
Karstulan Tukkimäen 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
Liitteet	18
Liite 1. Törmäysmallinnus 9 tuulivoimalayksiköllä	20

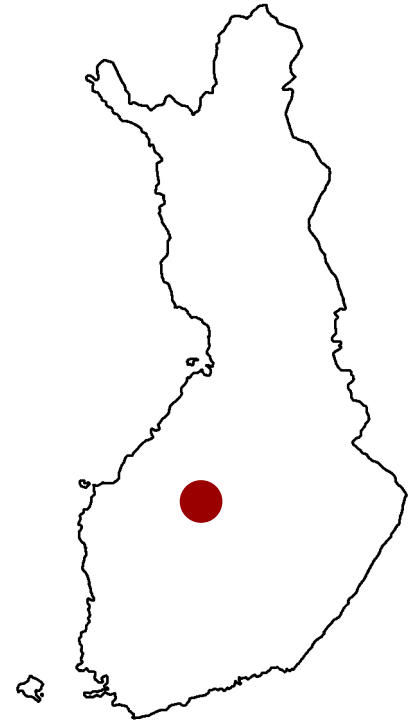
*Tähän raporttiin suositetaan viittaamaan seuraavasti:
Ahlman, S. 2023: Karstulan Tukkimäen tuulivoimapuiston
muuttolintujen törmäysmallinnus 2023. Ahlman Group Oy.*

JOHDANTO

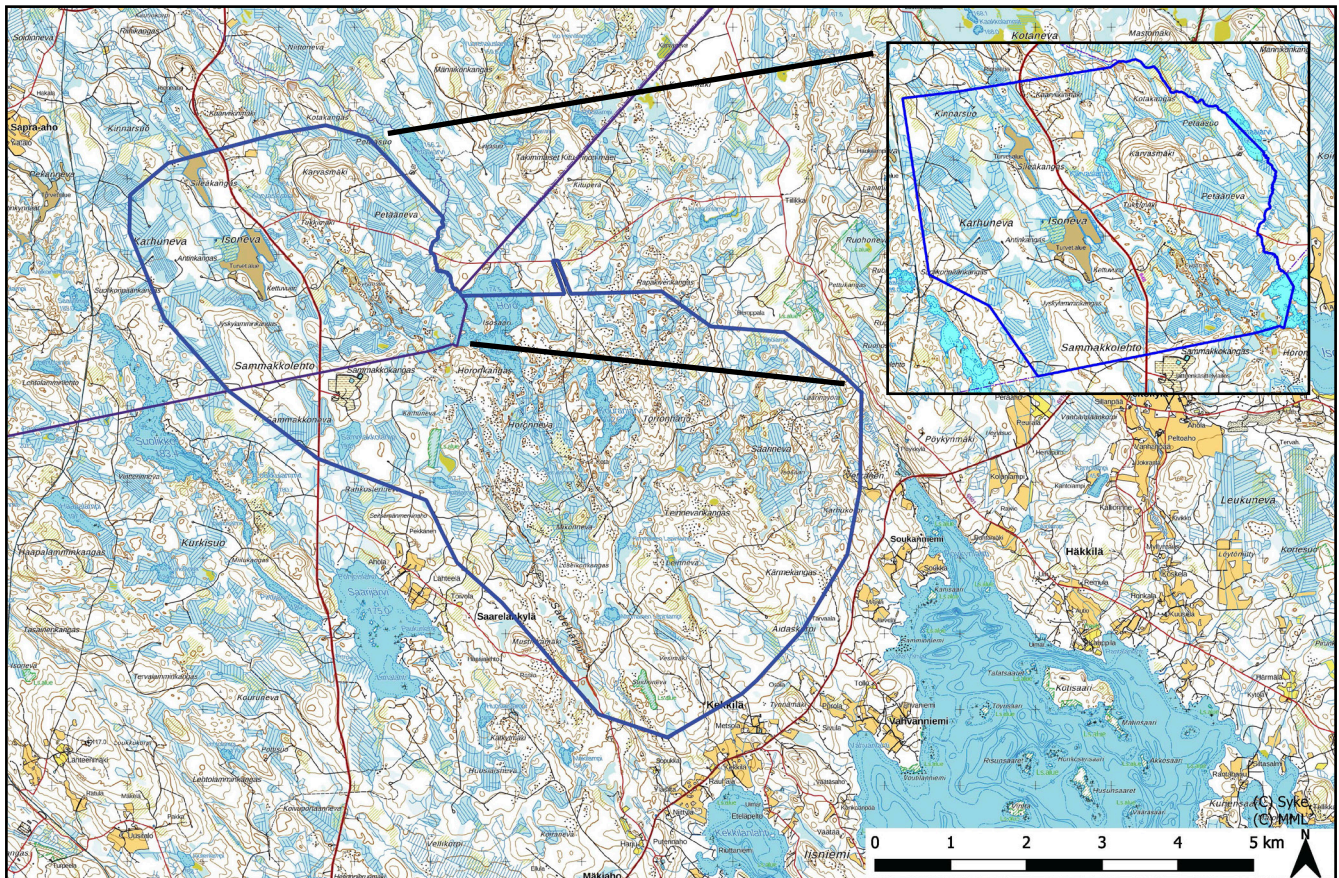
Tämä raportti esittelee Sweco Finland Oy:n Ahlman Group Oy:ltä tilaaman Tukkimäen tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnuksen tulokset, joiden perusteella voidaan arvioida hankealueen läpi muuttavien lintujen törmäysriskiä.

Pohjan Voima Oy suunnittelee tuulivoimaloiden rakentamista Tukkimäen 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 2022 (Ahlman 2022a) sekä syksyllä 2022 (Ahlman 2022b) kerättyyn maastoaineistoon, joka käsittää myös Saarijärven Leinevankankaan puolen.



Kuva 1. Vuoden 2022 tutkimusalue (sininen viiva) ja vuoden 2023 tutkimusalue (pieni kuva), joka käsittää vain Karstulan Tukkimäen puolen hieman laajennettuna. Pohjakartta: Maanmittauslaitoksen avoin data 2023.



TYÖSTÄ VASTAAVAT HENKILÖT

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

TÖRMÄYSMALLINNUS

TUTKIMUSMENETELMÄT

Törmäysmallinnus tehtiin vuoden 2022 keväällä (Ahlman 2022a) ja syksyllä (Ahlman 2022b) toteutettujen muuttolinnustoseurantojen aineiston perusteella. Aineisto käsittää myös Saarijärven Leinnevankankaan puolen, joten tämä mallinnus koskee sekä Karstulan että Saarijärven puolta, sillä aineistot eivät ole erotettavissa toisistaan. 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 lajikohtaisesti 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 9 400 metriä ja vastaavasti havaintoikkunan korkeudeksi määritettiin ilmatila 25 metristä (puuston korkeus) 330 metriin. Havaintoikkunan pinta-alaksi muodostuu näin 2 867 000 m². Törmäysikkuna muodostuu puolestaan 12 turbiinin roottorien muodostamasta yhteispinta-alasta, joka on 637 115 m². Tuulivoimapuiston roottorien peitto-prosentti havaintoikkunasta on tällöin 22,22 %.

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 linnuista 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.

Merkittävin epävarmuustekijä koskee sitä, että maastoaineisto on kerätty Karstulan Tukkimäen ja Saarijärven Leinnevankankaan tuulivoimapuiston osalta yhteisesti. Sittemmin Saarijärven puoli jäi hankkeesta pois, mutta aineistoa ei voida eritellä pelkästään Karstulan puolelta. Käytännössä mallinnus näyttää tämän vuoksi yliarviota. Lisäksi turbiinikoot muuttuivat maastoseurannan jälkeen siten, että maastossa kerätyssä aineistossa riskikorkeus oli 100–300 metriä, mutta alueelle suunnitellaan turbiineja, joiden riskikorkeus on 70–330 metriä. Todellisuudessa riskilentojen osuus olisi ollut hieman suurempi, mikäli maastoaineistossa olisi käytetty suurempaa törmäysriski-ikkunaa.

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 erittäin vähäisiä, mikä johtuu riskikorkeudella lentäneiden lintujen vähäisyydestä sekä pienestä turbiinien roottoreiden pinta-alasta suhteessa koko tuulivoimapuiston leveyteen, jolloin törmäysikkuna on varsin pieni. Aineisto esitetään siten, että mallinnuksessa on huomioitu myös Sammakkokankaan kaatopaikan ruokailulentoja koskevat havainnot.

Taulukko 1. Hankealueen kautta keväällä muuttavat lajit yksilömäärineen sekä arvioitua muuttoajasta ja läpimuuttavan kannan kokonaisyksilömäärät.

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	151	200	378
Taigametsähänhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	256	150	480
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	16	150	30
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	392	150	735
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	1	150	2
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	2	200	5
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	13	200	33
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	4	200	10
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)	4	200	10
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	24	200	60
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	3	250	9
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	2	250	6
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	7	250	22
Merimetso (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	3	200	8
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	1	200	3
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	4	200	10
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	2	200	5
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	4	200	10
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	4	200	10
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	32	250	100
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	18	200	45
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	1	200	3
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	3	-	2
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	10	200	25
Kurki (<i>Grus grus</i>)	278	100	348
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	5	250	16
Töyhtöhyyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	177	250	553

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Tylli (<i>Charadrius hiaticula</i>)	1	250	3
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	2	100	3
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	53	150	99
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	3	150	6
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	4	150	8
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	4	200	10
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	8 788	-	1 000
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	1 338	-	200
Selkälokki (<i>Larus fuscus</i>)	458	-	15
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	3 818	-	150
Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>)	1	150	2
Sepelkyhky (<i>Columba palumbus</i>)	956	200	2 390
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	95	200	238
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	6	200	15
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	4	150	8
Metsäkivinen (<i>Anthus trivialis</i>)	35	150	66
Niittykivinen (<i>Anthus pratensis</i>)	135	200	338
Keltavästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	13	100	16
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	42	150	79
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	7	150	13
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	959	200	2 398
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	14	150	26
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	243	150	456
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	33	200	83
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	592	150	1 110
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	58	100	73
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	12 291	-	250
Mustavaris (<i>Corvus frugilegus</i>)	1	200	3
Varis (<i>Corvus corone</i>)	8 752	-	150
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	12	200	30
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	3 643	150	6 831
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	116	150	218
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	2 440	200	6 100
Vihepeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	10	150	19
Viheroarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	783	200	1 958
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	38	150	71

Taulukko 2. Hankealueen kautta syksyllä muuttavat lajit yksilömäärineen sekä arvioidut muuttoajat ja läpimuuttavan kannan kokonaisyksilömäärät.

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/syksy)	Kokonaisyksilömäärä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	112	200	280
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	158	150	296
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	72	150	135
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	1	200	3
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	5	200	13
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	78	200	195
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	24	200	60
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	27	200	68
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	5	200	13
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	2	200	5
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	3	200	8
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	12	300	45
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	1	200	3
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	9	250	28
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	6	250	19
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	80	350	350
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	28	250	88
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	7	250	22
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	5	200	13
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	2	200	5
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	3	250	9
Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>)	1	250	3
Kurki (<i>Grus grus</i>)	5 609	100	7 011
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	2	300	8
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	1	300	4
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	12	250	38
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	1 362	-	200
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	640	150	1 200
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	25	200	63
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	5	150	9
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	36	250	113
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	137	200	343
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	45	150	84
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	61	200	153
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	72	250	225
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	4 353	250	13 603
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	55	200	138
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	1 151	200	2 878
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	54	250	169
Pieni rastas (<i>Turdus phi/ili</i>)	774	250	2 419

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/syksy)	Kokonaisyksilömäärä
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	8	200	20
Pähkinähakki (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	1	300	4
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	2 820	150	300
Varis (<i>Corvus corone</i>)	5 469	150	250
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	1 330	200	3 325
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	222	150	416
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	2 554	250	7 981
Viherveikko (<i>Carduelis chloris</i>)	21	200	53
Tikli (<i>Carduelis carduelis</i>)	5	200	13
Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	52	350	228
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	362	150	679

KEVÄTUUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat erittäin vähäisiä. Laskentamallin mukaan törmäys saattaa tapahtua kerran 2,5 vuodessa harmaalokille (0,38 yksilöä / kevät), kerran noin 11 vuodessa naakalle (0,09 yksilöä kevät) ja kerran 25 vuodessa kurjelle (0,04 yksilöä / kevät). Kaikkien muiden lajien törmäysriskit ovat korkeintaan kerran 33–100 vuodessa (taulukko 3). Harmaalokkien törmäysriski koostuu suurelta osin ruokailulenkoista. Muuttolennessä olevien yksilöiden törmäysriski on vain 0,03 yksilöä vuotta kohden. Vastaavasti muuttolennessä olevien naakkojen törmäysriski on vain 0,04 yksilöä vuotta kohden.

Törmäyslaskelmaan valikoitujen 63 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,67 kevätmuuttokautta kohden (taulukko 3), mikä on hyvin pieni lukema. Tuloksien perusteella yhteenkään lajiin ei arvioida kohdistuvan törmäyksistä aiheutuvia populaatiotason muutoksia. Erittäin pienet törmäysriskilukemat johtuvat muun muassa siitä, että riskikorkeuden lentoja havaittiin niukasti.

Taulukko 3. Tuulivoimapuiston turbiineihin törmäävien lintujen yksilömäärät 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>)	378	6,82	4,87	1,65	0,02	0,01
Taigametsähänhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	480	4,60	4,18	3,74	0,01	0,01
Tundrahamhi (<i>Anser albifrons</i>)	30	4,64	0,26	0,21	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	735	4,61	6,42	5,50	0,01	0,01
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	2	5,25	0,02	0,02	0,00	0,00
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	5	3,26	0,03	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	33	3,65	0,22	0,09	0,00	0,00
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	10	3,48	0,07	0,03	0,00	0,00
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)	10	3,72	0,07	0,07	0,00	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	60	3,93	0,45	0,45	0,01	0,01
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	9	4,02	0,07	0,02	0,00	0,00
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	6	4,10	0,05	0,02	0,00	0,00
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	22	4,07	0,17	0,14	0,00	0,00
Merimetso (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	8	5,33	0,08	0,08	0,00	0,00
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	3	6,16	0,03	0,00	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	10	5,29	0,10	0,05	0,01	0,00
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	5	4,67	0,04	0,00	0,00	0,00
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	10	5,09	0,10	0,02	0,00	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	10	4,28	0,08	0,06	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	100	3,80	0,72	0,45	0,01	0,01
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	45	4,66	0,40	0,22	0,01	0,00
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	3	4,99	0,02	0,00	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	2	4,51	0,02	0,06	0,00	0,00

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisyksilömäärä	Törmäysriskiprosentti	Törmäysten määrä, satumais lentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, satumais lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	25	4,07	0,19	0,02	0,01	0,00
Kurki (<i>Grus grus</i>)	348	6,17	4,06	2,13	0,08	0,04
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	16	3,38	0,10	0,00	0,00	0,00
Töyhtöhyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	553	3,55	3,72	0,10	0,07	0,00
Tylli (<i>Charadrius hiaticula</i>)	3	2,86	0,02	0,00	0,00	0,00
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	3	3,62	0,02	0,00	0,00	0,00
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	99	4,04	0,76	0,44	0,02	0,01
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	6	3,65	0,04	0,00	0,00	0,00
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	8	3,48	0,05	0,00	0,00	0,00
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	10	3,09	0,06	0,00	0,00	0,00
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	1 000	3,96	7,50	1,31	0,15	0,03
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	200	3,94	1,49	0,11	0,03	0,00
Selkälokki (<i>Larus fuscus</i>)	15	4,62	0,13	0,00	0,00	0,00
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	150	4,74	1,35	18,99	0,03	0,38
Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>)	2	3,98	0,01	0,00	0,00	0,00
Sepelkyhky (<i>Columba palumbus</i>)	2 390	3,61	16,35	1,52	0,33	0,03
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	238	2,92	1,31	0,00	0,03	0,00
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	15	3,30	0,09	0,00	0,00	0,00
Räystäöpääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	8	3,03	0,04	0,00	0,00	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	66	2,91	0,36	0,00	0,01	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	338	3,04	1,94	0,00	0,04	0,00
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	16	2,99	0,09	0,00	0,00	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	79	2,95	0,44	0,00	0,01	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	13	2,90	0,07	0,00	0,00	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	2 398	3,32	15,09	0,00	0,30	0,00
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	26	3,40	0,17	0,00	0,00	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	456	3,08	2,66	0,00	0,05	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	83	3,47	0,54	0,00	0,01	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>)	1 110	3,21	6,75	0,00	0,14	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	73	5,31	0,73	0,00	0,01	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	250	3,71	1,76	4,74	0,04	0,09
Mustavaris (<i>Corvus frugilegus</i>)	3	4,33	0,02	0,00	0,00	0,00
Varis (<i>Corvus corone</i>)	150	4,07	1,16	0,77	0,02	0,02
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	30	3,01	0,17	0,00	0,00	0,00
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	6 831	2,87	37,11	0,00	0,74	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	218	2,78	1,15	0,00	0,02	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	6 100	2,82	32,59	0,00	0,65	0,00
Vihrepeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	19	2,94	0,10	0,00	0,00	0,00
Vihrearpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	1 958	2,73	10,12	0,00	0,20	0,00
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	71	2,91	0,39	0,00	0,01	0,00
Yhteensä			169,18	43,04	3,12	0,67

SYYSMUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat erittäin vähäisiä. Laskentamallin mukaan suurin törmäysriski on kurjella, jonka arvioidaan törmäävän puolentoista vuoden välein (0,60 yksilöä / syksy). Sepelkyyhkyn arvioidaan törmäävän noin kahdeksan vuoden välein (0,12 yksilöä / syksy) ja harmaalokin noin 11 vuoden välein (0,09 yksilöä / syksy). Kaikilla muilla lajeilla törmäysriski on korkeintaan 33–100 vuoden välein (taulukko 4). Harmaalokkien törmäysriski koostuu suurelta osin ruokailulenkoista. Muuttolennessä olevien yksilöiden törmäysriski on vain 0,04 yksilöä vuotta kohden.

Törmäyslaskelmaan valikoitujen 51 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,96 syysmuuttokautta kohden (taulukko 4), mikä on pieni lukema. Tuloksien perusteella yhteenkään lajiin ei arvioida kohdistuvan törmäyksistä aiheutuvia populaatiotason muutoksia. Erittäin pienet törmäysriskilukemat johtuvat muun muassa siitä, että riskikorkeuden lentoja havaittiin niukasti.

Taulukko 4. Tuulivoimapuiston turbiineihin törmäävien lintujen yksilömäärät syysyä kohden.

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisyksilömäärä	Törmäysriskiprocentti	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>)	280	6,82	3,62	0,10	0,02	0,00
Taigametsähänhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	296	4,60	2,58	2,29	0,01	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	135	4,61	1,18	0,83	0,00	0,00
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	3	3,53	0,02	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	13	3,65	0,09	0,00	0,00	0,00
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	195	3,48	1,29	1,29	0,03	0,03
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	60	3,93	0,45	0,13	0,01	0,00
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	68	4,10	0,52	0,27	0,00	0,00
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	13	4,07	0,10	0,00	0,00	0,00
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	5	6,16	0,06	0,00	0,00	0,00
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	8	4,56	0,06	0,04	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	45	5,29	0,45	0,15	0,02	0,01
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	3	4,67	0,02	0,02	0,00	0,00
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	28	5,09	0,27	0,15	0,01	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	19	4,28	0,15	0,05	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	350	3,80	2,52	0,94	0,05	0,02
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	88	4,66	0,77	0,52	0,02	0,01
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	22	4,99	0,21	0,12	0,00	0,00
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	13	5,78	0,14	0,08	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	5	4,51	0,04	0,04	0,00	0,00

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisyksilömäärä	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
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	9	4,07	0,07	0,02	0,00	0,00
Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>)	3	4,07	0,02	0,00	0,00	0,00
Kurki (<i>Grus grus</i>)	7 011	6,17	81,99	30,11	1,64	0,60
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	8	3,38	0,05	0,00	0,00	0,00
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	4	3,65	0,03	0,00	0,00	0,00
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	38	3,94	0,28	0,00	0,01	0,00
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	200	4,74	1,80	4,55	0,04	0,09
Sepelkyyhy (<i>Columba palumbus</i>)	1 200	3,61	8,21	6,02	0,16	0,12
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	63	3,30	0,39	0,00	0,01	0,00
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	9	3,03	0,05	0,00	0,00	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	113	2,91	0,62	0,00	0,01	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	343	3,04	1,97	0,00	0,04	0,00
Keltavästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	84	2,99	0,48	0,00	0,01	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	153	2,95	0,85	0,00	0,02	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	225	2,90	1,23	0,00	0,02	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	13 603	3,32	85,61	0,29	1,71	0,01
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	138	3,40	0,89	0,00	0,02	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	2878	3,08	16,78	0,00	0,34	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	169	3,47	1,11	0,00	0,02	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	2 419	3,21	14,72	0,00	0,29	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	20	5,31	0,20	0,00	0,00	0,00
Pähkinähakki (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	4	3,52	0,03	0,00	0,00	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	300	3,71	2,11	1,21	0,04	0,02
Varis (<i>Corvus corone</i>)	250	4,07	1,93	1,47	0,04	0,03
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	3 325	2,87	18,06	0,00	0,36	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	416	2,78	2,20	0,00	0,04	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	7 981	2,82	42,64	0,00	0,85	0,00
Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	53	2,94	0,29	0,00	0,01	0,00
Tikli (<i>Carduelis carduelis</i>)	13	2,79	0,07	0,00	0,00	0,00
Vihervoarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	228	2,73	1,18	0,00	0,02	0,00
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	679	2,91	3,74	0,00	0,07	0,00
Yhteensä			304,11	50,72	5,97	0,96

PÄÄTELMÄT

Tukkimäen tuulivoimapuiston keväiset törmäysriskit ovat hyvin pieniä lähes kaikilla lajeilla. Suurin törmäysriski koskee harmaalokkia, jonka arvioidaan törmäävän keskimäärin 2,5 vuoden välein. Naakan arvioidaan törmäävän noin 11 vuoden välein ja kurjen 25 vuoden välein. Muiden lajien törmäysriski on korkeintaan 33–100 vuoden välein. Harmaalokin ja naakan törmäysriskiin vaikuttavat erityisen paljon ruokailulennot kaatopaikalle, jotka on huomioitu mallinnuksessa. Muuttolennessa olevien yksilöiden törmäysriski on merkittävästi pienempi molemmilla lajeilla.

Syksyllä törmäysriskit koskevat eniten kurkea jonka arvioidaan törmäävän keskimäärin puolentoista vuoden välein. Sepelkyyhkyn arvioidaan törmäävän kahdeksan vuoden välein ja harmaalokin 11 vuoden välein. Muiden lajien törmäysriski on korkeintaan 33–100 vuoden välein. Harmaalokin törmäysriskiin vaikuttaa kevään tavoin suuresti ruokailulentojen määrä kaatopaikalle. Muuttolennessa olevien lintujen törmäysriski on selvästi vähäisempi.

Liitteessä esitetään törmäysmallinnus vaihtoehtoisesti yhdeksällä tuulivoimalalla. Törmäysriskit ovat vielä pienempiä vaihtoehtoisessa tuulivoimasuunnitelmassa.

Suomessa maastotutkimuksia jo rakennettujen tuulivoimapuistojen osalta on tehty tois- taiseksi 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 edusta- va, sillä viiden kunnan alueella havainnoitiin lintujen muuttoa ja lentoreittien aikana tapahtu- vaa käyttäytymistä yhteensä noin 550 päivänä. Lisäksi mahdollisia törmäyksien uhreja etsittiin pelkästään vuonna 2017 yhteensä 176 päivänä, jolloin tutkittiin yli 1 800 voimalan välitön lähei- syys (Suorsa 2019). Tutkimusten perusteella tuulivoiman vaikutukset törmäyskuolleisuuden ovat merkittävästi vähäisemmät kuin on aiemmin arvioitu, sillä todettuja törmäyksiä doku- mentoitiin vain 48 (taulukko 5) vaikka tutkimuskohteena olleet puistot sijaitsevat useiden suu- rikokoisten lajien valtakunnallisesti merkittävällä muuttoreitillä. Löydettyjen törmäysuhrien joukossa oli vain yksi kurki. Myös muissa Suomessa toteutetuissa tutkimuksissa törmäysmää- rät ovat olleet hyvin vähäisiä (mm. Ahlman 2016, 2017a, 2017b, 2018).

Laji	Simo	Ii	Raahe	Pyhäjoki	Kalajoki	Yhteensä
Harmaalokki	-	1	-	-	2	3
Harmaasieppo	-	1	-	-	-	1
Helmipöllö	1	-	-	-	-	1
Järripeippo	-	-	-	-	1	1
Keltasirkku	-	-	-	-	1	1
Kurki	-	-	-	1	-	1
Laulurastas	-	-	-	1	-	1
Merikotka	2	-	1	-	2	5
Merilokki	-	1	-	-	-	1
Metso	2	1	-	2	8	13
Naurulokki	1	-	-	2	2	5
Pajulintu	-	-	-	-	1	1
Riekko	-	1	-	-	-	1
Suopöllö	-	-	-	-	1	1
Teeri	1	1	-	-	-	2
Telkkä	-	-	-	-	1	1
Tervoapääskey	-	-	2	-	2	4
Tilhi	-	2	-	-	-	2
Varpushaukka	1	-	1	-	1	3
Yhteensä	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. 2022a:

Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2022. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022b:

Saarijärven ja Karstulan Leinnevankankaan tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2022. 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 Occuring 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 un 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.

LIITTEET. LIITE 1. TÖRMÄYSMALLINNUS 9 TUULIVOIMALAYKSIKÖLLÄ.

KEVÄT

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisuuslölmäärä	Törmäysriskiprosentti	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, havoitettu lentokorkeus, ei väistöä	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä	Törmäysten määrä, havoitettu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	378	6,82	3,66	1,23	0,02	0,01
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	480	4,60	3,13	2,80	0,01	0,01
Tundrahamhi (<i>Anser albifrons</i>)	30	4,64	0,20	0,16	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	735	4,61	4,81	4,12	0,01	0,01
Kanadanhanhi (<i>Branta canadensis</i>)	2	5,25	0,01	0,01	0,00	0,00
Tavi (<i>Anas crecca</i>)	5	3,26	0,02	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	33	3,65	0,17	0,06	0,00	0,00
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	10	3,48	0,05	0,02	0,00	0,00
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)	10	3,72	0,05	0,05	0,00	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	60	3,93	0,33	0,33	0,01	0,01
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	9	4,02	0,05	0,02	0,00	0,00
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	6	4,10	0,04	0,02	0,00	0,00
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	22	4,07	0,13	0,11	0,00	0,00
Merimetso (<i>Phalacrocorax carbo</i>)	8	5,33	0,06	0,06	0,00	0,00
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	3	6,16	0,02	0,00	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	10	5,29	0,08	0,04	0,00	0,00
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	5	4,67	0,03	0,00	0,00	0,00
Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	100	5,09	0,72	0,02	0,01	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	10	4,28	0,06	0,05	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	100	3,80	0,54	0,34	0,01	0,01
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	45	4,66	0,30	0,17	0,01	0,00
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	3	4,99	0,02	0,00	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	2	4,51	0,01	0,05	0,00	0,00
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	25	4,07	0,14	0,01	0,01	0,00
Kurki (<i>Grus grus</i>)	348	6,17	3,05	1,60	0,06	0,03
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	16	3,38	0,08	0,00	0,00	0,00
Töyhtöhyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	553	3,55	2,79	0,08	0,06	0,00
Tylli (<i>Charadrius hiaticula</i>)	3	2,86	0,01	0,00	0,00	0,00
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	3	3,62	0,01	0,00	0,00	0,00
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	99	4,04	0,57	0,33	0,01	0,01
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	6	3,65	0,03	0,00	0,00	0,00
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	8	3,48	0,04	0,00	0,00	0,00

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisuuslölmäärä	Törmäysriskiprosentti	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkaus, ei väistöä	Törmäysten määrä, havaitettu lentokorkaus, ei väistöä	Törmäysten määrä, satunnaislentokorkaus, 95–99,8 % väistöä	Törmäysten määrä, havaitettu lentokorkaus, 95–99,8 % väistöä
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	10	3,09	0,04	0,00	0,00	0,00
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	1 000	3,96	5,63	0,98	0,11	0,02
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	200	3,94	1,12	0,08	0,02	0,00
Selkälokki (<i>Larus fuscus</i>)	15	4,62	0,10	0,00	0,00	0,00
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	150	4,74	1,01	14,24	0,02	0,28
Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>)	2	3,98	0,01	0,00	0,00	0,00
Sepelkyykky (<i>Columba palumbus</i>)	2 390	3,61	12,26	1,14	0,25	0,02
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	238	2,92	0,98	0,00	0,02	0,00
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	15	3,30	0,07	0,00	0,00	0,00
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	8	3,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	66	2,91	0,27	0,00	0,01	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	338	3,04	1,46	0,00	0,03	0,00
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	16	2,99	0,07	0,00	0,00	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	79	2,95	0,33	0,00	0,01	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	13	2,90	0,05	0,00	0,00	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	2 398	3,32	11,32	0,00	0,23	0,00
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	26	3,40	0,13	0,00	0,00	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	456	3,08	1,99	0,00	0,04	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	83	3,47	0,41	0,00	0,01	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>)	1 110	3,21	5,07	0,00	0,10	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	73	5,31	0,55	0,00	0,01	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	250	3,71	1,32	3,56	0,03	0,07
Mustavaris (<i>Corvus frugilegus</i>)	3	4,33	0,02	0,00	0,00	0,00
Varis (<i>Corvus corone</i>)	150	4,07	0,87	0,58	0,02	0,01
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	30	3,01	0,13	0,00	0,00	0,00
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	6 831	2,87	27,83	0,00	0,56	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	218	2,78	0,86	0,00	0,02	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	6 100	2,82	24,44	0,00	0,49	0,00
Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	19	2,94	0,08	0,00	0,00	0,00
Viheroarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	1 958	2,73	7,59	0,00	0,15	0,00
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	71	2,91	0,29	0,00	0,01	0,00
Yhteensä			127,54	32,28	2,35	0,50

SYKSY

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisuusilömäärä	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>)	280	6,82	2,71	0,07	0,01	0,00
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	296	4,60	1,93	1,71	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	135	4,61	0,88	0,63	0,00	0,00
Haapana (<i>Anas penelope</i>)	3	3,53	0,01	0,00	0,00	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	13	3,65	0,06	0,00	0,00	0,00
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	195	3,48	0,96	0,96	0,02	0,02
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	60	3,93	0,33	0,10	0,01	0,00
Kuikka (<i>Gavia arctica</i>)	68	4,10	0,39	0,20	0,00	0,00
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	13	4,07	0,07	0,00	0,00	0,00
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	5	6,16	0,04	0,00	0,00	0,00
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	8	4,56	0,05	0,03	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	45	5,29	0,34	0,11	0,02	0,01
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	3	4,67	0,02	0,02	0,00	0,00
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	28	5,09	0,20	0,11	0,00	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	19	4,28	0,11	0,04	0,00	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	350	3,80	1,89	0,71	0,04	0,01
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	88	4,66	0,58	0,39	0,01	0,01
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	22	4,99	0,16	0,09	0,00	0,00
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	13	5,78	0,10	0,06	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	5	4,51	0,03	0,03	0,00	0,00
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	9	4,07	0,05	0,02	0,00	0,00
Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>)	3	4,07	0,02	0,00	0,00	0,00
Kurki (<i>Grus grus</i>)	7 011	6,17	61,49	22,58	1,23	0,45
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	8	3,38	0,04	0,00	0,00	0,00
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	4	3,65	0,02	0,00	0,00	0,00
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	38	3,94	0,21	0,00	0,00	0,00
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	200	4,74	1,35	3,41	0,03	0,07
Sepelkyhky (<i>Columba palumbus</i>)	1 200	3,61	6,16	4,51	0,12	0,09

Laji (tieteellinen nimi)	Laskennallinen kokonaisyksilömäärä	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
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	63	3,30	0,29	0,00	0,01	0,00
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	9	3,03	0,04	0,00	0,00	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	113	2,91	0,47	0,00	0,01	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	343	3,04	1,48	0,00	0,03	0,00
Keltavästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	84	2,99	0,36	0,00	0,01	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	153	2,95	0,64	0,00	0,01	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	225	2,90	0,93	0,00	0,02	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	13603	3,32	64,20	0,22	1,28	0,00
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	138	3,40	0,66	0,00	0,01	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	2878	3,08	12,59	0,00	0,25	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	169	3,47	0,83	0,00	0,02	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>)	2419	3,21	11,04	0,00	0,22	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	20	5,31	0,15	0,00	0,00	0,00
Pähkinähakki (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	4	3,52	0,02	0,00	0,00	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	300	3,71	1,58	0,91	0,03	0,02
Varis (<i>Corvus corone</i>)	250	4,07	1,44	1,10	0,03	0,02
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	3325	2,87	13,55	0,00	0,27	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	416	2,78	1,65	0,00	0,03	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	7981	2,82	31,98	0,00	0,64	0,00
Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>)	53	2,94	0,22	0,00	0,00	0,00
Tikli (<i>Carduelis carduelis</i>)	13	2,79	0,05	0,00	0,00	0,00
Viheroarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	228	2,73	0,88	0,00	0,02	0,00
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	679	2,91	2,81	0,00	0,06	0,00
Yhteensä			228,08	38,04	4,48	0,72




Santtu Ahlman
Toimitusjohtaja
Ahlman Group Oy

