
Pyhäjärven Hallakallion 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

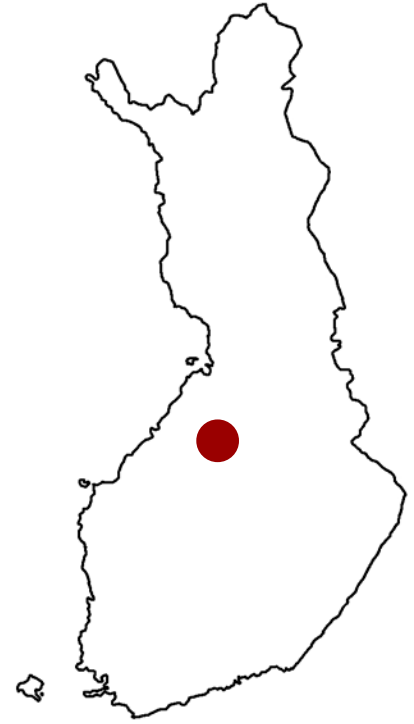
*Tähän raporttiin suositetaan viittaamaan seuraavasti:
Ahlman, S. 2023: Pyhäjärven Hallakallion tuulivoimapuiston
muuttolintujen törmäysmallinnus 2023. Ahlman Group Oy.*

JOHDANTO

Tämä raportti esittelee YIT Suomi Oy:n Ahlman Group Oy:ltä tilaaman Pyhäjärven Hallakallion tuulivoimapuiston muuttolin-
tujen törmäysmallinnuksen tulokset, joiden perusteella voidaan
arvioida hankealueen läpi muuttavien lintujen törmäysriskiä.

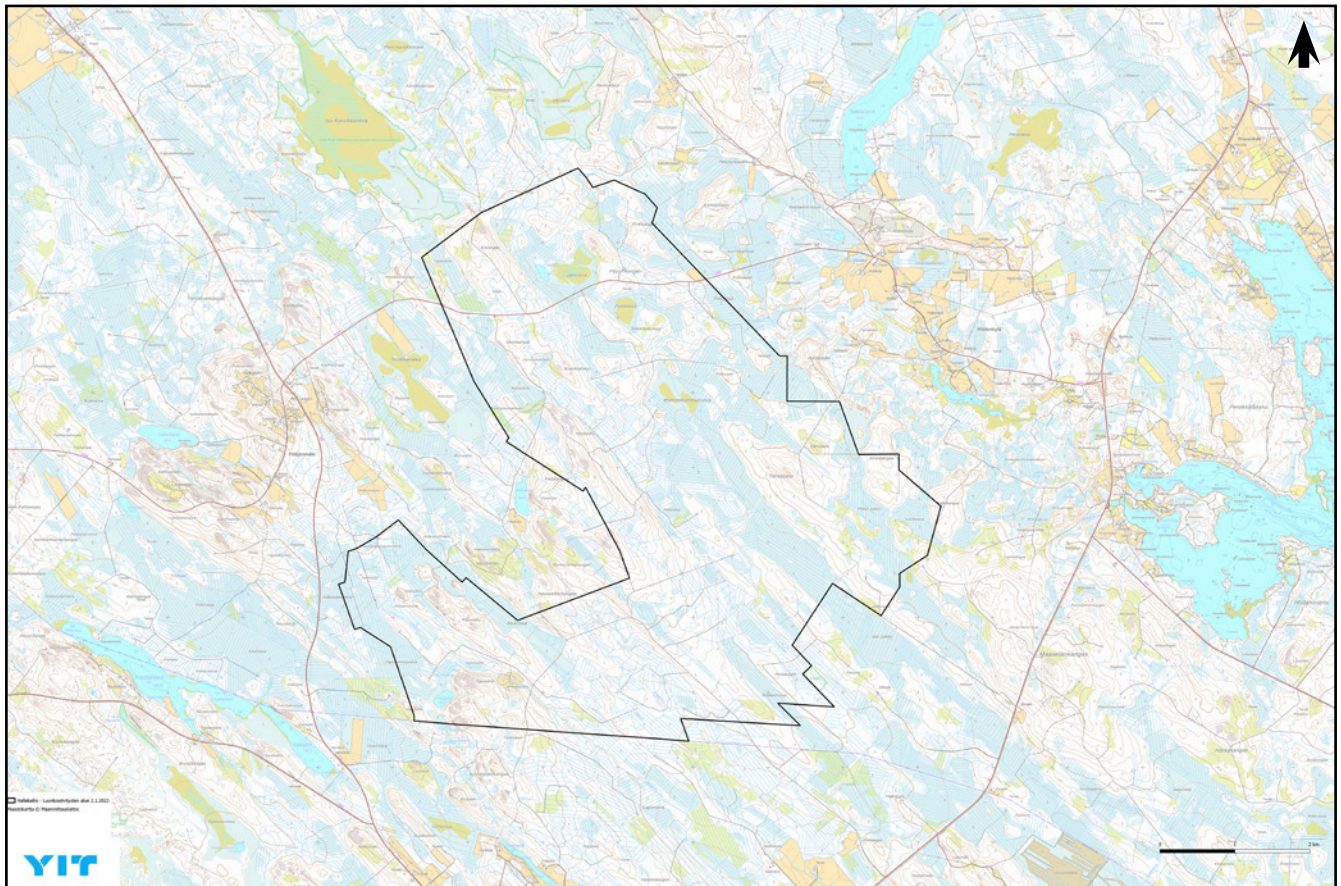
YIT Suomi Oy suunnittelee tuulivoimaloiden rakentamista
Hallakallion alueelle. Tuulivoimapuisto koostuu tuulivoima-
loista perustuksineen, niitä yhdistävistä maakaapeleista, sähkö-
asemasta sekä tuulivoimaloita yhdistävistä teistä. Hankkeeseen
sovelletaan YVA-lain (252/2017) mukaista ympäristövaikutus-
ten arviointimenettelyä.

Osana hanketta laadittiin törmäysmallinnus muuttolinnus-
ton osalta, mikä perustuu keväällä 2023 (Ahlman 2023a) ja syk-
syllä 2023 (Ahlman 2023b) kerättyyn maastoaineistoon.



Kuva 1. Tutkimusalue (musta viiva).

Pohjakartta: Maanmittauslaitoksen avoin data 2023.



TYÖSTÄ VASTAAVAT HENKILÖT

Pyhäjärven Hallakallion tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnuksesta vastasi luontokartoittaja (EAT) Santtu Ahlman, joka on suunnitellut ja toteuttanut lintujen muuttoselvityksiä kymmeniin tuulivoimapuistohankkeisiin sekä laatinut lukuisia törmäysmallinnuksia.

TÖRMÄYSMALLINNUS

TUTKIMUSMENETELMÄT

Törmäysmallinnus tehtiin vuoden 2023 keväällä (Ahlman 2023a) ja vuoden 2023 syksyllä (Ahlman 2023b) 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 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 kokonaisuutta 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 osasta: 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 itä-länsisuunnassa mitattiin 8 100 metriä ja vastaavasti havaintoikkunan korkeudeksi määritettiin ilmatila 25 metristä (puuston korkeus) 310 metriin. Havaintoikkunan pinta-alaksi muodostuu näin 2 308 500 m². Törmäysikkuna muodostuu puolestaan 28 turbiinin roottorien muodostamasta yhteispinta-alasta, joka on 879 646 m². Tuulivoimapuiston roottorien peitto-prosentti havaintoikkunasta on tällöin 38,10 %.

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. Alerstam 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 pienehköstä turbiinien roottoreiden pinta-alasta suhteessa koko tuulivoimapuiston havaintoikkunaan, jolloin törmäysikkuna on melko pieni.

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

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	180	200	450
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	133	150	249
Tundrihanhi (<i>Anser albifrons</i>)	7	150	13
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	1	150	2
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	186	150	349
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	3	200	8
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	49	300	184
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	1	-	5
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)	1	200	3
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	13	200	33
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	1	250	3
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	3	250	9
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	2	200	5
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	1	200	3
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	22	-	45
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	18	-	30
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	13	250	41
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	9	200	23
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	1	-	5
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	5	-	5
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	1	200	3
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	7	200	18
Kurki (<i>Grus grus</i>)	217	100	271
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	27	250	84
Töyhtöhyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	515	250	1 609
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	4	-	10
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	45	150	84
Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>)	102	150	191

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Mustaviklo (<i>Tringa erythropus</i>)	1	150	2
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	7	150	13
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	118	150	221
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	9	200	23
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	53	200	133
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	9	200	23
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	1	-	5
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	926	200	2315
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	4	-	20
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	26	200	65
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	56	150	105
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	24	200	60
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	7	-	15
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	20	150	38
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	1	-	5
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	506	200	1265
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	13	150	24
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	3	-	25
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	52	200	130
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	57	150	107
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	14	150	26
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	45	100	56
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	11	150	21
Varis (<i>Corvus corone</i>)	33	200	83
Varislaji (<i>Corvus sp.</i>)	2	200	5
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	2	200	5
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	1 224	150	2 295
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	1 135	150	2 128
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	1 103	200	2 758
Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	315	200	788
Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	26	150	49

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>)	222	200	463
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	359	150	561
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	9	100	9
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	2	250	5
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	500	150	781
Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>)	191	150	298
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	2	-	10
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	50	200	104
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	1 119	200	2 331
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	2	200	4
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	9	200	19
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	7	300	22
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	1	200	2
Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	13	250	34
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	10	250	26
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	48	350	175
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	18	250	47
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	13	250	34
Hiirihaukkalaji (<i>Buteo sp.</i>)	1	250	3
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	9	-	2
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	4	200	8
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	4	250	10
Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>)	2	200	4
Kurki (<i>Grus grus</i>)	2 045	-	2 500
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	84	300	263
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	294	150	459
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	104	200	217
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	9	150	14
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	81	250	211
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	122	200	254
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	1	-	10
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	6	200	13

Laji	Havaintomäärä	Muuttoaika (h/kevät)	Kokonaisyksilömäärä
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	17	250	44
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	4 325	250	11 263
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	5	-	15
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	167	200	348
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	15	250	39
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	460	250	1198
Kuusitiainen (<i>Periparus ater</i>)	11	200	23
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	27	200	56
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	84	200	175
Pähkinähakki (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	1	300	3
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	10	150	16
Varis (<i>Corvus corone</i>)	122	150	191
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	915	200	1 906
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	651	150	1 017
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	2 482	250	6 464
Vihervoarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	580	350	2 115
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	32	150	50

KEVÄTUUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väis-tötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat erittäin vähäisiä. Laskentamallin mukaan törmäys saattaa tapahtua kerran 16 vuodessa työttöhyypälle (0,07 yksilöä / kevät), kerran 17 vuodessa kurjelle (0,06) ja kerran 25 vuodessa mustalinnulle (0,04). Kaikkien muiden lajien törmäysriskit ovat korkeintaan kerran 50–100 vuodessa (taulukko 3). Törmäyslaskelmaan valikoitujen 59 la-jin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,32 kevätmuuttokautta kohden (taulukko 3), mikä on erittäin pieni lukema. Tulosten perusteella yhteenkään lajiin ei arvioida kohdistuvan törmäyksistä aiheutuvia populaatiotason muutoksia.

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

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
Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>)	450	8,26	9,94	0,77	0,05	0,00
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	249	5,60	3,73	0,51	0,01	0,00
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	13	5,65	0,20	0,00	0,00	0,00
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	2	5,86	0,03	0,03	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	349	5,61	5,23	0,28	0,01	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	8	4,45	0,09	0,00	0,00	0,00
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	184	4,25	2,09	2,09	0,04	0,04
Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>)	5	4,24	0,06	0,00	0,00	0,00
Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>)	3	4,53	0,03	0,03	0,00	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	33	4,78	0,42	0,42	0,01	0,01
Kaakkuri (<i>Gavia stellata</i>)	3	4,90	0,04	0,00	0,00	0,00
Kuikkalaji (<i>Gavia sp.</i>)	9	4,96	0,12	0,08	0,00	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	5	6,39	0,09	0,09	0,00	0,00
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	3	5,64	0,04	0,04	0,00	0,00
Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	45	6,10	0,73	0,12	0,01	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	30	5,21	0,42	0,21	0,01	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	41	4,59	0,50	0,38	0,01	0,01
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	23	5,63	0,34	0,11	0,01	0,00
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	5	6,01	0,08	0,04	0,00	0,00
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	5	6,99	0,09	0,11	0,00	0,00
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	3	5,48	0,04	0,04	0,00	0,00
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	18	4,89	0,23	0,13	0,01	0,01
Kurki (<i>Grus grus</i>)	271	7,44	5,40	2,94	0,11	0,06
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	84	4,12	0,93	0,93	0,02	0,02

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
Töyhtöhyyppä (<i>Vanellus vanellus</i>)	1 609	4,31	18,57	3,39	0,37	0,07
Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>)	10	4,41	0,12	0,00	0,00	0,00
Kuovi (<i>Numenius arquata</i>)	84	4,91	1,11	0,62	0,02	0,01
Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>)	191	3,91	2,00	1,18	0,04	0,02
Mustaviklo (<i>Tringa erythropus</i>)	2	4,33	0,02	0,00	0,00	0,00
Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>)	13	4,43	0,16	0,07	0,00	0,00
Liro (<i>Tringa glareola</i>)	221	4,19	2,48	1,24	0,05	0,02
Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>)	23	3,77	0,23	0,05	0,00	0,00
Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>)	133	4,81	1,70	0,39	0,03	0,01
Kalalokki (<i>Larus canus</i>)	23	4,80	0,29	0,00	0,01	0,00
Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>)	5	5,76	0,08	0,00	0,00	0,00
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	2315	4,40	27,22	0,53	0,54	0,01
Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>)	20	3,56	0,19	0,00	0,00	0,00
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	65	3,97	0,69	0,00	0,01	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	105	3,54	0,99	0,00	0,02	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	60	3,66	0,59	0,00	0,01	0,00
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	15	3,63	0,15	0,00	0,00	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	38	3,60	0,36	0,00	0,01	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	5	3,51	0,05	0,00	0,00	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	1 265	4,03	13,65	0,00	0,27	0,00
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	24	4,10	0,27	0,00	0,01	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	25	3,75	0,25	0,00	0,01	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	130	4,21	1,46	0,00	0,03	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>)	107	3,90	1,11	0,00	0,02	0,00
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	26	3,45	0,24	0,00	0,00	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	56	6,31	0,95	0,00	0,02	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	21	4,50	0,25	0,14	0,00	0,00
Varis (<i>Corvus corone</i>)	83	4,94	1,09	0,10	0,02	0,00
Varislaji (<i>Corvus sp.</i>)	5	4,90	0,07	0,00	0,00	0,00
Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>)	5	3,66	0,05	0,00	0,00	0,00
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	2 295	3,49	21,41	0,00	0,43	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	2 128	3,40	19,32	0,00	0,39	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	2 758	3,44	25,35	0,00	0,51	0,00
Viheroarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	788	3,33	7,01	0,00	0,14	0,00
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	49	3,55	0,46	0,00	0,01	0,00
Yhteensä			180,76	17,02	3,30	0,32

SYYSMUUTTO

Kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat erittäin vähäisiä. Laskentamallin mukaan suurin törmäysriski on isokoskelolla ja variksella, joiden arvioidaan törmäävän 50 vuoden välein (0,02 yksilöä / syksy). Kaikilla muilla lajeilla törmäysriski on korkeintaan kerran 100 vuodessa (taulukko 4). Törmäyslaskelmaan valikoitujen 49 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,11 syysmuuttokautta kohden (taulukko 4), mikä on erittäin pieni lukema. Tulosten 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)	Laskennallinen kokomatsyksilömäärä	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>)	463	8,26	10,21	1,01	0,05	0,01
Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	561	5,60	8,39	7,48	0,02	0,01
Tundrahanhi (<i>Anser albifrons</i>)	9	5,65	0,14	0,14	0,00	0,00
Merihanhi (<i>Anser anser</i>)	5	5,86	0,08	0,08	0,00	0,00
Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>)	781	5,61	11,72	2,58	0,02	0,01
Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>)	298	5,23	4,18	0,02	0,01	0,00
Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>)	10	4,45	0,12	0,00	0,00	0,00
Mustalintu (<i>Melanitta nigra</i>)	104	4,25	1,18	0,00	0,02	0,00
Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>)	2 331	4,78	29,78	0,88	0,60	0,02
Harmaahaikara (<i>Ardea cinerea</i>)	4	7,46	0,08	0,00	0,00	0,00
Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>)	19	5,53	0,28	0,15	0,01	0,00
Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>)	22	6,39	0,37	0,11	0,02	0,01
Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>)	2	5,64	0,03	0,00	0,00	0,00
Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>)	34	6,10	0,55	0,13	0,01	0,00
Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>)	26	5,21	0,36	0,11	0,01	0,00
Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>)	175	4,59	2,15	0,72	0,04	0,01
Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>)	47	5,63	0,71	0,16	0,01	0,00
Piekana (<i>Buteo lagopus</i>)	34	6,01	0,54	0,21	0,01	0,00
Hiirihaukkalaji (<i>Buteo sp.</i>)	3	5,83	0,04	0,00	0,00	0,00
Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>)	2	6,99	0,04	0,19	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
Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>)	8	5,48	0,12	0,00	0,00	0,00
Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>)	10	4,89	0,14	0,00	0,01	0,00
Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>)	4	4,38	0,05	0,05	0,00	0,00
Kurki (<i>Grus grus</i>)	2 500	7,44	49,76	0,06	1,00	0,00
Kapustarinta (<i>Pluvialis apricaria</i>)	263	4,12	2,89	0,00	0,06	0,00
Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>)	459	4,40	5,40	0,00	0,11	0,00
Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>)	217	3,97	2,30	0,00	0,05	0,00
Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>)	14	3,65	0,14	0,00	0,00	0,00
Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>)	211	3,54	2,00	0,00	0,04	0,00
Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>)	254	3,66	2,49	0,00	0,05	0,00
Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>)	10	3,63	0,10	0,00	0,00	0,00
Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>)	13	3,60	0,12	0,00	0,00	0,00
Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>)	44	3,51	0,42	0,00	0,01	0,00
Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>)	11 263	4,03	121,52	0,22	2,43	0,00
Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>)	15	4,10	0,16	0,00	0,00	0,00
Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>)	348	3,75	3,49	0,00	0,07	0,00
Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>)	39	4,21	0,44	0,00	0,01	0,00
Pieni rastas (<i>Turdus phi/ili</i>)	1 198	3,90	12,49	0,00	0,25	0,00
Kuusitiainen (<i>Periparus ater</i>)	23	3,54	0,22	0,00	0,00	0,00
Talitiainen (<i>Parus major</i>)	56	3,45	0,52	0,00	0,01	0,00
Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>)	175	6,31	2,95	0,00	0,06	0,00
Pähkinähakki (<i>Nucifraga caryocatactes</i>)	3	4,28	0,04	0,04	0,00	0,00
Naakka (<i>Corvus monedula</i>)	16	4,50	0,19	0,08	0,00	0,00
Varis (<i>Corvus corone</i>)	191	4,94	2,52	0,95	0,05	0,02
Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>)	1 906	3,49	17,78	0,00	0,36	0,00
Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>)	1 017	3,40	9,24	0,00	0,18	0,00
Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>)	6 464	3,44	59,42	0,00	1,19	0,00
Viheroarpunen (<i>Carduelis spinus</i>)	2 115	3,33	18,82	0,00	0,38	0,00
Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	50	3,55	0,47	0,00	0,01	0,00
Yhteensä			387,14	15,37	7,16	0,11

PÄÄTELMÄT

Hallakallion tuulivoimapuiston keväiset törmäysriskit ovat mainittavia lähinnä töyhtöhyypäle, kurjelle ja mustalinnulle, joiden arvioidaan törmäävän kerran 16–25 vuodessa. Muiden lajien törmäysriski on korkeintaan kerran 50–100 vuodessa. Syksyllä suurin törmäysriski on isokoskelolla, jonka arvioidaan törmäävän 50 vuoden välein. Kaikilla muilla lajeilla törmäysriski on korkeintaan kerran sadassa 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).

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. 2023a:

Pyhäjärven Hallakallion tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2023b:

Pyhäjärven Hallakallion tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2023. Ahlman Group Oy.

Alerstam, 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 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.




Santtu Ahlman
Toimitusjohtaja
Ahlman Group Oy

