
Siikaisten Santakankaan tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnus 2023



SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto	3
Työstä vastaavat henkilöt	4
Törmäysmallinnus	4
Tutkimusmenetelmät	4
Epävarmuustekijät	5
Tulokset	6
Kevätmuutto	10
Syysmuutto	12
Päätelmät	14
Kirjallisuus	16

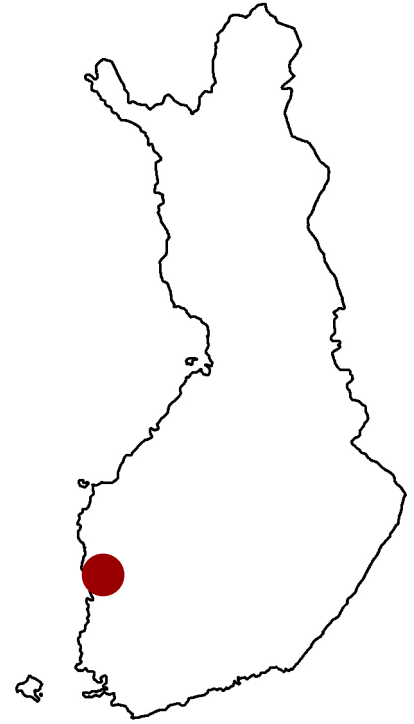
*Tähän raporttiin suositetaan viittaamaan seuraavasti:
Ahlman, S. 2023: Siikaisten Santakankaan tuulivoimapuiston
muuttolintujen törmäysmallinnus 2023. Ahlman Group Oy.*

JOHDANTO

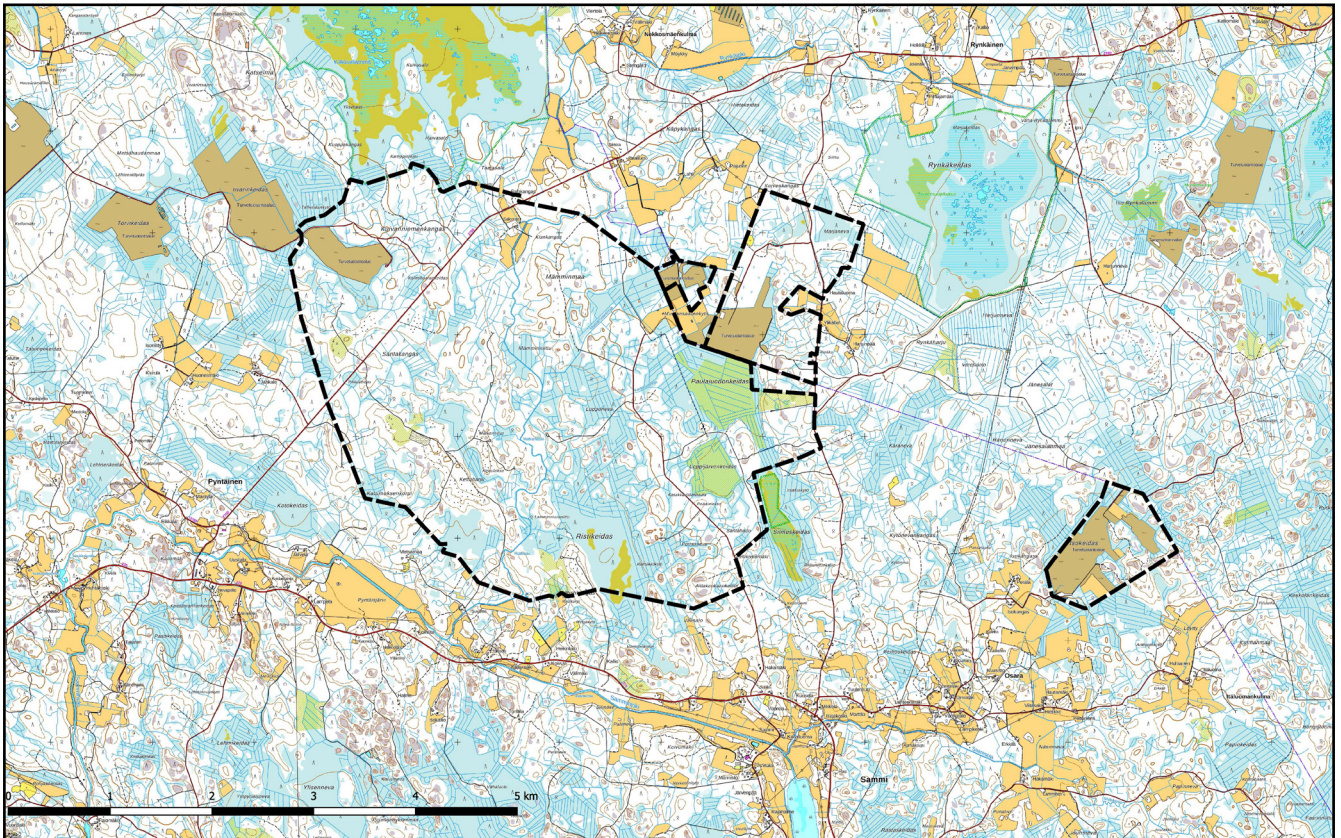
Tämä raportti esittelee Sweco Finland Oy:n Ahlman Group Oy:ltä tilaaman Santakankaan tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnuksen tulokset, joiden perusteella voidaan arvioida hankealueen läpi muuttavien lintujen törmäysriskiä.

Pohjan Voima Oy suunnittelee tuulivoimaloiden rakentamista Santakankaan alueelle. Tuulivoimapuisto koostuu tuulivoimaloista perustuksineen, niitä yhdistävistä maakaapeleista, sähköasemasta sekä tuulivoimaloita yhdistävistä teistä. Hankkeeseen sovelletaan YVA-lain (252/2017) mukaista ympäristövaikutusten arviointimenettelyä.

Osana hanketta laadittiin törmäysmallinnus muuttolinnuston osalta, mikä perustuu keväällä 2023 (Ahlman 2023) sekä syksyllä 2022 (Ahlman 2022) kerättyyn maastoaineistoon.



Kuva 1. Tutkimusalueet (mustat katkoviivat). Pohjakartta: Maanmittauslaitoksen avoin data 2023.



TYÖSTÄ VASTAAVAT HENKILÖT

Santakankaan tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnuksesta vastasi luontokartoittaja Santtu Ahlman, joka on suunnitellut ja toteuttanut lintujen muuttoselvityksiä kymmeniin tuulivoimapuistohankkeisiin sekä laatinut lukuisia törmäysmallinnuksia.

TÖRMÄYSMALLINNUS

TUTKIMUSMENETELMÄT

Törmäysmallinnus tehtiin vuoden 2023 keväällä (Ahlman 2023) ja vuoden 2022 syksyllä (Ahlman 2022) toteutettujen linnustoseurantojen aineiston perusteella. Lähtöpopulaatioiden arvioinnissa on noudatettu varovaisuusperiaatetta, minkä vuoksi laskelmissa käytetyt yksilömäärät ovat teoreettisia maksimeja. Tutkimusalueen läpimuuttavien lintujen kokonaisyksilömäärät laskettiin maastoseurannan aikana kerätyn aineiston pohjalta (taulukko 1 ja 2). Seurannat toteutettiin siten, että ne edustivat mahdollisimman kattavasti päämuuttokausien sääolosuhteita. Havainnointipäivien otoksista laskettiin yksilömäärät tuntikohtaisesti. Tulos kerrottiin lajikoh-
taisesti päämuuttojakson pituudella tunteina, mikä perustuu asiantuntija-arvioon kunkin lajin muuttokauden huipusta. Joidenkin lajien muuttajamääriä on nostettu varovaisuusperiaatteen nojalla, eikä näissä tapauksissa esitetä muuttokauden pituutta tunteina. Joidenkin lajien kokonaisyksilömäärää on puolestaan laskettu poikkeuksellisen voimakkaan muuton vuoksi.

Lentävien lintujen törmäysten todennäköisyydet laskettiin erilaisissa tilanteissa yleisesti käytettyjen metodien mukaan (Band ym. 2007, Scottish Natural Heritage 2010). Menetelmän mukaan törmäystodennäköisyys koostuu kahdesta vaihtoehdosta: todennäköisyys, jonka mukaan lintu lentää roottorin läpi ja todennäköisyys, jonka mukaan lintu osuu roottoriin. Ensimmäinen vaihtoehto muodostuu törmäysikkunan ja havaintoikkunan suhteesta. Törmäysikkunalla tarkoitetaan roottorien pyörimisliikkeen mukaista pinta-alaa siinä tilanteessa, jolloin lintu lentää suoraan sitä kohti. Havaintoikkunalla tarkoitetaan puolestaan koko hankealueen ilmatilaa, kun lintu lentää kohtisuoraan alueen läpi. Törmäysmallinnuksessa havaintoikkuna määritettiin tuulivoimalan rajojen ja suunniteltujen turbiinien korkeuksien mukaan. Tuulivoimapuiston leveydeksi mitattiin 5 500 metriä ja vastaavasti havaintoikkunan korkeudeksi määritettiin ilmatila 25 metristä (puuston korkeus) 300 metriin. Havaintoikkunan pinta-alaksi muodostuu näin 1 512 500 m². Alueen leveydessä ei huomioitu itäistä erillistä Isonen osa-alueita, sillä sinne suunnitellaan ainoastaan aurinkopaneeleja. Törmäysikkuna muodostuu puolestaan seitsemän turbiinin roottorien muodostamasta yhteispinta-alasta, joka on 290 833 m². Tuulivoimapuiston roottorien peittoprosentti havaintoikkunasta on tällöin 19,23 %.

Vaihtoehtoinen laskenta tehtiin sellaisella mallilla, jossa on huomioitu myös todennäköinen väistöliike (Scottish Natural Heritage 2010). Kyseinen laskelma on tehty sillä olettamuksella, että lajista riippuen 95–99,8 prosenttia havaintoikkunan läpi lentävistä linnoista väistää turbiineja.

Lintujen väistöprosentit ovat vaihdelleet tyypillisesti hankkeesta riippuen 90–99 % välillä (mm. FCG 2011, Pöyry Finland 2012, FCG 2013). Tässä mallinnuksessa on käytetty seuraavia lukemia laji-/lajiryhmäkohtaisesti: joutsenlajit 99,5 % (Whitfield & Urquhart 2015), hanhilajit 99,8 % (Scottish Natural Heritage 2013), kuikkalinnut 99,5 % (Furness 2015), merikotka 95 % (May ym. 2011), sinisuohaukka 99 % (Whitfield & Madders 2006a), maakotka 99 % (Whitfield 2009), tuulihaukka 95 % (Whitfield & Madders 2006b), merikihu 99,5 % (Furness 2015) ja kaikki muut lajit 98 %.

Varsinainen laskenta tehtiin kaikissa törmäysmallinnusvaihtoehdoissa Excel-pohjaisen laskurin (Scottish Natural Heritage 2014) avulla, jossa törmäysriski perustuu lintujen fyysisiin mittoihin ja lentonopeuteen sekä turbiinien teknisiin tietoihin. Laskelmaa varten poimittiin lintujen pituudet ja siipikärkivälit eurooppalaisia lintuja esittelevältä sivustolta (BTO 2014).

Lentonopeuksia poimittiin useista eri tietolähteistä (mm. Alestam ym. 2007). Laskuriin syötettiin turbiineja koskevat tiedot tilaajan ilmoittamien tietojen mukaan. Laskurin avulla saadaan törmäysprosentti, joka voidaan suhteuttaa ilman väistöliikettä sekä väistöliikkeen kanssa havainto- ja törmäysikkunan läpi kohdistuviin yksilömääriin lajeittain.

EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Törmäysmallinnuksessa on epävarmuustekijöitä, jotka johtuvat muun muassa havaintoajasta, sääolosuhteista, muuttokauden muista olosuhteista sekä myös havaintopaikoista. Nämä kaikki tekijät vaikuttavat havaintoikkunan läpi muuttavien lintupopulaatioiden arvioimiseen ja kokonaisyksilömääriin, mutta epävarmuustekijät on minimoitu käyttämällä laskelmissa aineistona maastossa havaittuja lentokorkeuksia sekä yksilömääriä. Laskelmissa on käytetty arvioituja lajikohtaisia muuttokauden huipun tuntimääriä, jotka on suhteutettu havainnointiaikaan. Todellisista muuttoajoista ei ole kuitenkaan tarkkaa tutkimustietoa saatavilla. Lisäksi tässä mallinnuksessa on huomioitu muutonseurantojen aikana paikalliset ja kiertelevät yksilöt, minkä vuoksi jonkin lajin mallinnuksessa käytetty kokonaisyksilömäärä saattaa olla pienempi kuin seurannan kokonaislentomäärä.

Törmäyslaskentamallissa oletuksena on, että turbiinit ovat kohtisuoraan muuttavia lintuja kohti siten, että ne ovat toiminnassa koko ajan. Todellisuudessa roottorien suunnat vaihtelevat tuuliolosuhteiden mukaan, mutta tässä mallinnuksessa laskelmat on tehty sillä olettamuksella, että turbiinien suunnat eivät vaihtele ja linnut lentävät kohtisuoraan niitä päin. Lisäksi laskelmamalli ei huomio sitä, että turbiinit ovat osittain limittäin toisiinsa nähden, mikä todellisuudessa pienentää törmäysikkunan kokoa. Myös havaintoikkunan määrittelyissä on käytetty erilaisia korkeuksia.

TULOKSET

Törmäyslaskelmien yhteistuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että ne perustuvat vain yhden kevät- ja syysmuuttokauden otantaan (taulukko 1 ja 2). Vuosien väliset erot lintujen muuttokäyttäytymisessä voivat olla hyvin merkittäviä, mutta mallinnuksen avulla on siitä huolimatta pyritty tuottamaan mahdollisimman todenmukainen kuva törmäysriskeistä. Tuloksia tarkastellaan seuraavilla sivuilla erikseen sekä kevät- että syysmuuton osalta. Kokonaisuutena törmäysriskit ovat hyvin vähäisiä, mikä johtuu riskikorkeudella lentäneiden lintujen vähäisyydestä sekä pienestä turbiinien roottoreiden pinta-alasta suhteessa koko tuulivoimapuiston leveyteen, jolloin törmäysikkuna on varsin pieni.

Taulukko 1. Hankealueen kautta keväällä muuttavat lajit yksilömäärineen sekä arvioitunut muuttoajat ja läpimuuttavan kannan kokonaisyksilömäärät.

Laji	Havaintomäärä	Muutto aika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	268	200	670
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	1 012	150	1 898
Lyhytnokkahanhi (<i>Anser brachyrhynchus</i>)	19	150	36
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	158	150	296
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	4	150	8
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	1 538	150	2 884
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	12	150	23
Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>)	2	150	4
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	2	200	5
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	3	200	8
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	33	200	83
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	17	200	43
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	2	200	5
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	9	250	28
Merimetso (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	11	200	28
Haarahaikka (<i>Milvus migrans</i>)	1	150	2
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	36	200	90
Rusko-suohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	3	200	8
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	9	200	23
Kanahaikka (<i>Accipiter gentilis</i>)	11	200	28
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	14	250	44
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	29	-	50
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	16	200	40
Hiirihaukkalaji (<i>Buteo sp.</i>)	4	250	13
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	3	150	6
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	10	200	25
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	12	200	30
Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>)	1	150	2

Laji	Havaintomäärä	Muutto aika (h/kevät)	Kokonaissyksilömäärä
Kurki (<i>Grus grus</i>)	846	100	1 058
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	19	250	59
Töyhtöhyyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	227	250	709
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	7	100	9
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	55	150	103
Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>)	29	150	54
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	5	150	9
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	16	150	30
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	43	200	108
Pikkulokki (<i>Hydrocoloeus minutus</i>)	10	150	19
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	195	200	488
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	6	200	15
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	195	200	488
Kala-/lapintiira (<i>Sterna hir/aea</i>)	2	150	4
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	1 266	200	3 165
Kangaskiuru (<i>Lullula arborea</i>)	1	200	3
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	74	200	185
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	15	200	38
Räystäpääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	1	150	2
Metsäkirovainen (<i>Anthus trivialis</i>)	4	-	30
Niittykirovainen (<i>Anthus pratensis</i>)	30	200	75
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	30	150	56
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	5	150	9
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	401	200	1 003
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	7	150	13
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	10	150	19
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	113	200	283
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	163	150	306
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	2	150	4
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	12	100	15
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	429	150	804
Mustavaris (<i>Corvus frugilegus</i>)	1	200	3
Varis (<i>Corvus corone</i>)	198	200	495
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	15	200	38
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	275	150	516
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	27	150	51
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	459	200	1 148
Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	6	150	11
Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	21	200	53
Hemppo (<i>Carduelis cannabina</i>)	1	150	2
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	2	150	4

Taulukko 2. Hankealueen kautta syksyllä muuttavat lajit yksilömäärineen sekä arvioitua muuttoajasta ja läpimuuttavan kannan kokonaisyksilömäärät.

Laji	Havaintomäärä	Muutto aika (h/syksy)	Kokonaisyksilömäärä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	104	200	260
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	869	150	1629
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	1	250	3
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	819	150	1536
Valkoposkianhi (<i>Branta leucopsis</i>)	27	150	51
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	4	200	10
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	9	300	34
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	6	200	15
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	5	200	13
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	1	-	20
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	1	200	3
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	3	200	8
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	8	200	20
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	23	300	86
Ruskojuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	3	200	8
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	9	250	28
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	5	250	16
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	63	350	276
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	37	250	116
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	2	250	6
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	4	200	10
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	2	200	5
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	15	250	47
Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>)	4	200	10
Kurki (<i>Grus grus</i>)	1 925	100	2 406
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	2	300	8
Tylli (<i>Charadrius hiaticula</i>)	3	300	11
Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>)	1	250	3
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	1	300	4
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	6	250	19
Uuttukyyhky (<i>Columba oenas</i>)	1	150	2
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	687	150	1288
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	31	150	58
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	32	200	80
Räystäöpääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	1	150	2
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	30	250	94
Niittykirvinen (<i>Anthus pratensis</i>)	95	200	238
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	32	200	80
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	8	250	25
Kivitasku (<i>Oenanthe oenanthe</i>)	1	250	3

Laji	Havaintomäärä	Muutto aika (h/syksy)	Kokonaisyksilömäärä
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	11 804	-	25 000
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	24	200	60
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	346	200	865
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	28	250	88
Pieni rastas (<i>Turdus phi/ili</i>)	2 458	250	7 681
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	3	200	8
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	91	200	228
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	137	150	257
Varis (<i>Corvus corone</i>)	333	150	624
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	25	200	63
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	1 629	200	4 073
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	785	150	1 472
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	2 237	250	6 991
Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	1	200	3
Tikli (<i>Carduelis carduelis</i>)	4	200	10
Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	81	350	354
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	70	150	131

KEVÄTMUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat hyvin vähäisiä. Laskentamallin mukaan törmäys saattaa tapahtua kerran kymmenessä vuodessa sepelkyyhkylle (0,10 yksilöä / kevät) ja kerran 11 vuodessa kurjelle (0,09). Seuraavaksi suurimmat törmäysriskit ovat seuraavilla lajeilla: harmaalokki 16 vuoden välein (0,06), naakka 25 vuoden välein (0,04) ja naurulokki 33 vuoden välein (0,03). Kaikkien muiden lajien törmäysriskit ovat korkeintaan kerran 50–100 vuodessa (taulukko 3). Törmäyslaskelmaan valikoitujen 69 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,45 kevätmuuttokautta kohden (taulukko 3), mikä on hyvin pieni lukema. Tuloksien perusteella yhteenkään lajiin ei arvioida kohdistuvan törmäyksistä aiheutuvia populaatiotason muutoksia.

Taulukko 3. Arvio tuulivoimapuiston turbiineihin törmäävien lintujen yksilömääristä kevättä kohden.

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaissyksilömäärä	Törmäysriskiprosentti	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	670	7,15	7,71	0,81	0,04	0,00
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	1 898	4,94	15,06	9,33	0,03	0,02
Lyhytnokkahanhi (<i>Anser brachyrhynchus</i>)	36	4,76	0,27	0,20	0,00	0,00
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	296	4,98	2,37	1,56	0,00	0,00
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	8	5,16	0,06	0,05	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	2 884	4,95	22,95	5,57	0,05	0,01
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	23	5,58	0,20	0,10	0,00	0,00
Valkoposkianhi (<i>Branta leucopsis</i>)	4	4,63	0,03	0,03	0,00	0,00
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	5	3,85	0,03	0,00	0,00	0,00
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	8	3,57	0,04	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	83	3,97	0,53	0,10	0,01	0,00
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	43	3,80	0,26	0,03	0,01	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	5	4,25	0,03	0,03	0,00	0,00
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	28	4,35	0,20	0,11	0,00	0,00
Merimetso (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	28	5,66	0,25	0,00	0,01	0,00
Haarahaukka (<i>Milvus migrans</i>)	2	5,11	0,02	0,02	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	90	5,60	0,81	0,38	0,04	0,02
Ruskoauhaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	8	4,95	0,06	0,00	0,00	0,00
Sinisuauhaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	23	5,33	0,19	0,09	0,00	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	28	4,61	0,20	0,11	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	44	4,07	0,29	0,20	0,01	0,00
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	50	4,95	0,40	0,34	0,01	0,01
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	40	5,26	0,34	0,34	0,01	0,01
Hiirihaukkalaji (<i>Buteo sp.</i>)	13	5,11	0,10	0,03	0,00	0,00
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	6	6,09	0,06	0,06	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	25	4,83	0,19	0,12	0,00	0,00
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	30	4,32	0,21	0,02	0,01	0,00

<i>Laji (tieteellinen nimi)</i>	<i>Laskennallinen kokonaisyksilömäärä</i>	<i>Törmäysriskiprosentti</i>	<i>Törmäysten määrä, satumaislentokorkeus, ei väistöä</i>	<i>Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistöä</i>	<i>Törmäysten määrä, satumaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä</i>	<i>Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä</i>
<i>Nuolihaukka (Falco subbuteo)</i>	2	3,90	0,01	0,01	0,00	0,00
<i>Kurki (Grus grus)</i>	1 058	6,47	11,01	4,61	0,22	0,09
<i>Kapustarinta (Pluvialis apricaria)</i>	59	3,70	0,35	0,00	0,01	0,00
<i>Töyhtöhyyppä (Vanellus vanellus)</i>	709	3,86	4,41	0,70	0,09	0,01
<i>Pikkukuovi (Numenius phaeopus)</i>	9	3,94	0,06	0,06	0,00	0,00
<i>Kuovi (Numenius arquata)</i>	103	4,35	0,72	0,12	0,01	0,00
<i>Suokukko (Calidris pugnax)</i>	54	3,52	0,31	0,00	0,01	0,00
<i>Valkoviklo (Tringa nebularia)</i>	9	3,95	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Liro (Tringa glareola)</i>	30	3,74	0,18	0,00	0,00	0,00
<i>Taivaanvuohi (Gallinago gallinago)</i>	108	3,40	0,59	0,00	0,01	0,00
<i>Pikkulokki (Hydrocoloeus minutus)</i>	19	3,82	0,12	0,06	0,00	0,00
<i>Naurulokki (Larus ridibundus)</i>	488	4,27	3,35	1,63	0,07	0,03
<i>Kalalokki (Larus canus)</i>	15	4,27	0,10	0,00	0,00	0,00
<i>Harmaalokki (Larus argentatus)</i>	488	5,07	3,97	3,00	0,08	0,06
<i>Kala-/lapintiira (Sterna hir/aea)</i>	4	4,27	0,03	0,00	0,00	0,00
<i>Sepelkyyhky (Columba palumbus)</i>	3 165	3,93	19,99	5,05	0,40	0,10
<i>Kangaskiuru (Lullula arborea)</i>	3	3,42	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Kiuru (Alauda arvensis)</i>	185	3,22	0,96	0,03	0,02	0,00
<i>Haarapääsky (Hirundo rustica)</i>	38	3,56	0,21	0,06	0,00	0,00
<i>Räystäspääsky (Delichon urbicum)</i>	2	3,29	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Metsäkirkvinen (Anthus trivialis)</i>	30	3,21	0,15	0,00	0,00	0,00
<i>Niittykirkvinen (Anthus pratensis)</i>	75	3,30	0,40	0,00	0,01	0,00
<i>Västäräkki (Motacilla alba)</i>	56	3,26	0,29	0,00	0,01	0,00
<i>Rautiainen (Prunella modularis)</i>	9	3,19	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Räkättirastas (Turdus pilaris)</i>	1 003	3,62	5,84	0,00	0,12	0,00
<i>Laulurastas (Turdus philomelos)</i>	13	3,67	0,08	0,00	0,00	0,00
<i>Punakylkirastas (Turdus iliacus)</i>	19	3,38	0,10	0,00	0,00	0,00
<i>Kulorastas (Turdus viscivorus)</i>	283	3,76	1,71	0,00	0,03	0,00
<i>Pieni rastas (Turdus philili)</i>	306	3,51	1,72	0,00	0,03	0,00
<i>Talitiainen (Parus major)</i>	4	3,13	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Närhi (Garrulus glandarius)</i>	15	5,50	0,13	0,00	0,00	0,00
<i>Naakka (Corvus monedula)</i>	804	4,01	5,19	1,77	0,10	0,04
<i>Mustavaris (Corvus frugilegus)</i>	3	4,62	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Varis (Corvus corone)</i>	495	4,38	3,49	0,93	0,07	0,02
<i>Kottarainen (Sturnus vulgaris)</i>	38	3,31	0,20	0,00	0,00	0,00
<i>Peippo (Fringilla coelebs)</i>	516	3,17	2,63	0,00	0,05	0,00
<i>Järripeippo (Fringilla montifringilla)</i>	51	3,09	0,25	0,00	0,01	0,00
<i>Peippolaji (Fringilla sp.)</i>	1 148	3,12	5,77	0,00	0,12	0,00
<i>Viherpeippo (Carduelis chloris)</i>	11	3,23	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Vihervarpunen (Carduelis spinus)</i>	53	3,03	0,26	0,00	0,01	0,00
<i>Hemppo (Carduelis cannabina)</i>	2	3,09	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Punatulku (Pyrrhula pyrrhula)</i>	4	3,21	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Yhteensä</i>			127,70	37,62	1,73	0,45

SYYSMUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat hyvin vähäisiä. Laskentamallin mukaan suurin törmäysriski on räkättirastaalla, jonka arvioidaan törmäävän noin seitsemän vuoden välein (0,15 yksilöä / syksy). Kurjen ja sepelkyyhkyn arvioidaan törmäävän noin 16 vuoden välein (0,06), variksen 20 vuoden välein (0,05) ja naakan 33 vuoden välein (0,03). Kaikilla muilla lajeilla törmäysriski on korkeintaan kerran 50–100 vuodessa (taulukko 4).

Törmäyslaskelmaan valikoitujen 57 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,50 syysmuuttokautta kohden (taulukko 4), mikä on hyvin pieni lukema. Tuloksien perusteella yhteenkään lajiin ei arvioida kohdistuvan törmäyksistä aiheutuvia populaatiotason muutoksia. Hyvin pienet törmäysriskilukemat johtuvat muun muassa siitä, että riskikorkeuden lentoja havaittiin niukasti.

Taulukko 4. Tuulivoimapuiston turbiineihin törmäävien lintujen yksilömäärät syksyä kohden.

Laji (tieteellinen nimi)	Laskemallinen kokonaisyksilömäärä	Törmäysriskiprosentti	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, ei väistää	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistää	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, 95–99,8 % väistää	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistää
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	260	7,15	2,99	0,63	0,01	0,00
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	1 629	4,94	12,94	12,47	0,03	0,02
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	3	5,16	0,03	0,03	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	1 536	4,95	12,22	0,00	0,02	0,00
Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>)	51	4,63	0,38	0,00	0,00	0,00
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	10	3,85	0,06	0,00	0,00	0,00
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	34	3,57	0,19	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	15	3,97	0,10	0,00	0,00	0,00
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	13	3,80	0,08	0,00	0,00	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	20	4,25	0,14	0,02	0,00	0,00
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	3	4,35	0,02	0,02	0,00	0,00
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	8	6,48	0,08	0,00	0,00	0,00
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	20	4,87	0,16	0,16	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	86	5,60	0,78	0,41	0,04	0,02
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	8	4,95	0,06	0,04	0,00	0,00
Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	28	5,33	0,24	0,03	0,00	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	16	4,61	0,12	0,02	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	276	4,07	1,80	0,92	0,04	0,02
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	116	4,95	0,92	0,50	0,02	0,01
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	6	5,26	0,05	0,05	0,00	0,00

<i>Laji (tieteellinen nimi)</i>	<i>Laskennallinen kokonaisuusilömäärä</i>	<i>Törmäysriskiprosentti</i>	<i>Törmäysten määrä, satunmáilento korkeus, ei väistää</i>	<i>Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistää</i>	<i>Törmäysten määrä, satunmáilento korkeus, 95–99,8 % väistää</i>	<i>Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistää</i>
<i>Maakotka (Aquila chrysaetos)</i>	10	6,09	0,10	0,07	0,00	0,00
<i>Sääksi (Pandion haliaetus)</i>	5	4,83	0,04	0,04	0,00	0,00
<i>Tuulihaukka (Falco tinnunculus)</i>	47	4,32	0,33	0,17	0,02	0,01
<i>Nuolihaukka (Falco subbuteo)</i>	10	3,90	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Kurki (Grus grus)</i>	2 406	6,47	25,05	2,78	0,50	0,06
<i>Kapustarinta (Pluvialis apricaria)</i>	8	3,70	0,04	0,00	0,00	0,00
<i>Tylli (Charadrius hiaticula)</i>	11	3,18	0,06	0,00	0,00	0,00
<i>Suokukko (Calidris pugnax)</i>	3	3,52	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Valkoviklo (Tringa nebularia)</i>	4	3,95	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Taivaanvuohi (Gallinago gallinago)</i>	19	3,40	0,10	0,00	0,00	0,00
<i>Uuttukyyhky (Columba oenas)</i>	2	3,71	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Sepelkyyhky (Columba palumbus)</i>	1 288	3,93	8,14	3,13	0,16	0,06
<i>Kiuru (Alauda arvensis)</i>	58	3,22	0,30	0,00	0,01	0,00
<i>Haarapääsky (Hirundo rustica)</i>	80	3,56	0,46	0,04	0,01	0,00
<i>Räystäspääsky (Delichon urbicum)</i>	2	3,29	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Metsäkirvinen (Anthus trivialis)</i>	94	3,21	0,48	0,00	0,01	0,00
<i>Niittykirvinen (Anthus pratensis)</i>	238	3,30	1,26	0,00	0,03	0,00
<i>Västäräkki (Motacilla alba)</i>	80	3,26	0,42	0,00	0,01	0,00
<i>Rautiainen (Prunella modularis)</i>	25	3,19	0,13	0,00	0,00	0,00
<i>Kivitasku (Oenanthe oenanthe)</i>	3	3,21	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Räkättirastas (Turdus pilaris)</i>	25 000	3,62	145,64	7,72	2,91	0,15
<i>Laulurastas (Turdus philomelos)</i>	60	3,67	0,35	0,00	0,01	0,00
<i>Punakylkirastas (Turdus iliacus)</i>	865	3,38	4,71	0,00	0,09	0,00
<i>Kulorastas (Turdus viscivorus)</i>	88	3,76	0,53	0,00	0,01	0,00
<i>Pieni rastas (Turdus philili)</i>	7 681	3,51	43,31	0,00	0,87	0,00
<i>Talitiainen (Parus major)</i>	8	3,13	0,04	0,00	0,00	0,00
<i>Närhi (Garrulus glandarius)</i>	228	5,50	2,01	0,00	0,04	0,00
<i>Naakka (Corvus monedula)</i>	257	4,01	1,66	1,60	0,03	0,03
<i>Varis (Corvus corone)</i>	624	4,38	4,40	2,66	0,09	0,05
<i>Kottarainen (Sturnus vulgaris)</i>	63	3,31	0,33	0,00	0,01	0,00
<i>Peippo (Fringilla coelebs)</i>	4 073	3,17	20,74	1,16	0,41	0,02
<i>Järripeippo (Fringilla montifringilla)</i>	1 472	3,09	7,31	0,14	0,15	0,00
<i>Peippolaji (Fringilla sp.)</i>	6 991	3,12	35,13	1,22	0,70	0,02
<i>Vierpeippo (Carduelis chloris)</i>	3	3,23	0,01	0,00	0,00	0,00
<i>Tikli (Carduelis carduelis)</i>	10	3,09	0,05	0,00	0,00	0,00
<i>Vihervarpunen (Carduelis spinus)</i>	354	3,03	1,73	0,00	0,03	0,00
<i>Punatulkku (Pyrrhula pyrrhula)</i>	131	3,21	0,68	0,04	0,01	0,00
<i>Yhteensä</i>			339,01	36,06	6,30	0,50

PÄÄTELMÄT

Santakankaan tuulivoimapuiston keväiset törmäysriskit ovat mainittavia lähinnä sepelkyyhkylä ja kurjella, joiden arvioidaan törmäävän kerran 10–11 vuodessa. Harmaalokin, naakan ja naurulokin törmäysriski on kerran 16–33 vuodessa ja kaikkien muiden lajien korkeintaan kerran 50–100 vuodessa. Syksyllä törmäysriskit koskevat eniten räkättirastasta, jonka arvioidaan törmäävän keskimäärin noin seitsemän vuoden välein. Kurjen ja sepelkyyhkyn törmäysarvio on kerran 16 vuodessa, variksen kerran 20 vuodessa ja naakan kerran 33 vuodessa. Muilla lajeilla törmäysriski on korkeintaan kerran 50–100 vuodessa.

Kokonaisuutena muuttolintujen törmäysriskit ovat mallinnuksen mukaan hyvin vähäisiä ja riskilentojen määrät pääosin erittäin vähäisiä.

Suomessa maastotutkimuksia jo rakennettujen tuulivoimapuistojen osalta on tehty toistaiseksi melko vähän, sillä tuulivoima on suuren mittakaavan teollisuuden alana maassamme varsin uusi. Lisäksi jo rakennettujen puistojen osalta erilaista jälkiseurantaa tehdään vain hyvin pienessä osassa hankkeita, minkä vuoksi aineistoa kertyy melko niukasti.

Mittavimmat maastotutkimukset on tehty Perämeren rannikolla Simossa, Iissä, Raahessa, Pyhäjoella ja Kalajoella, jossa laadittiin selvityksiä vuosina 2014–2018. Otanta on hyvin edustava, sillä viiden kunnan alueella havainnoitiin lintujen muuttoa ja lentoreittien aikana tapahtuvaa käyttäytymistä yhteensä noin 550 päivänä. Lisäksi mahdollisia törmäyksien uhreja etsittiin pelkästään vuonna 2017 yhteensä 176 päivänä, jolloin tutkittiin yli 1 800 voimalan välitön läheisyys (Suorsa 2019). Tutkimusten perusteella tuulivoiman vaikutukset törmäyskuolleisuuteen ovat merkittävästi vähäisemmät kuin on aiemmin arvioitu, sillä todettuja törmäyksiä dokumentoitiin vain 48 (taulukko 5) vaikka tutkimuskohteena olleet puistot sijaitsevat useiden suurikokoisten lajien valtakunnallisesti merkittävällä muuttoreitillä. Löydettyjen törmäysuhrien joukossa oli vain yksi kurki. Myös muissa Suomessa toteutetuissa tutkimuksissa törmäysmäärät ovat olleet hyvin vähäisiä (mm. Ahlman 2016, 2017a, 2017b, 2018).

<i>Laji</i>	<i>Simo</i>	<i>Ii</i>	<i>Raahe</i>	<i>Pyhäjoki</i>	<i>Kalajoki</i>	<i>Yhteensä</i>
<i>Harmaalokki</i>	-	1	-	-	2	3
<i>Harmaasieppo</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Helmipöllö</i>	1	-	-	-	-	1
<i>Järripeippo</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Keltasirkku</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Kurki</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Laulurastas</i>	-	-	-	1	-	1
<i>Merikotka</i>	2	-	1	-	2	5
<i>Merilokki</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Metso</i>	2	1	-	2	8	13
<i>Naurulokki</i>	1	-	-	2	2	5
<i>Pajulintu</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Riekko</i>	-	1	-	-	-	1
<i>Suopöllö</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Teeri</i>	1	1	-	-	-	2
<i>Telkkä</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Tervoapääsky</i>	-	-	2	-	2	4
<i>Tilhi</i>	-	2	-	-	-	2
<i>Varpushaukka</i>	1	-	1	-	1	3
<i>Yhteensä</i>	8	8	4	6	22	48

Taulukko 5. Perämeren linnustoseurannoissa vuosina 2014–2018 löydetyt ja ilmoitetut tuulivoimaloihin törmänneet linnut. Lähde: Suorsa 2019.

KIRJALLISUUS

Ahlman, S. 2016:

Raahen Nikkarinkaarron tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2016. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2017a:

Raahen Nikkarinkaarron tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2017. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2017b:

Raahen Nikkarinkaarron tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2017. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2018a:

Raahen Nikkarinkaarron tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2018. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022:

Siikaisten Santakankaan tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023:

Siikaisten Santakankaan tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Alestam, T., Rosén, M., Bäckman, J., Ericson, Per G. P. & Hellgren, O. 2007:

Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects.

Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. 2007:

Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms.

Teoksessa: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (toim.) 2007: Birds and Wind Farms.

Risk assessments and mitigation. Lynx editions, Barcelona. s. 259–275.

Barclay, MRM, Baerwald, EF, Gruver, JC 2007:

Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities:

assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoology 85: 381–387.

BTO 2014:

The British List. List of Species Occurring in Britain <www.bto.org/about-bird/birdfacts/british-list>.

FCG Finnish Consulting Group Oy 2011:

Luvian Oosinselän tuulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

FCG Finnish Consulting Group Oy 2013:

Raahen itäiset tuulivoimapuistot. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Furness, R.W. 2015:

A review of red-throated diver and great skua avoidance rates at onshore wind farms in Scotland. SNH Commissioned Report No. 885.

May, R., Nygård, T., Lie Dahl, E., Reitan, O. & Bevanger, K. 2011:

Collision risk in white-tailed eagles. Modelling kernel-based collision risk using satellite telemetry data in Smøla wind-power plant. NINA report 692.

Meller, K. 2017:

Kirjallisuusselvitys tuulivoimaloiden vaikutuksista linnustoon ja lepakoihin. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia 27/2017. Helsinki.

Pöyry Finland Oy 2012:

Paimion-Salon Pöylän tuulivoimahankkeen linnustoselvityksen törmäysmallinnus.

Scottish Natural Heritage 2000:

Guidance. Wind Farms and Birds: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action.

Scottish Natural Heritage 2013:

Avoidance rates for wintering species of geese in Scotland at onshore wind farms. SNH Guidance Note

Scottish Natural Heritage 2010:

Use of Avoidance Rates on the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note.

Scottish Natural Heritage 2014:

Probability of collision <www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind/bird-collision-risks-guidance>.

Scottish Natural Heritage 2018:

Use of avoidance rates in the NatureScot wind farm collision risk model. NatureScot Guidance Note.

Suorsa, V. 2019:

Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapuistossa. Linnut vuosikirja 2018. BirdLife Suomi ry, Luonnontieteellinen keskusmuseo ja Suomen ympäristökeskus.

Urquhart, B. & Whitfield, D.P. 2016:

Derivation of an avoidance rate for red kite *Milvus milvus* suitable for onshore wind farm collision risk modelling. Natural Research Information Note 7. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Whitfield, D.P. 2009:

Collision avoidance of golden eagles at wind farms under the 'Band' collision risk model. Report to SNH.

Whitfield, D.P. & Madders, M. 2006a:

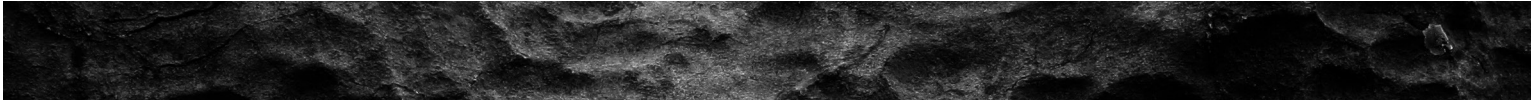
A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. Natural Research Information Note 1 (revised). Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Whitfield, D.P. & Madders, M. 2006b:

Deriving collision avoidance rates for red kites *Milvus milvus*. Natural Research Information Note 3. Natural Research Ltd, Banchory, UK.

Whitfield, D.P. & Urquhart, B. 2015:

Deriving an avoidance rate for swans suitable for onshore wind farm collision risk modelling. Natural Research Information Note 6. Natural Research Ltd, Banchory, UK.



Santtu Ahlman
Toimitusjohtaja
Ahlman Group Oy

