



samk

Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TUOMAS KETONEN

Merituulipuiston vaikutus lintujen lentokäyttäytymiseen Tahkoluodon merituulipuiston alueella

ENERGIA- JA YMPÄRISTÖTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2022

Tekijä Ketonen, Tuomas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2022
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Merituulipuiston vaikutus lintujen lentokäyttäytymiseen Tahkoluodon merituulipuiston alueella		
Tutkinto-ohjelma Energia- ja ympäristötekniikka		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia merituulipuiston vaikutusta lintujen lentoreitteihin Porin Tahkoluodon merituulipuiston alueella.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Suomen Hyötytuuli Oy.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla tutkan ja lintututkajärjestelmän toimintaan sekä merituulipuiston alueeseen Porin Tahkoluodossa. Aluksi otettiin selvää myös lintujen maastohavainnoinnista Tahkoluodossa.</p> <p>Työssä tutkittiin erikseen muuttavia ja paikallisia lintuja. Muuttavista lajeista tutkittiin haahkaa ja kuikkaa. Paikallisista linnuista tutkittiin tuulipuistoalueen saarissa pesiviä lokkilintuja. Muuttavista linnuista selvitettiin päämuuttopäivät maastohavaintojen perusteella. Pesivistä lokkilinnuista selvitettiin pesintäajankohta käyttäen apuna selkälökien pesintäraportteja. Seuraavaksi selvitettiin lintujen lentokäyttäytymistä usean vuoden ajalta käyttäen apuna lintututkajärjestelmän tallentamaa dataa yhdistämällä se maastohavaintojen tueksi.</p> <p>Tutkimuksessa tehtiin tutkadatan perusteella kuvia muuttavien lintujen muuttoreiteistä ja analysoitiin niiden muutoksia. Merituulipuiston alueen saarien (Kaijan ja Kupelin) pesivien lokkilintujen lentokäyttäytymisen mahdollisia muutoksia havainnollistettiin erilaisin taulukoin ja kaavioin.</p> <p>Merituulipuistolla voidaan todeta olevan vaikutuksia lintujen lentoreitteihin. Muuttavat linnut pyrkivät kiertämään tuulivoimaloita. Lokkilinnut lentävät myös pois päin tuulivoimaloista, mutta niiden lentoreiteille voi löytyä myös muita vaikuttavia tekijöitä.</p>		
Avainsanat Tutka, lintututkajärjestelmä, haahka, kuikka, lokkilinnut, Tahkoluodon merituulipuisto, lintujen lentokäyttäytyminen		

Author Ketonen, Tuomas	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2022
	Number of pages 40	Language of publication: Finnish
Title of publication The effect of an offshore wind farm on the chosen flight path of birds in the Tahkoluoto offshore wind farm area		
Degree programme Energy and Environmental Engineering		
Abstract The purpose of this thesis was to study the effect of an offshore wind farm on the flight path of birds in the Tahkoluoto offshore wind farm in Pori. This thesis was done in collaboration with Suomen Hyötytuuli Oy. This thesis began with an introduction to the operation of the radar and the bird radar system, as well as the area of the offshore wind farm in Pori Tahkoluoto. At the beginning, the bird watching methods in the wind farm area were examined. Migratory and local birds were studied separately in the work. The studied migratory bird species were common eider ja black-throated loon. The studied local bird species were nesting gulls in islands nearby offshore windfarm. Of the migratory birds, the main migration dates were determined based on field observation. Nesting time of nesting gulls was determined with the help of the lesser black-backed gull nesting reports. Next thing was to research flight behavior of birds over several years. This was done with data produced by the bird radar system and bird watching information. Based on the data, images of the flight paths of the birds were created in the study and flight paths routes were analyzed. Possible changes in the selected flight path of seabirds nesting on the islands (Kaija and Kupeli) of the offshore wind farm area were illustrated with various tables and diagrams. This study shows that the offshore wind farm has impact on the flight paths of birds. Migratory birds have a tendency to bypass wind farms. Seagulls also fly away from wind turbines but there could be other reasons for that behavior as well.		
Keywords Radar, bird radar system, common eider, black-throated loon, gulls, Tahkoluoto offshore wind farm, flight behavior of birds		

ALKUSANAT

Työ on tehty yhteistyössä Satakunnan ammattikorkeakoulun ja Suomen Hyötytuuli Oy:n kanssa. Opinnäytetyö toteutettiin alkuvuodesta 2022. Haluan kiittää toimeksiantajayritystä mielenkiintoisesta opinnäytetyöaiheesta. Suuret kiitokset Suomen Hyötytuuli Oy:n ympäristöinsinööri Petteri Mäkelälle ja tekniikan tohtori Juha Niemelle työn ohjaamisesta ja nopeista vastauksista aiheeseen liittyviin kysymyksiin. Kiitokset myös opinnäytetyön ohjaajalle, lehtori Samuli Kivisaarelle.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 SUOMEN HYÖTYTUULI OY	7
2.1 Tahkoluodon merituulipuisto	7
3 TUTKA	9
3.1 Toiminta ja erilaisia tutkia	10
3.2 Kaavoja	10
3.3 Robin 3D-tutka.....	11
4 LINTUTUTKAJÄRJESTELMÄ	11
4.1 Lintututkajärjestelmä Tahkoluodossa	12
5 TUTKITTAVIEN LAJIEN JA AJANJAKSOJEN VALINTA	13
5.1 Muita muuttavia vesilintuja.....	13
5.2 Haahka ja kuikka.....	13
5.3 Haahka.....	14
5.3.1 Ajanjaksot ja muuttomäärät	15
5.4 Kuikka	16
5.4.1 Ajanjaksot ja määrät	16
5.5 Lokkilinnut.....	17
5.5.1 Ajanjaksot	18
6 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	18
6.1 Tutkimusaineistoa rajaavat tekijät.....	19
7 HAVAINNOINTI TAHKOLUODOSSA	20
8 TUTKIMUSTULOKSIA	22
8.1 Lokkilintujen lentokäyttäytyminen	22
8.1.1 Kaija.....	22
8.1.2 Lentomääriä ja prosentiosuuksia eri lentosektoreissa	22
8.1.3 Lentosektorit ja lentomäärät	24
8.1.4 Kupeli	27
8.1.5 Lentomääriä ja prosentiosuuksia eri sektoreissa	27
8.2 Muuttavien lintujen lentoreitit.....	31
8.2.1 Haahka	31
8.2.2 Kuikka.....	35
9 JOHTOPÄÄTELMÄT	38
LÄHTEET	

1 JOHDANTO

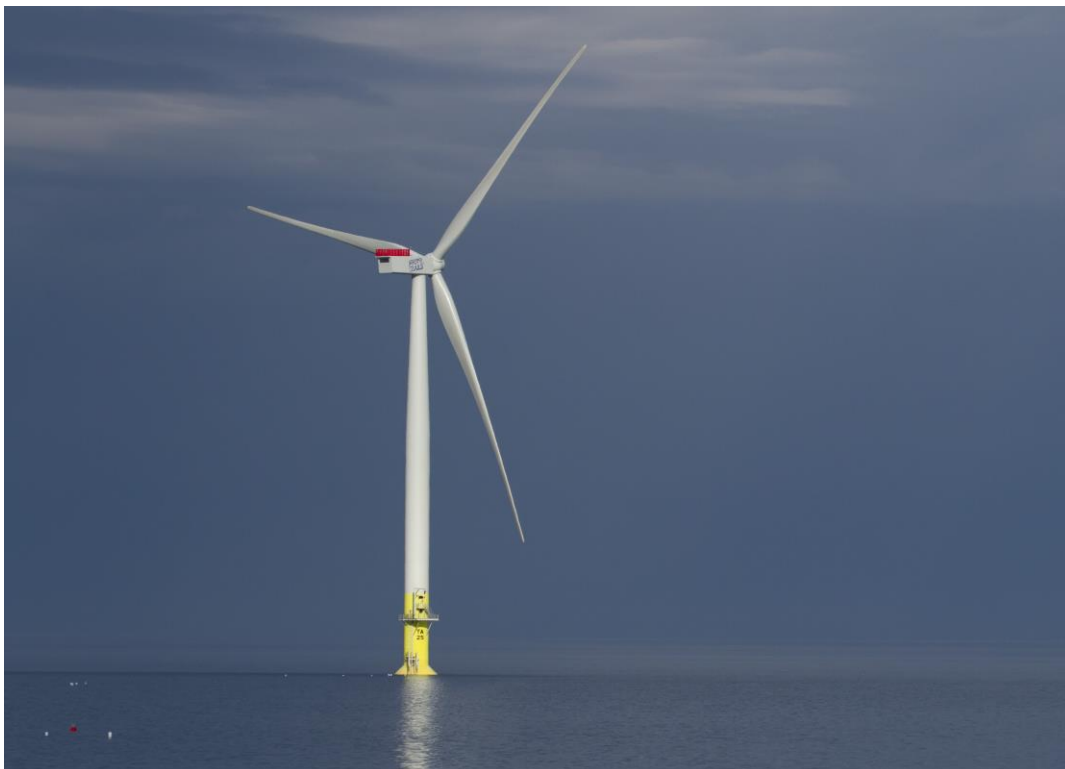
Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia merituulipuiston vaikutusta lintujen lentoreitteihin Tahkoluodon merituulipuiston alueella. Lentoreittejä tarkasteltiin ajanjaksoilta ennen tuulipuiston rakentamista ja tuulipuiston rakentamisen jälkeen. Linnuista tarkasteltiin erikseen pesiviä ja muuttavia lintulajeja. Pesivistä linnuista tutkittiin lokkilintuja, koska niitä pesii merituulipuistoalueen saarissa useita lajeja ja monet lajeista ovat uhanalaisia. Muuttavista linnuista tutkittiin haahkaa (*Somateria mollissima*) ja kuikkaa (*Gavia arctica*). Haahka valittiin tutkittavaksi lajiksi sen uhanalaisuuden vuoksi. Haahkamuutto kiinnostaa myös suuresti harrastajia, joten siitä on paljon muuttohavaintoja. Kuikka valittiin tutkittavaksi, koska sen muuttoaika eroaa haahkasta. Kuikkia muuttaa usein myös korkeammalla kuin haahkoja. Haahka ja kuikka muodostavat hyvän lajiparin tutkimuksen kannalta erilaisuutensa ansiosta. Tutkimuksessa käytettiin apuna Tahkoluodon Kallioholmassa sijaitsevaa lintututkajärjestelmää ja sen tallentamaa dataa, merituulipuiston alueen saarissa tehtyjä pesimälinnustolaskentoja, sekä vuosien ajalta lintujen muutonseurannan aineistoa, jota on kerätty useiden eri henkilöiden toimesta.

2 SUOMEN HYÖTYTUULI OY

Toimeksiantaja työlle oli Suomen Hyötytuuli Oy. Vuonna 1998 perustettu yritys on tuulivoiman tuotantoyhtiö, jonka osakkaina on suomalaisia kaupunkienergiayhtiöitä. Tuulivoimalla tuotetaan sähköä yrityksille. Suomen Hyötytuulella on kuusi toiminnassa olevaa tuulipuistoa, yksi Kalajoella, kaksi Porissa ja kolme Raahessa. Tässä työssä käsitellään Porissa sijaitsevaa merituulipuistoa, joka on maailman ensimmäinen vaativiin jääolosuhteisiin suunniteltu tuulipuisto ja Suomen ensimmäinen ja ainoa meriperustuksille rakennettu tuulipuisto. Suomen Hyötytuulen tuulipuistojen kokonaisteho kirjoitushetkellä oli 186 megawattia. Suomen Hyötytuuli on edistänyt toimintalaan suuresti suomalaisen tuulivoiman tuotantoa. Merkittävimpiä askelia tuulivoiman kehittämisessä ovat olleet Suomen ensimmäisten megawattiluokan tuulivoimaloiden käyttöönotto sekä panostus merituulivoiman kehittämiseen. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

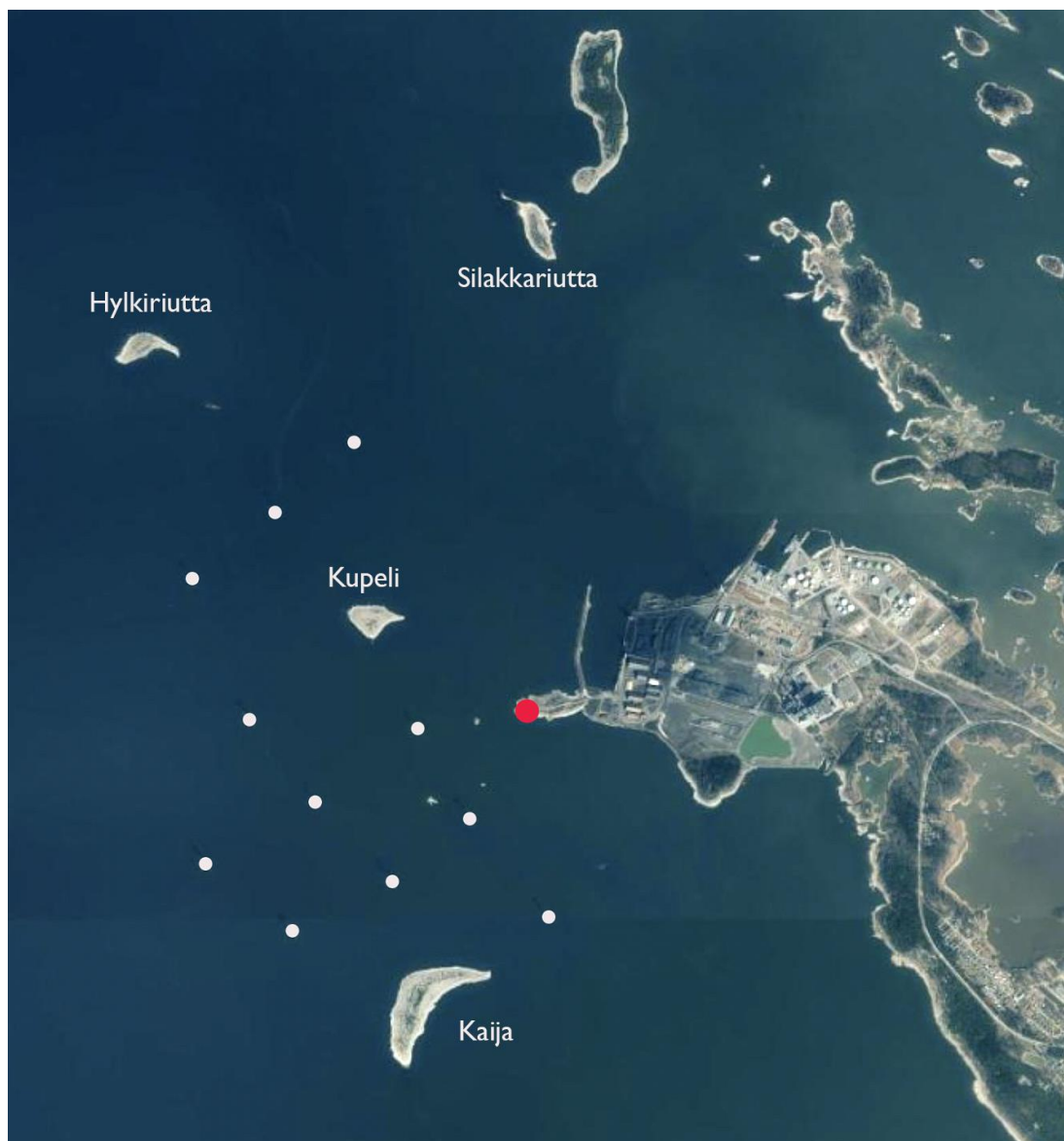
2.1 Tahkoluodon merituulipuisto

Tahkoluodon merituulipuiston 10 uusinta tuulivoimalaa ovat tuottaneet energiaa vuoden 2017 elokuusta lähtien. Tuulipuisto sisältää 10 kappaletta 4,2 MW:n *offshore*-tuulivoimalaa (kuva 1). Voimalan napakorkeus on noin 90 metriä ja roottorin halkaisija 130 metriä. Keskimääräinen vuosituotto 43 % maksimituotosta. Arvioitu vuosituotto on noin 155 GWh. Voimalat ovat rakennettu mereen teräskuorirakenteisille meriperustuksille. Investointi tuulipuistolle 120 miljoonaa euroa. (Suomen Hyötytuuli, 2022)



Kuva 1. Tahkoluodon merituulipuiston tuulivoimala TA 25. (Tuomas Ketonen, 2018)

Alueelle on rakennettu vuonna 2010 yksi *offshore*-tuulivoimala eli pilottivoimala, jonka tarkoituksena on ollut toimia testivoimalana koko Suomen merituulivoimalle. Kaikkiaan Tahkoluodon merituulipuiston alueella on siis 11 tuulivoimalaa (kuva 2). Kylmyys ja jää muodostavat hyvin erilaiset olosuhteet merituulivoimalle ja sen teknisille ratkaisuille kuin esimerkiksi Pohjanmerellä. Tahkoluodon teollisuus- ja satama-alueen edustan merialue ja tuuliolosuhteet sekä infrastruktuuri soveltuvat hyvin merituulivoiman tuotantoon. Tahkoluodon merituulipuistohanke on osana Euroopan unionin tasoista, sekä valtakunnallista energia- ja ilmastostrategiaa. Tahkoluodon merituulipuiston rakentamiseen on myönnetty 20 miljoonan euron investointituki työ- ja elinkeinoministeriön toimesta. Tuen tarkoituksena on aktivoida alan liiketoimintaa ja vientiä Suomessa. (Suomen Hyötytuuli, 2022)



Kuva 2. Tahkoluodon edustan merialueen merituulivoimalat (valkoiset pisteet). Kallioholma, tutka ja havainnointipaikka (punainen piste). (Retkikartta, 2022)

3 TUTKA

Tutka, englanniksi *radar*, on lyhenne sanoista *radio detection and ranging system*. Tutka on sähkömagneettinen järjestelmä, jota käytetään havaitsemaan kohteen sijainti ja etäisyys kohdasta, johon tutkan antenni on sijoitettu. Tutka säteilee radioaaltoja ympäristöön ja tarkkailee esineiden kaikua eli heijastuvaa signaalia. Tutka on sähkömagneettinen anturi, jota käytetään havaitsemaan, seuraamaan, tunnistamaan ja

paikantamaan kohteita. Kohteet voivat olla esimerkiksi laivoja, lentokoneita, tähtitie-teellisiä kappaleita, autoja, avaruusaluksia, sadetta, hyönteisiä tai lintuja. Tutkan toi-minta perustuu radiotekniikkaan ja radioaaltoihin. Radioaallot ovat sähkömagneettista säteilyä. Tutka on mittauslaite, jonka avulla voidaan mitata ja ilmaista tutkan ympäris-töä ja ympäristössä olevia radioaaltoja heijastavia kohteita. Tutkaa käytetään usein meri- ja ilmaliikenteen ohjaamisessa. Tutkalla voidaan mitata, havaita ja seurata eri-laisten kohteiden suuntaa, nopeutta, kokoa ja etäisyyttä. (Elprocus, 2022)

3.1 Toiminta ja erilaisia tutkia

Tutkajärjestelmässä on lähetin, joka tuottaa sähkömagneettisen signaalin ympäristöön. Tutka-antenni ottaa vastaan mahdollisen kaikusignaalin ja toimittaa sen vastaanotti-meen, jossa se käsitellään kohteen maantieteellisten sijainnin määrittämiseksi. Koh-teen etäisyys määritetään laskemalla aika, joka signaalilta kuluu matkaan tutkasta koh-teeseen ja takaisin. Kohteen sijainti mitataan kulmassa, suurimman amplitudin kaiku-signaalin suunnasta kulmaan, johon antenni osoittaa. Liikkuvien kohteiden sijainnin määrittämiseen käytetään Doppler -efektiä. Tutkia on monia erilaisia ja tutka on yleis-nimitys kaikille tutkajärjestelmille. Tutkajärjestelmiä ovat esimerkiksi lennonjohdon tutka, joka kerää tietoa lähialueen ilmatilasta, säätutka ja poliisin liikennevalvontatutka ovat dopplertutkia, jotka mittaavat nopeutta vain kohti tai pois päin etenevästä koh-teesta. (Elprocus, 2022)

3.2 Kaavoja

Kohteen etäisyyden laskeminen

$$D = \frac{1}{2} * cT$$

D = Etäisyys tutkan ja kohteen välillä metreinä [m]

c = Valonnopeus $3 * 10^8$ m/s

T = Aika, joka kuluu radioaallon kaiun vastaanottoon [s]

Aallonpituus

$$\lambda = c/f$$

λ = aallonpituus [m]

c = valonnopeus [m/s]

f = tutkan lähetystaajuus [Hz]

(Niemi, 2022)

3.3 Robin 3D-tutka

Tahkoluodossa sijaitseva tutkajärjestelmä on Robinin 3D-tutka. Tutkajärjestelmä on ollut toiminnassa 25.5.2016 lähtien. Tutkajärjestelmässä on kaksi erillistä tutkaa, jotka ovat vertikaali- ja horisontaalitutka. Tutkajärjestelmään kuuluu myös eri tutkien tietoja käsittelevä palvelin. Horisontaalitutka on S-taajuusalueen pulssitutka, josta voidaan käyttää myös nimitystä yksipaikkatutka ja ensiötutka. Yksipaikkatutkassa lähetin ja vastaanotin sijaitsevat samassa paikassa. Signaalin lähetykseen ja vastaanottamiseen käytetään samaa antennia. Ensiötutkassa kohteesta heijastuva lähetyssignaali synnyttää kaikupulssin. Vertikaalitutka on X-taajuusalueen taajuusmoduloitu kantoaalto-tutka. Se on myös kaksipaikkatutka, koska signaalin lähetykseen ja vastaanottoon käytetään eri antennia. Vertikaalitutka on myös ensiötutka. (Niemi, 2022)

4 LINTUTUTKAJÄRJESTELMÄ

Lintututkajärjestelmää voidaan käyttää erittäin kustannustehokkaasti pitkäaikaiseen lintujen lentoreittejä määrittävään toimintaan. Lintututkajärjestelmä soveltuu hyvin lintujen tutkimiseen jo tuulivoimapuiston rakennustöiden suunnitteluvaiheessa ja myös rakennusvaiheessa sekä sen jälkeen. Muutoksia lintujen muuttokäyttäytymisestä voidaan tutkia vuosien ajalta runsaan datan keräämisen myötä.

Ympäristökonsultit käyttävät tutkajärjestelmiä kerätäkseen enemmän tietoa ympäristövaikutusten arviointeihin ja muihin vaikutustutkimuksiin.

Lintututkajärjestelmä mahdollistaa lintujen seuraamisen reaaliajassa. Reaaliaikainen seuranta mahdollistaa esimerkiksi tuulivoimaloiden pysäyttämisen, jos lintu lentää läheltä turbiinia. (Swiss-birdradar, 2022)

4.1 Lintututkajärjestelmä Tahkoluodossa

Lintututkajärjestelmä (kuva 3) havaitsee lentäviä lintuja ja tallentaa niistä tietoja, kuten lentonopeus ja lentoradan. Tässä työssä tutkittavat lajit ovat kokoluokaltaan isoja tai keksikokoisia, jotka tutkajärjestelmä pystyy useimmissa tapauksissa luokittelemaan oikein. Lintututkajärjestelmä tallentaa lähemmäs lentävät linnut eli parvet erikseen. Kokoluokittelusta on runsaasti hyötyä. Tutkajärjestelmän keräämää dataa käsiteltäessä saadaan rajattua pois ei haluttuja tekijöitä, kuten esimerkiksi pienet linnut. Lintututkajärjestelmän suunnittelussa ja sijoittamisessa on huomioitu viereiset tuulivoimalat. Tuulivoimalat eivät haittaa tutkaa niin paljon, koska niiden tarkat sijainnit ovat tiedossa. Tahkoluodon sataman laivaliikenne saattaa aiheuttaa häiriösignaaleja, mutta ne pystytään helposti suodattamaan pois datasta. (Niemi, 2022)

Lintututkajärjestelmään kuuluu ohjelmisto, jonka avulla voidaan lisätä manuaalisesti havaintoja linnuista suoraan tutkan keräämään dataan. Lintututkajärjestelmä näyttää reaaliaikaista kuvaa alueesta piirtäen lintujen lentoreittejä kannettavan tietokoneen näytölle. Lentoreittien näkeminen reaaliajassa auttaa myös joissakin tapauksissa havainnoijaa havaitsemaan esimerkiksi hyvin korkealla tai kaukana lentäviä lintuja. (Mäkelä, 2022)



Kuva 3. Lintututkajärjestelmä Tahkoluodon Kallioholmassa. (Tuomas Ketonen, 2022)

5 TUTKITTAVIEN LAJIEN JA AJANJAKSOJEN VALINTA

Pesiviä ja muuttavia lintuja tarkasteltiin usean vuoden ajalta. Pesivistä linnuista eli lokkilinnuista valittiin jokaiselta vuodelta tarkasteltava ajanjakso muninnan ajoittumisen perusteella. Munien haudonta-ajan kesto on tunnettu ja lentojen määrät ovat suurimmillaan poikasten kuoriuduttua, eli niiden ruokinta-aikaan (Mäkelä, 2022). Tarkasteluun valittiin ajanjaksot, jotka olivat suhteellisen samanlaiset sääolosuhteiltaan, jotta sääolosuhteiden vaikutus tarkasteltavien lintulajien liikkeisiin saadaan minimoitua. Muuttavien lintujen osalta toimittiin sääolosuhteiden puolesta samalla tavalla. Tarkastellaan jokaisen lajin päämuuton ajalta kerättyä maastohavaintodataa sekä tutkajärjestelmän tallentamaa dataa ja hyödynnetään sitä tutkimuksessa. Säähavainnot haettiin ilmatieteenlaitoksen säähavaintopalvelusta (Ilmatieteenlaitos, 2022).

5.1 Muita muuttavia vesilintuja

Tahkoluodon merituulipuiston alueelta ja lähialueelta muuttaa monia vesilintulajeja ja myös pesii monia vesilintuja. Haahka on alueella runsaslukuinen pesijä, mutta alueen lähisaarissa pesii myös muita sorsia, kuten esimerkiksi tukkakoskeloita. Myös monen vesilinnun muutto on alueella vilkasta. Tahkoluodossa voi havaita muutolla esimerkiksi joutsenia, hanhia, mustalintuja, pilkkasiipiä, alleja, ruokkilintuja, uikkuja, kaakkureita ja myös kaikkia Suomessa pesiviä puolisuikeltajasorsia. Haahkasta ja kuikasta on runsaasti helposti analysoitavaa dataa. (Mäkelä, 2022)

5.2 Haahka ja kuikka

Haahka ja kuikka valittiin tähän tutkimukseen tarkasteltaviksi lajeiksi. (Mäkelä ja Niemi, 2022) Muuttavista linnuista haahka on uhanalaisuuden takia mielenkiintoinen laji. Haahka esiintyy Tahkoluodon merialueella runsaana ja sen muuttoajankohdat ovat hyvin tiedossa, joten siitä on olemassa runsaasti analysoitavaa aineistoa. Myös kuikan muutosta on haahkan tapaan paljon maastohavaintoja ja siitä on käytettävissä suhteellisen runsaasti tutkajärjestelmän keräämää aineistoa. Molemmat lajit ovat suurikokoisia, joten tutkajärjestelmä havaitsee ne usein. Haahka ja kuikka ovat myös sellaisia lajeja, jotka kiinnostavat lintuharrastajia. Kiinnostuksen vuoksi niiden muuttoa

seurataan aktiivisemmin kuin monen muun lajin muuttoa. Useat lintuharrastajat saapuvat Tahkoluotoon seuraamaan varta vasten haahkan tai kuikan päämuuttoa. Näistä syistä myös maastohavaintoja on paljon tutkadatan tueksi. Haahkan muuttokausi ajoittuu maaliskuun alkupuolelta huhtikuun puoliväliin ja kuikan taas huhtikuun lopulta toukokuun loppuun ja lajien lentokorkeudet poikkeavat toisistaan, joten ne edustavat ajallisesti ja lentoreiteiltään laajempaa kokonaisuutta, kuin moni muu lajipari. (Mäkelä, 2022)

5.3 Haahka

Haahkan (kuva 4) muutto vaihtelee hieman vuosittain, eikä päämuutto osu aina samoille viikoille. Muuton alkamisen suurin tekijä on jäätilanne. Muutto käynnistyy kunnolla vasta otollisilla tuuliolosuhteilla. Haahkan kokonaisuuttomäärät vuosittain eivät vaihtelee kovinkaan suuresti. Haahka on pitkäikäinen laji ja vuoden ikäisten lintujen osuus muuttavista on pieni, varsinkin koirilla. Tähän tarkasteluun valittiin jokaiselta vuodelta selkeät päämuuttopäivät. Päämuuttopäivien tutkiminen antaa parhaiten tietoa merituulipuiston vaikutuksista, koska lintuja on muuttanut paljon, ja sääolosuhteet ovat muutolle suotuisat. Muissa tapauksissa hetkellisellä säätilalla saattaa olla suurempi vaikutus haahkojen lentoreitteihin kuin tuulipuistolla. (Mäkelä, 2022)



Kuva 4. Koirashaahka. (Tuomas Ketonen, 2015)

5.3.1 Ajanjaksot ja muuttomäärät

Haahkamuutosta on saatavilla tutkajärjestelmän tallentamaa dataa vuodesta 2017 eteenpäin. Alla näkyy jokaiselta vuodelta muuttopäivät, kellonajat ja pohjoiseen muuttavien haahkojen määrä. Muuttomäärät ja kellonajat perustuvat maastossa tehtyihin havaintoihin.

2017

6.huhti	6:45-11:25	1277
7.huhti	6:20-10:20	2086
8.huhti	6:15-11:00	1404
9.huhti	6:15-11:45	2239
10.huhti	6:10-11:10	1547
12.huhti	6:10-13:00	1008
20.huhti	5:40-12:45	2025

2018

7.huhti	6:30-13:30	4125
18.huhti	6:00-13:00	5534
23.huhti	5:40-12:40	2543

2019

2.huhti	6:55-11:00	5185
3.huhti	6:50-10:50	1516
19.huhti	5:30-10:00	1647

2020

26.maalis	6:00-11:00	1422
27.maalis	6:10-10:10	1043
5.huhti	6:40-10:40	1408
6.huhti	6:30-10:40	2891

(Suomen Hyötytuuli, 2022)

5.4 Kuikka

Kuikan (kuva 5) havaitut muuttomäärät vaihtelevat suuresti vuosittain. Kuikkaa tutkittaessa on tärkeää saada jokaiselta vuodelta haahkan tavoin selkeä päämuuttoanalysoitua. Päämuuton ajankohta vaihtelee jonkin verran vuosittain. Päämuutto tapahtuu otollisilla tuuliolosuhteilla. Kuikasta on vähemmän havaintokertoja kuin haahkasta. Tämä johtuu siitä, että kuikan päämuuttoaikaan lintuharrastajien havainnointi alueella ei ole yhtä aktiivista. Joinakin vuosina päämuuton yksilömäärät ovat selvästi pienempiä. Huonojen sääolosuhteiden takia kuikan muutto voi jakautua monelle päivällä, eikä selkeää päämuuttoa ole.



Kuva 5. Kuikka muutolla. (Tuomas Ketonen, 2016)

5.4.1 Ajanjaksot ja määrät

Kuikasta on saatavilla tutkadataa vuodesta 2017 eteenpäin.

2017

13.touko 5:00-11:40 1033

25.touko 4:40-9:30 1723

2018

19.touko 4:30-12:30 1949

27.touko 7:30-9:30 316

2019

13.touko 4:45-10:30 336

15.touko 4:00-10:00 319

2020

5.touko 5:35-10:15 536

19.touko 4:40-7:40 117

(Suomen Hyötytuuli, 2022)

5.5 Lokkilinnut

Lokkilintujen osalta tarkastelu ajoitettiin lentojen osalta aktiivisimpaan ajanjaksoon, joka sijoittuu poikasten kuoriutumisen jälkeisiin viikkoihin kesä- ja heinäkuulle. Eri lajien poikasten kuoriutuminen ajoittuu hieman eri ajankohdille. Tarkasteltaviksi ajanjaksoiksi valittiin selkälökin poikasten kuoritumista seuraava viikko, sekä neljäs viikko kuoriutumisen jälkeen. Jokaiselta vuorokaudelta tutkitaan aktiivisimpia lentotunteja, jotka sijoittuvat pesimäaikaan iltaan, yöhön ja varhaiseen aamuun. Päiväsaika eli noin aamu yhdeksästä eteenpäin on melko hiljaista lokkilintujen lentämisen osalta. Selkälökkien muninta ajoittui tarkasteltavina vuosina toukokuun puolesta välistä kesäkuun alkuun. Selkälökkejä ja niiden pesintää on tutkittu merituulipuiston saarissa usean vuoden ajalta, joten muninta- ja kuoriutumisasajankohdat ovat saatavilla selkälökiraporteista. (Mäkelä, 2022)

Selkälökkejä pesii saarissa runsaasti ja muutkin lokkilinnut ovat samaan aikaan aktiivisiä hakiessaan ruokaa poikasilleen, jolloin lentoja kertyy paljon. Selkälökki on lokkilintujen osalta keskeinen laji, koska se on Suomessa erittäin uhanalainen. Saarissa pesiviin lokkilintuihin kuuluu, merilökki (*Larus marinus*), harmaalökki (*Larus argentatus*), kalalökki (*Larus canus*), naurulökki (*Larus ridibundus*) ja selkälökki (*Larus fuscus fuscus*). Muita pesiviä lokkilintuja ovat tiirat, joihin kuuluu lapintiira (*Sterna paradisaea*), kalatiira (*Sterna hirundo*) ja räyskä (*Hydroprogne caspia*). Tässä työssä

tutkittiin yhtä aikaa kaikkia saarissa pesiviä lokkilintuja, koska yksittäisen lajin erottaminen tutkan datasta on lähes mahdotonta lajien hyvin samanlaisen ulkomuodon ja lentonopeuden takia. (Niemi, 2022)

5.5.1 Ajanjaksot

Lokkilinnuista on käytettävissä lintututkajärjestelmän keräämää dataa vuodesta 2017 eteenpäin. Alla tutkittavat ajanjaksot.

2017

26.6–3.7. ja 17–24.7.

2018

9–17.6. ja 2–9.7.

2019

25.6.–2.7. ja 16–23.7.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Lintujen lentoreittejä tutkittiin haahkan, kuikan ja lokkilintujen osalta erikseen. Lintututkajärjestelmän keräämästä datasta on analysoitavissa tietoa lintujen muutosta ja lentoreiteistä erilaisin tavoin. Analyysien tuloksena saadaan sekä statiikkaa, jota voidaan esittää vaikka taulukkoina tai kuvaajina, että shapefile tiedostoja, joiden avulla lentoradat voidaan visualisoida karttapohjalle erillisen paikkatietosovelluksen avulla. Taulukko- ja kuvadatasta saadaan selville lintujen lentonopeus, lentoradan alku- ja loppupisteen välinen etäisyys (eri asia kuin lentoradan pituus), sekä tutkan käyttämä kokoluokitus. Tutkajärjestelmä tallentaa jokaisen lennon keskinopeuden. Lintututkajärjestelmä kerää dataa jatkuvasti, joten sitä on kertynyt vuosien aikana todella paljon. Datan käsittely vähänkään pidemmältä ajalta voi viedä jopa viikkoja. Tässä tutkimuksessa päädyttiin kuitenkin analysoimaan dataa lokkilintujen osalta vuosittain vain

poikastuotantoaikaan osuvalta, yhteensä kahden viikon ajanjaksolta. Muuttavista linnuista tutkitaan vain muuttopäiviä, jolloin on ollut myös maastohavainnointia. (Niemi, 2022)

6.1 Tutkimusaineistoa rajaavat tekijät

Tutkajärjestelmän dataa valittaessa voidaan asettaa lentonopeudelle minimi- ja maksiminopeus, jolloin saadaan rajattua kohdelajia hitaammin ja nopeammin lentävät lajit pois. Datasta voidaan erotella myös parvet pois, jolloin esimerkiksi merimetsot ja hanhet jäävät usein ulkopuolelle. Kuikan muuttodataa saadaan otettua melko tarkasti käsittelyyn, koska kuikat erottuvat usein parven sijaan yksittäisinä isoina lintuina ja ovat sekoitettavissa lähinnä merimetsoon. Kuikan lentonopeus on myös yksi kokoluokansa nopeimmista, jopa yli 100 km/h eli noin 28 m/s. Kuikkaa nopeampia lentäjiä ovat sotkat ja koskelot, sekä kahlaajat. (Niemi, 2022)

Lokkilintuja tutkittaessa analysoitiin tutkadataa tuulipuistoalueen lintujen pesimäsaarten ympäristöstä. Käsittelyyn otettiin merkittävät pesimäsaaret Kaija ja Kupeli (Mäkelä, 2022). Saaret rajattiin ruudun sisään, jotta saadaan kohdennettua tarkastelua pienemmälle alueelle ja pienennettyä muuta lintuliikennettä karttakuvassa. Karttakuvat tehtiin paikkatietosofta QGIS:n avulla. Lokkilintujen lentoreiteistä tarkastellaan saaresta lähteviä ja sinne palaavia lentoja. Datasta saadaan selkeämpi karttakuva rajamalla linnun lentoradan pituutta niin, että kaikki saaren sisäiset lyhyen matkan lennot jäävät pois asettamalla lennon minimipituudeksi 200 metriä (Niemi, 2022).

Haahkaa tutkittaessa datasta on otettava sekä parvet että yksittäiset linnut. Haahka muuttaa usein tiheissä parvissa, mutta myös pitkissä jonoissa. Jonossa lintujen keskinäiset etäisyydet voivat olla sen verran pitkiä, että tutka tulkitsee linnut yksittäisiksi parven sijaan. Haahkasta ja kuikasta tarkastellaan pohjoisiin ilmansuuntiin (luode – koillinen) lentäviä lintuja. Keväällä lintujen muutto merellä kohdistuu pääsääntöisesti pohjoisiin ilmansuuntiin. Muuttopäivinä muihin suuntiin lentävät linnut ovat todennäköisesti paikallisten lintujen siirtymiä merialueella esimerkiksi ruokailun takia. (Mäkelä, 2022)

7 HAVAINNOINTI TAHKOLUODOSSA

Kallioholmassa on havainnoitu muuttoa aktiivisesti keväisin ja syksyisin jo useita vuosia ennen merituulipuiston rakentamista. Havainnointia on tehty Kallioholmassa sijaitsevan tuulivoimalan tyveltä ja myöhemmin havainnointia helpottamaan ja tehostamaan tehdyttä lavalta (kuva 6). Lava on vain muutaman metrin maanpintaa korkeammalla, mutta mahdollistaa huomattavasti paremman näkyvyyden merituulipuiston alueella. Lava antaa myös havainnoijalle suojaa tuulelta ja mahdollistaa lintujen havainnoimisen kauempaa meren pinnasta. Havainnointia suoritetaan perinteisin lintujen tarkkailumenetelmin. Perusvarustukseen kuuluu kiikari ja merilintujen tunnistamista runsaasti helpottava kaukoputki. Kaukoputki on merilintujen muuton seurantaan välttämätön väline, koska linnut voivat lentää jopa usean kilometrin etäisyydellä havainnointipisteestä. Kiikari on usein noin 10 kertaa suurentava ja kaukoputki suurentaa 20–75 kertaiseksi. (Mäkelä 2022)

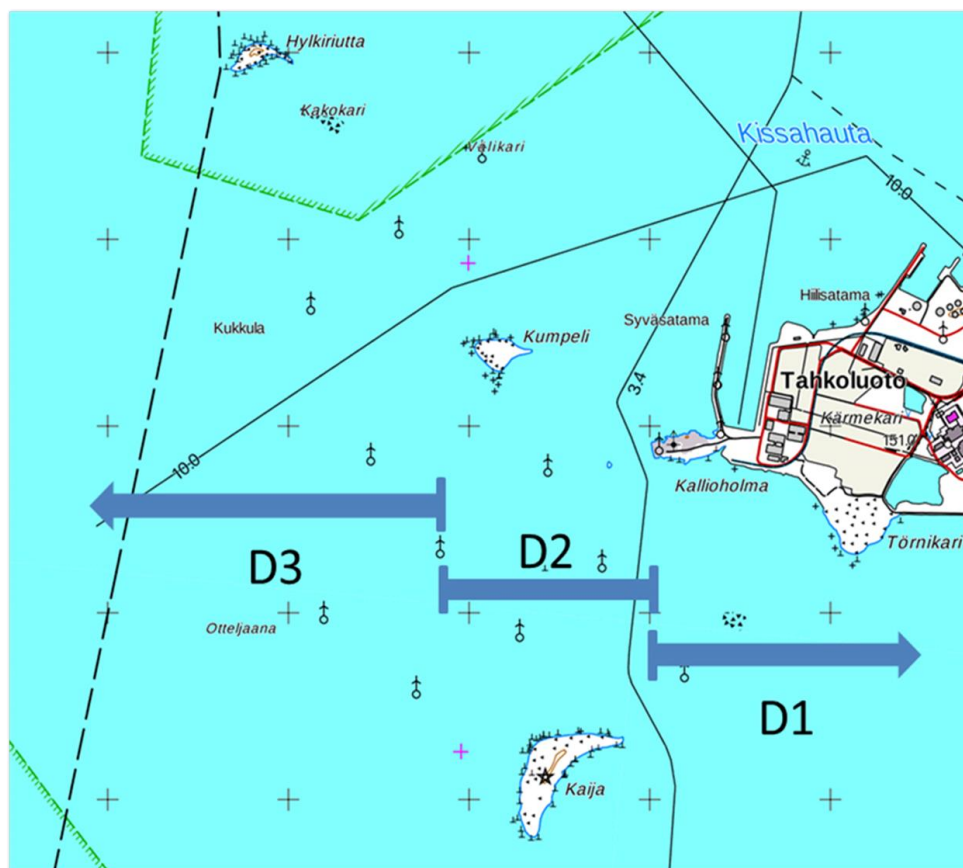


Kuva 6. Kuva Tahkoluodon Kallioholmasta. Vasemmalla havainnointilava ja oikealla tutkajärjestelmä. (Tuomas Ketonen, 2022)

Maastohavainnointi ja sen ansiosta linnuista kerätyt havaintotiedot ovat suurena apuna lintututkajärjestelmän toiminnalle. Lintututkajärjestelmää on kehitetty vertaamalla maastohavaintoja ja tutkan dataa samalta ajalta. Tutkan avulla kyetään määrittämään

linnuille lentokorkeuksia, -nopeuksia, -suuntia ja lintujen kokoa. Lintututkajärjestelmä ei tunnista lajeja, joten se suoritetaan maastohavainnoin. Haahkan ja kuikan muuttoreittien selvittäminen pelkän tutkadatan avulla olisi hyvin vaikeaa, koska kyseisten lajien muuttopäiviä ja määriä ei voida tarkkaan määrittää ilman maastohavaintoja. (Niemi, 2022)

Havainnoija kirjaa kaikki havaintonsa yleensä muutaman tunnin kestävän havainnointijakson ajalta ylös havaintovihkoonsa. Linnut tulee merkitä sovitulla tavalla, jotta saadaan kerättyä tarkkaa tietoa lintujen lentoreiteistä ja korkeuksista. Lintujen lentoreittejä merkitään erilaisin kirjain- ja numeroyhdistelmin. Havainnointialue jakautuu kolmeen sektoriin D1 D2 ja D3 (kuva 7). D1 sektori tarkoittaa aluetta havainnointipisteen mantereeseen puolelta, eli itäpuolelta. D2 sektori tarkoittaa aluetta havainnointipisteen ja vanhan pilottivoimalan välissä. D3 tarkoittaa aluetta pilottivoimalasta länteen. Lentokorkeus ilmoitetaan kolmiportaisella asteikolla I=0- 25 metriä, II=25- 150 metriä, III=> 150 metriä. (Mäkelä, 2022)



Kuva 7. Tahkoluodon havaintojen keräämisessä käytettävät lentoreitit. (Retkikartta, 2020)

8 TUTKIMUSTULOKSIA

Tutkimustuloksissa esitetään erilaisia kuvia, kaavioita ja taulukoita lintujen lentoreiteistä merituulipuiston alueella. Haahkasta ja kuikasta esitetään lentoreittejä neljältä eri vuodelta karttakuvan perusteella. Lokkilinnuista esitetään tutkadatan perusteella lintujen lentoreittejä kahdeksassa eri ilmansuunnassa kolmen vuoden ajalta.

8.1 Lokkilintujen lentokäyttäytyminen

Lokkilinnuista tehtiin taulukkodatan avulla erilaisia kaavioita ja kuvaajia, joissa kuvataan lintujen lentojen määriä yksilömäärin ja prosentein lentojen kokonaismäärästä. Yksilömäärät vaihtelevat vuosittain, mutta prosenttiluvuilla saadaan kuvattua selkeämmin mahdollisia muutoksia lokkilintujen suosimissa lentosektoreissa. Kaikki kuvat ja kaaviot ovat lintututkajärjestelmän tuottamia tai sen pohjalta tehtyjä.

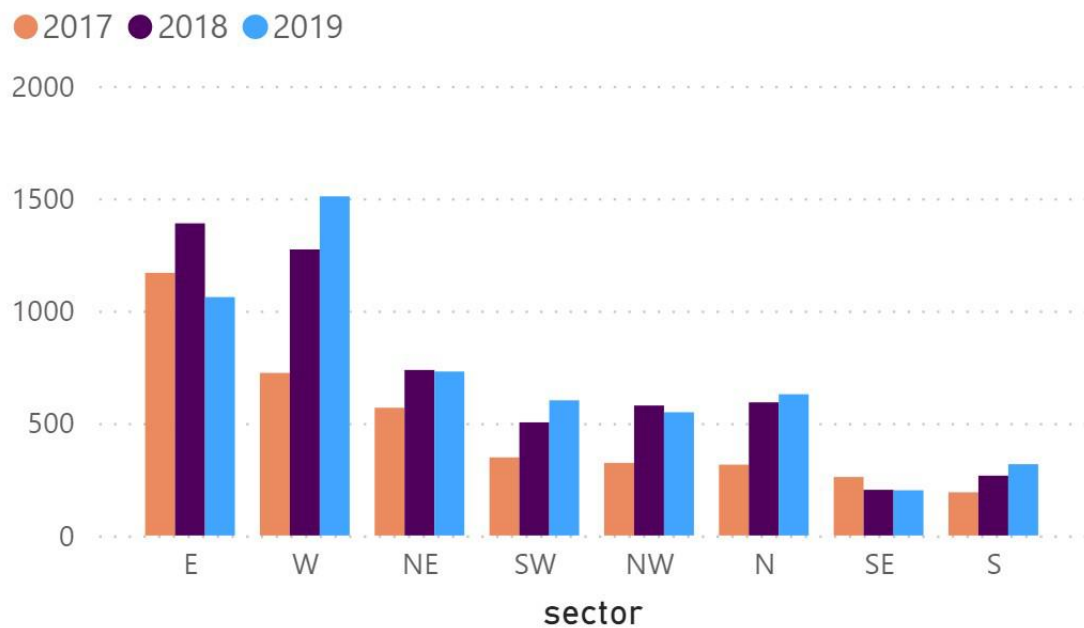
8.1.1 Kaija

Kaija sijaitsee tuulipuiston eteläpuolella. Voimalat sijaitsevat saareen nähden vain pohjoispuolella. (kuva 2)

8.1.2 Lentomääriä ja prosenttiosuuksia eri lentosektoreissa

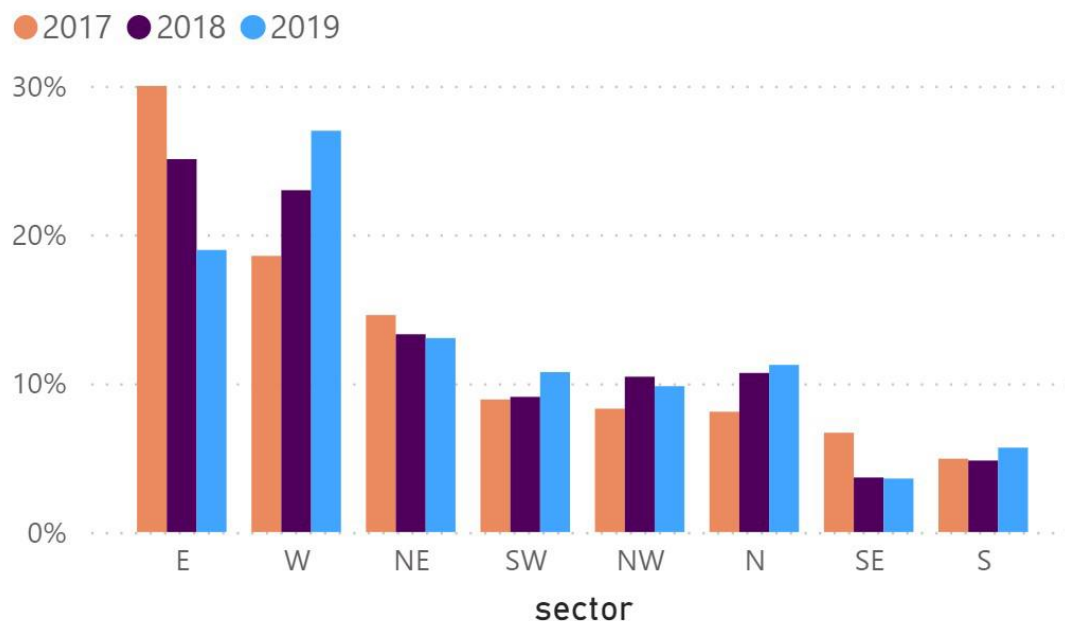
Kaijan saaresta lähtevien ja saaren saapuvien lokkilintujen kokonaismäärät vuosittain kertovat lentosektorien E ja W olevan eniten lennetyt sektorit (kuvaaja 1). Tuulipuiston voimaloita sijaitsee saareen nähden NW-NE suunnissa (kuva 1). Lentomäärien prosenttiverailu kaikista lennoista antaa paremman kuvan lokkilintujen käyttämisestä lentosektoreista. E-sektorin lennot ovat selvästi vähentyneet vuodesta 2017 vuoteen 2019, ja W-sektorin lennot ovat sen sijaan nousseet (kuvaaja 2). Muut sektorit ovat pysyneet melko samoina lentoaktiivisuuden osalta. Lokkilinnut lentävät myös jonkin verran suoraan pohjoisiin ilmansuuntiin kohti tuulipuistoa, mutta ne eivät useinkaan lennä kovin kauas keskelle puistoa (kuva 8).

Lentojen kokonaismäärät sektoreissa vuosittain (Kaija)

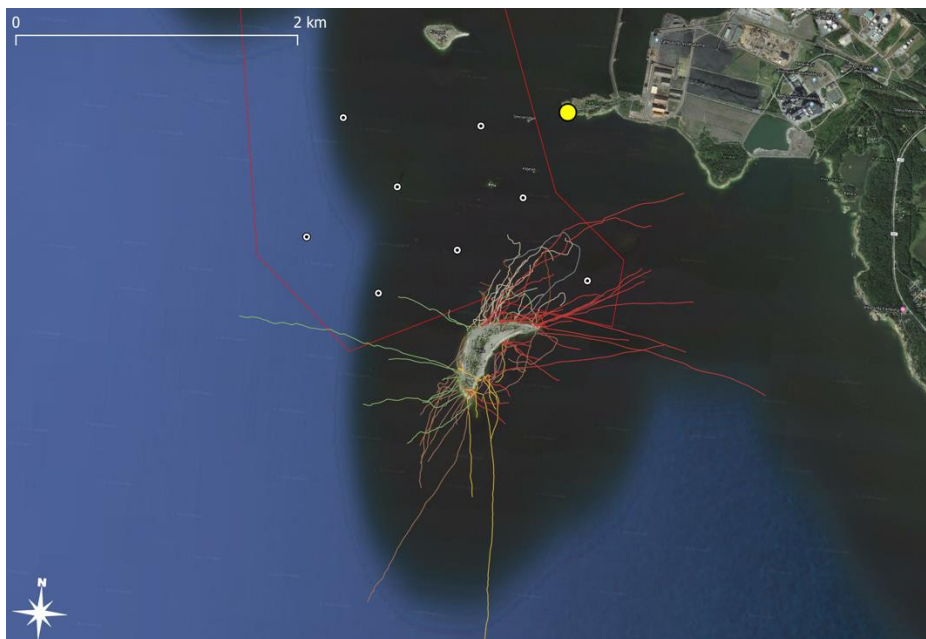


Kuvaaja 1. Lintututkan havaitsemien lentojen kokonaismäärät sektoreissa vuosittain.

Lentojen prosentiosuudet sektoreissa vuosittain (Kaija)



Kuvaaja 2. Lintututkan havaitsemien lentojen prosentiosuudet kokonaislentomäärästä sektoreissa vuosittain.



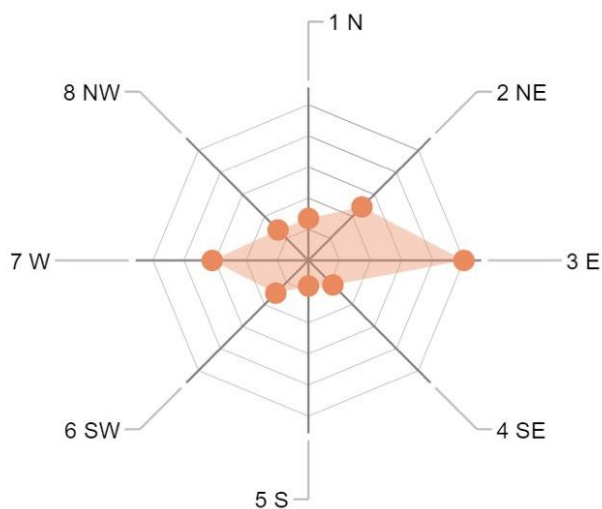
Kuva 8. Kaijassa pesivien lokkilintujen lentoja karttapohjalla vuodelta 2019. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

8.1.3 Lentosektorit ja lentomäärät

Seuraavissa kuvaajissa on esitetty lentojen jakautuminen eri lentosektorien välillä. Kuvaajissa on aina ääripäässä eniten lennetty lentosektori ja muut sektorit ovat suhteessa siihen. Vuonna 2017 pääosa on lentänyt itään (kuvaaja 3). Vuonna 2018 länsisuunnan lennot ovat lisääntyneet (kuvaaja 4). Vuoden 2019 kuvaajassa huomataan lisää eroa idän ja lännen lentoaktiivisuuden välillä (kuvaaja 5).

Lentojen jakautuminen sektoreihin 2017 (Kaija)

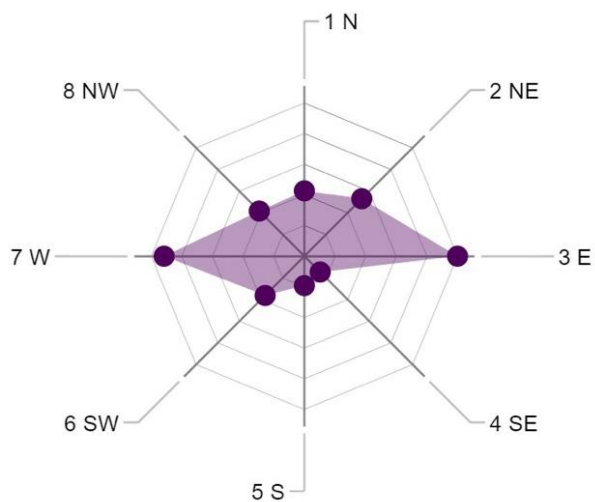
● 2017



Kuvaaja 3. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2017.

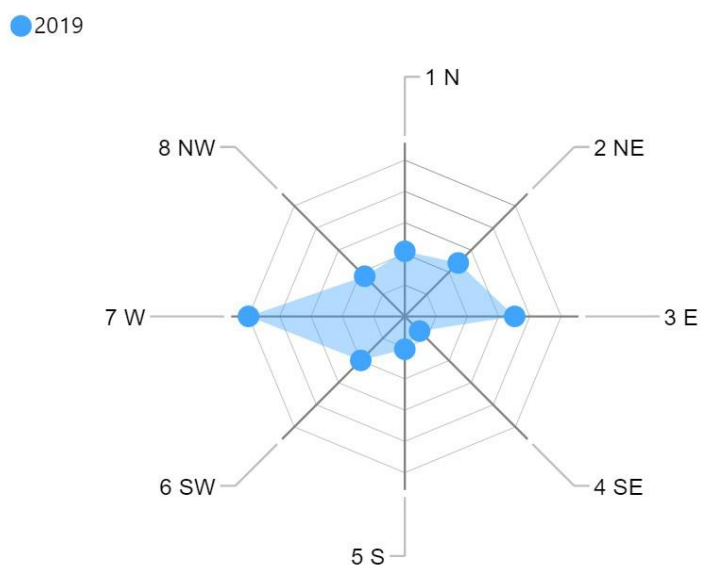
Lentojen jakautuminen sektoreihin 2018 (Kaija)

● 2018



Kuvaaja 4. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2018.

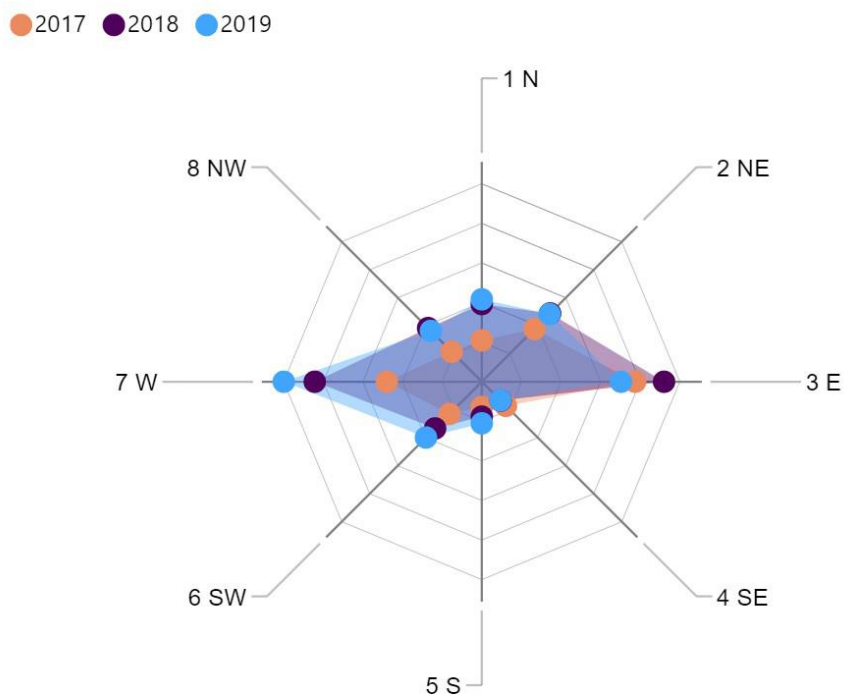
Lentojen jakautuminen sektoreihin 2019 (Kaija)



Kuvaaja 5. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2019.

Yhdistämällä kuvaajat, saadaan paremmin esiin lentoreittien muutoksia. 2019 eli noin kaksi vuotta tuulipuiston valmistumisen jälkeen, lokkilintujen eniten käyttämä lento-sektori on ollut W-sektori. (kuvaaja 6)

Lentojen jakautuminen sektoreihin, kaikki vuodet (Kaija)



Kuvaaja 6. Kaikkien vuosien lennot yhdistettynä yhteen kuvaajaan.

Lokkilintujen lennot voidaan jakaa myös saareen saapuviin (inbound) ja saaresta lähteviin lentoihin (outbound). Huomataan, että lentojen kokonaismäärät vaihtelevat vuosittain, mutta saapuvien ja lähtevien lentojen kokonaismäärän ero vuoden sisällä ei vaihtele suuresti. (taulukko 1)

Saapuvat ja lähtevät lennot vuosittain (Kaija)

Bound	2017	2018	2019
INBOUND	1946	2590	2628
OUTBOUND	1950	2948	2964
Yhteensä	3896	5538	5592

Taulukko 1. Saareen saapuvien ja saaresta lähtevien lentojen määriä.

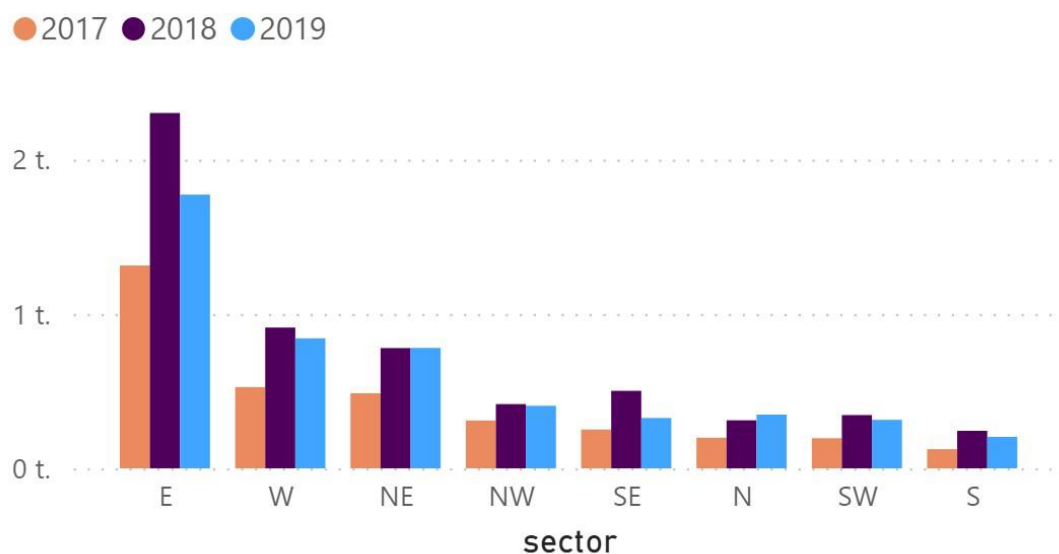
8.1.4 Kupeli

Kupeli sijaitsee tuulipuistoalueen koillisosassa. Voimalat ympäröivät saarta kaikkialta paitsi koillisesta ja idästä. (kuva 2)

8.1.5 Lentomääriä ja prosenttiosuuksia eri sektoreissa

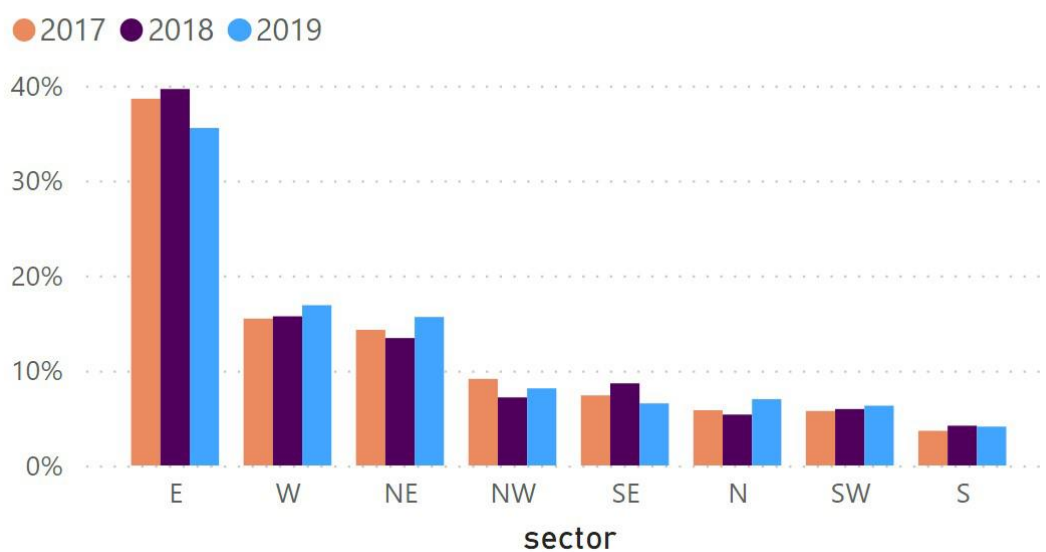
Saaren sijainnin vuoksi otollisimmat lentosektorit ovat idän puolella, koska voimaloita on paljon muissa ilmansuunnissa. Lintujen lentojen kokonaismäärissä (kuvaaja 7) havaitaan, että E-sektori on lentomääriltään käytetyin. Lentojen prosenttiosuuksista (kuvaaja 8) eri sektoreissa voidaan todeta, että tuulipuiston vaikutus saaren lokkilintujen lentoreitteihin on ollut hyvin vähäistä. Jokaisen lentosektorin suhteelliset osuudet jokaisena vuonna jakautuvat hyvin samalla tavalla.

Lentojen kokonaismäärät sektoreissa vuosittain (Kupeli)



Kuvaaja 7. Lintututkan havaitsemien lentojen kokonaismäärät sektoreissa vuosittain.

Lentojen prosenttiosuudet sektoreissa vuosittain (Kupeli)

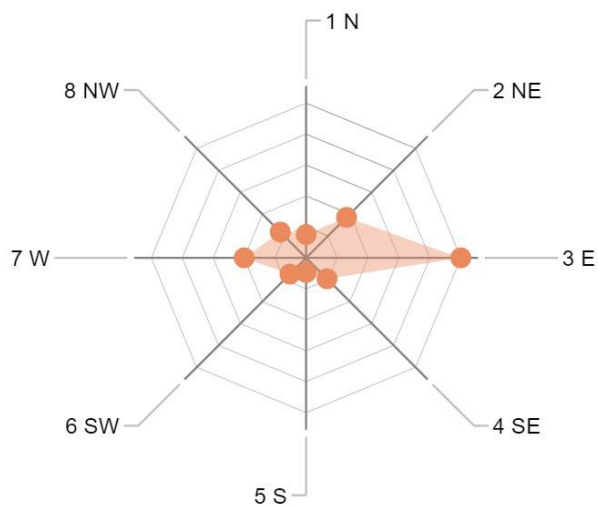


Kuvaaja 8. Lintututkan havaitsemien lentojen prosenttiosuudet kokonaislentomäärästä sektoreissa vuosittain.

Kuvaajien 9, 10 ja 11, voidaan todeta olevan hyvin samanlaisia ja täten myös tuulipuiston vaikutuksen olevan vähäinen.

Lentojen jakautuminen sektoreihin 2017 (Kupeli)

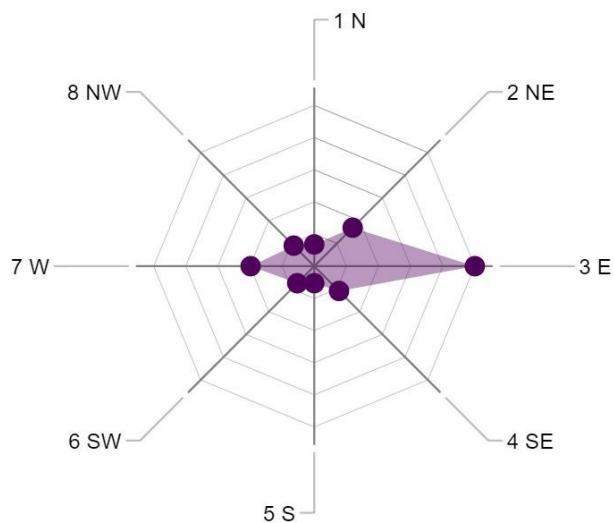
● 2017



Kuvaaja 9. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2017.

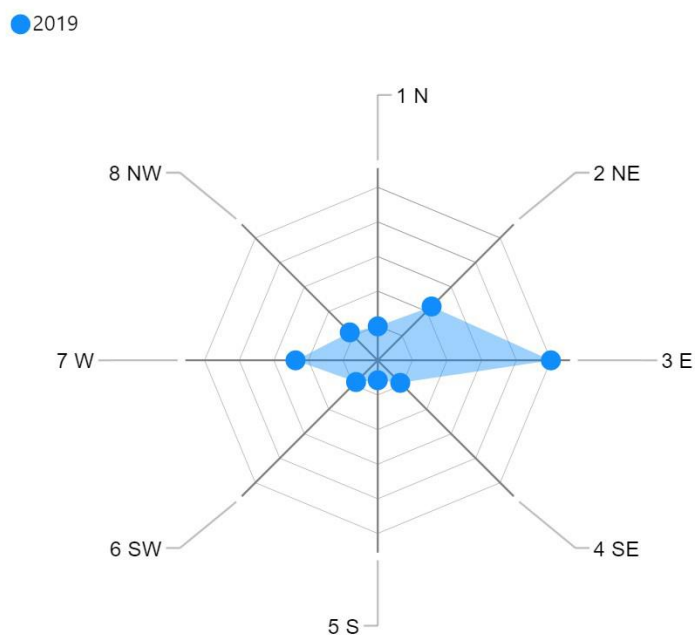
Lentojen jakautuminen sektoreihin 2018 (Kupeli)

● 2018



Kuvaaja 10. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2018.

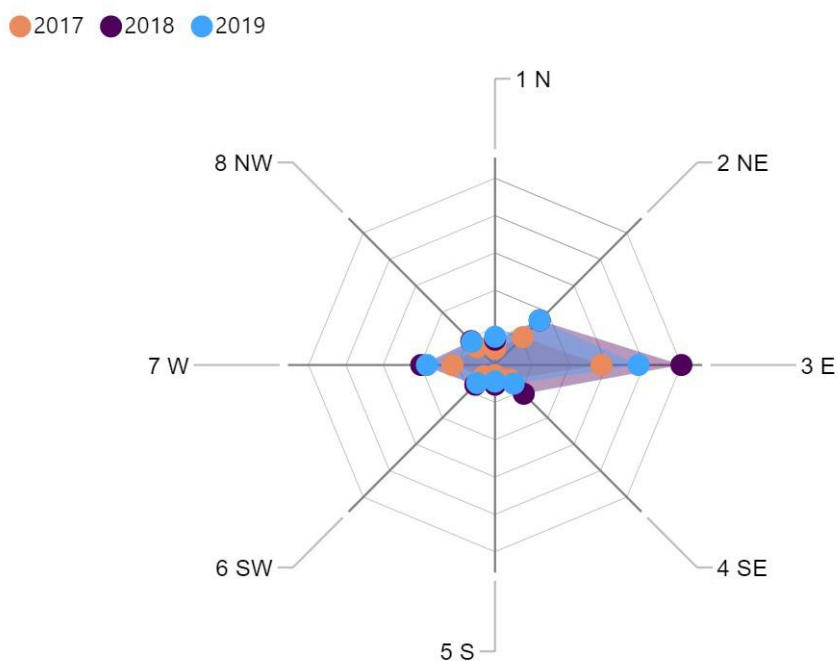
Lentojen jakautuminen sektoreihin 2019 (Kupeli)



Kuvaaja 11. Lentojen jakautuminen sektoreihin 2019.

Lentojen määriä tarkasteltaessa huomataan että, lentojen jakautumisessa ei tapahdu suuria muutoksia. Sektoreihin NE ja E, lennot ovat hieman lisääntyneet puiston valmistuttua. (kuvaaja 12)

Lentojen jakautuminen sektoreihin, kaikki vuodet (Kupeli)



Kuvaaja 12. Kaikkien vuosien lennot yhdistettynä yhteen kuvaajaan.

Saareen saapuvissa ja saaresta lähtevissä linnuissa on vuosittain vaihtelua. Jokaisena vuonna luvut ovat lähes samansuuruiset (taulukko 2). Tämä kertoo siitä, että tutka on havainnut valtaosan lennoista.

Saapuvat ja lähtevät lennot vuosittain (Kupeli)

Bound	2017	2018	2019
INBOUND	1787	2831	2558
OUTBOUND	1617	2979	2434
Yhteensä	3404	5810	4992

Taulukko 2. Saareen saapuvien ja saaresta lähtevien lentojen määriä.

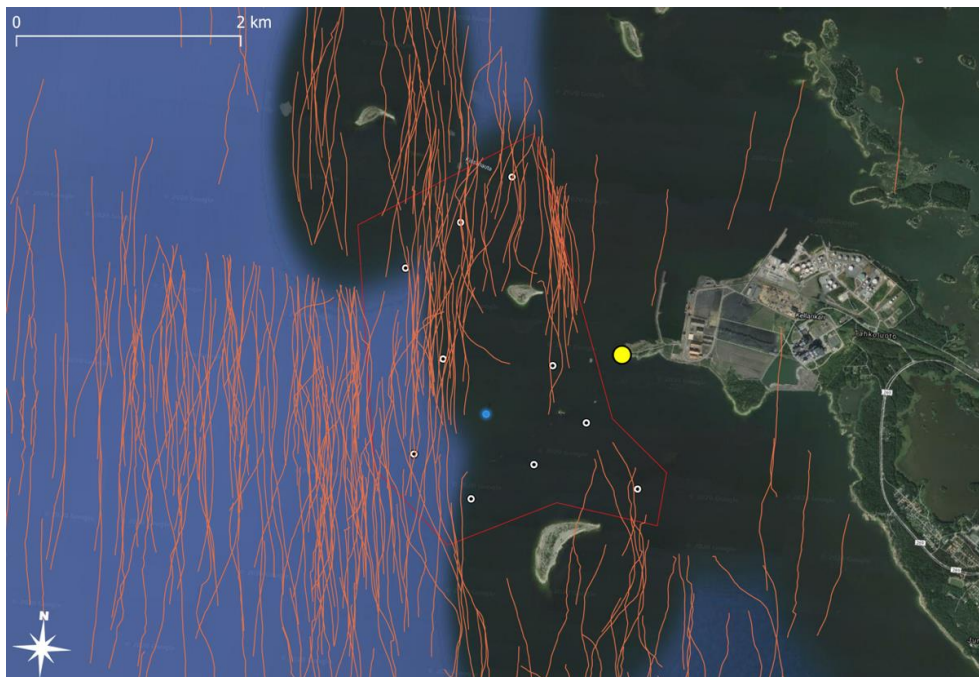
8.2 Muuttavien lintujen lentoreitit

Haahkan ja kuikan osalta tarkasteltiin lentoreittien muutoksia ulompana merellä ja tuulipuiston alueella. Molemmat lajit muuttavat pääosin kauempana merellä, ja ohittavat tuulipuiston lännen puolelta. Muutto voi joskus kulkea myös puiston läpi tai itäpuolelta. Kuikka voi muuttaa myös korkealla ja ylittää tuulipuiston. Muuttavista linnuista käytettiin tutkimuksessa dataa vain maastohavaintopäiviltä. Hyvillä muuttosäillä pääosa muutosta kulkee kaukana merellä, mutta osa myös puiston läpi. Tutkakuvista tutkittiin mahdollisia muutoksia lentoreiteissä. Tutkadata ja havainnot ovat kaikki kevätmuuttoa kuvaavia, ja linnuista on suodatettu vain pohjoisiin ilmansuuntiin lentävät linnut. Vuoden 2017 keväällä ei vielä ollut karttoihin valkoisella merkittyjä voimaloita, vaan vain sinisellä merkitty pilottivoimala. Uusien voimaloiden näkyminen vuoden 2017 karttakuvissa auttaa kuitenkin hahmottamaan muuttoreittien mahdollisia muutoksia vuosiin 2018 ja 2019.

8.2.1 Haahka

Haahka muuttaa usein parvissa tai pitkissä jonoissa melko lähellä pintaa. Tutkakuvat on saatu rajaamalla jokaiselta tarkastelupäivältä tutkadataan haahkalle sopivat

lentonopeudet, koot ja suunnat. Haahkasta oli tutkittavana useita kuvia, mutta kuvien määrän takia päädyttiin vertailemaan jokaiselta vuodelta yhtä tai kahta päämuuttopäivää.

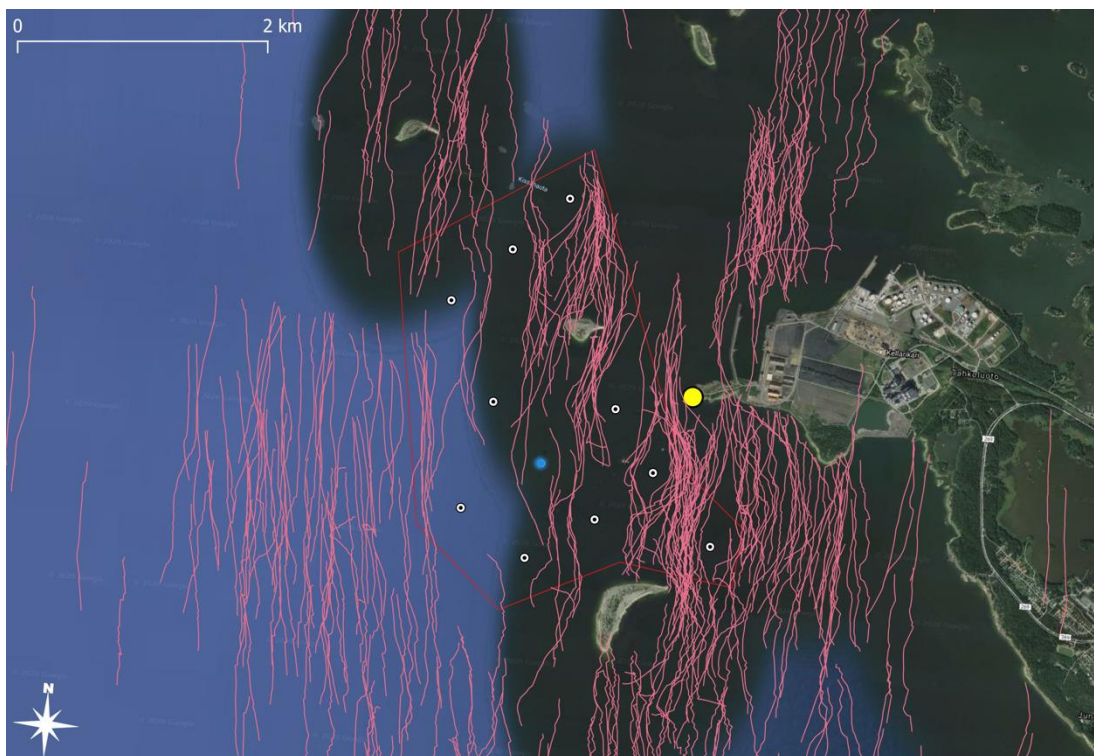


Kuva 9. Lintututkan havaitsemaa haahkamuuttoa Tahkoluodossa 10.4.2017. (Suomen Hyötytuuli, 2022)



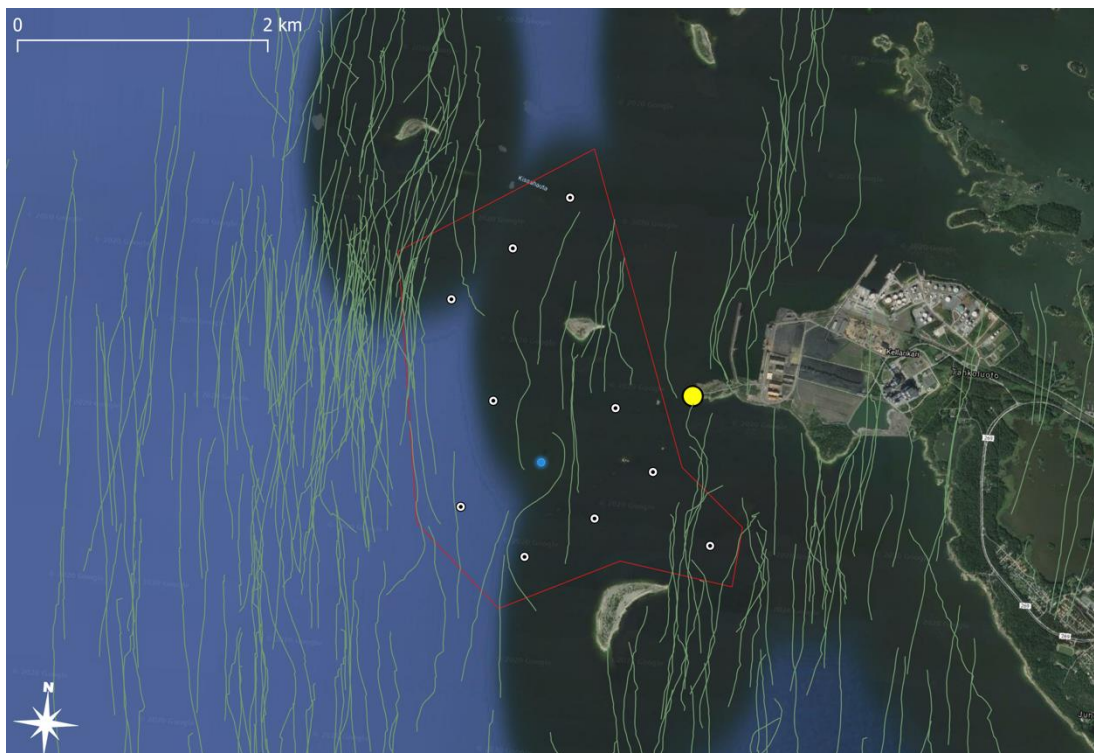
Kuva 10. Lintututkan havaitsemaa haahkamuuttoa Tahkoluodossa 20.4.2017. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuonna 2017 haahkan muutto on kulkenut laajalti nykyisen tuulipuiston alueelta. Keväällä 2017 ei siis vielä ole ollut kuvissa näkyviä valkoisella pisteellä merkittyjä tuulivoimaloita, vaan vain sinisellä pisteellä merkitty pilottivoimala. Kuvat 9 ja 10 ovat molemmat vuodelta 2017 ja niistä näkee, että muutto kulkee lähes kokonaan pilottivoimalan länsipuolelta, mutta myös jonkin verran sen itäpuolelta.



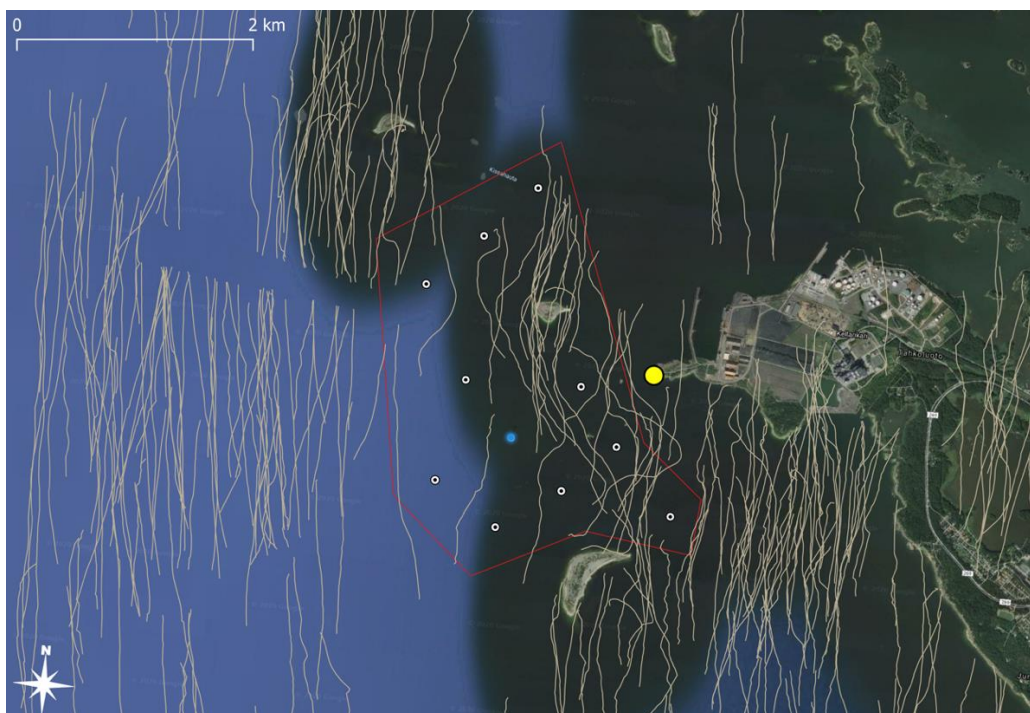
Kuva 11. Haahkamuuttoa Tahkoluodossa 7.4.2018. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuosi 2018 oli ensimmäinen vuosi, jolloin linnut kohtasivat tuulipuiston kevätmuutolla. Haahkan muuttoreitit ovat muuttuneet jonkin verran tuulipuiston valmistuttua. Tutkan kuvasta 11 huomataan, että muutto on siirtynyt läntisten voimaloiden kohdalta kauemmas merelle. Puiston läpi on muuttanut myös jonkin verran haahkoja. Muuttoa on mennyt paljon myös tuulipuiston itäpuolelta. Kuvista voidaan päätellä haahkojen kuitenkin pyrkineen väistämään puistoa, eivätkä ne ole lentäneet kovinkaan paljon keskelle puistoa.



Kuva 12. Haahkamuuttoa Tahkoluodossa 2.4.2019. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Haahkamuutto on kulkenut runsaana kaukana merellä myös vuoden 2019 kuvan perusteella (kuva 12). Tuulipuiston läpi muuttaminen on ollut vähäistä ja merimuutto on kiertänyt myös kauimpana merellä olevat voimalat.

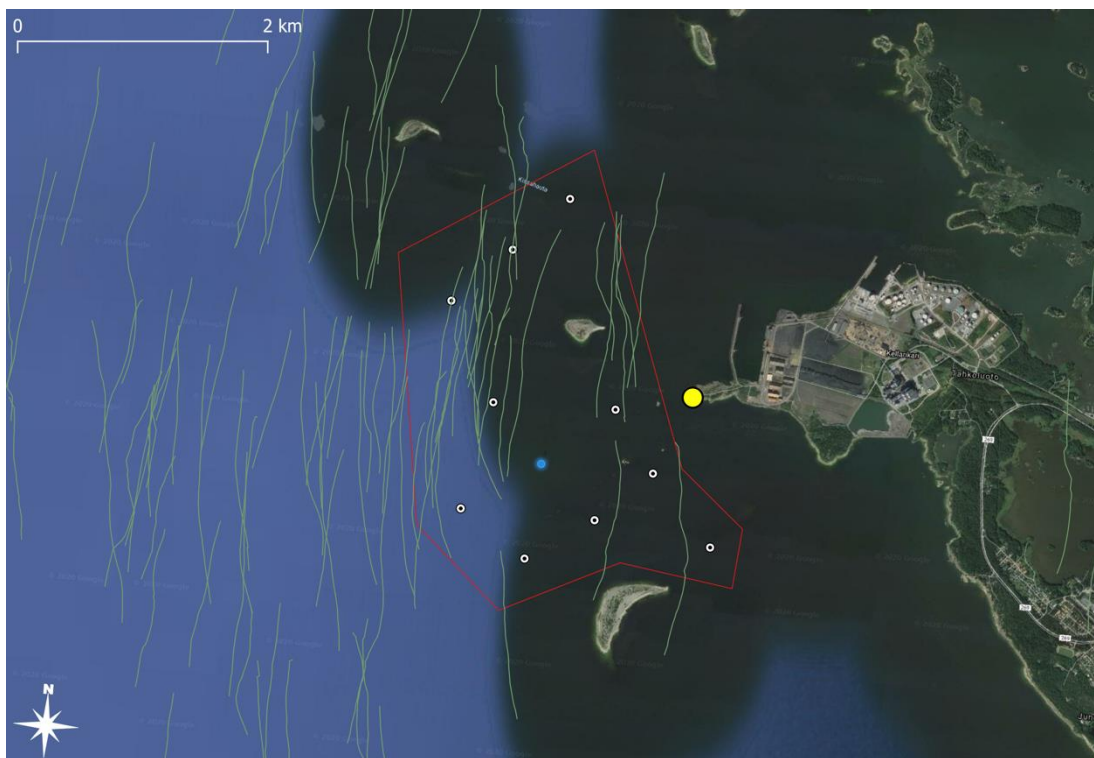


Kuva 13. Lintututkan havaitsemaa haahkamuuttoa Tahkoluodossa 6.4.2020. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuoden 2020 kuvassa (kuva 13) haahkan muutto on hyvin samanlaista kuin vuosina 2018 ja 2019.

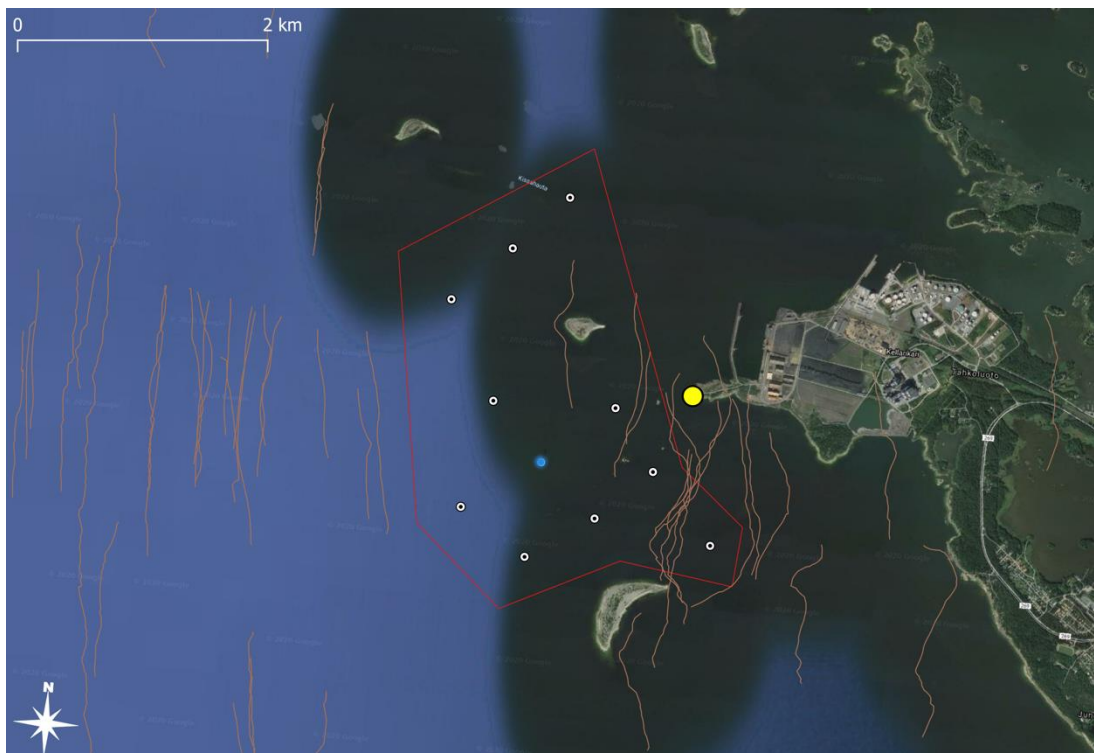
8.2.2 Kuikka

Kuikka muuttaa haahkan tavoin kaukana merellä. Kuikat lentävät usein parvissa mutta parvet eivät välttämättä ole niin tiheitä, että tutka luokittelisi ne parviksi. Kuikat muuttavat usein myös korkeammalla ja saattavat jopa ylittää tuulipuiston. Osa linnuista voi muuttaa myös mantereeseen päältä. Kuikasta tarkastellaan vain yhtä päämuuttopäivää jokaiselta vuodelta.



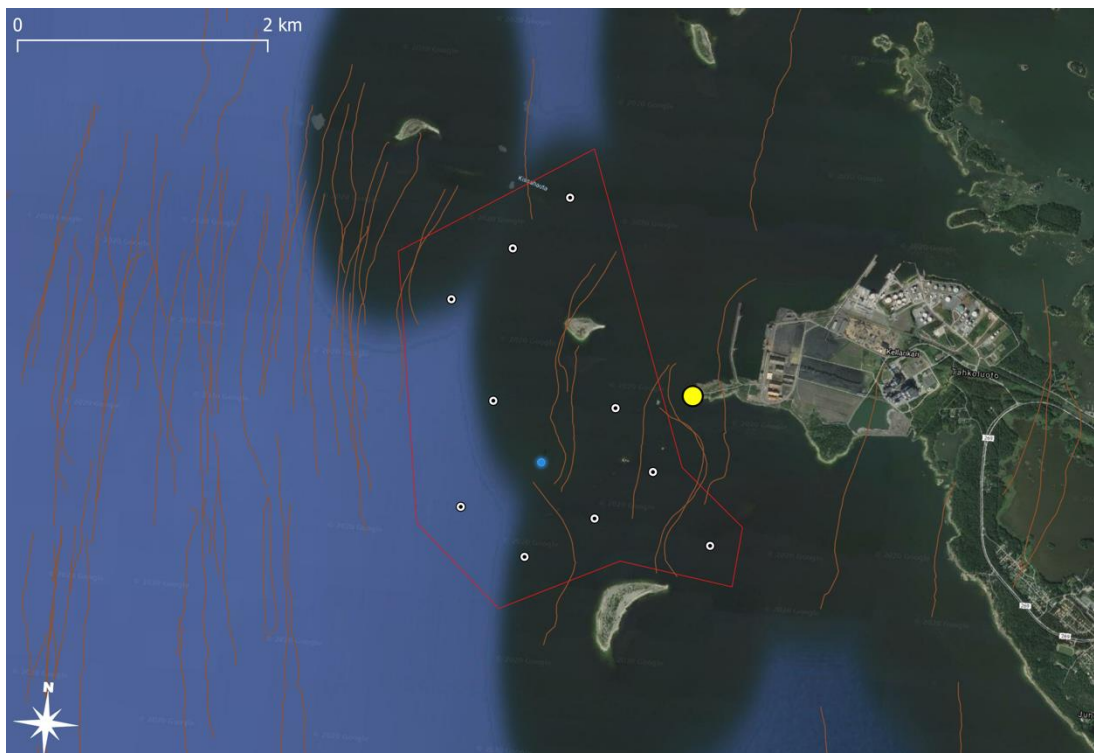
Kuva 14. Kuikan muutttoa Tahkoluodossa 13.5.2017. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Ensimmäisestä kuikkamuuttokuvasta kuvasta 14 huomataan samoja piirteitä haahkan muuttoon keväällä 2017. Sinisellä pisteellä merkitty pilottivoimala on kierretty pääosin meren puolelta, mutta joitakin lintuja on lentänyt myös voimalan itäpuolelta.



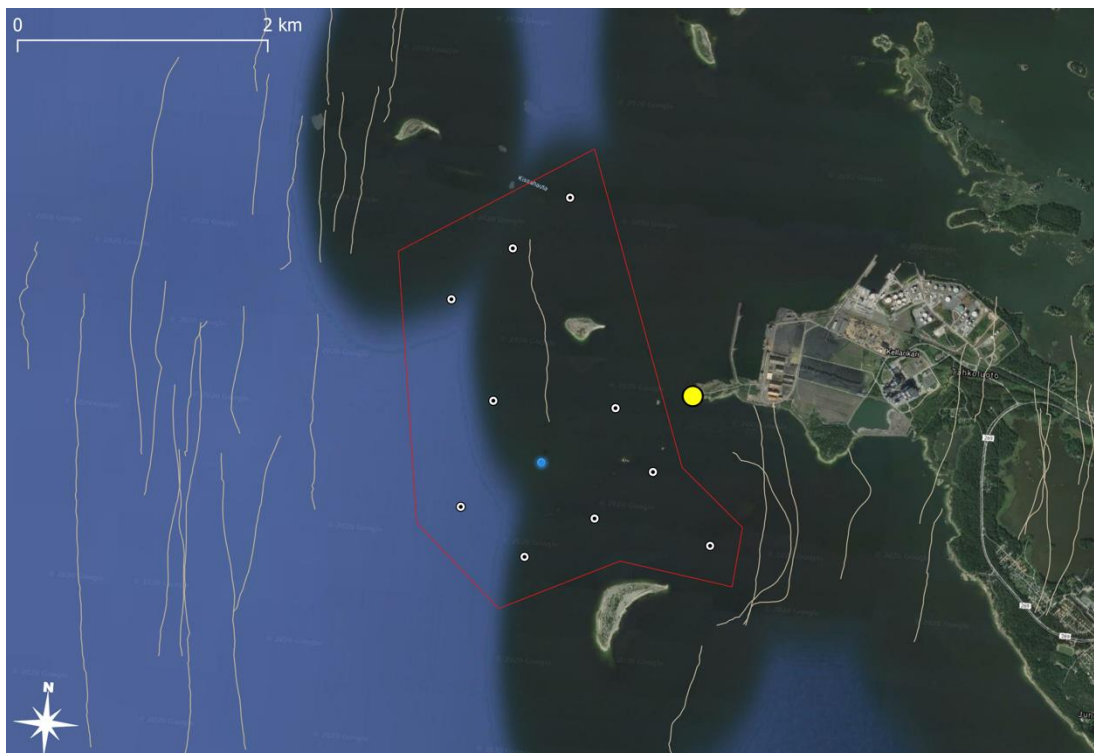
Kuva 15. Lintututkan havaitsemaa kuikkamuuttoa Tahkoluodossa 19.5.2018. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuoden 2018 kuikan kevätmuuton kuvasta 15 huomataan jälleen, että tuulipuiston valmistumisen jälkeen muuttoreitit eroavat vuoden 2017 muuttoreitteihin. Hyvin harvat linnut lentävät puiston läpi ja pääosa kulkee kaukana merellä, jopa kauempana kuin vuoden 2017 kuvassa. Osa muutosta on mennyt myös puiston itäpuolelta ja osittain läpi tai yli tuulipuiston kaakkoisosan voimaloista.



Kuva 16. Lintututkan havaitsemaa kuikkamuuttoa Tahkoluodossa 15.5.2019. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuoden 2019 kuvassa 16 ei ole suuria muutoksia vuoden 2018 kuvaan. Kuikat muuttivat jälleen pääosin kaukana merellä ohittaen tuulipuiston. Joitakin lintuja on lentänyt puiston keskellä. Tuulipuiston keskellä olevat kuikkia kuvastavat lentoradat ovat myös hieman mutkaisempia kuin merellä suoraviivaisesti muuttavien lintujen viivat. Tämä voi johtua siitä, että tuulipuiston keskellä kuikat voivat tehdä väistöliikkeitä mahdollisesti voimaloista johtuen.



Kuva 17. Lintututkan havaitsemaa kuikkamuuttoa Tahkoluodossa 5.5.2020. (Suomen Hyötytuuli, 2022)

Vuoden 2020 kuva 17 on hyvin samanlainen kuin vuosien 2018 ja 2019 kuvat. Kuikat oppivat väistämään tuulipuistoa.

9 JOHTOPÄÄTELMÄT

Kuvaajista havaitaan, että lokkilintujen lentoreitit ovat muuttuneet hieman tuulipuiston valmistuttua. Tuulipuistolla ei kuitenkaan voida sanoa olevan yksinään vaikutusta lokkilintujen lentoreitteihin. Lentoreitit voivat vaihdella myös muista syistä. Aikuiset linnut lentävät poikasten kuoriuduttua runsaasti tarkoituksena etsiä ruokaa, joten lennot suuntautuvat sinne missä ruokaa on saatavilla. Lokkilinnut osaavat väistää voimaloita hyvillä sääolosuhteilla näkyvyyden ollessa hyvä. Sakeassa sumussa lokkilinnut saattavat ajautua hieman lähemmäksi voimaloita kuin tavallisesti. Lokkilinnut eivät lähtökohtaisesti lennä voimalan lapojen välistä.

Haahkan ja kuikan kohdalla esimerkkikuvista huomataan muutoksia lajien lentoreiteissä eniten verrattaessa vuoden 2017 kuvia seuraavien vuosien kuviin. Tuulipuistolla voidaan todeta olevan vaikutusta haahkan ja kuikan lentoreitteihin, koska puiston valmistuttua huomataan lintujen kiertävän tuulipuistoaluetta ja välttäneen lentämistä alueen keskelle. Lintujen reaktio tuulivoimaloihin on melko luonnollinen. Pyörivät tuulivoimalan lavat eivät houkuttele lintuja lentämään lähelle niitä ja kiertäminen onnistuu helposti, koska voimalat näkyvät erittäin kauas.

LÄHTEET

Elprocus. (2022). What is a RADAR: Basics, Types & Applications. Haettu 25.2.2022 osoitteesta <https://www.elprocus.com/radar-basics-types-and-applications/>

Ilmatieteenlaitos. (2022) Havaintojen lataus. Haettu 15.4.2022 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>

Mäkelä, P. (15.3.2022). Henkilökohtainen keskustelu Suomen Hyötytuuli Oy: ympäristöinsinöörin, Petteri Mäkelän kanssa

Mäkelä, P. (2022) Selkälökkiraportit [pdf. tiedostot] Suomen Hyötytuuli Oy

Niemi, J. (20.4.2022) Henkilökohtainen keskustelu Suomen Hyötytuuli Oy:n asiantuntija, Juha Niemen kanssa

Retkikartta. Karttapalvelu (2022). Haettu 3.4.2020 osoitteesta <https://www.retkikartta.fi>

Suomen Hyötytuuli Oy. (2022) Etusivu. Haettu 20.2.2022 osoitteesta <https://hyotytuuli.fi>

Suomen Hyötytuuli Oy. (2022) Lintututka. Haettu 20.2.2022 osoitteesta <https://hyotytuuli.fi/merituulivoima/lintututka/>

Suomen Hyötytuuli Oy. (2022) Merituulivoima. Haettu 2.4.2022 osoitteesta <https://hyotytuuli.fi/merituulivoima/>

Swiss-birdradar. (2022). Birdscan radar system. Haettu 25.2.2022 osoitteesta <https://www.swiss-birdradar.com/home.html>