

MEMORANDUM

Vastaus Olof Skötkonungin merituulipuiston
lupahakemuksen yhteydessä saatuihin
huomautuksiin

Sweco Sweden AB	Rekisterinumero 556767-9849
Toimeksianto	Lausunnot ja täydennykset Olof Skötkonungin tuulivoimapuisto
Toimeksiannon numero	30088494-001
Asiakas	Deep Wind Offshore (DWO)
Kirjoittaja(t)	Johanna Lindberg, Alexandra Falk
Arvostelu	Sarah Russ
Julkaisupäivä	2025-05-22
Asiakirjan viite	Muistio Lausunnot Olof Skötkonung_20250522

Sisällysluettelo

1	Saadut lausunnot.....	6
2	Gävlen kunta	7
2.1	Lausunto - Meren lajit ja luontotyytit	7
2.2	Vastaus - Meren lajit ja luontotyytit	7
3	Ruotsin maatalousvirasto	7
3.1	Lausunto - Kalakannat	7
3.2	Vastaus - Kalakannat	8
4	Västernorrlandin lääninhallitus, Natura 2000	8
4.1	Lausunto - Kumulatiivinen vaikutus kaloihin	8
4.2	Vastaus - Kumulatiivinen vaikutus kaloihin	9
4.3	Lausunto - Pehmeän käynnistyksen aika	9
4.4	Vastaus - Pehmeän käynnistyksen aika	10
4.5	Lausunto - Vaikutus turskan toukkiin	10
4.6	Vastaus - Vaikutus turskan toukkiin	11
5	Västernorrlandin lääninhallitus, Ruotsin talousvyöhyke	11
5.1	Lausunto - Paalutuksen aikaisen melun suojatoimenpiteet	11
5.2	Vastaus - Paalutustyön aikaista melua koskevat suojatoimenpiteet	12
5.3	Lausunto - Elinkaaren aikana elävät herkäät lajit	13
5.4	Vastaus - Elinkaaren aikana herkäät lajit	13
5.5	Lausunto - Vertailualue	13
5.6	Vastaus - Vertailualue	13
5.7	Lausunto - Hylkeiden ja pyöriäisten äänitasot	13
5.8	Vastaus - Hylkeiden ja pyöriäisten melutasot	14
5.9	Lausunto - Melun vaikutus kaloihin	14
5.10	Vastaus - Melun vaikutus kaloihin	14
6	Suomen Kalastajaliitto	14
6.1	Lausunto - Vaikutukset kalakantoihin	14
6.2	Vastine - Vaikutukset kalakantoihin	15
7	Gävleborgin lääninhallitus	17
7.1	Lausunto - Pohjaolosuhteet, kasvisto ja eläimistö	17
7.2	Vastine - Merenpohjan olosuhteet, kasvisto ja eläimistö	18
7.3	Lausunto - Vedenalainen melu (äänen leviäminen paalutuksen aikana)	18
7.4	Vastaus - Vedenalainen melu (äänen leviäminen paalutuksen aikana)	18
7.5	Lausunto - Kalat	19
7.6	Vastaus - Kalat	20
8	Uppsalan lääninhallitus	20

8.1	Lausunto - Kalat ja merinisäkkäät.....	20
8.2	Vastaus - Kalat ja merinisäkkäät	22
9	Ruotsin kalastajien järjestö (SFPO).....	23
9.1	Lausunto - Natura 2000 -lupahakemus	23
9.2	Lausunto - Natura 2000 -lupahakemus	23
10	Ruotsin pelaginen tuottajajärjestö (SPF).....	25
10.1	Lausunto - Vaikutukset kaupallisesti tärkeisiin kalalajeihin.....	25
10.2	Vastaus - Vaikutukset kaupallisesti tärkeisiin kalalajeihin	25
10.3	Lausunto - Muut edellytykset	28
10.4	Vastaus - Muut edellytykset.....	28
11	Luonnonvarakeskus (LUKE).....	29
11.1	Lausunto - Kuteva silakka	29
11.2	Vastine - Kutusilakka	29
12	Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio (FSGK).....	30
12.1	Lausunto - Mahdollinen vaikutus vaelluskaloihin ja kumulatiiviset vaikutukset	30
12.2	Vastaus - Mahdollinen vaikutus vaelluskaloihin ja kumulatiiviset vaikutukset	31
12.3	Lausunto - Lohen vaellustottumuksia koskevan tiedon puute.	31
12.4	Vastaus - Tietojen puute lohen vaellusmalleista.....	32
13	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	35
13.1	Lausunto - Hydrodynaamiset seuraukset	35
13.2	Vastine - hydrodynaamiset seuraukset.....	35
13.3	Lausunto - Silakan kutu	35
13.4	Vastaus - Silakan kutu	36
13.5	Lausunto - Vieraslajien riski	37
13.6	Vastaus - Vieraslajien riski.....	37
14	Lapin maakuntaliitto	38
14.1	Lausunto - Lohi	38
14.2	Vastine - Lohi.....	38
15	Lounais-Suomen Kalatalousviranomainen	39
15.1	Lausunto - Kalakannat.....	39
15.2	Vastine - Kalakannat.....	39
15.3	Lausunto - Vaikutukset silakan kutuun ja silakkakantoihin töiden aikana	39
15.4	Vastaus - Vaikutukset silakan kutu- ja silakkakantoihin töiden aikana	40
15.5	Lausunto - Riuttojen vaikutus.....	42
15.6	Vastaus - Riutan vaikutus	42
16	Suomen Kalatalouden Keskusliitto ry	42
16.1	Lausunto - Täydennyksiä tarvitaan.....	42
16.2	Vastaus - Täydennyksiä tarvitaan.....	43
16.3	Lausunto - Kumulatiiviset vaikutukset.....	44
16.4	Vastaus - Kumulatiiviset vaikutukset	44
17	Ahvenanmaan maakunnan hallitus.....	45
17.1	Lausunto - Ahvenanmaan ja Saaristomeren kalastajat	45
17.2	Vastine - Ahvenanmaan ja Saaristomeren kalastajat	45

18	ÅMHM, Ahvenanmaan ympäristön- ja terveydensuojeluviranomainen.....	45
18.1	Lausunto - Etäisyys Ahvenanmaasta ja kumulatiiviset vaikutukset	45
18.2	Vastaus - Etäisyys Ahvenanmaahan ja kumulatiiviset vaikutukset	46
19	Ruotsin meri- ja vesihallintovirasto	46
19.1	Lausunto - Muuttuneiden nykyisten olosuhteiden vaikutukset Natura 2000 -verkostoon alue	46
19.2	Vastaus - Nykytilan muutosten vaikutukset Natura 2000 -alueella	47
19.3	Lausunto - Vaikutukset kaloihin Natura 2000 -alueella aikana. rakennusvaiheessa	47
19.4	Vastaus - Vaikutukset kaloihin Natura 2000 -alueella rakennusvaiheen aikana.	48
	Viitteet.....	50

1 Saadut lausunnot

Tämä muistio on vastaus lausuntoihin, jotka on saatu Deep Wind Offshore (DWO) -yhtiön Gävlen lahdella sijaitsevan Olof Skötkonung -nimisen merituulipuiston lupahakemuksen yhteydessä. Tässä muistiossa vastataan ainoastaan niihin lausuntoihin, jotka koskevat meribiologisia kysymyksiä.

Meribiologiaa koskevat asiakirjat, jotka ovat jo saatavilla, ovat osittain alueella tehtyjä maastokäyntejä koskevia raportteja eli luontoarvoinventointi (NVI) ja dokumentointiraportteja pohjaeläimistöä, CTD:stä, eDNA:sta, ympäristömyrkyistä ja sedimentistä sekä videokuvaa (Falk et al. 2024; Palmkvist et al. 2024; Emanuelsson et al. 2024a; Looström et al. 2024; Ekeröth ja Emanuelsson 2024; Emanuelsson 2024b). Toisaalta raportti, jossa arvioidaan merituulivoiman perustamisen vaikutuksia meriluontoarvoihin Olof Skötkonungin alueella (Lindberg 2024). Lisäksi on vastauksia aiempiin täydennyspyyntöihin talousvyöhykkeen lupahakemuksen ja Natura 2000 -lupahakemuksen osalta (Deep Wind Offshore 2024a; Deep Wind Offshore 2024b).

Saadut lausunnot perustuvat lausunnot esittäneeseen toimijaan, mikä voi johtaa joihinkin toistoihin, koska lausunnot voivat joskus olla luonteeltaan samanlaisia tai koskea samoja alueita.

2 Gävlen kunta

2.1 Lausunto - Meren lajit ja luontotyypit

"Kalojen ja meren eliöstön olosuhteiden heikkeneminen on Pohjanlahden ja Itämeren suurin haaste. Hälyttävä tilanne on uhka sekä kaloille yleensä ja silakalle erityisesti että rannikkokalastukselle.

Gävlen kunta pitää parempana, että kaikki meren elämään vaikuttavat toimet toteutetaan siten, että ne parantavat luonnon monimuotoisuuden edellytyksiä.

Hankealue rajoittuu suoraan kolmeen Natura 2000 -alueeseen (Finngrundet Västra, Norra ja Östra banken), ja se on päällekkäinen kalojen elinympäristöjen ja Natura 2000 -alueeseen liittyvän kalastusalueen kanssa. On tärkeää, että näihin alueisiin kohdistuvat vaikutukset tunnistetaan ja minimoidaan ja että Natura 2000 -alueita koskevia suojelusuunnitelmia noudatetaan."

2.2 Vastaus - Meren lajit ja luontotyypit

Hankkeen vaikutuksia merieläimiin on arvioitu merellisten vaikutusten arvioinnissa (Lindberg 2024), joka sisältää myös arvion hankkeen vaikutuksista Finngrundenin kolmen Natura 2000 -alueen suojelutavoitteisiin. Olof Skötkonungilla ei katsota olevan niihin vaikutusta tai sen vaikutus on vähäinen. Vaikutukset meriluontoon ovat suurimmat rakennusvaiheessa, ja yksittäisiin lajeihin kohdistuvat kielteiset vaikutukset voivat olla jopa kohtalaisia. Tämä vaihe on kuitenkin vain väliaikainen. Tuulipuiston käytön aikana odotetaan vain vähäisiä kielteisiä vaikutuksia meriympäristöön.

Biologiseen monimuotoisuuteen voi kuitenkin kohdistua joitakin myönteisiä vaikutuksia. Toisaalta riuttovaikutus voi suosia kovaan pohjaan liittyviä pohjaeläin- ja kalalajeja ja mahdollistaa levien asettumisen perustuksille. Tämä lisäisi paikallista biologista monimuotoisuutta. Toisaalta myös Finngrundenin Natura 2000 -alueisiin kohdistuvat myönteiset vaikutukset ovat mahdollisia tuulivoimapuiston toiminnan aikana, koska lähialueella ei harjoiteta kalastusta. Gävleborgin läänin lääninhallituksen hiljattain julkaisemassa muistiossa todetaan, että Finngrundenin edustalla nykyisin harjoitettavaa troolikalastusta hallitsee pohjatroolikalastus, vaikka siihen viitataan toisinaan toisin (Gullberg 2025). Merenpohjan vahingoittumisen lisäksi pohjatroulaus aiheuttaa myös voimakasta sameutta ja sitä seuraavaa sedimentaatiota. Kahden esimerkkitutkimuksen mukaan sameuspitoisuus on 500 mg/l suspendoitunutta ainesta ja yli 200 mg/l noin 100 metrin etäisyydellä meneillään olevasta pohjatroulauksesta (Schoellhamer 1996; Schubel ym. 1978). Todellinen sameus riippuu kuitenkin troolin syvyydestä ja pohjaolosuhteista. Näin ollen on mahdollista, että Finngrundenin Natura 2000 -alueet hyötyvät kalastuksen lopettamisesta. Tämä johtuu siitä, että säännöllisesti toistuva sameus ja sedimentoituminen suoraan rantojen etelä- ja itäpuolella loppuisi.

3 Ruotsin maatalousvirasto

3.1 Lausunto - Kalakannat

"Ruotsin maatalousvirasto ei ole samaa mieltä siitä, että puisto vaikuttaisi suoraan myönteisesti kaupalliseen kalastukseen suosimalla kalakantoja, jos kalastus suljetaan. Yhtiö toteaa, että puisto ei ole päällekkäinen kutualueiden tai muiden kalastusalueiden kanssa.

suojelun arvoisia elinympäristöjä suuressa määrin ja että silakkaan ja kilohailiin kohdistuvien vaikutusten seuraukset ovat yhtiön mielestä merkityksettämiä."

"Olisi asetettava ehtoja paalutuksen ja muiden häiritsevien rakennustöiden rajoittamisesta silakan kutuaikana niillä osilla, jotka liittyvät Natura 2000 -alueiden läheisyydessä sijaitseviin mahdollisiin ja todennäköisiin kutualueisiin."

3.2 Vastaus - Kalakannat

Kuten Ruotsin maatalousvirasto kirjoittaa, puisto ei ole päällekkäinen suojeltavien elinympäristöjen tai muiden kaloille tärkeiden alueiden kanssa. Myöskään riuttavaikutuksella ei, kuten todettu, ole positiivista tai negatiivista vaikutusta silakkaan ja kilohailiin. Myönteisiä vaikutuksia voi kuitenkin syntyä välillisesti, sillä Olof Skötkonung voi toimia puskurialueena Finngrundenin Natura 2000 -alueiden tärkeille kutu- ja poikasalueille. Gävleborgin läänin lääninhallituksen hiljattain julkaisemassa muistiossa todetaan, että Finngrundenin edustalla nykyisin harjoitettava troolikalastus on pääasiassa pohjatroulausta, vaikka joskus puhutaankin toisin (Gullberg 2025). Merenpohjan vahingoittumisen lisäksi pohjatroulaus aiheuttaa myös voimakasta sameutta ja sitä seuraavaa sedimentaatiota. Kahden esimerkkitutkimuksen mukaan sameuspitoisuus on 500 mg/l suspendoitunutta kiintoainetta ja yli 200 mg/l noin 100 metrin etäisyydellä meneillään olevasta pohjatroulauksesta (Schoellhamer 1996; Schubel ym. 1978). Todellinen sameus riippuu kuitenkin troolin syvyydestä ja pohjaolosuhteista. Näin ollen on mahdollista, että kalojen kutualueille tärkeät alueet eli Finngrundenin Natura 2000 -alueet hyötyvät kalastuksen lopettamisesta. Tämä johtuu siitä, että suoraan rantojen etelä- ja itäpuolella oleva säännöllinen sameus ja sedimentaatio loppuisivat, mikä suosisi myös silakkaa.

Melun silakalle aiheuttamista vaikutuksista tehdyt arvioinnit osoittavat, että vaikutus on vähäinen sekä puistoalueella että Natura 2000 -alueella. Tämä on kuvattu meribiologisen vaikutuksen arvioinnissa (Lindberg 2024), ja sitä on selvitetty aiemmassa vastauksessa Natura 2000 -lupia koskevaan täydennyspyyntöön, luvut 7.5 ja 8.2 (Deep Wind Offshore 2024b). Koska vaikutuksia silakkaan Natura 2000 -alueella pidetään vähäisinä, ei pidetä tarpeellisina muita suojatoimenpiteitä kuin ne, jotka yritys on jo toteuttanut (YVA:n luku 11.2).

4 Västernorrlandin lääninhallitus, Natura 2000.

4.1 Lausunto - Kumulatiivinen vaikutus kaloihin

"Yhtiö kuvailee, että välttämisaalueet lisääntyvät useiden tuulipuistojen rakentamisen myötä alueella, mutta että vaikutus on vain väliaikainen.

Lääninhallitus katsoo, että yhden tuulivoimalan rakentamisesta aiheutuvat vaikutukset ovat tilapäisiä, mutta useiden tuulivoimaloiden osalta ne ovat pitkäaikaisia ja saattavat häiritä kutu- ja vaellustapoja.

Tuulipuiston rakentaminen kestää vähintään 2 vuotta ja aiheuttaa päivittäin melua ja sedimentaatiota. Sen vuoksi YVA:ssa olisi arvioitava kumulatiivisen, pitkäaikaisen häiriön vaikutuksia alueen kaloihin. Mikä on vaikutus Finngrundet Västran, Östran ja Norran kalakantoihin (ei yksittäisiin yksilöihin), jos niitä ympäröi useita tuulipuistoja? Mitä tapahtuu kalakannoille, jos tuulipuistot rakennetaan samaan aikaan?"

4.2 Vastaus - Kumulatiivinen vaikutus kaloihin

Kaloihin kohdistuvien kumulatiivisten vaikutusten arviointia on kehitetty vastauksessa Natura 2000 -hakemuksen lisätietopyyntöön, luvuissa 7.6 ja 8.5 (Deep Wind Offshore 2024b), joissa kuvataan tuulipuistojen samanaikaisen rakentamisen mahdollisia vaikutuksia.

On totta, että melua ja turbulenssia voi esiintyä säännöllisesti, vaikkakaan ei todennäköisesti päivittäin, tuulipuiston rakennusvuosien aikana. On kuitenkin myönnettävä, että rakennustyöt tapahtuvat laajoilla alueilla. Sameuden mallinnus antaa kokonaiskuvan sameudesta ajan mittaan ja koko tuulipuistoalueella, ei yksittäisten töiden tai ajankohtien vaikutusalueita. Hankealueen koon vuoksi samoihin alueisiin ei vaikuteta jatkuvasti koko rakennusvaiheen ajan. Vaikutusalue on siksi pienempi kuin puistoalue ja vaihtelee ajan myötä. Esimerkiksi itäosien rakennustöiden aikana puistoalueen länsiosissa oleviin kaloihin ei kohdistu melun ja sameuden aiheuttamia kielteisiä vaikutuksia. Melun tai sameuden vaikutukset eivät siis vaikuta kaikkiin puiston osiin samanaikaisesti. Puiston osissa ei myöskään ole sellaisia osia, joissa melu tai sameus vaikuttaisi kaloihin kielteisesti jatkuvasti useiden vuosien ajan. Samoin samanaikaisen rakentamisen kumulatiiviset vaikutukset riippuvat siitä, missä kohdin rakentamista tapahtuu myös muilla puistoalueilla.

Näin ollen on alueita, joilla kaloille aiheutuu häiriötä tai vaikutuksia useiden vuosien ajan, mutta ne eivät ole samanlaisia koko rakentamisen ajan tai edes vierekkäisillä alueilla. Kaloilla on aina mahdollisuus pysyä alueella ja Finngrundenin rakentamisen aikana, vaikka joihinkin alueisiin kohdistuu tilapäisiä häiriötä. Kalat ovat myös liikkuvia lajeja, jotka voivat helposti siirtyä alueiden välillä. Näin ollen ei katsota, että kalakantojen vaellukselle aiheutuisi estevaikutuksia tai vaellusesteitä.

Tuulipuiston käytön aikana ei ole vaaraa, että äännet aiheuttaisivat kalojen välttelyä, paitsi perustusten välittömässä läheisyydessä voimakkaiden tuulten aikana. Samanlaiset arviot tehdään myös muiden Finngrundenin ympärille suunniteltujen tuulipuistojen osalta. Finngrundenin Natura 2000 -alueella ei siis aiheudu häiriötä toiminnan aiheuttamasta melusta, ja koska tuulivoimaloiden rakentamisen yhteydessä kunkin voimalan väliin jää vähintään kilometri, ei ole vaaraa, että toiminnan aikana syntyisi estevaikutuksia tai että vaelluskäyttäytyminen muuttuisi, vaikka Finngrundenin olisi kokonaan tuulivoimaloiden ympäröimä. Näin ollen on arvioitu, että vaikutuksia alueen kalakantoihin ei aiheudu.

4.3 Lausunto - Pehmeän käynnistyksen aika

"Paalutuksen aikana kaloille voi aiheutua tilapäisiä kuulovaurioita (TTS) useiden kilometrien etäisyydellä, minkä vuoksi ramppaus- ja pehmeän käynnistyksen aika tai muut suojatoimenpiteet, kuten pelottelumenetelmät, olisi otettava käyttöön riittävän ajoissa TTS:n minimoimiseksi." "Paalutuksen aikana kaloille voi aiheutua tilapäisiä kuulovaurioita (TTS) useiden kilometrien etäisyydellä. Yrityksen olisi otettava huomioon aika, jonka turska ja silakka tarvitsevat siirtyäkseen pois alueelta (5,6 km äänilähteestä, jos käytetään kaksinkertaisia kuplaverkkoja). TTS aiheuttaa hajamielisyyttä ja lisää kuolleisuutta. Paalutusmelu voi myös häiritä kalojen kutua viereisillä Natura 2000 -alueilla, jos paalutusta harjoitetaan kutuaikana."

4.4 Vastaus - Pehmeän käynnistyksen aika

Kaloihin kohdistuvat meluvaikutukset on mallinnettu aikuisen turskan, nuoren turskan ja silakan osalta. Näiden lajien uintinopeus on 0,38 m/s, 0,9 m/s ja 1,04 m/s. Pahimmassa tapauksessa TTS-riski syntyy, kun DBBC:tä käytetään 5,6 km:n etäisyydellä nuorten turskien osalta, 1,1 km:n etäisyydellä aikuisten turskien osalta ja 650 m:n etäisyydellä silakan osalta (Niras 2023). Näiden etäisyyksien ulkopuolelle pääseminen kestää nuorten turskien osalta neljä tuntia, aikuisten turskien osalta 20 minuuttia ja silakan osalta kymmenen minuuttia.

TTS ei ole kiinteä kynnsarvo, vaan termi tilapäiselle kuulon heikkenemiselle. Tällainen kuulovaurio voi vaihdella sekä vakavuudeltaan että kestoaltaan. Tämä riippuu muun muassa melutasosta, melulle altistumisen taajuudesta ja kestoasta. Kaikilla TTS-tapauksilla ei ole samoja vaikutuksia kaloihin, joihin ne vaikuttavat. TTS on myös ohimenevää; asteesta riippuen toipuminen voi tapahtua yhdestä päivästä jopa kahteen viikkoon (Smith ja Popper 2023). Aiemmissa TTS:ää koskeissa tutkimuksissa vammasta toipuminen osoitettiin 18-24 tunnin kuluessa (Andersson ym. 2016). Ei ole myöskään varmaa, että TTS:n alhaisemmilla tasoilla olisi pitkän tai lyhyen aikavälin vaikutusta yksittäisten kalojen selviytymiseen tai kuntoon (Smith ja Popper 2023). On mahdollista, että korkeammilla TTS-asteilla voi olla kielteisiä vaikutuksia, kuten lisääntynyt saalistusriski, jos kalojen on vaikea kuulla saalistajia, jotka lähettävät ääniä samalla taajuusalueella, johon kuulon heikkeneminen vaikuttaa, mutta tätä ei näytä olevan tieteellisesti vahvistettu. Aihetta on vielä tutkittava, mutta tämänhetkinen tieteellinen näyttö ei näytä osoittavan, että kaikki TTS aiheuttaisi haitallisten vaikutusten riskin kaloille.

Paalutuksen vaikutuksia silakan kutuun tarkastellaan meribiologisten vaikutusten arvioinnissa, YVA:n liitteessä 8 (Lindberg 2024). Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että melun leviäminen on vähäisempää Finngrundenin suunnassa, mikä johtuu topografiasta ja matalammasta vedestä näillä alueilla. Näin ollen Natura 2000 -alueiden vaikutusalueet ovat pienempiä kuin esitetyissä pahimmissa skenaarioissa. On myös todettava, että ei ole varmaa, että äänenpaineet, jotka kumulatiivisesti uhkaavat aiheuttaa tilapäistä kuulon heikkenemistä pitkäaikaisen altistumisen jälkeen, ovat riittäviä pakoreaktion aikaansaamiseksi. Sen vuoksi on epävarmaa, merkitsevätkö DHL:n äänimallinnuksessa esitetyt vaihteluvälit, joiden sisällä TTS:n voidaan odottaa esiintyvän paikallaan olevilla kaloilla, välttämättä pakoreaktiota silakassa. Mikään näistä mallinnetuista alueista ei myöskään kata suurta osaa Natura 2000 -alueista. Ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla, kun paalutusta tehdään lähimmille paikoille. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Kutualueiden täydellinen häviäminen rakennusaikana ei siis ole vaihtoehto.

4.5 Lausunto - Vaikutukset turskan toukkiin

"Yhtiö kirjoittaa, että: "Hakemusalue on liian kaukana Itämeren kutualueista, jotta turskan mätimunien ja toukkien kutualueet voisivat vaarantua", eikä ota huomioon toukkien vapauttamista, joka tapahtuu ReCod-hankkeessa Baltic Watersin ja Uppsalan yliopiston johdolla. Vuonna 2024 56 000 turskan toukkaa Gävlen lahdella. Yhtiön olisi selvitettävä, miten sedimentaatio ja melu voivat vahingoittaa Gävlen lahteen ReCod-hankkeen yhteydessä päästettyjä turskan toukkia. Turskan toukkien ja mätimunien kuolleisuuden on havaittu lisääntyneen 10 mg/l pitoisuuksissa (Westerberg ym. 1996). Edellä mainittuja sedimenttipitoisuuksia esiintyy todennäköisesti Natura 2000 -alueilla ja niiden läheisyydessä rakennusvaiheen aikana, ja ne voivat siten vaikuttaa seuraaviin tekijöihin

tyypillisiin kalalajeihin ja niiden toukkiin. Lausunnossa olisi otettava huomioon erityyppiset hiukkaset ja niiden vaikutus toukkiin (ks. esim. Westerberg et al. 1996). Yrityksen olisi myös ilmoitettava, onko/miten vuoropuhelun katsotaan tapahtuvan ReCod-hankkeen kanssa."

4.6 Vastaus - Vaikutus turskan toukkiin

ReCod-hankkeessa luetellaan purkupaikat Tvären Södermanlandissa, Baggensfjärden Tukholman saaristossa ja Kappelshamnsviken Gotlannissa (BalticWaters n.d.a.). Kaikki nämä sijaitsevat etäisyydellä, johon Olof Skötkonung ei ole vaarassa vaikuttaa. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa vuoteen 2024 asti vapautettiin 4-6 päivän ikäisiä turskan toukkia keltaisella pussilla (BalticWaters n.d.b.). Toisessa vaiheessa (2025-2029) on tarkoitus vapauttaa 30 päivän ikäisiä toukkia ja 1-2 cm:n turskanpoikasia ja kolmannessa vaiheessa (2030-2034) jopa 12 cm:n turskanpoikasia.

Gävlen lahteen vuonna 2024 vapautetut turskan toukat ovat aikuisia Olof Skötkonungin rakentamisen aikana (alustava rakentamisen aloitus vuonna 2028), seuraukset nuorten ja aikuisten turskien poikasten ja aikuisten turskien osalta on arvioitu merkityksettömiksi sameuden osalta ja kohtalaisiksi rakennusmelun osalta (Lindberg 2024). Ei ole tietoa siitä, että turskan toukkien vapauttamista jatkettaisiin Gävlen lahdella, mutta hankkeen mukaan tulevat vapauttamiset tapahtuvat Itämeren alueella sijaitsevilla luetelluilla purkupaikoilla. Jos turskan poikasia vapautetaan tulevaisuudessa kuitenkin määritettyjen purkupaikkojen ulkopuolella, esimerkiksi Gävlenlahdella, yritys voi kuvitella käyvänsä vuoropuhelua ReCod-hankeryhmän kanssa, jossa koordinoidaan mahdolliset tulevat vapautukset vaikutusten minimoimiseksi.

Tuulipuiston toiminnan aikana sekä aikuisiin että nuoriin turskiin kohdistuvien vaikutusten katsotaan olevan merkityksettömiä, joten ReCod-hankkeelle ei odoteta aiheutuvan kielteisiä vaikutuksia myöhempinä vuosina, kun Olof Skötkonung on toiminnassa.

5 Västernorrlandin lääninhallitus, Ruotsin talousvyöhyke.

5.1 Lausunto - Paalutuksen aikaisen melun suoja-toimenpiteet

"Yrityksen tulisi selvittää, kuinka kaukana paalutuksesta (äänilähteestä) silakoille aiheutuu tilapäisiä kuulovaurioita. Vedenalaisen melun suoja-toimenpiteet olisi toteutettava riittävän ajoissa, jotta kalojen tilapäiset kuulovauriot voidaan minimoida."

"YVA:n sivulla 81 yhtiö toteaa, että: "Tilapäisen kuulovaurion riski esiintyy alle 200 m:n ja 11,1 km:n välillä yhden kuplaverkon vaimennuksen osalta ja alle 200 m:n ja 5,6 km:n välillä kahden kuplaverkon vaimennuksen osalta (NIRAS, 2023)."" Samaan aikaan yhtiö kirjoittaa, YVA, sivu 84: "Kahden kuplaverhon tai vastaavan vaimennuksen tapauksessa esiintyy tilapäisen kuulovaurion riski silakoille, jotka ovat paalupaikalla 650 metrin etäisyydellä äänilähteestä, muiden paikkojen kohdalla riski syntyy vain kaloille, jotka ovat lähempänä kuin 200 metriä äänilähteestä (NIRAS, 2023).". Yhtiön tulisi selvittää YVA:ssa, kuinka kaukana paalun paalutuspaikasta tilapäinen kuulovaurio (TTS) esiintyy silakoilla.

Ramp-up- ja soft-start-jakso tai muut suoja-toimenpiteet, kuten pelottelumenetelmät, olisi otettava käyttöön riittävän aikaisin, jotta TTS kaloissa olisi mahdollisimman pieni. Yrityksen olisi otettava huomioon aika, jonka turska ja silakka tarvitsevat, jotta

siirtyä pois alueelta. TTS aiheuttaa eksymystä, mikä lisää kuolleisuutta.

Yhtiö kirjoittaa: "Rakentamisen aiheuttaman melun vaikutuksen silakkakaloihin katsotaan olevan kaiken kaikkiaan vähäinen. Molemmat kalalajit ovat myös yleisesti elinkelpoisia kantoja. Rakennusmelun vaikutuksia Itämeren silakkaan ja kilohailiin pidetään näin ollen vähäisinä." Lääninhallitus haluaa korostaa, että silakkakannat Perämerellä ovat pienentyneet voimakkaasti viime vuosina, joten kantaa ei voida enää sanoa elinvoimaiseksi (ICES, HELCOM)."

5.2 Vastaus - Paalutuksen aikaista melua koskevat suojaustoimenpiteet

Ilmoitetut erilaiset etäisyydet johtuvat siitä, että kaloihin kohdistuvat vaikutukset riippuvat lajista. YVA:ssa mainittu TTS-vaara esiintyy noin 500 m:n ja 5,6 km:n etäisyydellä nuorten turskien osalta sijainnista riippuen. Silakoiden osalta TTS-riski esiintyy yhdessä paikassa 650 metrin etäisyydellä äänilähteestä, muissa paikoissa etäisyys on alle 200 metriä.

Nirasin tekemässä mallinnuksessa on otettu huomioon ramppi, koska se on alan standardi paalutuksessa. Meluvaikutukset kaloihin on mallinnettu aikuisen turskan, nuoren turskan ja silakan osalta. Näiden lajien uintinopeus on 0,38 m/s, 0,9 m/s ja 1,04 m/s. Pahimmassa tapauksessa TTS-riski syntyy, kun DBBC:tä käytetään 5,6 km:n etäisyydellä nuorella turskalla, 1,1 km:n etäisyydellä aikuisella turskalla ja 650 m:n etäisyydellä silakalla (Niras 2023). Näiden etäisyyksien ulkopuolelle pääseminen kestää nuorten turskien osalta neljä tuntia, aikuisten turskien osalta 20 minuuttia ja silakan osalta kymmenen minuuttia.

TTS ei ole kiinteä kynnyisarvo, vaan termi tilapäiselle kuulon heikkenemiselle. Tällainen kuulovaurio voi vaihdella sekä vakavuudeltaan että kestoaltaan. Tämä riippuu muun muassa melutasosta, melulle altistumisen taajuudesta ja kestoista. Kaikilla TTS-tapauksilla ei ole samoja vaikutuksia kaloihin, joihin ne vaikuttavat. TTS on myös ohimenevää; asteesta riippuen toipuminen voi tapahtua yhdestä päivästä jopa kahteen viikkoon (Smith ja Popper 2023). Aiemmissa TTS:ää koskevissa tutkimuksissa vammasta toipuminen osoitettiin 18-24 tunnin kuluessa (Andersson ym. 2016). Ei ole myöskään varmaa, että TTS:n alhaisemmilla tasoilla olisi pitkän tai lyhyen aikavälin vaikutusta yksittäisten kalojen selviytymiseen tai kuntoon (Smith ja Popper 2023). On mahdollista, että korkeammilla TTS-asteilla voi olla kielteisiä vaikutuksia, kuten lisääntynyt saalistusriski, jos kalojen on vaikea kuulla saalistajia, jotka lähettävät ääniä samalla taajuuksialueella, johon kuulon heikkeneminen vaikuttaa, mutta tätä ei näytä olevan tieteellisesti vahvistettu. Aihetta on vielä tutkittava, mutta tämänhetkiset tieteelliset tulokset eivät näytä osoittavan, että kaikki TTS:t aiheuttaisivat kaloihin kohdistuvia kielteisiä vaikutuksia.

Lääninhallitus kyseenalaistaa Perämeren silakkakantojen kuvauksen elinkelpoisiksi ja korostaa lajin haavoittuvaa tilannetta. Tässä yhteydessä viitataan siihen, että silakka on tällä hetkellä luokiteltu Ruotsin punaisessa luettelossa (SLU Artdatabanken 2020) elinvoimaiseksi (LC) koko Ruotsissa. Tämä kansallinen luokitus ei kuitenkaan kata alueellisia eroja. Kansainvälinen merentutkimusneuvosto (ICES) on jo pitkään varoittanut Perämeren kireästä kannasta. Suurten, vanhempien yksilöiden osuus on vähentynyt voimakkaasti, ja kutevan kannan biomassassa on useiden vuosien ajan ollut lähellä biologista alarajaa (Blim), jota käytetään romahtamiskriisin arvioinnissa.

Samaan aikaan ICESin viimeisin arvio osoittaa, että vuodesta 2022 alkaen vuosiluokka on vahva, minkä odotetaan johtavan kutevan kannan biomassan kasvuun vuosina 2025-2026, mikä johtaa alueen saalismäärän kasvuun (ICES 2024). Tästä tilapäisestä parannuksesta huolimatta

kannan pitkän aikavälin terveydestä ollaan edelleen huolissaan. Tutkijat ovat huomauttaneet, että jopa nykyisellä suositellulla kalastuskuolevuusasteella (FMSY) suurikokoisten silakoiden osuus Itämeren silakoista vähenee ja että pitkän aikavälin elpyminen saattaa edellyttää alhaisempaa kalastuspaineita.

ICES on useaan otteeseen suositellut kalastuksen voimakasta vähentämistä alueella, mutta ministerineuvosto on päättänyt kiintiöistä, jotka ylittävät tämän tieteellisen lausunnon, mikä on usein korostettu esimerkkinä tieteeseen perustuvien lausuntojen ja poliittisten päätösten välisestä kuilusta.

Tieteellinen näyttö osoittaa, että Itämeren sillikanta ei ole välittömässä vaarassa romahtaa, mutta sen rakenne, kokokoostumus ja pitkän aikavälin toiminta ovat vakavasti muuttuneet.

Itämeren silakkaan kohdistuvat vaikutukset on kuitenkin arvioitu korkeintaan vähäisiksi, joten vaikka populaatiota ei luokitella elinkelpoiseksi, vaikutukset jäävät.

5.3 Lausunto - Elinkaaren aikana herkäät lajit

"Yhtiön tulisi selvittää, miten rakentamisvaihe suunnitellaan ajallisesti herkkien lajien elinkaaren kannalta, esim. kutuaika, muuttoaika, talvehtimisjakso."

5.4 Vastaus - elinkaaren aikana elävät herkäät lajit

Olof Skötkonungin alueella ei katsota olevan erityistä merkitystä herkkien lajien kannalta, ei kalojen, merinisäkkäiden eikä pohjaeläimistön osalta. Vaikutukset läheiseen Finngrundeniin, joka on kalojen kutualue, on tutkittu ja arvioitu aiemmin. Sameuden ja vedenalaisen melun vaikutukset kuteviin kaloihin, kuten silakkaan, arvioidaan hyvin vähäisiksi ja vain tilapäisiksi rakennusvaiheen aikana. Laitoksella ei myöskään katsota olevan estevaikutusta, joka vaikuttaisi lohen ja ankeriaan kaltaisten lajien mahdollisuuksiin toteuttaa vaelluksiaan.

5.5 Lausunto - Vertailualue

"Yhtiön tulisi nimetä tuulivoimapuiston läheisyyteen vertailualueita kaloihin kohdistuvien vaikutusten seuranta varten."

5.6 Vastaus - Vertailualue

Tämä on hyvä ehdotus tulevia seurantaohjelmia varten, sillä on tärkeää, että on olemassa vertailualueita, joihin ei kohdistu vaikutuksia, jotta voidaan määrittää, mitkä vaikutukset johtuvat tuulipuistosta ja mitkä vaikutukset ovat yleisiä alueella. Seurantaohjelmaa ei kuitenkaan laadita ennen luvan myöntämistä.

5.7 Lausunto - Hylkeiden ja pyöriäisten äänitasot

"Yhtiö esittää YVA:ssa hylkeille ja pyöriäisille koetut äänitasot (taulukko 22 YVA), jotka perustuvat turbiinien aiheuttamiin ääniin, jotka ovat moninkertaisesti heikompia kuin hankealueille suunnitellut äänet (kuva 23 YVA). Yhtiön olisi YVA:ssa raportoitava toimintavaiheen aikaiset äänitasot hankealueella käytettävien turbiinien voimakkuudet ja arvioitava äänen vaikutukset olemassa oleviin kala- ja nisäkäslajeihin."

5.8 Vastaus - Hylkeisiin ja pyöriäisiin kohdistuvat äänitasot

Tämä on väärinkäsitys. Viitattu kuva osoittaa, miten turbiinin aiheuttama ääni kasvaa turbiinikoon kasvaessa saatavilla olevan kirjallisuuden perusteella. Koska saatavilla oleva kirjallisuus koskee vain jo toiminnassa olevia turbiineja, vaihteluväli on varmasti pienempi kuin Olof Skötkonungin odotettu koko. Kirjoittajat piirtävät kuitenkin näistä tiedoista trendiviivan (sininen viiva), jota käytetään vielä suurempienkin turbiinien ääni-intensiteetin laskemiseen, kuten sekä YVA:ssa että meluselvityksessä (Niras 2023) kuvataan. Laskennallinen toimintamelu on siis laskettu Olavinlinna suunnitellun kokoisille turbiineille, mutta laskenta perustuu pienempien turbiinien tietoihin. Viitatussa taulukossa esitetyt äänet on painotettu hylkeiden ja pyöriäisten kuulon mukaan, joten ne kuvastavat sitä, miten kukin laji havaitsee äänen. Näin ollen tässä taulukossa esitetty ääni eroaa painottamattomasta käyttööäänestä. Myös nämä tiedot perustuvat Olavinlinna suunnitellun kokoisten turbiinien laskettuihin käyttööääniin, kuten meluselvityksessä (Niras 2023) on selitetty.

5.9 Lausunto - Meluvaikutukset kaloihin

"Maakuntahallitus ihmettelee, onko YVA:ssa esitetyt arviot kaloihin kohdistuvasta äänivaikutuksesta toimintavaiheessa tehty olettaen, että ääni on peräisin yhdestä turbiinista vai kumulatiivinen vaikutus kaikista tuulipuiston toimivista tuulivoimaloista. Jos arvioinnit on tehty olettaen yhden turbiinin aiheuttama melu, olisi tehtävä kumulatiivisten vaikutusten arviointi. Mikä turbiinien teho on oletettu?"

5.10 Vastaus - Meluvaikutukset kaloihin

Meluselvityksessä on laskelmia toimintamelusta sekä yksittäisen turbiinin osalta että silloin, kun naapurissa sijaitsevien turbiinien melu on otettu huomioon. Kuten edellä on selitetty, laskelmat on tehty Olof Skötkonungissa odotetun kokoisille turbiineille (Niras 2023). Ero on 10 dB:n SPLRMS-lisäys, kun mukaan otetaan naapurissa sijaitsevat turbiinit (Niras 2023). Näin 100 metrin etäisyydellä toimintamelu olisi 124 dB re 1µPa:n sijasta 134 dB re 1µPa. Kaikki toimintamelun kaloihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnit on tehty tältä pohjalta. Näillä melutasoilla ei ole vaaraa minkään kalalajin väliaikaisesta tai pysyvästä vahingoittumisesta.

6 Suomen Kalastajaliitto

6.1 Lausunto - Vaikutukset kalakantoihin

"Suomen Kalastajaliitto toistaa huolensa hankkeen vaikutuksista silakkakantaan (mm. vedenalainen melu ja sameus). Natura 2000-alueen/Finngründen merkitystä silakan kutualueena ei ole riittävästi selvitetty, ks. myös Luonnonvarakeskuksen lausunto asiasta (Espoon sopimuksen mukainen lausunto), jossa asiaa on käsitelty tarkemmin. Jos silakkakannat kärsivät, vaikutukset ovat selvästi rajat ylittäviä.

Käytettävissä olevien tietojen perusteella on epäselvää, voiko laitos vaikuttaa silakan vaellukseen avomereltä rannikolle kutemaan ja sieltä takaisin, ja jos voi, niin miten, esimerkiksi vedenalaisen melun ja veden sameuden kautta, joille silakka on herkkä. Jos tämä vaellus häiriintyy, seuraukset kannan selviytymiselle voivat olla erityisen vakavia.

Hakija toteaa, että silakan kutu tapahtuu pääasiassa 10 metrin syvyydessä. Pohjanlahdella on kuitenkin dokumentoitua silakan kutua vähintään 30 metrin syvyyteen asti. Hakijoiden olisi myös otettava huomioon, että silakka voi kutia sekä keväällä että syksyllä ja että ne voivat tapahtua eri syvyyksissä.

Eri hankkeiden vaikutuksia vaelluskaloihin, erityisesti lohiin, ei ole tutkittu riittävästi. Tältä osin tarvitaan lisätutkimuksia ennen luvan myöntämistä."

6.2 Vastaus - Vaikutukset kalakantoihin

Hankkeen vaikutuksia silakkakantaan ja Natura 2000 -alueen merkitystä silakan kutualueena on YVA:ssa ja liitteissä esitetyn lisäksi täydennetty vastauksessa Natura 2000 -lupaa (Deep Wind Offshore 2024b) koskevaan täydennyspyyntöön, luvut 7.3 ja 8.2.

Seuraavassa esitetään yhteenveto näiden täydennysten tuloksista.

Perämerellä esiintyy sekä keväällä että syksyllä kutevia Itämeren silakkakantoja (Faithfull et al., 2021; SwAM, 2020). Aiempia tutkimuksia kutuaikana on tehty Najadenin, Fyrskuppetin ja Finngrundenin tuulipuistojen osalta. Olof Skötkonungin kanssa päällekkäisellä Najadernan puistoalueella sijaitsevan 100 Itämeren silakan populaatiogenetiikan analyysien perusteella todettiin, että alueella on sekoitus keväällä ja syksyllä kutevia yksilöitä (Najaderna Offshore Wind AB, 2023). Finngrundet - Östra bankenin kutu esiintymistä tutkittiin eDNA:n avulla keväällä ja syksyllä (Fyrskuppet Offshore Wind AB, 2024). Sekä kevään että syksyn kutu voitiin vahvistaa. Kalatiheys oli DNA:lla mitattuna suurin kevätkutueessa alle 10 m:n syvyyksissä. Kaikilla Finngrundenin rannoilla havaittiin toukokuussa suuria määriä sukukypsiä silakoita, elokuussa sukukypsiä kaloja ei havaittu lainkaan ja suurin osa silakoista oli nuoria kaloja (WPD, 2009; Länsstyrelsen Gävleborg, 2016). Silakan keväistä kutua tukee myös merenpohjan inventointi vuonna 2007, jolloin toukokuun aikana itä- ja länsirannalla tehtiin sukukypsyysanalyysi (Ruotsin ympäristövirasto, 2010).

Kutevan silakan esiintymistä Olof Skötkonungin puistoalueella pidetään mahdollisena. Koska puistoalueella on hiekkaa, soraa ja kiviä sisältäviä pintoja, puiston länsiosassa, jossa syvyys on matalampi kuin 40 metriä, on edellytyksiä kutemiselle, todennäköisesti rajoitetussa muodossa, sillä suurin osa Itämeren kutemisesta tapahtuu 0-10 metrin syvyydessä (SLU Artdatabanken, 2025). Finngrundenissa on todettu keväällä ja syksyllä kutevien silakoiden kutu, jota todennäköisesti hallitsee kevätkutu.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Finngrundenissa ja sen ympäristössä on useita tutkimuksia kutevasta silakasta. Ne osoittavat, että kutu tapahtuu pääasiassa keväällä nollan ja kymmenen metrin syvyydessä. Se, että silakalla on mahdollisuus kutua syvemmällä, ei vaikuta siihen, että suurin osa kutemisesta tapahtuu näillä matalammilla alueilla ja että juuri matalat alueet rannikon edustalla ovat silakalle tärkeimpiä kutualueita. Yhtiö ei myöskään aio rakentaa tuulivoimaloita 30 metriä matalammalle, joten Finngrundenin ympärillä olevat 30 metrin syvyiset alueet ovat myös syvemmälle kutualueille pyrkivien silakoiden käytettävissä.

Rakentamisen aikaiset kielteiset vaikutukset silakalle on arvioitu korkeintaan vähäisiksi. Ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että silakka välttelee jonkin verran Natura 2000 -alueita paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan paikoista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Näin ollen ei ole mahdollista, että kutu jäisi kokonaan pois rakennusaikana. Sameuden vaikutus silakkaan

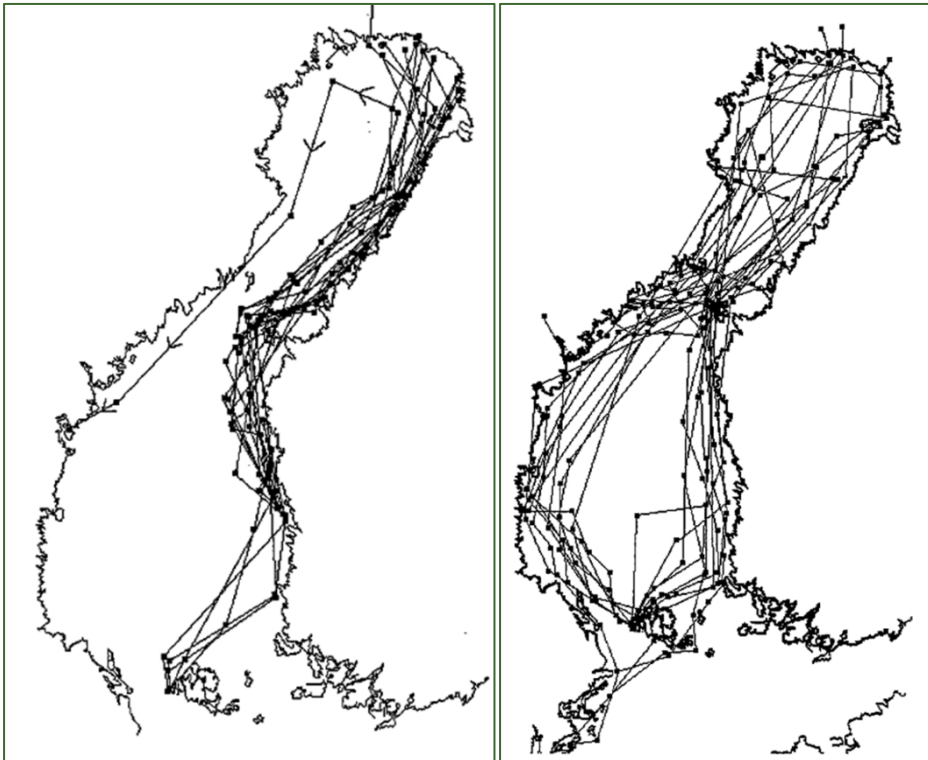
ei katsota aiheuttavan vahinkoriskiä, koska tämä riski syntyy vain huomattavasti korkeammissa suspendoituneen aineksen pitoisuuksissa ja pidemmässä altistumisessa (Karlsson et al. 2020). Myös silakan toukkiin kohdistuvia suoria kielteisiä vaikutuksia sameuden seurauksena esiintyy huomattavasti odotettua korkeammissa pitoisuuksissa (Messieh ym. 1981). Väillisiä vaikutuksia silakan toukkiin voi esiintyä lisääntyneen sameuden seurauksena vähentyneenä ravinnon saantina, mutta näitä vaikutuksia havaitaan vasta pitoisuuksissa, joissa suspendoituneen aineksen määrä on 20 mg/l (Karlsson ym. 2020). Tällaisia pitoisuuksia esiintyy vain pienillä alueilla ja kumulatiivisesti eli koko laitoksen alueella yhteensä alle 12 tunnin ajan. Näin ollen myöskään silakan toukkiin ei odoteta kohdistuvan pitkäaikaisia kielteisiä vaikutuksia. Suoria vaikutuksia mätimunien kuoriutumismenestyskseen aiheutuu vain hyvin korkeilla tasoilla, joita ei odoteta esiintyvän Natura 2000 -alueilla. Alueiden odotettuja sameustasoja voidaan verrata luonnollisiin vaihteluihin, joita esiintyy esimerkiksi voimakkaiden tuulten aikana. Esimerkiksi Juutinrauman luonnolliset sameustasot ovat tynnellä säällä 1-4 mg/l ja myrskyisellä säällä 5-15 mg/l, paikallisesti jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Näin ollen Olof Skötkonungin rakentamisen seurauksena Finngrundenin Natura 2000 -alueilla odotettavissa olevien tasojen ja kestojen kaltainen sameus on täysin verrattavissa voimakkaiden tuulten aikana luonnostaan esiintyviin sameuksiin. Sedimentaatio voi kuitenkin olla haitallista, jos se peittää mätimunat kokonaan (Karlsson ym. 2020). Finngrundenin Natura 2000 -alueilla kumulatiivisen sedimentaation odotetaan olevan alle 1 mm, joten myöskään silakan mätimunien peittymisriskiä ei katsota olevan. Kaiken kaikkiaan vaikutus Itämeren silakkaan Natura 2000 -alueella arvioidaan merkityksettömäksi rakennusvaiheen aikana tapahtuvan sameuden ja sedimentaation vuoksi. Silakan suojeluasemaan ei ole vaarassa kohdistua vaikutuksia.

Rakentamisen aikana työt tehdään yksi perustus kerrallaan. Esimerkiksi sameudesta esitetyt kartat ovat kumulatiivinen, yhteenlaskettu kuva kaikkien rakennusaikaisten töiden aiheuttamasta sameudesta. Kaikkiin näihin alueisiin ei siis vaikuteta samanaikaisesti. Sama koskee paalutuksesta aiheutuvaa melua, joka esiintyy vain yhdessä paikassa kerrallaan, samalla alueella, jossa sameuden lisääntyminen on merkityksellistä. Vaeltavien silakoiden osalta melu ja sameus eivät vaikuta koko Olof Skötkonungin alueeseen samanaikaisesti, vaan pienempiin alueisiin kerrallaan. Näin ollen katsotaan, että Olof Skötkonungissa ja sen ympäristössä on runsaasti alueita, joita silakka voi hyödyntää kutuvaelluksellaan mereltä rannikolle milloin tahansa rakentamisen aikana.

Lohet eivät vaella alueen läpi, vaan niiden vaellus tapahtuu pääasiassa rannikoita pitkin. Kutuvaelluksen aikaiset vaellusmallit on useissa tutkimuksissa osoitettu, että lohet vaeltavat pääasiassa Suomen rannikkoa pitkin pohjoiseen, lohet, joilla on kotijokia Ruotsin puolella, ylittävät Norra Merenkurkun kohdalla, jossa ne uivat sekä etelään että pohjoiseen (Karlsson ja Karlström 1994; Dannewitz ym. 2020; Dannewitz ym. 2025).

Ahvenanmereltä vaeltavien lohien on merkintätutkimuksissa osoitettu vaeltavan sekä Ruotsin että Suomen puolella (Siira ym. 2009).

Kutuvaellusta on tutkittu rekonstruoimalla merkintöjä vuosina 1995-1997, kuva 1 (Westerberg ym. 1999). Lukemalla lämpötilaa, jossa lohet uivat, voitiin päätellä sijainti. Vuosien 1995 ja 1996 kokeiden aikana oli selvää, että Suomen rannikkoa käytettiin kutuvaellukseen. Vuonna 1997 lämpötila oli tasainen rannikon molemmin puolin, eikä tuloksia ollut helppo tulkita, mutta rannikon molemmin puolin oli kaksi vaihtoehtoa. Myös Pohjanlahden Ruotsin puoleisessa osassa kotoperäisten lohien kutuvaellus kulkee Ruotsin rannikkoa pitkin (Koehler ym. 2024).



Kuva 1: Lohen kutuvaellus Westerbergin ym. mukaan (1999). Vasemmalla vuodet 1995-1996 ja oikealla vuosi 1997.

Näin ollen ei ole viitteitä siitä, että Olof Skötkonungin tuulipuisto vaikuttaisi lohen vaellukseen. Rakentamisen aikainen melu tai sameus ei pääse rannikolle, jossa päävaellus tapahtuu. Toiminnan aikana vaikutusten odotetaan olevan vieläkin vähäisempiä, sillä toimintamelu ei todennäköisesti aiheuta lohen tai taimenen välttelyä kuin korkeintaan perustuksen välittömässä läheisyydessä voimakkaiden tuulten aikana. Suuret etäisyydet perustusten välillä merkitsevät, että estevaikutusten riskiä ei ole Metrin syvyyteen upotettujen kaapeleiden lähettämän magneettikentän voimakkuus on $0,7 \mu T$ merenpohjassa suoraan kaapelin yläpuolella, ja voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa. Jo muutaman metrin päässä voimakkuus on pienempi kuin Maan magneettikentän päivittäin esiintyvät vaihtelut (Lindberg 2024). Siksi on epätodennäköistä, että pinnalla vaeltavat kalat, kuten lohi ja taimen, jotka ovat monien kymmenien metrien päässä kaapeleista, kärsisivät niistä (Lindberg 2024). -

7 Gävleborgin lääninhallitus

7.1 Lausunto - Pohjaolosuhteet, kasvisto ja eläimistö

"Lääninhallituksen viimeisimmän lausunnon mukaisesti yhtiö on täydentänyt hakemusta Ruotsin standardin SS 199000:2023 mukaisella luontoarvoinventoinnilla (NVI), joka tarjoaa hyvän pohjan toiminnan vaikutusten tarkemmalle arvioinnille tältä osin".

Lääninhallitus katsoo lisäksi, että Finngrundet Västra bankenin vieressä oleviin vakiintuneisiin korkeisiin luontoarvoihin (luokka 2) olisi kiinnitettävä erityistä huomiota perustamisen aikana ja ne olisi mahdollisuuksien mukaan jätettävä varovaisuussyistä kokonaan pois tältä matalammalta alueelta."

7.2 Vastaus - Pohjaolosuhteet, kasvisto ja eläimistö

Alueen A1 syvyys on 20-30 metriä, ja koska yhtiö on sitoutunut ehdoksi, ettei tuulivoimaloita rakenneta alle 30 metrin syvyyksiin, tämä tarkoittaa, että kyseinen alue, jolla on korkeampia luonnonarvoja, jätetään aivan oikeutetusti kokonaan hyödyntämisen ulkopuolelle.

7.3 Lausunto - Vedenalainen melu (äänen leviäminen paalutuksen aikana).

"Yhtiö on ilmoittanut tyypilliseen silakkalajiin kohdistuvien vaikutusten (vahingot ja TTS) riskistä. Natura 2000 -alueilla Finngrundet Västra banken ja Finngrundet Östra banken ei aiheudu vedenalaisen äänen leviämisestä johtuvia TTS- tai vahinkoja tyypilliselle silakkalajille, kuten Niras (2023) osoittaa. Kalalajeihin, kuten silakkaan, kohdistuvista käyttäytymisvaikutuksista ei kuitenkaan ole arvoja.

Käyttäytymiseen kohdistuvilla vaikutuksilla voi olla suuri merkitys, jotta silakan rekrytointi ei häiriintyisi. On olemassa tutkimuksia, joissa kerrotaan silakkaan kohdistuvista käyttäytymisvaikutuksista eri äänitasoilla. Koska yhtiö ei ole ilmoittanut näiden arvojen laajuutta Finngrundetin rannoilla, on vaikea tehdä johtopäätöksiä sellaisten käyttäytymisvaikutusten riskistä, jotka voisivat aiheuttaa merkittävää vahinkoa Natura 2000 -alueille tyypillisille lajeille. Tämä pätee perustustyyppistä riippumatta."

7.4 Vastaus - Vedenalainen melu (äänen leviäminen paalutuksen aikana)

Kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, jopa samaa lajia koskevissa tutkimuksissa (Andersson ym. 2016). Esimerkiksi silakat eivät ole ravinnonhankintaretkillä reagoineet äänitasoihin, jotka ovat muissa tutkimuksissa aiheuttaneet säikähäysreaktioita (Peña ym. 2013). Kysymys välttelyä aiheuttavista äänitasoista nousee näin ollen ensisijaisesti päättelykysymykseksi.

Kuten Olav Skötkonungin merivaikutusten arvioinnissa, YVA:n liitteessä 8 (Lindberg 2024) mainitaan, kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, vaikka tutkittaisiin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on todettu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 µPa:ssa ja säikähäysreaktiot tai pakenemiskäyttäytyminen SPL 170 dB re. 1 µPa:ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 µPa²s (Peña ym. 2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 µPa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia (NOAA 2023). Ruotsalaisessa raportissa vuodelta 2025 sen sijaan ehdotetaan kynnysarvojen tasoa SEL 135 ja 157 dB re. 1 µPa²s välille, jossa alempi arvo osoittaa reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat kuitenkin reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasojä, joilla pakeneminen tai välttäminen tapahtuu.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) on käsitelty ja käsitelty vaikutuksia Itämeren silakan käyttäytymiseen kohdassa 7.3. Jatkokehityksenä, vaikkakaan ei mallintamisena, on lähteä liikkeelle Niraksen raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niistä käy ilmi tulos ilman lieventämistoimenpiteitä ja välttämistä (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan).

tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennetun paalutuksen osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Melun leviäminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suuntaan merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen leviämislukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Kutualueiden täydellinen häviäminen rakentamisaikana ei siis ole vaihtoehto.

7.5 Lausunto - Kalat

"Lääninhallitus on arvioinut suunnitellun tuulivoimapuiston alueen läheisyydessä olevat Natura 2000 -alueet arvokkaiksi kalojen kutualueiksi, mikä johtuu pääasiassa ruskea- ja punalevien tiheästä kasvillisuudesta, jonka syvyysalue ulottuu hieman yli 20 metriin. Tämä matala alue on kuitenkin periaatteessa kokonaan hankealueen (suunnitellun tuulipuiston alue) ulkopuolella.

Natura 2000 -alue Finngrundet - Östra banken (SE0630260) on hankealueen/kartoitusalueen laajin luonnonympäristön suojelualue, ja se on suojeltu EU:n luontotyyppidirektiivin nojalla, ja sen perusteluna on se, että alueeseen kuuluu yksi vesistön harvoista rannikkopenkereistä.

Suunnitellun tuulipuiston alueella syvyys on valovyöhykkeen alapuolella lukuun ottamatta hyvin pientä kaistaletta länsiosassa. Näin ollen kasvillisuutta ei ole muualla hankealueella, joka on suhteellisen homogeeninen ja syvämpi alue, jossa pohjan rakennetta hallitsevat savi, hiekka ja moreeni ja jolla on vain vähän arvoa Itämeren silakan, merilevien kutualueena jne.

Rakentamisen aikainen sameus on sisällöltään ja kestoiltaan verrattavissa siihen, mitä luonnossa esiintyy voimakkaiden tuulien aikana.

Veden vaihtuvuus hankealueella on suuri ja pohjat luokitellaan eroosio- ja kuljetuspohjiksi, joten lyhyen rakentamisajan (yksi tai muutama päivä kutakin perustusta kohti) aikana tapahtuvalla sameudella ei odoteta olevan havaittavia vaikutuksia Natura 2000 -alueeseen. Natura-alueen happitilanne on erittäin hyvä, joten rakennusvaiheen aiheuttama sameus tai sedimentaatio ei varmastikaan aiheuta ongelmia hapenpuutteen tms. suhteen.

On tärkeää huomata, että kyseisellä hankealueella nykyisin säännöllisin väliajoin tapahtuvan toistuvan pohjatruolauksen aiheuttama sameus loppuisi, jos laajamittainen troolaus jätettäisiin pois rantojen läheisyydestä. Toistuvasta pohjatruolauksesta, jota harjoitetaan myös läheisyydessä olevilla kerrostuneilla merenpohjilla, aiheutuvan sameuden kielteisten vaikutusten odotetaan olevan huomattavasti suuremmat kuin merituulipuiston rakentamisesta aiheutuvan sameuden, kun perustusten välinen etäisyys on yli 1,5-2 kilometriä ja aiheutuvan sameuden kesto on lyhyt.

On tärkeää kohdistaa tehokkaita suojelutoimia erityisesti Itämeren silakkaan, koska sen ekologinen merkitys on ratkaiseva ja sen kannan tila heikkenee. Sen vuoksi on tärkeää ottaa käyttöön toimenpiteitä, joilla puututaan sillikannan tilan tärkeimpään syyhyn eli liikakalastukseen ja suojelualueiden puutteeseen, ei tuulipuistojen rakentamiseen. Tuulipuiston rakentaminen

Olof Skötkonungin tuulipuiston rakentaminen vähentää osaltaan laajamittaisen troolikalastuksen vaikutuksia, koska troolikalastus ei ole sallittua puistoalueella. Paikalliset vaikutukset silakkaan ja ekosysteemiin vähenevät näin ollen Natura 2000 -alueita ympäröivillä alueilla, mikä edistää silakan elpymistä hyvän ikä- ja kokorakenteen ja kestäväen rannikkokalastuksen avulla.

Suojatoimenpiteitä, kuten rakentamisen ajoitus, jossa otetaan huomioon silakan kutuajankohta alle 20 metrin syvyisillä alueilla ja läheiset Natura 2000 -alueet, saatetaan tarvita.

Myöhemmässä vaiheessa on laadittava kalojen seurantaohjelma, joka on riittävä toiminnan muutosten ja mahdollisten vaikutusten seuraamiseksi ja arvioimiseksi."

7.6 Vastaus - Kalat

Tällä hetkellä yhtiö on ryhtynyt suojatoimenpiteisiin, jotka koskevat kaksinkertaisen kuplaverkon käyttöä paalutettaessa, luiskan käyttöä paalutettaessa ja sitä, ettei perustuksia rakenneta alle 30 metriä matalammille alueille, jotka muodostavat puskurin Finngrundenin Natura 2000 -alueille. Koska näiden toimenpiteiden vaikutukset silakkaan arvioidaan vähäisiksi, lisäsuojelutoimenpiteitä ei ole ehdotettu.

Tuulivoimapuiston valvontaohjelma laaditaan tuulivoimapuiston mahdollisen hyväksymisen jälkeen, ja kalat ovat todennäköisesti yksi ohjelmaan sisällytettävistä tekijöistä.

8 Uppsalan lääninhallitus

8.1 Lausunto - Kalat ja merinisäkkäät

"Melu yksityiskohtaisen suunnittelun aikana

Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana tehdään geofysikaalisia ja geoteknisiä tutkimuksia, jotka aiheuttavat vedenalaista melua. Erityisesti äänet, joiden taajuus on alle 200 kHz, voivat vaikuttaa haitallisesti silakkaan. Tämän vuoksi lääninhallitus katsoo, että alle 200 kHz:n ääntä lähettäviä tutkimuslaitteita käytettäessä tulisi soveltaa ns. pehmeää käynnistystä.

Lääninhallitus ehdottaa seuraavia vedenalaista melua koskevia ehtoja yksityiskohtaisen suunnittelun aikana:

Lst 6

Kun kartoituksessa käytetään alle 200 kHz:n taajuudella ääntä lähettäviä kartoituslaitteita, on käytettävä ns. pehmeää käynnistystä. Tutkimuksia ei saa tehdä 1.5.-30.6. välisenä aikana yhtä (1) kilometriä lähempänä Natura 2000 -alueita Finngrundet - Östra banken (SE0630260), Finngrundet - Norra banken (SE0630263) ja Finngrundet - Västra banken (SE0630262).

Paalutuksen aikainen melu

Ympäristövaikutusten arvioinnin liitteessä B9 viitataan Nirasin mallinnukseen melun leviämisestä rakennusvaiheen aikana. Laskelmat perustuvat ristikkoperustuksiin, joissa on neljä jalkaa. Tämän tyyppiset perustukset aiheuttavat paalutuksen aikana alhaisemman melutason kuin yksipaaluperustukset.

Turska on merkitty punaiselle listalle haavoittuvaksi. Turskan odotetaan esiintyvän alueella, mutta se ei todennäköisesti kutisi siellä. Ympäristövaikutusten arvioinnissa todetaan, että turskat osoittavat merkkejä käyttäytymishäiriöistä 140-161 dB re 1 µ Pa SPL:n välillä, mutta ne eivät välttele aluetta (2 km:n etäisyydellä rakennustöistä). Nuorten kalojen kuulon on havaittu vahingoittuvan äänitasoilla, jotka ovat välillä 180 dB re 1 µ Pa SPL. YVA:n liitteessä B9 esitetään odotettavissa olevat vaikutukset kaloihin, jotka perustuvat äänen etenemisen mallintamiseen eri vaimennusmuodoilla. Kaksoiskuplapaalutuksen osalta raportoidaan, että alueella oleskelevan turskan tilapäisen kuulovaurion riski on olemassa 5,3-16,3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä. Sisäelinten vaurioitumisriski, josta on mahdollista toipua, esiintyy 0,7-1,3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä. Kun turska liikkuu pois päin melulähteestä, tilapäisen kuulovaurion riskiä raportoidaan 0,5-5,4 kilometrin etäisyydellä nuorten turskien osalta ja 0,2-1 kilometrin etäisyydellä aikuisten turskien osalta.

Silakkaa ja kilohailia odotetaan esiintyvän tuulipuistoalueella, ja silakka saattaa kutemaan lähistöllä sijaitsevilla Finngrundenin rannikkovesillä. Silakka voi kutua sekä keväällä että syksyllä, ja kevätkutua on hallitseva. Tilapäisen kuulovaurion riski syntyy silakkakaloille, jotka ovat jopa 3 kilometrin päässä äänilähteestä, kun ääni vaimennetaan kuplaverkolla tai vastaavalla. Kaksinkertaisen kuplaverhon vaimennuksen tapauksessa vastaava etäisyys on 650 metriä äänilähteestä. Loukkaantumisriskin lisäksi on myös mahdollista, että laajemmilla alueilla oleviin silakkakaloihin kohdistuu säikähdysreaktioita ja muutoksia käyttäytymisessä. On odotettavissa, että karkaaminen suuremmilta alueilta kuin ne, joiden arvioidaan aiheuttavan tilapäisiä kuulovaurioita.

Lääninhallitus toteaa, että ei ole selvää, mitkä riskit liittyvät kalojen käyttäytymishäiriöihin ja tilapäiseen kuulovaurioon. Liitteestä B9 käy ilmi muun muassa se, että silakoille, joita pidetään kuulon asiantuntijoina, on vaarana tilapäinen kuulon heikkeneminen enintään 3 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä ja turskalle enintään 16 kilometrin etäisyydellä äänilähteestä. Väliaikaisen vaurion riskille määritellyt etäisyydet perustuvat kuitenkin ristikkoperustusten käyttöön.

Edellä esitetyn perusteella lääninhallitus katsoo, että Natura 2000 -ohjelman mukaisessa lupahakemuksessa ehdotetut paalutuksen aikaisen melun torjuntatoimenpiteet on suurelta osin asetettava ehdoiksi myös mannerjalustalain mukaisessa lupahakemuksessa. Tämä johtuu siitä, että näitä suojatoimenpiteitä tarvitaan myös suojaamaan kaloille ja merinisäkkäille aiheutuvilta vahingoilta hankealueella. Vaikka silakan, siian ja muiden kalalajien kutu ei todennäköisesti tapahdu suuressa määrin hankealueella, kalat käyttävät tämäntyyppisiä merialueita loppuvuoden ajan. Siihen kuuluu myös kutu- ja vaelluskalojen ravinnonhankinta- ja kerääntymisalueita osan vuodesta. Sen vuoksi on erittäin tärkeää, että ehdotetut suojatoimenpiteet, kuten kaksinkertaiset kuplaverkot ja pehmeä käynnistys, toteutetaan koko hankealueella ja ympäri vuoden. Varotoimenpiteenä olisi myös jätettävä meluisimman toiminnan ulkopuolelle kevätkausi, joka on herkin silakan kutemiselle.

Lisäksi lääninhallitus katsoo, että paalutusta varten on laadittava työsuunnitelma ennen paalutustyön aloittamista. Työsuunnitelmassa on kuvattava, mitä suojatoimenpiteitä toteutetaan vedenalaisen melun vaikutusten välttämiseksi ja miten tarkistetaan ja dokumentoidaan, että suojatoimenpiteet toteutetaan siten, että niillä on tavoiteltu vaikutus. Työsuunnitelmaan on sisällyttävä myös menettelyt, jotka koskevat sitä, kuinka paljon aikaa saa kulua ennen uuden pehmeän käynnistysjakson aloittamista, jos paalutus on keskeytettävä teknisten ongelmien tai huollon vuoksi.

Lääninhallitus katsoo lisäksi, että ehdoissa tulisi määrätä, että paalutuksen aikainen äänitaso ei saa ylittää $SEL_{kum, 24h}$, painottamaton 186 dB re 1 μPa^2s lyhyemmällä kuin 7 200 metrin etäisyydellä tuulivoimaloista, koska näin pitkälle silakka voi uida tunnissa. Tässä viitataan kokemuksiin muista tuulivoima-asioista, joita lääninhallitus on käsitellyt. Paalutuksesta aiheutuvan melun valvontamittaukset olisi mieluiten tehtävä neljän ensimmäisen paalutettavan perustuksen asentamisen yhteydessä, jotta todellisen kumulatiivisen melun (SEL) perusteella tehty vedenalaisen melun mallinnus voidaan validoida ja jotta voidaan tarkistaa, että edellä mainittu raja-arvo täyttyy edelleen. Mittaukset olisi tehtävä neljältä eri etäisyydeltä äänilähteestä.

Jos mitatut arvot johtavat siihen, että äänen leviäminen on suurempaa kuin äänilaskennan raja-arvojen etäisyydet, toiminnanharjoittajan on ryhdyttävä toimenpiteisiin tai mukautettava töitä siten, että ylityksiä ei tapahdu. Seuraavaa perustusta paalutettaessa on tehtävä uusi äänimittaus, jotta voidaan varmistaa, että arvot eivät ylity.

Valvontamittauksen tulokset on toimitettava valvontaviranomaiselle.

Lääninhallitus katsoo, että yhtiön ehdottamat suojatoimenpiteet ovat liian yleisluontoisesti muotoiltuja ja siksi niitä on täsmennettävä. Lääninhallitus katsoo myös, että suojatoimenpiteiden tulisi olla laajuudeltaan samanlaisia kuin muissa lähellä sijaitsevilla, samankaltaisissa olosuhteissa toimivissa tuulivoimapuistoissa.

Lääninhallitus ehdottaa seuraavia paalutuksen aikaista vedenalaista melua koskevia ehtoja, ks. myös jäljempänä oleva ehtoluettelo.

Lst 7

Ennen paalujen lyöntiä on käytettävä akustisia laitteita merinisäkkäiden ja kalojen karkottamiseksi. Paalutusta ei saa suorittaa 1. toukokuuta - 30. kesäkuuta välisenä aikana.

Lst 8

Paalutustyön aikana on käytettävä ääntä vaimentavia laitteita kaksinkertaisten kuplaverhojen muodossa tai vaikutukseltaan vastaavaa tekniikkaa.

Lst 9

Paalutus on aloitettava pehmeällä käynnistyksellä, jonka jälkeen vasaran lyöntiä on lisättävä asteittain. Pehmeän käynnistysjakson ja nousujakson on kestättävä vähintään 60 minuuttia.

Lst 10

Paalutuksesta aiheutuva vedenalainen melu ei saa ylittää arvoa $SEL_{kum, 24h}$, 1,04ms- 186 db re 1 μPa^2s Natura 2000 -alueella Finngrundens - Östra banken (SE0630260) tai Finngrundens - Västra banken (SE0630260). Paalutusta ei saa suorittaa 1.5.-30.6. välisenä aikana."

8.2 Vastaus - Kalat ja merinisäkkäät nisäkkäät

Itämeren silakka on kuulospesialisti ja yksi herkimmän kuulon omaavista kalalajeista. Niiden kuuloalue ulottuu kuitenkin 30-40 000 Hz:n välille (Andersson ym. 2016). Silakoille mukautetun yksityiskohtaisen suunnittelun melun lieventämistoimenpiteen olisi kohtuullisesti otettava tämä huomioon ja siten kohdistuttava ääniin, joiden taajuus on alle 40 kHz, eikä 200 kHz:n taajuuteen, koska tämä on selvästi yli niiden taajuuksien, joita silakat voivat havaita.

Yhtiö on sitoutunut toteuttamaan ramppaus- ja suojaustoimenpiteet ja käyttämään yksittäisiä tai kaksinkertaisia kuplaverkkoverhoja kaikessa paalutuksessa. Koska näiden toimenpiteiden vaikutus silakkaan arvioidaan vähäiseksi, ei ole ehdotettu muita suojaustoimenpiteitä.

Mitä tulee akustisten laitteiden käyttöön kalojen ja merinisäkkäiden karkottamiseksi ennen paalutusta, yritys on sitoutunut suorittamaan ramp-upin, joka antaa eläimille mahdollisuuden välttää paalun lähiympäristöä ennen kuin työt alkavat täydellä teholla. Tähän lisätään rakennusaluksen ja -laitteiden perustamisesta aiheutuva melu, jonka voidaan kohtuudella olettaa aiheuttavan sen, että eläimet välttävät lähialuetta jo ennen paalun nostoa. Akustisten varoitusten käyttö esimerkiksi hyljekarkottimien muodossa ei ole yksinkertaista. Olisi otettava huomioon, että välttelyn aikaansaamiseksi laajemmilla alueilla nämä pelottimet päästävät ääniä korkealla tasolla, mikä lisää kumulatiivista äänialtistusta. Sen vuoksi esimerkiksi Tanskassa on pakollista sisällyttää ne äänialtistuksen mallintamiseen, jos niitä aiotaan käyttää. Niitä ei myöskään käytetä tapauksissa, joissa merinisäkkäitä uhkaa PTS vain alle 200 metrin etäisyydellä (Tanskan energiavirasto 2022), kuten tässä skenaariossa. Sen vuoksi on kyseenalaista, onko tämä asianmukainen tekniikka tässä yhteydessä.

9 Ruotsin kalastajien järjestö (SFPO).

9.1 Lausunto - Natura 2000- lupahakemus.

"Vaikutuksen kohteena olevilla Natura 2000 -alueilla on muun muassa tavoite, että "Luontotyyppissä tulisi esiintyä tyypillisiä lajeja ja omia kalojen indikaattorilajeja, kuten merilevää ja silakkaa. Olemassa olevien tyypillisten lajien tulisi esimerkiksi osoittaa hyvää kasvua ja alueella tulisi edelleen olla kaikille elämänvaiheille hyvät elinympäristöt, jotka suosivat kutua, kasvua, ravinnonhankintaa jne."

Tämä tarkoittaa, että hankealueella tarvitaan toimenpiteitä, joilla varmistetaan, että silakan kutu- ja lisääntymismahdollisuudet eivät kärsi.

Itämeren silakan tilanteeseen Itämeren eri osa-alueilla on viime aikoina kiinnitetty paljon huomiota. Joillakin alueilla tilannetta on kuvailtu huolestuttavaksi. Syitä tähän ei kuitenkaan täysin ymmärretä.

Hankealue rajoittuu tärkeisiin tunnustettuihin kutualueisiin. Silakan kutuun ja rekrytointiin kohdistuvia häiriöitä ei voida sulkea pois.

Jotta Natura 2000 -lupa voitaisiin myöntää, SFPO katsoo, että suojavyöhykettä Finngrundenin rantojen suuntaan on laajennettava."

9.2 Vastaus - Natura 2000 -lupahakemus

Silakan kutua ja siihen kohdistuvia vaikutuksia kyseisillä Natura 2000 -alueilla on kuvattu aiemmassa vastauksessa Natura 2000 -lupahakemusta koskevaan lisätietopyyntöön, luvuissa 7 ja 8.2 (Deep Wind Offshore 2024b).

Silakka todellakin kutee Finngrundenin Natura 2000 -alueilla. Vaikutukset näihin alueisiin ovat merkityksellisiä vain tuulipuiston rakennusvaiheessa, sillä paalutuksesta ja sameudesta aiheutuva melu voi levitä Finngrundeniin.

Sameuden osalta sedimentin leviämisanalyysi osoittaa, että Finngrundenin Natura 2000 -alueiden sameuspitoisuus on alhainen ja lyhytkestoinen. Yhteenvetona voidaan todeta, että pohjan suurin sameus vain

ylittää 10 mg/l suspendoitunutta kiintoainetta pienillä alueilla Finngrundet Östrassa. Muilla alueilla pohjaveden enimmäispitoisuus on 5 mg/l. Yli 10 mg/l sameuspitoisuudet Finngrundet Östrassa eivät myöskään kumulatiivisesti kestä yli 12 tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että kaiken kaikkiaan koko rakennusvaiheen aikana yli 10 mg/l kiintoainepitoisuuksia ei esiinny yli 12 tunnin aikana. Tätä voidaan verrata luonnollisiin vaihteluihin, joita esiintyy esimerkiksi voimakkaiden tuulten aikana. Esimerkiksi Juutinrauman luonnolliset sameuspitoisuudet ovat tyynellä säällä 1-4 mg/l ja myrskyjen aikana 5-15 mg/l, ja paikoitellen pitoisuudet voivat olla jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Olof Skötkonungin rakentamisen seurauksena Finngrundetin Natura 2000 -alueilla odotettavissa olevien tasojen ja kestojen kaltainen sameus on siis täysin verrattavissa voimakkaiden tuulten aikana luonnostaan esiintyvään sameuteen. Vaikutuksen lyhyen keston ja luonnossa todennäköisesti säännöllisesti esiintyvien tasojen vuoksi on hyvin epätodennäköistä, että sameus vaikuttaisi silakan kutuun ja lisääntymiseen Finngrundetin Natura 2000 -alueilla.

Kalojen välttämistä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, vaikka tutkittaisiinkin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on todettu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 μ Pa:ssa ja säikähdyksireaktiot tai pakokäyttäytyminen SPL 170 dB re. 1 μ Pa:ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 μ Pa²s (Peña et al. 2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 μ Pa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia (NOAA 2023). Ruotsalaisessa raportissa vuodelta 2025 sen sijaan ehdotetaan kynnysarvojen tasoa SEL 135 ja 157 dB re. 1 μ Pa²s välillä, jossa alempi arvo osoittaa reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat kuitenkin reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasoja, joilla pakeneminen tai välttäminen tapahtuu.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) on käsitelty vaikutuksia Itämeren silakan käyttäytymiseen ja niitä on käsitelty kohdassa 7.3. Jatkokehityksenä, vaikkakaan ei mallintamisena, on lähteä liikkeelle Niraksen raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niissä esitetään tulos ilman vaimennustoimenpiteitä, ja välttäminen (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan) tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennetun paalutuksen osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Melun leviäminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suuntaan merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen leviämislukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Kutualueiden täydellinen puuttuminen rakentamisaikana ei siis ole vaihtoehto.

10 Ruotsin pelagisten kalojen liiton tuottajaorganisaatio (SPF).

10.1 Lausunto - Vaikutukset kaupallisesti tärkeisiin kalalajeihin

"Käytettävissä olevien tietojen perusteella SPF katsoo, että on epäselvää, voiko tuulivoimapuisto vaikuttaa silakan vaellukseen avomereltä rannikolle kutemaan ja sieltä takaisin, ja jos voi, niin miten, muun muassa vedenalaisen melun ja veden sameuden kautta, joille silakka on herkkä. Jos tämä vaellus häiriintyy, sillä voi olla erityisen vakavia seurauksia kannan selviytymiselle.

Yhtiö toteaa kalayhteisöä koskevissa asiakirjoissaan, että silakan kutu tapahtuu pääasiassa 10 metrin syvyydessä. Mielestämme tämä antaa virheellisen kuvan silakan kutemisesta, sillä Pohjanlahdella on dokumentoitua silakan kutua ainakin 30 metrin syvyyteen asti (HaV/Fiskeriverket¹), ja yhtiön on otettava tämä tieto huomioon arvioidessaan kyseisen puiston mahdollisia vaikutuksia silakan kutuun. Lisäksi yhtiön on otettava huomioon, että silakka voi kutia sekä keväällä että syksyllä ja että tämä voi tapahtua eri syvyyksissä. Tutkimuspiireissä tiedetään hyvin, että syksyllä kutevaa silakkaa koskeva tietämys on erittäin puutteellista esimerkiksi sen suhteen, missä syvyyksissä ja missä paikoissa sitä esiintyy ja mikä on keväällä ja syksyllä kutevien silakoiden osuus. SPF huomauttaa, että yritys ei anna vastauksessaan Lst Gävleborgille (kohdat 6.7 ja 6.9) mitään selvää tietoa siitä, kutevatko silakat ehdotetulla tuulivoima-alueella. Se ilmoittaa ainoastaan olettamuksensa siitä, ettei kutua esiinny, eikä SPF pidä tätä riittävänä.

Haluamme myös selvittää, onko Olof Skötkonungin perustamisella kielteisiä vaikutuksia silakan kutuun läheisellä Finngrundetilla. Mielestämme on epäselvää, voiko tuulipuiston rakentaminen ja toiminta vaikuttaa siihen ja miten se voi vaikuttaa. Silakat saattavat välttää sekä vedenalaista melua että rakennusvaiheen aikana syntyviä sedimenttitasoja. Onko vaarana, että nämä vaikutukset voivat ulottua niin pitkälle, että ne vaikuttavat silakan kutuun Finngrundetissa siten, että silakka välttelee myös tätä aluetta? On erittäin tärkeää, että kutualueisiin ei kohdistu kielteisiä vaikutuksia, sillä muutoin siitä voi olla vakavia seurauksia kalakannalle. Jos näin on, seurauksia on arvioitava pikemminkin merkittäviksi kuin vähäisiksi.

Yhtiö toteaa hakemuksessaan, että puistolla voi olla positiivisia riuttavaikutuksia, jotka johtavat kalojen kerääntymiseen perustusten läheisyyteen. Tässä yhteydessä on kuitenkin esitettävä useita tärkeitä kysymyksiä, kuten mitkä lajit kerääntyvät?

Mitä lajeja alueella alun perin esiintyi? Kertyvätkö samat lajit vai onko paikallinen ekosysteemi muuttunut? Yleisesti ottaen näyttää siltä, että pääasiassa pohjakalalajit ja kiinteillä eliöillä ruokailevat kalalajit ovat suosiossa, kun taas siitä, miten pelagiset lajit kärsivät elinympäristön muutoksesta avoimesta pelagisesta elinympäristöstä elinympäristöksi, jossa vesimassaa rikkovat kiinteät rakenteet, ei ole riittävästi tietoa."

10.2 Vastaus - Vaikutukset kaupallisesti tärkeisiin kalalajeihin .

Hankkeen vaikutuksia silakkakantaan ja Natura 2000 -alueen merkitystä silakan kutualueena on täydennetty YVA:ssa ja liitteissä esitetyn lisäksi vastauksessa täydennyspyyntöön seuraavilla lisäyksillä

Natura 2000 -lupaa (Deep Wind Offshore 2024b), luvut 7.3 ja 8.2. Näiden täydennysten tulokset esitetään lyhyesti jäljempänä.

Perämerellä esiintyy sekä keväällä että syksyllä kutevia Itämeren silakkakantoja (Faithfull et al., 2021; SwAM, 2020). Aiempia tutkimuksia kutuaikana on tehty Najadenin, Fyrskuppetin ja Finngrundenin tuulipuistojen osalta. Olof Skötkonungin kanssa päällekkäisellä Najadernan puistoalueella sijaitsevan 100 Itämeren silakan populaatiogenetiikan analyysien perusteella todettiin, että alueella on sekoitus keväällä ja syksyllä kutevia yksilöitä (Najaderna Offshore Wind AB, 2023). Finngrundet - Östra bankenin kutu esiintymistä tutkittiin eDNA:n avulla keväällä ja syksyllä (Fyrskuppet Offshore Wind AB, 2024). Sekä kevään että syksyn kutu voitiin vahvistaa. Kalatiheys oli DNA:lla mitattuna suurin kevätkutuesssa alle 10 m:n syvyyksissä. Kaikilla Finngrundenin rannoilla havaittiin toukokuussa suuria määriä sukukypsiä silakoita, elokuussa sukukypsiä kaloja ei havaittu lainkaan ja suurin osa silakoista oli nuoria kaloja (WPD, 2009; Länsstyrelsen Gävleborg, 2016). Silakan kevästä kutua tukee myös merenpohjan inventointi vuonna 2007, jolloin toukokuun aikana itä- ja länsirannalla tehtiin sukukypsyysanalyysi (Naturvårdsverket, 2010). Suurin osa Itämeren silakan kutemisesta tapahtuu 0-10 metrin syvyydessä (SLU Artdatabanken, 2025). Finngrundenissa on todettu keväällä ja syksyllä kutevien silakoiden kutu, jota todennäköisesti hallitsee kevätkutuu.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Finngrundenissa ja sen ympäristössä on useita tutkimuksia kutevasta silakasta. Ne osoittavat, että kutu tapahtuu pääasiassa keväällä nollan ja kymmenen metrin syvyydessä. Se, että silakalla on mahdollisuus kutua syvemmällä, ei vaikuta siihen, että suurin osa kutemisesta tapahtuu näillä matalammilla alueilla ja että juuri matalat alueet rannikon edustalla ovat silakalle tärkeimpiä kutualueita. Yhtiö ei myöskään aio rakentaa tuulivoimaloita 30 metriä matalammalle, joten Finngrundenin ympärillä olevat 30 metrin syvyiset alueet ovat myös syvemmille kutualueille pyrkivien silakoiden käytettävissä.

Vaikutukset Finngrundenin Natura 2000 -alueiden silakoihin ovat merkityksellisiä vain tuulipuiston rakennusvaiheessa, sillä paalutuksesta ja sameudesta aiheutuva melu voi levitä Finngrundeniin. Toiminnan aikana ei ole vaaraa melusta Natura 2000 -alueella.

Rakentamisen aikaisen sameuden osalta sedimentin leviämisanalyysi osoittaa, että sameus Finngrundenin Natura 2000 -alueilla on vähäistä ja lyhytaikaista. Yhteenvetona voidaan todeta, että pohjan suurin sameus ylittää 10 mg/l kiintoaineen määrän vain pienillä alueilla Finngrundet Östrassa. Muilla alueilla pohjaveden enimmäispitoisuus on 5 mg/l. Yli 10 mg/l sameuspitoisuudet Finngrundet Östrassa eivät myöskään kestä kumulatiivisesti yli 12 tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että kaiken kaikkiaan koko rakennusvaiheen aikana yli 10 mg/l kiintoainepitoisuuksia ei esiinny yli 12 tunnin aikana. Tätä voidaan verrata luonnollisiin vaihteluihin, joita esiintyy esimerkiksi voimakkaiden tuulten aikana. Esimerkiksi Juutinrauman luonnolliset sameuspitoisuudet ovat tyynellä säällä 1-4 mg/l ja myrskyjen aikana 5-15 mg/l. Paikoitellen sameuspitoisuudet voivat olla jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Olof Skötkonungin rakentamisen seurauksena Finngrundenin Natura 2000 -alueilla odotettavissa olevien tasojen ja kestojen kaltainen sameus on siis täysin verrattavissa voimakkaiden tuulten aikana luonnostaan esiintyvään sameuteen. Vaikutuksen lyhyt kesto ja tasot, joita todennäköisesti esiintyy luonnossa säännöllisesti, tekevät hyvin epätodennäköiseksi, että

sameudella olisi vaikutusta silakan kutuun ja lisääntymiseen Finngrundenin Natura 2000 -alueilla.

Rakennusmelun osalta arvioinnit osoittavat, että melua voidaan odottaa vältettävän alueilla, jotka ovat kauempana kuin 3 kilometrin etäisyydellä melulähteestä, joka on mallinnettu kuulovaurioriskin vuoksi. On kuitenkin huomattava, että kuulovaurioriskin mallinnus on tehty äänialtistustasolla (SEL) eikä äänenpainetasolla (SPL). Ero voidaan selittää yksinkertaisesti siten, että SPL on ääniaallon äänenpainetta eli vastaa enemmän äänitasoa, kun taas SEL on äänen kokonaisvaikutus tietyn altistumisajanjakson aikana. Kumulatiivinen SEL lasketaan mallinnuksessa 24 tunnin altistumiselle, mikä on hyvä arvo esimerkiksi kuulovaurioriskin arvioimiseksi. Näiden riski kasvaa pitkäaikaisessa altistumisessa äänelle. Siksi SPL:ää ja SEL:ää ei voida suoraan verrata toisiinsa.

Kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, vaikka tutkittaisiin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on todettu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 μPa :ssa ja säikähdyksireaktiot tai pakenemiskäyttäytyminen SPL 170 dB re. 1 μPa :ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (Peña et al. 2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 μPa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia (NOAA 2023). Ruotsalaisessa raportissa vuodelta 2025 sen sijaan ehdotetaan kynnysarvojen tasoa SEL 135 ja 157 dB re. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ välille, jossa alempi arvo osoittaa reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat kuitenkin reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasojä, joilla pakeneminen tai välttäminen tapahtuu.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) on käsitelty ja käsitelty vaikutuksia Itämeren silakan käyttäytymiseen kohdassa 7.3. Jatkokehityksenä, vaikkakaan ei mallintamisena, on lähteä liikkeelle Niraksen raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niissä esitetään tulos ilman vaimennustoimenpiteitä, ja välttäminen (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan) tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennetun paalutuksen osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Melun leviäminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suuntaan merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen leviämislukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Näin ollen ei ole mahdollista, että kutualueet jäisivät kokonaan pois rakentamisen ajaksi. Vaikutukset ovat myös vain tilapäisiä, ja ne ilmenevät Finngrundenin Natura 2000 -alueita lähinnä olevien perustusten rakentamisen aikana.

Rakentamisen aikana työskennellään yhdellä perustuksella kerrallaan. Esimerkiksi sameutta koskevat kartat ovat kumulatiivinen, yhteenlaskettu kuva kaikkien rakennustöiden aiheuttamasta sameudesta. Näin ollen melun tai sameuden vaikutukset eivät vaikuta kaikkiin puiston osiin samanaikaisesti. Puistossa ei myöskään ole sellaisia osia, joissa melu tai sameus vaikuttaisi kaloihin kielteisesti jatkuvasti useiden vuosien ajan. Vaeltavien silakoiden osalta melu ja sameus eivät vaikuta koko Olof Skötkonungin alueeseen samanaikaisesti, mutta

pienempiin alueisiin kerrallaan. Kaloilla on aina mahdollisuus pysytellä Olavinlinnassa ja Finngrundennis ja niiden ympäristössä rakentamisen aikana, vaikka häiriöt vaikuttaisivat tilapäisesti joihinkin alueisiin. Kalat ovat myös liikkuvia lajeja, jotka voivat helposti liikkua alueiden välillä. Silakoilla on näin ollen mahdollisuus hyödyntää osia alueesta kutuvaelluksellaan mereltä rannikolle milloin tahansa rakentamisen aikana.

Riuttovaikutus on todellakin myönteinen vaikutus lähinnä kovapohjaisten pohjaeläinten tai puolikalastavien lajien, kuten turskan, kannalta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että paikalliset kalat kerääntyvät näiden rakenteiden ympärille ja että ne voivat lisätä näiden lajien tuotantoa paikallisesti. Näin ollen alueella esiintyviä lajeja suositaan, jos ne käyttävät kovia pohjia. Tietätyntyyppisten lajien kerääntymisen tuulivoimaloiden perustusten ympärille on osoitettu vaikuttavan paikallisiin olosuhteisiin, mutta vain enintään 50 metrin säteellä lähimpänä perustuksia (Hammar ym. 2016). Puhtaasti pelagisten lajien, kuten silakan ja kilohailin, osalta ei ole havaittu myönteisiä vaikutuksia. Metatutkimus, joka käsitteli useita valmistuneita tutkimuksia riuttojen vaikutuksista eri kalalajeihin, ei osoittanut negatiivisia vaikutuksia pelagisiin kalalajeihin, kuten silakkaan (Methratta ja Dardick 2019). Tuulivoimaloiden väliset etäisyydet ovat myös sellaiset (kilometri tai enemmän), että sen ei voida sanoa merkitsevän merkittävää elinympäristön muutosta, vaan alueelle jää edelleen laajoja avovesialueita.

10.3 Lausunto - Muut olosuhteet

"SPF katsoo, että jos puisto hyväksytään, siihen on liitettävä seuraavat ehdot:

-suojatoimenpiteet kaloihin ja muihin vesieliöihin kohdistuvien vaikutusten minimoimiseksi rakentamisen, toiminnan ja käytöstä poistamisen aikana. Esimerkiksi tutkimukset, merenpohjatyöt ja kaapelinlaskut on ajoitettava siten, että minimoidaan vaikutukset lajien kutuun, ravinnonhankintaan ja vaellukseen alueella ja sen ulkopuolella.

On laadittava seurantaohjelmia, joilla kerätään tietoa puiston vaikutuksista meriympäristöön ja meren eliöihin, mukaan lukien erilaiset kaupallisesti tärkeät kala- ja äyriäislajit, rakentamisen jälkeen ja koko puiston elinkaaren ajan. Tutkimus ei saa rajoittua vain mahdollisten riuttojen vaikutusten selvittämiseen. Kerätyt tiedot on jaettava riippumattomien tutkijoiden ja viranomaisten kanssa."

10.4 Vastaus - Muut ehdot

Olof Skötkonungin alueella ja sen ympäristössä on useita eri lajeja, sekä pohjaeläimiä, kaloja että merinisäkkiä. Kaikkia näitä on arvioitu muun muassa sen suhteen, miten ne vaikuttavat tarvittaessa herkkiin ajanjaksoihin. Eri lajeilla on kuitenkin erilaisia herkkiä ajanjaksoja vuoden aikana, ja yhden lajin huomioon ottaminen voi olla ristiriidassa toisen lajin huomioon ottamisen kanssa. Ehdosta, jossa ei määritellä, minkälaista tarkastelua se koskee ja mihin lajeihin ja ajanjaksoihin se viittaa, tulee näin ollen hyvin laaja ja sitä on vaikea täyttää.

Seurantaohjelma laaditaan puiston mahdollisen hyväksymisen jälkeen, ja se aloitetaan ennen laitoksen töiden aloittamista. Vaikutukset meriympäristöön, meren eliöihin ja kaupallisesti tärkeisiin kalalajeihin on aiheellista sisällyttää tällaiseen ohjelmaan. Yritys ei kuitenkaan ole varma siitä, mitkä alueen kaupallisesti tärkeät simpukkalajit SFPO:n mielestä olisi tutkittava.

11 Luonnonvarakeskus (LUKE).

11.1 Lausunto - Kuteva silakka

"LUKE kiinnittää huomiota myös siihen, että hankealueeseen rajoittuvan Natura 2000 -alueen matalien alueiden merkitystä silakan kutualueina ei ole selvitetty asianmukaisesti. Ainakin rakennustöiden aikana vaikutukset voivat ulottua myös Natura 2000 -alueelle ja on mahdollista, että tuulivoimapuisto vaikuttaa myös silakan kutualueiden muodostumiseen ja liikkumiseen esimerkiksi myöhemmässä vaiheessa. Pohjanlahden silakan kutualueista ei ole kerätty systemaattista tietoa, eikä niitä oikeastaan tunneta. Tiedetään, että keväällä kutevat silakat kutevat laajalti rannikolla ja saaristossa, mutta Itämeren eteläisemmistä osista tehdyt havainnot viittaavat siihen, että syksyllä kutevan silakan kutualueet ovat matalia alueita kauempana merellä. Fingrundetin lisäksi Selkämerellä on vain muutamia laajoja ulkorantoja. Tästä ei ole luotettavaa tietoa, mutta on mahdollista, että nämä ulkoriffit ovat tärkeitä alueita Pohjanlahden syksyllä kutevan silakan (osapopulaation) kannalta. Siksi tässä yhteydessä olisi kiinnitettävä enemmän huomiota Natura 2000 -alueiden mahdolliseen merkitykseen silakan kutualueina, mutta tätä ei ole selvitetty.

Luke katsoo, että YVA-selostusta tulisi täydentää tältä osin."

11.2 Vastaus - kutu silakka

Tämä täydennys on tehty, ja se esitettiin vastauksessa Natura 2000 -lupaa koskevaan täydennyspyyntöön, liite 9 (Deep Wind Offshore 2024b). Täydennysten tulokset esitetään myös jäljempänä:

Kevätkutuisen silakan geneettiset testit ovat osoittaneet, että Perämerellä/Pohjanlahdella/Rigalahdella, Itämerellä ja Bornholmin länsipuolella on erillisiä kantoja (Jørgensen et al., 2005). Tämä jako johtuu rajallisesta geenivaihdosta, joka johtuu todennäköisesti suolapitoisuuden ja pintaveden lämpötilan eroista. Syksyllä kutevalle silakalle ei ole tehty vastaavia testejä. Itämeren silakoiden on osoitettu olevan kotiutuvia, eli ne valitsevat kutemaan samalle maantieteelliselle alueelle, jossa ne ovat syntyneet (Valentinsson ym., 2022). Tämä johtaa eriytyneisiin paikallisiin kantoihin (Nord ym. 2023). Itämeren silakka on vaelluskala, päivällä se vaelttaa eri vesisyvyyksien välillä ja kauden aikana ne vaeltavat talvehtimisalueilta, kutualueilta ja ravinnonhankinta-alueilta (Valentinsson ym., 2022; SLU Artdatabanken, 2025). Tämä tarkoittaa sitä, että eri paikalliset populaatiot sekoittuvat talvehtimis- ja ruokailualueilla ja eroavat toisistaan kutuaikana, kun ne palaavat kutualueilleen. Puistoalueella on siis todennäköistä, että suuri osa vuodesta elää rinnakkain useita populaatioita. On epäselvää, kuuluvatko rannikon edustalla kutevat silakat omaan pienempään paikalliseen kantaansa vai kuuluvatko ne kutukantaan, joka kattaa suurimman osan Selkämerestä. Tällä hetkellä ei ole olemassa maantieteellistä jakoa osakantoihin, joissa avomerellä kutevia silakoita on kartoitettu.

Itämeren silakalla on kutualueita koko Itämeren rannikkoalueella, lähinnä suuremmilla saaristoalueilla, ja keväällä kutevien silakoiden käyttämiä matalia ja syviä vesiä (Valentinsson ym., 2022). Syksyllä kutevat silakat kutevat käytettävissä olevien tutkimusten mukaan ulkosaaristoalueilla tai merenpohjalla. Suosituimmat kutualueet heijastavat myös vaelluskuvioita. On todennäköistä, että

keväällä kutevat silakat ovat vallitsevia Itämerellä, syksyllä kutevista silakoista on vain vähän tietoja, ja monet johtopäätökset on tehty vanhempien tutkimusten perusteella (Ojaveer ym., 2024). Perämeren silakan morfologiaa koskevassa tutkimuksessa havaittiin morfologinen ero keväällä ja syksyllä kutevien silakoiden välillä (Blass, 2015). Eri kutuaikoina kutevat silakat eroavat toisistaan myös geneettisesti (Barrio ym. 2016; Han, 2020). Geneettisen eron olemassaoloa on hyödynnetty Najadernan ja Fyrskeppetin tuulipuistojen kutukantojen tutkimuksessa.

Perämerellä esiintyy sekä keväällä että syksyllä kutevia Itämeren silakkakantoja (Faithfull ym., 2021; SwAM, 2020). Kutuaikojen tutkiminen on tehty Najadenin, Fyrskeppetin ja Finngrundenin tuulipuistojen osalta. Olof Skötkonungin kanssa päällekkäisellä Najadernan puistoalueella sijaitsevan 100 Itämeren silakan populaatiogeneettisistä analyyseistä todettiin, että alueella on sekoitus keväällä ja syksyllä kutevia yksilöitä (Najaderna Offshore Wind AB, 2023). Finngrundet - Östra bankenin kutu esiintymistä tutkittiin eDNA:n avulla keväällä ja syksyllä (Fyrskeppet Offshore Wind AB, 2024). Sekä kevään että syksyn kutu voitiin vahvistaa. Kalatiheys oli DNA:lla mitattuna suurin kevätkutuessa alle 10 m:n syvyyksissä. Kaikilla Finngrundenin rannoilla havaittiin toukokuussa suuria määriä sukukypsiä silakoita, elokuussa sukukypsiä kaloja ei havaittu lainkaan ja suurin osa silakoista oli nuoria kaloja (WPD, 2009; Länsstyrelsen Gävleborg, 2016). Silakan keväistä kutua tukee myös merenpohjan inventointi vuonna 2007, jolloin toukokuun aikana itä- ja länsirannalla tehtiin sukukypsyyksianalyysi (Ruotsin ympäristövirasto, 2010).

Finngrundenissa on siis vahvistettu keväällä ja syksyllä kutevan silakan kutu, jota todennäköisesti hallitsee kevätkutu. Kevätkutu tapahtuu Perämerellä huhti-kesäkuussa ja syyskutua syys-lokakuussa (Valentinsson ym., 2022; Nord, ym., 2023). Suurin osa Itämeren kutemisesta tapahtuu 0-10 metrin syvyydessä (SLU Artdatabanken, 2025).

12 Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio (FSGK).

12.1 Lausunto - Mahdolliset vaikutukset vaelluskaloihin ja kumulatiiviset vaikutukset.

"Tätä lausuntoa kirjoitettaessa on vielä vähän tietoa merituulivoiman mahdollisista vaikutuksista vaelluskalakantoihin. Kun otetaan huomioon Itämerelle ja Pohjanlahdelle suunnitellun merituulivoiman suuri määrä, rajajokikomissio pitää tärkeänä, että toimitaan ennalta varautumisen periaatteen mukaisesti ja tutkitaan perusteellisesti kaikkien suunniteltujen tuulivoimahankkeiden mahdolliset yhteis- ja kumulatiiviset vaikutukset vaelluskalakantoihin koko Itämeren alueella kokonaisuutena. Viitaten YK:n merioikeusyleissopimuksen 66 artiklaan (1 kohta) komissio huomauttaa, että "valtioilla, joiden joista anadromiset kalakannat ovat peräisin, on ensisijainen intressi ja vastuu näistä kannoista". Suomen ja Ruotsin on merioikeusyleissopimuksen mukaisina alkuperävaltioina varmistettava, että merituulivoiman rakentaminen tai tuotanto ei vaikuta haitallisesti Torne- ja Kalixjoen lohikantoihin. Rakentamisella voi olla rajat ylittäviä vaikutuksia, jotka on otettava huomioon vaikutusten arvioinnissa."

12.2 Vastaus - Mahdollinen vaikutus vaelluskaloihin ja kumulatiiviset vaikutukset.

Vaikutustekijät, joiden arvioidaan mahdollisesti vaikuttavan lohen vaellukseen, ovat rakennusmelu ja sähkömagneettiset kentät (EMF) (Koehler et al. 2024). Kuten on tutkittu ja tiivistetty jäljempänä (12.4), lohen vaellus ravinto- ja kutuvaelluksen aikana tapahtuu pääasiassa rannikoiden kautta; tiedoissa on puutteita siitä, missä määrin merta käytetään vaelluksen aikana, mutta tämän katsotaan olevan merkitykseltään vähäistä.

Vaikutusten arvioinneissa on oletettu, että Olavin Slotkonungissa esiintyy lohta, sillä mahdolliset lajit on otettu huomioon myös pahimmassa tapauksessa. Seuraukset lohelle on arvioitu tässä raportissa vähäisiksi (Lindberg 2024). Tämä koskee rakentamisvaiheessa tuulipuistoalueella olevia kaloja. Vaelluskalojen osalta tämä ei todennäköisesti päde, sillä kuten mainittu, ne liikkuvat lähempänä rannikoita. Olof Skötkonungissa ja sen ympäristössä olevat kalat ovat todennäköisesti siellä metsästäjänä. Tilapäisen kuulovaurion riski syntyy silakalle, kun suojatoimenpiteet toteutetaan enintään 650 metrin etäisyydellä melulähteestä. Lohen kuulo on herkempi kuin silakan ja se ui nopeammin, joten tämän lajin osalta etäisyys on todennäköisesti pienempi. Näin ollen ei odoteta melun vaikuttavan lohen vaellukseen rannikkoa pitkin. Vaikka vaellus ei todennäköisesti kulkisikaan alueen kautta, väistämiskäsi on olemassa vain pienellä alueella yhden pisteen ympärillä kerrallaan. Siksi on epätodennäköistä, että tämä olisi este vaellukselle.

Sähkömagneettisen kentän vaikutus on mainittu myös aiemmissa vaikutustenarvioinneissa, joissa seurauksia on pidetty merkityksettöminä (Lindberg 2024). Vaelluksensa aikana lohet hyödyntävät pääasiassa vesipatsaan ylimpiä kolmea metriä, mutta myös lyhyempiä, yli 10 metrin sukelluksia tapahtuu (Westerberg ym. 1999). Tuulipuistoon suunnitellut kaapelit upotetaan maan alle, joten sähkömagneettisten kenttien odotetaan olevan hyvin pieniä lähellä pohjaa olevalla alueella. Jo muutaman metrin etäisyydellä merenpohjasta magneettikentän voimakkuus on alhaisempi kuin päivittäisinä luonnollisina vaihteluina esiintyvät tasot (Lindberg 2024). Näin ollen sekä ruokailun että kutuvaelluksen aikana suurin osa lohen ajasta vietetään vesipatsaassa kaukana kaapeleista. Loheet eivät voi edes lyhyiden sukellusten aikana joutua tilapäisesti kosketuksiin sähkömagneettisten kenttien tasojen kanssa, jotka ovat korkeammat kuin Maan magneettikentän vaihtelut, joita näin ollen esiintyy päivittäin. Ei ole näyttöä siitä, että näin alhaisilla sähkömagneettisilla kentillä olisi vaikutusta lohen vaellukseen.

Sen vuoksi pidetään epätodennäköisenä, että Olof Skötkonungin rakentaminen tai toiminta häiritsisi lohen vaellusta, koska vaikutuksia pidetään vähäisinä tai merkityksettöminä puistoalueella ja koska käytävissä olevat tutkimustulokset osoittavat rannikoiden olevan vaelluksen kannalta tärkeimpiä alueita, joilla vaikutuksia ei esiinny.

12.3 Mielipide - Tietämättömyys lohen vaellustottumuksista

"Liitteessä B7 - Olof Skötkonungin kalayhteisöä koskevat tutkimukset kuvataan seuraavaa:

"Lohet vaeltavat rannikkoa pitkin pohjoiseen (Siira ym., 2009) ja taimenet vaeltavat koko Itämeren alueella, ja suurin osa niistä pysyttelee rannikoiden läheisyydessä (Thorstad ym., 2016).

Koska mahdollinen kulku ei ole lohen ja taimenen päävaellusreitti, sitä ei pidetä yhtä tärkeänä ottaa huomioon tuulipuistoalueella."

Rajajokikomissio huomauttaa, että tieto lohien vaellustottumuksista on edelleen rajallista. Käytettävissä olevat tiedot kutuvaelluksesta perustuvat saalistietoihin eli tietoihin siitä, mistä lohet on saatu saaliiksi. Nämä tiedot eivät kerro, mitä muita alueita lohet käyttävät vaelluksensa aikana tai päinvastoin, mitä alueita lohet eivät käytä.

Vielä vähemmän tietoa on saatavilla smolttien vaelluksesta. Koska tietoa ei ole riittävästi, komissio korostaa, että mahdollisten vaikutusten arvioimiseksi tarvitaan kattavampia tietoja vaelluskalojen vaellustottumuksista.

Luotettavaa tietoa lohien vaelluksesta hankealueella voitaisiin saada esimerkiksi sijoittamalla akustisia vastaanottimia hankealueen ympärille, jotta voitaisiin kerätä havaintoja akustisilla lähettimillä merkityistä lohista. Tällainen tutkimus voisi auttaa tunnistamaan sekä ravinnonhankinta- että kutulohien vaellustottumukset. Koska yksityiskohtaisempia tietoja lohien vaelluksesta suhteessa hankealueeseen ennen hankkeen toteuttamista ei ole saatavilla, on vaikea arvioida hankkeen mahdollisia vaikutuksia lohien vaelluskäyttäytymiseen."

12.4 Vastaus - Tietojen puute lohien vaelluskäyttäytymisestä .

Seuraavassa on lyhyt katsaus tietämykseen lohien vaelluksesta Pohjanlahdella sekä smoltteina että kutuaikana.

Lohien ravintovaellus

Lohet vaeltavat syntymävaelluksensa aikana etelään, ja suurin osa lohista suuntaa Itämereen, mutta suuremmat smoltit voivat sen sijaan päättää jäädä Perämerelle (Kallio-Nyberg ym. 1999; Ikonen 2006).

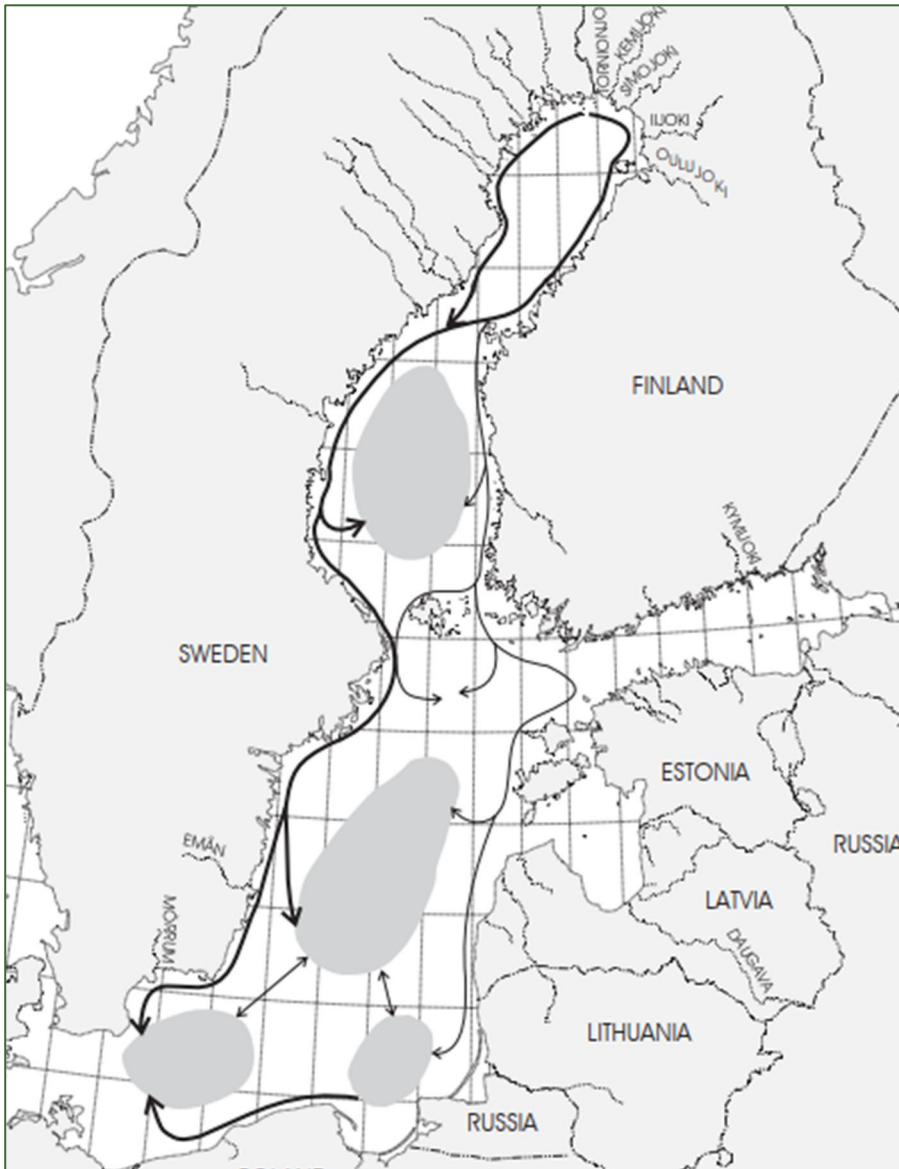
Tornionjoen, Keminjoen, Ijoen ja Ulejoen ruokailumuutosta vuosina 1984-1991 tehtiin tutkimus, jossa käytettiin merkittyjä smoltteja (Kallio-Nyberg ym. 1999). Vaellustapoihin vaikuttavat erilaiset lohikannat, silakan tiheys ja smolttien koko. Silakan rekrytoinnin koon todettiin vaikuttavan vaellukseen enemmän kuin populaatiovaihteluiden. Kun silakan rekrytointi on hyvä, suurin osa lohista pysyy Perämerellä. Eri populaatioiden välillä on kuitenkin eroja vaelluksen pituuden suhteen, esimerkiksi suurin osa Ulejoen/Oulujokeen tulevista lohista ei tutkimuksen mukaan vaella Perämeren pidemmälle. Aiemmassa tutkimuksessa, joka koski Ijoen/Iiljoen ja Nevajoen lohia, tutkittiin ravintovaelluksen pituutta merkitsemällä vuosina 1979-1982. Tutkimus vahvisti, että eri lohipopulaatiot vaeltavat eri pituisia matkoja, Nevan lohet yleensä paljon lyhyempiä matkoja kuin Ijoen/Iiljoen lohet (Kallio-Nyberg ja Ikonen 1992).

Molemmat edellä mainitut tutkimukset tehtiin viljellyillä lohilla.

Simojoen viljeltyjen, puoliviljeltyjen (viljeltyjä ja parrista vapautettuja) ja luonnonlohien vaellusta tutkittiin merkitsemällä vuosina 1986-2007 (Kallio-Nyberg ym. 2011). Luonnonlohet vaelsivat suuremmassa määrin Itämereen, kun taas kasvatetut ja puolikasvatetut lohet pysyivät lähempänä kotijokiaan Pohjanlahdella. Simojen/Simojoen lohien isotooppitutkimukset tukevat sitä, että Baltic Proper on näiden lohien ruokailualue, ja lohien jakautuminen merialueella vaihtelee vuosien mittaan ravinnon saatavuuden mukaan (Torniainen ym. 2014).

Lohien vaelluskäyttäytyminen Pohjanlahden joista tapahtuvan ravinnonsiirron aikana on useissa tutkimuksissa, joissa on käytetty merkkejä, antanut mallin, jonka mukaan lohet uivat etelään päin

Ruotsin ja Suomen rannikolla, lähinnä Ruotsin puolella (Aro, 2002; Karlsson ja Karlström 1994; Koehler ym. 2024). Ravintovaellukseen vaikuttaa voimakkaasti veden pintalämpötila, rannikot lämpenevät nopeammin ja toimivat vaelluksen aikana vaelluskäytävinä (Ikonen 2006). Kun lohet kasvavat suuremmiksi, vaellus seuraa saaliskaloja entistä enemmän (Ikonen 2006). Kuvassa 1 on esitetty yleinen kuvio, jota lohet noudattavat ravintovaelluksen aikana.



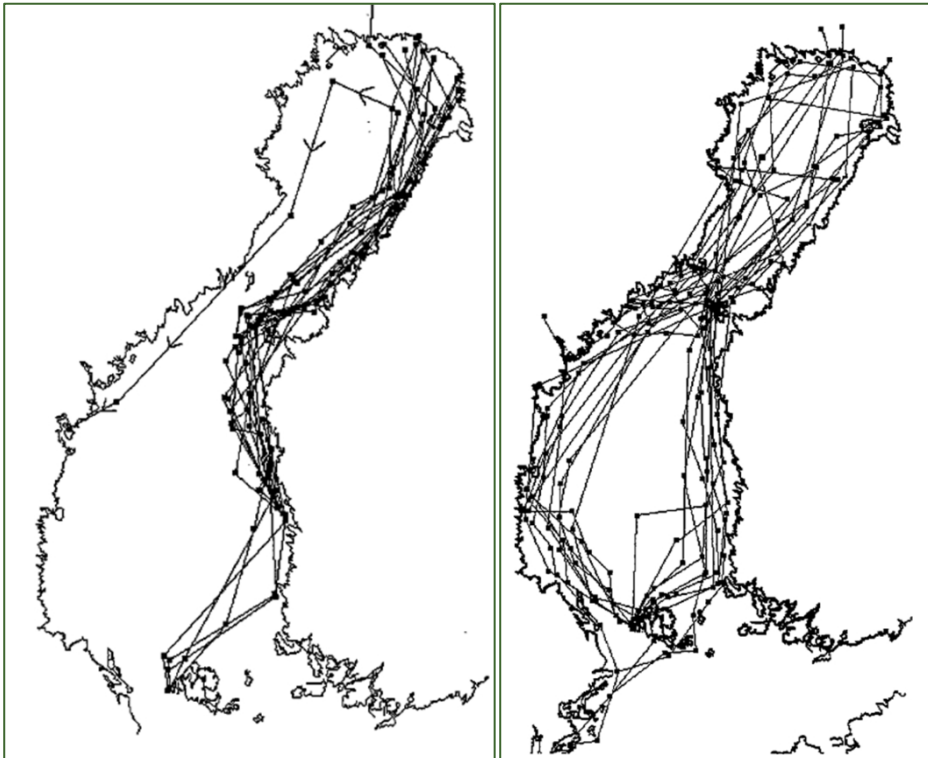
Kuva 1. Lohen ravintovaellus Ikonen (2006) mukaan.

Lohen kutuvaellus

Kutuvaelluksen aikaiset vaelluskuviot on useissa tutkimuksissa osoitettu siten, että lohet vaeltavat pääasiassa Suomen rannikkoa pitkin pohjoiseen, lohet, joiden kotijoki on Ruotsin puolella, ylittävät Norra Merenkurkun kohdalla, jossa ne uivat sekä etelään että pohjoiseen (Karlsson ja Karlström 1994; Dannewitz ym. 2020; Dannewitz ym. 2025). Lohet, jotka

vaeltavat Ahvenanmereltä, on merkitätutkimuksissa osoitettu vaeltavan sekä Ruotsin että Suomen puolella (Siira ym. 2009).

Kutuvaellusta on tutkittu rekonstruoimalla merkintöjä vuosina 1995-1997, kuva 2 (Westerberg ym. 1999). Lukemalla lämpötilaa, jossa lohet uivat, voitiin päätellä sijainti. Vuosien 1995 ja 1996 kokeiden aikana oli selvää, että Suomen rannikkoa käytettiin kutuvaellukseen. Vuonna 1997 lämpötila oli tasainen rannikon molemmin puolin, eikä tuloksia ollut helppo tulkita, mutta rannikon molemmin puolin oli kaksi vaihtoehtoa. Myös Pohjanlahden Ruotsin puoleisessa osassa kotoperäisten lohien kutuvaellus kulkee Ruotsin rannikkoa pitkin (Koehler ym. 2024).



Kuva 2. Lohen kutuvaellus Westerbergin ym. mukaan (1999). Vasemmalla vuodet 1995-1996 ja oikealla vuosi 1997.

Yhteenveto lohien vaelluksesta

Yhteenvetona voidaan todeta, että on olemassa useita tutkimuksia siitä, miten lohet vaeltavat Itämerellä ja Pohjanlahdella sekä ruokailu- että kutuvaelluksen aikana. Nämä tutkimukset ovat tuloksia merkityistä ja leimatuista lohista, eli ne eivät perustu saalistietoihin. Tutkimuksissa on käytetty sekä viljeltyjä että luonnonvaraisia lohia. Tutkimukset osoittavat, että ravintovaellus tapahtuu pääasiassa Itämeren rannikolla, mutta myös Perämerellä ja Pohjanlahdella. Lohilla on siis mahdollisuus olla Olof Skötkonungin alueella ravinnonhankintansa aikana, mikä oletettiin edellisessä meriluontoarvojen vaikutusarvioinnissa (Lindberg 2024). Ne eivät kuitenkaan todennäköisesti vaella puistoalueen läpi. Lohen kutuvaellusta koskevat tutkimukset osoittavat, että ne vaeltavat pääasiassa Ruotsin ja Suomen rannikkoa pitkin. Perämeren keskiosassa, jossa Olof Skötkonung sijaitsee, ei ole mainittavaa kutuvaellusta. Tuulipuistolla ei siis odoteta olevan kielteisiä vaikutuksia lohien vaellukseen. Lohen vaellusta koskeva tietämys

Pohjanlahdella on näin ollen suhteellisen hyvä, eikä täydennystä pidetä tarpeellisena.

13 Etelä-Pohjanmaa ELY

13.1 Lausunto - Hydrodynaamiset seuraukset

"Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus arvioi, että hankkeen hydrodynaamiset vaikutukset voivat olla arvioitua suuremmat johtuen hankkeen tuulivaikutuksista ja sijainnista merkittävän tunturialueen vieressä (Zhang ym. 2022). Tuuli on ylivoimaisesti tärkein Perämeren virtauksia säätelevä tekijä.

Muutokset virtauksissa ja nousuvirtauksissa voivat teoriassa vaikuttaa veden lämpötiloihin, syvänmeren happipitoisuuksiin, kalojen vaellukseen, ravintoverkkoihin, veden kemiaan ja leväkukintoihin koko Perämerellä. Osa mahdollisista vaikutuksista voi olla suurempia Suomen kuin Ruotsin rannikolla, koska eteläisen Selkämeren pintavedet virtaavat yleensä itään tai koilliseen. Planktonleväkukinta eteläisellä Selkämerellä vaikuttaa jo nyt veden laatuun Pohjanmaan rannikolla. Nämä vaikutukset voivat kumuloitua, sillä Ruotsin talousvyöhykkeelle on haettu lupaa yhteensä kahdeksalle merituulivoimahankkeelle, jotka kattavat noin kolmanneksen Ruotsin talousvyöhykkeestä. Jos luvat myönnetään, tästä hankkeesta tulisi osa lähes yhtäjaksoista 190 km:n pituista tuulivoima-aluetta, jonka kumulatiiviset vaikutukset olisi arvioitava. Raportissa ehdotetut 4-7 kilometrin pituiset tuulivoimapuistot Tuulivoiman vaikutus vaikuttaa aliarvioidulta. Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus olettaa, että niin sanottu "Tuuli-aalto"-ilmiö ulottuu vähintään 30 kilometrin päähän nykyisen kokoisista tuulivoimaloista (Finserås et al., 2024)."

13.2 Vastaus - hydrodynaamiset seuraukset

Tuulipuiston tuulennopeuden aleneminen ja siitä aiheutuvat lee-vaikutukset ja hydrodynaamiset seuraukset on mallinnettu päivitetystä mallissa vuonna 2025 (Heggem et al. 2025). Tässä mallissa otetaan huomioon puiston ja sitä ympäröivän alueen batymetria. Malli osoittaa, että keskimääräisen tuulennopeuden aleneminen voimakkaissa tuulissa voi tapahtua noin 20 kilometriä tuulipuiston aluerajasta pohjoiseen/koilliseen saakka. Tuulen keskinopeuden aleneminen on tällöin 0,05-0,10 m/s luokkaa. 20 kilometrin etäisyys tarkoittaa sitä, että tuulen väheneminen ei ulotu Suomen talousvyöhykkeelle, koska etäisyys sinne on suurempi, korkeintaan hieman yli 30 km.

Mallinnus osoittaa myös, että aallonkorkeuden ja virtausnopeuden väheneminen on hyvin vähäistä. Vaikutukset kerrostumiseen ja sekoittumiseen eivät osoita pysyviä tai merkittäviä vaikutuksia lämpötila- tai suolaisuusprofileihin (Heggem et al. 2025). Tämän perusteella ei ole vaaraa vaikutuksista veden lämpötilaan tai happipitoisuuksiin pohjavedessä. Näin ollen merkittäviä vaikutuksia leväkukintoihin, kalojen vaellukseen tai ravintoverkkoihin ei ole. Mallinnuksessa havaitut vaikutukset itse puistoalueen ulkopuolella ovat pieniä, paljon pienempiä kuin vuoden aikana esiintyvät luonnolliset vaihtelut.

13.3 Lausunto - Strömmingslek

"Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen mukaan rakentamisen aikaisen sameuden ja melun vaikutukset läheisillä matalilla alueilla voivat vaikuttaa Perämeren ekosysteemiin avainlajin Itämeren silakan kautta, jos tämän lajin kutu epäonnistuu toistuvasti. Suuri osa silakan kutualueista Selkämerellä sijaitsee alueella

hankkeen vaikutusalueella. Riskitekijöihin kuuluvat paalutusmelun karkottava vaikutus kutualueisiin (jopa alle mallinnetun TTS-kynnysarvon), jopa valon sameuden vaikutus kutupaikan valintaan ja vuosien valon sameuden vaikutus levävyöhykkeiden syvyysrajoihin. Silakan arvioidaan muodostavan yli 90 prosenttia Perämeren kalabiomassasta, ja sen kannan tila vaikuttaa moniin uhanalaisiin lajeihin ja ekosysteemipalveluihin."

13.4 Vastaus - Silakan kutu

Itämeren silakat kutevat pääasiassa 0-10 metrin syvyydessä (SLU Artdatabanken 2025). Tämä tarkoittaa, että Olof Skötkonung ei ole tärkeä kutualue, mutta viereiset Natura 2000 -alueet Finngrundens ovat. Finngrundensin Natura 2000 -alueiden silakkaan kohdistuvat vaikutukset ovat merkityksellisiä vain tuulipuiston rakennusvaiheessa, sillä paalutuksesta ja sameudesta aiheutuva melu voi levitä Finngrundeniin. Toiminnan aikana Natura 2000 -alueella ei ole vaaraa melusta tai sameudesta.

Rakentamisen aikaisen sameuden osalta sedimentin leviämisanalyysi osoittaa, että sameus Finngrundensin Natura 2000 -alueilla on vähäistä ja lyhytaikaista. Yhteenvedona voidaan todeta, että pohjan suurin sameus ylittää 10 mg/l kiintoaineen määrän vain pienillä alueilla Finngrundet Östrassa. Muilla alueilla pohjaveden enimmäispitoisuus on 5 mg/l. Yli 10 mg/l sameuspitoisuudet Finngrundet Östrassa eivät myöskään kestä kumulatiivisesti yli 12 tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että kaiken kaikkiaan koko rakennusvaiheen aikana yli 10 mg/l kiintoainepitoisuuksia ei esiinny yli 12 tunnin aikana. Tätä voidaan verrata luonnollisiin vaihteluihin, joita esiintyy esimerkiksi voimakkaiden tuulten aikana. Esimerkiksi Juutinrauman luonnolliset sameuspitoisuudet ovat tyynellä säällä 1-4 mg/l ja myrskyjen aikana 5-15 mg/l. Paikoitellen sameuspitoisuudet voivat olla jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Näin ollen Olof Skötkonungin hankkeen rakentamisen seurauksena Finngrundensin Natura 2000 -alueilla odotettavissa olevat sameustasot ja niiden kesto ovat täysin verrattavissa voimakkaiden tuulten aikana luonnostaan esiintyviin sameustasoihin. Koska luonnossa todennäköisesti säännöllisesti esiintyvien tasojen vaikutusaika on lyhyt, on hyvin epätodennäköistä, että sameus vaikuttaisi silakan kutuun ja lisääntymiseen Finngrundensin Natura 2000 -alueilla.

Rakennusmelun osalta arvioinnit osoittavat, että melua voidaan välttää alueilla, jotka ovat kauempana kuin 3 km päässä melulähteestä, joka on mallinnettu kuulovaurioriskin vuoksi. On kuitenkin huomattava, että kuulovaurioriskin mallinnus on tehty äänialtistustasolla (SEL) eikä äänenpainetasolla (SPL). Ero voidaan selittää yksinkertaisesti siten, että SPL on ääniaallon äänenpainetta eli vastaa enemmän äänitasoa, kun taas SEL on äänen kokonaisvaikutus tietyn altistumisajanjakson aikana. Kumulatiivinen SEL lasketaan mallinnuksessa 24 tunnin altistumiselle, mikä on hyvä arvo esimerkiksi kuulovaurioriskin arvioimiseksi. Näiden riski kasvaa pitkäaikaisessa altistumisessa äänelle. Siksi SPL:ää ja SEL:ää ei voida suoraan verrata toisiinsa.

Kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, vaikka tutkittaisiin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on todettu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 μ Pa:ssa ja säikähdyksireaktiot tai pakenemiskäyttäytyminen SPL 170 dB re. 1 μ Pa:ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 μ Pa²s (Peña et al.

2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 μPa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia (NOAA 2023). Ruotsalaisessa raportissa vuodelta 2025 sen sijaan ehdotetaan kynnysarvojen tasoa SEL 135 ja 157 dB re. 1 μPa^2s välille, jossa alempi arvo osoittaa reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat kuitenkin reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasojä, joilla pakeneminen tai välttäminen tapahtuu.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) on käsitelty vaikutuksia Itämeren silakan käyttäytymiseen ja niitä on käsitelty kohdassa 7.3. Jatkokehityksenä, vaikkakaan ei mallintamisena, on lähteä liikkeelle Niraksen raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niissä esitetään tulos ilman vaimennustoimenpiteitä, ja välttäminen (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan) tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennetun paalutuksen osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Melun leviäminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suuntaan merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen leviämislukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Kutualueiden täydellinen poissaolo rakennusaikana ei siis ole vaihtoehto.

13.5 Lausunto - Vieraslajien riski

"Hankkeen rakennuskoneet ja -rakenteet voivat aiheuttaa lisääntyneen vieraslajien riskin muuhun meriliikenteeseen verrattuna, kun organismeja tai sedimenttejä jää loukkuun laitteiden sisälle, kun laitteita käytetään pitkään samalla alueella tai kun esimerkiksi perustuksia ylläpidetään muilla merialueilla, joissa paikalliset eliöt voivat kiinnittyä niihin." Mahdolliset lämpövuodot lisäävät riskiä siitä, että hanke toimii ponnahduslautana, sillä Pohjanlahden talvilämpötilat ovat yksi tärkeimmistä esteistä vieraslajien asettumiselle. Hankkeen toteuttajan arvioissa, jonka mukaan hanke ei edistäisi planktonisten toukkavaiheiden organismien leviämistä Selkämerellä, ei oteta huomioon sitä, että monien lajien leviämismatka on vain kymmeniä kilometrejä ja että niiden leviäminen rannikkoa pitkin voi kestää vuosikymmeniä tästä ekologisesta syystä."

13.6 Vastaus - Haitallisten vieraslajien riski

Yhtiö ei laske kuumaa vettä, lämpöpäästöä, joka voi suosia vieraslajien asettumista. Muita lämpöpäästöjä, kuten kaapeleiden ylimääräistä lämpöä, käsitellään meriluontovaikutusten arvioinnin luvussa 6.4. Kaapeleiden ylimääräinen lämpö jäähdytetään tehokkaasti ympäröivällä vedellä, eikä suoraan merenpohjaan asennettuja kaapeleita koskevissa tutkimuksissa ole havaittu lämpötilan nousua kaapelissa tai ympäröivässä vedessä (Taormina et al. 2020). Kun kaapelit on haudattu, sedimentissä syntyy jonkin verran lämpöä, mutta lähempänä vedenpintaa tämäkin on lähes olematonta veden jäähdyttävän vaikutuksen vuoksi. Näin ollen puistosta ei synny lämpöpäästöjä, jotka vaikuttaisivat ympäröiviin talvilämpötiloihin.

Yhtiö toteaa, että perustukset rakennetaan kuivana eikä veteen, joten ei ole vaaraa, että vieraslajit vakiintuisivat rakentamisen aikana. Kuljetukseen käytetään ainoastaan kansainväliseen meriliikenteeseen luokiteltuja aluksia, ja kaikkia painolastiveden käsittelyä koskevia kansallisia ja kansainvälisiä sääntöjä ja yleissopimuksia noudatetaan. Ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että kuljetuksen mukana kulkeutuu vieraslajeja. Sama pätee kuitenkin myös muuhun kansainväliseen merenkulkuun alueella.

Yhtiö seuraa alan tutkimuksen ja viranomaisten kansainvälistä kehitystä, ja se on valmis sisällyttämään hankkeen ympäristöohjelmaan lisätoimenpiteitä asianomaisten viranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa neuvotellen, jotta voidaan vähentää vieraslajien leviämiskärsiä.

14 Lapin alueneuvosto Lapin maakuntahallitus

14.1 Lausunto - Lohi

"YVA-selostuksessa suunnitellun tuulipuiston vaikutukset Suomen alueille arvioidaan vähäisiksi. Kokonaisympäristövaikutukset yli kansallisten rajojen arvioidaan vähäisiksi. Lohikalojen osalta

Sähkömagneettiset kentät voivat hidastaa aikuisten kalojen vaellusta (kuva B9, s. 47). Merituulipuiston kaapeleiden ympärille on raportoitu muodostuvan sähkömagneettinen kenttä (kuva C). Alue on yksi lohille, mutta lohien kutuvaelluksen arvioidaan olevan alueen kautta epätodennäköistä (liite B7, s. 20)."

"Lapin liitto haluaa kiinnittää huomiota mahdollisiin vaikutuksiin Tornejoen lohelle. Lapin liitto haluaa huomauttaa, että Tornedalenin lohella on suuri kulttuurinen, ekologinen ja taloudellinen merkitys Tornedalenissa ja laajemminkin Perämerellä ja Itämerellä. On arvioitu, että Tornionjoen lohi vaeltava ravinnon perässä aina eteläiselle Itämerelle asti. Jos merituulivoimahanke yksin tai yhdessä muiden merituulivoimahankkeiden kanssa vaikuttaa Tornionjoen vaeltaviin lohiin, kyseessä on rajat ylittävä vaikutus. Tätä vaikutusta ei ole otettu huomioon kuulemisasiakirjoissa."

14.2 Vastaus - Lohi

Pohjanlahdella vaeltavat lohet vaeltavat pääasiassa Ruotsin ja Suomen rannikkoa pitkin sekä kutuvaelluksen aikana että jokien vaelluksilla ruokailualueille. Siksi on epätodennäköistä, että Olof Skötkonung olisi lohien tärkeä vaellusreitti, mutta on hyvin mahdollista, että lohet liikkuvat alueella ravinnonhankintaa varten, mikä on otettu huomioon merellisten vaikutusten arvioinnissa (Lindberg 2024). Tämän asiakirjan luvussa 7.4.5 kuvataan sähkömagneettisten kenttien vaikutusta lohiin. Jäljempänä esitetään lyhyesti tämän luvun kehitys:

Tutkimuksissa, jotka koskivat vedenalaisia kaapeleita suoraan niiden jokien vieressä, joihin Pohjois-Amerikan lohet vaeltavat, on havaittu jonkin verran vaelluksen viivästymistä, mutta ne eivät vaikuttaneet onnistuneiden vaellusten määrään eivätkä kykyyn löytää oikea vesistö (Kavet ym. 2016; Fisher ja Slater 2010). Olof Skötkonungin tapauksessa kaapelit on upotettu merenpohjan alle vähintään 30 metrin syvyyteen. Näiden kaapeleiden lähettämän magneettikentän voimakkuus on 0,7 μ T merenpohjassa suoraan kaapelin yläpuolella, ja voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa. Jo muutaman metrin päässä voimakkuus on pienempi kuin Maan magneettikentän päivittäin tapahtuvat vaihtelut (Lindberg 2024).

Vaelluksensa aikana lohet käyttävät enimmäkseen vesipatsaan ylimpiä 3 metriä, mutta myös lyhyempiä sukelluksia yli 10 metrin korkeuteen esiintyy (Westerberg ym. 1999). Näin ollen sekä ruokailu- että kutuvaelluksen aikana suurin osa lohen ajasta kuluu vesipatsaassa kaukana kaapeleista (vähintään 20 metrin etäisyydellä, yleensä kauempana). Lohet eivät voi edes lyhyiden sukellusten aikana joutua tilapäisesti kosketuksiin sellaisten sähkömagneettisten kenttien kanssa, jotka ovat suurempia kuin maapallon magneettikentän vaihtelut, joita siis esiintyy päivittäin. Ei ole näyttöä siitä, että näin alhaisilla sähkömagneettisilla kentillä olisi vaikutusta lohen vaellukseen.

Sen vuoksi pidetään epätodennäköisenä, että Olavin Slottkonungin rakentaminen tai toiminta häiritsisi lohen vaellusta, koska vaikutuksia pidetään vähäisinä puistoalueella ja koska käytettävissä olevat tutkimustulokset osoittavat rannikoiden olevan vaelluksen kannalta tärkeimpiä alueita, joilla puistoalueelta tuleva vaikutus on olematon.

15 Lounais-Suomen kalatalousviranomainen

15.1 Lausunto - Kalakanta

"Kalakannasta ei ole tehty kenttätutkimuksia, mutta kirjallisuuskatsaus vaikuttaa riittävältä. Vaikutusmekanismit on pääosin tunnistettu. Melun ja sameuden vaikutuksia on tutkittu heikosti. Sameuden mallintamisessa ei ole otettu huomioon kaatopaikkoja, niiden vaikutuksia tai resuspension vaikutuksia.

Hankkeen rakennusvaiheen vaikutuksia silakan kutualueisiin läheisissä matalikoissa (Finngrunden) on aliarvioitu."

15.2 Vastaus - Kalakanta

Selitys mereen laskemisesta käsitellään DWO:ssa.

Se, miten hankkeen rakentamisvaihe vaikuttaa silakkaan ja sen kutualueeseen alueella, on kuvattu sekä merellisten vaikutusten arvioinnissa (Lindberg 2024) että tarkemmin lausunnoista annettujen täydennysten liitteessä 9 (Deep Wind Offshore 2024b). Koska kysymystä siitä, mitä tehdyissä arvioissa pidetään aliarvioituna, käsitellään tarkemmin jäljempänä olevassa lausunnossa (15.3), vastaus annetaan myös tässä lausunnossa (15.4).

15.3 Lausunto - Vaikutukset silakan kutuun ja silakkakantoihin työn aikana.

"Hankkeen lähtökohtana tulisi olla, että merituulipuiston rakentaminen ei saa vaarantaa silakan lisääntymistä ja siten silakkakantojen elinkelpoisuutta. Tuulipuistoja ei tulisi sijoittaa silakan lisääntymisalueiden läheisyyteen.

Silakan lisääntymisen kannalta on huolestuttavaa myös se, että Olof Skötkonungin hankealue sijaitsee lähellä Finngrundenia, jonka kolme parvea ovat silakan tärkeimpiä kutualueita Perämeren avomerialueella. Hakija katsoo, että merituulipuiston rakentaminen ei vaikuta silakan lisääntymiseen Finngrundenisissa. Ruotsin kalastuskeskus toteaa, että koska hankealue käytännössä rajoittuu silakan kutualueisiin, vaikutus on väistämätön.

Paalutusmelun mallintaminen on osoittanut, että rakennustöiden melu vaikuttaa fyysisesti kaloihin jopa 10-15 kilometrin etäisyydellä (TTS-kynnysarvo). Melu voi johtaa kalojen loukkaantumiseen ja jopa kuolemaan.

Rakennusmelu häiritsee kutua samalla tavalla kuin se vaikuttaa muutenkin kalojen käyttäytymiseen. Rakennusmelu ja veden sameus karkottavat kalat, voivat häiritä kalojen vaelluskäyttäytymistä ja kutualueiden läheisyydessä olevien karien rantojen ympärille kerääntymistä. Melu voi vahingoittaa kaloja, jotka yrittävät päästä kutualueille, ja myös perustusten luona tapahtuva kutu voi häiriintyä melusta. Kutualueille laskeutuvat kiinteät hiukkaset haittaavat mätiä, jotka voivat tukehtua ja kuolla.

Rakennustoimenpiteet heikentävät silakan lisääntymistä lähialueella. Ongelma pahenee, jos rakennustöitä tehdään lähistöllä useita vuosia peräkkäin, jolloin osakannat voivat romahtaa. Tästä syystä merituulipuistojen sijoittamisessa ja rakennustöissä olisi noudatettava ennalta varautumisen periaatetta, jotta puistojen rakentaminen ei vaaranna kalakantojen hyvinvointia eikä häiritse ja/tai vaikeuta kalojen luonnollista lisääntymiskiertoa.

Lupaa Olof Skötkonungin merituulipuiston rakentamiseen ei tulisi myöntää ainakaan hakemuksessa kuvatulla tavalla. Vähintäänkin on jätettävä riittävän laaja rakentamaton vyöhyke kalojen lisääntymiseen soveltuvien alueiden suojelemiseksi. Kutualueita ei saa häiritä samalla alueella useana vuonna peräkkäin. Siksi aikataulut on synkronoitava naapurihankkeiden kanssa."

15.4 Vastaus - Vaikutukset silakan kutuun ja silakkakantoihin töiden aikana .

Yhtiön sitoutuneet suojelutoimenpiteet (YVA:n luku 11.2) tarkoittavat, että rakentamista ei toteuteta kahden kilometrin säteellä vierekkäisistä matalikoista, joiden syvyys on alle 30 metriä. Tämä tarkoittaa, että laitos ei sijaitse Finngrundenin Natura 2000 -alueiden ja silakan kutualueiden välittömässä läheisyydessä, mutta puskurivyöhyke on olemassa. Rakentamattomaan vyöhykkeeseen on siis jo sitouduttu suojelutoimenpiteissä.

Yritys on sitoutunut myös käyttämään äänenvaimennusta perustusten paalutuksessa. Kun käytetään kaksinkertaista kuplaverkkoa tai vastaavaa, etäisyys, jonka sisällä silakka on vaarassa saada TTS:n, on alle 200 metriä kaikissa paikoissa lukuun ottamatta yhtä paikkaa, jossa etäisyys on 650 metriä. Kun käytetään yksittäistä kuplaverkkoa, etäisyys on alle 200 metrin ja 3 kilometrin välillä melulähteestä. Melumallinnuksessa esitetyt luvut osoittavat myös, että melun leviäminen Finngrundenin suuntaan on topografian vuoksi vähäistä ja että kummassakaan lieventämisehdotuksessa silakan TTS-riskin ja Natura 2000 -alueen välillä ei ole päällekkäisyyttä (Niras 2023). Finngrundenin Natura 2000 -alueella oleville silakoille ei siis aiheudu tilapäistä kuulovaurioriskiä näiden lieventämistoimenpiteiden vuoksi.

Rakennusmelusta mahdollisesti aiheutuvan väistämisen voidaan odottaa ulottuvan laajemmille alueille kuin silakan kuulovaurioriskin osalta mallinnettu 650 m-3 km etäisyys melulähteestä vaimennusmenetelmästä riippuen. On kuitenkin huomattava, että kuulovaurioriskin mallinnus tehdään äänialtistustasolla (SEL) eikä äänenpainetasolla (SPL). Yksinkertaistettuna ero voidaan selittää siten, että SPL on ääniaallon äänenpainetaso, eli enemmän

vastaa äänitasoa, kun taas SEL on äänen kumulatiivinen vaikutus tietyn altistumisajan aikana. Kumulatiivinen SEL lasketaan mallinnuksessa 24 tunnin altistumiselle, mikä on hyvä arvo esimerkiksi kuulovaurioriskin arvioimiseksi. Näiden riski kasvaa pitkäaikaisessa altistumisessa äänelle. Siksi SPL:ää ja SEL:ää ei voida suoraan verrata toisiinsa. Ei ole varmaa, että äänenpaineet, jotka kumulatiivisesti uhkaavat aiheuttaa tilapäistä kuulon heikkenemistä pitkän altistumisjakson jälkeen, ovat paljon korkeampia kuin ne, jotka aiheuttavat välttämistä.

Kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymisvaikutuksista, vaikka tutkittaisiin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on havaittu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 μ Pa:ssa ja säikähäysreaktioita tai pakenemiskäyttäytymistä SPL 170 dB re. 1 μ Pa:ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 μ Pa²s (Peña et al. 2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 μ Pa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia (NOAA 2023). Ruotsalaisessa raportissa vuodelta 2025 sen sijaan ehdotetaan kynnysarvojen tasoa SEL 135 ja 157 dB re. 1 μ Pa²s välille, jossa alempi arvo osoittaa reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat kuitenkin reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasoja, joilla pakeneminen tai välttäminen tapahtuu.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) on käsitelty vaikutuksia Itämeren silakan käyttäytymiseen ja niitä on käsitelty kohdassa 7.3. Jatkokehityksenä, vaikkakaan ei mallintamisena, on lähteä liikkeelle Niraksen raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niissä esitetään tulos ilman vaimennustoimenpiteitä, ja välttäminen (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan) tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennetun paalutuksen osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Melun leviäminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suuntaan merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen leviämislukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että suurimpaan osaan alueista kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Näin ollen ei ole mahdollista, että kutualueet jäisivät kokonaan pois rakentamisen ajaksi. Vaikutukset ovat myös vain tilapäisiä, ja ne ilmenevät Finngrundetin Natura 2000 -alueita lähinnä olevien perustusten rakentamisen aikana.

Rakentamisen aikaisen sameuden osalta sedimentin leviämisanalyysi osoittaa, että sameuspitoisuus Finngrundetin Natura 2000 -alueilla on alhainen ja lyhytaikainen. Yhteenvedon voidaan todeta, että pohjan suurin sameus ylittää 10 mg/l kiintoaineen määrän vain pienillä alueilla Finngrundet Östrassa. Muilla alueilla pohjaveden enimmäispitoisuus on 5 mg/l. Yli 10 mg/l sameuspitoisuudet Finngrundet Östrassa eivät myöskään kestä kumulatiivisesti yli 12 tuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että kaiken kaikkiaan koko rakennusvaiheen aikana yli 10 mg/l kiintoainepitoisuuksia ei esiinny yli 12 tunnin aikana. Tätä voidaan verrata luonnollisiin vaihteluihin, joita esiintyy esimerkiksi voimakkaiden tuulten aikana. Esimerkiksi Juutinrauman luonnolliset sameuspitoisuudet ovat tyynellä säällä 1-4 mg/l ja myrskyjen aikana 5-15 mg/l. Paikoitellen sameuspitoisuudet voivat olla jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Samankaltainen sameus kuin tasot ja

odotettavissa Finngrundenin Natura 2000 -alueilla Olof Skötkonungin rakentamisen seurauksena ovat siten täysin verrattavissa niihin, joita esiintyy luonnossa voimakkaiden tuulten aikana. Koska luonnossa todennäköisesti säännöllisesti esiintyvien tasojen vaikutusaika on lyhyt, on hyvin epätodennäköistä, että sameus vaikuttaisi silakan kutuun ja lisääntymiseen Finngrundenin Natura 2000 -alueilla. Odotettavissa olevat tasot eivät aiheuta riskiä silakanpoikasten vahingoittumiselle tai heikentyneelle ravinnon saannille rajoitetun näkyvyyden vuoksi (Karlsson et al. 2020). Finngrundenin Natura 2000 -alueilla tapahtuva nettosedimentaatio on myös mallinnettu, ja sen arvioidaan olevan alle 1 mm kumulatiivisesti kaikkien rakennusvaiheen töiden seurauksena (DHI 2023). Näin ollen ei ole vaaraa, että matalat kutualueet peittyisivät tai kalanmunat peittyisivät ja kuolisivat rakennustöiden aiheuttaman sedimentaation seurauksena.

Rakentamisen aikana työt tehdään yksi perustus kerrallaan. Esimerkiksi sameudesta esitetyt kartat ovat kumulatiivinen, yhteenlaskettu kuva kaikkien rakennustöiden aiheuttamasta sameudesta. Kaikkiin näihin alueisiin ei siis vaikuteta samanaikaisesti. Sama pätee paalutuksesta aiheutuvaan meluun, jota esiintyy vain yhdessä paikassa kerrallaan samalla alueella, jolla sameuden lisääntyminen on merkityksellistä. Vaelluskalojen osalta melu ja sameus eivät vaikuta koko Olof Skötkonungin alueeseen samanaikaisesti, vaan pienempiin alueisiin kerrallaan. Näin ollen katsotaan, että Olof Skötkonungissa ja sen ympäristössä on runsaasti alueita, joita kalat voivat hyödyntää kutuvaelluksellaan merestä rannikolle milloin tahansa rakentamisen aikana.

15.5 Lausunto - Riuttojen vaikutus

"Hakija arvioi, että riuttavaikutuksen ansiosta hankkeilla voi olla jopa myönteinen vaikutus kalakantoihin. Tämä on epätodennäköistä, koska riuttavaikutuksen vaikutus kalakantoihin perustuu lajeihin, joita ei esiinny Perämerellä tai jotka ovat harvinaisia."

15.6 Vastaus - Riuttavaikutus

Riuttavaikutus on arvioitu meribiologisessa taustaselvityksessä (Lindberg 2024) lajista riippuen merkityksettömäksi tai positiiviseksi. Lajit, jotka voivat hyötyä, ovat pääasiassa koviin pohjiin liittyviä lajeja. Näitä on alueella useita, mutta tällä hetkellä näiden lajien kaupallinen kalastus ei ole merkittävää. Se voi kuitenkin suosia näiden lajien nykyisiä kantoja.

Kaupallisessa kalastuksessa tärkeiden lajien eli lähinnä kilohailin ja silakan osalta riuttaefekti ei osoita positiivista eikä negatiivista vaikutusta (Methratta ja Dardick 2019).

16 Suomen Kalatalouden Keskusliitto

16.1 Lausunto - Täydennyksiä tarvitaan

"Mielestämme aineistossa ei ole riittävästi huomioitu hankealueen viereisiä Natura 2000 -alueita. Tällaisia matalia alueita on melko vähän, eikä niiden merkitystä silakan kutualueelle tunneta. Tämä olisi analysoitava paremmin."

Vastaavista hankkeista annetuissa lausunnoissa olemme myös korostaneet huolestamme siitä, että alueellisempien kaloihin ja kalojen kutuun kohdistuvien vaikutusten lisäksi myös **vaelluskaloihin** kohdistuu vaikutuksia. Erityisesti lohiin, jotka vaeltavat eteläisen Itämeren ruokailualueiden ja pohjoisen jokien välillä ja joihin kaikki Itämerellä tapahtuva merituulivoiman kehittäminen vaikuttaa suuresti. Peräkkäiset tuulipuistot ja niihin liittyvät kaapeloinnit voivat häiritä lohien vaellusta merellä ja viivästyttää vaellusta kutujokiin. Ongelmana tässä on sanan "voi" korostaminen. Tällä hetkellä merituulivoiman vaikutuksista kalakantoihin ei ole riittävästi tietoa, eikä tätä tietoa ole saatavilla hankkeen toteuttajan aineistossa."

16.2 Vastaus - Täydennyksiä tarvitaan

Liitteessä 8 (Lindberg 2024) esitetään vaikutusten arviointi vaikutuksista läheisiin Natura 2000 -alueisiin. Rantojen merkitystä silakan kutualueelle on myös täydennetty Natura 2000 -lupaa koskevaan täydennyspyyntöön annetussa vastauksessa, liite 9 (Deep Wind Offshore 2024b). Myös näiden täydennysten tulokset on esitetty jäljempänä:

Keväällä kutevan silakan geneettiset testit ovat osoittaneet, että Perämerellä/Pohjanlahdella/Rigalahdella, Itämerellä ja Bornholmin länsipuolella on erillisiä kantoja (Jørgensen et al., 2005). Tämä jako johtuu rajallisesta geenivaihdosta, joka johtuu todennäköisesti suolapitoisuuden ja pintaveden lämpötilan eroista. Syksyllä kutevalle silakalle ei ole tehty vastaavia testejä. Itämeren silakoiden on osoitettu olevan kotiutuvia, eli ne valitsevat kutemaan samalle maantieteelliselle alueelle, jossa ne ovat syntyneet (Valentinsson ym., 2022). Tämä johtaa eriytyneisiin paikallisiin kantoihin (Nord ym. 2023). Itämeren silakka on vaelluskala, päivällä se vaelttaa eri vesisyvyyksien välillä ja kauden aikana ne vaeltavat talvehtimisalueilta, kutualueilta ja ravinnonhankinta-alueilta (Valentinsson ym., 2022; SLU Artdatabanken, 2025). Tämä tarkoittaa sitä, että eri paikalliset populaatiot sekoittuvat talvehtimis- ja ruokailualueilla ja eroavat toisistaan kutuaikana, kun ne palaavat kutualueilleen. Puistoalueella on siis todennäköistä, että suuri osa vuodesta elää rinnakkain useita populaatioita. On epäselvää, kuuluvatko rannikon edustalla kutevat silakat omaan pienempään paikalliseen kantaansa vai kuuluvatko ne kutukantaan, joka kattaa suurimman osan Selkämerestä. Tällä hetkellä ei ole olemassa maantieteellistä jakoa osakantoihin, joissa avomerellä kutevia silakoita on kartoitettu.

Itämeren silakalla on kutualueita koko Itämeren rannikkoalueella, lähinnä suuremmilla saaristoalueilla, ja keväällä kutevien silakoiden käyttämiä matalia ja syviä vesiä (Valentinsson ym., 2022). Syksyllä kutevat silakat kutevat käytettävissä olevien tutkimusten mukaan ulkosaaristoalueilla tai merenpohjalla. Suosituimmat kutualueet heijastavat myös vaelluskuvioita. On todennäköistä, että keväällä kutevat Itämeren silakat ovat hallitsevia, syksyllä kutevasta silakasta on saatavilla vain vähän tietoa, ja monet johtopäätökset on tehty vanhempien tutkimusten perusteella (Ojaveer ym., 2024).

Sekä keväällä että syksyllä kutevia silakkakantoja esiintyy Selkämerellä (Faithfull ym., 2021; SwAM, 2020). Kutuaikojen tutkiminen on tehty Najadenin, Fyrskeppetin ja Finngrundin tulipuistojen osalta. Olof Skötkonungin kanssa päällekkäisellä Najadernan puistoalueella sijaitsevan 100 Itämeren silakan populaatiogenetiikan analyysien perusteella todettiin, että alueella esiintyy sekoitus keväällä ja syksyllä kutevia yksilöitä (Najaderna Offshore Wind AB, 2023). Finngrundet - Östra bankenin kutualueen esiintymistä tutkittiin eDNA:n avulla keväällä ja syksyllä (Fyrskeppet

Offshore Wind AB, 2024). Sekä kevään että syksyn kutu voitiin vahvistaa. Kalatiheys oli DNA:lla mitattuna suurin kevätkutuessa alle 10 m:n syvyyksissä. Kaikilla Finngrundenin rannoilla havaittiin toukokuussa suuria määriä sukukypsiä silakoita, elokuussa sukukypsiä kaloja ei havaittu lainkaan ja suurin osa silakoista oli nuoria kaloja (WPD, 2009; Länsstyrelsen Gävleborg, 2016). Silakan keväistä kutua tukee myös merenpohjan inventointi vuonna 2007, jolloin toukokuun aikana itä- ja länsirannalla tehtiin sukukypsyyssanalyysi (Ruotsin ympäristövirasto, 2010).

Finngrundenissa on siis vahvistettu keväällä ja syksyllä kutevan silakan kutu, jota todennäköisesti hallitsee kevätkutuu. Kevätkutuu tapahtuu Perämerellä huhtikuukuuissa ja syyskutuu syys-lokakuussa (Valentinsson ym., 2022; Nord, ym., 2023). Suurin osa Itämeren kutemisesta tapahtuu 0-10 metrin syvyydessä (SLU Artdatabanken, 2025).

Vedenalaisten kaapeleiden sähkömagneettisten kenttien (EMF) vaikutusta lohiin arvioidaan liitteessä 8 (Lindberg 2024). Tätä arviointia käsitellään lyhyesti jäljempänä.

Tutkimuksissa, jotka koskivat merenalaisia kaapeleita, jotka sijaitsivat joilla, joihin Pohjois-Amerikan lohet vaeltavat, havaittiin jonkin verran vaelluksen viivästymistä, mutta se ei vaikuttanut onnistuneiden vaellusten määrään eikä kykyyn löytää oikea vesistö. Näin oli myös tutkimuksissa, joissa kaapelit oli laskettu suoraan jokien viereen (Kavet ym. 2016; Fisher ja Slater 2010). Olof Skötkonungin tapauksessa kaapelit on haudattu merenpohjan alle vähintään 30 metrin syvyyteen puistoalueella, kaukana rannikosta. Näiden kaapeleiden lähettämän magneettikentän voimakkuus on 0,7 μ T merenpohjassa suoraan kaapelin yläpuolella, ja voimakkuus pienenee etäisyyden kasvaessa. Jo muutaman metrin etäisyydellä voimakkuus on alhaisempi kuin Maan magneettikentässä päivittäin tapahtuvat vaihtelut (Lindberg 2024).

Vaelluksensa aikana lohet käyttävät pääasiassa vesipatsaan ylimpiä kolmea metriä, mutta myös lyhyempiä sukelluksia yli 10 metrin syvyyteen esiintyy (Westerberg ym. 1999). Sekä ruokailu- että kutuvaelluksen aikana suurin osa lohien ajasta kuluu siis vesipatsaassa kaukana kaapeleista (vähintään 20 metrin päässä, yleensä kauempana). Lohet eivät voi edes lyhyiden sukellusten aikana joutua tilapäisesti kosketuksiin sellaisten sähkömagneettisten kenttien kanssa, jotka ovat suurempia kuin maapallon magneettikentän vaihtelut, joita esiintyy päivittäin. Ei ole näyttöä siitä, että näin alhaisilla sähkömagneettisilla kentillä olisi vaikutusta lohien vaellukseen.

Sen vuoksi pidetään epätodennäköisenä, että Olof Skötkonungin rakentaminen tai toiminta häiritsisi lohien vaellusta, koska vaikutuksia pidetään vähäisinä puistoalueella ja koska käytettävissä olevat tutkimustulokset osoittavat rannikoiden olevan vaelluksen kannalta tärkeimpiä alueita, joilla vaikutuksia ei esiinny.

16.3 Lausunto - Kumulatiiviset vaikutukset

"Mielestämme Ruotsissa ja Suomessa toteutettavien merituulivoimahankkeiden kumulatiivisia vaikutuksia on koordinoitava ja analysoitava nykyistä enemmän, ennen kuin yksittäisille hankkeille myönnetään lupia. Siinä missä yksittäisten toimenpiteiden vaikutus voi olla rajallinen, useiden hankkeiden kumulatiivinen vaikutus voi aiheuttaa merkittävää ja peruuttamatonta vahinkoa kalakannoille ja kalataloudelle."

16.4 Vastaus - Kumulatiiviset vaikutukset

Ks. myös DWO:n vastauksen vastaus koskien Suomen tuulipuistojen sisällyttämistä kumulatiiviseen arviointiin.

Kumulatiivisten vaikutusten arviointi on tehty Olavinlinnan läheisyydessä sijaitseville lupaa hakeville tuulipuistoille, Fyrskeppetin ja Najadernan tuulipuistoille. Tämä on esitetty Natura 2000 -lupaa koskevan täydennyspyynnön vastineessa, liite 9, luku 7.

17 Ahvenanmaan maakuntahallitus

17.1 Lausunto - Ahvenanmeren ja Saaristomerен kalastajat.

"Kuulemisraportin liitteessä B8 todetaan, että merihylkeet tarvitsevat vakaata jäätä lisääntymistä ja poikasten hoitoa varten. Ahvenanmerellä ja Saaristomerellä on viime vuosina havaittu useita tapauksia, joissa merihylkeet ovat leikanneet ja hoitaneet poikasiaan maalla. Lajilla on myös ydinalueita Ahvenanmerellä ja Saaristomerellä, mitä ei ole lainkaan huomioitu taustaselvityksessä. Ahvenanmeren ja Saaristomerен rengasrannikkopopulaatiota pidetään erillisenä populaationa, jonka yksilömäärä on laskusuunnassa. Kun otetaan huomioon muut havainnot saimaannorppien liikkuvuudesta, on ajateltavissa, että saimaannorppakannan Ahvenanmaan puoleisen osan yksilöt liikkuvat Olof Skötkonungin alueella."

17.2 Vastaus - Rengasmerihylkeet Ahvenanmerellä ja Saaristomeri

Yleinen mielipide rengasmerihylkeistä on, että laji tarvitsee vakaata jäätä lisääntymiseensä (esim. Swedish Environmental Protection Agency 2011; SwAM 2017; SLU Artdatabanken 2025). Tämä ei tarkoita, etteikö joitakin poikkeuksia voisi olla, mutta niitä on pidettävä poikkeuksina eikä normina, kun on kyse rengasmerihylkeen lisääntymisbiologiasta.

Meriympäristövaikutusten arvioinnin merinisäkkäitä koskevassa arvioinnissa (Lindberg 2024) todetaan, että rengashylkeitä odotetaan esiintyvän hankealueella ja sen ympäristössä. Näin ollen vaikutusten arvioinneissa on oletettu, että näin on.

Etäisyys Ahvenanmereen ja Saaristomereen (perustuen samannimiseen EBBSA-alueeseen) on lähimmillään yli 20 kilometriä. Kielteiset vaikutukset Ahvenanmerellä ja Saaristomerellä sijaitseviin lahtiin eivät näin ollen ole merkityksellisiä Olav Skötkonungin rakentamisen tai käytön aikana.

18 ÅMHH, Ahvenanmaan ympäristö- ja terveydensuojeluviranomainen.

18.1 Lausunto - Etäisyys Ahvenanmaasta ja kumulatiiviset vaikutukset

"Parhaillaan valmistellaan huutokauppanettelyä merituulivoiman sijoittamiseksi Ahvenanmaan pohjoiselle merialueelle, joka Ahvenanmaan merialuesuunnitelmassa on luonnehdittu tuulivoiman sijoittamiseen parhaiten soveltuvaksi alueeksi."

ÅMHH toteaa, että hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa etäisyyden Ahvenanmaalle todetaan olevan noin 79 kilometriä Getan kuntaan. Ympäristövaikutusten arvioinnin luvussa 4.1 etäisyyden Ahvenanmaalle ilmoitetaan olevan 74 km. Tämä on

Sweco| PM Vastaus Olof Skötkonungin merituulipuiston lupahakemuksen yhteydessä saatuihin lausuntoihin
Toimeksiantannon numero 30088494

Päiväys 2025-05-19

Versi

Asiakirjan viite PM Lausunnot Olof Skötkonung_20250522

viittaa likimääräiseen etäisyyteen maalle, niin sanotulle Ahvenanmaan mantereelle. Etäisyys Ahvenanmaan aluevesille on sitä vastoin vain noin 50 km, mikä osuu myös Ahvenanmaan pohjoispuolella sijaitsevalle merituulivoiman kehittämisalueelle. Näillä etäisyyksillä on ympäristövaikutusten ja kumulatiivisten vaikutusten riski, jota ei ole otettu huomioon eikä arvioitu ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Jos merituulivoimaa perustetaan Olof Skötkonungin hankkeessa ja merituulivoimaa toteutetaan Ahvenanmaan pohjoispuolella, kumulatiivisia vaikutuksia syntyy useimpien arviointitekijöiden osalta, mutta todennäköisesti lähinnä merenkulun, kalojen ja kalastuksen, lintujen ja mahdollisesti lepakoiden osalta."

18.2 Vastaus - Etäisyys Ahvenanmaahan ja kumulatiiviset vaikutukset

Ks. myös DWO:n vastauksen vastaus koskien Suomen tuulipuistojen sisällyttämistä kumulatiiviseen arviointiin.

On kuitenkin lisättävä, että 50 kilometrin etäisyys on jonkin verran suuri, jotta selviä kumulatiivisia vaikutuksia voisi esiintyä. Tuulipuiston rakentamisen aikana Ahvenanmaan aluevesillä voi esiintyä 5 mg/l kiintoaineen sameuden nousua, jonka kumulatiivinen kesto koko rakentamisaikana on alle kuusi tuntia (DHI 2023). Sitoutuneilla lieventämistoimenpiteillä rakentamisen aiheuttaman melun suurin mallinnettu vaikutus on paikallaan oleviin kaloihin kohdistuva vaikutus, jonka etäisyys voi olla 21,8 km (Niras 2023). Toiminnan aikana tuulipuiston vaikutusten ei odoteta ulottuvan Ahvenanmaan alueelle. Meren luontoarvoihin kohdistuvien kumulatiivisten vaikutusten riskiä pidetään sen vuoksi pienenä väliaikaisen rakennusvaiheen aikana ja merkityksettömänä toimintavaiheen aikana.

19 Ruotsin meri- ja vesivarojen hoitovirasto

19.1 Lausunto - Muuttuneiden nykyisten olosuhteiden vaikutukset Natura 2000 -alueella

"Ruotsin meri- ja vesivarojen ministeriö katsoo, että luonnollisten virtausolosuhteiden säilyttäminen on keskeisen tärkeää Finngrundenin Natura 2000 -alueilla esiintyvien makroleväyhteisöjen ja useiden niihin liittyvien lajien kannalta. Tuulipuiston rakentamisen seurauksena muuttuneet virtausolosuhteet uhkaavat suosia hienojakoisten filamenttisten levien kasvua ja siten häiritä näitä herkkiä ekosysteemejä. Suojelusuunnitelmassa todetaan selvästi, että useat tärkeät ekologiset edellytykset luontotyyppin sublitoraalisten hiekkarantojen (1110) suotuisan suojelun tason kannalta liittyvät suoraan tai välillisesti nykyisiin olosuhteisiin, kuten se, että nykyiset olosuhteet takaavat hyvän veden vaihtuvuuden ja suuren seulontasyvyyden, että sedimentaatiota ei ole tai se on vähäistä ja että on tärkeää, että vesi on kirkasta ilman suuria hiukkaspitoisuuksia, mikä hyödyttää makroleviä, meriruohoa ja suodattavia eläinlajeja. Sublitoraalisten hiekkarantojen osalta yksi suojelutavoitteista on, että veden luonnolliset vaihtumisosuhteet eivät saa heikentyä. Riuttojen (1110) osalta, jotka ovat myös luontotyyppin osatekijä, useisiin suotuisan suojelun tason luetelluista ekologisista edellytyksistä voi vaikuttaa muuttuvat nykyiset olosuhteet, kuten vähäinen tai vähäinen sedimentaatio ja hienojakoisten filamenttisten levien vähäinen kasvu.

19.2 Vastaus - Muuttuvien nykyisten olosuhteiden vaikutus Natura 2000 -alueella.

DHI on tehnyt päivitetyn mallinnuksen siitä, miten Olof Skötkonungin tuulivoimapuisto vaikuttaa tuuleen, aaltoihin ja virtauksiin itse tuulivoimapuistoalueella ja sen lähialueilla. Tulos osoittaa, että tuulen nopeus Finngrundet Östrassa voi alentua paikallisesti jopa 2,4 prosenttia lähimpänä tuulivoimapuistoa. Virtausnopeudet ja virtausmallit Finngrundetin yllä eroavat hyvin vähän skenaariossa, jossa tuulivoimapuisto on toiminnassa, verrattuna skenaarioon, jossa tuulivoimapuistoa ei ole, mutta virtausnopeus voi kuitenkin hieman pienentyä. Elokuun pahimmassa skenaariossa, jossa on korkeat lämpötilat ja heikko tuuli, tuulipuisto ei vaikuta merkittävästi lämpötila- ja suolapitoisuusprofiileihin. Myös vedenvaihtoa koskeva mallinnus osoittaa hyvin vähäistä vaikutusta, 90 prosenttia. 90 prosenttia vedestä vaihtuu kuudessa päivässä sekä tuulipuiston kanssa että ilman sitä (Heggen et al. 2025).

Mallinnuksen perusteella tuulipuiston vaikutus on siis nähtävissä, mutta se on hyvin pieni kaikkien arvioitujen parametrien osalta ja huomattavasti pienempi kuin luonnolliset vaihtelut, joita esiintyy päivästä toiseen (Heggen et al. 2025). Näin ollen virtausnopeuksiin tai veden vaihtumiseen ei ole merkittävää vaikutusta edes mallinnetussa pahimmassa tapauksessa, jossa veden vaihtuminen tapahtuu elokuussa, jolloin tuulet ovat heikkoja ja vesi on lämmintä. Myöskään lämpötilaan tai suolapitoisuuteen ei ole merkittävää vaikutusta. Sen vuoksi ei pidetä todennäköisenä, että tuulipuisto voisi edistää hienorakeisten levien kasvua ja siten vahingoittaa Finngrundetin makroleväyhteisöjä. Mallinnuksen mukaan veden vaihtuvuuteen, näkyvyyteen, virtausolosuhteisiin ja sedimentaatioon ei ole merkittävää vaikutusta, joten näillä seikoilla ei ole vaaraa vaikuttaa kielteisesti luontotyyppien suojelun tasoon.

19.3 Lausunto - Vaikutukset kaloihin Natura 2000 -alueella rakennusvaiheen aikana.

"Sen perusteella, että silakka on osoittanut välttämiskäyttäytymistä jo 3 mg/l:n sameustasolla, HaV arvioi, että tuulivoimapuiston rakentamisen aikaiset sameustyöt aiheuttavat sen, että silakka välttelee laajoja osia Östra bankenin Natura 2000 -alueesta. Liitteessä B5 ei ilmoiteta 10 mg/l ylittävien sameustasojen kestoa, mutta todetaan kuitenkin, että 10 mg/l:n sameustason kesto Natura 2000 -alueella Östra banken vastaa yhteensä noin 0,5 päivää. Sellaisten pitoisuuksien, jotka voivat aiheuttaa samentumista silakassa, keston pitäisi kohtuullisesti vastata enintään muutamaa päivää. Sameuden kielteisten vaikutusten suhteellisen lyhyen keston vuoksi HaV katsoo, että pelkkä sameus ei todennäköisesti aiheuta merkittävää haittaa alueen tyyppisille kalalajeille."

"HaV katsoo, että käyttäytymisvaikutukset siltä osin kuin silakat, jotka todennäköisimmin kutevat Finngrundetin itärannalla, välttävät aluetta, ovat merkityksellisiä arvioitaessa toiminnan vaikutuksia Natura 2000 -alueeseen. Kaloihin kohdistuvilla käyttäytymisvaikutuksille ei ole tällä hetkellä olemassa kiinteitä kynnyksarvoja. Vaikka vedenalaisen melun kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia koskevia tutkimuksia on vain vähän, on olemassa muutamia, joita voidaan käyttää lähtökohtana. Yhdistyneessä kuningaskunnassa käytetään joskus SELSS-arvoa 135 dB re. 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ kuteville kaloille, joilla on hyvä kuulo, kuten silakalle ja kilohailille."

HaV ei pidä mahdollisena arvioida vedenalaisen melun vaikutusta Natura 2000 -alueisiin, koska asiakirjoissa ei kuvata käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia. Käyttäytymiseen kohdistuvat vaikutukset, joiden vuoksi silakka välttää kutualuetta Natura 2000 -alueella, saattavat vaikuttaa tyypillisiä lajeja koskeviin suojelutavoitteisiin, eli siihen, että lajin kasvun on oltava hyvää ja että alueella on edelleen oltava kaikille elämänvaiheille sopivia elinympäristöjä, jotka suosivat kutua, kasvua ja ravinnonhankintaa. Vedenalaisesta melusta aiheutuva vaikutus rajoittuu kuitenkin rakennusvaiheeseen, ja sitä voidaan lieventää yrityksen hakemuksessa ehdottamia suojatoimenpiteitä ja varotoimenpiteitä suuremmilla toimenpiteillä, kuten paalutuksen aikarajoituksilla ja vedenalaisen melun raja-arvoilla."

19.4 Vastaus - Vaikutukset kaloihin Natura 2000 -alueella rakennusvaiheessa.

Tutkimus sameuden vaikutuksesta Itämeren silakkaan, johon viitataan (Westerberg ym. 1996), tehtiin laboratorio-olosuhteissa. On todennäköistä, että kalat näissä ympäristöissä välttävät tämäntasoista sameutta, jos lähellä on muita sopivia vesiympäristöjä. On kuitenkin muistettava, että 3 mg/litra sameus ei ole korkea taso, vaan sitä esiintyy luonnostaan useimmissa vesissä esimerkiksi tuulen vaikutuksesta. Esimerkiksi Sundissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että sameus oli 1-4 mg/l kiintoainetta tyynellä säällä ja 5-15 mg/l myrskyisällä säällä, ja paikallisesti sameus oli jopa 40 mg/l (Valeur ja Jensen 2001). Silakka on yleinen laji Juutinrauman alueella huolimatta luonnollisesta sameustasosta, joka on joskus korkeampi kuin siellä, missä silakka on osoittanut välttelevänsä sitä. Siksi ei ole varmaa, että Finngrundenin alueella odotettavissa olevat kohonneet sameustasot johtaisivat silakan välttelyyn, koska ne vastaavat luonnollisesti esimerkiksi voimakkaiden tuulten yhteydessä esiintyviä tasoja.

Kalojen välttelyä on vaikea mallintaa useista syistä. Ensinnäkin on olemassa useita eri tutkimuksia, jotka antavat erilaisia tuloksia käyttäytymiseen kohdistuvista vaikutuksista, vaikka tutkittaisiin samaa lajia. Esimerkiksi silakoilla on havaittu reaktiokynnys SPL 163 dB re. 1 µPa:ssa ja säikähdyksireaktiot tai pakenemiskäyttäytyminen SPL 170 dB re. 1 µPa:ssa (Andersson ym. 2016). Toisessa tutkimuksessa, jossa silakoita tutkittiin ruokailumuuton aikana, ne eivät reagoineet lainkaan äänitasoihin SEL 155 dB re. 1 µPa (Peña ym. 2013). Yhdysvaltain virasto NOAA käyttää äänitasoa SPL_{RMS} 150 dB re. 1 µPa arvioidessaan kalojen käyttäytymiseen kohdistuvia vaikutuksia. Se toteaa, että vaikka se ei olekaan virallinen kynnysarvo, se on arvo, jossa mahdolliset käyttäytymisreaktiot voivat ilmetä (NOAA 2023). Lausunnossa mainittua arvoa 135 dB re. 1 µPa²s olisi raportin mukaan pidettävä hyvin konservatiivisena, kun otetaan huomioon tietämyksen taso, ja tässä raportissa ehdotetaan sen sijaan kynnystasoa 140-161 dB re. 1 µPa, jossa alempi arvo osoittaa vain reaktion alkamista ja korkeampi arvo voimakkaampaa reaktiota (Andersson ym. 2025). Tämä vastaa paremmin NOAA:n arvoja. Esitetyt arvot ovat myös reaktiokynnyksiä eivätkä välttämättä tasoja, joilla tapahtuu pakenemista tai väistämistä.

Meriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (liite 8) vaikutuksia silakan käyttäytymiseen on käsitelty ja perusteltu kohdassa 7.3. Jatkokehitys, vaikkakaan ei mallinnus, on lähteä liikkeelle Nirasin raportissaan esittämistä äänen leviämistuloksista (Niras 2023). Niissä esitetään tulos ilman vaimennustoimenpiteitä, ja välttäminen (SEL_{ss} 157 Andersson et al. 2025 mukaan) tapahtuisi tällöin 10 kilometrin säteellä äänilähteestä. Vastaavia äänen leviämistuloksia ei ole esitetty vaimennettujen paalutusten osalta, mutta voidaan olettaa, että etäisyys on silloin huomattavasti lyhyempi. Tällainen vaikutusetäisyys tarkoittaa, että vain pieniin osiin Natura 2000 -alueista kohdistuu vaikutuksia, ja vain viereisten töiden paalutuksesta. Äänen eteneminen on myös rajoitetumpaa Finngrundetin suunnassa, mikä johtuu seuraavista syistä

merenpohjan topografian vuoksi. On kuitenkin huomattava, että tämä ei ole mallinnus vaan oletus, joka perustuu mallinnettuihin äänen etenemistä koskeviin lukuihin. Tämän perusteella ei voida sulkea pois sitä mahdollisuutta, että silakkakalat välttelevät jonkin verran Natura 2000 -alueilla paalutuksen aikana lähimmissä paikoissa. On kuitenkin epätodennäköistä, että useimpiin alueisiin kohdistuu vaikutuksia samanaikaisesti, jolloin pääsy kutualueille on aina mahdollista. Näin ollen ei ole mahdollista, että kutua ei esiintyisi lainkaan rakennusaikana.

Viitteet

- Andersson, M. H., Andersson, S., Ahlsén, J., Andersson, B. L., Hammar, J., Persson, L. K. G., Phil, J., Sigra, P. ja Wikström, A. 2016. Alipaineistus vedenalaisen melun hallitsemiseksi paalutuksen aikana. Vindval, rapporti 6723.
- Andersson, M. H., Carlsson, J., Thörn, F. ja Östberg, M. Calculation of acoustic impact from pile racing for offshore wind power. FOI-R- 5730-SE.
- Aro, E. 2002. Kalojen vaellustutkimukset Itämerellä - historiallinen katsaus. ICES Marine Sciences Symposia. 2015: 361-370.
- BalticWaters, n.d.a. ReCod - How it works. Saatavilla osoitteessa: [Näin hanke toimii - ReCod](#). [Haettu 2025-04-14].
- BalticWaters, n.d.b. ReCod - pienen turskan istutus Itämerellä. Hankejakso 2020-2034. Saatavilla osoitteessa: [ReCod - pienturskan istutus Itämerellä - BalticWaters](#). [Haettu 2025-04-14].
- Barrio, A. M., Limichhaney, S., Fan, G., Rafati, N., Petersson, M., Zhang, H., Dainat, J., Ekman, D., Höppner, M., Jern, P., Martin, M., Nystedt, B., Liu, X., Chen, W., Liang, X., Shi, C., Fu, Y., Ma, K., Zhan, X., Feng, C., Gustavsson, U., Rubin, C-J., Almén, M. S., Blass, M., Casini, M., Folkvold, A., Laikre, L., Ryman, N., Lee, S. M-Y., Xu, X. ja Andersson, L. 2016. Atlantin silakan ekologisen sopeutumisen geneettinen perusta paljastuu genomien sekvensoinnin avulla. eLIFE.
- Blass, M. 2015. Morfologinen vaihtelu silakoissa (Clupea harengus membras) - kevät- ja syyskutujat Perämerellä. Ruotsin maatalousyliopiston (SLU) luonnonvara- ja maataloustieteiden tiedekunta.
- Tanskan energiavirasto, 2022 Guideline for underwater noise. Isku- tai tärinäpaalujen asennus. Toukokuu 2022.
- Dannewitz, J., Palm, S., Kagervall, A., Whitlock, R. ja Dahlgren, E. 2020. Biologinen perusta. Ruotsin lohikannat Itämerellä - tila, hyödyntäminen ja hoito. Vesivarojen osasto, makean veden laboratorio. Ruotsin maatalousyliopisto, SLU.
- Dannewitz, J., Palm, S., Whitlock, R., Leinonen, T., Dahlgren, E. ja Kagervall, A. 2025. Ruotsalaiset lohikannat Itämerellä - tiedonkeruu, kanta-analyysi ja neuvonta. Aqua reports 2025:1. Ruotsin maatalousyliopisto.
- Deep Wind Offshore, 2024a. Olof Skötkonungin tuulipuisto. Vastaus täydennyspyyntöön, joka koskee Ruotsin talousvyöhykelain mukaista lupahakemusta Olof Skötkonungin merituulipuiston rakentamista ja toimintaa varten. Dnr 2429-2024.
- Deep Wind Offshore, 2024b. Olof Skötkonungin tuulipuisto. Vastaus Olof Skötkonungin merituulipuiston rakentamista, toimintaa ja käytöstä poistamista koskevaa Natura 2000 -lupahakemusta koskevaan täydennyspyyntöön. Viite 58-2024.
- Ekeröth, N. ja Emanuelsson, A. 2024. Väli raportti Environmental toxins and sediments: Supporting material for the nature value inventory - Olof Skötkonung wind farm area, Bothnian Sea 2024. Sweco Sverige AB.

- Emanuelsson, A., Svedberg, K., Wensveen, S., Rezapoor, M., Dammand, A. ja Thorslund, R. 2024b. VÄliraportti Video: Luontoarvoinventoinnin perusta - Olof Skötkonungin puistoalue, Perämeri 2024. Sweco Sverige AB.
- Emanuelsson, A., Wensveen, S. ja Thorslund, R. 2024. VÄliraportti CTD: Supporting material for the Nature Value Inventory - Olof Skötkonung Park Area, Bothnian Sea 2024. Sweco Sverige AB.
- Faithfull, C., Koehler, B., Bergström, U., Berkström, C., Erlandsson, M., Fetterplace, L., Karlsson, A., Olsson, J., Thompson-Svanfeldt, K., Thor, P., Wikström, A. A. ja Bergström, L. 2021. Tietopohja ekosysteemipohjaista merenhoitoa varten Perämerellä. SLU, vesiluonnonvarojen laitos. Aqua-raportteja 2021:13.
- Falk, A., Russ, S. ja Emanuelsson, A. 2024. Luontoarvoinventointi - Olof Skötkonungin puistoalue, Selkämeri 2024. Sweco Sverige AB.
- Fey, D. P., Jakubowska, M., Greszkiewicz, M., Andrulewicz, E., Otremba, Z. ja Urban-Maligna, B. 2019a. 2019a. Ovatko ihmisen aiheuttamat magneetti- ja sähkömagneettiset kentät potentiaalisia uhkia kalojen varhaisille elämänvaiheille? Aquatic Toxicology 209: 150-158.
- Fey, D. P., Greszkiewicz, M., Otremba, Z. ja Andrulewicz, E. 2019b. Staattisen magneettikentän vaikutus Esox lucius -haukien toukkien kuoriutumismenestykseen, kasvuun, kuolleisuuteen ja poikaspussin imeytymiseen. Science of the Total Environment 647: 1239-1244.
- Fisher, C. ja Slater, M. 2010. Effects of electromagnetic fields on marine species: A literature review. Oregon Wave Energy Trust, 0905-00-001: syyskuu 2010.
- Fyrskuppet Offshore AB. 2024. Fyrskuppet Offshore. Liite B: Ympäristövaikutusten arviointi. Ramboll Sweden AB.
- Gullberg, K. 2025. PM. Pohjatoolaus ja pohjanläheinen toolaus on täysin hallitsevaa Perämeren lounaisosassa. Gävleborgin läänin lääninhallitus. Gävle 2025-04- 07.
- Hammar, L. ja Perry, D. And Gullström, M. 2016. Offshore-tuulivoima merensuojelun kannalta. Open Journal of Marine Science 6: 66-78.
- Han, F., Jamsandekar, M., Pettersson, M. E., Su, L., Fuentes-Pardo, A. P., Davis, B. W., Bekkevold, D., Berg, F., Casini, M., Dahle, G., Farrell, E. D., Folkvord, A. ja Andersson, L. 2020. Ecological adaptation in Atlantic herring is associated with large shifts in allele frequencies at hundreds of loci. eLIFE.
- Swedish Agency for Marine and Water Management 2017. Lajit ja luontotyytit - merihylje. Päivitetty 2017-10-11. Saatavissa: <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/vikarsal.html> [Haettu 2025-05-05].
- Swedish Agency for Marine and Water Management 2020. HaV - Leikki-ikäisten portaali. Versio 1.0 2020- 02-01. Gävleborgin lääni, avomerijärvi, Perämeri. Saatavissa: <https://havbipub.havochvatten.se/analytics/saw.dll?Dashboard> [Haettu 2023-03-17].

- Heggem, T., Gustafsson Gombrii, C., Johansson, M. ja Saremi, S. 2025.
Tuulen, aaltojen ja virtausten vaikutusten mallintaminen Olof Skötkonungin tuulipuistossa. Tuulivoimapuiston mallinnetut vaikutukset osana ympäristövaikutusten arviointia (YVA). DHI 2025-05-12.
- ICES, 2024, ICES Advice on fishing opportunities, catch and effort, Baltic Sea ecoregion. Silakka (*Clupea harengus*) osa-alueilla 30 ja 31 (Pohjanlahti) ICES Advice 2024 - her.27.3031.
- Ikonen, E. 2006. Atlantin lohen (*Salmo salar* L.) ruokailuvaelluksen ja ruokavalion rooli ja merkitys keltasäkkikuolleisuudessa (M74) Itämerellä. Helsingin yliopisto ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Jørgensen, H. B., Hansen, M. M., Bekkevold, D., Ruzzanthe, D. E. ja Loeschcke, V. 2005. Silakan (*Clupea harengus* L.) merimaisemat ja populaation geneettinen rakenne Itämerellä. *Molecular Ecology* (2005) 14, 3219-3234.
- Kallio-Nyberg, I. ja Ikonen, E. 1992. Kahden Itämeren lohikannan vaelluskäyttäytyminen. *ICES Journal of Marine Science*. 49: 191-198. 1992.
- Kallio-Nyberg, I., Peltonen, H. ja Rita, H. 1999. Kantakohtaisten ja ympäristötekijöiden vaikutus merilohen (*Salmo salar*) ruokailuvaellukseen Itämerellä. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 56: 853-861 (1999).
- Kallio-Nyberg, I., Saloniemi, I., Jutila, E. ja Jokikokko, E. 2011. Hautomokasvatuksen ja ympäristötekijöiden vaikutus merilohen selviytymiseen, kasvuun ja vaellukseen Itämeressä. *Fisheries Research* 109 (2011) 285-294.
- Karlsson, L. ja Karlström, Ö. 1994. Itämeren lohi (*Salmo salar* L.): sen historia, nykytilanne ja tulevaisuus. *Dana*. Vol 10, pp. 61-85, 1994.
- Karlsson, M., Kraufvelin, P. ja Östman, Ö. 2020. Tiedon synteesi ruoppauksen ja läjityksen vaikutuksista vesiympäristöissä kaloihin ja simpukoihin. Synteesi sameuden annoksesta ja kestosta. *Aqua reports* 2020:1. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic Resources, Drottningholm Lysekil Öregrund. 73 s.
- Kavet, R., Wyman, M. T. ja Klimley, A. P. 2016. Arvio merikaapeleiden sähkömagneettisten kenttien mahdollisista vaikutuksista vaelluskalojen käyttäytymiseen - ajanjakso: tammikuu 2014 - kesäkuu 2016. Lopullinen tekninen raportti, syyskuu 2016. OCS-tutkimus BOEM 2016-041.
- Koehler, B., Dannewitz, J. ja Bergström, L. 2024. Can offshore wind power affect migrating salmon? *Aqua notes* 2024:28. Ruotsin maatalousyliopisto, SLU.
- Lindberg, J. 2024. Tuulivoimapuiston perustamisen seuraukset Olof Skötkonungin alueelle. Arvio seurauksista meren luontoarvoihin. Sweco Sverige AB.
- Looström, J., Svedberg, K., Rezapoor, M. ja Emanuelsson, A. 2024. Väliraportti eDNA: Basis for the Nature Value Inventory - Olof Skötkonung Park Area, Bothnian Sea 2024. Sweco Sverige AB.

- Gävleborgin lääninhallitus, 2016. Natura 2000 -alueen suojelusuunnitelma SE0630262 Finngrundet Västra banken ja SE0630263 Finngrundet Norra banken.
- Messieh, S. N., Wildish, D. J. ja Peterson, R. H. 1981. Ruoppaus- ja läjitystöistä peräisin olevan sedimentin mahdollinen vaikutus Miramichi Bayn silakan kalastukseen. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1008.
- Methratta, E. T. ja Dardick, W. R. 2019. Meta-analyysi kalojen runsaudesta merituulipuistoissa. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture* **27**(2): 242-260.
- Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2011. Merihylje, *Phoca hispida*. Luontodirektiivin liitteessä 2 olevia ruotsalaisia lajeja koskevat ohjeet. NV-01162-10.
- Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2010. Selvitys avomeripenkereistä. Inventointi, mallintaminen ja luonnonsuojeluarviointi. Raportti 6385.
- Najaderna Offshore Wind AB. 2023. Alueen kuvaus ja kaloihin kohdistuvien vaikutusten arviointi. Niras Sweden AB.
- Niras, 2023. Olof Skötkonungin merituulipuisto. Vedenalainen melu, rakentaminen ja toiminta. Niras A/S 17. lokakuuta 2023.
- NOAA, 2023. National Marine Fisheries Service: Summary of endangered species act acoustic thresholds (marine nisäkkäät, kalat ja merikilpikonnat). Tammikuu 2023.
- Nord, M. B., Valentinsson, D., Hjelm, J., Ringdahl, K., Prista, N., Wennerström, L., Bergström, U. ja Gilljam, D. 2023. Itämeren TAC-tilaus, silakan korjaavat toimenpiteet. Ruotsin maataloustieteellinen yliopisto. SLU.aqua.2023.5.4-337.
- Ojaveer, H., Huwer, B., Bekkevold, D., Einberg, H., Clausen, L. W. ja MacKenzie, B. 2024. Itämeren uhanalaisen silakka-ekotyypin toukkamäärän dynamiikka spatio-temporaalisesti. *ICES Journal of Marine Science*, 2024, Vol. 81, Issue 8, 1594-1606.
- Palmkvist, J., Rezapoor, M. ja Emanuelsson, A. 2024. Pohjaeläimistön osaraportti: Luontoarvoinventoinnin tukiaineisto - Olof Skötkonungin puistoalue, Selkämeri 2024. Sweco Sverige AB.
- Peña, H., Handegard, N. O. ja Ona, E. 013. Ruokailevat silakkakannat eivät reagoi seismisiin ilmiin aallokkoihin. *ICES Journal of Marine Science* **70**(6): 1174-1180.
- Schoellhamer, D. H. 1996. Antropogeeniset sedimentin resuspension mekanismit matalassa mikrotidaalisessa suistossa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **43**: 533-548.
- Schubel, J.R., Carter, H. H. ja Wise, W. M. 1979. Katkaravunpyynti suspendoituneen sedimentin lähteenä Corups Christi Bayssä (Texas). *Estuaries* **2**(3): 201- 203.
- Siira, A., Erkinaro, J. ja Jounela, P. 2009. Paluumuuttavien merilohien juoksutusajankohdat ja vaellusreitit pohjoisella Itämerellä: vaikutukset kalastuksenhoitoon. *Fisheries Management and Ecology*. 16, 177-190.

- Smith, M., E. ja Popper, A. N. 2023. Temporary threshold shifts as a measure of anthropogenic sound effect on fishes. Teoksessa: Popper, A. N., Sisneros, J., Hawkins, A. D., Thomsen, F. (toim.) The effect of noise on aquatic life. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10417-6_154-1.
- SLU Artdatabanken 2025. Artfakta: *Pusa hispida* (*Pusa hispida*). Saatavissa: <https://artfakta.se/taxa/100104/information> [Haettu 2025-05-05].
- SLU:n lajitietokeskus 2025. Lajitietoja: Silakka (*Clupea harengus*). Saatavissa osoitteessa: SFS-tietokanta: [Silakka - Lajitietoa SLU Artdatabankenista](#). [Haettu 2025-04- 23].
- SLU:n lajitietokeskus 2020. Lajien ja niiden elinympäristöjen tila ja kehityssuunnat - Ruotsin punaisella listalla olevat lajit 2020. SLU:n lajitietokeskuksen raportteja, nro 24.
- Torniainen, J., Vuorinen, P. J., Jones, R. I., Keinänen, M., Palm, S., Vuori, K. A. M. ja Kiljunen, M. 2014. Kahden Itämeren lohipopulaation vaellusyhteydet: retrospektiivinen analyysi käyttäen mittakaavan vakaita isotooppeja. ICES Journal of Marine Science. 71 (2), 336-344.
- Valentinsson, D., Bergenius, M., Bergström, U., Jonsson, P., Wennerström, L. ja Giljam, D. 2022. Herring order in the northern Baltic Proper. Ruotsin maatalousyliopisto.
- Valeur, J. R. ja Jensen, A. 2001. Sedimentologinen tutkimus ympäristönhoidon perustana: Öresundin kiinteä yhteys. Science of the Total Environment **266**(1-3): 281-289.
- Westerberg, H., Sturlaugsson, J., Ikonen, E. ja Karlsson, L. 1999. Itämeren lohen (*Salmo salar*) vaelluksen datatallennustutkimus: käyttäytyminen ja vaellusreitti rekonstruoituna SST-tietojen perusteella. Kansainvälinen merentutkimusneuvosto. CM 1999/AA:06.
- WPD. 2009. Finngrundenin tuulipuiston ympäristövaikutusten arviointi.