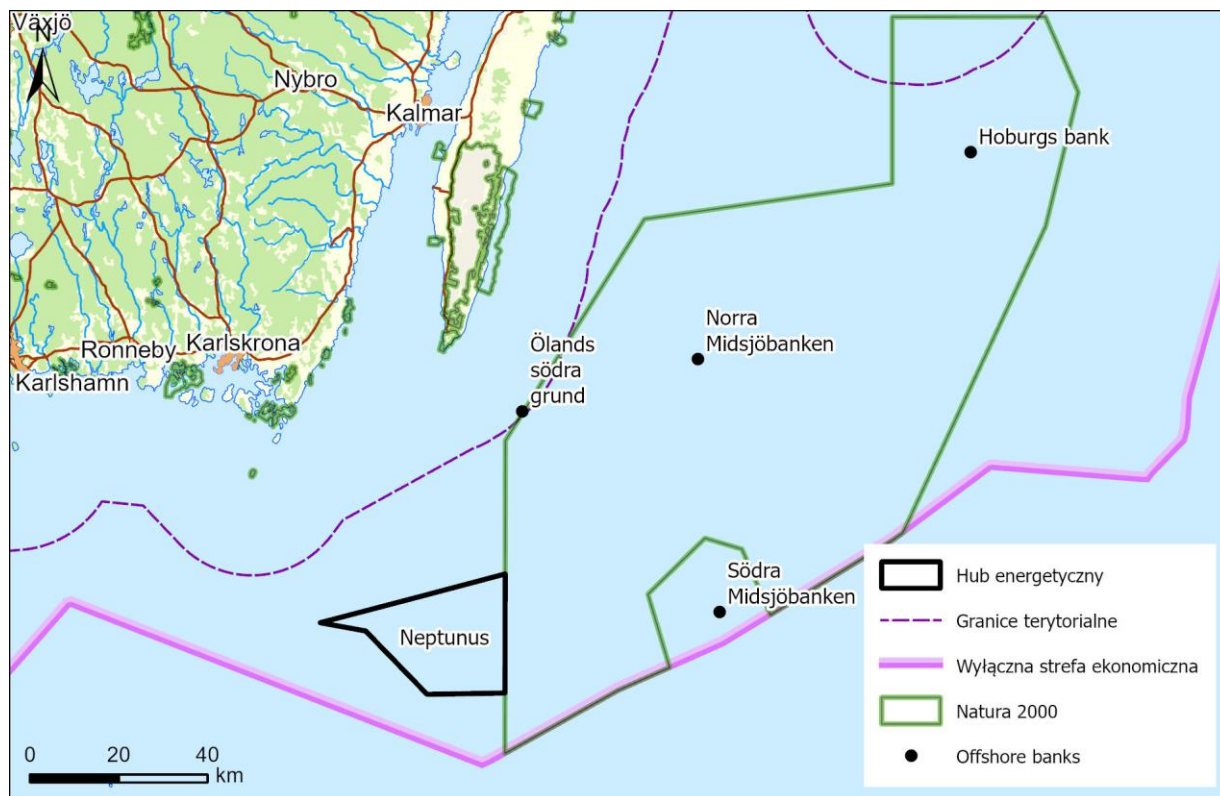
4.4. Natura 2000

Hub Neptunus graniczy od wschodu z obszarem Natura 2000 o nazwie Ławica Hoburska i Ławice Środkowe, który został ustanowiony obszarem chronionym zgodnie z unijną dyrektywą w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Site of Community Importance, SCI) i dyrektywą w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Special Protection Area, SPA) – patrz Rysunek 20.

4.4.1. Charakterystyka ogólna

Obszar Natura 2000 obejmuje teren o powierzchni ok. 1 051 000 hektarów i został wyznaczony w celu ochrony populacji morświnów z Bałtyku Właściwego (*Phocoena phocoena*), lodówek (*Clangula hyemalis*) i nurnika zwyczajnego (*Cephus grylle*), a także następujących siedlisk: rafa (1170) i piaszczyste ławice podwodne (1110). Głębokość morza w tym obszarze waha się od 17 do 80 metrów. Płycizny występują w pobliżu ławic będących częścią obszaru. Ławica to płytki obszar morski otoczony przez głębsze wody.

Obszar Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe jest położony centralnie na obszarze Bałtyku Właściwego i obejmuje swoim zasięgiem dwie ławice: Ławicę Hoburską i Północną Ławicę Środkową (Rysunek 20). Południowa Ławica Środkowa oraz płycizna Ölands södra grund graniczą z obszarem Natura 2000, jednak nie są jego częścią. Południowa Ławica Środkowa jest jednak silnie związana z gatunkami stanowiącymi przedmiot ochrony na występujących typach siedlisk. Płycizna Ölands södra grund, która jest mniejszą ławicą, również jest powiązana z elementami chronionymi na obszarze Natura 2000. Ławice tworzą mozaikę składającą się z płytkich, piaszczystych ławic podwodnych i rafy. Obszar ten obejmuje również tereny o większej głębokości z dnem pokrytym warstwą osadów występujące pomiędzy ławicami. Najbliższa ławica, Północna Ławica Środkowa, znajduje się w odległości ponad 20 km na północny wschód od obszaru realizacji projektu. Obecnie rozważane jest rozszerzenie obszaru Natura 2000 Południowa Ławica Środkowa.



Rysunek 20. Rysunek poglądowy położenia hubu energetycznego Neptunus na obszarze Bałtyku Właściwego oraz pobliskie obszary Natura 2000. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: Naturvårdsverket, Länsstyrelsen] 2022

Według zatwierdzonego planu ochrony obszaru Natura 2000 ławice zapewniają bardzo dobre warunki dla życia wielu gatunków zwierząt i roślin (Länsstyrelsen, 2021). Występuje tutaj duża wymiana wód, a zjawiska takie jak zanieczyszczenie środowiska, nadmierne nawożenie i działalność człowieka, które występują na dużych obszarach wzdłuż wybrzeży Bałtyku, są mniej odczuwalne w większej odległości od lądu. Ławice stanowią przedmiot ochrony mogą w związku z tym przyczynić się do zachowania i poprawy warunków dla flory, fauny oraz środowiska w całym regionie. Ławice to ważne obszary żerowania i dojrzewania dla ryb oraz ptaków morskich. Razem stanowią najważniejszy obszar zimowania na Bałtyku dla lodówki (*Clangula hyemalis*) oraz kluczowy obszar dla populacji morświnów z Bałtyku Właściwego (*Phocoena phocoena*).

Tabela 2 przedstawia gatunki oraz siedliska będące przedmiotem ochrony na obszarze Natura 2000 wraz z uwzględnieniem czynników, które zgodnie z planem ochrony mogą oddziaływać niekorzystnie na obszar Natura 2000, istotnych z punktu widzenia hubu energetycznego Neptunus.

Tabela 2. Gatunki oraz siedliska będące przedmiotem ochrony na obszarze Ławica Hoburska i Ławice Środkowe wraz z uwzględnieniem czynników, które mogą oddziaływać niekorzystnie na obszar Natura 2000.

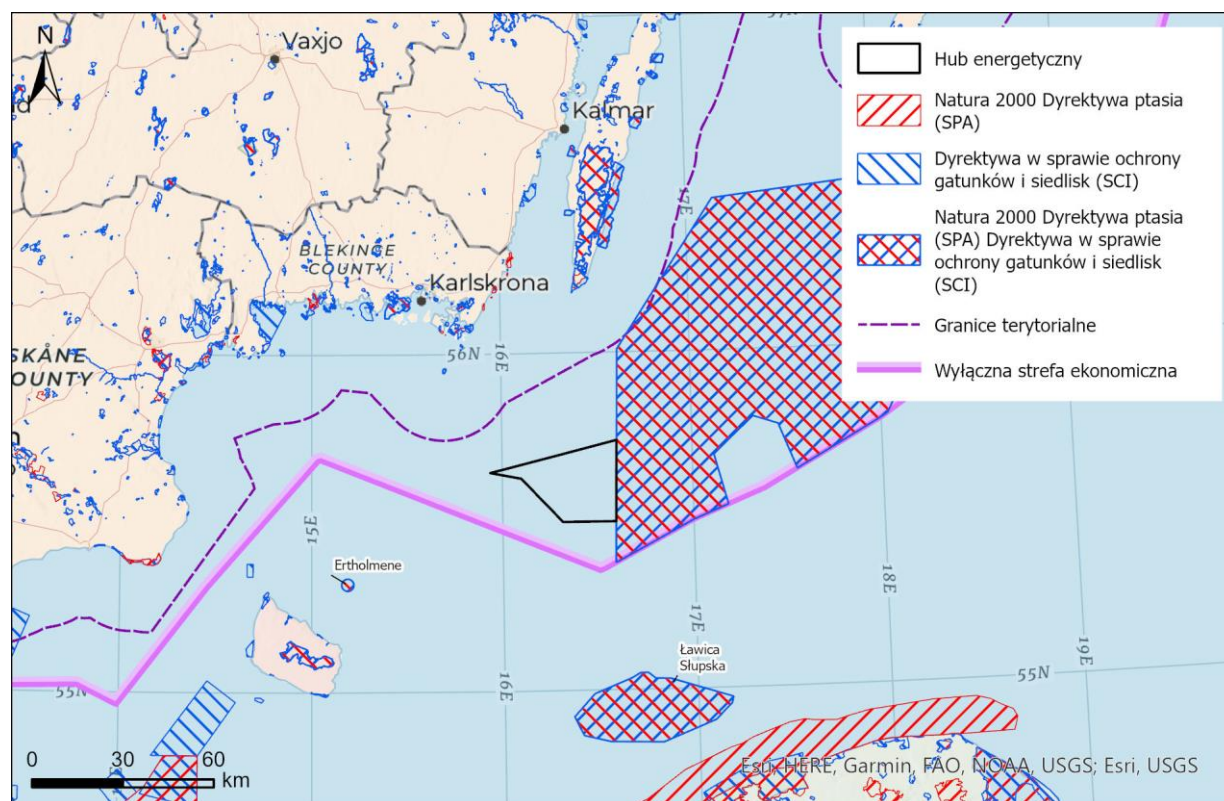
Obszar Natura 2000	Siedliska morskie stanowiące przedmiot ochrony	Gatunki morskie stanowiące przedmiot ochrony	Czynniki mogące oddziaływać niekorzystnie na obszar Natura 2000 na podstawie zatwierdzonego planu ochrony.
Ławica Hoburska i Ławice Środkowe (SE0330308)	Piaszczyste ławice w sublitoralu oraz rafa.	Morświny należące do populacji z Bałtyku Właściwego (gatunek krytycznie zagrożony), zimujące lodówki (gatunek zagrożony), nurnik zwyczajny (gatunek bliski zagrożenia)	Impulsywne dźwięki, stałe dźwięki, echosondy lub sonary, których częstotliwość pokrywa się z częstotliwością wykorzystywaną przez morświny w echolokacji. Morskie farmy wiatrowe. Wzburzenie osadów na skutek ruchu statków. Wypieranie nurnika zwyczajnego oraz lodówki z ważnych obszarów zimowania. Ułożenie kabli, które może mieć szkodliwy wpływ na siedliska będące przedmiotem ochrony. Zmiany klimatyczne.

Środowisko dna morskiego obszaru Natura 2000 jest stosunkowo jednorodne i występuje w nim tylko kilka dominujących gatunków glonów i zwierząt. Jest to zjawisko naturalne dla Morza Bałtyckiego. Na obszarze ławic występują duże skupiska omułek oraz porośnięte roślinnością dna, które odgrywają ważne funkcje ekologiczne. Ławice to również potencjalnie istotne obszary żerowania dla obu gatunków foki, tj. foki pospolitej (*Phoca vitulina*) i szarej (*Halichoerus grypus*). Ponadto ławice stanowią ważny obszar żerowania i dojrzewania narybku dla wielu gatunków ryb.

4.4.2. Obszary Natura 2000 na terytorium innych państw

Obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego (z wyjątkiem obwodu królewieckiego, rosyjskiej eksklawy) są zlokalizowane zarówno na morzu, jak i wzdłuż wybrzeży państw – patrz Rysunek 21. Obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego znajdujące się w najbliższej odległości od planowanego hubu energetycznego to: Ławica Słupska (Polska), ok. 50 km na południe od hubu energetycznego, oraz archipelag Ertholmene (Dania), ok. 60 km na południowy zachód od hubu

energetycznego. Pozostałe obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego są zlokalizowane w dalszej odległości od hubu.



Rysunek 21. Obszary Natura 2000 należące do krajów nad basenem Morza Bałtyckiego. [na podstawie: Europejska Agencja Środowiska (EAŚ)] 2022

4.5. Środowisko naturalne

4.5.1. Fauna i flora dna morskiego

Substrat dna morskiego na obszarze hubu energetycznego Neptunus składa się głównie z gliny z domieszką drobnoziarnistego i gruboziarnistego piasku, drobnych kamieni i żwiru. Morze Bałtyckie jest zbiornikiem wód brackich o względnie niskim zasoleniu zarówno w warstwie wód powierzchniowych, jak i przydennych, dlatego różnorodność gatunków jest również względnie niska. Poziom zasolenia stanowi czynnik stresujący dla gatunków morskich i słodkowodnych, co skutkuje tym, że niewiele gatunków jest przystosowanych do życia w tym obszarze. Mniejsze zasolenie powoduje mniejszą różnorodność gatunków, gdyż coraz mniej organizmów morskich jest w stanie przeżyć na takim obszarze. Co więcej, uznaje się, że fauna dna morskiego będzie zdominowana przez organizmy zakopujące się w osadzie, tzw. infaunę, gdyż dno morskie na obszarze hubu Aurora jest głównie miękkie i piaszczyste. Patrz Tabela 3 przedstawiająca przykłady infauny występującej na obszarze hubu Neptunus. Modele przygotowane przez zespół Gogina et al. (2016) wykazały, że na tym obszarze

występuje głównie złotorunka bałtycka (*Bylgides sarsi*) oraz pontoporeja krasnooka (*Pontoporeia femorata*).

Tabela 3 Typowa infauna dna morskiego na obszarze hubu Neptunus (DHI, 2016; Gogina et al., 2016).

Typowa infauna występująca na obszarze projektu Neptunus	
Rogowiec bałtycki	(<i>Limecola balthica</i>)
Astarta północna	(<i>Astarte borealis</i>)
Podwój wielki	(<i>Saduria entoman</i>)
Pośródek pospolity	(<i>Diastylis rathkei</i>)
Pontoporeja krasnooka	(<i>Pontoroperia femorata</i>)
Złotorunka bałtycka	(<i>Bylgides sarsi</i>)
Halikryptus	(<i>Halicryptus spinulosis</i>)

Możliwe jest również wystąpienie organizmów żyjących na powierzchni dna morskiego, tzw. epifauny, jednak szacuje się, że zakres występowania będzie mniejszy z uwagi na to, że na obszarze hubu dominuje dno miękkie.

Warunki tlenowe na obszarze hubu energetycznego oceniono na dobre na podstawie pomiarów SMHI, przy czym w południowo-zachodniej części hubu energetycznego znajdują się mniejsze strefy ubogie w tlen – patrz rozdział 4.3 (SMHI, 2019; SMHI, 2020). Ogólnie rzecz biorąc, liczba gatunków bentosowych na obszarze hubu jest mała i silnie powiązana ze stężeniem tlenu przy dnie. Z uwagi na ewentualne występowanie przydennych stref beztlenowych i ubogich w tlen na obszarze hubu energetycznego Neptunus uznaje się, że fauna dna morskiego na tym terenie będzie uboga. Fauna dna morskiego na obszarze realizacji projektu będzie się składać głównie z gatunków powszechnie występujących w tej części Bałtyku.

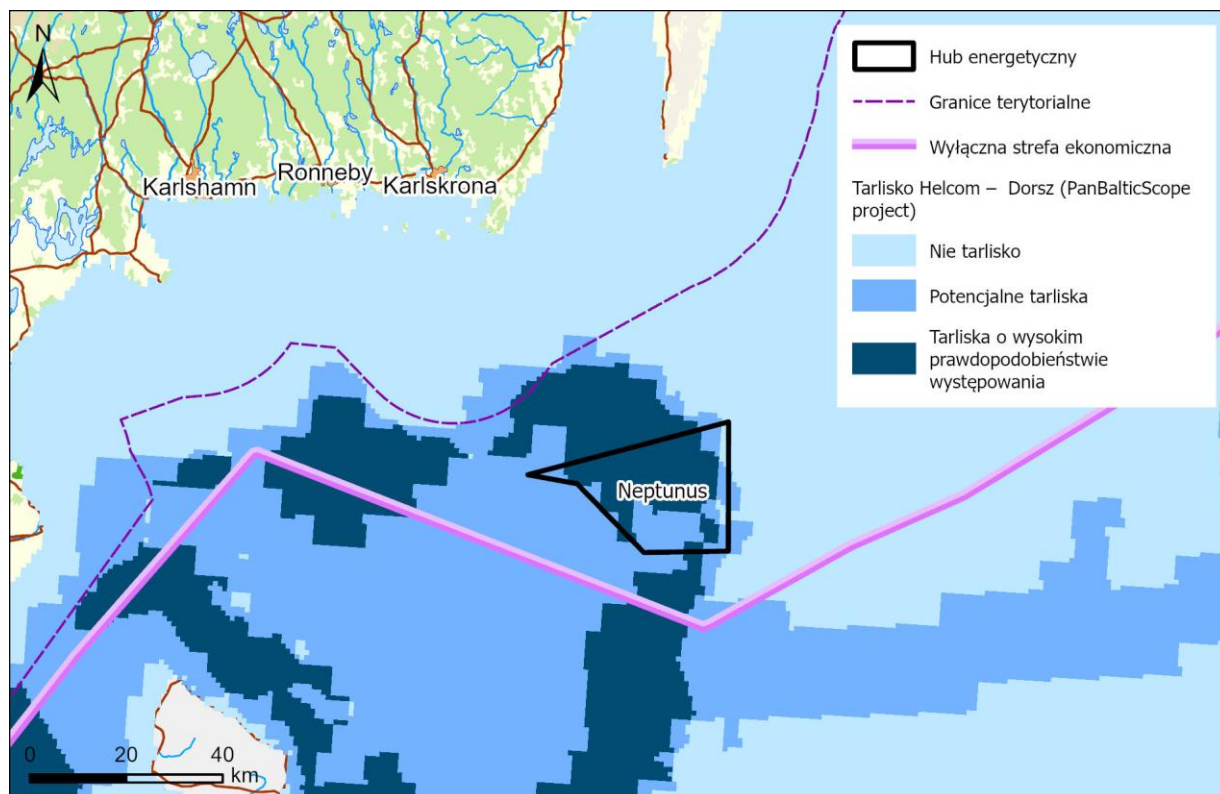
Krasnorosty to gatunek glonów, który występuje na największych głębokościach i w przypadku Bałtyku został zaobserwowany na głębokości aż do 38 m (Kågesten, et al., 2020). Z uwagi na to, że najpłytszy punkt obszaru znajduje się poniżej tej głębokości, oraz ze względu na

dominację dna miękkiego i piaszczystego, ocenia się, że na obszarze realizacji projektu nie będzie występować roślinność.

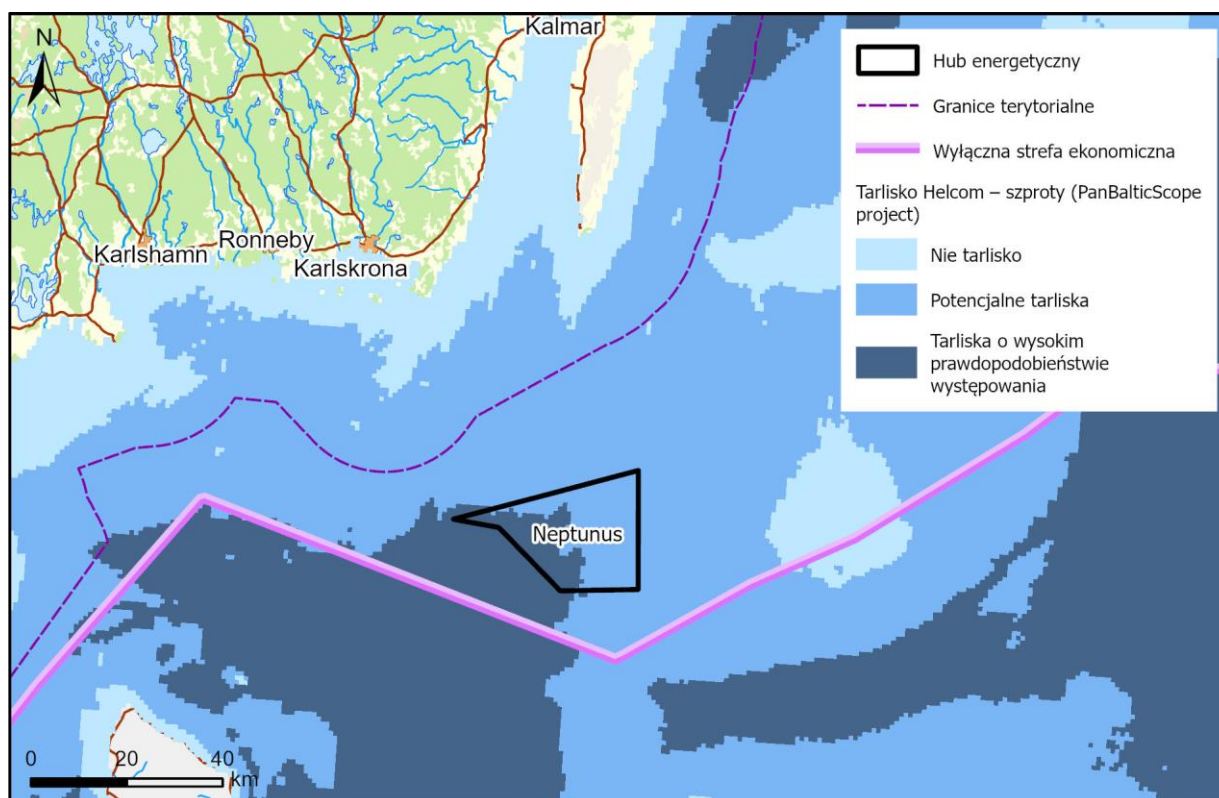
4.5.2. Ryby

Morze Bałtyckie jest zbiornikiem wód brackich zasilanym okresowo przez słoną wodę z Cieśnin Duńskich oraz stały dopływ wody słodkiej z rzek uchodzących do Bałtyku w jego północnych częściach. Z tego względu ichtiofauna w południowo-zachodnich częściach Bałtyku jest zdominowana przez gatunki słonowodne, a w północno-wschodnich obserwuje się występowanie zarówno słono-, jak i słodkowodnych gatunków.

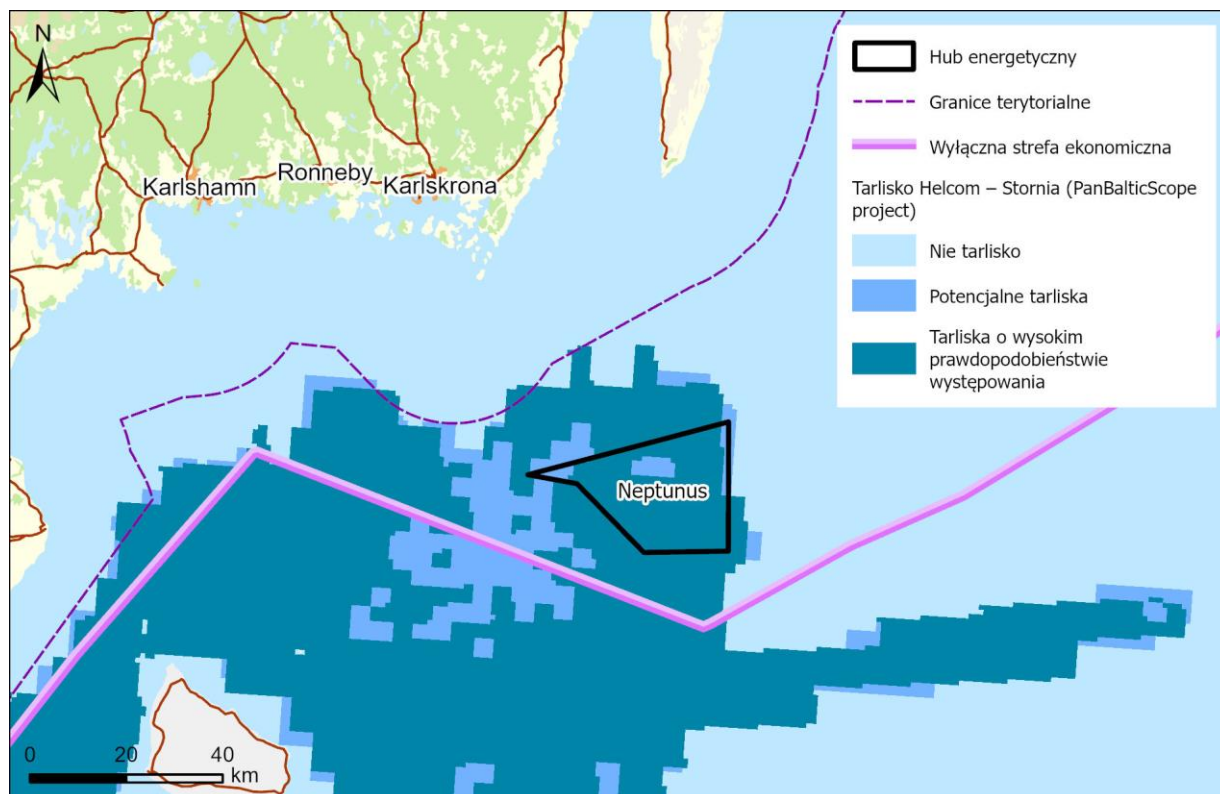
Możliwe jest wystąpienie gatunków ryb demersalnych (przydennych), jednak z uwagi na przydennie strefy beztlenowe/ubogie w tlen będzie ono prawdopodobnie ograniczone (patrz rozdział 4.3). Do ichtiofauny występującej na obszarze hubu energetycznego Neptunus można zaliczyć głównie szprota (*Sprattus sprattus*). Ponadto może występować np. śledź (*Clupea harengus*) i dorsz (*Gadus morhua*) (ICES DATRAS, 2023). Ryby demersalne występują względnie rzadko z uwagi na strefy ubogie w tlen, jednak do spotykanych przedstawicieli tych gatunków należą stornie (*Platichthys flesus*) oraz gładzice (*Pleuronectes platessa*) (ibid.). Ponadto obszar hubu energetycznego jest zlokalizowany tuż nad Głębią Bornholmską, czyli największym i najważniejszym tarliskiem kluczowym dla zachowania wschodniej populacji dorsza – patrz Rysunek 22 (ICES, 2019; ICES, 2020; HELCOM, 2022). Tarło dorsza odbywa się praktycznie przez cały rok, jednak najintensywniejszy okres przypada na miesiące czerwiec–sierpień na obszarze Głębi Bornholmskiej (Bleil, et al., 2013). Oprócz dorsza tarło w Głębi Bornholmskiej, a tym samym na obszarze hubu energetycznego Neptunus, mogą również odbywać szprot i stornia – patrz Rysunek 23 i Rysunek 24 (HELCOM, 2022).



Rysunek 22. Mapa ilustrująca prawdopodobieństwo wystąpienia tarlisk dorsza na obszarze hubu energetycznego Neptunus. Głębia Bornholmska jest zlokalizowana na południowy zachód od zaznaczonego obszaru hubu. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM] 2022



Rysunek 23. Mapa ilustruje prawdopodobieństwo wystąpienia tarlisk szprota na obszarze hubu energetycznego Neptunus. Głębia Bornholmska jest zlokalizowana na południowy zachód od zaznaczonego obszaru hubu. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM] 2022

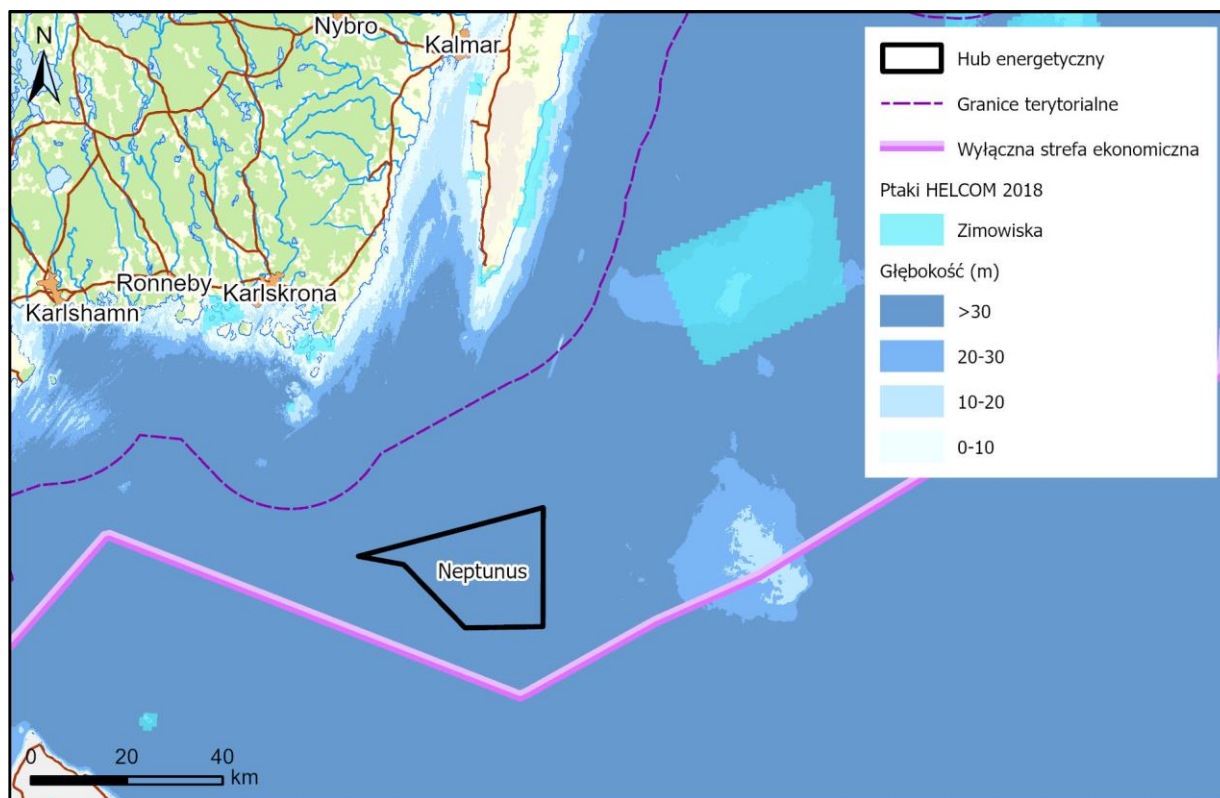


Rysunek 24. Mapa potencjalnych tarlisk storni. Głębia Bornholmska jest zlokalizowana na południowy zachód od zaznaczonego obszaru hubu. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM] 2022

4.5.3. Ptaki

Obszary morskie Bałtyku stanowią miejsce zimowania, lęgu i żerowania wielu gatunków ptaków morskich. Ptaki morskie występujące w tym obszarze to m.in. edredon, lodówka, uhła, markaczka oraz różne gatunki alk, nurów i mew.

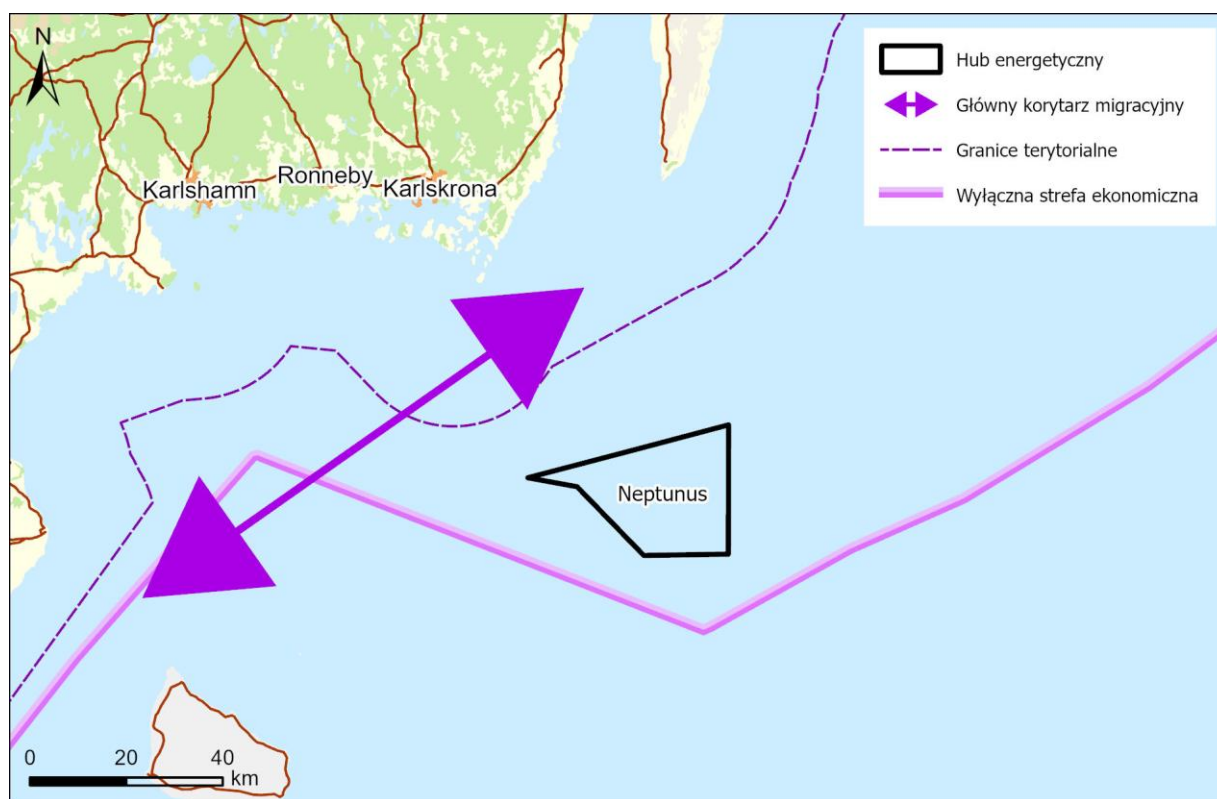
Obszar Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe graniczące z hubem Neptunus od wschodu to ważne miejsce zimowania ptaków morskich występujących na Morzu Bałtyckim – patrz Rysunek 25. Ławice mają szczególne znaczenie dla krytycznie zagrożonej północnoeuropejskiej i rosyjskiej populacji lodówki (Larsson, 2016; Larsson, 2018).



Rysunek 25. Mapa obszarów zimowania ptaków w okolicy hubu energetycznego Neptunus z uwzględnieniem ławic. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM] 2022

Na podstawie przeglądu danych wprowadzonych do banku danych o gatunkach (SLU Artdatabanken) ustalono, że trasa migracji ptaków przebiega głównie wzdłuż wybrzeża. Morze Bałtyckie stanowi jednak ważną trasę wędrówek, tzw. korytarz migracyjny, między północną Rosją a północno-zachodnią Europą. Z uwagi na ten korytarz migracyjny wiele ptaków migruje szerokim frontem przez centralną część Morza Bałtyckiego w okresie wiosennych i jesiennych wędrówek. Główny korytarz migracyjny przebiega w linii z północnego-wschodu na południowy zachód pomiędzy południowo-wschodnią Skanią a Olandią i nie przecina obszaru hubu

energetycznego Neptunus – patrz Rysunek 26. W związku z migracją ptaki mogą się jednak zbliżyć do obszaru hubu energetycznego.



Rysunek 26. Hub energetyczny i główny korytarz migracyjny ptaków. © [Lantmäteriet] 2023

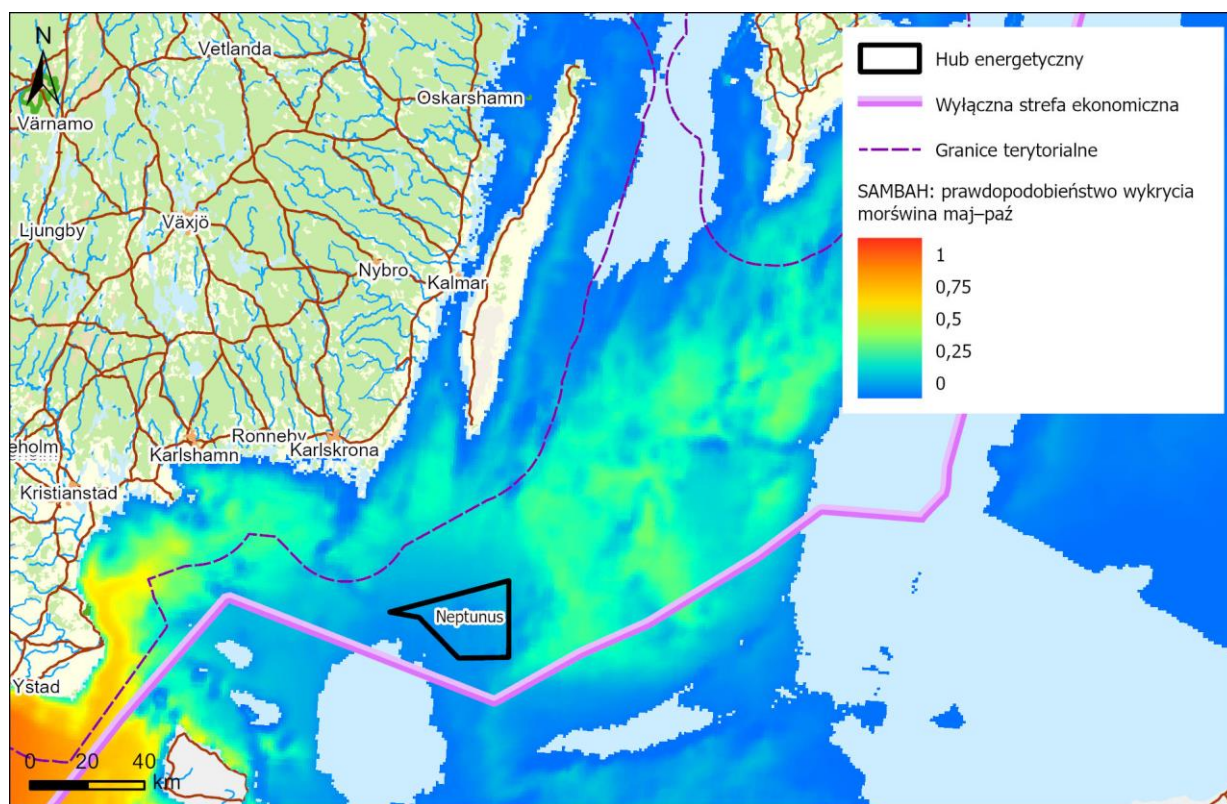
4.5.4. Ssaki morskie

4.5.4.1. Morświn

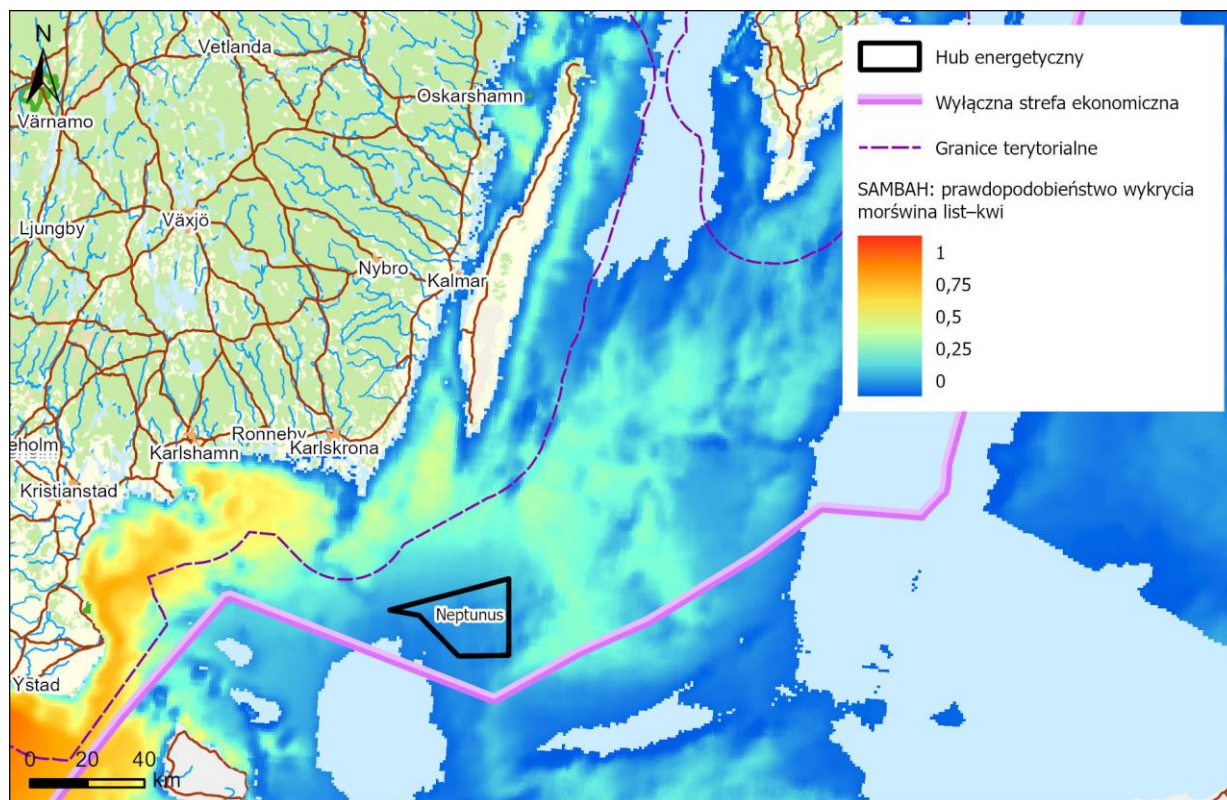
Na obszarze hubu energetycznego Neptunus występuje populacja morświnów z Bałtyku Właściwego, czyli gatunek podlegający ochronie w pobliskim obszarze Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe.

Badania nad występowaniem morświnów w Morzu Bałtyckim wykazały, że zwierzęta te przebywają głównie wokół ławic na obszarze Bałtyku Właściwego w okresie od maja do października, z kolei w okresie od listopada do kwietnia rozpraszają się po większym terenie – patrz Rysunek 27, Rysunek 28 i Rysunek 29 (Carlén, et al., 2018). Na obszarze hubu energetycznego Neptunus liczebność morświnów jest bardzo niska. Mimo tego, iż teren hubu graniczy z obszarem Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe, szacuje się, że występowanie morświnów utrzyma się na poziomie od 0 do 0,0002 osobnika na kilometr kwadratowy (SAMBAH, 2016). Bardzo niską liczebność morświnów potwierdzają również

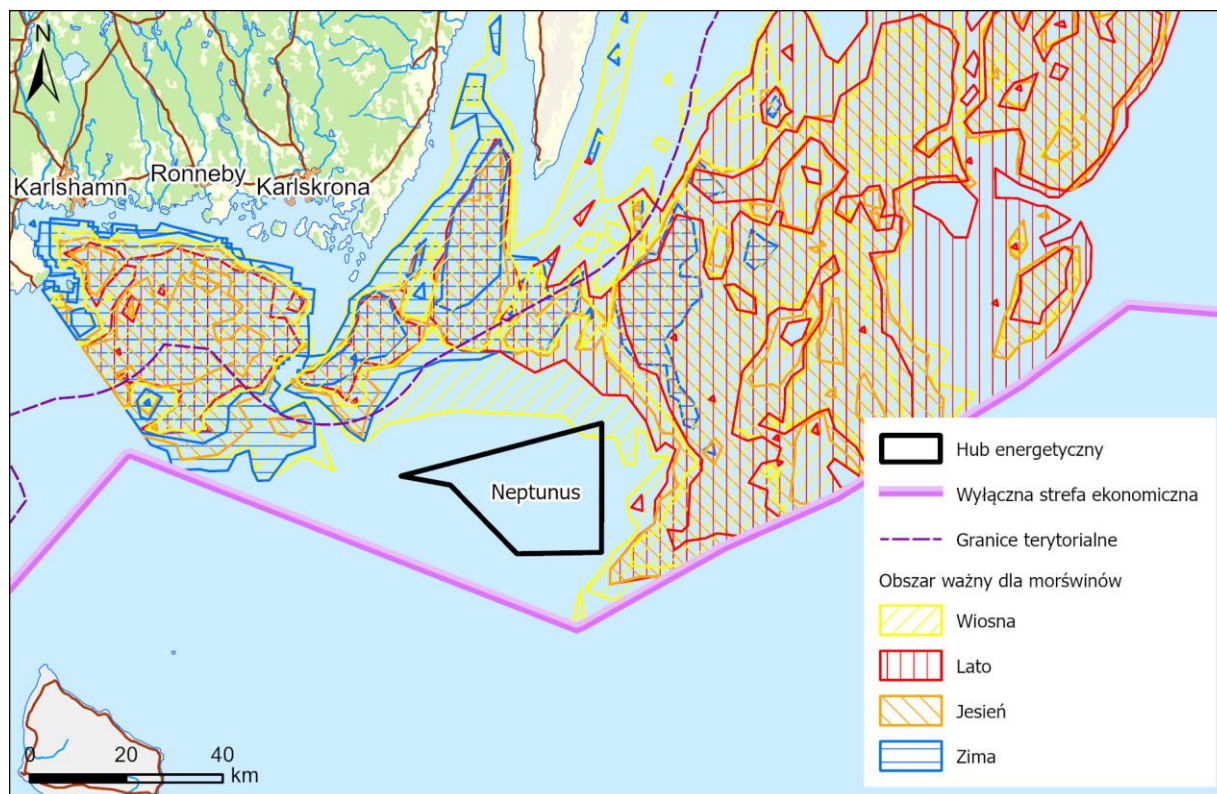
inwentaryzacje wykonane przez instytut AquaBiota, który za pomocą wykrywaczy morświnów (F-POD) zbadał występowanie tych zwierząt na obszarze hubu Neptunus.



Rysunek 27. Prognozowane występowanie morświnów w okresie od maja do października. Prawdopodobieństwo wykrycia morświna obrazuje modelowana wartość średnia (siatka składająca się z pól 1×1 km) dla miesięcy maj–październik opracowana na podstawie analiz SAMBAH, czyli projektu skupiającego się na zachowaniu populacji morświnów z Bałtyku Właściwego, którego rezultatem było obliczenie zagęszczenia i liczebności morświnów (Carlén, et al., 2018). © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM]



Rysunek 28. Prognozowane występowanie morświnów w okresie od listopada do kwietnia. Prawdopodobieństwo wykrycia morświna obrazuje modelowana wartość średnia (siatka składająca się z pól 1×1 km) dla miesięcy listopad–kwiecień opracowana na podstawie analiz SAMBAH (Carlén, et al., 2018). © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM]



Rysunek 29. Ważne siedliska morświnów na obszarze Morza Bałtyckiego. © [Lantmäteriet] 2023 na podstawie: [HELCOM] 2021

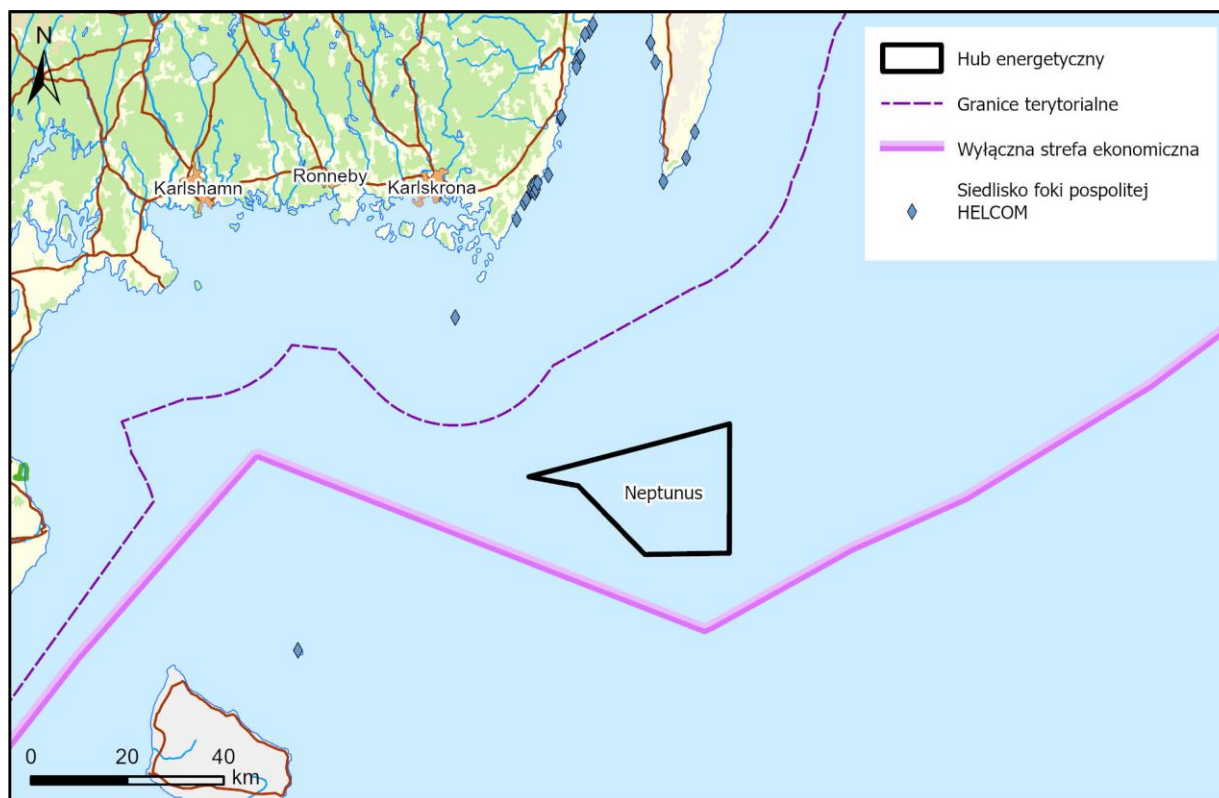
Liczebność morświnów w Morzu Bałtyckim znacznie spadła w ubiegłym wieku – głównie na skutek przyłowów w trakcie połowów za pomocą pławnic, a także prawdopodobnie na skutek zanieczyszczenia środowiska, które ma niekorzystny wpływ na reprodukcję morświna. Populacja morświnów z Bałtyku Właściwego obejmuje dzisiaj ok. 500 osobników¹ (SAMBAH, 2016). Obecnie największe zagrożenia dla morświnów to przyłowy w trakcie połowów innych ryb, zanieczyszczenie środowiska, hałas podwodny i zmniejszony dostęp do ofiar. Według szwedzkiej czerwonej listy Artdatabanken populacja z Bałtyku Właściwego została zaklasyfikowana jako gatunek krytycznie zagrożony, co oznacza, że jest on szczególnie narażony na dodatkowe zagrożenia (SLU ArtDatabanken, 2020; SAMBAH, 2016).

4.5.4.2. Foki

Foka pospolita występująca w wodach szwedzkich i duńskich dzieli się na cztery subpopulacje: populację z cieśniny Limfjorden, populację z cieśniny Kattegatt, populację z południowego Bałtyku oraz populację z Cieśniny Kalmarskiej. (HELCOM, 2018b) Na obszarze hubu energetycznego Neptunus możliwe jest wystąpienie populacji z Cieśniny

¹ Przedział ufności 100–1000.

Kalmarskiej (SAMBAH, 2016), która liczy do ok. 2000 osobników. Z danych inwentaryzacyjnych dotyczących lat 2003–2016 wynika, że przyrost roczny populacji z Cieśniny Kalmarskiej wynosi 7,9% (HELCOM, 2018a). Populacja bytuje zazwyczaj w cieśninie lub w pobliżu południowo-wschodniego wybrzeża Olandii. Tutaj znajdują się również ważne legowiska tego gatunku, tzw. miejsca haul-outu – patrz Rysunek 30.



Rysunek 30. Ważne siedliska foki pospolitej na obszarze Morza Bałtyckiego. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: HELCOM] 2021

Foka szara to gatunek foki najczęściej występujący na całym obszarze Morza Bałtyckiego. Gatunek ten może przemieszczać się na dużych obszarach Bałtyku. Inwentaryzacja foki szarej przeprowadzona w 2014 roku pozwoliła na oszacowanie liczebności tego gatunku na 40 000 osobników (HELCOM, 2015). W związku z tym stan populacji uznano za dobry, a gatunek zaklasyfikowano jako gatunek najmniejszej troski według szwedzkiej czerwonej listy (HELCOM, 2018a). Legowisko tego gatunku położone najbliżej hubu Neptunus znajduje się na szkiecach w regionie Blekinge, ok. 38 km od obszaru hubu energetycznego (HELCOM, 2018b).

Oba gatunki foki są chronione na mocy załączników nr 2 i 5 do unijnej dyrektywy w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. Foka pospolita i szara żerują głównie na płytkich obszarach o głębokości do 40 m (Tollit, et al., 1998; Sjöberg & Ball, 2000).

Zapotrzebowanie na płytkie obszary sprawia, że obszar ławic jest potencjalnie ważnym obszarem żerowania (Naturvårdsverket, 2010). W związku z tym, że na obszarze hubu Neptunus występują znaczne głębokości, 50–80 m, nie jest to teren stanowiący dla fok szczególną wartość.

4.5.5. Nietoperze

Z uwagi na dużą odległość od lądu nie wydaje się prawdopodobne, aby nietoperze wykorzystywały obszar hubu do żerowania lub tworzenia kolonii lęgowych. Możliwe jest jednak, że nietoperze będą przelatywać przez obszar hubu w okresie migracji z kontynentu i na kontynent. Na przykład południowy kraniec Olandii to udokumentowany punkt, z którego nietoperze rozpoczynają swój przelot. Zaobserwowano, że migrują one w linii prostej na południe, co może oznaczać, że będą przelatywać przez obszar hubu (Ahlén, et al., 2009). Zaobserwowano również, że nietoperze przylatują wiosną z południa na południowy kraniec Olandii (ArtDatabanken, 2020).

Obserwacje ujawniły, że nietoperze nie migrują w grupach, lecz ich przeloty są rozciągnięte w czasie i na dużych przestrzeniach (Ahlén, et al., 2009). Odnotowano, że migrujące nietoperze mogą rozpocząć polowanie w przypadku natrafienia na skupiska owadów w pobliżu wody lub nad nią (Ahlén, et al., 2009).

Podczas inwentaryzacji nietoperzy przeprowadzonej na obszarze projektu Neptunus w dniach 26 i 27 sierpnia 2021 r. udało się trzykrotnie nagrać gatunek z rodziny *Eptesicus sp.* Nagrania nie pozwalają na dokładniejszą identyfikację, jednak ustalono, że odgłosy należą prawdopodobnie do mroczka pozłocistego (*Eptesicus nilssonii*) lub blisko spokrewnionego mroczka późnego (*Eptesicus serotinus*). Mroczek pozłocisty nie jest gatunkiem migrującym (Ahlén, et al., 2009), dlatego bardziej prawdopodobne jest, że detektor ultradźwiękowy wychwycił z dużej odległości odgłosy mroczka późnego, gatunku częściowo migrującego (Bogdanowicz, et al., 2013; Ahlén & Baagøe, 2013; Moussy, et al., 2015).

4.6. Usługi ekosystemowe i zielona infrastruktura

Usługa ekosystemowa odnosi się do produktu lub usługi, którą ekosystem świadczy na rzecz człowieka i która poprawia nasz dobrobyt i jakość życia. Przykładem takich usług i produktów jest naturalna regulacja stosunków wodnych, rekreacja na łonie natury czy zasoby naturalne. Zielona infrastruktura to ekologicznie funkcjonalne sieci siedlisk, struktur i obszarów przyrodniczych oraz wszystkich tych elementów, które umożliwiają dostarczanie różnych usług ekosystemowych.



Raport (2015:12) szwedzkiego Urzędu ds. Zarządzania Zasobami Morskimi i Wodnymi (Havs- och vattenmyndigheten) na temat usług ekosystemowych płynących ze szwedzkich obszarów morskich oraz czynników oddziałujących pozwolił wyróżnić następujące usługi ekosystemowe, które mogą być istotne w kontekście hubu energetycznego Neptunus:

- **Usługi wspomagające:** Utrzymywanie dynamiki łańcucha żywnościowego, utrzymywanie siedlisk, utrzymywanie różnorodności w puli genetycznej
- **Usługi produkcyjne:** Dostarczanie surowców do produkcji żywności
- **Usługi regulujące:** Zatrzymanie osadów, regulacja substancji toksycznych
- **Usługi kulturalne:** Niematerialne korzyści, jakie ludzie czerpią z ekosystemów poprzez przebywanie na łonie natury, np. wypoczynek.

Hub energetyczny Neptunus znajduje się daleko od lądu, na obszarze o znacznej głębokości i charakteryzującym się niekorzystnymi warunkami tlenowymi, dlatego uznaje się, że obszar ten nie odgrywa ważnej roli, jeśli chodzi o usługi wspomagające czy kulturalne.

4.6.1. *Różnorodność biologiczna*

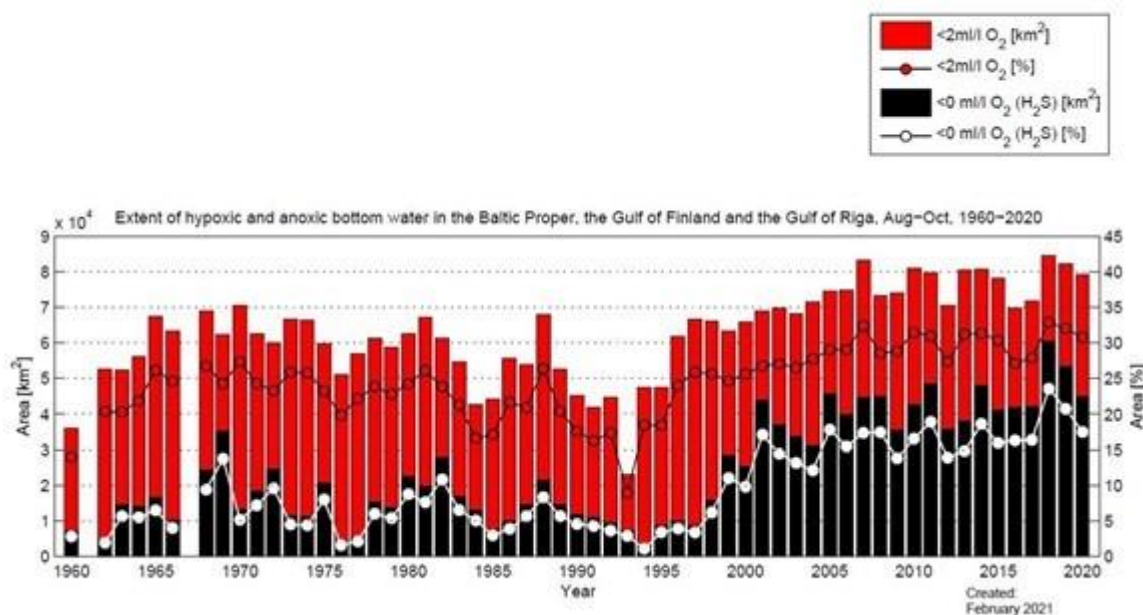
Różnorodność biologiczna to zróżnicowanie ekosystemów, gatunków i genów w naturze (SLU, 2021). Ostatni raport Panelu ds. Różnorodności Biologicznej i Usług Ekosystemowych, IPBES, opisuje niepokojący spadek różnorodności biologicznej. Już obecnie zmiany klimatyczne są jednym z pięciu głównych czynników odpowiadających za spadek różnorodności biologicznej i szacuje się, że oddziaływanie tego czynnika będzie coraz silniejsze (IPBES, 2019). Jednocześnie utrata siedlisk i spadek różnorodności biologicznej wpływają na klimat, ponieważ następuje osłabienie zdolności natury do pochłaniania dwutlenku węgla i magazynowania węgla na skutek wycinki lasów, produkcji rolniczej, zakwaszania mórz i jezior (Umeå universitet, 2021).

Firma OX2 obrała za cel, aby budowane farmy wiatrowe i huby energetyczne były obiektami przyjaznymi dla środowiska do 2030 r. Przygotowując koncepcję farm, firma OX2 opracowała metody pracy zgodnie z koncepcją hierarchii działań zaradczych. Oznacza to, że dążymy do realizacji celów w sposób zorganizowany, unikając i minimalizując oddziaływanie na przyrodę poprzez dobór odpowiedniej lokalizacji, opracowanie szczegółowej koncepcji oraz planowanie działalności budowlanej na obszarze farm. Równoległe na wszystkich etapach realizacji projektu wskazujemy możliwości przywracania środowisk naturalnych i/lub stosowania innych środków mających pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną. W przypadku hubu

energetycznego Neptunus oznacza to, że firma OX2 bada możliwości natlenienia warstwy wód przydennych tlenem, który stanowi produkt uboczny produkcji wodoru na morzu.

4.6.2. Natlenienie

Ogólnie rzecz biorąc, różnorodność biologiczna w Morzu Bałtyckim spadła w ostatnich dziesięcioleciach, a niektóre gatunki ryb, ptaków i ssaków morskich, a także niektóre siedliska znajdują się w niezadowolającej kondycji. Czynniki wpływające na zły stan Morza Bałtyckiego to rozprzestrzenienie stref beztlenowych oraz słabe natlenienie warstwy wód przydennych, które jest skutkiem nieregularnego dopływu słonych, natlenionych wód z Morza Północnego, zmian klimatycznych i nadmiernego nawożenia. Bałtyk jest z natury wrażliwy na niedobór tlenu z uwagi na występowanie układu warstwowego, tzw. halokliny, która oddziela wody głębinowe od mniej słonych wód powierzchniowych. Rozprzestrzenianie się stref przydennych ubogich w tlen oraz beztlenowych w Bałtyku Właściwym przedstawia Rysunek 31.



Rysunek 31. Rozprzestrzenianie się stref przydennych ubogich w tlen oraz beztlenowych w Bałtyku Właściwym. (Stigebrandt, 2021)

Obecnie firma OX2 wraz z m.in. instytucją badawczą IVL Svenska Miljöinstitutet AB analizuje, czy istnieją warunki do połączenia produkcji wodoru z procesem natleniania dna morskiego, który zakłada odprowadzanie natlenionej wody lub tlenu do wód przydennych pod warstwą

halokliny. W przygotowywanym raporcie Espoo zostaną dokładniej przedstawione konsekwencje procesu natlenienia środowiska wodnego Bałtyku.

4.7. Krajobraz

Krajobraz rozumiemy tutaj jako wrażenia wizualne wywołane patrzeniem na dany teren. Budowa hubu energetycznego Neptunus jest planowana daleko na morzu, a obszar projektu stanowi otwartą, rozległą przestrzeń morską. Analiza oddziaływania na krajobraz zostanie zaprezentowana w przygotowywanym raporcie Espoo.

4.8. Zarządzanie zasobami naturalnymi

4.8.1. Rybołówstwo

Rybołówstwo komercyjne prowadzone na Morzu Bałtyckim jest ukierunkowane na zaledwie kilka gatunków. Dorsz, śledź i szprot stanowią do 95% poławianych ryb (ICES, 2018). Połowy ryb pelagicznych (głównie za pomocą włoków pelagicznych) prowadzone są na całym obszarze Morza Bałtyckiego i obejmują przede wszystkim połowy śledzia i szprot. (Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten, 2016). To właśnie te ryby mają największy wagowy udział w połowach w regionie Morza Bałtyckiego (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). Najistotniejsze połowy denne to połowy włokiem dorsza i różnych gatunków flądry, głównie storni i gładzicy, skupione w południowej i zachodniej części Morza Bałtyckiego. Nie są one jednak prowadzone na obszarze hubu energetycznego Neptunus. Inne gatunki o lokalnym i sezonowym znaczeniu ekonomicznym to łosoś, zimnica, nagład, turbot, sandacz, szczupak, okoń, sieja, węgorz oraz troć wędrowna.

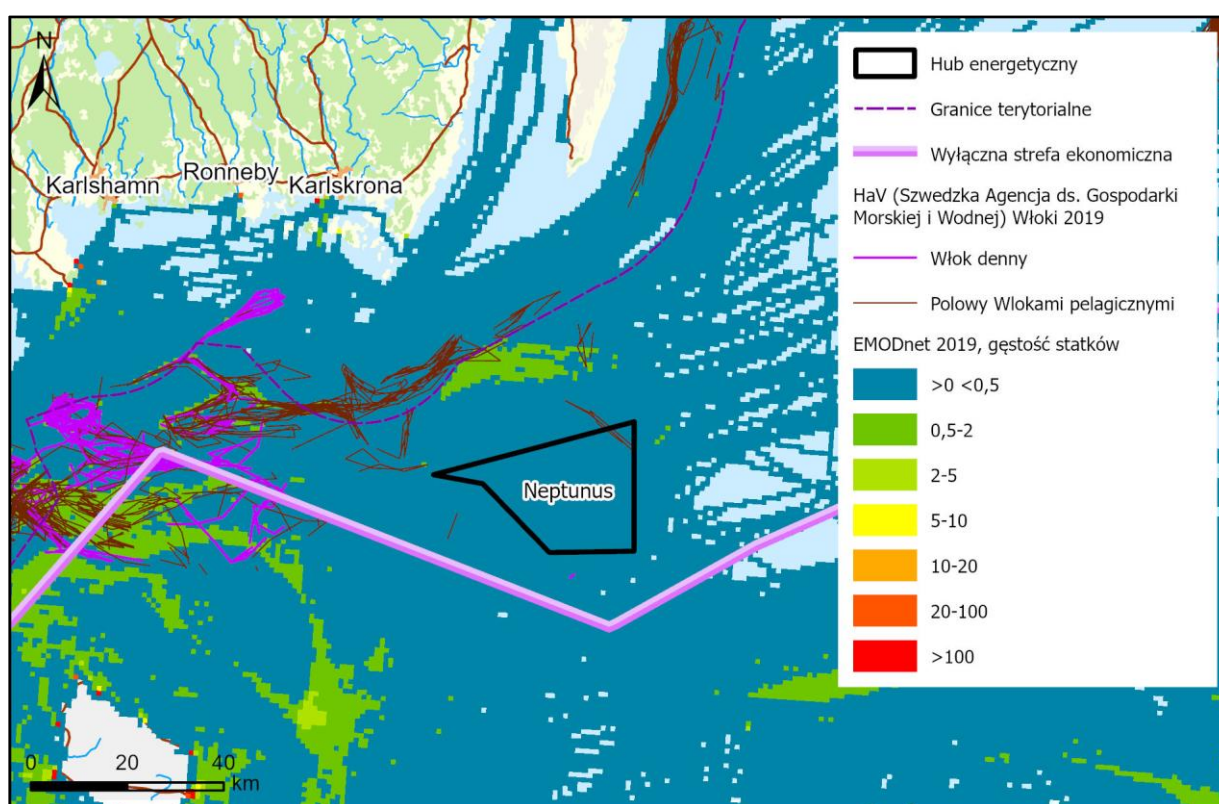
Hub Neptunus jest zlokalizowany na obszarze tzw. prostokąta statycznego ICES (International Council for the Exploration of the Sea) o numerze 40G6 oraz częściowo na obszarze prostokąta statycznego o numerze 40G5. Jest to przestrzeń międzynarodowa, gdzie rejestruje się wyładunek połowów komercyjnych (ICES, u.d.). Działalność połowowa jest prowadzona głównie przez Polskę, następnie przez Szwecję, Niemcy, Litwę i Danię. W porównaniu z tymi krajami połowy zgłaszane przez Łotwę, Finlandię i Estonię są bardzo małe.

Szwedzki Urząd ds. Monitorowania Rybołówstwa (Fiskeriövervakningsenheten) nadzorujący szwedzką flotę rybacką w czasie rzeczywistym (Havs- och vattenmyndigheten, 2013) wykazał, że w północno-wschodnim obszarze hubu Neptunus prowadzone są połowy włokiem pelagicznym – patrz Rysunek 32. Hub Neptunus jest zlokalizowany na obszarze morskim, gdzie wprowadzany jest tzw. okres zamknięcia połowów, który ma na celu ochronę tarlisk



dorsza. Okres zamknięcia połowów na obszarze, do którego przynależy hub Neptunus, obowiązuje do 1 maja do 31 sierpnia. W czasie zamknięcia połowów dozwolone są tylko niektóre połowy gatunków pelagicznych (Havs- och vattenmyndigheten, 2021a).

Dane udostępnione przez VMS (Vessel Monitoring System) pozwalają stwierdzić, że niemal wszystkie połowy prowadzone w pobliżu hubu Neptunus w 2019 stanowiły połowy włokiem na średniej głębokości, czyli połowy włokiem pelagicznym – patrz Rysunek 32. W związku z tym działalność połowowa na tym obszarze skupi się prawdopodobnie na śledziu i szprocie (Havs- och vattenmyndigheten, 2021b). Na zachód od hubu Neptunus prowadzi się również połowy ryb włokiem dennym.



Rysunek 32. Rybołówstwo komercyjne prowadzone na obszarze w 2019 roku. Zaciągi włoków szwedzkich trawlerów. Miesięczne zagęszczenie ruchu statków przedstawione w godzinach na km². © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: Havs- och vattenmyndigheten, EMODnet] 2022

4.9. Klimat

Rosnąca ilość dwutlenku węgla w atmosferze oraz wzrastająca temperatura na skutek zwiększonego poziomu dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych zmienia klimat. Wzrost średniej temperatury na świecie skutkuje m.in. zmianami w rozkładzie opadów, zmianą warunków wiatrowych, zmianami występowania lodu i śniegu, podniesieniem się poziomu mórz i ociepleniem mórz (Bogren, et al., 2019). Wspomniane konsekwencje oddziałują zarówno na naturalne ekosystemy lądowe i morskie, jak i na ludzi. Na przykład ocieplenie

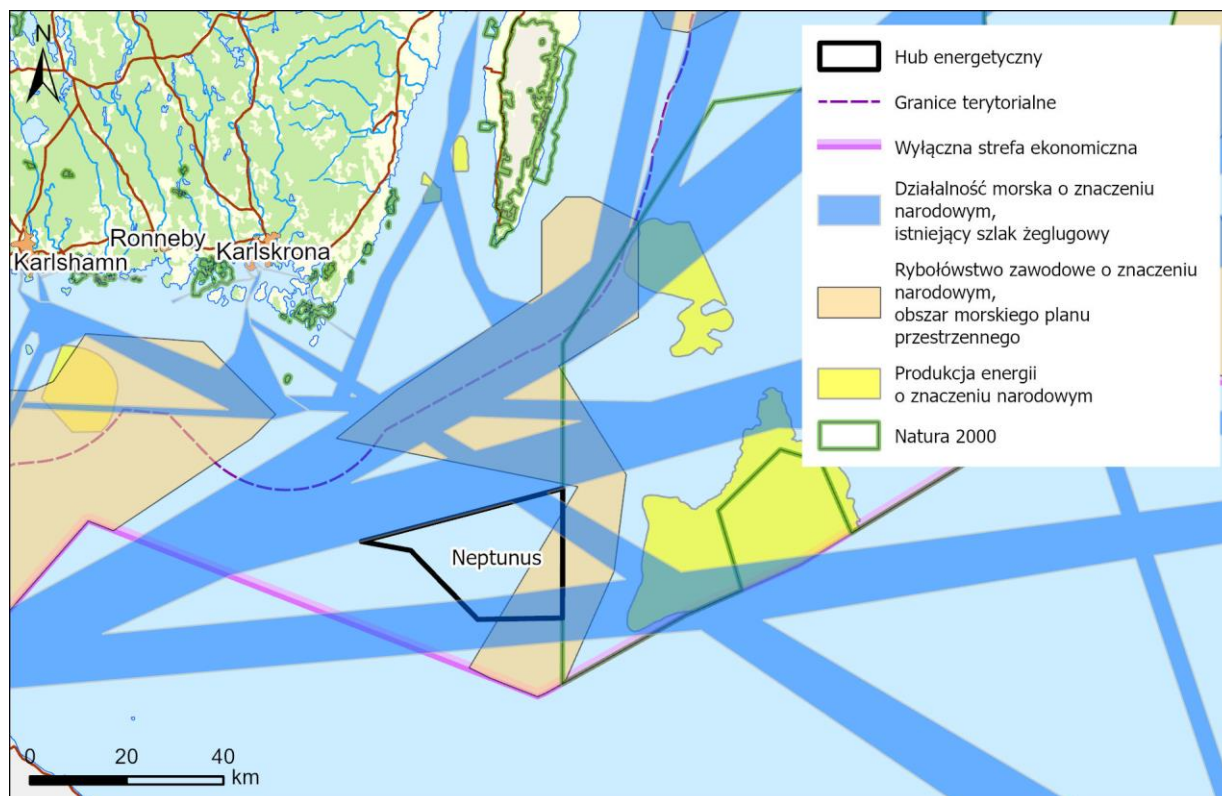
mórz stwarza warunki do zakwitów glonów na większą skalę, wpływa na skład gatunkowy na różnych obszarach i przyczynia się do większego zakwaszenia wód. Ponadto obserwujemy znaczny wzrost katastrof naturalnych na świecie uwarunkowanych czynnikami klimatologicznymi, hydrologicznymi i meteorologicznymi. Mimo podejmowanych obecnie kroków mających na celu łagodzenie zmian klimat w przyszłości będzie się różnił od tego, który znamy.

Planowany hub energetyczny Neptunus to część zakrojonej na szeroką skalę transformacji energetycznej w Szwecji oraz pozostałych krajach europejskich, która zakłada przejście z energii z paliw kopalnych na produkcję energii pochodzącej w całości ze źródeł odnawialnych, ekologicznych i zrównoważonych.

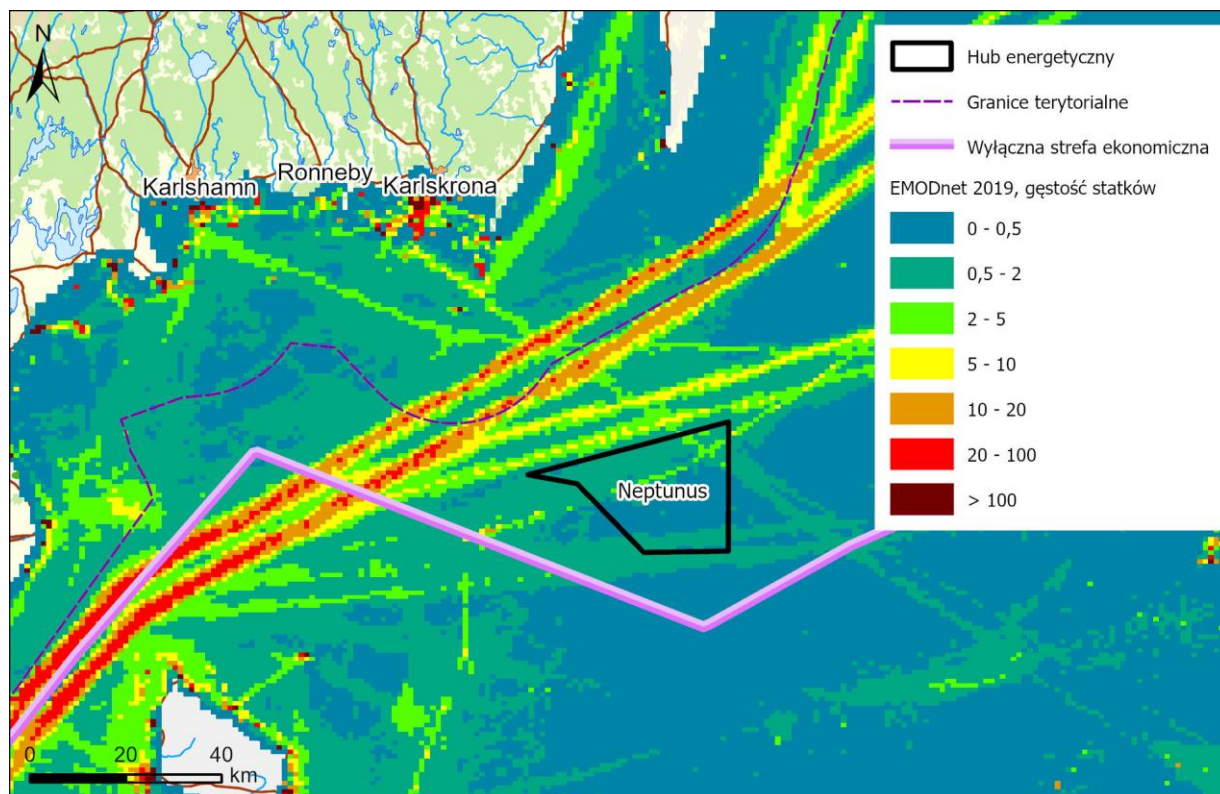
4.10. Infrastruktura i proces planowania

4.10.1. Transport morski

Trzy obszary o szczególnym znaczeniu narodowym dla transportu morskiego znajdują się w pobliżu hubu energetycznego Neptunus: trasa żeglugi morskiej *Gedser-Svenska Björn*, czyli trasa głębokowodna granicząca z hubem Neptunus od północy, wyznaczona przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO); *Cieśnina Bornholmska – Kłajpeda*, nowy obszar o szczególnym znaczeniu narodowym dla transportu morskiego, który częściowo pokrywa się z południową częścią hubu energetycznego Neptunus; trasa żeglugi morskiej *Karlskrona–Gdynia*, krótszy szlak morski przechodzący przez północno-wschodnią część hubu Neptunus. Patrz Rysunek 33 (Havs- och vattenmyndigheten, 2022). Poza wyznaczonymi trasami morskimi przebiegającymi przez obszar hubu w pobliżu odbywa się też ruch niewielkiej liczby innych statków – patrz Rysunek 34. Ruchy dużej liczby statków (towarowych, rybackich, pasażerskich, pomocniczych, zbiornikowców, kontenerowców itp.) można śledzić w systemie AIS (Automatic Identification System). Dane z systemu AIS z lat 2017 i 2018 pokazują, że ten rodzaj statków mija hub energetyczny, kierując się ku lądowi lub wypływając na Morze Bałtyckie. Ruchy statków rybackich są nieco mniej jednorodne, gdyż obszary połowów zależą od wybranego gatunku.



Rysunek 33. Hub energetyczny i obszary o szczególnym znaczeniu narodowym w kontekście transportu morskiego na Bałtyku. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: Havs- och vattenmyndigheten] 2022



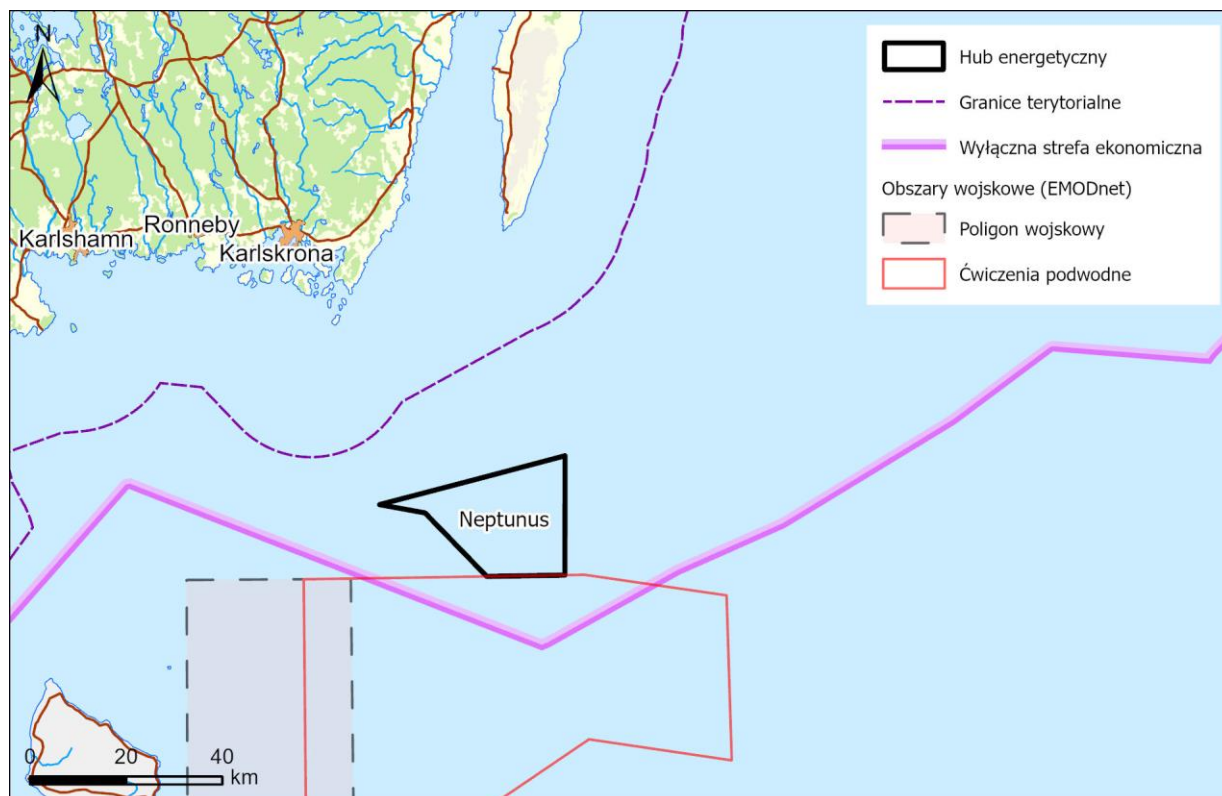
Rysunek 34. Hub energetyczny oraz dane dotyczące zagęszczenia ruchu statków na Bałtyku. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: EMODnet] 2021

4.10.2. Transport lotniczy

Powierzchnia Minimum Sector Altitude (powierzchnia MSA) to obszar w kształcie koła o promieniu 55 km, mierząc od infrastruktury wspomagającej lądowanie. Obszar ten jest podzielony na cztery sektory, w których minimalna dopuszczona wysokość lotu wynosi 300 metrów nad najwyższą położoną fizyczną barierą każdego sektora. Piloci samolotów dysponują zatem marginesem bezpieczeństwa wynoszącym 300 metrów odległości od najwyższego położonego obiektu w każdym sektorze (Trafikverket, 2014). Obszar hubu energetycznego Neptunus nie pokrywa się z żadnymi powierzchniami MSA.

4.10.3. Obszary wojskowe

Hub energetyczny Neptunus graniczy z obszarem wyznaczonym do ćwiczeń podwodnych, z którego korzystają Försvarmakten (Siły Zbrojne) w Szwecji oraz siły zbrojne Danii i Niemiec (EMODnet, 2022) – patrz Rysunek 35.

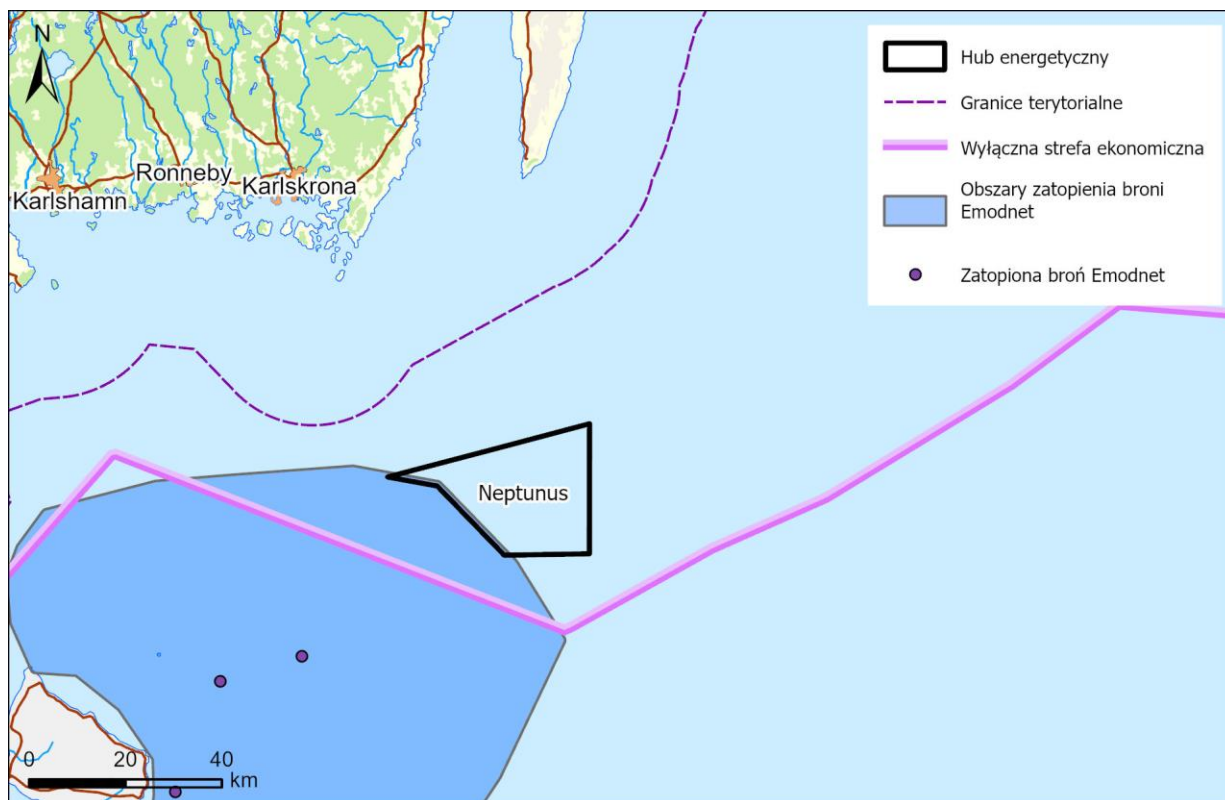


Rysunek 35. Międzynarodowe obszary wojskowe o dużym znaczeniu. © [Lantmäteriet] 2023 [na podstawie: EMODnet]

4.10.4. Obiekty niebezpieczne dla środowiska i miejsca strefy zrzutu

Po II wojnie światowej zatopiono duże ilości broni chemicznej i konwencjonalnej w Bałtyku, a zakres takiego postępowania doprowadził do tego, że obecnie Morze Bałtyckie jest z dużym prawdopodobieństwem morzem o największej koncentracji min, amunicji i broni chemicznej na świecie (Havet.nu, 2018). Kontakt z wieloma zatopionymi przedmiotami wciąż stwarza niebezpieczeństwo, dlatego wyznaczono obszary zagrożenia o szczególnie dużym zagęszczeniu zatopionej broni (Försvarsmakten, u.d.). Zatopione niebezpieczne przedmioty mogą również występować poza wyznaczonymi obszarami, ponieważ ich zrzut mógł się odbyć w niewłaściwym miejscu albo mogły zostać przemieszczone, np. na przez statki rybackie prowadzące połowy włokiem (Havet.nu, 2018).

Hub energetyczny Neptunus graniczy z obszarem zagrożonym występowaniem zatopionych przedmiotów, takich jak amunicja czy gaz musztardowy – patrz Rysunek 36.



Rysunek 36. Hub energetyczny Neptunus oraz obszary zrzutu amunicji i punkty wykrytej amunicji. © [Lantmäteriet] 2023, [na podstawie: EMODnet] 2021

4.10.5. Pozostała działalność

Obecnie w pobliżu obszaru realizacji projektu Energipark Neptunus nie istnieją żadne farmy wiatrowe. Budowa takich farm jest jednak w planach – patrz Rysunek 37 z zaznaczonymi obszarami oraz Tabela 4 z krótkim opisem. Poniżej uwzględniono też dokładniejszy opis szwedzkich farm wiatrowych oraz najbliższej zlokalizowanych polskich i duńskich farm wiatrowych.

Tabela 4. Planowane oraz istniejące obiekty w pobliżu hubu energetycznego Neptunus.

Nazwa projektu	Kraj	Moc	Stan
Södra Victoria	Szwecja	2000 MW	Na etapie wczesnego planowania
Aurora	Szwecja	5500 MW	Na etapie wczesnego planowania

Nazwa projektu	Kraj	Moc	Stan
Cirrus	Szwecja	2550 MW	Na etapie wczesnego planowania
Södra Östersjön 1	Szwecja	–	Na etapie wczesnego planowania
Södra Östersjön 2	Szwecja	–	Na etapie wczesnego planowania
Beta	Szwecja	3340 MW	Na etapie wczesnego planowania
Baltic Central Havsvindpark	Szwecja	4000 MW	Na etapie wczesnego planowania
Ymer	Szwecja	2400–2800 MW	Na etapie wczesnego planowania
Bornholm Bassin oest	Dania	1500 MW	Na etapie wczesnego planowania
Bornholm Bassin syd	Dania	1500 MW	Na etapie wczesnego planowania
Baltic Power	Polska	1200 MW	Na etapie wczesnego planowania
BC-Wind	Polska	399 MW	Na etapie wczesnego planowania
FEW Baltic II	Polska	350 MW	Na etapie wczesnego planowania
MFW Bałtyk II	Polska	720 MW	Na etapie wczesnego planowania
MFW Bałtyk III	Polska	720 MW	Na etapie wczesnego planowania
Baltica 1	Polska	896 MW	Na etapie wczesnego planowania

Nazwa projektu	Kraj	Moc	Stan
Baltica 2	Polska	1498 MW	Na etapie wczesnego planowania
Baltica 3	Polska	1045,5 MW	Na etapie wczesnego planowania
Bałtyk I	Polska	1560 MW	Na etapie wczesnego planowania

Firma OX2 planuje budowę dodatkowej farmy wiatrowej na obszarze Bałtyku Właściwego, na wschód od Olandii i na południowy zachód od Gotlandii. Proponowana powierzchnia farmy wynosi 1045 km². Rysunek 37 przedstawia lokalizację farmy została oznaczoną czarną, przerywaną linią. W 2022 r. złożono wnioski o wydanie zezwoleń zgodnie z „SEZ”, „KSL” oraz o zezwolenie na inwestycję w pobliżu obszaru Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe.

Firma Njordr Offshore Wind planuje budowę farmy wiatrowej o nazwie Beta, której obszar pokrywa się z południową częścią obszaru realizacji projektu Neptunus. Proponowana powierzchnia farmy wynosi 570 km². Rysunek 37 przedstawia lokalizację farmy oznaczoną kolorem ciemnoczerwonym. Konsultacje zgodnie z ustawą „SEZ” przeprowadzono 9 stycznia 2022 r. (Njord Offshore Wind, 2022).

Firma RWE Renewables planuje budowę kolejnej farmy (Södra Victoria) wiatrowej na terenie Południowej Ławicy Środkowej. Farma ma być oddalona o 100 km od szwedzkiego wybrzeża i znajdować się przy granicy z Polską. Patrz Rysunek 37 przedstawiający obszar zaznaczony kolorem ciemnozielonym. Wniosek o zezwolenie Natura 2000 został złożony 10 czerwca 2022 r. Przyjmując uzyskanie odpowiednich zezwoleń, można założyć, że farma zostanie oddana do użytku ok. 2027 r. (RWE Renewables, u.d.). Firma RWE planuje również budowę farmy wiatrowej Ymer, której obszar częściowo pokrywa się z obszarem realizacji projektu Neptunus. Rysunek 37 przedstawia lokalizację farmy oznaczoną kolorem czerwonym.

Spółka Baltic C AB (Ørsted) ma również w planach budowę nowego projektu, Baltic Central Havsvindpark, którego obszar pokrywa się częściowo z obszarem hubu Neptunus. Patrz Rysunek 37 przedstawiający obszar zaznaczony kolorem ciemnopomarańczowym. Wniosek o zezwolenie na przeprowadzenie badań złożono 14 listopada 2022 r. (Ørstedt, 2023)

Firma Freja Offshore pracuje obecnie nad projektem farmy wiatrowej o nazwie Cirrus, której obszar częściowo pokrywa się z obszarem hubu Neptunus – patrz Rysunek 37 przedstawiający lokalizację farmy Cirrus zaznaczoną kolorem jasnoniebieskim. Powierzchnia farmy wiatrowej Cirrus wynosi 456 kilometrów kwadratowych, a jej moc całkowita to 2550 megawatów. Konsultacje przeprowadzono wiosną 2022 r.

Firma Blekinge Offshore pracuje nad projektem farmy wiatrowej o nazwie Blekinge Offshore zlokalizowanej ok. 15 km od wybrzeża Szwecji. Patrz obszar zaznaczony kolorem jasnioletowym. W 2016 r. wydano decyzję odmowną w sprawie budowy farmy wiatrowej powołując się na interesy sił zbrojnych. Projekt farmy został zmodyfikowany, a konsultacje przeprowadzono latem 2022 r.

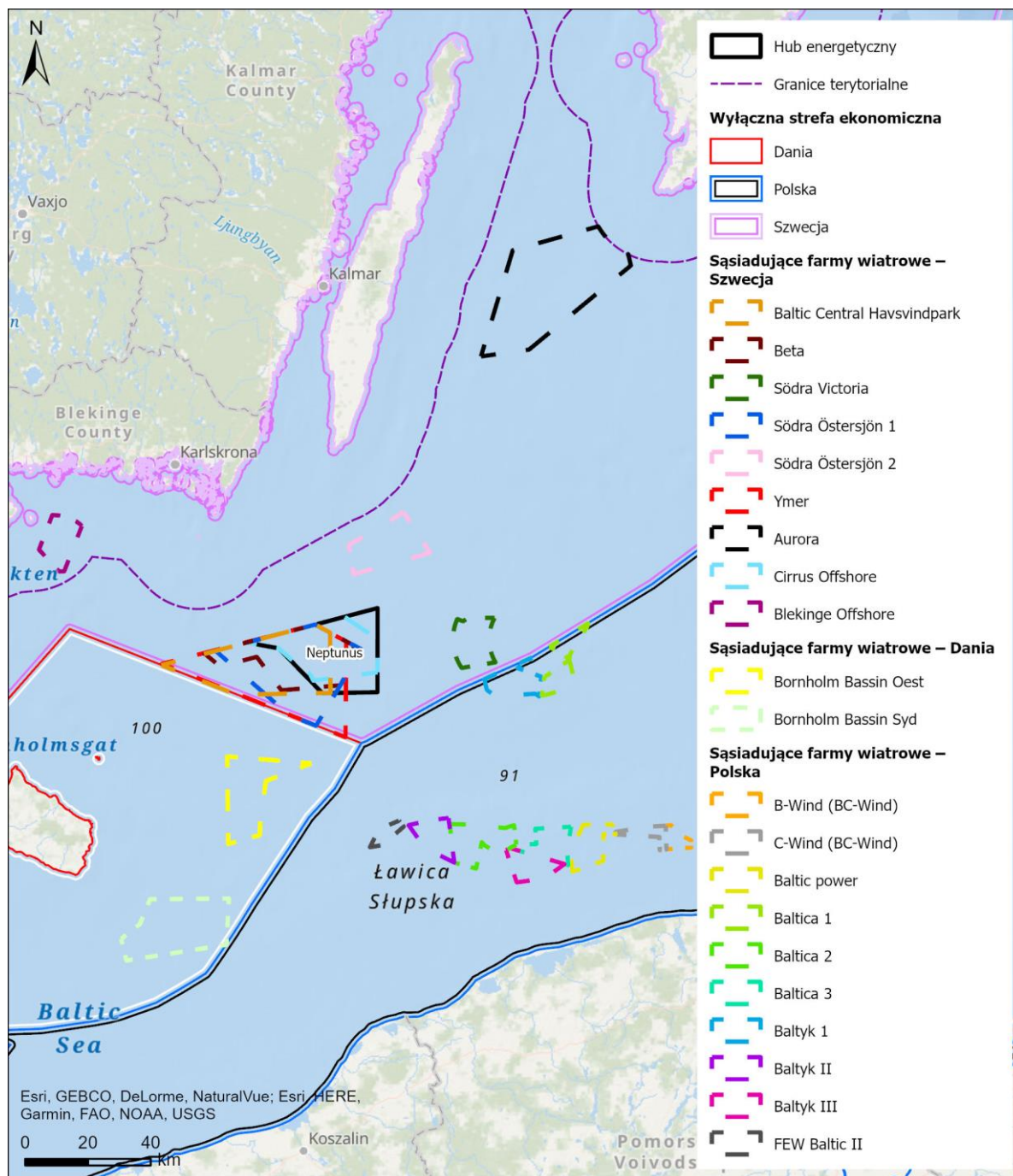
Firma 4C Offshore obwieściła 25 października 2022 r., że we współpracy z firmą Ørsted opracowuje projekty morskich farm wiatrowych w granicach wód terytorialnych Danii. Dwie z tych farm to Bornholm Bassin Oest oraz Bornholm Bassin Syd na Morzu Bałtyckim, patrz Rysunek 37 z obszarami zaznaczonymi odpowiednio kolorem żółtym i miętowym (Offshore, 2023).

Przedsiębiorstwo elektroenergetyczne Wind Power A/S prowadzi prace nad projektem dwóch farm wiatrowych w pobliżu hubu energetycznego Neptunus: Te farmy to Södra Östersjön 1, której obszar pokrywa się częściowo z obszarem hubu Neptunus, oraz Södra Östersjön 2, położona 12 km na północny wschód od hubu Neptunus. Patrz Rysunek 37 przedstawiający obszary zaznaczone na granatowo i różowo.

Dalej na zachód od hubu Neptunus są zlokalizowane dwie polskie farmy wiatrowe: Bałtyk 1, znajdujący się w odległości ok. 34 km od hubu Neptunus, oraz Baltica 1, ok. 53 km od hubu Neptunus. Patrz Rysunek 37 przedstawiający obszary zaznaczone na niebiesko i jasnozielono. Oprócz tych obiektów na południe od hubu planowane jest utworzenie kilku innych polskich farm – patrz Rysunek 37.

Poza planowanymi farmami wiatrowymi przez obszar realizacji projektu przebiegają również gazociągi Nord Stream 1 oraz Nord Stream 2.





Rysunek 37. Planowane oraz istniejące obiekty w pobliżu hubu energetycznego Neptuneus. [na podstawie: EMODnet, Länsstyrelsen] 2022

5. Zagrożenia i bezpieczeństwo

5.1. Zagrożenia i bezpieczeństwo w związku z budową hubu energetycznego – informacje ogólne

Budowa morskiego hubu energetycznego musi spełniać wysokie wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Jest to kwestia priorytetowa na wszystkich etapach projektu. Zagrożenia związane z budową wielkoskalowej farmy wiatrowej oraz instalacji do produkcji wodoru i tlenu można z grubsza podzielić na zagrożenia dla zdrowia ludzi, zagrożenia dla środowiska oraz zagrożenia dla własności prywatnej lub publicznej.

Wystąpienie zagrożenia dla zdrowia ludzi musi być wzięte pod uwagę np. podczas prac wykonywanych na wysokościach, prac obejmujących podnoszenie ciężkich ładunków czy obsługę sprzętu elektrycznego. Ryzyko środowiskowe może polegać na wyciekach np. ropy lub innych chemikaliów, a także wzbudzeniu osadów, które ma miejsce podczas prac montażowych. Zagrożenia dla własności prywatnej lub publicznej to m.in. ryzyko związane z ruchem statków na obszarze realizacji projektu czy zagrożenia związane z obsługą ciężkich komponentów. Amunicja lub broń innego rodzaju stanowi szczególne ryzyko, co wiąże się z tym, że występowanie tego rodzaju przedmiotów na obszarze realizacji projektu musi zostać zbadane w pierwszej kolejności za pomocą badań geofizycznych.

Zarządzanie ryzykiem opisuje tzw. hierarchia doboru środków zapobiegawczych. W pierwszej kolejności należy całkowicie wyeliminować czynność stwarzającą ryzyko lub zastąpić ją operacją o mniejszym ryzyku. W kolejnym kroku należy za pomocą rozwiązań technologicznych i administracyjnych zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka i jego konsekwencji oraz przygotować się do podjęcia czynności w momencie wystąpienia ryzyka.

Oceny ryzyka będą na bieżąco przeprowadzane we wszystkich fazach realizacji projektu. W przypadku zidentyfikowania ryzyka każdorazowo zostaną zastosowane odpowiednie środki. Podczas składania zamówień od każdego z dostawców będzie wymagane przestrzeganie wysokich wymagań w zakresie bezpieczeństwa i ograniczania ryzyka. Zagrożenia zostaną dokładniej opisane w przygotowywanym raporcie Espoo.

5.2. Zagrożenia i bezpieczeństwo w związku z produkcją wodoru i tlenu

Planowane przedsięwzięcie zakłada produkcję i zarządzanie dużymi ilościami wodoru oraz tlenu, co może się wiązać z ryzykiem wypadków. Podczas projektowania hubu energetycznego względy bezpieczeństwa znajdują się w centrum uwagi. W projekcie hubu



energetycznego szczególnie uwzględnione zostaną rozwiązania do zapobiegania wypadkom. Obecnie trwa mapowanie zagrożeń oraz analizowanie, jakie środki ograniczające ryzyko powinny zostać wdrożone w celu zmniejszenia zagrożeń dla środowiska i zdrowia.

Ryzyko, które może wystąpić na obszarze hubu energetycznego zgodnie z ustawą „Sevesolagen” (tj. z uwzględnieniem poważnych skutków awarii), to zagrożenia związane z zarządzaniem wodorem i tlenem. W zależności od ostatecznego wyboru metody produkcji wodoru i tlenu (zdecentralizowanej lub scentralizowanej) ryzyko związane z zarządzaniem pierwiastkami na obszarze hubu może się różnić.

Rurociągi i zbiorniki buforowe na obszarze hubu energetycznego są m.in. narażone na zagrożenia związane z ruchem statków, ekstremalne warunki pogodowe i trzęsienia ziemi. Takie zjawiska mogą prowadzić do wycieku wodoru i/lub tlenu, co może skutkować awariami i konsekwencjami na dużą skalę. Rysunek 33 przedstawia potencjalne szlaki żeglugowe, które mogą narażać hub energetyczny na ruch statków pasażerskich i towarowych transportujących towary niebezpieczne. W przypadku zastosowania zbiorników do przechowywania wodoru na specjalnych platformach może być konieczne wykorzystanie statków do załadunku oraz prac eksploatacyjnych i konserwacyjnych, co może wiązać się z nieco wyższym ryzykiem wypadków na tym obszarze z uwagi na zwiększone ryzyko zderzenia z turbinami wiatrowymi.

Przeprowadzono ogólną analizę ryzyka w celu ustalenia zagrożeń występujących na terenie hubu energetycznego. Scenariusze ryzyka, które uznano za istotne w przypadku zarządzania wodorem, to głównie pożar strumieniowy, zapłon chmury gazu, a także wybuch na skutek wycieku i zapłonu z wewnętrznego lub zewnętrznego źródła. W przypadku tlenu istotne zagrożenia to głównie skutki innych awarii w otoczeniu. Inny istotny scenariusz ryzyka to pożary i szkody fizyczne statków lub turbin wiatrowych, na których obecny jest personel – głównie w związku z prowadzeniem prac konserwacyjnych lub alizji statków². Zdarzenia, które mogą prowadzić do realizacji wskazanych scenariuszy wypadków, są powiązane głównie z ryzykiem alizji statków, załadunkiem, pracami eksploatacyjnymi i konserwacyjnymi, ekstremalnymi warunkami pogodowymi lub działaniami antagonistycznymi.

Wstępne oceny pozwoliły ustalić, że zapłon chmury gazu i wybuchy to główne czynniki ryzyka dla osób przebywających w otoczeniu hubu energetycznego, ponieważ skutki takich zdarzeń mogą być odczuwane z dużej odległości. Pożar strumieniowy co do zasady oddziałuje na obszar w bezpośrednim sąsiedztwie (w najgorszym wypadku na kilkaset metrów),

² Zderzenie pływającego statku z nieruchomym obiektem, np. w postaci statku lub turbiny wiatrowej. Kolidują to z kolei zderzenie dwóch obiektów będących w ruchu.

a oddziaływanie obserwuje się tylko w kierunku, w którym przemieszcza się pożar, z kolei zapłon chmury gazu i wybuchy mogą oddziaływać w wielu kierunkach.

Z uwagi na to, że hub jest zlokalizowany ok. 50–70 km od lądu oraz zamieszkanym wysp, ryzyko dla stron trzecich na lądzie oceniono jako nieistotne. Istnieje jednak ryzyko dla personelu pracującego na obszarze hubu oraz statków towarowych i/lub pasażerskich przepływających obok. Hub zostanie zatem zaprojektowany w sposób, który zmniejszy ryzyko dla przepływających obok statków towarowych i/lub pasażerskich. W tym celu zostanie wyznaczona bezpieczna odległość i/lub zastosowane inne środki zmniejszające ryzyko. Personel pracujący na terenie hubu i odpowiadający za jego obsługę musi być poinformowany o zagrożeniach i odpowiednio przeszkolony w zakresie reagowania na wypadki.

Ponadto stwierdzono również, że możliwy skutek drugorzędny alizji to ryzyko wycieku substancji niebezpiecznych dla środowiska do Morza Bałtyckiego. Na obszarze hubu energetycznego nie będą występować duże ilości substancji niebezpiecznych dla środowiska. Niemniej budowa hubu energetycznego może wiązać się ze zwiększonym ryzykiem alizji. Alizja statków z turbinami wiatrowymi może skutkować wyciekami substancji niebezpiecznych dla środowiska transportowanych przez statki i/lub wyciekami oleju z turbiny wiatrowej. Pożar na obszarze hubu również może w konsekwencji powodować wyciek substancji niebezpiecznych dla środowiska. Ponadto stwierdzono ryzyko wycieku substancji niepalnych. Wypadek, który powoduje wyciek substancji niebezpiecznych dla środowiska do Bałtyku, może wiązać się z dużymi skutkami dla środowiska w najbliższej okolicy.

Proponowane wstępne, ogólne środki zmniejszające ryzyko to m.in. ograniczona produkcja wodoru w pobliżu szlaków żeglugowych, wyznaczenie bezpiecznej odległości między turbinami wiatrowymi na terenie hubu energetycznego oraz w szczególności certyfikowane zbiorniki na wodór, środki przeciwpożarowe oraz właściwe procedury dotyczące eksploatacji i konserwacji. W najbliższym otoczeniu nie występują żadne inne obiekty w rozumieniu ustawy Seveso, które mogłyby oddziaływać na hub energetyczny lub ulegać oddziaływaniu hubu energetycznego. Wypadek z udziałem statku transportującego towary niebezpieczne przepływającego obok hubu mógłby wywołać efekt domina. Takie zjawisko zostanie dokładniej przeanalizowane w dalszej pracy nad ryzykiem wypadków.

Częścią raportu dotyczącego bezpieczeństwa jest sporządzenie wewnętrznego planu dotyczącego działań ratunkowych w porozumieniu z właściwymi organami. Przewidywane jest podjęcie ścisłej współpracy z Sjöfartsverket (szwedzkim Urzędem Morskim) oraz szwedzką strażą przybrzeżną. Firma OX2 służy wsparciem i oferuje adekwatne środki, które mogą

umożliwić przeprowadzenie działań w razie ewentualnego wypadku. W ramach raportu dotyczącego bezpieczeństwa w analizie ryzyka zostaną uwzględnione wymagania względem projektu hubu zgodnie z ustawą o materiałach palnych i wybuchowych.

W przygotowywanym wniosku zostanie opisane ryzyko wypadków z uwzględnieniem oddziaływania na środowisko i zdrowie oraz planowane środki bezpieczeństwa. Ponadto w analizie ryzyka, będącej częścią raportu dotyczącego bezpieczeństwa pojawi się opis możliwości zapobiegania i ograniczania wypadków chemicznych na skutek prowadzonej działalności.

Zgodnie z ustawą „Sevesolagen” w przypadku hubu energetycznego konieczne jest spełnienie wymogów wyższego szczebla, dlatego wniosek o wydanie zezwolenia musi zawierać plan działania uwzględniający m.in. zasady postępowania wyznaczające kierunek wewnętrznej pracy na rzecz bezpieczeństwa oraz raport dotyczący bezpieczeństwa zawierający identyfikację zagrożeń, ocenę ryzyka i propozycje ewentualnych środków zmniejszających ryzyko.

6. Wstępna ocena oddziaływania na środowisko

Hub energetyczny może oddziaływać na środowisko na wszystkich trzech etapach opisanych w rozdziale 3.3, tj. na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji. Ponadto oddziaływanie na środowisko może wystąpić na skutek awarii i wypadków związanych z działalnością hubu energetycznego – patrz rozdział 5.

W tym rozdziale znajduje się omówienie potencjalnego oddziaływania na środowisko związanego z budową hubu energetycznego Neptunus. Oddziaływanie to należy uwzględnić w dalszych etapach procesu realizacji projektu. Skutki potencjalnego oddziaływania transgranicznego opisano w kolejnym rozdziale 7. Dokładna prezentacji i ocena wpływu na środowisko wraz ze wszystkimi konsekwencjami zostanie przedstawiona w raporcie Espoo. Ocena oddziaływania na środowisko będzie się opierać na najbardziej pesymistycznym scenariuszu (worst-case scenario) dla wszystkich elementów środowiska, które zostaną poddane takiemu oddziaływaniami. Na przykład ocena oddziaływania na ssaki morskie wywołanego hałasem będzie zakładać wykorzystanie fundamentów generujących największy hałas podczas mocowania.



6.1. Warunki geologiczne i głębokość morza

Główne oddziaływanie na struktury geologiczne i środowisko dna, które może powstać na etapie budowy hubu, to usunięcie istniejącego substratu dna i zastąpienie go twardym substratem oraz twardymi strukturami wykorzystywanymi do wznoszenia fundamentów. Stopień takiego oddziaływania zależy głównie od wyboru fundamentu.

Na etapie budowy oraz prowadzenia badań obszaru wystąpi oddziaływanie na dno morskie, powodując fizyczne zmiany w dnie morskim na skutek prowadzenia badań geotechnicznych w postaci odwiertów badawczych oraz sondowania Vibrocore i CPT. Oddziaływanie na dno będzie dotyczyło tylko bardzo małego obszaru, dlatego potencjalny wpływ na uwarunkowania geologiczne oraz cechy dna uznaje się za nieistotny.

Różne rodzaje fundamentów wymagają zakotwiczenia w podłożu, co wiąże się z koniecznością zastosowania zabezpieczenia przed erozją, które powoduje oddziaływanie w pionie na struktury geologiczne. Trwałość zmian na powierzchni dna zależy częściowo od okresu eksploatacji hubu, a częściowo od tego, czy na etapie likwidacji fundamenty zostaną pozostawione na dnie czy usunięte. Szacuje się, że wpływ na struktury geologiczne i środowisko dna na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji będzie minimalny, gdyż całkowita powierzchnia dna zajmowana przez fundamenty jest bardzo mała.

6.2. Warunki hydrograficzne

Do tej pory przeprowadzono wiele badań warunków hydrograficznych w związku z budową różnych konstrukcji morskich w Szwecji, np. badania poprzedzające budowę farmy wiatrowej Lillgrund czy mostu Øresundsbron (Øresundkonsortiet, 2000; Møller & Edelvang, 2001; Karlsson, et al., 2006). Zmiany w ruchach fal i prądów obserwowane wokół fundamentów turbin wiatrowych są znikome i przyjmuje się, że nie wpłyną one na warunki hydrograficzne (Hammar, et al., 2008). Z uwagi na to, że fundamenty platform są tego samego rodzaju, co fundamenty turbin wiatrowych, szacuje się, że ich oddziaływanie będzie takie samo.

Pompowanie wody morskiej do procesu elektrolizy oraz uwalnianie tlenu i solanki do morza podczas produkcji wodoru może jednak wywołać lokalny wpływ na warunki hydrograficzne. Potencjalne oddziaływanie zostanie przeanalizowane i opisane dokładniej w raporcie Espoo.

Z uwagi na to, że hub Neptunus będzie się mieścić na obszarze otwartego morza o znacznej głębokości i daleko od brzegu, wpływ na warunki hydrograficzne na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji uznaje się za nieistotny.



6.3. Środowisko naturalne

6.3.1. Fauna i flora dna morskiego

Oddziaływanie na występujące środowiska naturalne wywołane badaniami obszaru ogranicza się do punktów poboru próbek do badań geotechnicznych i sprowadza się do usunięcia lub uszkodzenia fauny i flory oraz wzbudzenia osadów na skutek prowadzenia badań.

Oddziaływanie na faunę i florę dna morskiego na etapie budowy to głównie fizyczne zakłócenia na dnie morskim, które powstają w momencie mocowania fundamentów, zabezpieczeń przed erozją oraz kładzenia wewnętrznej sieci kabli i rurociągów. Oprócz ryzyka wyrządzenia bezpośredniej szkody na organizmach haptobentosowych (tj. organizmach na stałe przytwierdzonych do dna) mocowanie fundamentów może wywołać tymczasowe rozprzestrzenienie się cząstek zawieszonych. Rozprzestrzenianie się osadów i następująca sedymentacja zależy w głównej mierze od składu substratu dna, prądów morskich oraz rodzaju fundamentów i technologii montażowej zastosowanej na etapie budowy hubu. Wwiercane pale to rodzaj fundamentów, który może powodować wzbudzanie osadów.

Gatunki zwierząt występujące na obszarze hubu energetycznego Neptunus są organizmami często spotykanymi w dużych ilościach w tej części Morza Bałtyckiego – np. złotorunka bałtycka i skorupiak o nazwie pontoporeja krasnooka (DHI, 2016). Ocenia się, że te gatunki nie ulegną negatywnemu oddziaływaniu na skutek zwiększenia ilości cząstek zawieszonych lub intensywniejszej sedymentacji, gdyż żyją w warstwie osadów. Znane są także przesłanki mówiące o istnieniu przydennych stref beztlenowych na obszarze hubu, co wiąże się z brakiem fauny dna morskiego w tych miejscach (Gogina, et al., 2016; Josefsson, et al., 2020). Z uwagi na to, że odległość od wyłącznej strefy ekonomicznej Polski oraz Danii wynosi ok. 10 km, można założyć, że oddziaływanie transgraniczne na skutek powstania zawiesiny nie wystąpi.

Planuje się opracowanie modeli rozprzestrzeniania się osadów, aby móc oszacować, w jakim kierunku osady będą się rozprzestrzeniać na etapie budowy hubu. Modele rozprzestrzeniania się osadów posłużą jako podstawa dokładniejszej analizy wpływu tego zjawiska na faunę i florę dna morskiego w raporcie Espoo.

Ocenia się, że głównym oddziaływaniem na organizmy żyjące na dnie morskim podczas etapu eksploatacji będzie zmiana w strukturze i utrata siedlisk w miejscach, gdzie wykopano dno i zamocowano fundamenty oraz wykonano zabezpieczenie przed erozją, zastępując tym samym istniejące wcześniej siedliska. Skala utraty siedlisk zależy od ostatecznego kształtu

hubu energetycznego, tj. jego rozmiarów, rozmieszczenia instalacji do produkcji wodoru oraz liczby zamontowanych turbin wiatrowych i fundamentów.

Ewentualna zmiana temperatury i stopnia zasolenia powiązana z uwalnianiem ciepłej solanki w procesie produkcji wodoru może prowadzić do wypierania wody zimnej i gatunków występujących w słodkich wodach brackich. Zjawisko to może sprzyjać inwazji gatunków obcych i ich rozprzestrzenieniu w Bałtyku. Zakłada się jednak, że tego rodzaju oddziaływanie będzie miało charakter ściśle lokalny w przypadku scentralizowanej produkcji wodoru, natomiast w przypadku metody zdecentralizowanej nie jest spodziewane wystąpienie wyraźnego wpływu oprócz miejsc bezpośrednio przy punktach zrzutu. Podczas produkcji wodoru powstaje również tlen. Firma OX2 będzie prawdopodobnie wykorzystywać tlen do natleniania warstwy wód przydennych, tym samym stwarzając warunki do życia dla gatunków żyjących na dnie na obszarach, które obecnie są ubogie w tlen lub stanowią strefy beztlenowe. Fauna denna stanowi ważne źródło pokarmu m.in. dla dorsza, śledzia i flądry, które z kolei stanowią pożywienie dla ptaków, innych ryb oraz ssaków morskich. Z uwagi na dużą głębokość dna nie jest spodziewane pojawienie się roślinności dennej pomimo procesu natleniania. Potencjalne oddziaływanie oraz potencjalne środki zapobiegawcze mające na celu ograniczanie ewentualnego oddziaływania wywołanego produkcją wodoru zostaną dokładniej przeanalizowane w przygotowywanym raporcie Espoo.

Wycieki ropy ze statków mogą wystąpić na skutek różnego rodzaju wypadków, np. kolizji. W turbinach wiatrowych, stacjach transformatorowych/przekształtnikowych oraz w elementach instalacji do produkcji, magazynowania i dystrybucji wodoru występują oleje oraz inne produkty chemiczne, które mogą zostać uwolnione na skutek awarii. Aby zmniejszyć ryzyko skażenia wód morskich, w przypadku takiej awarii zostaną podjęte różnego rodzaju środki zaradcze.

Na etapie likwidacji fundamentów i wewnętrznej sieci kablowej może nastąpić rozprzestrzenienie się osadów, jednak na mniejszą skalę niż podczas montażu. Poza tym nie oczekuje się wystąpienia innego rodzaju oddziaływania na florę i faunę dna morskiego.

6.3.2. Ryby

Niektóre badania obszaru prowadzone na etapie budowy mogą powodować, że pewne gatunki zaczną wykazywać przejściowe zachowania unikowe. Dzieje się tak np. z dorszami znajdujących się w pobliżu statków badawczych. Na etapie budowy jest generowany hałas oraz następuje rozprzestrzenienie osadów. Badania obszaru nie trwają długo, a hałas

generowany przez statki do przeprowadzania badań nie oddziałuje na duże powierzchni obszaru, uznaje się więc, że badania nie będą oznaczać dużych zakłóceń.

Na etapie budowy zwiększona ilość cząstek zawieszonych może mieć negatywny wpływ na ryby (szczególnie na ikrę i narybek), gdyż cząstki zawieszone mogą przyklejać się do skrzel, zakrywać i przygniatać ikrę oraz generalnie zmniejszać szanse na przeżycie tych organizmów. Etap budowy jest jednak względnie krótką fazą, a ilość zawieszonych cząstek powstałych na skutek wiercenia można ograniczać na różne sposoby, np. wypuszczając zawiesinę przy dnie, a nie w wyższych warstwach wody. W efekcie osady zawieszono nie będą występować w dużej ilości i przez długi czas nad warstwą halokliny. Obszar hubu Neptunus pokrywa się jednak z ważnym obszarem tarlisk populacji dorsza ze wschodniego Bałtyku, a rozprzestrzenianie osadów przez prądy morskie może oznaczać wywołanie oddziaływań na większym obszarze. W razie potrzeby można zastosować zabezpieczenia techniczne lub inne środki zapobiegawcze, aby zmniejszyć oddziaływanie zawiesiny na dorsza.

Podczas budowy możliwe jest także wystąpienie hałasu na zwiększonym poziomie, co może skutkować oddziaływaniem w postaci TTS, PTS oraz uszkodzeń wewnętrznych, co z kolei wpływa na zdolności ryb do orientacji, lokalizacji ofiary, komunikacji oraz rekrutacji. Uznaje się, że hałas generowany na etapie budowy ma największy wpływ na dorsze w okresie tarła, którego najintensywniejszy okres przypada na miesiące czerwiec–sierpień, jednak może on trwać aż do września (Hammar, et al., 2014; Bleil, et al., 2009). W razie potrzeby można zastosować zabezpieczenia techniczne lub inne środki zapobiegawcze, aby zmniejszyć oddziaływanie wywołane hałasem podwodnym.

Podczas eksploatacji turbiny emitują hałas podwodny, który może wpływać na zachowanie ryb i zagłuszać wydawane przez nie dźwięki (Popper & Hawkins, 2019). Zespół Båmstedt et al. (2009) nie zaobserwował wyraźnych zmian zachowań ryb na skutek hałasu generowanego przez pracujące turbiny wiatrowe. Skupiska ryb zaobserwowane wokół fundamentów farmy wiatrowej wskazują jednak, że potencjalny wpływ hałasu generowanego na etapie eksploatacji jest nieistotny.

Montaż fundamentów może powodować zmiany w siedliskach i pozytywnie wpływać na różnorodność występujących gatunków dzięki efektowi sztucznej rafy. Hub energetyczny ma potencjał, by do pewnego stopnia chronić populację ryb na swoim obszarze poprzez ograniczenie połowów – jest to dodatkowe ograniczenie poza regulacjami połowów dorsza, które już obowiązują (Naturvårdsverket, 2011c).



Podczas eksploatacji hubu wokół wewnętrznej sieci kabli elektrycznych wytwarza się pole elektromagnetyczne, które może oddziaływać na ryby, np. migrujące węgorze (Öhman, et al., 2007; Rølvåg, et al., 2020).

Firma OX2 bada, czy możliwe jest natlenienie warstwy wód przydennych tlenem pochodzącym z produkcji wodoru. Takie działanie mogłoby natlenić przydenne strefy beztlenowe i ubogie w tlen występujące na obszarze hubu energetycznego Neptunus głównie w okresie letnim. To z kolei mogłoby sprzyjać rekrutacji dorsza z populacji wschodniej na obszar hubu energetycznego, gdyż tarliska dorsza odbywają się przy natlenieniu wody powyżej 2 mg/l (Bergström, et al., 2015). Stopień zasolenia i temperatura również mogą ulec zmianom, jednak prawdopodobnie w ograniczonym zakresie. Oddziaływanie na skutek produkcji wodoru zostanie przeanalizowane w przygotowywanym raporcie Espoo.

Na etapie likwidacji fundamentów, wewnętrznej sieci kablowej i rurociągowej może nastąpić rozprzestrzenienie się osadów, jednak na mniejszą skalę niż na etapie budowy.

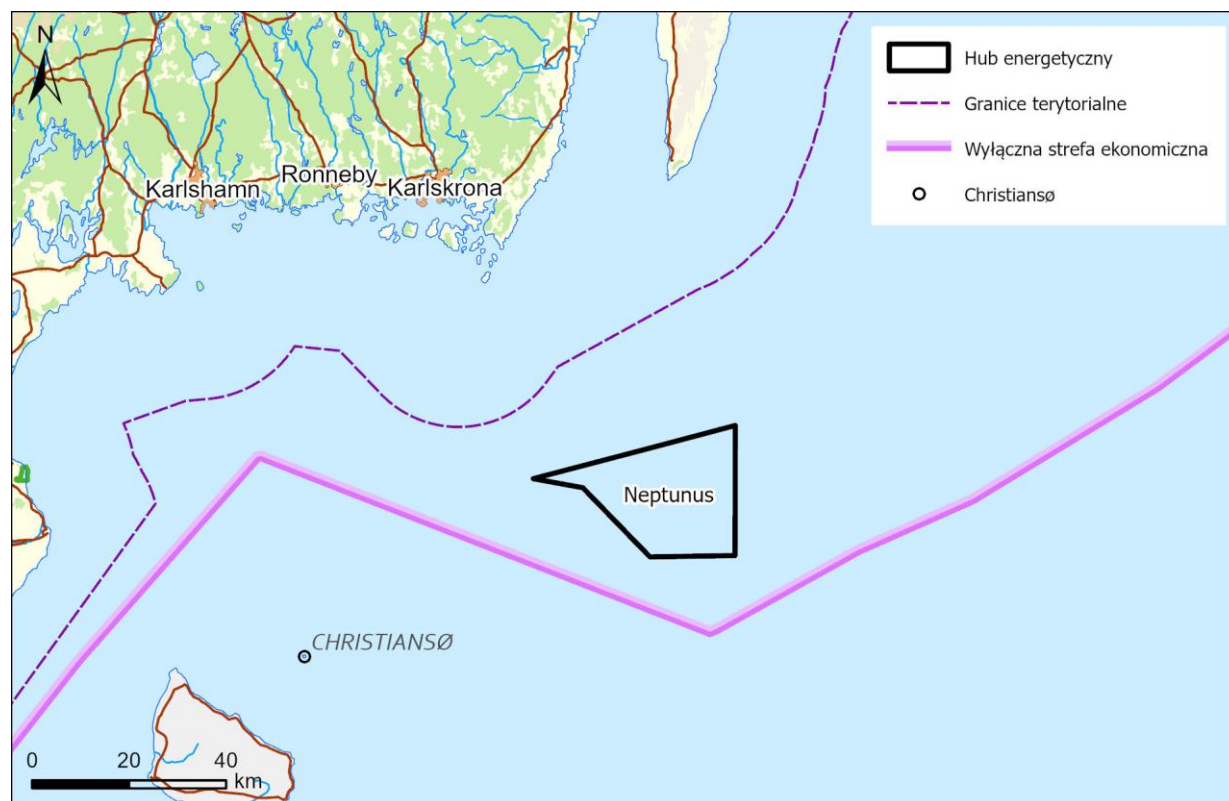
6.3.3. Ptaki

Na etapie budowy możliwe jest tymczasowe wypieranie ptaków powodowane zwiększonym ruchem statków oraz pracami generującymi hałas mogącymi wystąpić na obszarze realizacji projektu, takimi jak badania obszaru i montaż turbin wiatrowych oraz platform do produkcji wodoru. W przypadku wyboru fundamentów pływających ich montaż odbędzie się prawdopodobnie w porcie. Zakłócenia związane z instalacją fundamentów mocowanych na stałe występują jednak w ograniczonym czasie i na mniejszych obszarach podrzędnych, dzięki czemu działania wypierające nie będą występować na dużej powierzchni hubu podczas całego procesu.

Potencjalne ryzyko wpływu na ptaki może wystąpić głównie na etapie eksploatacji. Oddziaływanie eksploatowanej farmy wiatrowej na ptaki można zasadniczo podzielić na trzy rodzaje: efekt wypierania, efekt bariery i ryzyko kolizji.

Efekt wypierania polega na przemieszczeniu się danego gatunku poza hub energetyczny lub jego najbliższe otoczenie. Oddziaływanie powodujące wypieranie ma różny zakres w zależności od gatunku. Na przykład lodówki w znacznym stopniu unikają przebywania na obszarze farmy, natomiast inne ptaki morskie wydają się nie reagować na efekt wypierania (Nilsson & Green, 2011; Fox & Petersen, 2019). Alki takie jak nurzyk zwyczajny i alka zwyczajna na ogół unikają obszaru farmy wiatrowej przez pierwsze lata po jej wybudowaniu (Dierschke, 2016). W związku z tym można się spodziewać, że planowana farma wiatrowa

będzie oznaczać utratę siedlisk dla alk, gdyż obszar żerowania ulegnie zredukowaniu. Przeprowadzone inwentaryzacje wskazują jednak, że obszary morskie na południowy zachód od badanego obszaru, bliżej wyspy Christiansø, to ważniejsze żerowiska dla alk niż obszar hubu energetycznego – patrz Rysunek 38. Archipelag Ertholmene, do którego należy wyspa Christiansø, to duński obszar Natura 2000.



Rysunek 38. Obszar hubu energetycznego i wyspa Christiansø. © [Lantmäteriet] 2023

Nur rdzawoszyi, którego występowanie zaobserwowano na obszarze hubu Neptunus, również wykazuje zachowania unikowe względem morskich farm wiatrowych (Fox & Petersen, 2019). Obecnie nie wiadomo jednak, jakie znaczenie obszar hubu ma dla nura rdzawoszyjzego. Głębokość na obszarze hubu energetycznego przekracza głębokość, na której nur rdzawoszyi zazwyczaj żeruje (30 m), dlatego uznaje się, że budowa hubu nie będzie w istotny sposób wpływać na ten gatunek.

Ryzyko kolizji to ryzyko obrażeń lub śmierci ptaków na skutek zderzenia z łopata wirnika lub turbulencji, które występuje za łopatami wirnika. Ważnym czynnikiem podczas oceny ryzyka kolizji jest uwzględnienie wysokości lotu różnych gatunków ptaków. Morskie kaczki nurkujące i alki latają na ogół nisko, dzięki czemu unikają ryzyka kolizji. Zasadniczo ryzyko zderzenia ptaków morskich, np. alk, z turbiną wiatrową jest niewielkie, gdyż ptaki dostosowują trasę lotu

i przemieszczają się w bezpiecznej odległości od farm wiatrowych. Ponadto gatunki takie jak nur rdzawoszyi (Petersen, et al., 2014; Mendel, et al., 2019; Vanermen & Stienen, 2019) i lodówka (Petersen & Nielsen, 2011) unikają obszaru farm wiatrowych, co zmniejsza ryzyko kolizji. Mimo to zostanie sporządzona analiza kolizji dla hubu energetycznego Neptunus.

Trzecim rodzajem oddziaływania jest efekt bariery, jako że hub energetyczny stanowi przeszkodę dla przelatujących ptaków. Ten efekt obniża wprawdzie ryzyko kolizji, ale naraża ptaki na poniesienie wysokich strat energetycznych w związku z koniecznością wybrania dłuższej trasy niezbędnej do ominięcia farmy. Ewentualne wydłużenie trasy lotu jest jednak nieistotne w stosunku do tras całkowitych pokonywanych przez ptaki podczas jesiennych i wiosennych wędrówek (Marsden, et al., 2009).

Główny korytarz migracyjny nie prowadzi przez hub energetyczny Neptunus. W związku z migracją ptaki mogą się jednak zbliżyć do obszaru hubu energetycznego. Większość ptaków morskich unika kolizji z turbinami, wybierając dłuższy lot wokół farmy lub przemieszczając się między rzędami turbin wewnątrz farmy (Fox & Petersen, 2019). Ponadto szlaki migracyjne wielu ptaków morskich wiodą nisko nad powierzchnią wody. Trasa przelotu omijająca hub Neptunus wiąże się z niewielkim nadłożeniem drogi w stosunku do całkowitej długości trasy pokonywanej przez ptaki morskie podczas migracji. Ponadto hub Neptunus nie przecina żadnych znanych tras pomiędzy żerowiskami, np. trasy zaczynającej się na wyspie Christiansø.

Na etapie likwidacji fundamentów, kabli i rurociągów może wystąpić emisja hałasu oraz efekt wypierania na skutek zwiększonej obecności statków, jednak na mniejszą skalę niż na etapie budowy. Poza tym nie oczekuje się wystąpienia innego rodzaju oddziaływania na ptaki na etapie likwidacji hubu.

6.3.4. *Ssaki morskie*

Hałas podwodny to oddziaływanie wpływające głównie na ssaki morskie na etapie budowy, eksploatacji i likwidacji hubu energetycznego Neptunus. Rzeczywisty wpływ na ssaki zależy m.in. od natężenia i częstotliwości dźwięku, zasolenia wody, cech dna morskiego, odległości od źródła dźwięku, zakresu słyszalności i wrażliwości na dźwięk danych gatunków zwierząt oraz od tego, czy źródło dźwięku jest impulsywne czy stałe. Wysoki poziom hałasu może zakłócać komunikację i powodować zachowania unikowe u ssaków morskich. W przypadku gdy ssaki nie omijają obszaru realizacji projektu, podlegają stałemu narażeniu na wysoki poziom hałasu, co stwarza najpierw ryzyko tymczasowego uszkodzenia słuchu, a następnie trwałego przesunięcia progu słyszenia.



Niektóre badania obszaru, takie jak badania sejsmiczne za pomocą urządzeń sub-bottom profiler czy mini airgun, mogą oddziaływać na ssaki morskie poprzez emitowanie hałasu podwodnego. Poziom hałasu może powodować, że morświny i foki unikają obszaru wokół statków badawczych, gdzie hałas jest większy. Dzięki zastosowaniu środków zapobiegawczych oddziaływanie może zostać ograniczone. Aby zagwarantować, że żadne ssaki morskie nie wystąpią w pobliżu obszaru, gdzie rozpoczęto prowadzenie badań emitujących hałas, do załogi statku badawczego dołączają specjaliści obserwatorzy. Ponadto w przypadku różnych metod badań sejsmicznych można też zastosować funkcję łagodnego rozruchu. Funkcja łagodnego rozruchu daje zwierzętom czas na oddalenie się, zanim sprzęt do badań zacznie działać z pełną mocą.

Podczas montażu fundamentów na terenie hubu energetycznego Neptunus hałas emitowany w trakcie palowania jest głównym czynnikiem wypierającym ssaki morskie z obszaru, gdzie odbywa się palowanie. Oznacza to tymczasową utratę siedlisk dla danych ssaków morskich. Prace te są jednak prowadzone w ograniczonym czasie i na mniejszych obszarach podrzędnych, dzięki czemu działania wypierające nie będą występować na dużej powierzchni hubu podczas całego etapu budowy. Morświny mają dobrze rozwinięty słuch, przez co są wrażliwe na hałas. Dotyczy to zwłaszcza głośnych, intensywnych dźwięków takich jak hałas podczas palowania. Aby zminimalizować zakłócenia, zostaną zastosowane środki zapobiegawcze (takie jak rozwiązania wygłuszające) w celu ograniczenia propagacji dźwięku podczas palowania. W celu ograniczenia oddziaływania na morświny w okresie, gdy są najbardziej podatne na zagrożenia, proponowane jest wprowadzenie ograniczenia czasowego dotyczącego oddziaływania na obszar Natura 2000 Ławica Hoburska i Ławice Środkowe, gdzie morświny gromadzą się latem, aby rodzić młode i kopulować. Zastosowanie środków zapobiegawczych pozwoli prawdopodobnie uniknąć istotnego wpływu na morświny.

Foki nie są tak wrażliwe na podwodny hałas jak morświny (Kastelein, et al., 2013). W odróżnieniu od morświnów foki potrafią trzymać narządy słuchu nad powierzchnią wody, dzięki czemu mogą tymczasowo unikać hałasu podwodnego. Hałas generowany na etapie budowy może jednak powodować wypieranie tych zwierząt (Edrén & Andersen, 2010; Brasseur, et al., 2012; Havs- och vattenmyndigheten, 2012; Thompson, et al., 2013). Foka szara i pospolita nie mają legowisk (czyli miejsc, gdzie gubią futro i rodzą potomstwo) w pobliżu hubu Neptunus. Odległość od hubu do najbliższego legowiska wynosi 38 km, dlatego uznaje się, że oddziaływanie na foki na etapie budowy będzie bardzo ograniczone.

Na etapie eksploatacji turbiny wiatrowe emitują stały dźwięk o niskiej częstotliwości rozchodzący się w powietrzu i wodzie. W czterech z pięciu farm wiatrowych zbadanych przez



zespół Vallejo et al. (2017) na etapie eksploatacji nastąpił powrót morświnów do swoich siedlisk w takiej samej liczebności. Zgodnie z ustaleniami zespołu Tougaard et al. (2009) morświny muszą znajdować się w odległości 100 metrów od turbin, aby usłyszeć dźwięki emitowane przez pracujące turbiny. Dzieje się tak z uwagi na fakt, że morświny słabiej słyszą dźwięki o niższej częstotliwości emitowane przez turbiny (Kastelein, et al., 2017). W niektórych przypadkach zagęszczenie morświnów na terenie farmy okazało się większe na etapie eksploatacji niż przed nim, prawdopodobnie ze względu na zwiększony dostęp do pożywienia spowodowany przyciąganiem ryb do fundamentów (Scheidat, et al., 2011). Zmniejszony ruch statków morskich również może przekładać się na większe zagęszczenie morświnów. Wszystko to pozwala wysnuć wniosek, że morświny wrócą na obszar farmy wiatrowej, a na etapie eksploatacji nie powinno wystąpić żadne znaczące oddziaływanie na morświny.

Foki mogą wytwarzać i słyszeć dźwięki o minimalnej częstotliwości 0,1 kHz, dlatego są w stanie usłyszeć hałas emitowany przez pracujące turbiny wiatrowe (Kastelein, et al., 2009). Dźwięki o niskiej częstotliwości emitowane przez źródła sztuczne mogą zatem zakłócić komunikację fok (Sills, et al., 2015). Badania nad foką pospolitą w okolicach farm Nysted i Rødsand II na zachodnim Bałtyku wykazały, że pracujące turbiny wiatrowe nie powodują zmian tras wędrówek fok (McConnel, et al., 2021). Badania przeprowadzone w okolicy niemieckiej farmy wiatrowej Alpha Ventus pozwoliły zaobserwować wyraźne sygnały świadczące o tym, że fundamenty turbin wiatrowych przyciągają fokę pospolitą, prawdopodobnie ze względu na dostęp do pożywienia na skutek zwiększonej produktywności biologicznej na twardym dnie w okolicach fundamentów (Russel, et al., 2014).

Prace związane z likwidacją farmy również będą powodować emisję dźwięków w powietrzu i wodzie, np. podczas odcinania fundamentów i usuwania turbin wiatrowych, a także podczas usuwania wewnętrznej sieci kablowej i rurociągów. Oddziaływanie na ssaki morskie na etapie likwidacji uznaje się jednak na bardziej ograniczone niż na etapie budowy.

Przed sporządzeniem oceny oddziaływania na środowisko wpływ hałasu na ssaki morskie zostanie dodatkowo zbadany za pomocą modeli propagacji dźwięku.

6.3.5. Nietoperze

Oddziaływanie na nietoperze w związku z prowadzeniem badań obszaru będzie się ograniczało do obecności statków i wynikającego z tego ewentualnego efektu wypierania.

Na etapie budowy możliwe jest tymczasowe wypieranie nietoperzy powodowane zwiększonym ruchem statków oraz pracami generującymi hałas mogącymi wystąpić na obszarze realizacji



projektu, takimi jak montaż turbin wiatrowych oraz platform do produkcji wodoru. Zakłócenia te występują jednak w ograniczonym czasie i na mniejszych obszarach podrzędnych.

Nietoperze mogą migrować nad powierzchnią morza (Hatch, et al., 2013), dlatego obszar wokół hubu Neptunus może stanowić szlak wędrówek nietoperzy. Istotnym czynnikiem, od którego zależy oddziaływanie farmy na nietoperze, jest wysokość przemieszczania się nad obszarem morskim. Badania wykazały, że nietoperze migrujące nad Morzem Bałtyckim latają stosunkowo nisko, co zmniejsza ryzyko kolizji z łopatomy wirnika (Ahlén, et al., 2009).

6.4. Usługi ekosystemowe i zielona infrastruktura

W okolicach hubów energetycznych mogą się występować różne formy usług ekosystemowych. Rozwój sztucznej rafy na fundamentach sprzyja pojawieniu się organizmów filtrujących wodę (Andersson & Öhman, 2010), co lokalnie może działać jako usługa regulująca, prowadząca do poprawy jakości wody na danym obszarze (McLaughlan & Aldridge, 2013). Zwiększenie występowania organizmów filtrujących i fotosyntetyzujących wokół fundamentów może z kolei spowodować zagęszczenie ryb, co jest sprzyjającym czynnikiem dla rybołówstwa i stanowi produkcyjną usługę ekosystemową (Grove, et al., 1989).

Na etapie budowy hubu dostęp do obszaru realizacji projektu będzie nieco ograniczony. Może to oddziaływać na produkcyjną usługę ekosystemową, jaką jest produkcja ryb, oraz na usługi kulturowe, takie jak połowy rekreacyjne i wycieczki statkami. Poprawa warunków siedlisk ryb poławianych komercyjnie w połączeniu ze zmniejszeniem skali połowów włokiem sprzyja rozwojowi działalności połowowej, co może stanowić ważną usługę kulturalną na danym obszarze. Tereny wokół hubu Neptunus są regularnie wykorzystywane do połowów przemysłowych. Zmniejszona skala połowów włokiem na skutek budowy hubu energetycznego może spowodować rekrutację gatunków istotnych komercyjnie. W perspektywie może to wywołać efekt spill-over, który sprzyja połowom przemysłowym (Stobart, et al., 2009).

Jeśli uda się przeprowadzić proces natlenienia warstwy wód przydennych, zostaną stworzone warunki do rozwoju nowych siedlisk, np. poprzez dostarczenie rybam większych ilości pokarmu. Różnorodność biologiczna w tej części Bałtyku mogłaby wzrosnąć w dłuższej perspektywie dzięki zmniejszeniu stref przydennych ubogich w tlen występujących na tym obszarze. Dzięki temu w tym miejscu możliwe byłoby też korzystanie z usług ekosystemowych powiązanych z danymi organizmami. Mogłoby to np. dodatkowo rozwinąć działalność połowową prowadzoną na obszarze wokół hubu energetycznego.



6.5. Krajobraz

Hub Neptunus jest zlokalizowany na morzu, w dużej odległości od miejsc zamieszkałych przez ludzi oraz innych zabudowań. Maksymalna wysokość turbin, które zgodnie z planem mają zostać zamontowane na farmie, wynosi 420 metrów, co oznacza, że będą one widoczne z dużej odległości w otaczającym krajobrazie. Ponadto turbiny o wysokości całkowitej przekraczającej 150 metrów muszą być wyposażone w oświetlenie przeszkodowe, które zwiększa ich widoczność nocą. Szacuje się, że hub energetyczny Neptunus nie będzie zbyt dobrze widoczny z wybrzeża Szwecji oddalonego o ok. 50 km od obszaru projektu. Linia brzegowa i wyspy innych państw są oddalone od hubu energetycznego o ponad 50 km, dlatego widoczność hubu z tych miejsc będzie jeszcze mniejsza niż z wybrzeża Szwecji.

Aby móc przedstawić, jak zmieni się krajobraz po wybudowaniu hubu energetycznego Neptunus, wykonano wizualizacje oraz fotomontaże z wielu miejsc w Szwecji.

6.6. Rybołówstwo

Działalność połowowa jest względnie niewielka na obszarze hubu energetycznego Neptunus (Havs- och vattenmyndigheten, 2013). Ponadto na obszarze hubu obowiązują regulacje dotyczące połowów dorsza. Oddziaływanie na rybołówstwo zostanie dokładniej przedstawione w raporcie Espoo.

Budowa hubu energetycznego Neptunus może wywołać tzw. efekt rafy. Wiele badań wskazuje, że na obszarach o ograniczonej działalności rybackiej może nastąpić przyrost biomasy ryb, co w perspektywie przyniesie większe zyski w sektorze rybołówstwa (Roberts, et al., 2001; Gell & Roberts, 2003; White, et al., 2008; Lester, et al., 2009; Gaines, et al., 2010). Również w krajowych planach zagospodarowania przestrzennego obszarów morskich podaje się, że produkcja energii elektrycznej i rozwój środowiska naturalnego mogą współistnieć z rybołówstwem przemysłowym.

Nie da się wykluczyć, że planowany hub energetyczny nie wpłynie na działalność indywidualnych rybaków. Najbardziej pesymistyczny scenariusz (worst-case scenario) dla rybołówstwa zakłada, że rybołówstwo przemysłowe w ogóle nie będzie mogło być prowadzone na obszarze hubu. Jest to bardzo ostrożne podejście, ponieważ obszar planowanego hubu energetycznego będzie mógł być nadal częściowo wykorzystywany do niektórych rodzajów rybołówstwa przemysłowego. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na występowanie fundamentów, zabezpieczeń przed erozją, kabli układanych na dnie i potencjalnych lin kotwiących podczas prowadzenia ewentualnych połowów przemysłowych na obszarze parku.

Nie da się wykluczyć, że planowana budowa nie spowoduje konfliktu interesów. Ta kwestia zostanie szerzej omówiona w raporcie Espoo.

6.7. Klimat

Budowa hubu energetycznego generuje pewien ślad węglowy w związku z produkcją nowych komponentów i innych konstrukcji, działalnością transportową oraz pracami montażowymi. Ślad węglowy powstaje też na etapie likwidacji farmy i wiąże się z eksploatacją różnych pojazdów itp. Tego rodzaju działalność będzie ograniczona pod względem zakresu i czasu trwania. Na etapie eksploatacji hub Neptunus będzie dostarczał nieemisyjną energię elektryczną. Hub wyprodukuje energię elektryczną na poziomie ok. 13–15 TWh, co pozwoli dostarczyć maks. trzem milionom szwedzkich gospodarstw energię z odnawialnego źródła. Innymi słowy, hub energetyczny to jedno z najważniejszych przedsięwzięć mających na celu ograniczenie nadchodzących zmian klimatu oraz przejście na system energetyczny oparty na źródłach odnawialnych.

6.8. Infrastruktura i proces planowania

6.8.1. Transport morski

Na etapie budowy możliwe jest wystąpienie oddziaływania na transport morski z uwagi na zwiększenie ruchu statków i ewentualną ograniczoną dostępność niektórych obszarów budowy. Zakłócenia będą jednak tymczasowe i ograniczone do poszczególnych obszarów, gdzie prowadzone są prace budowlane, oraz do czasu ich zakończenia.

Budowa hubu energetycznego może wiązać się ze zwiększonym ryzykiem alizji. Alizja statku z turbiną wiatrową może nieść konsekwencje dla środowiska na danym obszarze. Analiza ryzyka nawigacyjnego zostanie przeprowadzona i opisana w przygotowywanym raporcie Espoo.

Produkcja wodoru wiąże się z ryzykiem pożaru i wybuchu instalacji – patrz rozdział 5.2. W przypadku eksplozji może wystąpić oddziaływanie na przepływające obok statki, np. statki poruszające się po szlakach żeglugowych prowadzących przez obszar hubu. Ryzyko tego rodzaju wypadków można zminimalizować poprzez wyznaczenie bezpiecznej odległości od turbin wiatrowych na etapie planowania przestrzennego.

6.8.2. Transport lotniczy

Nowe przeszkody na powierzchni MSA mogą mieć skutki dla lotnictwa i wiązać się z koniecznością wprowadzenia zmian w wysokości lotu na tej powierzchni. Obszar hubu



energetycznego Neptunus nie pokrywa się z żadnymi powierzchniami MSA i ocenia się, że nie będzie on w żaden sposób oddziaływał na ruch lotniczy.

6.8.3. *Obszary wojskowe*

Hub energetyczny Neptunus graniczy z obszarem, na którym prowadzone są ćwiczenia podwodne Szwecji, Danii i Niemiec. Wobec tego firma nawiąże dialog z ze szwedzkimi siłami zbrojnymi (Försvarsmakten), aby ograniczyć ewentualne oddziaływanie w tym zakresie.

6.8.4. *Obiekty niebezpieczne dla środowiska i miejsca strefy zrzutu*

Hub energetyczny Neptunus graniczy z obszarem zagrożonym występowaniem zatopionych broni chemicznych. Aby zbadać potencjalny poziom zagrożenia na obszarze hubu Neptunus, przeprowadzono analizę dokumentacji. Wykazała ona, że na obszarze hubu nie występuje zatopiona broń ani inne tego typu przedmioty.

6.9. Oddziaływanie skumulowane

Oddziaływanie skumulowane obejmuje wpływ innych działalności i przedsięwzięć, które mogą oddziaływać na środowisko na obszarze realizacji danego projektu. Skumulowane skutki to takie, które mogą wystąpić w konsekwencji połączenia skutków, np. różnych oddziaływań będących efektem tej samej działalności lub oddziaływań będących skutkiem różnych przedsięwzięć. W raporcie Espoo zostanie przeprowadzona identyfikacja i ocena oddziaływania skumulowanego z uwzględnieniem istniejących działalności oraz przedsięwzięć, które uzyskały wymagane zezwolenia. Do skumulowanych skutków należy np. oddziaływanie na ptaki, ryby i ssaki morskie wywołane różnego rodzaju działalnością na danym obszarze geograficznym.

Obecnie w pobliżu hubu energetycznego Neptunus nie występują farmy wiatrowe ani inne obiekty, które podlegają ustawie Sevesolagen. Istnieją jednak plany budowy wielu nowych farm na obszarze Bałtyku Właściwego (4COffshore wind, 2022), które należy uwzględnić przy ocenie oddziaływania skumulowanego, o ile w momencie sporządzania oceny oddziaływania na środowisko farmy te otrzymają odpowiednie zezwolenia na realizację.

Co więcej, raport Espoo uwzględni też oddziaływanie skumulowane innych działalności i elementów w pobliżu obszaru realizacji projektu, np. transportu morskiego, kabli i rurociągów.



7. Potencjalne oddziaływanie transgraniczne

Ocena i opis spodziewanego oddziaływania transgranicznego zostaną uwzględnione w ocenie oddziaływania na środowisko sporządzanej zgodnie z art. 4 konwencji z Espoo. W tym rozdziale przedstawiono opis najważniejszych oddziaływań transgranicznych, które mogą wynikać z budowy hubu.

7.1. Ptaki

Potencjalne oddziaływanie na ptaki opisane w rozdziale 6.3.3 może objąć swoim zasięgiem obszar poza wyłączną strefą ekonomiczną Szwecji, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę, że niektóre gatunki ptaków poruszają się po dużym terytorium i występują na obszarach należących do różnych państw. Na przykład ważnym obszarem dla alk jest teren wokół wyspy Christiansø, położonej ok. 70 km na południowy zachód od hubu Neptunus. Oddziaływanie na ptaki w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na ptaki zostanie opisany w przygotowywanym raporcie Espoo.

7.2. Ssaki morskie

Morświn, foka szara i foka pospolita to przedmioty ochrony wielu obszarów Natura 2000 należących do Szwecji, Polski, Niemiec i Danii. Potencjalne oddziaływanie opisane w rozdziale 6.3.4 może objąć obszar poza granicami Szwecji, szczególnie jeśli weźmie się pod uwagę, że występowanie tych gatunków może obejmować tereny należące do różnych państw. Oddziaływanie na ssaki morskie w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji po wprowadzeniu odpowiednich środków ochronnych szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na ssaki morskie zostanie opisany w przygotowywanym raporcie Espoo.

7.3. Krajobraz

Możliwe oddziaływanie na krajobraz opisane w rozdziale 6.5 może mieć potencjalnie zasięg transgraniczny. Hub Neptunus jest zlokalizowana na morzu, ok. 50 km od Szwecji kontynentalnej i ok. 70 km od duńskiej wyspy Christiansø. Odległość hubu od innych krajów jest większa. Oddziaływanie na krajobraz w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg.



7.4. Rybołówstwo

Potencjalne oddziaływanie na rybołówstwo opisane w rozdziale 6.6 może objąć swoim zasięgiem także rybaków zawodowych z innych krajów. Oddziaływanie na ryby w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji uznaje się za ograniczone, mimo iż nie da się wykluczyć, że planowany hub energetyczny wpłynie na działalność indywidualnych rybaków. Oznacza to, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Wpływ na rybołówstwo zostanie opisany w przygotowywanym raporcie Espoo.

7.5. Transport morski

Potencjalne oddziaływanie przedstawione w rozdziale 6.8.1 może mieć zasięg transgraniczny i sprowadza się głównie do wywierania ewentualnego tymczasowego wpływu na transport morski na danym obszarze z powodu zwiększonego ruchu statków oraz ewentualnego odgródzenia obszaru budowy. Trzy obszary o szczególnym znaczeniu narodowym dla transportu morskiego znajdują się w pobliżu hubu energetycznego Neptunus: trasa żeglugi morskiej *Gedser – Svenska Björn*, czyli trasa głębokowodna wyznaczona przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO); *Cieśnina Bornholmska – Klajpeda*, nowy obszar o szczególnym znaczeniu narodowym dla transportu morskiego; trasa żeglugi morskiej *Karlskrona–Gdynia*.

Ryzyko oddziaływania na transport morski sprowadza się do ryzyka alizji i wypadków powiązanych z produkcją wodoru. Analiza ryzyka nawigacyjnego zostanie przeprowadzona i opisana w przygotowywanym raporcie Espoo.

7.6. Obszary wojskowe

Z uwagi na to, że hub energetyczny Neptunus graniczy z obszarem, na którym prowadzone są ćwiczenia podwodne, realizator projektu nawiąże dialog z ze szwedzkimi siłami zbrojnymi (Försvarsmakten), aby wprowadzić rozwiązania mające na celu uniknięcie oddziaływania. Działania te zostaną dokładniej opisane w przygotowywanym raporcie Espoo.

7.7. Oddziaływanie skumulowane

Możliwe oddziaływanie skumulowane opisane w rozdziale 6.9 może mieć zasięg transgraniczny. Oddziaływanie skumulowane w wyłącznej strefie ekonomicznej Szwecji szacuje się na ograniczone, co oznacza, że również ewentualne oddziaływanie transgraniczne będzie miało niewielki zasięg. Oddziaływanie skumulowane zostanie opisane w przygotowywanym raporcie Espoo.

10. Bibliografia

4COffshore wind, 2022. *4Coffshore wind kartverktyg*. [Online]

Available at: <https://www.4coffshore.com/offshorewind/index.aspx?lat=56.495&lon=-2.196&wfid=UK54>.

Ahlén, I. i Baagøe, H. J., 2013. *Bats and wind power- investigations required for risk assessment in Denmark and Sweden*. Stockholm, brak nazwiska, pp. 5-7.

Ahlén, I., Baagøe, H. J. i Bach, L., 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. *Journal of Mammalogy* 90, pp. 1318-1323.

Andersson, M. H. i Öhman, M. C., 2010. Fish and sessile assemblages associated with wind-turbine constructions in the Baltic sea. *Marine and Freshwater research*, Tom 61, pp. 642-650.

ArtDatabanken, 2020. *Rödlistade arter i Sverige 2020*, Uppsala: SLU.

Båmstedt, U. i inni, 2009. *Effekter av undervattensljud från havsbaserade vindkraftsverk på fisk från bottniska viken*. Rapport 5924, brak miejsca: Naturvårdsverket.

Benke, H. i inni, 2014. Baltic Sea harbour propoise populations: Status and conservation needs derived from recent survey results. *Marine Ecology Progress Series*, Tom 495, pp. 275-290.

Bergström, L. i inni, 2012. *Vindkraftens effekter på marint liv - En syntesrapport*, brak miejsca: Vindval.

Bergström, U. i inni, 2015. *Genetisk undersökning av torsk från Ålands hav*, brak miejsca: SLU.

Bleil, M., Oeberst, R. i Urrutia, P., 2009. Seasonal maturity development of Baltic cod in different spawning areas: importance of the Arkona sea for the summer spawning stock.. *Journal of Applied Ichthyology*, Tom 25, p. 10.17.

Bleil, M., Oeberst, R. i Urrutia, P., 2013. Seasonal maturity development of Baltic cod in different spawning areas: importance of the Arkona sea for the summer spawning stock. *Journal of applied ichthyology*, Tom 25, pp. 10-17.

Bogdanowicz, W. i inni, 2013. Population genetics and bat rabies: a case study of Eptesicus serotinus in Poland. *Acta Chiropterologica*, 15(1), pp. 35-56.

Bogren, J., Gustavsson, J. i Williams, M., 2019. *Klimatförändringar - Naturliga och antropogena orsaker*, brak miejsca: brak nazwiska

Brandt, M. J. i inni, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. *Marine Ecology progress series*, Tom 596, pp. 213-232.

Brasseur, S. M. J. M. i inni, 2012. *Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms.*, brak miejsca: Report C043-10.

Carlén, I. i inni, 2018. Basin-scale distribution of harbour porpoises in the baltic Sea provides basis for effective conservation actions. *Biological Conservation*, Tom 226, pp. 42-53.

CMEMS, 2020. *Baltic Sea Hindcast*, brak miejsca: brak nazwiska

DHI, 2016. *Infauna Report for Swedish Waters 2015*, brak miejsca: Nord Stream 2 project No 150814.

DHI, 2016. *Infauna Report for Swedish Waters in 2015. Environmental Baseline Survey of Seabed Sediments, Hydrological Conditions, Benthic Bottenfauna and Chemical Warfate Agents in Sweden and Denmark. Nordstream 2. Project No.:150814*, brak miejsca: brak nazwiska

Diaz, R. J. i Rosenberg, R., 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *science*, 321(5891), pp. 926-929.

Dierschke, V. F. R. o. G. S., 2016. *Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. Biological Conservation 202*,59-68, brak miejsca: brak nazwiska

Durinck, J. S. H. J. F. & P. S., 1994. *Important marine areas for wintering birds in the Baltic Sea – EU DG XI Research Contract no. 2242/90-09-01. Ornis Consult Report 1994*, 110 pp., brak miejsca: brak nazwiska

Edrén, S. i Andersen, S., 2010. *The effect of large danish offshore wind farm on harbor and gray seal haul-out behavior*, brak miejsca: brak nazwiska

EMODnet, 2022. *EMODnet*. [Online]
Available at: <https://www.emodnet.eu/>

Energimyndigheten & Havs och vattenmyndigheten, 2023. *Samexistens mellan havsbaserad vindkraft, yrkesfiske, vattenbruk och naturvård*, brak miejsca: brak nazwiska

Energimyndigheten, 2021. *Energiindikatorer 2021 Uppföljning av Sveriges energipolitiska mål, ER 2021:10*, brak miejsca: Energimyndigheten.

European Environment Agency, 2022. *Natura 2000 data - the European network of protected sites*. [Online]
Available at: <https://www.eea.europa.eu/en/datahub/datahubitem-view/6fc8ad2d-195d-40f4-bdec-576e7d1268e4>

Europeiska kommissionen, 2020. *Communication from the commisson to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committe of the regions. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*, Brussels: European Commission.

Florén, K., Hansson, P. i Skoglund, S., 2017. *Vegetationsklädda bottnar i Gävleborgs läns kustvatten - Trendövervakning 2016*, brak miejsca: Länsstyrelsen Gävleborg, Rapport 2017:5. 58 pp.

Försvarsmakten, brak daty *Riskområden*. [Online]
Available at: <https://www.forsvarsmakten.se/sv/information-och-fakta/for-dig-som-privatperson/upphittad-ammunition/riskomraden/>

Fox, A. D. i Petersen, I., 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidskrift*, Tom 113, pp. 86-101.

Gaines, S. D., White, C., Carr, M. H. i Palumbi, S. R., 2010. Designing marine reserve networks for both conservation and fisheries management. *proceedings of the National Academy of Sciences* , Tom 107, pp. 18286-18293.

- Gell, F. R. i Roberts, C. M., 2003. Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in ecology & evolution*, 18(9), pp. 448 - 455.
- Gogina, M. i inni, 2016. The Baltic Sea scale inventory of benthic faunal communities. *ICES Journal of Marine Science*, 73(4), pp. 1196-1213.
- Grove, R. S., Sonu, C. J. i Nakamura, M., 1989. Recent Japanese trends in fishnig reef desing and planning. *Bulletin of Marine Science*, Tom 44, pp. 984-996.
- Hammar, L., Andersson, S. i Rosenberg, R., 2008. *Miljömässig optimering av fundament för havsbaserad vindkraft*, brak miejsca: Naturvårdsverket. Vindval rapport 5828.
- Hammar, L., Wikström, A. i Molander, S., 2014. Assessing ecological risks of offshore wind power of Kattegat cod. *Renewable energy*, Tom 66, pp. 414-424.
- Hatch, S. K. i inni, 2013. *Offshore observations of eastern red bats (Lasiurus borealis) in the mid Atlantic Unites States using Multiple Survey methods*, brak miejsca: PLoS ONE 8, e83803.
- Havet.nu, 2018. *Ammunition och kemiska stridsmedel*. [Online]
Available at: <https://www.havet.nu/ammunition-och-kemiska-stridsmedel>
- Havs- och vattenmyndigheten, 2012. *Nationell förvaltningsplan för gråsäl (Halichoerus grypus) i östersjön*, brak miejsca: Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2013. *Geografisk spårbarhet av Fiskefartyg - VMS - Fiske och handel*, brak miejsca: Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2018. *Fångstdata Östersjön, 2009-2018. Utdrag från Havs- och vattenmyndighetens databas*, brak miejsca: brak nazwiska
- Havs- och vattenmyndigheten, 2021a. *Villkor för fiske under vissa fredningsperioder i Östersjön*. [Online]
Available at: <https://www.havochvatten.se/arkiv/nytt-om-fiskeregler/2021-04-22-villkor-for-fiske-under-vissa-fredningsperioder-i-ostersjon.html>
- Havs- och vattenmyndigheten, 2021b. *Fisk och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020, Resursöversikt*, brak miejsca: Rapport 2021:6. ISBN 978-91-89329-05-8.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2022. *Havsplaner för Bottniska viken, Östersjön och Västerhavet*, brak miejsca: Havs- och vattenmyndigheten.
- HELCOM, 2015. *Core indicator report - Population trends and abundance of seals*. [Online]
Available at: <http://helcom.fi/Pages/search.aspx?k=seal%20monitoring>.
- HELCOM, 2018a. *Population trends and abundance of seals*. [Online]
Available at: <https://helcom.fi/media/core%20indicators/Population-trends-and-abundance-of-seals-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>
- HELCOM, 2018b. *Distribution of Baltic seals. HELCOM core indicator report*. [Online]
Available at: <https://helcom.fi/media/core%20indicators/Distribution-of-Baltic-seals-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>
- HELCOM, 2022. *Helcom map and data service*. [Online]
Available at: <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/>

ICES DATRAS, 2023. *ICES Database on Trawl Surveys (DATRAS)*, Copenhagen, Denmark: ICES.

ICES, 2014a. *Database of Trawl Surveys (DATRAS)*, Copenhagen. Updated: 2021: ICES.

ICES, 2014b. *Manual for the Baltic Interational Trawl Surveys (BITS)*, brak miejsca: Series of ICES Survey protocols. SISP 7 - BITS.

ICES, 2018. *ICES fisheriess overviews - Baltic sea ecoregion*, brak miejsca: brak nazwiska

ICES, 2019. *Expert group reports, benchmark workshop on Baltic cod stocks (WKBALTCOD2)*, brak miejsca: ACOM. 5/27/2019 3:02 PM, Lise Cronne.

ICES, 2020. Baltic fisheries assessment working group (WGBFAS). *ICES Scientific Reports*, 2(45), p. 643.

ICES, brak daty *ICES statistical rectangles*. [Online]

Available at: <https://www.ices.dk/data/maps/Pages/ICES-statistical-rectangles.aspx>

IPBES, 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, Bonn, Germany: IPBES Secretariat.

Jordbruksverket & Havs- och vattenmyndigheten, 2016. *Svenskt yrkesfiske 2020 - Hållbart fiske och nyttig mat.*, brak miejsca: Havs- och vattenmyndigheten.

Josefsson, S., Larsson, O. i Törnqvist, O., 2020. *Fosfor och andra grundämnen i kust- och utsjösediment*, brak miejsca: SGU-rapport 2020-05. Dnr 35-1243/2019.

Kågesten, G., Baumgartner, F. i Frejre, F., 2020. *High-resolution benthic habitat mapping of Hoburgs bank, Baltic sea*, brak miejsca: SGU-rapport 2020:34.

Karlsson, A., Liungman, O. i Lindow, H., 2006. *Överslagsberäkning av vertikalblandning vid Skottarevet vindpark*, brak miejsca: SMHI.

Kastelein, R. A., Gransier, R. i Hoek, L., 2013. Comparative temporary treshhold shifts in a harbour porpoise and harbor seal, and severe shift in a seal. *The journal of the Acoustical Society of America*, Tom 134, pp. 13-16.

Kastelein, R. A. i inni, 2009. Underwater detection of tonal signals between 0,125 and 100 kHz by harbor seals (*Phoca vitulina*). *Journal of the Acoustical Society of America*, Tom 125, pp. 1222-1229.

Kastelein, R., Helder-HOEK, L. i Van de Voorde, S., 2017. Hearing Treshold of a male and a female harbour porpoises. *Journal of the Acoustical Society of America*, 142(2).

Kullander, S. O., Nyman, L., Jilg, K. i Dellling, B., 2012. *Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. Strålfeniga fiskar. Actinopterygii*, Uppsala: ArtDatabanken, SLU.

Länsstyrelsen, 2021. *Bevarandeplan för Natura 2000-området SE0330308 Hoburgs bank och Midsjöbankarna.*, brak miejsca: Länsstyrelsen Gotlands län och Kalmar län.

Länsstyrelserna, 2022. *Geodatakatalogen*. [Online]

Available at: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>

Lara, A., Peters, D., Fichter, T. i Guidehouse, 2021. *The role of gas and gas infrastructure in Swedish decarbonisation pathways 2020-2045. Energiforsk report 2021:788*, brak miejsca: Energiforsk.



- Larsson, K., 2016. *Sjöfart och naturvärden vid utsjöbankar i centrala Östersjön*, brak miejsca: brak nazwiska
- Larsson, K., 2018. *Sjöfåglars utnyttjande av havsområden runt Gotland och Öland: betydelse av amrint områdesskydd.*, brak miejsca: Länsstyrelsen i Gotlands län, rapport 2018:2.
- Lennerhag, O., Bollen, M., Aceby, S. i Rönnberg, S., 2014. *Spänningsvariationer och intermittent produktion. Elforsk rapport 14:42*, brak miejsca: Elforsk.
- Lester, S. E. i inni, 2009. Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis.. *Marine Ecology Progress Series*, Tom 384, pp. 33-46.
- Madsen, P. T. i inni, 2006. Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs.. *Marine Ecology progress series*, Tom 309, pp. 279-295.
- Marsden, E. A. i inni, 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science*, Tom 66, pp. 746-753.
- McConnel, B., Lonergan, M. i Dietz, R., 2021. *Interaction between seals and offshore wind farms*, brak miejsca: The Crown Estate, 41 pp.
- McLaughlan, C. i Aldridge, D. C., 2013. Cultivation of Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) within their invaded range to improve water quality in reservoirs.. *Water research*, Tom 47, pp. 4357-4369.
- Mendel, B. i inni, 2019. Operational offshore wind farms and associated ship traffic cause profound changes in distribution patterns of Loons (*Gavia spp*). *Journal of Environmental Management*, Tom 231, pp. 429-438.
- Miljödepartementet, 2020. *Sweden's long-term strategy for reducing greenhouse gas emissions*, brak miejsca: Miljödepartementet.
- Møller, A. L. i Edelvang, K., 2001. *Lillgrund vindpark. Assessment of effects to the zero solution in Öresund*, brak miejsca: DHI.
- Moussy, C. i inni, 2015. Population genetic structure of serotine bats (*Eptesicus Serotinus*) across Europe and implications for the potential spread of bar rabies (European bat lyssavirus EBLv-1). *heredity*, 115(1), pp. 83-92.
- Näslund, J. B. J., Fyhr, F. i Isaeus, M., 2019. *Kartering av naturvärden på Hoburgs bank*, brak miejsca: Havs- och vattenmyndighetens rapport 2019:XX.
- Naturvårdsverket, 2006. *Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar*, Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 5576.
- Naturvårdsverket, 2010. *Undersökning av utsjöbankar*, Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 6385.
- Naturvårdsverket, 2010. *Undersökning av Utsjöbankar. Inventering, modellering och naturvärdesbedömning*, brak miejsca: Rapport 8365.
- Naturvårdsverket, 2011a. *Rev, EU-kod 1170. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11*, brak miejsca: brak nazwiska
- Naturvårdsverket, 2011b. *Sandbankar, EU-kod 1110. Vägledning för svenska naturtyper i habitatdirektivets bilaga 1 NV-04493-11*, brak miejsca: brak nazwiska

- Naturvårdsverket, 2011c. *Reglering av fiske i skyddade havsområden*, brak miejsca: Projektrapport. Rapport 6416.
- Naturvårdsverket, 2014. *Biogena rev. Beskrivning och vägledning för biotopen biogena rev i bilaga 3 till förordningen (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m.*, brak miejsca: Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket, 2020. *Sveriges arter och naturtyper i EU:s art- och habitatdirektiv.*, brak miejsca: Resultat från rapportering 2019 till EU av bevarandestatus 2013-2018. naturvardsverket.se/publikationer.
- Nilsson, L., 2016. Changes in numbers and distribution of wintering Long-tailed ducks *Clangula hyemalis* in Swedish waters during the last fifty years. *ORNIS SVECIA*, Tom 26, pp. 162-176.
- Nilsson, L. i Green, M., 2011. *Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2011-2011*, brak miejsca: Rapport från Biologiska institutionen, Lunds universitet..
- Njord Offshore Wind, 2022. *Project Beta samrådsunderlag*, brak miejsca: Njordr Offshore Wind AB.
- Norling, P. i Kautsky, N., 2007. Structural and functional effects of *Mytilus edulis* on diversity of associated species and ecosystem functioning. *Mar Ecol Prog Ser*, Tom 351, pp. 163-175.
- Offshore, 4., 2023. *Baltic Central Offshore Wind Farm Floating Wind Farm*. [Online] Available at: <https://www.4coffshore.com/windfarms/sweden/baltic-central-offshore-wind-farm-sweden-se1j.html>
- Offshore, 4., 2023. *Bornholm Bassin Öst Floating Wind Farm*. [Online] Available at: <https://www.4coffshore.com/windfarms/denmark/bornholm-bassin-%C3%B8st-denmark-dk2c.html>
- Öhman, M. C., Sigray, P. i Westerberg, H., 2007. Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish.. *Ambio*, Tom 36, pp. 630-633.
- Øresundskonsortiet, 2000. *Environmental impact of the construction of the Øresund fixed link*, brak miejsca: Copenhagen 96 pp.
- Örstedt, 2023. *Baltic Central Havvindpark*. [Online] Available at: <https://orsted.se/havsbaserad-vindkraft/vara-projekt>
- Perrow, M. R., 2019. *Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Volume 4 Offshore: monitoring and mitigation. Pelagic Publishing, Exeter, UK*, brak miejsca: brak nazwiska
- Petersen, I. K., Nilesen, R. D. i Mackenzie, M. L., 2014. *Post-construction evaluation of bird abundances and distributions in the Horns Rev 2 offshore wind farm area, 2011 and 2012.*, brak miejsca: Report commissioned by DONG energy, Aarhus university, DCE- Danish centre for environment and energy. 51 pp.
- Petersen, I. i Nielsen, R., 2011. *Abundance and distribution of selected waterbird species in Danish marine areas*, brak miejsca: Report commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Aarhus university, Denmark. 62 pp..
- Popper, A. N. i Hawkins, A. D., 2019. An overview of fish bioacoustics and the impacts of antropogenic sounds on fishes.. *Journal of Fish Biology*, 94(5), pp. 692,713.

Regeringskansliet, 2022. *Nationell strategi för elektrifiering - en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning, en sammanfattning*, brak miejsca: brak nazwiska

Riksantikvarieämbetet, 2016. *Vision för kulturmiljöarbete till 2030*, brak miejsca: brak nazwiska

Riksantikvarieämbetet, 2019. *Fornsök Fartyg och båtlämning*. [Online]
Available at: <https://app.raa.se/open/fornsok/lamning-query>

Roberts, C. M. i inni, 2001. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science*, Tom 294, pp. 1920-1923.

Rølvåg, T., Hagen, A. B., Hagen i T, B., 2020. *Shark attacks on offshore streamer cables*, brak miejsca: Engineering failure analysis 110, 104403.

Russel, D. F. i inni, 2014. Marine mammals trace anthropogenic structures at sea.. *Current Biology*, Tom 24, pp. 638-639.

RWE Renewables, brak daty *Utvecklingsprojekt Södra Midsjöbanken*. [Online]
Available at: <https://sodra-midsjobanken.rwe.com/>

Rydell, J. O. R. P. S. & G. M., 2017. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Uppdaterad syntesrapport 2017. Rapport 6740*, brak miejsca: Naturvårdsverket.

SAMBAH, 2016. *Static acoustic monitoring of the Baltic sea harbour porpoise (SAMBAH)*, brak miejsca: Final report under the LIFE+ project LIFE08 NAT/S/000261. Kolmårdens Djurpark AB SE-618 92 Kolmården, Sweden. 81 pp.

Scheidat, M. i inni, 2011. *Harbour porpoises (Phocoena phocoena) and wind farms: a case study in the Dutch North Sea.* , brak miejsca: Environmental Research Letters 6: 025102.

SGU, 2021. *Geologiska förutsättningar för koldioxidlagring*. [Online]
Available at: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/ccs-koldioxidlagring/geologiska-forutsattningar-for-koldioxidlagring/>

Sills, J. M., Southall, B. L. i Reichmuth, C., 2015. Amphibious hearing in ringed seals (*Pusa hispida*): underwater audiograms, aerial audiograms and critical ratio measurements.. *Journal of experimental biology*, 218(14), pp. 2250-2259.

Sjöberg, M. i Ball, J. P., 2000. Grey seal, *Halichoerus grypus*, habitat selection around halout sites in the Baltic sea: bathymetry or central-place foraging?. *Canadian Journal of Zoology*, Tom 78, pp. 1661-1667.

Skov, H. i inni, 2011. *Waterbird populations and pressures in the Baltic sea*, brak miejsca: TemaNord 2011:550. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

SLU ArtDatabanken, 2020. *Rödlistade arter i Sverige 2020*, Uppsala: SLU.

SLU, 2021. *Om biologisk mångfald*. [Online]
Available at: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-biologisk-mangfald-cbm/biologisk-mangfald/om-biologisk-mangfald/>

SMHI, 2019. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2019 - Extent of Anoxia and Hypoxia. Report No. 67, 2019*, brak miejsca: SMHI.

SMHI, 2020. *Oxygen Survey in the Baltic Sea 2020 - Extent of Anoxia and Hypoxia. Report No. 70, 2020*, brak miejsca: SMHI.



SMHI, 2021. *Oxygen survey in the Baltic Sea 2021 - Extent of Anoxia and Hypoxia, 1960 - 2021.*, brak miejsca: Report Oceanography No. 72, 2021.

SMHI, 2022a. *Framtida medelvattenstånd*, <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand-1.165493>: brak nazwiska

SMHI, 2022b. *Havsis - Isobservationer*. [Online]
Available at: <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis>

Stigebrandt, A., 2021. *Vårt gemensamma innanhav : finskt och svenskt kring Östersjön.*, brak miejsca: Kungl. vetenskaps- och vitterhets-samhället..

Stobart, B. i inni, 2009. Long-term and spillover effects of a marine protected area on an exploited fish community.. *Marine Ecology Progress series*, Tom 384, pp. 47-60.

Thompson, P. M. i inni, 2013. Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. *Environmental Impact Assessment Review*, Tom 43, pp. 73-85.

Tollit, D. J. i inni, 1998. Variations in harbour seal *Phoca vitulina* diet and dive-depths in relation to foraging habitat.. *Journal of Zoology*, 244(2), pp. 209-222.

Tougaard, J., Henriksen, O. i Miller, L. A., 2009. Underwater noise from three offshore wind turbines: estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals.. *Journal of the Acoustical Society of America*, Issue 125, pp. 3766 - 3773.

Tougaard, J. i Mikaelson, M., 2018. *Effects of large turbines for the offshore wind farm at Krieger's Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals*, brak miejsca: Scientific report No. 286. Aarhus University, NIRAS.

Trafikverket, 2014. *Vindkraft och civil luftfart- en modell för prövning av vindkraftverk i närheten av flygplatser.*, brak miejsca: Trafikverket publikationsnummer 2014:045.

Umeå universitet, 2021. *Växters upptag av koldioxid riskerar minska*. [Online]
Available at: <https://www.forskning.se/2021/04/06/vaxters-upptag-av-koldioxid-riskerar-att-minska/#>

Vallejo, G. C. i inni, 2017. Responses of two marine top predators to an offshore wind farm.. *Ecology and evolution*, 7(21), pp. 8698-8708.

Vanermen, N. i Stienen, E. W. M., 2019. *Seabirds: displacement.*, brak miejsca: 174-205
Perrow, M, R (ed) 2019. *Wildlife and wind farms, conflict and solutions. Volume 3 offshore: potential effects.* Pelagic Publishing, Exeter, UK.

Villnäs, A. i inni, 2013. The role of recurrent disturbances of ecosystem multifunctionality. *Ecology*, 94(10), pp. 2275-2287.

White, C. i inni, 2008. Marine reserve effects on fishery profit.. *Ecology letters*, Tom 11, pp. 370-379.

