

Machine translation for the purpose of ESPOO consultation.

Please note that only Chapter 15 of the EIA (Sw. MKB) has been reviewed by a Finnish speaker; the other chapters and documents have been translated by machine.

Please contact Madelene.Andersson@vinge.se if there are any unclarities regarding the translations.



Statkraft

marraskuu 2024

Liite 3.9 - Linnut

Bothnia Offshore Sigma

Valmistellut

Antopäivä

Pelagia Nature & Environment AB

11. marraskuuta
2024





PELAGIA

Raportti 2024-11-11

ORNITOLOGINEN PERUS- JA VAIKUTUSTENARVIOINTI - SIGMAN TUULIPUISTO

Statkraftin puolesta

Kirjoittaja:

Suora:

Quality reviewed by:

Vilhelm Thunberg

vilhelm.thunberg@pelagia.se

Johnny Berglund

Kenneth Karlsson

Kartat:

Julkaistu Metria AB:n luvalla, Katso Ruotsin sopimus ja Lantmäteriets open data.

Julkaistu OpenStreetMapin luvalla Open Database Licence -lisenssillä, openstreetmap.org/copyright.

Luonnonympäristön
asiantuntijat

Pelagia Nature & Environment AB
Fredsgatan 1 (Umestan Business Park)
903 47 Umeå (Uumaja)

Puh: 090-70 21 70
Mail: info@pelagia.se www.pelagia.se



Sisällysluettelo

YHTEENVETO	1
1. TAUSTA JA TARKOITUS	2
2. HANKKEEN KUVAUS	2
3. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETELMÄ	4
3.1 Vaikutustenarviointien arviointimenetelmät	4
3.2 Rajaukset	6
3.3 Lajihaku, SLU Species Portal	6
3.4 Tutkaluettelot vuonna 2024	6
4. HANKKEEN ODOTETUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	7
4.1 Kasvi	7
4.2 Drift	7
4.2.1 Elinympäristön siirtyminen	7
4.2.2 Törmäysriski	8
4.2.3 Esteen vaikutus	9
4.2 Käytöstäpoisto	9
4.3 Sigman tuulipuiston lähialueilla harjoitettava toiminta	9
5. EDELLYTYKSET JA SEURAUKSET	12
5.1 Merilintujen esiintyminen rannikolla	12
5.2 Lintujen esiintyminen Sigmassa	14
5.2.1 Muuttolinnut	15
5.2.2 Ruokailulinnut	18
5.3 Vaikutusten arviointi	19
5.3.1 Poissulkeminen	19
5.3.2 Törmäys (mukaan lukien vetovoima)	20
5.3.3 Esteen vaikutus	21
5.4 Linnuston kannalta arvokkaat suojelualueet	21
Agön-Kräkönin luonnonsuojelualue	21
Gransin luonnonsuojelualue	22
Brämönsin luonnonsuojelualue	22
Vaikutukset suojelualueisiin	23
5.5 Kumulatiiviset vaikutukset	23
6. KOKONAISARVIOINTI	23
7. VIITTEET	25
LISÄYS 1. KENTTÄRAPORTTI LINTUINVENTOINTI	1

Tiivistelmä

Sigman hankealue sijaitsee suhteellisen kaukana rannikosta, noin kahdeksan-kymmenen maakilometrin päässä lähimmästä mantereesta Björköniissä Medelpadissa ja Hornslandetissa Hälsinglandissa. Se sijaitsee myös siellä, missä Selkämeri on leveimmillään Ruotsin ja Suomen välillä. Molemmat tekijät merkitsevät sitä, että suunniteltu tuulipuisto ei vaikuta useisiin lintulajiryhmiin. Esimerkiksi kurjet ja petolinnut ovat lajeja, jotka muuttavat yleensä rannikon läheisyydessä ja kulkevat lyhintä reittiä avomerien yli. Lähin Suomeen johtava päämuuttoreitti kulkee Etelä-Kärjen ja Ahvenanmeren yli, vain runsaat kymmenen meripeninkulmaa Sigman hankealueesta kaakkoon. Norra Merenkurkku, joka on myös tärkeä yleisesti käytetty muuttoreitti Ruotsin ja Suomen välillä, sijaitsee vain runsaat kymmenen maakilometriä Sigmasta pohjoiseen. Koska etäisyys rannikosta on suuri, sopivia pesimäympäristöjä käyttävien merilintulajien siirtymisriski on vähäinen.

Sigman tuulivoimapuisto sijaitsee suurelta osin syvemmillä vesialueilla kuin mitä pohjalla ruokailevat sukeltajasorsat suosivat, mikä estää sellaisten ruokailulajien kuin lapasorsan, haahkan, mustalinnun ja lapintiiran satunnaisia esiintymisiä. Pitkäsorsat voisivat hypoteettisesti ruokailla hankealueen matalammilla alueilla talvella, kun jäätä ei ole. Vuonna 2024 tehdyt tutkatutkimukset osoittivat, että pitkäsorsan lisäksi Sigman tuulipuiston läpi kulkee muuttoreitti.

Aukit, tuulenkalat ja räyskäpyrstötaiset pesivät suurissa yhdyskunnissa Perämeren rannikolla ja käyvät suurimman osan vuodesta avomerellä ruokailemassa. Molempia lajeja voi tavata Selkämerellä ympäri vuoden jäätömissä olosuhteissa, mutta normaaleissa jääolosuhteissa ne muuttavat etelämpänä Itämerellä sijaitseville avoimille vesille. Koska molemmat lajit syövät kaloja, ne eivät ole sidoksissa matalampiin merialueisiin samassa määrin kuin simpukoita syövät sukeltajasorsat, ja ne voivat näin ollen etsiä ruokaa laajemmilta alueilta. Turskasorsimoiden on havaittu välttelevän tuulipuistoja, ja vaikka tuulenkalojen käyttäytyminen ei ole yhtä selvää, ei ole epätodennäköistä, että tuulenkalat välttelevät tuulipuistoja samalla tavoin, koska ne ovat suhteellisen läheistä sukua tuulenkaloilta.

Pesimäkauden aikana Itämeren lokit tekevät pitkiä ruokailumatkoja Selkämeren yli, ja yhdessä sen kanssa, että Itämeren lokit välttelevät tuulivoimaloita osittain vain vähän, Itämeren lokki on laji, jolla on suurin riski törmätä tuulivoimaloihin Sigman alueella. Vaikka on erittäin todennäköistä, että laji ohittaa Sigman tuulivoimapuiston, ohitusten määrän arvioidaan olevan pieni verrattuna muihin merialueelle suunniteltuihin tuulivoimapuistoihin, mikä viittaa siihen, että Sigman tuulivoimapuiston vaikutukset ovat vähäisiä. Ostersaalis, joka on myös pääasiassa kalalaji, vaikuttaa todennäköisesti samassa määrin kuin Itämeren lokki, vaikka sitä ei havaittu hankealueella tehtyjen selvitysten aikana. Myös silakka- ja harmaalokit ovat vaarassa kärsiä kielteisistä vaikutuksista, mutta mahdollisesti vähäisemmässä määrin kuin edellä mainitut lokit, koska niiden ravintotottumukset ovat yleisempiä. Myös tiiroihin voi kohdistua samankaltaisia vaikutuksia kuin lokkilokkeihin ja harmaalokkeihin.

Lajit, kuten valkoposkianhi, laulujoutsen, kyhmyjoutsen ja useat kahlaajalajit, muuttavat Perämeren yli suurina määrinä, ja niiden odotetaan kärsivän uusien tuulipuistojen rakentamisesta merialueelle. Useissa tutkimuksissa kaikki lajit ovat osoittaneet voimakasta välttelykäyttäytymistä tuulipuistoja kohtaan.

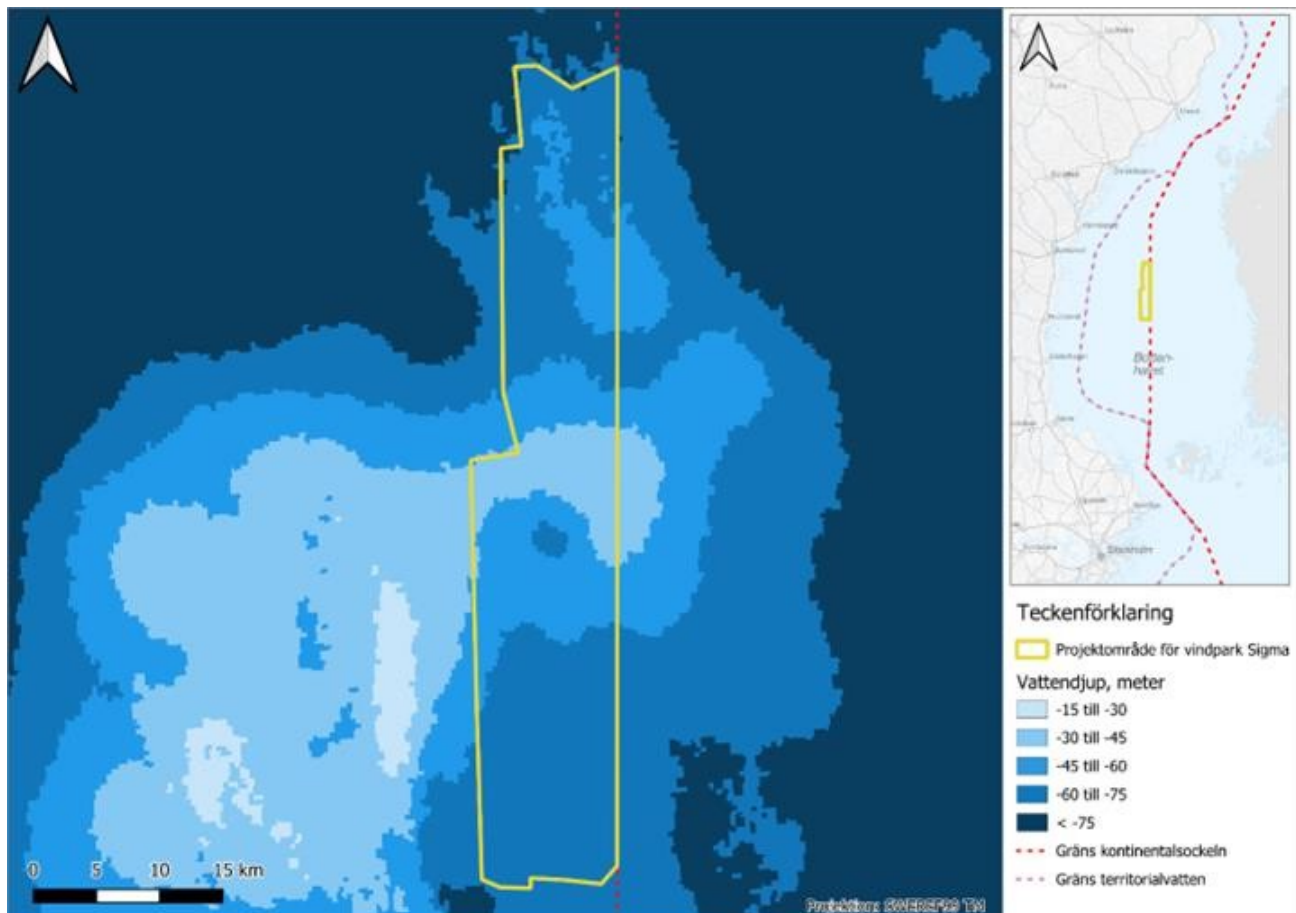
Sigman tuulipuiston kielteiset vaikutukset arvioidaan vähäisiksi. Useiden potentiaalisten tuulipuistojen kumulatiivinen estevaikutus Perämerellä voisi johtaa suurempiin kielteisiin vaikutuksiin, joiden kielteiset seuraukset olisivat vähäisiä tai kohtalaisia. Sigman estevaikutus on kielteinen vaikutus, jonka arvioidaan voivan vaikuttaa eniten lajeihin, mutta jonka arvioidaan olevan sinänsä vähäinen.



1. Tausta ja tarkoitus

Statkraft Offshore Wind AB (jäljempänä Statkraft) aikoo tutkia mahdollisuuksia perustaa Bothnia Offshore Sigma -tuulivoimapuisto (jäljempänä Sigma-tuulivoimapuisto) Perämerelle Sundsvallin ja Hudiksvallin itäpuolelle (kuva 1.1). Pelagia Nature & Environment AB (jäljempänä Pelagia) teki Statkraftin toimeksiannosta selvityksen linnuista suunnitellun tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Nykytilanteen kuvauksen lisäksi raportissa arvioidaan Sigman tuulivoimapuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana suunniteltujen toimien vaikutuksia ja seurauksia sekä arvioidaan kumulatiivisia vaikutuksia.



Kuva 1.1. Yleiskuva Sigman tuulipuiston hankealueesta, jossa sininen väriasteikko ilmaisee syvyyden välein legendan mukaisesti. Kuvassa on yleiskuva hankealueen sijainnista suhteessa Perämereen, Ruotsiin ja Suomeen.

2. Hankkeen kuvaus

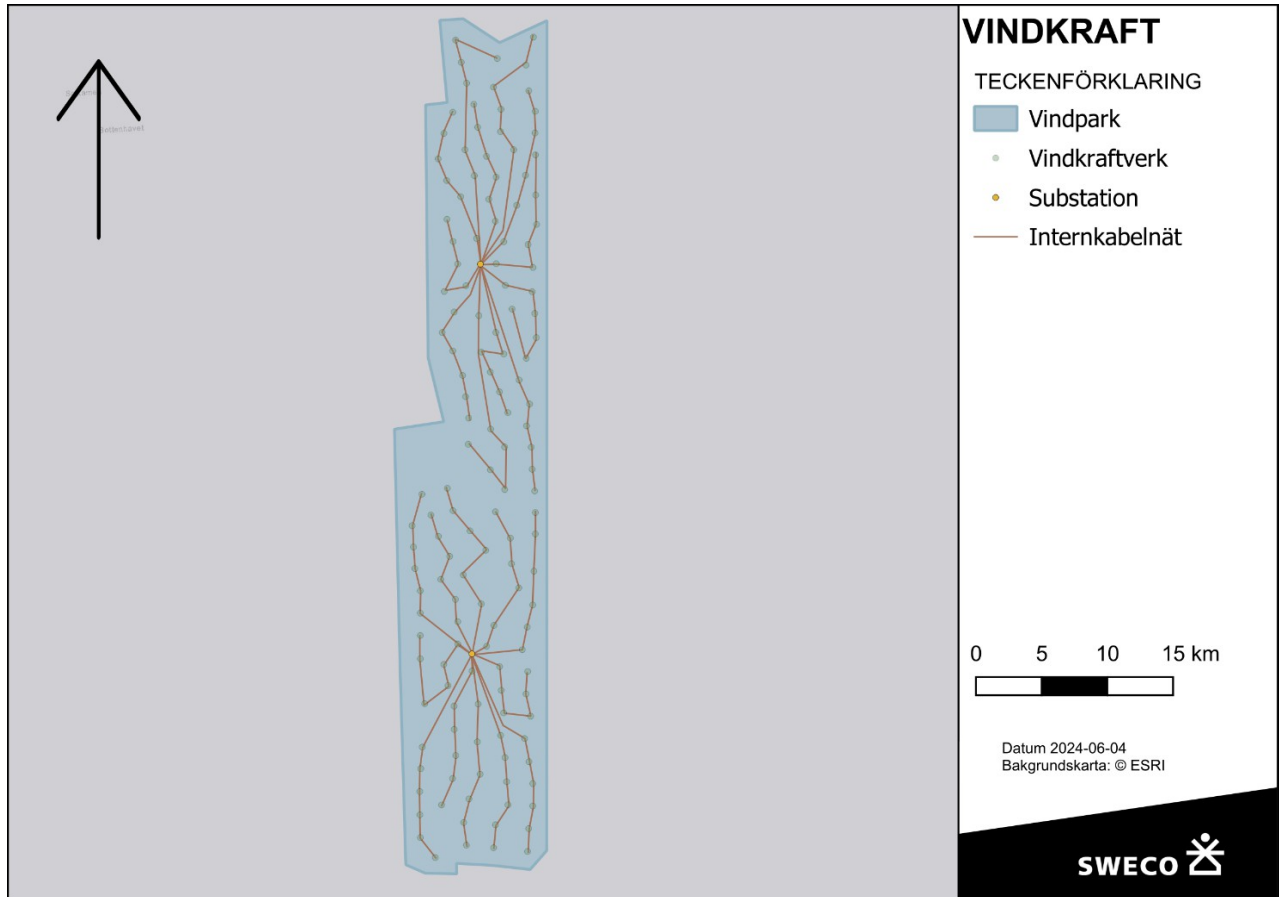
Sigman tuulipuiston hankealue sijaitsee Ruotsin talousvyöhykkeellä Hudiksvallin ja Sundsvallin korkeudella.

Hankealueen pinta-ala on 640 neliökilometriä, ja sinne rakennetaan enintään 143 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä. Sigman tuulipuiston vuotuisen tuotannon odotetaan olevan noin 13,6 TWh.

Hankealueen syvyys vaihtelee 24-85 metrin välillä, ja keskimääräinen syvyys on 55 metriä. Teknologian nopean kehityksen vuoksi Sigman tuulipuiston lopullisesta suunnittelusta päätetään myöhemmin. Sigmassa käytetään pohjaan kiinnitettyjä voimaloita. Tuulivoimaloiden lisäksi hankealueelle rakennetaan kaksi merellä sijaitsevaa sähköasemaa tai muuntoasemaa sekä pohjaan kiinnitettävä sähköasema.

sisäinen kaapeliverkko, joka yhdistää tuulivoimalat sähköasemiin sähkönsiirtoa ja viestintää varten. Tämän sisäisen kaapeliverkon pituus on arviolta noin 450 kilometriä, ks. kuva 2.1, jossa on esimerkki tuulivoimaloiden sijoittelusta ja niihin liittyvästä infrastruktuurista. Sigman tuulivoimapuiston rakentaminen on tarkoitus aloittaa vuonna 2032 ja sen toiminta vuonna 2034. Tuulipuiston arvioitu käyttöikä on 40-45 vuotta.

Sigman tuulivoimapuisto sijaitsee keskellä Perämeren, josta hankealueelle Härnösandiin on noin 82 kilometriä, Sundsvalliin noin 100 kilometriä, Hudiksvalliin noin 110 kilometriä ja Suomen lähimpään rannikkoon noin 98 kilometriä.



Kuva 2.1 Esimerkki Sigma-tuulipuiston pohjapiirroksista, jossa on kaksi merialueen sähköasemaa, tuulivoimalat ja kaapelit hankealueella. Kuva on otettu YVA:n liitteestä 5 (Sedimenttien leviäminen).

Sigman tuulipuiston hankealue sijaitsee Itämeren alueella, jossa ei tällä hetkellä ole vakiintuneita tuulipuistoja tai vastaavaa toimintaa, mutta koska uusiutuvaan energiaan kohdistuva kiinnostus on suurta, Sigman tuulipuiston lisäksi Perämerelle on suunnitteilla useita tuulipuistoja sekä Ruotsin että Suomen puolelle aluevesirajaa. Tässä raportissa tuodaan esiin suunnitellun toiminnan mahdolliset kumulatiiviset vaikutukset sekä Sigman tuulipuiston vaikutukset muuhun toimintaan ja vaikutukset vaikutusalueen nykyiseen linnustoon.

3. Ympäristöarviointimenetelmät

3.1 Vaikutustenarviointien arviointimenetelmät

Tutkimus perustuu useisiin tietolähteisiin, kuten julkaistuun tutkimuskirjallisuuteen, Ottvall Consulting AB:n tekemiin tutkaselvityksiin (liite 1), otteisiin Ruotsin maatalousyliopiston (SLU) lajiportaalista ja Artfaktasta, lajikohtaiseen tietämykseen ja aiempiin vastaaviin vaikutustenarviointeihin. Selvityksessä käytetään *pahimpia mahdollisia skenaarioita*, mikä tarkoittaa, että laskelmat ja analyysit perustuvat pahimpaan mahdolliseen lopputulokseen eri skenaarioissa suunnitellun toiminnan yhteydessä.

Tutkimus ja siinä tehdyt arvoinnit perustuvat vaikutustekijöihin, niiden vaikutuksiin ja vaikutuksiin eri linturyhmiin. Vaikutusten ja vaikutusten arvioinnit ja niiden yhdistäminen erilaisiin arvoihin, kuten suojeluarvoon, monimuotoisuuteen, sopeutumiskykyyn ja arvoon muiden etujen kannalta, johtavat vaikutusten arviointiin taulukossa 3.1 esitetyn matriisin mukaisesti.

Seuraavissa määritelmissä selitetään tarkemmin arviointimenetelmiä:

Ympäristövaikutus: Ympäristövaikutukset, kuten melun syntyminen, voivat aiheuttaa vaikutuksen, joka on vaikutuksen seurauksena ympäristössä tapahtuva muutos. Vaikutus voi olla esimerkiksi äänitason nousu (melu).

Ympäristönäkökulman arvo: Ympäristönäkökulman arvon arvioinnissa voidaan käyttää erilaisia kriteerejä, kuten sen suojeluarvoa, sopeutumiskykyä, monimuotoisuutta ja arvoa muiden etujen kannalta.

Vaikutukset: Vaikutukset arvioidaan ympäristönäkökohdan arvon ja ympäristönäkökohtaan kohdistuvan ympäristövaikutuksen suuruuden perusteella sen jälkeen, kun lieventämistoimenpiteet on toteutettu.

Taulukko 3.1 Vaikutusten arvioinnissa käytetty matriisi luvun 5 kussakin osassa.

YMPÄRISTÖNÄKÖKO HTA ARVO YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	Pieni arvo	Kohtalainen arvo	Korkea arvo
Suuri vaikutus	Kohtalainen vaikutus	Merkittävät seuraukset	Erittäin suuri vaikutus
Kohtalainen vaikutus	Pienet seuraukset	Kohtalainen vaikutus	Merkittävät seuraukset
Pieni vaikutus	Vähäinen vaikutus	Pienet seuraukset	Kohtalainen vaikutus
Ei vaikutusta/merkityksetön vaikutus	Ei vaikutusta/vaikutus on vähäinen		
Myönteinen vaikutus	Myönteiset seuraukset		

Taulukko 3.2 Luvussa 5 arvioinnissa käytetyt vaikutustasot ja niihin liittyvät arviot ja esimerkit, joissa alue viittaa vaikutusalueeseen.

Seuraukset	Arvostus
Erittäin suuret kielteiset vaikutukset	Suojatoimenpiteistä huolimatta merkittävä vaikutus pysyy pysyvästi. <i>Esimerkiksi: Vaikutukset alueella siinä määrin, että väestö tai uhanalaiset lajit katoavat tai korvautuvat. Muutoksen odotetaan olevan (enemmän tai vähemmän) pysyvä.</i>
Suuret kielteiset vaikutukset	Vaikka lieventämistoimenpiteitä ei toteutettaisikaan, merkittävä vaikutus säilyy lähitulevaisuudessa. <i>Esimerkiksi: Vaikutukset alueella siinä määrin, että väestö tai uhanalaisten lajien määrä ja monimuotoisuus vähenevät merkittävästi ja alueen ekologia muuttuu.</i>
Kohtalaiset kielteiset vaikutukset	Suojatoimenpiteistä huolimatta jonkinlainen vaikutus säilyy lähitulevaisuudessa. <i>Esimerkiksi: Vaikutus alueella siinä määrin, että väestö ja yksilöt (muut kuin uhanalaiset lajit) kärsivät, mutta eivät aiheuta merkittäviä ekologisia muutoksia.</i>
Pieninegatiivinenseuraukset	Kaikilla lieventämistoimenpiteillä on edelleen pieni, suhteellisen lyhytaikainen vaikutus. <i>Esimerkiksi: Vaikutus alueella siinä määrin, että yksilöt (ei uhattuna) lajeihin kohdistuu tilapäisiä kielteisiä vaikutuksia, mutta alueen ekologia pysyy kokonaisuudessaan ennallaan.</i>
Ei vaikutuksia/merkittäviä vaikutuksia	Suojatoimenpiteillä ei ole vaikutusta tai vaikutus on hyvin vähäinen. <i>Esimerkiksi: Ei vaikutuksia alueella, jolla on joko yksilöitä tai populaatioita siinä määrin, että se on mitattavissa (luonnollisen vaihtelun puitteissa).</i>
Myönteiset seuraukset	Kaikilla suojatoimenpiteillä on myönteinen vaikutus. <i>Esimerkiksi: Alueella tapahtuvat muutokset edistävät suotuisia olosuhteita eliöstön kannalta myönteinen tulos joko populaation tai yksilöiden kannalta.</i>

Vaikutusten arviointeja täydennetään arvioinnin varmuutta koskevalla arviolla, joka esitetään taulukossa 3.3. Arvioinnin varmuutta käytetään selventämään sitä näyttöä, johon luvun 5 arvioinnit perustuvat, ja arvioinnin varmuus luokitellaan joko alhaiseksi, kohtalaiseksi tai suureksi varmuudeksi.

Taulukko 3.3. Turvallisuusarvioinnit tehdään jäljempänä olevassa taulukossa määriteltujen kriteerien mukaisesti.

Turvallisuus arvioinnissa	Ohjelman kuvaus
Big	Tutkimusten ja kirjallisuuden tai muiden vakiintuneiden tieteellisten lähteiden muodossa oleva tiede tarjoaa hyvän perustan tieteellisesti perustellulle arviolle, jonka varmuusaste on korkea.
Kohtalainen	Arvioinnin perustana olevissa tutkimuksissa on puutteita tai suuria eroja, riippuen asiayhteydestä. On kuitenkin vielä tutkimuksia, jotka liittyvät toisiinsa ja joita voidaan käyttää arvioinnin perustana kohtalaisen varmasti.
Matala	Arvioinnin perustana on osittain asiaankuuluvien tutkimusten tai kirjallisuuden puute, joten arviointi perustuu pääasiassa aihepiirin asiantuntemukseen.

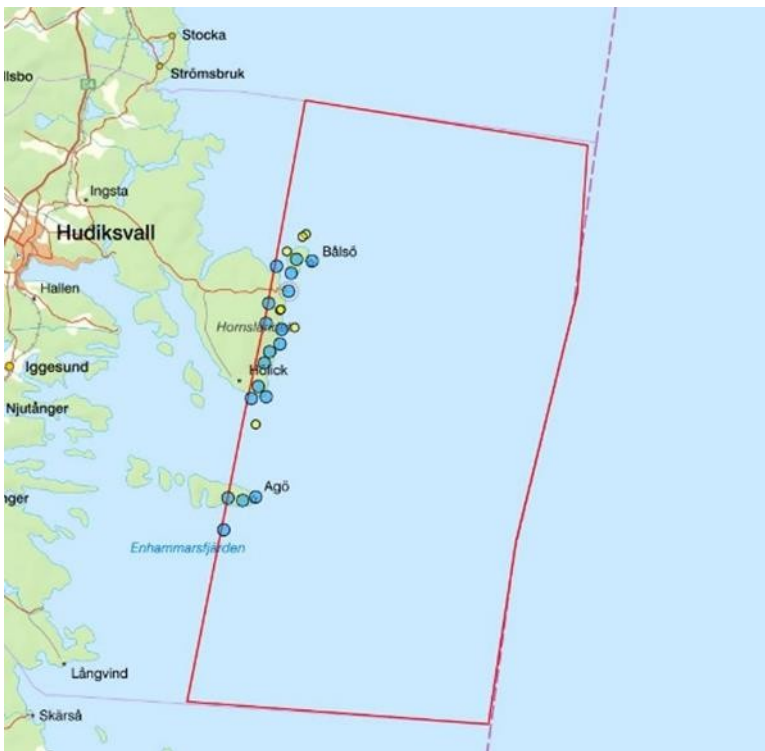


3.2 Rajaukset

Aineisto on rajattu ajallisesti ja alueellisesti riittävän lintulajiston perusteella, jotta tutkimus olisi merkityksellinen suunnitellun toiminnan kannalta. Julkisesti saatavilla olevia ("avoimen lähdekoodin") tietoja ja kirjallisuutta on käytetty. Arvioitu maantieteellinen alue on rajattu hankealueeseen ja eri vaikutustekijöiden vaikutusalueeseen. Arviointi on rajattu edelleen rakennusvaiheen, käyttövaiheen ja käytöstäpoistovaiheen vaikutusten perusteella. Tämä tarkoittaa, että vaikutusalue vaihtelee sen mukaan, mitä vaikutustekijää ja vaihetta arvioidaan.

3.3 Lajihaku, SLU Species Portal

Lajihaut tehtiin SLU:n Artportalen-tietokannan kautta tammikuussa 2024. Käytettiin maantieteellisesti rajattua hakuikkunaa, joka kattaa Sigman hankealuetta lähinnä olevan rannikon uloimman osan (kuva 3.1). Näin saadaan kuva siitä, mitkä rannikkolajit joko vaeltavat eteläisen Selkämeren rannikkovyöhykkeen kautta tai esiintyvät siellä ympärivuotisesti, vaikka kaikkia lajeja ei löytyisikään kauempana merellä. Hakuikkunan sisällä olevalla alueella arvioidaan olevan kohtuullisen hyvä raportoivien lintutieteilijöiden kattavuus. Haku rajattiin koskemaan viimeisten seitsemän vuoden raportoituja havaintoja, minkä odotettiin antavan ajantasaisen kuvan esiintyvistä lajeista. Lajikoostumuksen oletetaan edustavan Gävleborgin läänin rannikkomaata, mutta myös Västernorrlandin läänin, jonka rannikkomaata on lähinnä Sigman pohjoisinta osaa.



Kuva 3.1. Hakuikkuna (punainen viiva) lajihakua varten SLU Artportalenissa Sigman tuulivoimapuiston hankealueella sijaitsevalla rannikkoalueella. Siniset ja keltaiset pisteet edustavat havaintopaikkoja.

3.4 Tutkaluettelot vuonna 2024

Merellä tehtiin yhteensä yhdentoista päivän ajan lintututkimuksia, jotka jakautuivat kolmeen jaksoon (13.-16. huhtikuuta, 25.-27. huhtikuuta ja 23.-26. toukokuuta 2024), ja tarkoituksena oli kerätä tietoja muodon suunnasta, lentokorkeudesta sekä muuttavien lintujen määrästä ja virtauksesta. Tutkimukset suoritettiin ankkuroidulta alukselta M/S Stormbird, joka oli erityisesti mukautettu tämäntyyppiseen tutkimukseen. Lintujen lentosuunnan ja tarkan maantieteellisen sijainnin määrittämiseksi vaakatutka oli yhdistetty satelliittikompassiin ja aluksen GPS-laitteeseen, mikä varmisti kunkin tutkalinjan tarkan merkitsemisen. Yksittäiset tutkan jäljet yhdistettiin lintulajeihin koordinoimalla ne yhden tai kahden putki- ja käsikiikareilla varustetun tarkkailijan kanssa.

4. Hankkeen odotetut ympäristövaikutukset

Tässä luvussa esitetään kunkin vaiheen vaikutustekijät ja yleiskatsaus sen mahdollisista vaikutuksista esiintyviin lintuihin vuoden kaikkina kuukausina. Vaikutukset on toistaiseksi rajattu kolmeen tyyppiin: siirtymä-, törmäys- ja estevaikutukset (Rydell ym. 2017). Tämän jälkeen luvussa 5 arvioidaan kuhunkin linturyhmään kohdistuvia vaikutuksia ja niiden seurauksia.

Merituulipuistojen luotettavat ornitologiset arvioinnit edellyttävät kattavia tietoja riittävän pitkältä ajanjaksolta. Koska Sigman hankealueelta on vain vähän aiempia lintutietoja, kevään 2024 vene- ja tutkakartoitukset ovat olennaisen tärkeitä tietopohjan kannalta (liite 1). Tämän tyyppisen inventoinnin avulla voidaan tunnistaa merilintujen nykyiset muuttoreitit ja ruokailu- ja/tai talvehtimisalueet.

4.1 Kasvi

Tuulivoimaloiden rakentamisen yhteydessä voi syntyä paikallisia vaikutuksia, jotka johtuvat lisääntyvästä laivaliikenteestä, joka lisää paikallisia visuaalisia häiriöitä ja melua. Alusliikenteen arvioidaan lisääntyvän noin 1,5 edestakaista matkaa päivässä niiden vuosien aikana, joina Sigman rakentamista suunnitellaan (RISE 2024). Laivojen aiheuttamalla visuaalisella häiriöllä on suurempi vaikutus lintuihin kuin akustisella häiriöllä, ja mitä suuremmalla nopeudella laiva tai alus kulkee, sitä suurempi on häiriövaikutus (Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto 2004). Koska Sigman rakennusvaiheen aikana alusliikenteestä aiheutuvien vaikutusten vaikutukset ovat suurelta osin merkityksettömiä linnuille, visuaalinen häiriö liittyy pääasiassa siihen, kun puisto on toiminnassa, ks. luku 4.2.

Törmäysriskillä tarkoitetaan lähinnä riskiä siitä, että linnut osuvat pyöriin roottorin lapoihin eivätkä lennä tuulivoimalan torniin. Vain hyvin pieni osa lintujen ja tuulivoimaloiden välisistä törmäyksistä on törmäyksiä torniin (Rydell ym. 2017). Törmäysriskit syntyvät vasta, kun tuulipuisto otetaan käyttöön ja roottorin lavat pyörivät, mikä kuvataan ja arvioidaan toimintavaiheessa, ks. luku 4.2.

Estevaikutuksen riski kasvaa sitä mukaa kuin tuulivoimaloita pystytetään, ja tornit itsessään aiheuttavat visuaalista häiriötä, joka lisää estevaikutusta jo ennen kuin roottorin lavat ovat toiminnassa. Rakennusvaiheen kesto on kuitenkin marginaalinen verrattuna toimintavaiheeseen, ja merkittävä estevaikutus syntyy vasta, kun tuulipuisto on toiminnassa. Ks. luku 4.2, jossa käsitellään odotettavissa olevia vaikutuksia lintuihin Sigmassa.

4.2 Drift

Ihmisten aiheuttaman meluhaitan odotetaan olevan vähäisempää Sigma-tuulipuiston ollessa toiminnassa kuin rakennus- ja käytöstäpoistovaiheessa (vedenalainen melu, YVA:n liite 6), joten toiminnan aikainen melu on merkityksettömän vähäistä. Tässä luvussa käsitellään vaikutustekijöitä, joilla on merkitystä toimintavaiheessa.

4.2.1 Elinympäristön poissulkeminen

Kun tuulipuisto on pystytetty ja toiminnassa, merenpinnan ylä- ja alapuolelle syntyy uusi meriympäristö. Ornitologisesta näkökulmasta syrjäytymisvaikutuksia syntyy ennen kaikkea ruokailulinnuille, jotka joutuvat tekemään enemmän tai vähemmän pitkiä kiertomatkoja muille häiriöttömille ruokailualueille (Rydell ym. 2017). Useiden tutkimusten mukaan se, missä määrin linnut päättävät välttää tuulipuistoja, riippuu kyseessä olevasta lintulajiryhmästä sekä alueista ja ympäristöistä, joihin puistot rakennetaan. Jotkin lajit välttävät tuulivoimapuistoja vähäisemmässä määrin, jos tuulivoimaloiden väliset ympäristöt ovat säilyttäneet mahdollisimman paljon aiempaa luonnettaan (Shaffer & Buhl 2015). Useat tutkimukset viittaavat siihen, että lintujen välttämiskäyttäytyminen on yleisesti ottaen suhteellisen vähäistä pesimäaikana, mutta esimerkiksi kahlaajalinnut osoittavat suurinta välttämiskäyttäytymistä sadan ja muutaman sadan metrin etäisyydellä (Langgemach & Dürr 2023; Sansom ym. 2016). Lajiryhmiä, joiden ei yleensä havaittu pelkäävän tuulivoimaloita, ovat muun muassa petolinnut, lokit ja sorsat (Dürr ym. 2013; Erickson ym. 2014; Hjernquist 2014; Langgemach & Dürr 2023), ja petolintujen kuolleisuus on korkeampi harvemmasta levinneisyydestä huolimatta (Grünkorn ym. 2016; Langgemach & Dürr 2023). Tutkimukset ovat kuitenkin keskittyneet pienempiin tuulipuistoihin; suurempien kohteiden osalta kattavat tutkimukset puuttuvat vielä (Rydell ym. 2017).

Se, missä määrin visuaalinen häiriö vaikuttaa lintuihin, voi vaihdella häiriökohteen tyyppin mukaan. Erityisen herkkiä häiriölle ovat avoimiin ympäristöihin liittyvät lintulajit, kuten joutsenet, sorsat ja hanhet (Ruotsin ympäristövirasto 2004). Myös pesimälinnut, kuten lokit ja tiirat, voivat olla herkkiä visuaaliselle häiriölle erityisesti pesimäaikana. Edellä mainittujen lajiryhmien on myös todettu olevan herkkiä häiriöille huomattavasti pidemmillä etäisyyksillä (jopa useiden kilometrien etäisyydellä) verrattuna esimerkiksi pikkulintuihin (small passerines) (Ruotsin ympäristövirasto 2004). Samaan aikaan muut linturyhmät, kuten auksit ja lokit, osoittavat vähäisempää herkkyyttä lisääntyneelle alusliikenteelle (Schwemmer ym. 2011; MMO 2018).

Haahkat ovat laji, joka tanskalaisen tutkimuksen mukaan reagoi voimakkaasti tuulivoimaloihin ja päätti lentää tuulipuistojen ohi turbiinittomilla käytävillä. Käytävälle oli sijoitettu bulvaanit, jotka oli tehty myös tuulipuiston ulkopuolelle, jotta voitiin tutkia, missä määrin haahkat laskeutuivat niiden lähelle. Tutkimus osoitti, että haahkat selvästi välttivät laskeutumista tuulipuiston sisäpuolelle ja että laji on näin ollen vaarassa syrjäytyä, kun uusia tuulipuistoja rakennetaan. Tutkimus osoitti myös, että haahkat todennäköisesti välttelivät tuulivoimaloita nähdessään ne, eikä niinkään niiden aiheuttaman melun vuoksi (Larsen & Guillemette 2007). Toisessa tutkimuksessa haahkat kuitenkin luokiteltiin lajiksi, johon merituulivoimalat eivät juuri lainkaan vaikuta, sen jälkeen kun laji osoitti samankaltaista välttämisen- ja vetovoimakäyttäytymistä tuulivoimaloita kohtaan (Dierschke ym. 2016). Tutkimus osoitti myös, että välttämiskäyttäytyminen lisääntyi, kun turbiinit olivat käynnissä, verrattuna siihen, kun ne olivat paikallaan.

Sukeltajalintulajien välttäminen sopivilta ruokailualueilta tuulivoimaloiden vuoksi on osoitettu myös toisessa tanskalaisessa tutkimuksessa, jossa saatiin selviä tuloksia kaulushaikaran, räyskä-, räyskä-, lummelokki- ja pikkukilpikonnalajien osalta.

Kaikki lajit ovat välttäneet ruokailua tuulivoimaloiden läheisyydessä, mikä on johtanut ruokailuelinympäristön häviämiseen (Fox & Petersen 2019). Haahkojen on havaittu ruokailevan simpukoilla, jotka kasvavat tuulivoimaloiden perustusten tarjoamalla uudella alustalla, mutta ei ole näyttöä siitä, että tämä uusi ruokailuelinympäristö vaikuttaa merkittävästi haahkojen määrään (Fox & Petersen 2019).

Toisen tutkimuksen mukaan silakkalokit näyttävät myös välttelevän tuulipuistoja pesimäaikana, mikä olisi otettava huomioon, kun tuulipuistoja kehitetään lajin pesimäympäristön läheisyyteen (Peschko ym. 2020).

Ahvenanmaalla toteutettiin vuosina 2006-2017 tutkimus, jonka tarkoituksena oli seurata merilintujen runsauden eroja ennen ja jälkeen pienen tuulipuiston (kuusi turbiinia) rakentamisen. Tutkimuksessa käytettiin Båtskärin tuulipuistoa ja Stenarna-nimistä vertailupaikkaa, joka sijaitsee hieman yli kaksi meripeninkulmaa Båtskäristä luoteeseen. Neljän merilintulajin määrä väheni merkittävästi kymmenen tutkimuskesän aikana tuulivoimaloiden ollessa toiminnassa, ja nämä lajit olivat haahka, silakkalokki, harmaalokki ja kalalokki. Harmaahaikarapopulaation vähenemisen oletettiin johtuvan muista syistä, ja tuulenkalan vähenemisen syytä ei tiedetty. Tuulivoimaloiden oletettiin kuitenkin todennäköisesti vaikuttaneen silakkakolonian pienenemiseen. Vertailukohteessa haahkakanta pieneni vain vähän samana ajanjaksona (Tanskanen ym. 2022).

Lajiryhmiä, jotka välttelevät tuulipuistoja vähäisemmässä määrin, ovat haikarat, tiirat ja päivisin jopa tiiroja (Krijgsveld ym. 2011). Eräässä toisessa tutkimuksessa todettiin, että tuulivoimalat eivät juuri vaikuta tuulivoimaloihin (Dierschke et al. 2016). Lajeja, joiden on osoitettu jossain määrin vetävän puoleensa merituulipuistoja, ovat olleet pikkuturskat ja lokit. Myös merimetso merimetso ja merimetso ovat osoittaneet voimakasta vetovoimaa tuulipuistoja kohtaan. Positiivisena vetovoimatekijänä pidetään turbiinien perustuksia, jotka tarjoavat merimetsuille istuimia, joilla ne voivat levätä ruokailun välillä. Myös keinotekoisten riuttojen vaikutusten, joiden ansiosta tuulivoimalat ovat houkutelleet kaloja, uskotaan olevan osa kaloja syövien lintujen vetovoimaarvoa hakeutua tuulipuistoihin (Dierschke ym. 2016).

4.2.2 Törmäysriski

Maatalousmaisemien ja muiden avointen ympäristöjen on todettu olevan luontotyyppisiä, joissa linnut törmäävät vähiten todennäköisesti tuulivoimaloihin. Alueet, joilla lintujen ja tuulivoimaloiden törmäysriski on tutkimusten mukaan suurin, ovat kosteikkoja, rinteitä ja kukkuloita. Merellä on tehty vähemmän tutkimuksia, osittain siksi, että ne ovat logistikaltaan resurssi-intensiivisempiä, ja osittain siksi, että kuolleiden lintujen etsintämahdollisuus merellä on käytännössä olematon (Rydell ym. 2017). Belgiassa ja Alankomaissa tehdyn tutkimuksen mukaan tuulivoimalan keskimääräiseksi arvoksi offshore-ympäristöissä on arvioitu noin kaksi kuollutta lintua vuodessa tuulivoimalaa kohti. Rannikkoympäristöissä kuolleisuuden tuulivoimalaa kohti vuodessa arvioidaan olevan suurempi kuin offshore-ympäristöissä (Brabant ym. 2015; Poot ym. 2011).



Tuulivoimalat, joiden kokonaiskorkeus on suurempi ja roottorin lapojen pituus pidempi, näyttävät aiheuttavan suuremman kuolleisuuden kuin vaihtoehdot, joiden kokonaiskorkeus on pienempi ja lapojen pituus lyhyempi. Kaiken kaikkiaan on kuitenkin osoitettu, että lintujen törmäysriski pienenee vastaavalla sähköntuotannolla, kun tuulipuisto koostuu pienemmästä määrästä suurempia tuulivoimaloita kuin suuresta määrästä pienempiä voimaloita (Hjernquist 2014). Samankaltaisia tuloksia saatiin tutkimuksessa, jossa analysoitiin eri lintulajien törmäyksiä eri napakorkeudella olevien tuulivoimaloiden kanssa (Loss ym. 2013) ja jossa osoitettiin, että lintujen keskimääräinen kuolleisuus kasvoi napakorkeuden kasvaessa 36 metristä 80 metriin. Sigman tuulipuistoon suunnitellaan tuulivoimaloita, joiden roottorin halkaisija on 263 metriä ja kokonaiskorkeus 300 metriä. Tällöin roottorin lapojen alle jää 37 metriä vapaata tilaa.

4.2.3 Esteen vaikutus

Aiemmin on oletettu, että merituulipuistot voivat vaikuttaa haitallisesti suurempiin parvilintulajeihin, kuten kurkiin, hanhiin ja joutseniin, ja että ne kuolevat muuttoaikoina. Useat tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että ne osoittavat voimakasta välttämiskäyttäytymistä tuulivoimapuistojen kohtaan (Grünkorn ym. 2016). Tämä voimakas välttämiskäyttäytyminen luo sen sijaan muuttolinnuille estevaikutuksen, jossa ne muuttavat lentosuuntaansa kohti pesimäalueita välttääkseen lentämistä tuulivoimapuistojen läpi. Eräässä tutkimuksessa osoitettiin tutkaseurannan avulla, että muuttavat vaaleaposkihanhiparvet välttelivät tuulipuistoja sekä lentämällä horisontaalisesti että vertikaalisesti kauemmas niistä (Plonczkier & Simms 2012). Tuulivoimaloiden käyttöönoton jälkeen isokoskelohanhien havaittiin muuttaneen muuttoreittejään. Jopa yli 97 prosentilla muuttavista parvista ei siis ollut lisääntyntä riskiä kuolla turbiinien aiheuttamaan kuolemaan.

On havaittu, että kuikat (iso- ja pikkulokki) välttävät merellä lentäessään tuulivoimaloita lähes kokonaan (Nehls ym. 2017). Tutkimus tuulivoimaloiden vaikutuksista pikkulokille on osoittanut, että laji on yksi herkimmistä häiriöille talvehtimispaikoillaan ja että siirtyminen pois joiltakin tärkeiltä talvehtimispaikoilta voi vaikuttaa kielteisesti lajin selviytymiseen (Nehls ym. 2017). Koska pikkutuulihaukka liikkuu pitkiä matkoja pesimäalueilta talvehtimisalueille, sen oletetaan kulkevan useiden merituulipuistojen ohi niiden välissä. Tutkimuksen kokeissa Saksanlahden alueella, joka on lajille tärkeä talvehtimisalue, seurattiin yksilöitä satelliittipaikannuksen ja muiden keinojen avulla, ja tulokset osoittivat, että pikkuaukki saattaa muuttaa muuttoreittejään välttääkseen merituulipuistoja. Tulokset osoittivat myös, että pikkuaukin esiintyminen väheni aina yli kymmenen kilometrin etäisyydelle lähimmästä tuulipuistosta (Nehls ym. 2017). Eräässä toisessa tutkimuksessa saatiin samankaltaisia tuloksia, nimittäin että pikkuaukit syrjäytyivät sopivilta elinympäristöiltä siellä, minne rakennettiin tuulipuistoja. Erittäin voimakkaasta syrjäytymisvaikutuksesta viiden kilometrin etäisyydellä tuulipuistosta merkittävään vaikutukseen jopa 15 kilometrin etäisyydellä (Heinänen ym. 2020).

4.2 Käytöstäpoisto

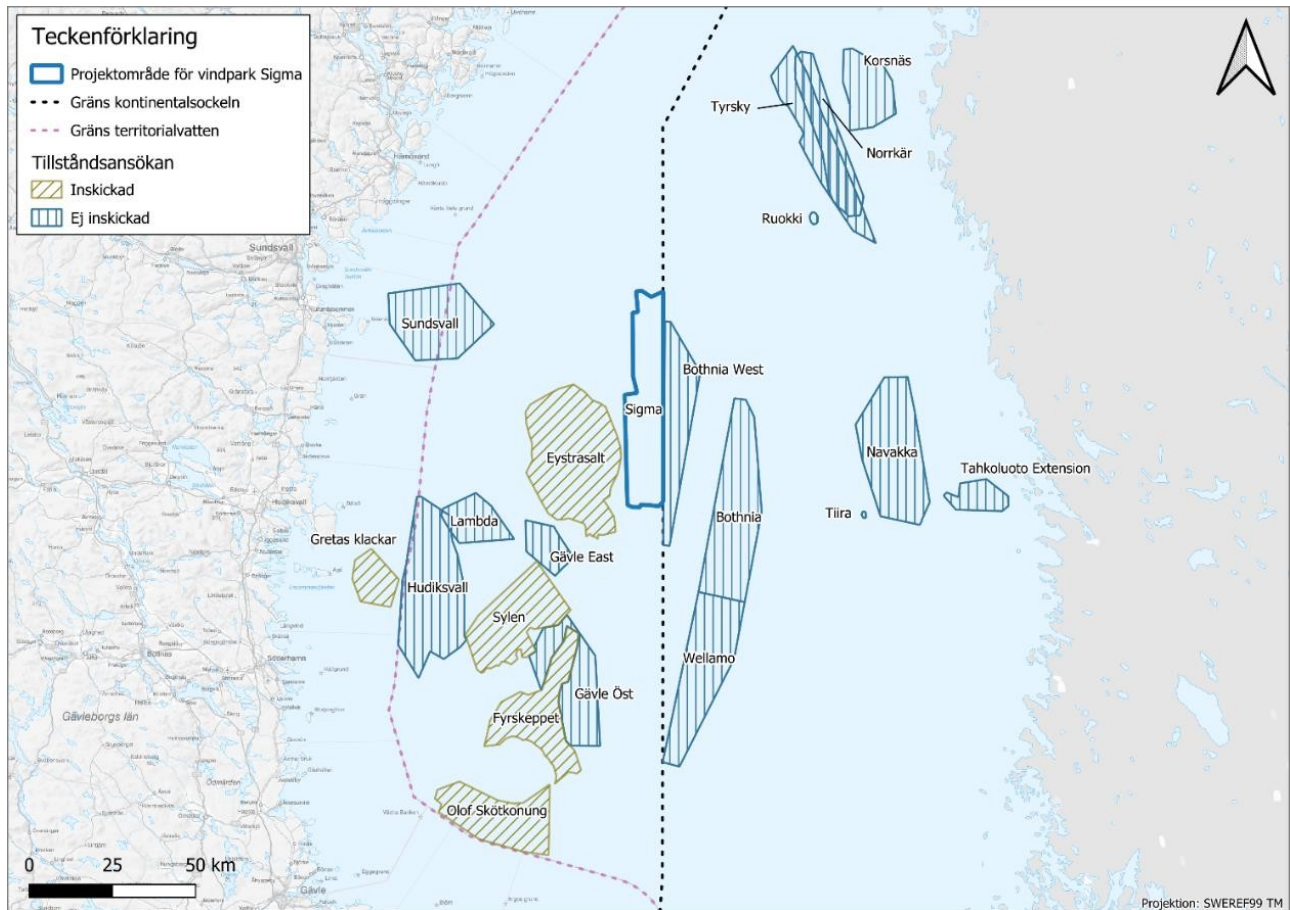
Tässä tutkimuksessa oletetaan, että käytöstäpoistolla on pahimmassa tapauksessa, jossa myös infrastruktuuri, kuten kaapelit, poistetaan, vastaava ympäristövaikutus kuin rakentamisella, vaikka odotettavissa oleva ympäristövaikutus on todennäköisesti pienempi. Mahdollisista vaikutuksista lintuihin ks. luku 4.2.

4.3 Sigman tuulipuiston lähialueilla harjoitettava toiminta

Sigman tuulipuiston läheisyydessä ei ole tällä hetkellä vakiintuneita merituulipuistoja, mutta noin kymmenen meripeninkulman säteellä Perämerellä on useita suunniteltuja tuulipuistoja, jotka ovat lupaprosessin eri vaiheissa (kuva 4.1).

Kaikki hakemukset Suomen talousvyöhykkeellä on toistaiseksi keskeytetty, koska Suomen hallitus aikoo tarkistaa merituulivoimaa koskevaa lainsäädäntöä.





Kuva 4.1. Sigman tuulipuiston hankealue ja suunnitellut toimet lupaprosessin eri vaiheissa. Vain lähimpänä esitettyjä (merkitty keltaisella) tarkastellaan tässä tutkimuksessa tarkemmin. Sinisellä merkityt tuulipuistot on joko keskeytetty tai ne ovat prosessin aiemmassa vaiheessa, eikä niitä käsitellä tarkemmin, mutta ne esitetään tässä yleiskatsauksena suunnitelluista toimista. Poikkeuksena on Lambdan tuulivoimapuisto, joka sisältyy kumulatiiviseen arviointiin, koska sitä koskeva hakemus käsitellään samanaikaisesti Sigman kanssa.

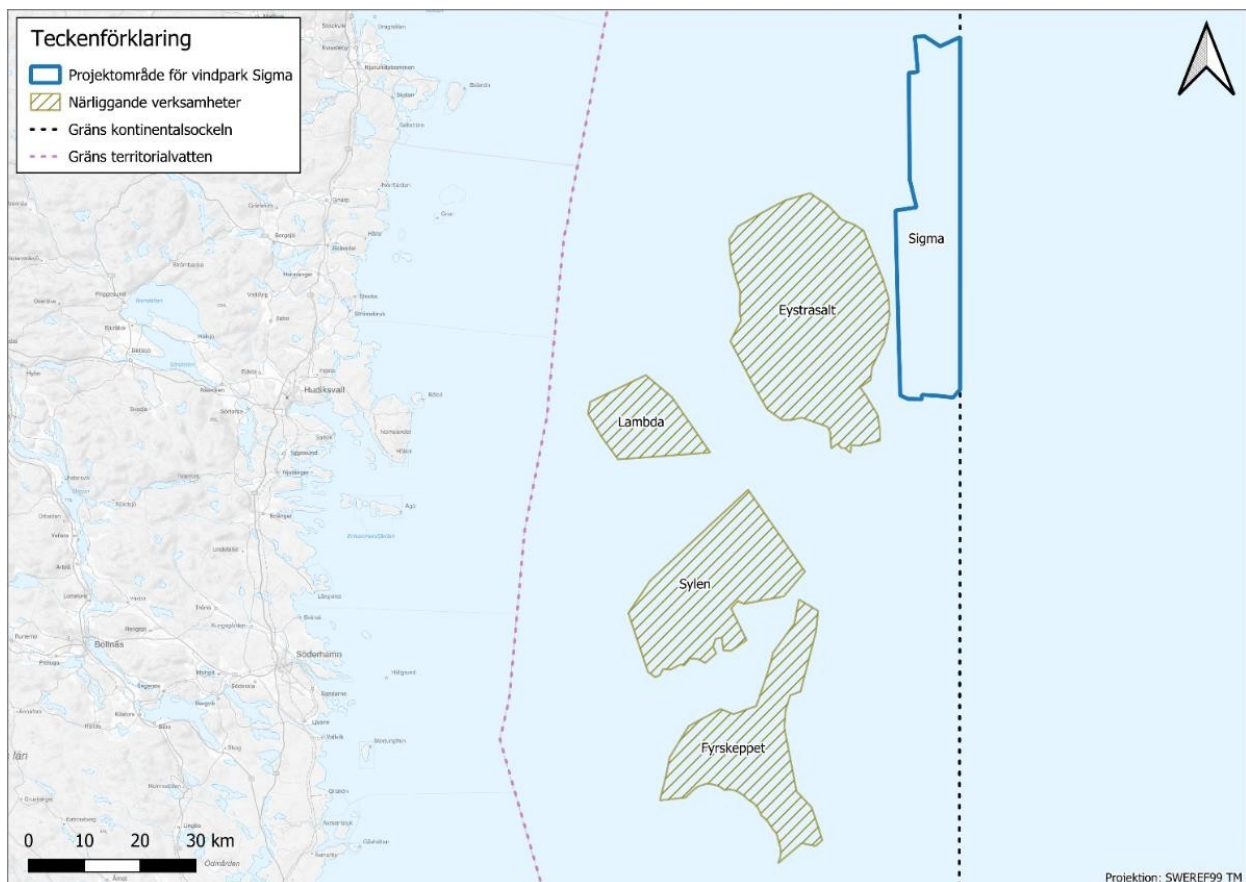
Kuvan 4.1 yleiskatsauskartta osoittaa, että suunnitteluvaiheessa on paljon toimintoja alueella, jolla voi olla useita nykyisiä ja uusia intressejä ja toimintoja rinnakkain. Toiminnot ja intressit, kuten meriliikenteen reitit, Ruotsin puolustusvoimien intressit, muut kansalliset intressit, kuten kaupallinen kalastus ja luonnonsuojelu, on yhdistettävä uusiutuvan energian tuotantoon kestäväällä ja tasapainoisella tavalla. Osana tätä on arvioitava tähän mennessä suunniteltujen ja nykyisten toimintojen kumulatiivisia vaikutuksia suhteessa Sigman tuulipuiston toimintoihin ja vaikutuksiin. Tässä kumulatiivisessa arvioinnissa suunnitellut tuulivoimatoiminnot, joilla on lupa tai jotka ovat jättäneet täydellisen lupahakemuksen, otetaan mukaan arviointiin yhdessä Sigman toiminnan kanssa, ks. taulukko 4.2. Taulukossa 4.2 esitetään kunkin tuulivoimahankkeen pinta-ala, suunniteltu vuosituotanto, tuulivoimaloiden lukumäärä sekä suunniteltu rakennus- ja käyttöönottovuosi. Tiedot on otettu kunkin hankkeen YVA:sta tai hankkeen verkkosivuilta.



Taulukko 4.2. Sigman tuulivoimapuiston läheisyydessä suunnitellut toiminnot, joihin on merkitty rakentamisen ja toiminnan suunniteltu aloitus, hankealueen koko (neliökilometreinä), tuulivoimaloiden enimmäismäärä ja arvioitu vuosituotanto (TWh) sekä etäisyys Sigman tuulivoimapuistosta (kilometreinä). Lupahakemuksen jättäneet toiminnot on lueteltu lupahakemuksen jättämivuoden kanssa.

Suunnitellut toimet	Toimitettu lupa (vuosi)	Rakentamisen suunniteltu aloitus (vuotta)	Suunniteltu toiminnan aloitus (vuotta)	Hankealueen pinta-ala (km ²)	Tuulivoimaloiden enimmäismäärä	Vuotuinen tuotanto (TWh)	Etäisyys Sigmasta (kilometreinä)
Sigman tuulipuisto	2024	2032	2034/2035	640	143	13,6	-
Eystrasalt Offshore	2023	2030	2035	949	256	15	1,5
Sylenin tuulipuisto	2024	2030	2033	524	347	29	32
Lightship Offshore	2023	2027	2029	488	187	8-11	41
Lambdan tuulipuisto	2024	2032	2034	200	74	6	35

Taulukossa 4.2 luetellut toiminnot on esitetty visuaalisesti kuvassa 4.2, jotta kunkin toiminnon sijainnista suhteessa Sigman tuulipuistoon saadaan yleiskuva. Ainoastaan Fyrskeppet Offshore -hankkeella ei ole suunniteltua päällekkäistä rakentamisaikaa Sigman tuulipuiston kanssa. Nykyisen suunnitelman mukaan Sylenin tuulivoimapuiston rakentamisvaihe on päällekkäinen Sigman tuulivoimapuiston kanssa, Eystrasalt Offshore -tuulivoimapuiston rakentamisvaihe on päällekkäinen kolmen vuoden ajan ja Lambdan tuulivoimapuiston rakentamisvaihe on päällekkäinen kahden vuoden ajan. Toimintavaihe on päällekkäinen kaikkien suunniteltujen tuulipuistojen osalta.



Kuva 4.2. Kartta Sigman tuulipuistosta ja lähialueiden toiminnoista, jotka sisältyvät kumulatiiviseen arviointiin: Fyrskeppetin meritulipuisto, Sylenin tuulipuisto, Lambdan tuulipuisto ja Eystrasaltin meritulipuisto.

5 Edellytykset ja seuraukset

Jotta saataisiin mahdollisimman edustava kuva Sigman tuulivoimapuiston alueella mahdollisesti esiintyvistä linnuista ja jotta voitaisiin tehdä valinta niistä lajeista, joihin tuulivoimapuisto saattaa ensisijaisesti vaikuttaa, on käytetty kahta eri pohjaa. Pohjana ovat SLU:n lajiportaalin lajitutkimukset, joissa on selvitetty merilintujen esiintymistä maantieteellisesti rajatulla alueella (kuva 3.1) Perämeren rannikolla, sekä Sigman hankealueella vuonna 2024 tehtyjen tutkatutkimusten tulokset. Kuvaus tehdyistä tutkatutkimuksista ja saaduista tuloksista on kokonaisuudessaan liitteessä 1.

5.1 Merilintujen esiintyminen rannikolla

Kevät- ja syysmuuton aikana Gävleborgin läänin läpi muuttaa suuri määrä lintuja, joista monet muuttavat Pohjois-Ruotsin pesimäalueille. Useat lajiryhmät, kuten kolopesijät, kahlaajat ja petolinnut, muuttavat pääasiassa maalla tai rannikon läheisyydessä, jossa niillä on mahdollisuus levätä. Kun ne lentävät meren yli, ne valitsevat yleensä lyhimmän reitin. Petolinnut ovat riippuvaisia lämpimistä nousuvirtauksista (termiikistä) liu'unsa, eivätkä ne halua lentää pitkiä matkoja avomeren yli (Hansson 2020). Useimmat lajiryhmät, jotka muuttavat Länsi-Euroopasta koilliseen Ruotsin kautta Suomen ja Luoteis-Venäjän pesimäalueille, käyttävät reittiä Upplannin rannikolta ulos Södra Merenkurkun ja Ahvenanmeren yli, joka on monien lajien käyttämä muuttoreitti (Lehtiniemi & Toivanen 2023).

Merilinnut liikkuvat muuttoaikoina suuria määriä Pohjanlahdella. Keväällä monet lajit seuraavat Norrlannin rannikkoa pohjoiseen ennen kuin ne suuntaavat pesimäalueille Pohjois-Ruotsin, Suomen ja Luoteis-Venäjän vuoristoon tai taigalle. Merilintulajeja, jotka ylittävät Gävlenlahden suurina määrinä ja sen jälkeen Perämeren ilman Ahvenanmeren ylitystä, ovat kuikka, laulujoutsen, valkoposkihanhi, sukeltajasorsa ja kahlaajalinnut. Näiden lajien odotetaan olevan niitä muuttolintulajeja, jotka voivat ensisijaisesti kulkea Perämeren tuulipuistojen kautta ja joihin tuulipuistot voivat vaikuttaa (Ottvall & Rydberg 2023), mukaan lukien Sigma.

Pohjanlahden sukeltajasorsien osalta kaikkien simpukoita syövien, avomerellä elävien lajien, haahkan, jouhisorsan, mustakurkku-uikun ja lapasorsan kannat ovat yleisesti ottaen pienentyneet viime vuosina. 1990-luvulta lähtien määrät ovat yli puolittuneet. Sukeltajasorsien vähenemiseen ovat todennäköisesti vaikuttaneet useat tekijät, joiden merkitys vaihtelee alueittain. Ruotsalaisten ja suomalaisten tutkijoiden mukaan haahkan ja mustakurkku-uikun osalta merkittävä tekijä on ollut merikotkakannan kasvu. Merikotkat saalistavat runsaasti hautovia naaraita, ja haahkojen nykyisin vinoutunut sukupuolisuhde on voinut johtua tästä. Itämeren simpukkakantojen vähenemisen ja ravinteettomuuden uskotaan olevan toinen syy sukeltajasorsien vähenemiseen (läninhallitukset 2021).

Perämerellä runsaammin esiintyviä aukkilajeja ovat tuulenkala ja raisupää, joita Eysstrasalttipankin tutkimuksissa on tavattu (Ottvall ja Rydberg 2023). Nämä lajit pesivät Gävleborgin läänin uloimman rannikkokaistaleen varrella olevissa kolonioissa, kun taas razorbillit ovat keskittyneet pienempään määrään kolonioita (Aspenberg, & Axbrink 2007). Molemmat lajit syövät kalaa, ja Perämeren avomerialueet ovat potentiaalisia ruokailualueita.



SLU Artportalenin lintuhavaintojen etsinnän tuloksena saatiin 27 lajia ja 3710 havaintoa (taulukko 5.1). Haku keskittyi lajeihin, jotka hyödyntävät merta ja kuuluvat johonkin uhanalaisuusluokkaan Ruotsin nykyisen Punaisen listan (SLU ArtDatabanken 2020) mukaan tai jotka on mainittu EU:n lintudirektiivin liitteessä 1.

Taulukko 5.1. Taulukko SLU Artportalenille vuosina 2017-2023 ilmoitetuista merilintulajien havainnoista hakuikkunassa, ks. kuva 3.1. Sarakkeessa kaksi ilmoitetaan, onko laji arvioitu Ruotsin punaisessa luettelossa (SLU ArtDatabanken 2020) ja onko se mainittu EU:n lintudirektiivin liitteessä 1. Sarakkeessa kolme ilmoitetaan havaintojen lukumäärä.

Lajin nimi	Punainen luettelo/Liite 1	Havaintojen lukumäärä
Laulujoutsen	LC/B1	1
Laulujoutsen	LC/B1	132
Lohihanhi	LC	17
Tajga hanhi	VU	5
Vigg	LC	122
Haahka	FI	310
Meriahven	LC	200
Mustuus	VU	294
Tonttu lintu	NT	102
Knipa	LC	295
Suuri aukko	LC	361
Pikku varis	LC	222
Labradorin rannikko	NT	71
Razorbill	LC	84
Sorsalintu	NT	181
Naurulokki	NT	144
Kolmihaaralokki	FI	4
Pikkulokki	LC/B1	9
Lokki	NT	299
Harmaa saukko	VU	216
Merikotka	NT	134
Itämeren lokki	VU	20
Tardigrade	NT/B1	3
Tylli	LC/B1	71
Hopeatähti	LC/B1	98
Pikkutylli	NT/B1	77
Suuri kuikka	LC/B1	97
Merimetso	LC	142



5.2 Lintujen esiintyminen Sigmassa

Taulukossa 5.2 esitetään Sigman tuulipuiston hankealueella vuonna 2024 tehdyissä tutkaluotauksissa havaitut lintulajit. Lajien esiintymiä voidaan pitää kohtuullisena keskiarvona muuttoaikoina, joskin yksilömäärät vaihtelevat huomattavasti eri ajankohtien välillä.

Taulukko 5.2. Sigman tuulipuistossa havaitut lajit. Sarakkeessa kaksi ilmoitetaan lajin luokka kansallisessa punaisessa luettelossa luokkien LC (Least Concern), NT (Near Threatened), VU (Vulnerable) tai EN (Endangered) mukaan. NA tarkoittaa, että lajia ei voida arvioida. Sarakkeessa kaksi ilmoitetaan myös, onko laji mainittu EU:n lintudirektiivin liitteessä 1 (B1). Kolmannessa sarakeessa ilmoitetaan keväällä 2024 tehdyissä selvityksissä lajista tehtyjen tutkajälkien määrä (liite 1). Sarakkeessa neljä ilmoitetaan tutkatutkimusten aikana havaittujen yksilöiden kokonaismäärä.

Lajin nimi	Punainen luettelo/Liite 1	Seuraajien määrä	Henkilöiden kokonaismäärä
Lohihanhi	LC	1	20
Harmaahanhi	LC	5	30
Tajga hanhi	VU	7	39
Valkoposkihanhi	NA	1	16
Tottele. hanhi		4	52
mykkä joutsen	LC	1	3
Laulujoutsen	LC/B1	6	30
Obest. joutsen		1	2
Spoonbill	NT	1	2
Hiekan puhaltaminen	VU	2	10
sinisorsa	LC	1	2
Teal	VU	1	2
Vigg	LC	2	5
Haahka	FI	10	33
Mustuus	VU	4	10
Meriahven	LC	22	169
Meribassi/mustakala		1	1
Knipa	LC	5	9
Suuri aukko	LC	18	37
Pikku varis	LC	38	91
Pieni/suuri varis	LC	7	15
Obes. ja		8	49
Nightjar	LC/B1	1	1
Kestrel	FI	3	5
nosturi	LC/B1	1	5
Rannikkopiippi	NA	3	226
Hiekkasärkkä	LC	1	24
Curlew	FI	15	105
Isokoskelo	VU/B1	4	16
Rannikkolintu	LC	2	2
Kottarainen	LC	1	70
Obes. Waders	LC	7	1720
Labradorin rannikko	NT	3	3
pyöriäinen	LC	1	1
Razorbill	LC	6	12

Jatkuu seuraavalla sivulla.

Jatkuu Taulukko 5.2.

Lajin nimi	Punainen luettelo/Liite 1	Seuraajien määrä	Henkilöiden kokonaismäärä
Sorsalintu	NT	6	9
Naurulokki	NT	1	4
Lokki	NT	1	1
Harmaa saukko	VU	3	3
Itämeren lokki	VU	9	10
Hopeatähti	LC/B1	19	25
Kalat/hopeatylli		7	19
Pikkutylli	NT/B1	5	8
Suuri kuikka	LC/B1	57	108
Obes. lohko	B1	15	26
Merimetso	LC	1	3
Harmaahaikara	LC	1	3
Stenfalk	NT/B1	1	1
Quayside	LC	1	1
Harmaa varis	NT	1	2
Ladusin valas	LC	2	2
Harmaa kärpässiiپی	LC	1	1
Stonechat	LC	1	1
Vihertävä	LC	1	5

Seuraavassa esitellään valikoima lintulajeja, joiden katsotaan olevan tärkeimpiä arvioitaessa Sigman vaikutusten riskiä. Lajit on jaettu muuttolintujen (kohta 5.2.1) ja ruokailulintujen (kohta 5.2.2) ryhmiin sen mukaan, mikä on niiden pääasiallinen käyttäytymisen, johon vaikutukset voivat kohdistua.

5.2.1 Muuttolinnut

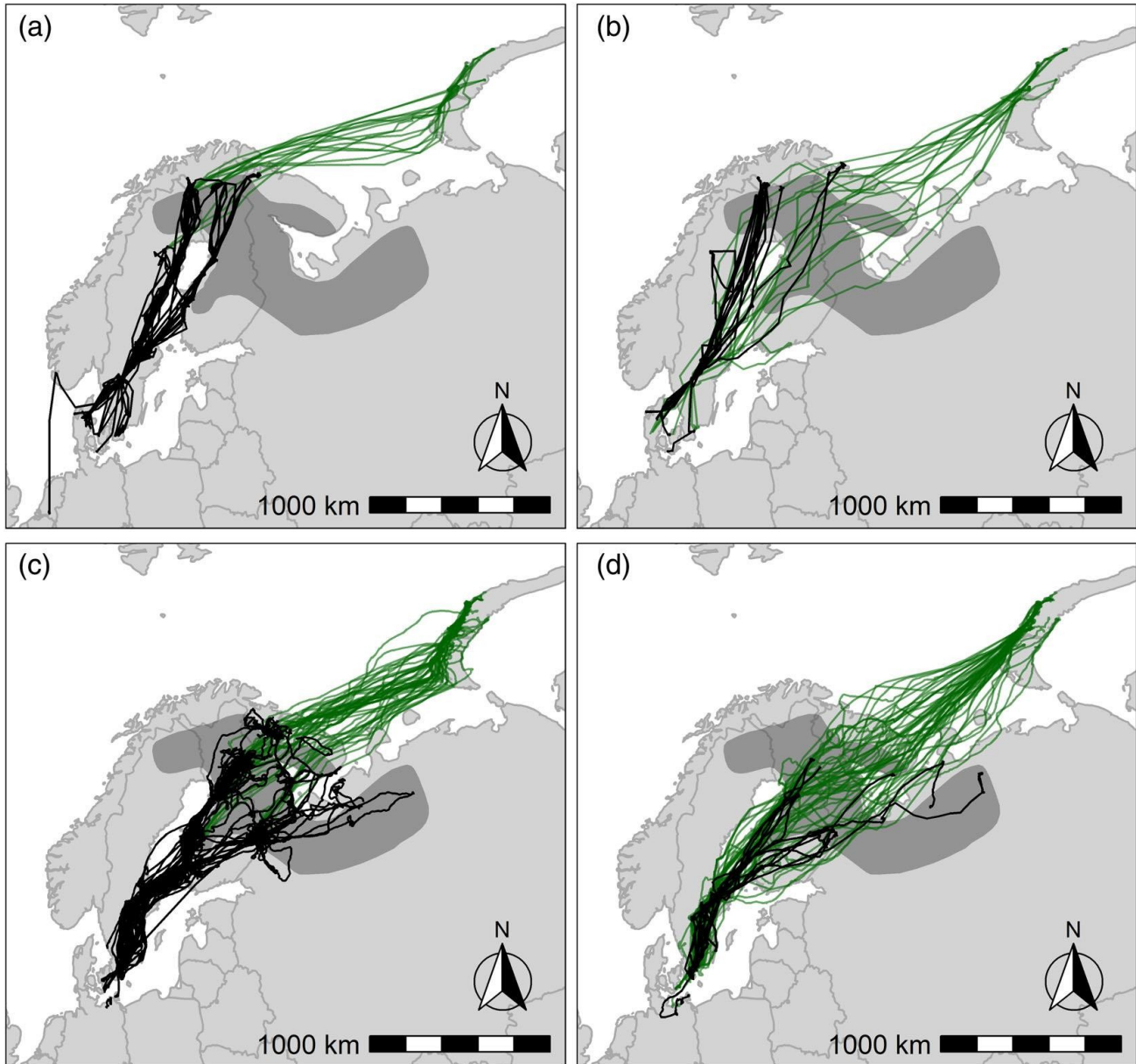
Kirjallisuushakujen ja tutkimustulosten perusteella seuraavien jäljempänä kuvattujen lajien odotetaan muuttavan Perämeren yli ja siten Sigman tuulipuiston hankealueen yli tai sen läheisyydessä. Sigman tuulipuiston perustamisen odotetaan vaikuttavan näihin lintulajeihin vaihtelevassa määrin.

Tajga hanhi ^{vu}

Päälaji *Anser fabalis* jaetaan morfologian ja pesimäympäristön perusteella kahteen alalajiin. Pohjoismaissa nimilaji *Anser fabalis* *fabalis* on hyvin hallitseva. Tieteellinen näyttö on huomattavasti vähäisempää tundrahanhen alalajista *Anser fabalis* *rossicus*, joka pesii puustottomalla tundralla. Populaatio ei ole maailmanlaajuisesti uhanalainen, vaan pikemminkin vakaa. Hieman järeämpi taigapapuhanhi (myös metsäpapuhanhi) pesii harvapuustoisilla pohjoisilla soilla, erityisen usein aapasilla. Viimeisimmän kannanarvion mukaan Ruotsissa on vain 420 paria (Sveriges Fåglar 2023).

Ahvenanmeren ja/tai Selkämeren yli kulkevat taigaposkikhanhet pesivät edellä kuvatuissa elinympäristöissä Suomessa tai Venäjällä. Suomen Tiiran mukaan alalaji pesii suurimmillaan (10 000 - 35 000) keväisin runsasravinteisilla maatalousalueilla Kokemäenjoen varrella Porin ympäristössä ja vastaavissa ympäristöissä Kristiinankaupungin ympäristössä Lounais-Suomessa sekä Kymijoen varrella Karjalassa. Jälkimmäisellä alueella voidaan kuitenkin olettaa, että tundrahanhien osuus on suuri. Syksyllä Pohjanlahden yläosassa sijaitsevalla Limingonlahdella (Oulu) on säännöllisesti suurin määrä (10 000 - 23 000) tundrahanhia.

Tuoreen, Suomessa pesiviin satelliittilähetyksiin perustuvan tutkimusraportin (Piironen ym. 2021) mukaan merihanhet ylittävät Perämeren suhteellisen laajalla rintamalla syksyllä (kuva 5.1).



Kuva 5.1. Satelliittitutkimukset Tanskassa (a ja b) ja Suomessa (c ja d) merkityistä taigaposkikhanhista. Tämä on Pirosen ym. (2021) kuva 1, ja se on toistettu pääkirjoittajan luvalla. Alakuvissa a ja c on esitetty kevätmuutto, b ja d syysmuutto. Vihreät viivat kuvaavat Novaja Zemljalle muuttavia nokihanhia ja mustat viivat muita nokihanhia.

Nilsson (2011) havaitsi myös keväällä, että suomalaismerkityt taigapapuhanhet muuttivat Selkämeren yli Ahvenanmaan korkeudella ja seurasivat sitten Suomen länsirannikkoa tai jatkoivat Taigan kautta koilliseen. Korttesalmen ym. mukaan (2023) nykyinen lämmin jakso on aikaistanut papuhanhen kevätmuuttoa lähes kuukaudella 40 vuoden ajanjaksolla, ja suurin osa lajin muutosta Perämeren yli tapahtuu maaliskuun lopusta huhtikuun aikana (EuroBirdPortal 2024). Syysmuuton ajoitus ei ole muuttunut samalla tavalla. Taigapapuhanhen muuttoreitti kulkee Sigman ohi, ja se havaittiin vuoden 2024 tutkimusten aikana seitsemän kertaa, yhteensä 39 yksilöä.

Laulujoutsen^{B1}

Laulujoutsen on erittäin sopeutuvainen pesimäaika, ja se voi pesiä useimmissa mahdollisissa vesistöissä ja järvissä. Ruotsissa se esiintyy pesimälintuna kaikissa maakunnissa (Artfakta 2024). Suuret määrät muuttavia yksilöitä kulkee myös Itämeren rannikkoa pitkin matkallaan pesimäalueille Pohjois-Suomeen ja Luoteis-Venäjälle (Brides ym. 2023). Laulujoutsen on 1900-luvun alun lähes sukupuuttoon kuoleminen partaalta siirtynyt



PELAGIA

on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosina. Lajia ei pidetä Ruotsissa uhanalaisena, mutta se on mainittu lintudirektiivin liitteessä 1 (Artfakta 2024). Koska laulujoutsenen levähdyspaikat ovat suurelta osin päällekkäisiä laulujoutsenen ja laulujoutsenen levähdyspaikkojen kanssa, niiden lentoreitti Perämeren yllä on myös samanlainen. Laulujoutsenen muuttoreitti kulkee Sigman ohi, ja se on havaittu tutkainventointien aikana vuonna 2024 kuusi kertaa, ja sen yksilömäärä on ollut yhteensä 30 yksilöä.

Kuikka^{B1}

Pohjanlahden kautta kulkee toukokuun jälkipuoliskolla kansainvälisesti suuria/yksilöllisiä määriä kyhmyjoutsenia. Ornitologit arvioivat, että Norra Kvarkenin ohi kulkee joka kevät jopa 10-20 000 aikuista kalatiiraa matkalla arktisille pesimäalueille (Ulf Skjellberg, henkilökohtainen kommentti 2024.) Nämä määrät ovat todennäköisesti seurausta useiden erillisten muuttoreittien yhtymäkohdasta Perämeren yli. Tukkasotkan kulkureitti alkaa talvehtimisalueilta Mustaltamereltä ja kulkee maitse eteläiselle Itämerelle, jossa on todennäköisesti tärkeitä levähdysalueita, vaikka tätä ei olekaan tutkittu. Odotettuaan muutaman viikon kevätlämpöä ne lentävät sitten lähes suoraan pohjoiseen Gotlannin itäpuolella (Jonsson ym. 2022) Ahvenanmeren ja eteläisen Selkämeren kautta. Suoritetut merilintulaskennat vahvistavat tämän liikehännän, vaikka se ei saavuttanut huippua tutkatutkimuksen aikana. Todella hyvinä päivinä Norra Kvarkenin yli voi lentää 2 000-6 000 kyhmyjoutsenta. Joskus ne lentävät voimakkaassa koillisessa vastatuulella ja silloin vain muutaman metrin korkeudella merenpinnasta. Lämpimyyden on kuitenkin säännöllisempää etelä- ja lounaistuulella, jolloin jopa 200 yksilön parvet liitvät 200-500 metrin korkeudessa. Tukkasotkan muuttoreitti kulkee Sigman ohi, ja vuoden 2024 tutkatutkimusten aikana se havaittiin 57 kertaa, yhteensä 108 yksilöä.

Haahka^{EN}

Haahka on suuri sukeltajasorsa, joka syö pääasiassa simpukoita. Laji on 1990-luvun puolivälistä lähtien vähentynyt voimakkaasti Ruotsin rannikkoalueilla, ja se on luokiteltu punaisessa luettelossa (SLU Artdatabanken 2020) erittäin uhanalaiseksi (EN). Gävleborgin läänissä yksi suurimmista haahkakoloniasta sijaitsee Granin saarella, ja sitä esiintyy satunnaisesti koko Perämeren rannikolla. Simpukoita syövien sukeltajasorsien tärkein ruokailualue eteläisellä Selkämerellä on Finngrundens Upplandin edustalla (SLU Artdatabanken 2020). Haahkakoskeloita on havaittu tutkainventointien aikana kymmenen kertaa, yhteensä 33 yksilöä.

Mustarastas^{VU}

Haahkan tavoin pääsky on suurempi simpukoita syövä sukeltajasorsalaji, joka pesii sekä sisämaassa että Itämeren rannikon saarilla. Toisin kuin haahka, nokikana ruokailee yleensä matalammassa vesissä (7-10 metrin syvyydessä). Laji on arvioitu uusimmassa Punaisessa listassa haavoittuvaksi, sillä kanta on pienentynyt 32 prosenttia viimeisten 21 vuoden aikana (SLU Artfakta 2024). Vuoden 2024 tutkatutkimusten aikana miekkapyyrstö havaittiin neljästi, yhteensä kymmenen yksilöä.

Curlew^{EN}

Lokkilintu on suuri kahlaajalintu, joka pesii pääasiassa maatalousmaisemissa, mutta myös soilla. Kanta on viime vuosina pienentynyt merkittävästi, ja lajia pidetään uhanalaisena (Artfakta 2024). Yksi uhkista liittyy tehostuneeseen maatalouteen. Lokkilintu havaittiin vuonna 2024 tehdyissä tutkimuksissa 15 kertaa, yhteensä 105 yksilöä.

Lokkilintu^{VU/B1}

Lokkilintu on maan neljästä lokkilajista pienin, ja se pesii pieninä ja hajanaisina populaatioina vuoristossa, pääasiassa Norrbottenin läänissä. Ruotsin kannan arvioidaan olevan 100-200 paria (Artfakta 2024). Kaakkuri havaittiin vuoden 2024 tutkailujen aikana neljä kertaa, yhteensä 16 yksilöä.



5.2.2 Ruokailulinnut

Seuraavassa esitellään valikoima lajeja, joiden odotetaan voivan ruokailla hankealueella. Valinta perustuu merilintulajeihin, jotka ovat joko punaisella listalla tai sisältyvät lintudirektiivin liitteeseen 1 ja joiden ruokailualueena on pelaginen ympäristö. Myös räyskälajin on arvioitu olevan merkityksellinen valinnan kannalta.

Harmaalokki^{NT}

Lokki on yleinen Ruotsin rannikko- ja meriympäristöissä. Laji pesii koloniaalisesti tai yksittäisinä pareina rannikoilla, kosteikoilla, joissa ja järvissä. Lokki on kaikkiruokainen, joka oleskelee ja ruokailee usein ihmisten lähellä. Aiemmissa punaisissa luetteloissa silakkalokki on arvioitu elinvoimaiseksi, mutta nyt se täyttää vaatimukset, joiden perusteella se voidaan luokitella Ruotsissa lähes uhanalaiseksi (NT) (SLU Artdatabanken 2020). Vuoden 2024 tutkainventoinneissa havaittiin silakkayksilö vain kerran, mutta se on todennäköisesti yksi niistä lajeista, jotka oleskelevat Sigman alueella suurimman osan vuodesta.

Naurulokki^{NT}

Mustalokki on suuressa osassa maata esiintyvä lokki, joka pesii rannikolla ja järvissä, joskus suurina yhdyskuntina. Laji joutui punaiselle listalle vuonna 2020 havaitun kannan vähenemisen vuoksi (SLU Artdatabanken 2020). Vuoden 2024 tutkainventointien aikana mustalokki havaittiin kerran, yhteensä neljä yksilöä, mutta mustalokki on todennäköisesti yksi niistä lajeista, jotka oleskelevat Sigman alueella suurimman osan vuodesta.

Harmaalokki^{VU}

Harmaalokit pesivät pääasiassa saarten kolonioissa, usein sekakolonioissa muiden lakkien kanssa. Laji pesii koko Pohjanmaan rannikolla, ja sisämaassa se pesii pääasiassa yksittäisinä pareina järvillä. Harmaalokki on vähentynyt noin 60 prosenttia viimeisten 30 vuoden aikana, mikä johtuu muun muassa elinympäristön laadun heikkenemisestä, tiimiinin puutteesta ja minkin saalistuksesta. Vuoden 2024 tutkatutkimusten aikana laji havaittiin kolme kertaa, yhteensä kolme yksilöä, ja se todennäköisesti käyttää Sigman tuulivoimapuiston aluetta ruokailuun jättömänä vuodenaikana.

Itämeren lokki^{VU}

Ostersieppo pesii yleensä Itämeren rannikon luodoilla ja pienillä saarilla, ja tärkeä pesäpaikka on Granin saari Hälsinglandin rannikon edustalla. Toisin kuin lokit ja harmaalokit, jotka ovat ravintonsa suhteen yleissyöjiä, Itämeren lokki on innokas kalansyöjä. Laji on vähentynyt noin 30 prosenttia viimeisten 30 vuoden aikana, mikä perustuu maantieteellisen levinneisyyden pienenemiseen, elinympäristöjen heikkenemiseen sekä minkin saalistuksen ja taudinaiheuttajien aiheuttamiin kielteisiin vaikutuksiin. Laji on siksi luokiteltu vaarantuneeksi (VU) punaisessa luettelossa (SLU Artdatabanken 2020). Itämeren lokkeja koskevat telemetriset tutkimukset ovat osoittaneet, että laji lentää ruokailussaan pitkiä matkoja ja hyödyntää alueita vähintään yhtä kaukana merellä kuin Sigman tuulipuiston hankealue (Ottvall ja Rydberg 2023).

Vuoden 2024 tutkatutkimusten aikana laji havaittiin yhdeksän kertaa ja yhteensä kymmenen yksilöä.

Merisaukko^{VU}

Ostersieppo on suurin Ruotsin vesillä esiintyvistä lakkilajeista, ja se on Itämeren ostersieppojen tavoin selvä kalansyöjä. Laji pesii saarilla ja luodoilla länsirannikolta aina Pohjanlahdelle asti. Aiemmissa punaisissa luetteloissa kaulushaikara on arvioitu elinvoimaiseksi, mutta nyt se on arvioitu haavoittuvaksi (VU). Vaikka merikotka ei ole havaittu Sigman tuulivoimapuiston tutkimuksissa, pidetään todennäköisenä, että merikotkia voi esiintyä Sigman tuulivoimapuiston hankealueella ruokailevien yksilöiden kanssa (vaikkakin satunnaisesti).

Hopeatähti^{B1}

Tylli on laji, joka pesii suuressa osassa maata sekä rannikoilla että järvien ja muiden sisävesien rannoilla. Laji on tunnetusti pisin muuttolintu etelänavalta arktisille alueille. Sigman aluetta käyttävät todennäköisesti rannikolla pesivät tiirat ruokailualueena, ja Sigmassa 2024 tehtyjen tutkatutkimusten aikana tiira on havaittu 19 kertaa, yhteensä 25 yksilöä.



Tuulenkala^{NT}

Tukkasotka on pienin Ruotsissa tavattu arokki. Aiemmin laji pesi rannikkoyhdyskunnissa, mutta minkkien saalistuksen vuoksi se pesii nykyään ulkosaariston ja keskisaariston saarilla sijaitsevilla yhdyskunnissa. Laji on sukeltava, kalaa syövä lintu, joka viihtyy kymmenen ja 30 metrin syvyyssissä vesissä, ja Itämerellä se syö pääasiassa levän kutua. Punaiseen luetteloon (SLU Artdatabanken 2020) on merkitty lähes uhanalaiseksi (NT) lähinnä minkin aiheuttaman saalistuksen vuoksi, mutta myös pienentyneen maantieteellisen levinneisyyden vuoksi. Sigma 2024:n tutkatutkimusten aikana laji on havaittu kuudesti, ja yksilöitä on ollut yhteensä yhdeksän.

Razorbill

Turskakoskelo on suurempi arokanolaji, jonka päälevinneisyys Ruotsissa on Itämerellä ja Pohjanlahdella, missä se pesii pesäkoloniona usein yhdessä kyhmyjoutsenen kanssa. Laji ruokailee pääasiassa kaloilla, Itämerellä pääasiassa kilohaililla, jota se hakee sukeltaen jopa 40 metrin syvyydessä. Turskakoskelo ei kuulu mihinkään uhanalaisuusluokkaan Punaisella listalla, mutta sitä pidetään elinvoimaisena (LC) Ruotsissa. Laji on havaittu Sigma 2024:n tutkainventointien aikana kuudesti, ja laji on havaittu yhteensä kaksitoista yksilöä.

5.3 Vaikutusten arviointi

Luontotyyppimuutosten laajuus kasvaa asteittain tuulipuiston rakentamisen aikana ja on suurimmillaan, kun kaikki laitokset on asennettu. Toimintavaiheeseen verrattuna rakentamisen ja käytöstä poistamisen aikaiset vaikutukset ovat linnuille suhteellisen vähäisiä, ja siksi mahdolliset vaikutusten vaikutukset liittyvät pääasiassa toimintavaiheeseen (taulukko 5.3). Luvussa 4 on yksityiskohtaisempi kuvaus ja keskustelu tuulipuistojen ympäristövaikutuksista eri vaiheissa.

Taulukko 5.3. Taulukko, josta käy ilmi, missä vaiheessa eri vaikutustekijöiden arvioidaan vaikuttavan lintuihin ja sisällytetään vaikutusten arviointiin.

Vaikuttava tekijä	Kasvi	Drift	Käytöstäpoisto
Ahtauttavan vaikutuksen vaikutus		X	
törmäys		X	
Esteen vaikutus		X	

5.3.1. Ahtaalle ajaminen

Alkor

Tutkimus tuulivoimaloiden vaikutuksesta rastaskankaan ja hilleriin on tuottanut vaihtelevia tuloksia, sillä molempien siirtyminen johti populaatioiden vähenemiseen, tutkituissa populaatioissa ei ollut eroa ja tutkituissa populaatioissa raportoitiin lisääntymistä (Dierschke ym. 2016). Koska lajit ovat pelagisia kalanpyytäjiä, on todennäköistä, että ne käyttävät Sigman tuulivoimapuiston hankealuetta ruokailualueena. Tutkaluotausten aikana havaittiin yhteensä 22 aukkoyksilöä. Alue sijaitsee kuitenkin niin suurella etäisyydellä rannikosta, että yksilötiheys on todennäköisesti pieni, ja siksi vaikutusvaikutuksen arvioidaan olevan Ei mitään/merkityksetön (taulukko 5.4). Tuulenkalan osalta ei ole olemassa tutkimuksia siitä, miten tuulipuistot vaikuttavat lajiin. Eräissä Suomessa tehdyssä tutkimuksessa osoitettiin tuulenkalan kannan pienenevän, kun lähistöllä oli otettu käyttöön pieni tuulivoimapuisto, mutta ei voitu osoittaa, että kannan pieneminen johtui itse tuulivoimapuistosta (Tanskanen ym. 2022). Koska laji on läheistä sukua räyskä- ja lokkilinnuille, voidaan olettaa, että se todennäköisesti käyttäytyy tuulivoimaloita kohtaan samalla tavalla kuin lähisukulaisensa. Tuulenkalojen pääasiallinen ravinnonlähde, merilevien kutu, on matalammissa vesissä kuin 30 metrin syvyydessä, ja Sigman tuulipuiston hankealue on todennäköisesti huonompi ruokailualue tuulenkaloille kuin rastaskerttulinnuille. Kuten rauskun vaikutukset, myös tuulenkaloihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan merkityksettömiksi (taulukko 5.4).

Lokit

Lokit ovat lajiryhmä, jolla on muita merilintuja heikompi välttämiskäyttäytyminen tuulivoimapuistoja kohtaan, ja niiden on tutkimuksissa osoitettu käyttävän tuulivoimapuistojen reunoilla sijaitsevia perustuksia lähtökohtana ruokailulle ja joissakin tapauksissa pesimäympäristönä (Dierschke ym. 2016; Fox & Petersen 2019). Itämeren loksien GPS-merkinnät ovat osoittaneet, että niiden ravinnonhankinnan liikkumismallit voivat ulottua jopa 100 kilometrin päähän yhteen suuntaan maalla sijaitsevista pesimäpaikoista. Loksien kulkemat matkat näyttävät kuitenkin vähenevän poikasten kuoriuduttua (Ottvall & Rydberg 2023). Sigman tuulivoimapuiston hankealue on hyvin todennäköisesti useiden loksilajien ruokailualue, vaikkakin pienillä yksilötiheyksillä, kuten myös vuoden 2024 tutkatutkimusten tulokset osoittavat. Loksien siirtymisestä alueelle aiheutuvat seuraukset arvioidaan sen vuoksi merkityksettömiksi (taulukko 5.4).

Muut linnut

Koska hanhet, joutsenet, kuikat ja kahlaajat ruokailevat pääasiassa rannikkovesillä, Sigman tuulivoimapuiston siirtymävaikutuksen ei katsota vaikuttavan niihin. Sukeltajasorsia saattaa esiintyä alueella ravinnonhankkijoina, mutta koska Sigman tuulivoimapuisto sijaitsee suuremmissa merisyvyyksissä kuin sukeltajasorsat suosivat, niihin ei katsota kohdistuvan vaikutuksia, minkä vuoksi arvio on Ei/merkittäviä vaikutuksia (taulukko 5.4).

Vaikutusten arviointi lintujen elinympäristöön kohdistuvista siirtymisvaikutuksista toimintavaiheen aikana.

Vaikuttavat tekijät	Geese/Swans	Kuikat/ankat	Kahluuhousut	Lokit/loksilinnut
Ympäristövaikutukset	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Pieni vaikutus
Ympäristönäkökohtien arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo
Johdonmukaisuus	Ei ole/merkityksetön	Ei ole/merkityksetön	Ei ole/merkityksetön	Vähäinen
Turvallisuus arvioinnissa Ohjelman kuvaus				
Kohtalainen	Arvioinnin perustana olevien tutkimusten tulokset eivät ole yksiselitteisiä, joten arvioinnin varmuus on kohtalainen. Arvioiden vahvistamiseksi tarvitaan lisätutkimuksia.			

5.3.2. Törmäys (mukaan lukien vetovoima)

Lokit

Eräissä skotlantilaisessa tutkimuksessa todettiin, että muun muassa lokit ovat suuremmassa vaarassa törmätä merituulivoimaloihin niiden suosimien lentomallien vuoksi (Furness et al. 2013). Silakkalokkeja (Itämeren loksien nimilaji) pidettiin toisessa tutkimuksessa suurena törmäysriskinä, koska niitä tavataan usein tuulivoimaloissa ja suuri osa yksilöistä lentää roottorin lapojen korkeudella (Thaxter ym. 2019). Suuremmilla lokeilla oli huomattavasti suurempi törmäysriski kuin pienemmillä lokeilla lapojen korkeudella, eikä kuolleisuus ja törmäysriski olleet merkittävästi yhteydessä tuulivoimalan kokoon. Lokit osoittivat hieman pienempää taipumusta välttää tuulipuistoja mikrotasolla (yksittäiset tuulivoimalat), ja loksien törmäysriskin arvioitiin olevan keskimäärin 0,05 prosenttia tuulipuistojen läpi lentäessään. Toisessa Skotlannissa tehdyssä tutkimuksessa loksien (harmaa- ja mustapäälokit) ja pikkuloksien havaittiin välttelevän roottorin lapoja taitavasti, eikä yksikään lintulajin yksilö kuollut kahden vuoden tutkimuksen aikana (Skjold et al. 2023). Kuvattujen tutkimusten johtopäätös on, että lintujen kuolleisuus eri tuulipuistoissa voi vaihdella suuresti riippuen paikallisista tekijöistä, kuten kyseessä olevista lajeista, niiden käyttäytymisestä, tärkeiden kohteiden läheisyydestä ja tietenkin tuulipuiston suunnittelusta (Everaert 2014). Yhdessä lajin suhteellisen alhaisen tiheyden kanssa Sigman tuulipuiston hankealueella törmäysriskien seurauksia lokeille pidetään vähäisinä (taulukko 5.5).

Muuttolinnut ja kahlaajat

Koska muuttavat merilinnut välttelevät tuulivoimapuistoja, estevaikutuksen vaikutusriski on suurempi kuin törmäysriski, joten törmäysriskin seuraukset Sigmassa arvioidaan vähäisiksi hanhien ja joutsenten, kuikkalintujen, sukeltajasorsien ja kahlaajien ryhmien osalta (taulukko 5.5).

Lintujen törmäysriskin vaikutusten arviointi toimintavaiheessa.

Vaikuttavat tekijät	Geese/swans	Kuikat/ankat	Kahluuhousut	Lokit/lokkilinnut
Ympäristövaikutukset	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	Pieni vaikutus
Ympäristönäkökohtien arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo
Johdonmukaisuus	Ei vaikutusta/vaikutus on vähäinen	Ei vaikutusta/vaikutus on vähäinen	Ei vaikutusta/vaikutus on vähäinen	Vähäinen
Turvallisuus arvioinnissa	Ohjelman kuvaus			
Kohtalainen	Arvioinnin perustana olevien tutkimusten tulokset eivät ole yksiselitteisiä, joten arvioinnin varmuus on kohtalainen.			

5.3.3. Esteen vaikutus

Muuttolinnut ja kahlaajat

Muuttolinnut kulkevat Sigman tuulivoimapuiston alueen kautta keväisin, ja syysmuuton aikana useimpia lajeja saattaa esiintyä samansuuruisia määriä. Valkoposkikhanhilla ja laulujoutsenilla on tunnettuja muuttoreittejä Perämeren yli muuttoaikoina, jotka kulkevat Sigman tuulipuiston hankealueen kautta (Piironen ym. 2021; Brides ym. 2023). Myös sukeltajasorsat ja kahlaajat muuttavat hankealueen kautta (liite 1). Sigman suunnittelu voi johtaa kyseisten lajien muuttomatkien pidentymiseen, mutta kokonaisuutena se todennäköisesti johtaa marginaalisiin lisäyksiin. Useiden lähekkäisten tuulivoimapuistojen kumulatiivinen vaikutus voi kuitenkin aiheuttaa riskin muuttaville merilinnuille, jotka saattavat joutua käyttämään energiantensiivisempiä kiertoteitä päästäkseen pesimäalueille Suomeen ja Venäjälle (ks. kohta 5.5). Sigman tuulivoimapuiston estevaikutusten vaikutus muuttaviin merilintuihin arvioidaan merkityksettömäksi (taulukko 5.6).

Koska lokit ja naurulokit vaeltavat vain vähäisessä määrin Sigman tuulipuiston hankealueen läpi, arvio on, että estevaikutusta ei ole/vaikutus on vähäinen.

Taulukko 5.6. Vaikutusten arviointi esteiden vaikutuksesta lintuihin toimintavaiheessa.

Vaikuttavat tekijät	Geese/Swans	Kuikat/ankat	Kahluuhousut	Lokit/lokkilinnut
Ympäristövaikutukset	Pieni vaikutus	Pieni vaikutus	Pieni vaikutus	Ei vaikutusta
Ympäristönäkökohtien arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo	Pieni arvo
Johdonmukaisuus	Vähäinen	Vähäinen	Vähäinen	Ei ole/merkityksetön
Turvallisuus arvioinnissa	Ohjelman kuvaus			
Kohtalainen	Arvioinnin perustana olevien tutkimusten tulokset eivät ole yksiselitteisiä, joten arvioinnin varmuus on kohtalainen.			

5.4 Linnuston kannalta arvokkaat suojelualueet

Sigmaa lähinnä olevalla rannikkoalueella Gävleborgin ja Västernorrlandin lääneissä on useita luonnonsuojelualueita, joista kolme tärkeintä pesivien ja levähtävien lintujen kannalta on esitetty seuraavassa.

Agön-Kråkönin luonnonsuojelualue

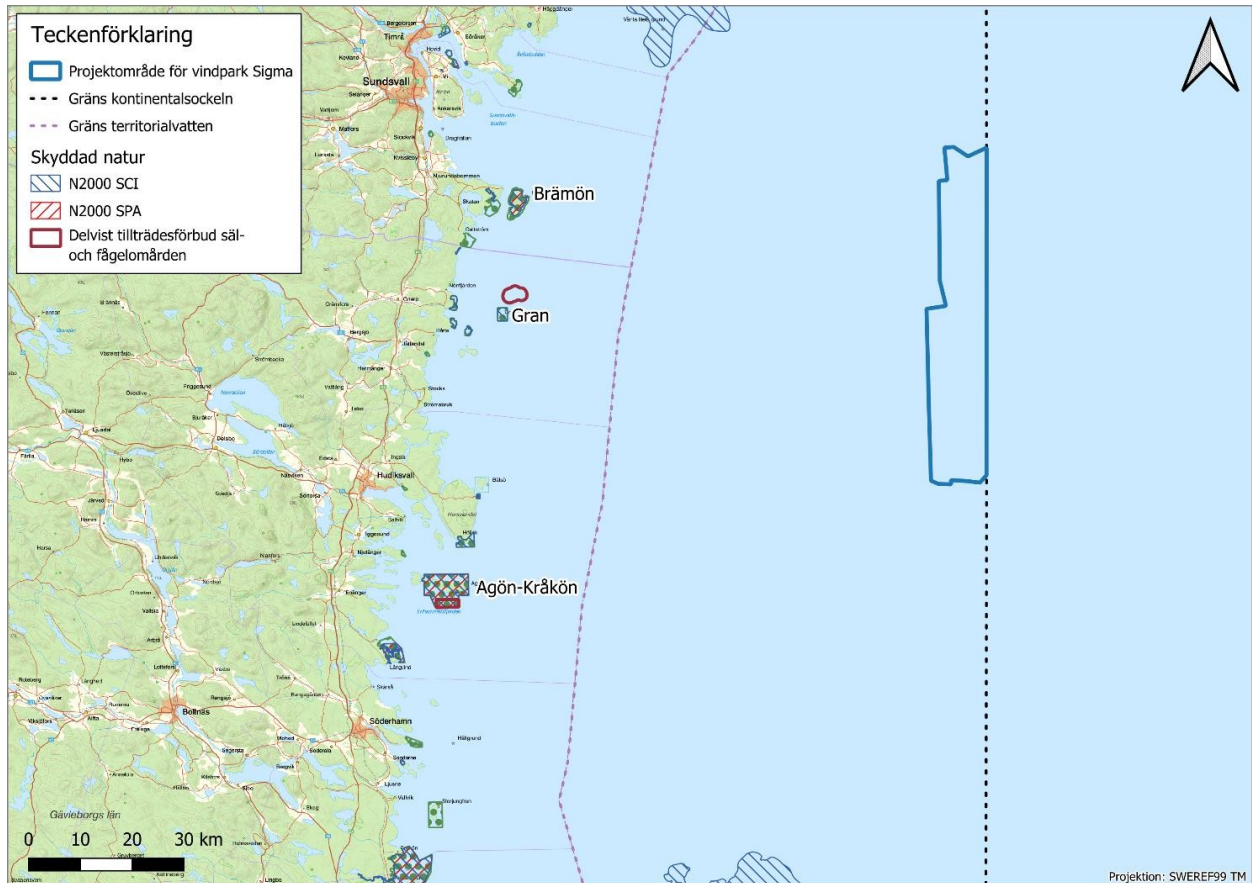
Agön-Kråkönin puolimerellinen luonnonsuojelualue sijaitsee noin kymmenen meripeninkulman päässä Sigman tuulipuistosta (taulukko 5.7). Alue on myös lintudirektiivin mukainen Natura 2000 -alue (kuva 5.2). Agön-Kråkön koostuu kahdesta suuremmasta ja useista pienemmistä saarista, jotka ovat havupuuvallaisen sekametsän peitossa ja joilla on suuria luonnonarvoja. Saaret tarjoavat pesimäympäristöjä monille merilintulajeille.

Gransin luonnonsuojelualue

Gran on Gävleborgin läänin eristynein saari, joka sijaitsee noin kahdeksan mailia Sigman tuulipuiston hankealueesta länteen (taulukko 5.7). Saari sijaitsee luonnonsuojelualueella, ja siellä on yksi Gävleborgin läänin suurimmista rastaskerttukoloniatyypeistä sekä suuria kolonioita kyhmyjoutsenia, haahkoja ja kaulushaahkoja (Aspenberg & Axbrink 2009). Kuusella on suuri merkitys myös muuttolintujen levähdyspaikkana.

Brämönsin luonnonsuojelualue

Brämön on luonnonsuojelualue, joka on myös lintudirektiivin mukainen Natura 2000 -alue (kuva 5.2). Suojelualue, joka koostuu suuremmasta Brämönin saaresta ja pienemmästä Kalvenin saaresta, sijaitsee kahdeksan meripeninkulmaa Sigman tuulipuiston hankealueesta länteen (taulukko 5.7), ja se tarjoaa pesimäympäristön useille suojelluille merilintulajeille.



Kuva 5.2. Luontodirektiivin ja lintudirektiivin mukaiset suojelualueet sekä luonnonsuojelualueet Ruotsin rannikolla suhteessa Sigman tuulipuiston hankealueeseen.

Taulukko 5.7. Sigman tuulivoimapuiston etäisyydet lähimpiin Natura 2000 -alueisiin Ruotsissa, joilla on suuri arvo merilintujen kannalta. Etäisyydet on esitetty sekä etäisyyksinä Sigman tuulipuiston hankealueen ulkoreunasta Natura 2000 -alueen ulkoreunaan että etäisyyksinä kunkin alueen keskipisteestä Sigman tuulipuiston keskipisteeseen.

Natura 2000 -alue	Etäisyys, ulkoreuna (kilometriä)	Etäisyys, keskipiste (kilometriä)
Brämön	80,0	87,3
Kuusi	81,0	87,7
Agön-Crow Island	100,5	112,1

Vaikutukset suojelualueisiin

Sigman tuulivoimapuiston rakentamisen, käytön ja käytöstä poistamisen aikana syntyvät vaikutustekijät, jotka voivat ulottua Natura 2000 -alueille ja vaikuttaa niihin, liittyvät ornitologian kannalta ainoastaan kyseisillä suojelualueilla pesivien lintujen mahdolliseen ravinnonhankintaan tai talvehtivien merilintujen lisäykseen.

Sigman tuulivoimapuiston hankealue ei muodosta merkittävää levähdysaluetta. Sigman tuulivoimapuiston perustamisella ei näin ollen arvioida olevan mitään tai vähäisiä vaikutuksia edellä mainittuihin Natura 2000 -alueisiin.

5.5 Kumulatiiviset vaikutukset

Lintuihin kohdistuvien kumulatiivisten vaikutusten arviointi perustuu Sigman läheisyyteen suunniteltuihin Eyrstrasalt Offshore-, Lambda-, Sylen- ja Fyrskeppet Offshore -tuulipuistoihin, kuten kuvassa 4.2 esitetään. Lambdan tuulipuiston lupahakemus on myös Statkraftin hallinnoima, ja se jätetään samanaikaisesti Sigman tuulipuistoa koskevan hakemuksen kanssa.

Sigman tuulivoimapuiston hankealueella tehdyissä tutkimuksissa havaittiin vain vähän ruokailevia merilintuja (liite 1). Myös viereisen Eyrstrasaltin tuulipuiston linnustoselvityksissä on havaittu vähäisiä määriä merilintuja. Perämerellä sijaitsevien suunniteltujen tuulivoimapuistojen alueilla odotetaan esiintyvän suhteellisen vähän merilintuja, kuten naurulokkeja, sukeltajasorsia ja lokkeja, koska etäisyydet rannikkokolonioihin ovat suhteellisen suuret. Sigman sijainti tarkoittaa, että sen vaikutusalue on kaikista puistoista pienin, joten sen arvo näiden lajien kannalta on alhainen. Mainittujen pesivien linturyhmien siirtymisen kumulatiiviset vaikutukset ja pitkällä aikavälillä niiden pesimämenestys arvioidaan arviolta olemattomiksi/merkittämättömiksi.

Yksi laji, joka saattaa kärsiä hieman suuremmista kielteisistä vaikutuksista, on Itämeren lokki. Tutkimukset ovat osoittaneet, että pesimäkauden aikana Itämeren lokit lentävät pitkiä lentoja Perämeren yli, ja niiden odotetaan lentävän useiden tuulipuistojen ohi. Niin kauan kuin tuulipuistot eivät sijaitse erityisen tärkeillä ruokailualueilla, törmäysriski on pienempi. Sigman tuulivoimapuistoa tai muita tuulivoimapuistoja ei ole suunniteltu tällaisille alueille. Perämeren rannikolla pesivän Itämeren lokkipopulaation muutamien yksilöiden odotetaan törmäävän tuulivoimaloihin vuosittain, mutta kokonaispopulaatioon kohdistuvan kumulatiivisen kielteisen vaikutuksen riskin katsotaan silti olevan pieni.

Muuttolinnuille aiheutuvien estevaikutusten riskiä pidetään merkityksellisenä, koska nollavaihtoehtoon verrattuna lajit joutuvat tekemään kiertoteitä ja lentämään pidemmän matkan Suomessa ja Venäjällä sijaitseville pesimäalueille. Lajien, joilla on voimakas välttämiskäyttäytyminen, kuten valkoposkianhi, laulujoutsen ja kahlaaja, katsotaan joutuvan välttämään ainakin yhtä tai pahimmassa tapauksessa useampaa viidestä suunnitellusta tuulipuistosta, vaikka kuvan 4.2 mukaan tuulipuistojen väliin jäisikin jonkin verran tilaa muuttoa varten. Mainittujen lajien voimakas välttämiskäyttäytyminen sekä kahlaajien pitkät muuttoreitit merkitsivät sitä, että kielteisten vaikutusten riski arvioidaan vähäiseksi. Kuikkalintujen osalta, joilla on myös pitkät muuttoreitit ja vahva välttämiskäyttäytyminen, mutta jotka lentävät pohjoisemmassa suunnassa, arviointi on hieman lievempi, ja kielteisten vaikutusten riski arvioidaan ei ole/epämerkityksellinen. Kumulatiivisella estevaikutuksella, joka voi syntyä, jos kaikki tällä hetkellä suunnitellut tuulivoimalat toteutetaan eteläisellä Selkämerellä ja Gävlenlahdella, arvioidaan olevan pieni kokonaisvaikutus muuttaviin merilintuihin, mutta se arvioidaan tällä hetkellä merkityksettömäksi suhteessa lintujen muuttomatkojen kokonaismatkoihin.

6. Yleisarviointi

Muuttolintujen kannalta Sigman tuulivoimapuiston hankealue näyttää sijaitsevan suurimpien ja tunnetuimpien muuttoreittien varrella. Tärkeä laulujoutsenten ja merihanhiin käyttämä muuttoreitti Ruotsin Sveanmaalta Suomen länsirannikolle kulkee pääosin Sigman tuulivoimapuiston hankealueen eteläpuolella, mutta jossain määrin myös sen kautta. Myös kahlaajat ja sukeltajasorsat käyttävät samaa reittiä suuremmissa määrin.

Sigman tuulivoimapuiston hankealuetta sivuaa toinen pohjois-eteläsuuntainen muuttoreitti, jota käyttävät pääasiassa mustalokit, jotka lentävät Mustallamerellä sijaitsevilta talviasunnoiltaan Perämeren kautta pohjoisessa sijaitseville pesimäalueille.

Sigman tuulivoimapuiston hankealueella on havaittu keväällä 2024 tehdyissä tutkaluotauksissa satunnaisesti myös petolintuja ja kolopesijöitä muuttolintuina.



Sigman tuulivoimapuiston kielteisten lintuvaikutusten riski arvioidaan kokonaisuutena ei ole/merkityksettömäksi. Mahdollisella kumulatiivisella estevaikutuksella hanhien ja joutsenten, kuikkalintujen, sukeltajasorsien ja kahlaajien lajiryhmiin voisi olla kielteisiä seurauksia enemmän kuin ei/niin merkityksettömiä, jos Gävlen lahdelle rakennetaan useampia tuulipuistoja.

Sigman tuulivoimapuiston estevaikutuksen ei kuitenkaan katsota vaikuttavan lainkaan tai olevan vähäinen, koska alueen eteläosien kiertäminen muodostaa hyvin pienen osan koko muuttoreitistä. Törmäys- ja siirtymisriski on olemassa lokeille ja naurulokeille, jotka pysyttelevät Sigman tuulivoimapuiston ympäristössä ruokailemassa jäätöminä vuodenaikoina, mutta koska ne pysyttelevät siellä niin pieninä yksilötiheyksinä, tuulivoimapuiston seurauksia pidetään merkityksettöminä tai merkityksettöminä.



7. Viitteet

- Aspenberg, P., & Axbrink, M. (2009). Kustfåglar i Gävleborg 2007. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1112601/FULLTEXT01.pdf>. 2024-10-17.
- Brabant, R., Vanermen, N., Stienen, E. W. M. & Degraer, S. (2015). Kohti paikallisten ja muuttavien lintujen kumulatiivista törmäysriskin arviointia Pohjanmeren merituulipuistoissa. *Hydrobiologia* 756, 63-74. DOI 10.1007/s10750-015-2224-2.
- Brides, K., Thorstensen, S., Einarsson, O., Boiko, D., Petersen, Æ., Auhage, S., McElwaine, G., Degen, A., Laubek, B., Andersen-Harild, P., Helberg, M., Vangeluwe, D., Nienhuis, J., Wieloch, M., Luigujõe, L., Morkūnas, J., Bogomolova, Y.R., Bogdanovich, I., Petrek, S.W., Wood, K.A. & Rees, E.C. (2022). Interchange of individuals between two Whooper Swan *Cygnus cygnus* populations, and its effect on population size estimates. *Ringing & Migration*, 37, 1-12.
- Dierschke, V., Furness, R. W., & Garthe, S. (2016). Merilinnut ja merituulipuistot Euroopan vesillä: välttäminen ja houkuttelu. *Biological Conservation*, 202, 59-68.
- Dürr, T., Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F., Mammen, U. (2013) Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation* 21(6):394-400.
- Erickson, W.P., Wolfe, M.M., Bay, K.J., Johnson, D.H. & Gehring, J.L. (2014). A comprehensive analysis of small-passenger fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. *PloS one*, 9(9), e107491.
- EuroBirdPortal 2024. <https://eurobirdportal.org/ebp/en/#home/HIRRUS/r52weeks/CUCCAN/r52weeks/>. 2024-09-04.
- Everaert, J. (2014) Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Studies* 61(2), 220-230. Fox, A. D.
- & Petersen, I. K. (2019). Offshore-tuulipuistot ja niiden vaikutukset lintuihin. *Danish Orn. Foren. Tidsskr*, 113 (2019), 86-101.
- Furness, R. W., Wade, H. M. & Masden, E. A. (2013) Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms. *Journal of environmental management*, 119, 56-66.
- Grünkorn, T., Blew, J., Coppack, T., Krüger, O., Nehls, G., Potiek, A., Reichenbach, M., von Rönn, J., Timmermann, H. & Weitekamp, S. (2016). (Raptori)lintujen törmäysnopeuksien määrittäminen ja suunnitteluun liittyvien perusteiden luominen tuulivoimaloiden aiheuttaman törmäysriskin ennustamista ja arviointia varten (PROGRESS). Loppuraportti Saksan liittovaltion talous- ja energiaministeriön (BMW) rahoittamasta yhteishankkeesta PROGRESS liittovaltion kuudennen energiatutkimusohjelman puitteissa, FKZ 0325300A-D.
- Hansson, P. (2020). Muuttolintujen pullonkaulat Fennoskandiassa. https://www.umu.se/globalassets/organisation/utan-faculty-affiliation/arctic-centre-at-umea-university/arctic-publications/hansson_2020_bottlenecks_for_migratory_birds_of_prey_in_fennoskandia.pdf.
- Heinänen, S., Žydelis, R., Kleinschmidt, B., Dorsch, M., Burger, C., Morkūnas, J. & Nehls, G. (2020). Satelliittitelemetria ja digitaaliset ilmakuvatutkimukset osoittavat punakurkku-uikkujen (*Gavia stellata*) voimakasta siirtymistä pois merituulipuistoista. *Marine environmental research*, 160, 104989.
- Hjernquist, M. B. (2014). Vaikutukset linnustoon tuulivoimaloiden sukupolvenvaihoksen aikana - valvontaohjelma, Näsudden, Gotlanti 2009-2013. *Karl Märten Hjernquist Konsult, Havdhem*. https://group.vattenfall.com/se/siteassets/sverige/var-verksamhet/vindprojekt/nasudden/bilaga_04_slutrapport_kontrollprogram_fagel.pdf. 2024-10-08.
- Jonsson, L. Hjernquist, Mäns. Hansson, P. Hjernquist, Märten. 2022. Merellä tapahtuva lintumuutto Gotlannissa keväällä. Raportti 1 - 2022. <https://www.naturskyddsforeningengotland.se/Havsbaserad%20fagelflyttning%20vid%20Gotland%202022%20Rapport%201.pdf>
- Krijgsveld, K.L. Fijn, R.C. Japink, M. van Horssen, P.W. Heunks, C. Collier, M. P. Poot, M. J. M. Beuker, D. Dirksen, S. 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee Final report on fluxes, flight altitudes and behavior of flying birds. Raportin numero: 10-219. Osoite: Bureau Waardenburg.
- Kortesalmi, P., Pääkkönen, S., Valkonen, J., & Nokelainen, O. (2023). Bean Goose migration shows a long-term temporal shift to earlier spring, but not to later autumn migration in Finland. *Ornis Fennica*, 100(2). <https://doi.org/10.51812/of.119806>.
- Langgemach, T. & Dürr, T. 2023. Tietoa tuulivoiman käytön vaikutuksista lintuihin. *Staatliche Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg*. <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Dokumentation-Vogel-Windkraft.pdf>.



- Larsen, J. K. & Guillemette, M. (2007) - Tuulivoimaloiden vaikutukset talvehtivien haahkojen lentokäyttäytymiseen: vaikutukset elinympäristön käyttöön ja törmäysriskiin. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 516-522.
- Lehtiniemi, T & Toivanen, T. BirdLife Suomi (2023) Tärkeimmät muuttoreitit Suomessa. <https://www.birdlife.fi/in-english/conservation-and-research/migration-routes-in-finland/>. 2024-10-11.
- Loss, S. R. Will, T. Marra, P. P. 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation* 168, 201-209.
- Lääninhallitus 2021 - Pohjanlahden merialueiden suojelusuunnitelma Alueelliset tavoitteet ja painopisteet. <https://catalog.lansstyrelsen.se/store/34/resource/64.2024-10-12>.
- MMO (2018) Displacement and habituation of seabirds in response to marine activities, *A report produced for the Marine Management Organisation*, MMO Project No: 1139, May 2018, 69pp.
- Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto. 2004. Häiriöiden vaikutukset lintuihin - tietämyskokoelma Natura 2000 -alueisiin ja muihin alueisiin kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi. Raportti 5351.
- Nehls, G., Burger, C., Kleinschmidt, B., Quillfeldt, P., Heinänen, S., Morkunas, J., & Zydels, R. (2017). From effects to impacts: Analysing displacement of Red-throated Divers in relation to their wintering home ranges. *LPO (2018). Actes du Séminaire Eolien et Biodiversité, Artigues-près-Bordeaux*.
- Nilsson, L. (2011). Suomen metsähänhien (*Anser fabalis*) muutot vuosina 1978-2011. *Ornis svecica*, 21(1), 157-166.
- Ottvall, R. & Rydberg, H., M. (2023) Birds and wind power: Bird occurrence in the Eyrasalt Offshore study area. *Skyborn renewables Liite M9*.
- Peschko, V., Mercker, M. & Garthe, S. (2020). Telemetry paljastaa merituulipuistojen voimakkaat vaikutukset kyhmyjoutsenen (*Uria aalge*) käyttäytymiseen ja elinympäristön käyttöön pesimäaikana. *Marine Biology*, 167(8), 118.
- Piironen, A., Paasivaara, A. & Laaksonen, T. 2021. Kolmen maailman linnut: hukkavaellus korkealle arktiselle alueelle laajentaa boreaalisen ja lauhkean alueen välistä lentoreittiä kolmanteen elinympäristöön. *Movement Ecology* 9:47. <https://doi.org/10.1186/s40462-021-00284-4>. <https://doi.org/10.1186/s40462-021-00284-4>.
- Plonczkier, P & Simms, I, C, 2012 - Muuttavien merihanhien tutkaseuranta: käyttäytymisreaktiot merituulipuiston kehittämiseen. *Journal of Applied Ecology* 49, 1187-1194.
- Poot, M.J.M., M.P. Collier, P.W. van Horssen, R. Lensink & S. Dirksen, 2011. Impact studies Offshore Wind Egmond aan Zee: Cumulative effects on seabirds. Mallinnusmenetelmä vaikutusten arvioimiseksi merilintujen populaatiotasoihin. Raportin numero: 11-026. Liittymä: Bureau Waardenburg, Culemborg.
- RISE 2024 Bothnia Offshore Sigma - Vaikutukset merenkulun riskeihin ja merenkulun saatavuuteen.
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S., & Green, M. (2017). Tuulivoiman vaikutus lintuihin ja lepakoihin. *Päivitetty yhteenvetoraportti*, 27-30.
- Sansom, A. Pearce-Higgins, J.W. & Douglas, D.J.T. 2016. Tuulivoimarakentamisen kielteiset vaikutukset pesivään rantalintuun arvioituna BACI-tutkimusasetelmalla. *Ibis* 158, 541-555.
- Schwemmer, P. Mendel, B. Sonntag, N. Dierschke, V. Garthe, S. 2011. Laivaliikenteen vaikutukset merilintuihin avomerialueilla: vaikutukset merensuojeluun ja aluesuunnitteluun. *Ecological Applications* 21(5):1851-60.
- Shaffer, J. A. & Buhl, D. A. 2015. Effects of wind-energy facilities on breeding grassland bird distributions. *Conservation Biology* 30(1), 59-71.
- SLU:n lajitietokeskus 2020: Lajien ja niiden elinympäristöjen tila ja kehityssuunnat - Ruotsin punaisella listalla olevat
- lajit 2020. SLU:n lajitietokeskus 2024. lajitiedot. Lajitietolehdet kustakin lajista.
- Ruotsin linnut 2023. Ruotsin lintulaskennan ja BirdLife Ruotsin laatima. https://cdn.birdlife.se/wp-content/uploads/2024/01/Sverigesfaglar_2023_slutversion.pdf. 2024-09-13.
- Tanskanen, A., Yrjölä, R., Oja, J., Aalto, R. & Tanskanen, S. (2022). Pitkän aikavälin vaikutukset pesimälinnustoon puoliksi rannikolla sijaitsevan saaristolähtöisen tuulivoimapuiston rakentamisessa Ahvenanmaalla, pohjoisella Itämerellä. *Ornis Svecica*, 32, 47-65.

Thaxter, C. B., Ross-Smith, V. H., Bouten, W., Clark, N. A., Conway, G. J., Masden, E. A., Barber, L. J. & Burton, N. H. (2019). Avian vulnerability to wind farm collision through the year: Insights from lesser black-backed gulls (*Larus fuscus*) tracked from multiple breeding colonies. *Journal of Applied Ecology*, 56(11), 2410-2422.

Liite 1. Maastokertomus lintuinventointi



Kenttäkertomus - veneellä tehty päiväpetolintujen kartoitus Sigman tuulipuiston suunnitellulla alueella Perämeren eteläosassa keväällä 2024.

Ola Marklund, Roine Strandberg ja Richard Ottvall.



OTTVALL CONSULTING AB

Tämän kenttäraportin on laatinut Ottvall Consulting AB Statkraftin puolesta. Kirjoittajat ovat tohtori

Ola Marklund, tohtori Roine Strandberg ja tohtori Richard Ottvall.

Kenttätöystä vastasivat Jörgen Bernsmo, Manfred Dornhäuser, Olle Edlund, Viktor Eriksson, David Erterius, Mikael Haraldsson, Gert Ljungqvist ja Ola Marklund.

Tietojen käsittelystä vastasivat Elias Melchert Thelaus, Ola Marklund, Roine Strandberg ja Tomas Svensson.

Kannen kuva: Pohjoiseen vaeltavia isokarvaisia murtovesimyyriä Sigman hankealueella 27. toukokuuta 2024. Kuvassa näkyy myös yksi neljästä poijusta, jotka sisältyivät visuaalisten tutkimusten menetelmiin. Valokuvaaja: Jörgen Bernsmo.

Ottvall Consulting AB
Mindpark Bytaregatan
4D Mindpark
Bytaregatan 4D
222 21 Lund, Ruotsi

Johdanto

Statkraft suunnittelee tuulipuiston, Bothnia Offshore Sigman, rakentamista Ruotsin ja Suomen välille Hudiksvallin/Sundsvallin alueelle. Alue kulkee yli 60 kilometriä Ruotsin ja Suomen talousvyöhykkeiden rajalla noin yhdentoista kilometrin levyisenä vyöhykkeenä. Noin 640 neliökilometrin suuruiselle alueelle suunnitellaan 143 tuulivoimalaa, joiden kokonaiskorkeus on enintään 370 metriä. Niin sanotun välyksen eli vedenpinnan ja alimman roottorin lavan kärjen välisen etäisyyden on tarkoitus olla 20-30 metriä.

Hakemusprosessin yhteydessä Statkraftin on raportoitava tuulipuiston mahdollisista ympäristövaikutuksista. Tämän raportin tarkoituksena on esitellä Ottvall Consulting AB:n selvitys päiväpetolintujen määrästä ja liikkumistavoista suunnitellun tuulipuiston alueella.

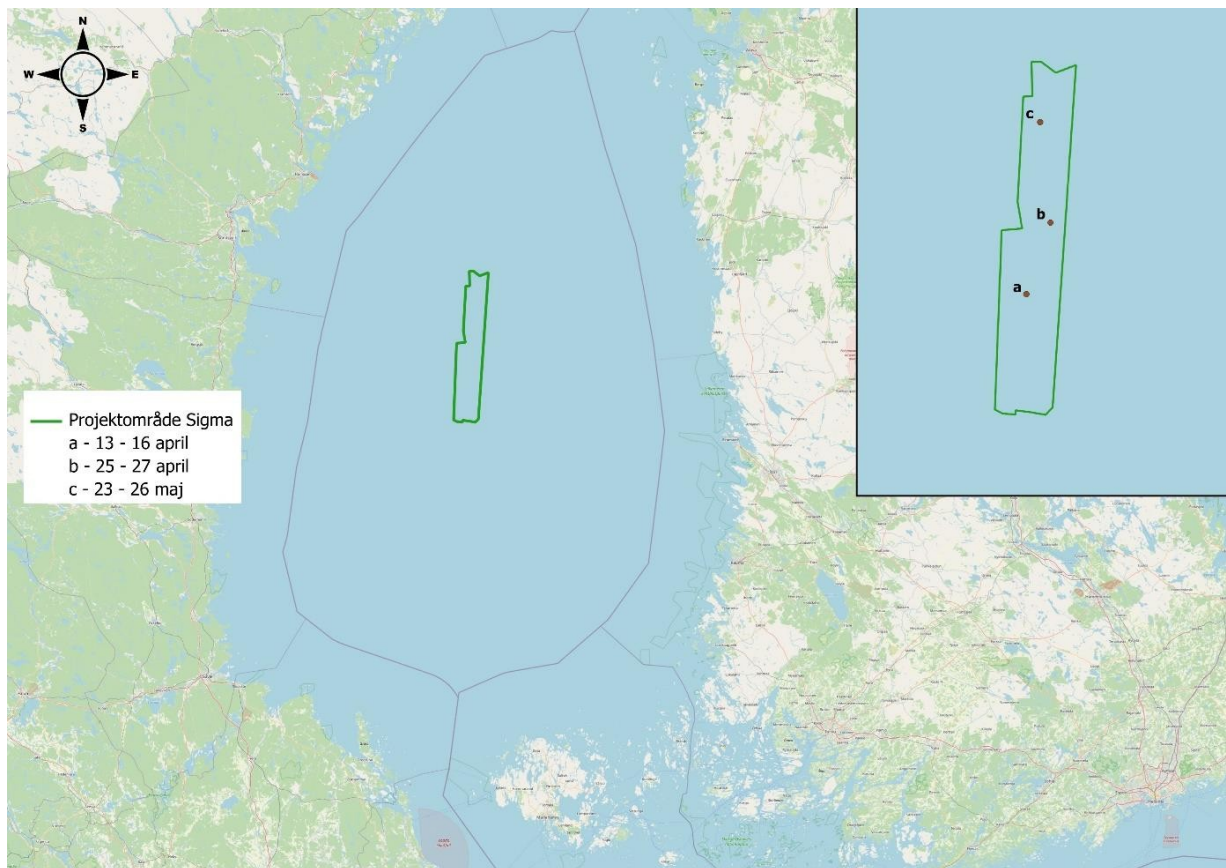
Joka vuosi miljoonat linnut muuttavat Itämeren yli talvehtimis- ja pesimäalueidensa välillä. Tarkat lentoreitit ja -ajat vaihtelevat lajeittain riippuen esimerkiksi siitä, ovatko ne lyhyt- vai kaukomuuttajia. Joidenkin lajien muuttoaika on hyvin tiivis, jolloin kokonaiset populaatiot voivat muuttaa muutamassa päivässä, kun taas toisilla lajeilla muuttoaika on pidempi. Myös muuton alkamis- ja päättymisajankohta vaihtelee lajeittain, minkä vuoksi kevät- ja syysmuutto ajoittuvat kesällä päällekkäin. Useiden lajien kevät- ja syysmuutto eroavat usein toisistaan voimakkuudeltaan ja lentoreitiltään. Yleensä kevätmuutto on keskittyneempää, kun linnut suuntaavat pohjoiseen pesimäalueilleen, verrattuna syksyyn, jolloin linnut muuttavat etelään talvehtimisalueilleen (esim. Alerstam 1990, Newton 2008).

Lopulliseen ja varsinaiseen lentoreittiin vaikuttavat monet tekijät, kuten sopivat välilaskeutumisaikat, vuorokaudenaika ja ennen kaikkea sääolosuhteet. Sade ja sumu voivat saada linnut keskeyttämään muuton, kun taas esimerkiksi suotuisat tuulensuunnat voivat käynnistää voimakkaita muuttoliikkeitä erityisesti huonon sään ja epäsuotuisien tuulien jälkeen. Merilinnut, kuten sorsat, hanhet ja kuikat, suosivat myötätuulta suunnitellusta muuton suunnasta, mutta kompensoivat vaihtelevasti tuulen aiheuttamaa ajelehtimista, joten muuttoreitissä on eroja eri aikoina.

Lintujen muuttoa koskeva tietämys kehittyy jatkuvasti. Lintujen silmämääräisten havaintojen lisäksi rengastus on historiallisesti edistänyt eri lajien pesimä- ja talvehtimisalueiden tuntemusta. Viime vuosikymmeninä tutka, pienten lähettimien ja geolokaattoreiden, jotka tunnetaan myös nimellä valolokit, kehittäminen on mahdollistanut useiden lajien muuttoreittien tarkemman määrittämisen (ks. esim. movebank.org). Eri lajien lintujen kaukana merellä valitsemista muuttoreiteistä on kuitenkin vain vähän tietoa, ja tehdyt oletukset ovat perustuneet pääasiassa maalta tehtyihin havaintoihin. Sen vuoksi on tärkeää tehdä tutkimuksia kaukana merellä sijaitsevien suunniteltujen tuulipuistojen alueella ja niiden läheisyydessä, jotta voidaan ennustaa puistojen mahdolliset vaikutukset muuttolintuihin.

Menetelmä

Merellä tehtiin yhteensä yhdentoista päivän ajan lintututkimuksia, jotka jakautuivat kolmeen jaksoon (13.-16. huhtikuuta, 25.-27. huhtikuuta ja 23.-26. toukokuuta 2024), ja tarkoituksena oli kerätä tietoja muuton suunnasta, lentokorkeudesta sekä muuttavien lintujen määrästä ja virtauksesta. Tutkimukset suoritettiin ankkuroidulta alukselta M/S Stormbird, joka oli erityisesti mukautettu tämäntyyppiseen tutkimukseen. Tutkimukset tehtiin vaakaturkalla ja visuaalisesti DHI:n (2022) kuvaamien perusmenetelmien mukaisesti. Joitakin muutoksia on tehty, ja käytetyt menetelmät kuvataan yksityiskohtaisesti jäljempänä. Menetelmä mahdollistaa vertailun muihin vastaaviin tutkimuksiin Itämerellä. Maantieteelliset sijainti- ja säätiedot tallennettiin koko tutkimusjakson ajan, ja tutkimukset tehtiin kolmessa eri paikassa Sigman sisällä (kuva 1).

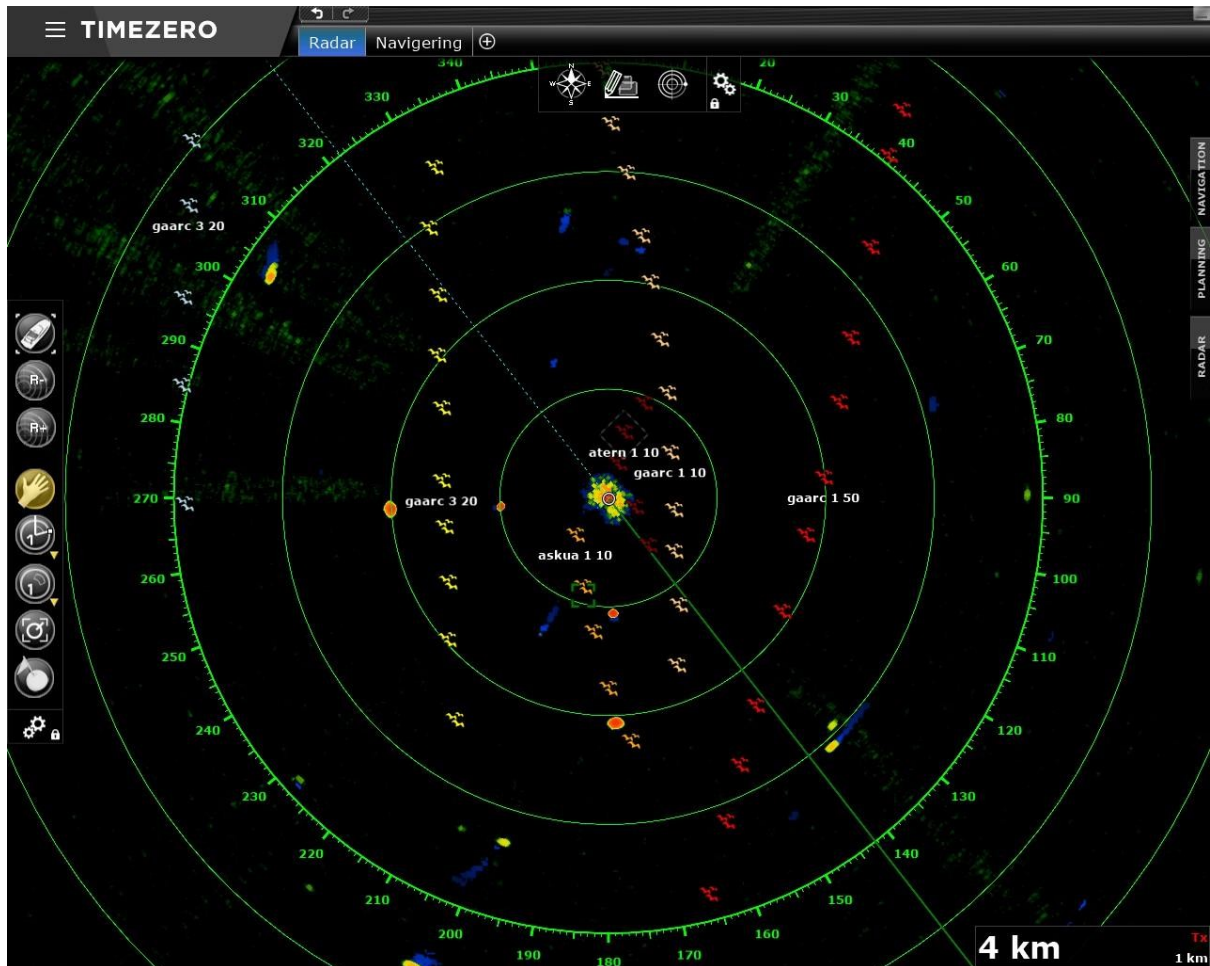


Kuva 1. Sigma-alueen sijainti Ruotsin ja Suomen välisellä Perämerellä.

Vaakatutkatutkimukset

Tutkatutkimuksissa rekisteröitiin muuttolintujen tutkakaikuja. Lintujen lentosuunnan ja tarkan maantieteellisen sijainnin määrittämiseksi vaakaturka (Furuno Radar S-band SSD FAR- 2238SNXTBB) kytkettiin satelliittikompassiin ja veneen GPS-järjestelmään, mikä varmisti kunkin tutkalinjan tarkan osoittamisen.

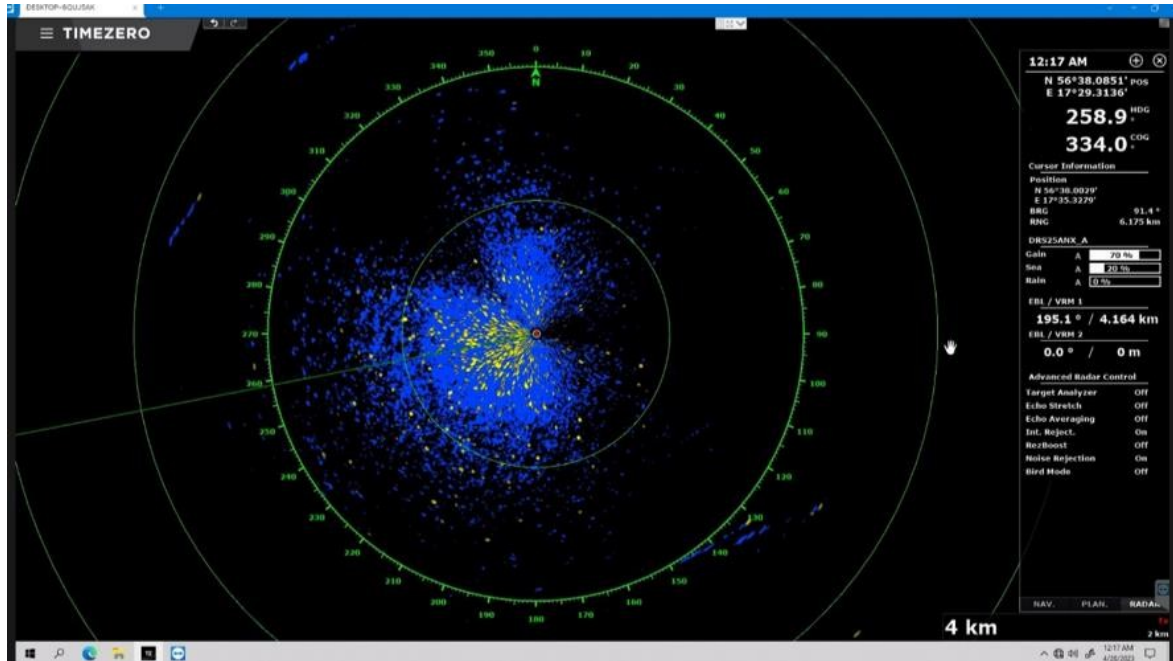
Menetelmässä tutkaaja seuraa lintuja, jotka näkyvät kaikuina vaakatutkan näytöllä päivällä. Yksittäiset tutkan jäljet yhdistetään lintulajeihin koordinoimalla ne yhden tai kahden putki- ja käsikiikareilla varustetun tarkkailijan kanssa. Lajin määrittämisen lisäksi lintujen lukumäärä ja arvioitu lentokorkeus kirjataan TimeZero-ohjelmiston avulla (kuva 2).



Kuva 2. Kuvaruutukaappaus TimeZero-ohjelmistosta, jota käytetään aktiiviseen tutkaseurantaan vaakatutkan avulla. Liikkuvat linnut on merkitty eri väreillä ja niille on annettu lajikoodi. Jokainen merkintä on liitetty tarkkaan aikaan, jotta lentosuunta on selvä.

Menetelmällä saadaan näin ollen eri lajien yksilöiden ja parvien tarkat muuttoreitit, joiden avulla voidaan johtaa valittujen lajien keskimääräinen muuttosuunta. Keskimääräisen suunnan laskemista varten radat suoritettiin määrittämällä kullekin tutkan radalle suunta sovittamalla radan sijainteihin pienimmän neliösumman viiva. Tutkan radat esitetään rataruusun muodossa, jossa esitetään keskisuunta $\pm$ keskihajonta ja kaikki radat. Analyysit suoritettiin valittujen lajien sijainnin mukaan, jotta saataisiin kuva eri lajien liikkumistottumuksista tutkimusalueella.

Vaakatutkan kantama oli tavallisesti asetettu neljään kilometriin, mutta hyvissä sääolosuhteissa kantamaa säädettiin ajoittain kuuteen kilometriin. Vaakatutka on herkkä aalloille, ja aallonkorkeuden ollessa yli Beaufort 3 (vastaa noin 5-6 metriä sekunnissa tuulen nopeutta), tutkan näytölle ilmestyy kohinaa, joka vaikeuttaa lintujen kaikujen erottamista, lukuun ottamatta suurempien lintuparviin kaikuja, jotka ovat korkeammalla ja kauempana veneestä, kohinan ulkopuolella (kuva 3). Myös sateet aiheuttavat häiriöitä, jotka vaikeuttavat lintujen kaikujen erottamista.

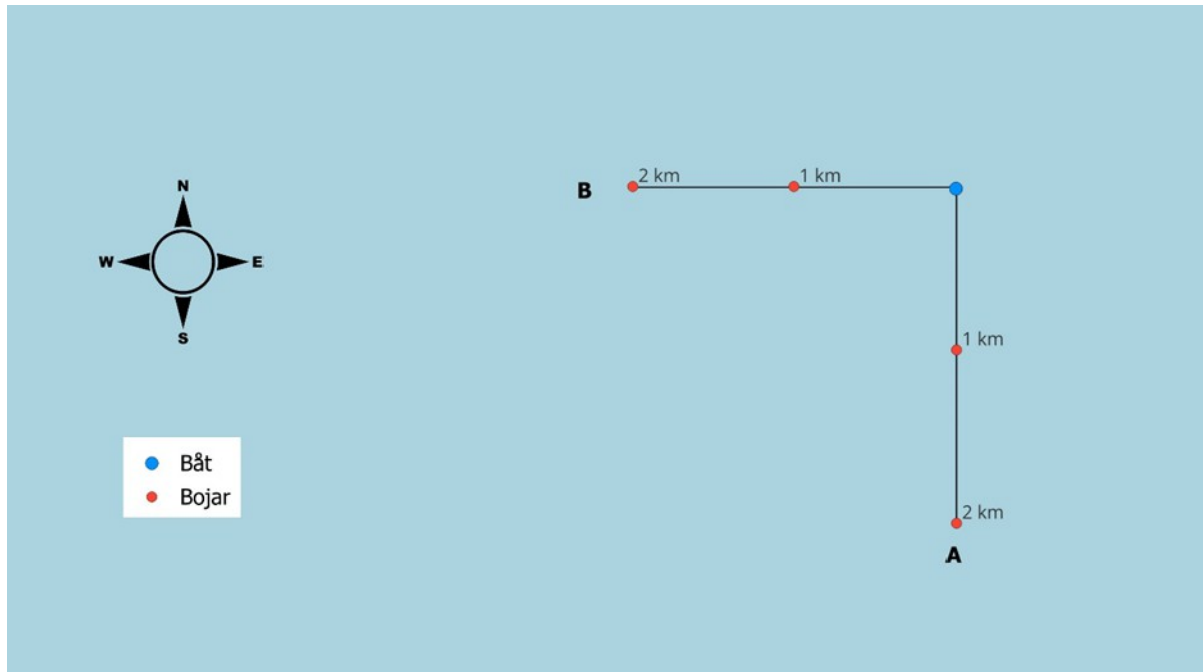


Kuva 3. Vaakatutkan kuvaruutukuva, jossa on kohinaa kuvan keskellä veneen suuntaa vasten ja kaikujälkiä linnuista hieman neljän kilometrin päässä. Häiriö johtuu tutkan heijastamista aalloista. Vene vastaa punaista pistettä keskellä ja veneen keulan suunta vastaa vihreää viivaa noin 260 asteen kulmassa. Veneen keula on ankkuroituna tuuleen päin, joten tämänhetkisessä kuvassa tuulen suunta on länsi-lounas ja linnut lentävät koilliseen.

Eri lajien muuttosuuntien analysoinnin lisäksi tehtiin yhteenveto tutkajälkien kokonaismäärästä ja yksilöiden kokonaismäärästä lajeittain. Yhteenvedon tarkoituksena on antaa yleiskuva siitä, mitä lajeja tutkimuksessa esiintyi ja mitkä lajit tuottivat paljon tai vähän tutkajälkiä.

Visuaaliset tutkimukset

Tutkatutkimusten täydentämiseksi käytettiin menetelmää, jolla lintujen muuttoa tutkittiin visuaalisesti. Paikalle asetettiin kaksi poikkileikkausta: A-poikkileikkaus, joka kulki veneen ja kahden kilometrin päässä etelään, ja B-poikkileikkaus, joka kulki veneen ja kahden kilometrin päässä länteen. Poikkileikkausten suunnat valittiin odotettujen lentosuuntien perusteella, sillä linnut muuttavat keväällä pääasiassa koilliseen. Poikkileikkaukset merkittiin ankkuroiduilla poijuilla yhden ja kahden kilometrin etäisyydelle, jotta oli helpompi arvioida etäisyyttä ohikulkeviin lintuihin (kuva 4).



Kuva 4. Tutkimusasetelma, jossa on vene ja neljä kiinnitettyä poijua, jotka muodostavat visuaalisten tutkimusten A- ja B-risteykset.

Tarkkailija kirjasi vähintään kahden 15 minuutin jakson ajan joka tunti aamusta alkaen ja yleensä kahdeksan tunnin ajan kaikki linnut, jotka ohittivat A- ja B-risteykset, joita seurattiin yleensä vuorotellen, mutta joskus samanaikaisesti, kun kaksi tarkkailijaa työskenteli rinnakkain. Lajin ja lukumäärän lisäksi kirjattiin arvioitu etäisyys, arvioitu korkeus, käyttäytyminen (muutto/paikallinen liikkuminen/ruokailu) ja arvioitu lentosuunta. Lentokorkeuden arviointi perustui tarkkailijan kokemukseen (osittain aiempaan laserkiikareilla tehtyyn kalibrointiin), kun taas etäisyyden ja lentosuunnan arviointia koordinoitiin mahdollisuuksien mukaan rinnakkain suoritettujen vaakatulkitutkimusten kanssa.

Muuttolintujen tiheyttä koskevien suhteellisten mittareiden saamiseksi laskettiin muuttovirta, joka on tietyn lajin lintujen lukumäärän mittari, reittikilometreittäin ja aktiivisen havainnointiajan mukaan. Muuttolinnut, joiden ei katsottu muuttavan, jätettiin analyysin ulkopuolelle. Havaintoja ajanjaksoilta, jolloin näkyvyys oli alle kaksi kilometriä, oikaistiin lyhyemmän näkyvysetäisyyden vuoksi laskemalla ylöspäin kahden kilometrin näkyvyyttä vastaava määrä. Kahden havaintorivin tiedot yhdistettiin laskelmissa. Muuttovirta laskettiin kustakin paikasta, jotta saataisiin kuva eri lajien liikkumistottumuksista tutkimusalueella. Ajan ja tilaisuuden salliessa kirjattiin myös yli kahden kilometrin etäisyydeltä ohikulkevat linnut ja/tai

15 minuutin jaksojen ulkopuolella visuaalisissa tutkimuksissa. Nämä havainnot kirjattiin erikseen, eikä niitä otettu huomioon muuttovirta-analysissä.

Kuten vaakatutkatutkimuksissa, myös visuaalisissa tutkimuksissa laskettiin yhteen kunkin lajin kaikki yksilöt, jotta saataisiin yleisempi kuva lintujen runsaudesta alueella. Myös kahden kilometrin poijun ulkopuolella ja/tai 15 minuutin jaksojen ulkopuolella havaitut yksilöt otettiin mukaan. Yhteenvedoihin sisältyvät kaikkien kolmen havaintopaikan tiedot.

Lentokorkeus

Valituille lajeille laskettiin yksilöllinen keskimääräinen lentokorkeus $\pm$ keskihajonta. Yksittäisen lajin osalta laskelmat suoritettiin niiden tietojen perusteella, joissa oli suurin määrä lajin yksilöitä joko visuaalisesta tai vaakatutkatutkimuksesta.

Panokset ja sää

Edellä kuvatut tutkimukset tehtiin kolmena jaksona: 13.-16. huhtikuuta, 25.-27. huhtikuuta ja 23.-26. toukokuuta 2024. Havainnot kestivät klo 05.00-13.00 MESTA, elleivät sääolosuhteet edellyttäneet tutkimusten keskeyttämistä tai keskeyttämistä. Taulukossa 1 esitetään toimenpidetietojen erittely.

Taulukko 1: Käyttöönottotiedot kunkin päivämäärän ja havaintopaikan osalta. Yleiskuva asemien sijainnista alueella on esitetty kuvassa 1. "Visuaalinen, ponnistus/havaintoaika" -kentässä ilmoitetut ajat viittaavat tutkimusten aloittamisen ja lopettamisen väliseen ajanjaksoon kuluvana päivänä, ja vastaavasti kuluvan päivän aktiivisten 15 minuutin jaksojen yhteenlaskettuun aikaan. Huomaa, että aktiivisten 15 minuutin jaksojen yhteenlaskettu aika ylittää joskus aloituksen ja lopetuksen välisen ajan. Tämä johtuu siitä, että kaksi tarkkailijaa on seurannut kumpikin linjaa saman ajanjakson aikana, joten aktiivinen aika on tällöin kaksinkertainen.

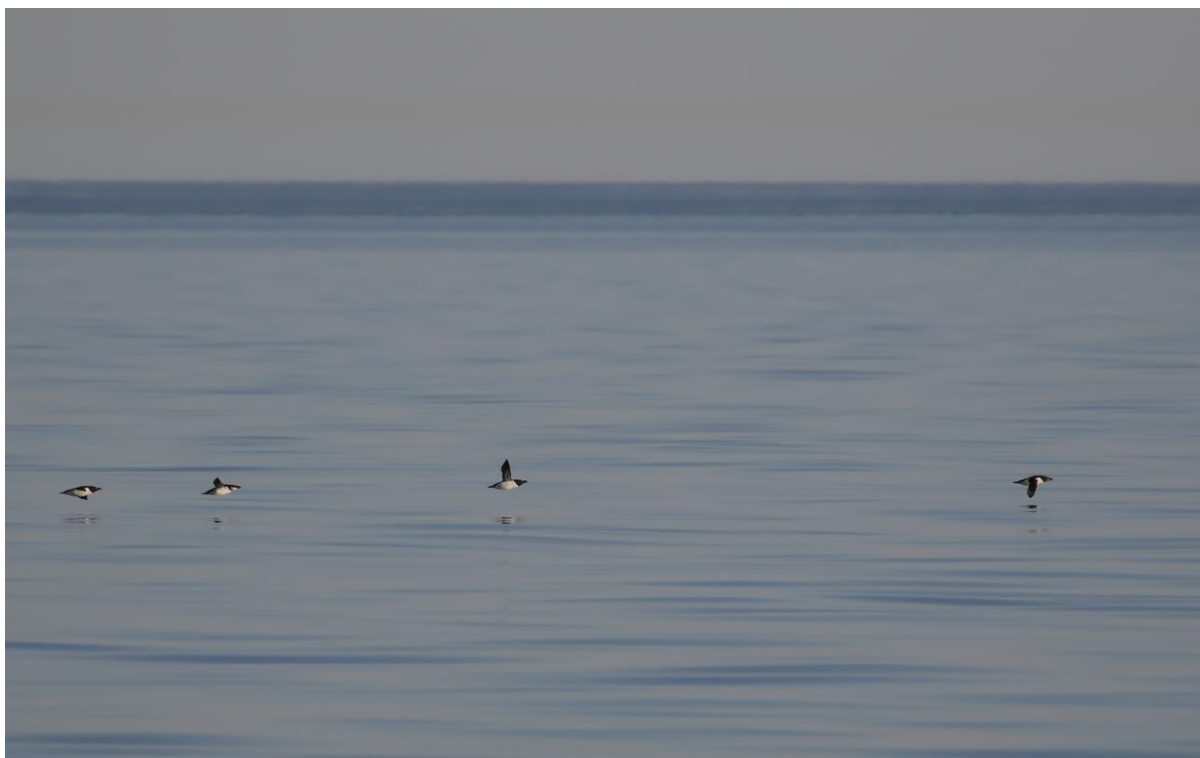
Päivämäärä	Asema	Koordinaatit (DD Lat. Long).	Visuaalinen, syöttö/havaintoaika	Vaakasuora tutka, interventio
2024-04-13	a	61.880697N, 19.281958E	8 tuntia/3 tuntia	8 tuntia
2024-04-14	a	61.880697N, 19.281958E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-04-15	a	61.880697N, 19.281958E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-04-16	a	61.880697N, 19.281958E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-04-25	b	61.998885N, 19.366627E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-04-26	b	61.998885N, 19.366627E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-04-27	b	61.998885N, 19.366627E	8 tuntia/4 tuntia	8 tuntia
2024-05-23	c	62.164212N, 19.330386E	8 tuntia/14 tuntia	8 tuntia
2024-05-24	c	62.164212N, 19.330386E	8 tuntia/14 tuntia	8 tuntia
2024-05-25	c	62.164212N, 19.330386E	6 tuntia/11 tuntia 30 minuuttia	6 tuntia
2024-05-26	c	62.164212N, 19.330386E	8 tuntia/14 tuntia	8 tuntia

Säätiedot (tuulen suunta, tuulen nopeus, merenkäynti, näkyvyys, pilvisuus ja lämpötila) kirjattiin vähintään kerran tunnissa visuaalisten tutkimusten aikana. Tuulen suunta vaihteli suuresti kaikkien kolmen päivämäärän aikana, mutta itäisestä sektorista puhaltava tuuli oli enemmistönä. Tuulen nopeus vaihteli 0,6-9,3 metriin sekunnissa ja lämpötila +3-8 °C:n välillä. Pilvisuus vaihteli pilvettömyyden ja pilvisyyden välillä. Näkyvyys oli erittäin hyvä (25 kilometriä tai enemmän) suurimman osan ajanjaksosta, paitsi muutamaan otteeseen, jolloin näkyvyys oli alle yhden kilometrin, joten tutkimukset keskeytettiin väliaikaisesti. Meren tila vaihteli Beaufortin asteikolla yhdestä viiteen, mutta oli suurimmaksi osaksi kahden ja kolmen välillä.

Tulos

Tutkahavainnot

Vaakatutkatutkimuksessa tallennettiin yhteensä 327 tutkajälkeä, jotka jakautuivat 49 lajiin ja viiteen määrittelemättömien lintujen luokkaan (taulukko 2). Vaakatutkatutkimuksissa kirjattiin yhteensä 3 049 yksilöä.

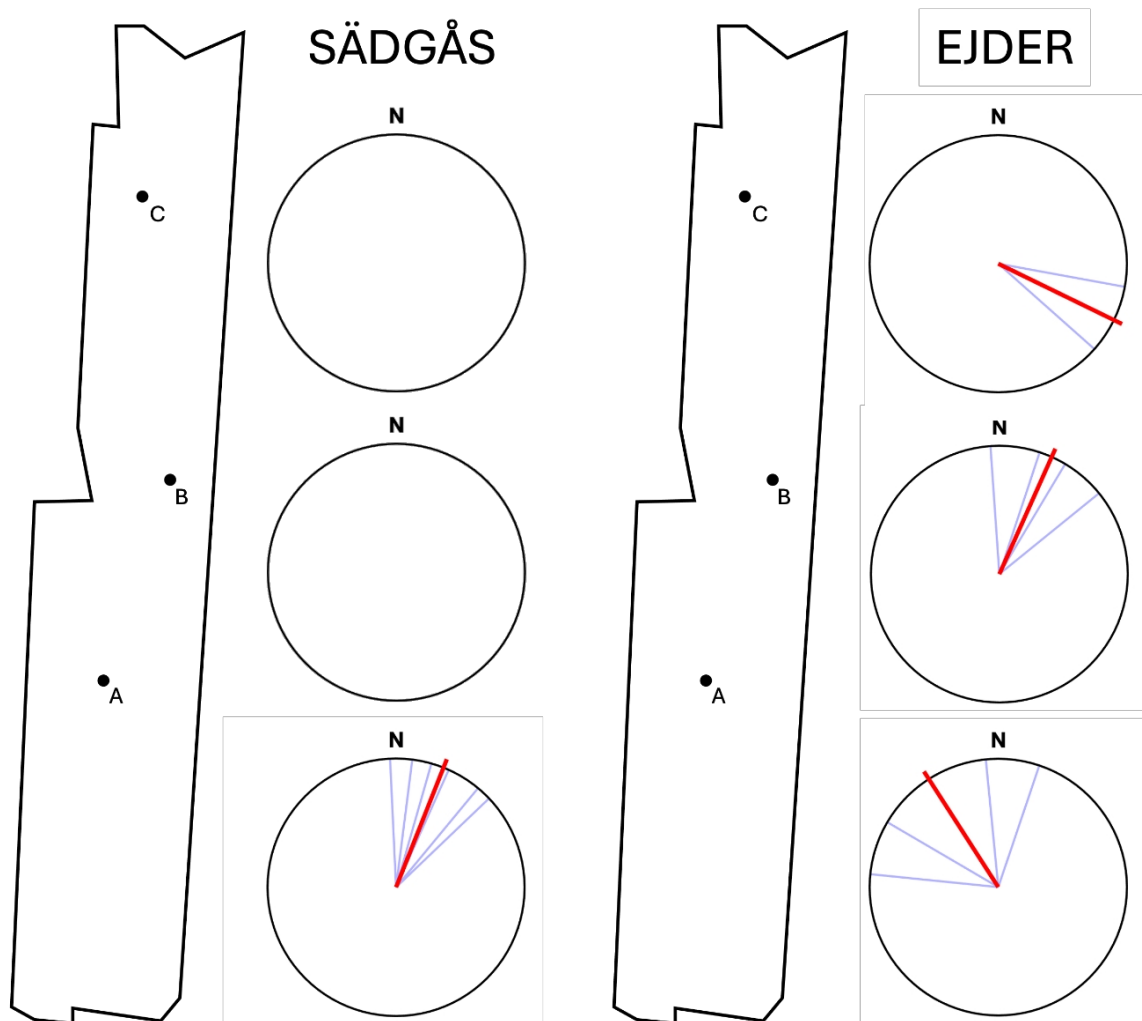


Muuttomatkalla olevia rastaskerttuja, Sigman hankealue, kevät 2024, kuvaaja: Jörgen Bernsmo.

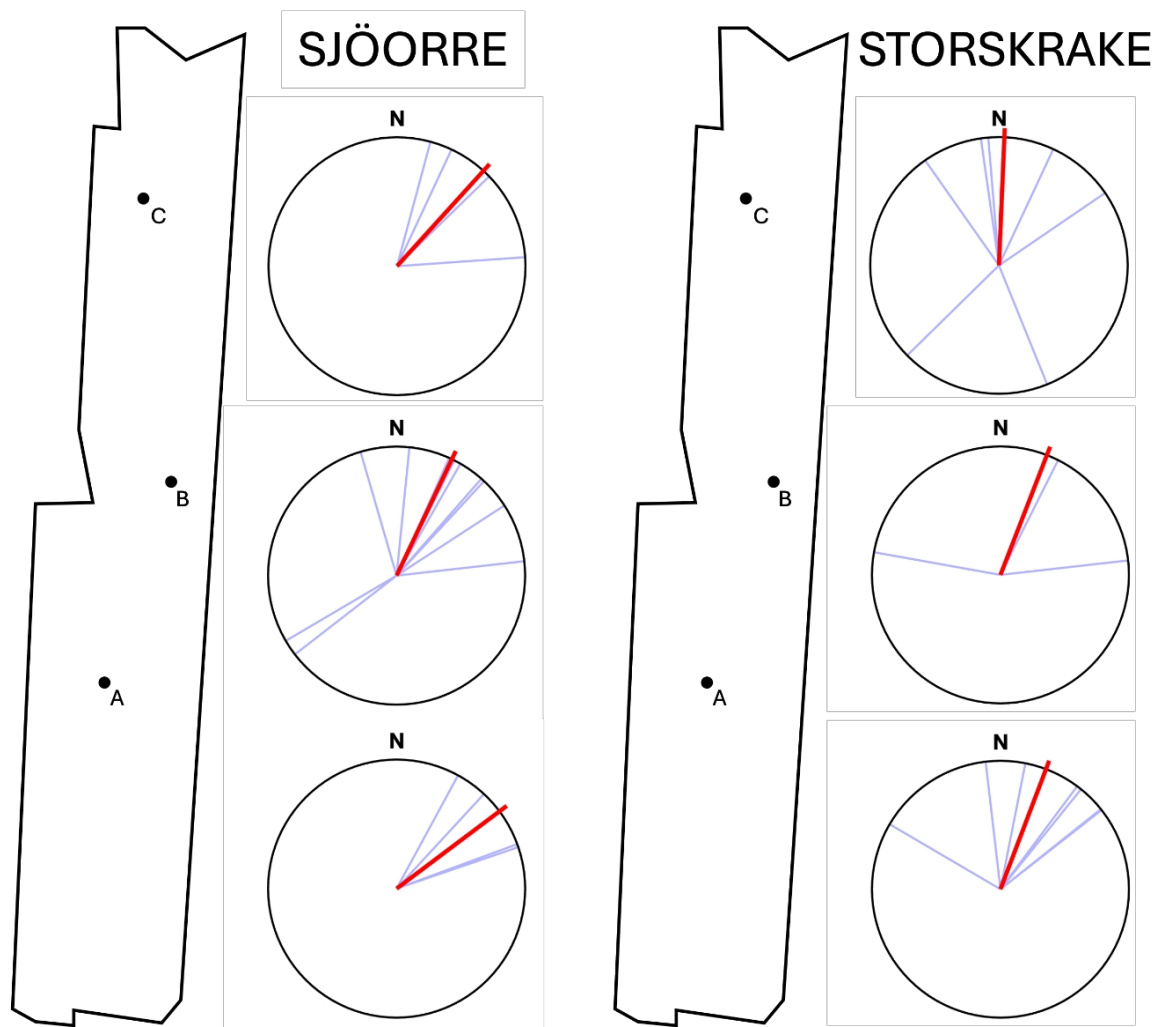
Taulukko 2. Yksilöiden tai parvien horisontaalisten tutkajälkien kokonaismäärä ja yksilöiden kokonaismäärä lajeittain tai lajiryhmittäin. Kokonaismäärät sisältävät tiedot kaikista kolmesta asemasta alueella kaikkina tutkimuspäivinä.

Lajin nimi	Seuraajien määrä	Henkilöiden kokonaismäärä	Lajin nimi (jatkuu)	Seurantakäyntien määrä (jatkuu)	Henkilöiden kokonaismäärä (jatkuu)
Lohihanhi	1	20	Curlew	15	105
Harmaahanhi	5	30	Isokoskelo	4	16
Papu hanhi	7	39	Rannikkolintu	2	2
Valkoposkihanhi	1	16	Kottarainen	1	70
Tottele. hanhi	4	52	Kahluuhousut	7	1 720
mykkä joutsen	1	3	Labradorin rannikko	3	3
Laulujoutsen	6	30	pyöriäinen	1	1
Obest. joutsen	1	2	Razorbill	6	12
Spoonbill	1	2	Sorsalintu	6	9
Hiekan puhaltaminen	2	10	Naurulokki	1	4
sinisorsa	1	2	Lokki	1	1
Teal	1	2	Harmaa saukko	3	3
Vigg	2	5	Harmaalokki	9	10
Haahka	10	33	Hopeatähti	19	25
Mustuus	4	10	Kalat/hopeatylli	7	19
Meriahven	22	169	Pikkutylli	5	8
Meribassi/mustakala	1	1	Suuri kuikka	57	108
Knipa	5	9	Obest. loach	15	26
Suuri aukko	18	37	Merimetso	1	3
Pikku varis	38	91	Harmaahaikara	1	3
Pieni/suuri varis	7	15	Stenfalk	1	1
Obest. ja	8	49	Quayside	1	1
Nightjar	1	1	Harmaa varis	1	2
Kestrel	3	5	Ladusin valas	2	2
nosturi	1	5	Harmaa kärpässiipi	1	1
Rannikkopiippi	3	226	Stonechat	1	1
Hiekkasärkkä	1	24	Vihertävä	1	5

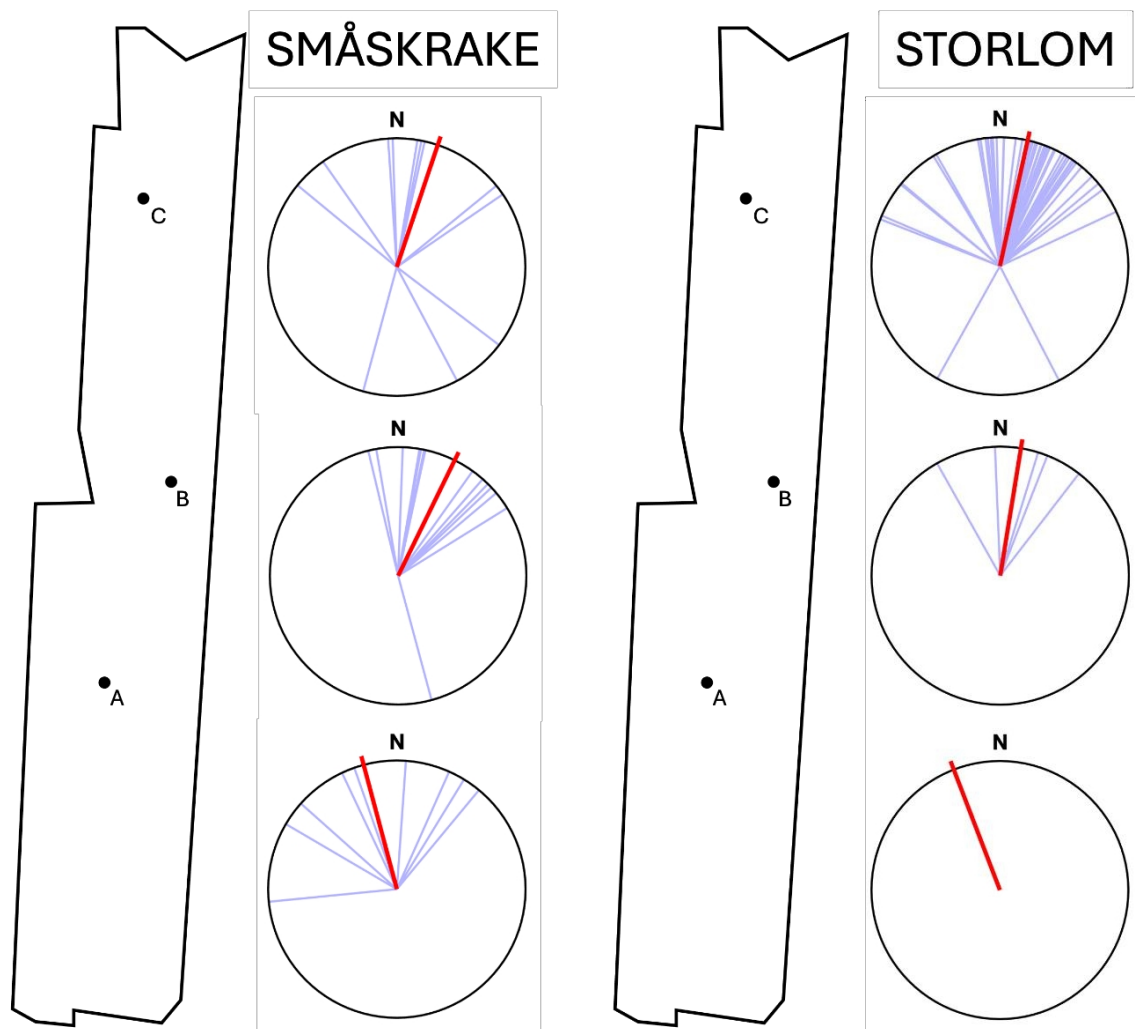
Alla on graafisia kuvia, niin sanottuja rataruusuja, jotka osoittavat valittujen lajien keskimääräisen ratasuunnan Sigman kolmessa paikassa. Lajivalinta perustui niihin lajeihin, joita seurattiin eniten tutkakaikujen perusteella ja/tai jotka voivat olla merkityksellisiä vaikutusten arvioinnin kannalta.



Kuva 5a. Kaukoputket tutkalinjojen tutkalinjoille, jotka on otettu Sigman asemista a-c. Joutsenen keskisuurta ($\bar{x} \pm s$ d) sijainnissa a: $21,7 \pm 17,2^\circ$ ($n = 39$), sijainnit b ja c: ei jälkiä. Haahkan keskimääräinen vaellussuunta ($\bar{x} \pm s$ d) kannan a osalta: $327,3 \pm 47,4^\circ$ ($n = 12$), kannan b osalta: $24,1 \pm 23^\circ$ ($n = 8$) kannan c osalta: $116,0 \pm 22,1^\circ$ ($n = 13$).



Kuva 5b. Valkopyrstökuikan ja isokoskelon tutkaluotauksen etäisyysruusut asemista a-c Sigman sisällä. Merikotkan keskimääräinen suunta ($\bar{x} \pm s$ d) aseman a osalta: $53,2 \pm 20,9^\circ$ ($n = 8$), aseman b osalta: $25,5 \pm 68,5^\circ$ ($n = 85$) ja aseman c osalta: $42,3 \pm 31,4^\circ$ ($n = 21$). Isokoskeloiden keskimääräinen lentosuunta ($\bar{x} \pm s$ d) a-asemassa: $20,8 \pm 40,3^\circ$ ($n = 15$), b-asemassa: $21,2 \pm 82,9^\circ$ ($n = 10$) ja c-asemassa: $2,4 \pm 89,1^\circ$ ($n = 10$).



Kuva 5c. Etäisyysruusut, jotka on otettu huomioon tutkalla seurattaessa pikkuaahvenia ja isokoskeloita Sigmassa sijaitsevista paikoista a-c. Pikkulepinkäisen keskimääräinen lentosuunta ($\bar{x} \pm s$ d) asemapaikalla a: $345 \pm 45,7^\circ$ ($n=18$), asemapaikalla b: $26,2 \pm 44,4^\circ$ ($n=9$) ja asemapaikalla c: $18,6 \pm 76,6^\circ$ ($n=32$). Keskimääräinen lentosuunta ($\bar{x} \pm s$ d) asennossa a: $339 \pm 0^\circ$ ($n=1$), asennossa b: $9,3 \pm 25,8^\circ$ ($n=10$) ja asennossa c: $12,5 \pm 41,2^\circ$ ($n=97$).



Sandeel, Sigman hankealue keväällä 2024, kuvaaja: David Erterius.

Visuaaliset havainnot

Silmämääräisten havaintojen yhteydessä kirjattiin yhteensä 3 244 yksilöä, jotka jakautuivat 53 tunnistettuun lajiin, mukaan lukien 458 yksilöä, joiden laji ei voitu määrittää (taulukko 3). Tutkatutkimusten ja näköhavaintojen kokonaissyklömäärä käsittää suurelta osin samat linnut, koska tutkimukset tehdään samanaikaisesti.

Taulukko 3. Silmämääräisissä tutkimuksissa havaittujen yksilöiden kokonaismäärä lajeittain. Yhteenlaskettuihin lukuihin sisältyvät tiedot kaikista kolmesta paikasta Sigman sisällä kaikkina tutkimuspäivinä.

Tyyppi	Numero	Taide (jatkoa)	Numero (jatkuu)
Lohihanhi	20	Labradorin rannikko	2
Harmaahanhi	32	pyöriäinen	4
Papu hanhi	40	Razorbill	22
Valkoposkihanhi	16	pyöriäinen	6
Tottele. hanhi	84	Sorsalintu	16
mykkä joutsen	3	Naurulokki	5
Laulujoutsen	34	Lokki	6
Obest. joutsen	20	Harmaalokki	8
Hiekan puhaltaminen	2	Tylli	2
sinisorsa	4	Hopeatähti	24
Teal	24	Kalat/hopeatylli	8
Vigg	3	Pikkutylli	5
Haahka	57	Suuri kuikka	80
Meriahven	111	Obest. loach	3
Tonttu lintu	2	Merimetso	8
Knipa	12	Harmaahaikara	4
Suuri aukko	41	Varpushaukka	1
Pikku varis	78	Pöllö	2
Pieni/suuri varis	11	Kestrel	1
Nightjar	1	Stenfalcon	1
Kestrel	2	Harmaa varis	3
nosturi	6	Laulava naurulokki	1
Rannikkopiippi	99	Ladusin valas	5
Hiekkasärkkä	24	Harmaa kärpässiipi	1
Curlew	97	Stonechat	1
Isokoskelo	410	keltainen kotka	4
Rannikkolintu	1	Harmaasieppo	1
Kottarainen	1 371	Pikkulepinkäinen/vuorist osinisiipi	4
Punajalkakuoriainen	1	Vihertävä	14
Kahluuhousut	300	Obest. sinetti	1

Tiheysarvot muuttovirtalaskelmina (lukumäärä/leikkauskilometri/tunti) esitetään taulukossa.

4. Arvot on eritelty sijainnin mukaan, jotta voidaan havainnollistaa eri lajien virtauksia Sigman eri osissa.

Taulukko 4: Tiheysarvot muuttovirtana ilmaistuna (lukumäärä/leikkauskilometri/tunti) kunkin aseman osalta. Arvot välillä 1,0-4,0 on merkitty vaaleansinisellä ja arvot yli 4,0 oranssilla. Tyhjät neliöt tarkoittavat, että lajia ei ole havaittu kyseiseltä paikalta.

Tyyppi	Sijainti a	Asento b	Sijainti c
Harmaahanhi	0,07		
Papu hanhi	0,33		
Valkoposkihanhi	0,53		
Laulujoutsen	0,10		
Hiekan puhaltaminen		0,08	
sinisorsa	0,07		
Teal		1,00	
Vigg			0,03
Haahka	0,27	0,33	0,21
Merisiili	0,47	2,38	0,05
Tonttu lintu	0,07		
Knipa	0,07		
Suuri aukko	0,27	0,13	0,18
Pikku varis	0,57	0,63	0,09
Suuri/pieni varis	0,07		0,01
Nightjar			0,01
Kestrel			0,02
Hiekkasärkkä			0,22
Curlew	1,10		
Isokoskelo			1,91
Punajalkakuoriainen		0,05	
Kottarainen			8,41
Kahluuhousut			2,80
Labradorin rannikko			0,02
Tobi possu	0,13	0,08	0,04
Razorbill	0,23	0,33	0,04
pyöriäinen		0,08	0,01
Razorbill/sarvipyöriäinen	0,03	0,04	
Hopeatähti	0,22		
Tylli			0,02
Kalat/hopeatylli			0,08
Lokki	0,10		0,03
Harmaalokki			0,07
Pikkutylli			0,02
Suuri kuikka	0,03	0,10	0,55
Obest. loach			0,01
Merimetso	0,03	0,04	
Pöllö	0,03		

Stenfalcon		0,04	
Harmaa varis			0,06
Laulava naurulokki	0,03		
Ladusin valas			0,05
Harmaa kärpässiipi			0,01
Stonechat			0,01
keltainen kotka			0,03
Harmaasieppo		0,04	
Puu/vuoristosinisiipi	0,13		
Vihertävä	0,10	0,28	0,05
Obest. sinetti			0,01

Seuraavassa taulukossa esitetään arvioitujen lentokorkeuksien keskiarvot tietyille lintulajeille. Tulokset ilmoitetaan joko visuaalisten tutkimusten tai vaakatutkatutkimusten perusteella sen mukaan, kummassa tutkimuksessa havaittiin eniten yksilöitä (taulukko 5).

Taulukko 5. Keskimääräinen lentokorkeus $\pm$ keskihajonta ja yksilömäärä valituille lajeille.

Tyyppi	Keskimääräinen lentokorkeus $\pm$ keskimääräinen poikkeama	Yksilöiden lukumäärä
Papu hanhi	20 $\pm$ 8 m	39
Laulujoutsen	7 $\pm$ 5 m	34
Haahka	2 $\pm$ 1 m	57
Merisiili	4 $\pm$ 4 m	169
Pikku varis	10 $\pm$ 8 m	91
Rannikkopiippi	200 $\pm$ 0 m	226
Curlew	27 $\pm$ 26 m	105
Kottarainen	231 $\pm$ 85 m	1 371
Hopeätähti	8 $\pm$ 2 m	25
Suuri kuikka	12 $\pm$ 8 m	108

Keskustelu ja väittely

Tämä kenttäraportti on väliraportti laajemmasta tutkimusohjelmasta, jonka tarkoituksena on tunnistaa ja ennustaa ehdotetun Sigman tuulipuiston mahdollisia vaikutuksia (siirtyminen, törmäykset ja muuttoreitit) alueen kautta kulkeviin tai siellä oleskeleviin lintuihin. Pätevien johtopäätösten tekeminen edellyttää, että päätelmät perustuvat usean kauden aikana tehtyihin kenttäraportteihin, jotka on laadittu veneillä tehdyistä tutkimuksista, sekä asiakirjatutkimuksiin.

Muuttovirtalaskelmista voidaan päätellä muuttolintujen virrat tutkittuna ajanjaksona.

Kahlaajien muuttovirrat olivat yleensä suhteellisen suuria. Tylly oli laji, jonka muuttovirtaama oli korkein (kanta c), mutta myös määrittelemättömät kahlaajat sekä lokkilintu (kanta c) ja lokkilintu (kanta a) osoittivat suhteellisen korkeita muuttovirtoja. Mereen liittyvistä sukeltajasorsista, telkkä, mustapyrstökuiri ja telkkä, vain telkkä oli suhteellisen runsas (kanta b). Myös kuikka oli suhteellisen harvalukuinen, joskin kuikan virtaus oli hieman korkeampi paikassa c. Kuikka oli myös suhteellisen harvalukuinen. Sijaintien väliset erot selittyvät suurelta osin kolmen tutkimusjakson välisellä aikajänteellä ja/tai sääolosuhteiden eroilla eikä niinkään sillä, että sijaintien välillä olisi ratkaisevia eroja, jotka vaikuttaisivat muuttovirtaan.

Visuaalisten tutkimusten perusteella lajikoostumus oli jokseenkin odotetun kaltainen, joskin arktisten kahlaajien, lähinnä räyskälajien, suhteellisen suuri määrä erottui jonkin verran. Mereen liittyvistä sukeltajasorsista tavalliset sorsalinnut olivat ylivoimaisesti runsaimpia, kun taas haahkoja ja pitkäpyrstösorsia esiintyi vain vähän. Sorsalintuja hallitsi lapintiira, kun taas pikkutylly oli hyvin harvalukuinen. Muutoin havaittiin joitakin hanhia, joutsenia, lapasorsia (lähinnä teeriä), yksittäisiä yksilöitä/rannikkolinturyhmiä, lokkilintuja sekä lokkeja ja aukkoja (lähinnä rastaskerttuja). Lisäksi havaittiin yksittäisiä yksilöitä kurkia, varpushaukkoja, tuulihaukkoja, kivitasku- ja hiirihaukkoja, suopöllöjä, yöhaukkoja, sirittäjiä ja yhdeksän eri pikkulintu- ja varislintulajia, joiden joukossa havaintoja hallitsi kottarainen.

Horisontaaliset tutkatutkimukset osoittivat samankaltaisen lajikoostumuksen (monet yksilöt/parvet sisältyvät myös molempiin tutkimustyyppihin, koska ne suoritetaan samanaikaisesti), ja eniten seurannassa olleet lajit olivat kyhmyjoutsen, pikkukajava ja telkkä. Myös isokoskelo, mustapyrstökuiri, lokkilintu, pikkutylly, pikkutylly ja tuntematon kahlaajalintu osoittivat suhteellisen suurta seuraajamäärää ja/tai suurta kokonaisuusilömäärää.

Vaakatutkatutkimusten perusteella tehdyt muuton suuntausmäärytykset osoittavat, että lähes kaikki valitut lajit muuttivat kaikilla paikoilla keskimäärin luoteen ja koillisen välisellä sektorilla, mikä oli odotettu tulos kevään tutkimuksissa, koska muuttavat merilinnut ja kahlaajat muuttavat suurelta osin näillä suunnilla sijaitseville pesimäpaikoille. Valkopyrstökuiri oli laji, jonka suunta oli keskimäärin selvimmin koilliseen. Vähiten hajontaa oli havaittavissa papuhanhilla koilliseen, mikä oli odotettavissa, sillä Perämeren yli muuttavat hanhet lentävät suurelta osin Ruotsista Suomeen.

Lentokorkeustutkimukset osoittavat, että mereen liittyvät sorsalinnut haahka ja lapasorsa lensivät lähellä vedenpintaa (< 10 metriä), kun taas pikkutikka ja lapasorsa lensivät yleensä korkeammalla, keskimäärin 10 ja 12 metrin korkeudella. Sorsalinnun keskimääräinen lentokorkeuden poikkeama oli kuitenkin jopa 20 metriä, mikä vastaa suunniteltujen tuulivoimaloiden korkeutta (eli alimman roottorin lavan korkeutta vedenpinnan yläpuolella). Kurki lensi keskimäärin 27 metrin korkeudella ja siten roottorin lapojen vaikutusalueella. Arktiset kahlaajat, kuten kyhmyjoutsenet ja räystäspääsky, lensivät muutaman sadan metrin korkeudella.

Eri tutkimustyypeissä suhteellisen runsaslukuisina esiintyneistä lajeista haahka ja lokkilintu on luokiteltu erittäin uhanalaisiksi Ruotsin punaisen listan lajeiksi 2020 (SLU Artdatabanken 2020), kun taas lokkilintu on luokiteltu haavoittuvaksi. Itämeren silakkalokki (eli *Larus fuscus fuscus* -alalajin silakkalokki), mustakurku-uikku (molemmat luokiteltu haavoittuviksi), pitkäpyrstötiainen ja pikkulokki (molemmat lähes uhanalaisia) on myös mainittu luettelossa, mutta näitä lajeja esiintyi tutkimuksissa vain hyvin rajoitetusti. Myös vaarantuneeksi luokiteltua papuhanhea (vain alalaji *Anser fabalis fabalis*, eikä alalajin määrittäminen ollut tässä yhteydessä mahdollista) esiintyi tutkimuksissa vain vähäisessä määrin, mutta samalla on todennäköistä, että lajin muuttoliikkeiden huippu ei kuulunut havaintojen aikaväliin.

Valkopyrstökuiri, mustapyrstökuiri, telkkä, haahka sekä iso- ja pikkulokki on myös merkitty talvella uhanalaisiksi (iso- ja pikkulokki erittäin uhanalaisiksi) HELCOMin uhanalaisten lajien punaisella listalla (helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-baltic-species/red-list-of-birds/).

Viitteet

Alerstam, T. 1990. Lintujen muutto. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne. DHI. 2022.

OX2 Aurora 2022. Lintujen muuttotutkimus.

Newton, I. 2008. Lintujen muuttoekologia. Academic Press, Lontoo. SLU

Artdatabanken 2020. Punaisella listalla olevat lajit Ruotsissa 2020. SLU, Uppsala.