
Pyhäjärven Kokkopetäikön tuulivoimapuiston muuttolintujen törmäysmallinnus 2022



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 8 tuulivoimalayksiköllä | 18 |

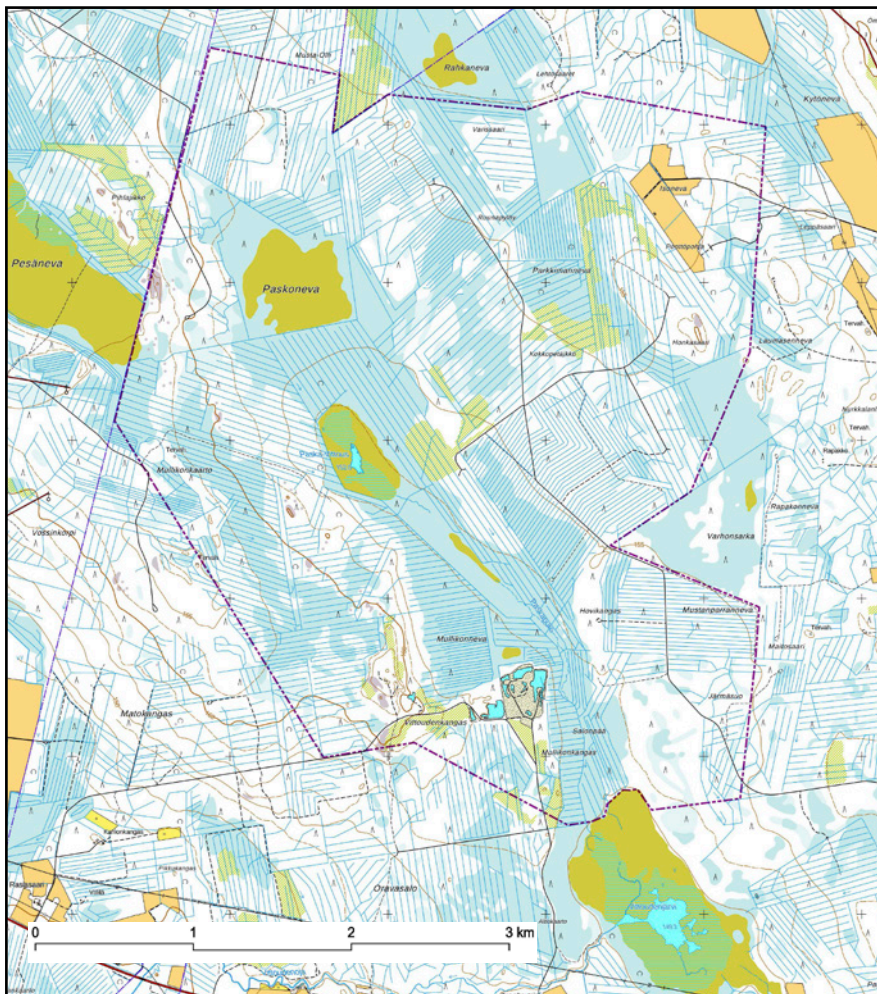
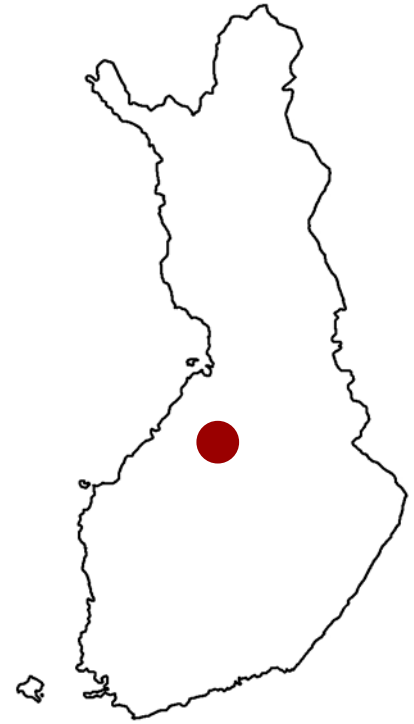
*Tähän raporttiin suositetaan viittaamaan seuraavasti:
Ahlman, S. 2022: Pyhäjärven Kokkopetäikön tuulivoimapuiston
muuttolintujen törmäysmallinnus 2022. Ahlman Group Oy.*

JOHDANTO

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

Infinergies Finland Oy suunnittelee tuulivoimaloiden rakentamista Kokkopetäikön alueelle. Tuulivoimapuisto koostuu tuulivoimaloista perustuksineen, niitä yhdistävistä maakaapeleista tai ilmajohdoista, kantaverkkoon liittymisasemasta sekä tuulivoimaloita yhdistävistä teistä. Hankkeeseen sovelletaan YVA-lain (252/2017) mukaista ympäristövaikutusten arviointimenettelyä.

Osana hanketta laadittiin törmäysmallinnus muuttolinnuston osalta, mikä perustuu keväällä 2022 (Ahlman 2022) sekä syksyllä 2021 (Ahlman 2021) kerättyyn maastoaineistoon.



Kuva 1. Tutkimusalue (violetti katkoviiva).
Pohjakartta:
Maanmittauslaitoksen
avoin data 2022.

TYÖSTÄ VASTAAVAT HENKILÖT

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

TÖRMÄYSMALLINNUS

TUTKIMUSMENETELMÄT

Törmäysmallinnus tehtiin vuoden 2022 keväällä (Ahlman 2022) ja vuoden 2021 syksyllä (Ahlman 2021) 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 kokonaisuusmäärää 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. Lisäksi lisättiin 20 metriä lavan korkeimpaan pyyhkäisykorkeuteen varovaisuusperiaatteen mukaisesti. Tuulivoimapuiston leveydeksi mitattiin 4 100 metriä ja vastaavasti havaintoikkunan korkeudeksi määritettiin ilmatila 25 metristä (puuston korkeus) 320 metriin. Havaintoikkunan pinta-alaksi muodostuu näin 1 209 500 m². Törmäysikkuna muodostuu puolestaan 12 turbiinin roottorien muodostamasta yhteispinta-alasta, joka on 376 992 m². Tuulivoimapuiston roottorien peitto-prosentti havaintoikkunasta on tällöin 31,17 %.

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 luke-mia 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 % (Whitfiel 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. Tässä mallinnuksessa korkeus on asetettu turbiinien suunniteltujen korkeuksien mukaisesti siten, että yläraja vastaa suunniteltujen turbiinien riskikorkeuden ylärajaa lisättynä 20 metrin turvaetäisyydellä.

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.

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>) | 214 | 200 | 669 |
| Taigametsähänhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 16 | - | 80 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 408 | 150 | 956 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 22 | 200 | 69 |
| Jouhisorsa (<i>Anas acuta</i>) | 9 | 200 | 28 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 11 | 200 | 34 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 5 | 200 | 16 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 13 | 200 | 41 |
| Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 15 | - | 30 |
| Suohaukkalaji (<i>Circus sp.</i>) | 1 | 200 | 3 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 4 | 200 | 13 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 21 | 250 | 82 |
| Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 14 | 200 | 44 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 1 | 200 | 3 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 19 | - | 10 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 10 | 200 | 31 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 4 | 150 | 9 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 355 | 100 | 555 |
| Töyhtöhyyppä (<i>Vanellus vanellus</i>) | 341 | 250 | 1 332 |
| Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>) | 5 | 100 | 8 |
| Kuovi (<i>Numenius arquata</i>) | 83 | 150 | 195 |
| Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>) | 50 | 150 | 117 |
| Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>) | 35 | 150 | 82 |
| Liro (<i>Tringa glareola</i>) | 110 | 150 | 258 |
| Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>) | 43 | 200 | 134 |
| Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>) | 151 | 200 | 472 |
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 49 | 200 | 153 |

| Laji | Havaintomäärä | Muuttoaika (h/kevät) | Kokonaisyksilömäärä |
|---|---------------|----------------------|---------------------|
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 2 | - | 20 |
| Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>) | 2 | 150 | 5 |
| Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 546 | 200 | 1 706 |
| Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>) | 40 | 200 | 125 |
| Törmäpääsky (<i>Riparia riparia</i>) | 10 | 150 | 23 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 18 | 200 | 56 |
| Räystäspääsky (<i>Delichon urbicum</i>) | 1 | 150 | 2 |
| Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>) | 78 | 150 | 183 |
| Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>) | 53 | 200 | 166 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 12 | 100 | 19 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 45 | 150 | 105 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 539 | 200 | 1 684 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 7 | 150 | 16 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 8 | 150 | 19 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 12 | 200 | 38 |
| Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>) | 82 | 150 | 192 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 4 | 150 | 9 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 51 | 100 | 80 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 33 | 150 | 77 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 143 | 200 | 447 |
| Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>) | 6 | 200 | 19 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 641 | 150 | 1 502 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 21 | 150 | 49 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 306 | 200 | 956 |
| Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 60 | 200 | 188 |
| Punatulku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 4 | 150 | 9 |

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>) | 181 | 200 | 566 |
| Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 256 | 150 | 600 |
| Lyhytnokkahanhi (<i>Anser brachyrhynchus</i>) | 5 | 100 | 8 |
| Tundrihanhi (<i>Anser albifrons</i>) | 1 | 100 | 2 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 56 | 150 | 131 |
| Valkoposkihanhi (<i>Branta leucopsis</i>) | 148 | 150 | 347 |
| Tavi (<i>Anas crecca</i>) | 1 | 300 | 5 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 44 | 200 | 138 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 1 | 200 | 3 |
| Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>) | 6 | 150 | 14 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 321 | - | 600 |
| Kuikka (<i>Gavia arctica</i>) | 2 | 200 | 6 |
| Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>) | 7 | 200 | 22 |
| Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>) | 10 | 300 | 47 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 3 | 200 | 9 |
| Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 2 | 250 | 8 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 12 | 250 | 47 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 19 | 350 | 104 |
| Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 5 | 250 | 20 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 9 | 250 | 35 |
| Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>) | 8 | - | 20 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 3 | 200 | 9 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 3 | 250 | 12 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 1 | 200 | 3 |
| Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>) | 1 | 250 | 4 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 6 880 | 100 | 10 750 |
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 14 | 250 | 55 |
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 4 | 250 | 16 |
| Sepelkyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 243 | 150 | 570 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 4 | 200 | 13 |

| Laji | Havaintomäärä | Muuttoaika (h/syksy) | Kokonaisyksilömäärä |
|---|---------------|----------------------|---------------------|
| Metsäkirovainen (<i>Anthus trivialis</i>) | 75 | 250 | 293 |
| Niittykirovainen (<i>Anthus pratensis</i>) | 232 | 200 | 725 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 3 | 150 | 7 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 80 | 200 | 250 |
| Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>) | 3 | 250 | 12 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 589 | 250 | 2301 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 109 | 200 | 341 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 1 056 | 200 | 3 300 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 48 | 250 | 188 |
| Pieni rastas (<i>Turdus phili/ili</i>) | 294 | 250 | 1148 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 3 | 200 | 9 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 212 | 200 | 663 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 6 | 150 | 14 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 135 | 150 | 316 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 707 | 200 | 2 209 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 1 017 | 150 | 2 384 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 457 | 250 | 1 785 |
| Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>) | 10 | 200 | 31 |
| Vihervoarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 2 137 | - | 10 000 |
| Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 23 | 150 | 54 |

KEVÄTUUUTTO

Lähes kaikkien suurikokoisten lintujen riskilentomäärät olivat niin pieniä, että 95–99,8 prosentin väistötodennäköisyydellä törmäysriskit ovat erittäin vähäisiä. Laskentamallin mukaan suurin riski yksittäiselle lajille koskee kurkea ja töyhtöhyppää, joiden arvioidaan törmäävän turbiiniin 20 vuoden välein (0,05 yksilöä / kevät). Sepelkyyhky arvioidaan törmäävän 33 vuoden välein (0,03) ja kuovin 50 vuoden välein (0,02). Muiden lajien törmäysriskit ovat keskimäärin korkeintaan kerran sadassa vuodessa (taulukko 3).

Törmäyslaskelmaan valikoitujen 53 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,23 kevätmuuttokautta kohden (taulukko 3), mikä on erittäin 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 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>) | 669 | 7,31 | 10,33 | 0,63 | 0,05 | 0,00 |
| Taigametsähänhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 80 | 5,09 | 0,86 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 956 | 5,10 | 10,30 | 2,63 | 0,02 | 0,01 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 69 | 4,09 | 0,59 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| Jouhisorsa (<i>Anas acuta</i>) | 28 | 4,21 | 0,25 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 34 | 3,91 | 0,28 | 0,03 | 0,01 | 0,00 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 16 | 4,36 | 0,14 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 41 | 5,04 | 0,43 | 0,03 | 0,01 | 0,00 |
| Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 30 | 5,37 | 0,34 | 0,18 | 0,01 | 0,00 |
| Suohaukkalaji (<i>Circus sp.</i>) | 3 | 5,15 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 13 | 4,71 | 0,12 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 82 | 4,16 | 0,72 | 0,21 | 0,01 | 0,00 |
| Hiiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 44 | 5,04 | 0,47 | 0,07 | 0,01 | 0,00 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 3 | 5,34 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 10 | 4,94 | 0,10 | 0,13 | 0,00 | 0,00 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 31 | 4,40 | 0,29 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 9 | 4,01 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 555 | 6,57 | 7,70 | 2,26 | 0,15 | 0,05 |
| Töyhtöhyppää (<i>Vanellus vanellus</i>) | 1 332 | 3,98 | 11,21 | 2,40 | 0,22 | 0,05 |
| Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>) | 8 | 4,05 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kuovi (<i>Numenius arquata</i>) | 195 | 4,47 | 1,84 | 0,75 | 0,04 | 0,02 |
| | | | | | | |

| Laji (tieteellinen nimi) | Laskennallinen kokonaisuusilömäärä | Törmäysriskiprosentti | Törmäysten määrä, satumais lentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, satumaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä | Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä |
|---|------------------------------------|-----------------------|---|---|---|--|
| Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>) | 117 | 3,63 | 0,90 | 0,13 | 0,02 | 0,00 |
| Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>) | 82 | 4,06 | 0,70 | 0,20 | 0,01 | 0,00 |
| Liro (<i>Tringa glareola</i>) | 258 | 3,80 | 2,07 | 0,62 | 0,04 | 0,01 |
| Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>) | 134 | 3,51 | 1,00 | 0,60 | 0,02 | 0,01 |
| Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>) | 472 | 4,40 | 4,39 | 0,38 | 0,09 | 0,01 |
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 153 | 4,41 | 1,43 | 0,32 | 0,03 | 0,01 |
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 20 | 5,21 | 0,22 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>) | 5 | 4,36 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 1 706 | 4,04 | 14,58 | 1,68 | 0,29 | 0,03 |
| Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>) | 125 | 3,32 | 0,88 | 0,02 | 0,02 | 0,00 |
| Törmäpääsky (<i>Riparia riparia</i>) | 23 | 3,15 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 56 | 3,62 | 0,43 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Räystäpääsky (<i>Delichon urbicum</i>) | 2 | 3,34 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>) | 183 | 3,30 | 1,28 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>) | 166 | 3,38 | 1,18 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 19 | 3,38 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 105 | 3,35 | 0,75 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 1 684 | 3,72 | 13,25 | 0,12 | 0,26 | 0,00 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 16 | 3,76 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 19 | 3,48 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 38 | 3,86 | 0,31 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>) | 192 | 3,60 | 1,46 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 9 | 3,23 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 80 | 5,45 | 0,92 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 77 | 4,12 | 0,67 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 447 | 4,50 | 4,25 | 0,48 | 0,09 | 0,01 |
| Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>) | 19 | 3,42 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 1 502 | 3,26 | 10,36 | 0,00 | 0,21 | 0,00 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 49 | 3,19 | 0,33 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 956 | 3,22 | 6,51 | 0,00 | 0,13 | 0,00 |
| Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 188 | 3,13 | 1,24 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 9 | 3,31 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Yhteensä | | | 116,19 | 14,42 | 1,98 | 0,23 |

SYYSMUUTTO

Lähes 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 laskennallisesti noin joka toinen syksy (0,69 yksilöä / syksy). Seuraavaksi suurin törmäysriski on isokoskelolla, jonka arvioidaan törmäävän kerran 12 vuodessa (0,08) ja sepelkyyhkyllä, jonka arvioidaan törmäävän 16 vuoden välein (0,06). Variksen arvioidaan törmäävän kerran 25 vuodessa (0,04). Kaikkien muiden lajien törmäysriskit ovat korkeintaan kerran sadassa vuodessa (taulukko 4).

Törmäyslaskelmaan valikoitujen 50 lajin/lajiryhmän yhteenlaskettu törmäysmäärä on 0,98 syysmuuttokautta kohden (taulukko 4), 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. Ainoa poikkeus on kurki, jonka päämuuttoreitti kulkee Haapajärven ja Pyhäjärven länsilaidan ohi, joten suuria muuttolukemia voi kertyä alueella vuosittain.

Taulukko 4. Tuulivoimapuiston turbiineihin törmäävien lintujen yksilömäärät syksyä kohden.

| Laji (tieteellinen nimi) | Laskennallinen kokonaisyksilömäärä | Törmäysriskiprosentti | Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, haavoittu lentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä | Törmäysten määrä, haavoittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä |
|--|------------------------------------|-----------------------|---|--|--|---|
| Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>) | 566 | 7,31 | 8,73 | 1,69 | 0,04 | 0,01 |
| Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 600 | 5,09 | 6,45 | 6,15 | 0,01 | 0,01 |
| Lyhytnokkahanhi (<i>Anser brachyrhynchus</i>) | 8 | 4,91 | 0,08 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| Tundrihanhi (<i>Anser albifrons</i>) | 2 | 5,12 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 131 | 5,10 | 1,41 | 0,23 | 0,00 | 0,00 |
| Valkoposkianhi (<i>Branta leucopsis</i>) | 347 | 4,77 | 3,50 | 2,44 | 0,01 | 0,00 |
| Tavi (<i>Anas crecca</i>) | 5 | 3,69 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 138 | 4,09 | 1,19 | 0,89 | 0,02 | 0,02 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 3 | 3,91 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>) | 14 | 4,15 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 600 | 4,36 | 5,53 | 4,03 | 0,11 | 0,08 |
| Kuikka (<i>Gavia arctica</i>) | 6 | 4,57 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>) | 22 | 4,97 | 0,23 | 0,20 | 0,00 | 0,00 |
| Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>) | 47 | 5,71 | 0,57 | 0,23 | 0,03 | 0,01 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 9 | 5,04 | 0,10 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| Sinisuhaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 8 | 5,37 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 47 | 4,71 | 0,47 | 0,27 | 0,01 | 0,01 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 104 | 4,16 | 0,91 | 0,43 | 0,02 | 0,01 |

| 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 |
|---|------------------------------------|-----------------------|---|---|--|--|
| Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 20 | 5,04 | 0,21 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 35 | 5,34 | 0,40 | 0,26 | 0,01 | 0,01 |
| Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>) | 20 | 6,18 | 0,26 | 0,16 | 0,01 | 0,00 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 9 | 4,94 | 0,10 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 12 | 4,40 | 0,11 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 3 | 4,01 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>) | 4 | 4,44 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 10 750 | 6,57 | 149,26 | 34,71 | 2,99 | 0,69 |
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 55 | 4,41 | 0,51 | 0,51 | 0,01 | 0,01 |
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 16 | 5,21 | 0,17 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 570 | 4,04 | 4,87 | 2,88 | 0,10 | 0,06 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 13 | 3,62 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>) | 293 | 3,30 | 2,05 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>) | 725 | 3,38 | 5,17 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 7 | 3,38 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 250 | 3,35 | 1,77 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>) | 12 | 3,28 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 2 301 | 3,72 | 18,09 | 0,40 | 0,36 | 0,01 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 341 | 3,76 | 2,70 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 3 300 | 3,48 | 24,28 | 0,00 | 0,49 | 0,00 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 188 | 3,86 | 1,53 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>) | 1 148 | 3,60 | 8,74 | 0,00 | 0,17 | 0,00 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 9 | 3,23 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 663 | 5,45 | 7,63 | 0,00 | 0,15 | 0,00 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 14 | 4,12 | 0,12 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 316 | 4,50 | 3,01 | 1,92 | 0,06 | 0,04 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 2 209 | 3,26 | 15,23 | 0,00 | 0,30 | 0,00 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 2 384 | 3,19 | 16,06 | 0,00 | 0,32 | 0,00 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 1 785 | 3,22 | 12,16 | 0,00 | 0,24 | 0,00 |
| Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>) | 31 | 3,33 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 10 000 | 3,13 | 66,14 | 0,00 | 1,32 | 0,00 |
| Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 54 | 3,31 | 0,38 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Yhteensä | | | 371,04 | 58,14 | 7,10 | 0,98 |

PÄÄTELMÄT

Kokkopetäikön tuulivoimapuiston keväiset törmäysriskit koskevat lähinnä kurkea ja töyhtöhyökkää, joiden arvioidaan törmäävän 0,05 yksilön voimin kevätkaudella. Sepelkyyhyllä vastaava lukema on 0,03 ja kuovilla 0,02. Törmäysriski on näin ollen hyvin pieni, ja muilla lajeille se on selvästi pienempi.

Syksyllä törmäysriskit koskevat pääosin kurkea, jonka arvioidaan törmäävän 0,69 yksilön voimin syyskautta kohden. Seuraavaksi suurimmat riskit ovat isokoskelolla (0,08), sepelkyyhyllä (0,06) ja variksella (0,04). Kurjen törmäysriski on kohtalainen, mutta kaikkien muiden lajien lukemat ovat hyvin pieniä.

Liitteeseen 1 on mallinnettu törmäysriskit 8 tuulivoimalayksikölle, sillä se on hankkeen toinen vaihtoehto (VE2). Molempien toteutusvaihtoehtojen (8 tai 12 voimalaa) törmäysriskit läpimuuttavalla lajistolle ovat kokonaisuutena hyvin 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 tuulivoima vaikutukset törmäyskuolleisuuden ovat merkittävästi vähäisemmät kuin on aiemmin arvioitu, sillä todettuja törmäyksiä dokumentoitiin vain 48 (taulukko 7) 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. 2021:

Pyhäjärven Kokkopetäikön tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2021. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. 2022:

Pyhäjärven Kokkopetäikön tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 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 julkaisu. Energia 27/2017. Helsinki.

Pöyry Finland Oy 2012:

Paimion-Salon Pöylän tuulivoimahankkeen linnustaselvityksen 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 8 TUULIVOIMALAYKSIKÖLLÄ.

KEVÄT

| Laji (tieteellinen nimi) | Laskennallinen kokonaisyksilömäärä | Törmäysriskiprosentti | Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, haavoittu lentokorkeus, ei väistöä | Törmäysten määrä, satunnaislentokorkeus, 95–99,8 % väistöä | Törmäysten määrä, haavoittu lentokorkeus, 95–99,8 % väistöä |
|--|------------------------------------|-----------------------|---|--|--|---|
| Laulujoutsen (<i>Cygnus cygnus</i>) | 669 | 7,31 | 6,88 | 0,42 | 0,03 | 0,00 |
| Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 80 | 5,09 | 0,57 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 956 | 5,10 | 6,87 | 1,75 | 0,01 | 0,00 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 69 | 4,09 | 0,40 | 0,05 | 0,01 | 0,00 |
| Jouhisorsa (<i>Anas acuta</i>) | 28 | 4,21 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 34 | 3,91 | 0,19 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 16 | 4,36 | 0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 41 | 5,04 | 0,29 | 0,02 | 0,01 | 0,00 |
| Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 30 | 5,37 | 0,23 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Suohaukkalaji (<i>Circus sp.</i>) | 3 | 5,15 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 13 | 4,71 | 0,08 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 82 | 4,16 | 0,48 | 0,14 | 0,01 | 0,00 |
| Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 44 | 5,04 | 0,31 | 0,04 | 0,01 | 0,00 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 3 | 5,34 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 10 | 4,94 | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 31 | 4,40 | 0,19 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 9 | 4,01 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 555 | 6,57 | 5,13 | 1,50 | 0,10 | 0,03 |
| Töyhtöhyyppä (<i>Vanellus vanellus</i>) | 1 332 | 3,98 | 7,48 | 1,60 | 0,15 | 0,03 |
| Pikkukuovi (<i>Numenius phaeopus</i>) | 8 | 4,05 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kuovi (<i>Numenius arquata</i>) | 195 | 4,47 | 1,22 | 0,50 | 0,02 | 0,01 |
| Suokukko (<i>Calidris pugnax</i>) | 117 | 3,63 | 0,60 | 0,08 | 0,01 | 0,00 |
| Valkoviklo (<i>Tringa nebularia</i>) | 82 | 4,06 | 0,47 | 0,13 | 0,01 | 0,00 |
| Liro (<i>Tringa glareola</i>) | 258 | 3,80 | 1,38 | 0,41 | 0,03 | 0,01 |
| Taivaanvuohi (<i>Gallinago gallinago</i>) | 134 | 3,51 | 0,66 | 0,40 | 0,01 | 0,01 |
| Naurulokki (<i>Larus ridibundus</i>) | 472 | 4,40 | 2,92 | 0,25 | 0,06 | 0,01 |
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 153 | 4,41 | 0,95 | 0,21 | 0,02 | 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 |
|---|------------------------------------|-----------------------|---|---|--|--|
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 20 | 5,21 | 0,15 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Kalatiira (<i>Sterna hirundo</i>) | 5 | 4,36 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 1 706 | 4,04 | 9,72 | 1,12 | 0,19 | 0,02 |
| Kiuru (<i>Alauda arvensis</i>) | 125 | 3,32 | 0,59 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| Törmäpääsky (<i>Riparia riparia</i>) | 23 | 3,15 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 56 | 3,62 | 0,29 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Räystäpääsky (<i>Delichon urbicum</i>) | 2 | 3,34 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Metsäkivoinen (<i>Anthus trivialis</i>) | 183 | 3,30 | 0,85 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Niittykivoinen (<i>Anthus pratensis</i>) | 166 | 3,38 | 0,79 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 19 | 3,38 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 105 | 3,35 | 0,50 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 1 684 | 3,72 | 8,83 | 0,08 | 0,18 | 0,00 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 16 | 3,76 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 19 | 3,48 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 38 | 3,86 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pieni rastas (<i>Turdus phili</i>) | 192 | 3,60 | 0,98 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 9 | 3,23 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 80 | 5,45 | 0,61 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 77 | 4,12 | 0,45 | 0,05 | 0,01 | 0,00 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 447 | 4,50 | 2,83 | 0,32 | 0,06 | 0,01 |
| Kottarainen (<i>Sturnus vulgaris</i>) | 19 | 3,42 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 1 502 | 3,26 | 6,91 | 0,00 | 0,14 | 0,00 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 49 | 3,19 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 956 | 3,22 | 4,34 | 0,00 | 0,09 | 0,00 |
| Vihervarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 188 | 3,13 | 0,83 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 9 | 3,31 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Yhteensä | | | 77,46 | 9,62 | 1,32 | 0,15 |

SYKSY

| 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>) | 566 | 7,31 | 5,82 | 1,13 | 0,03 | 0,01 |
| Taigametsähanhi (<i>Anser fabalis fabalis</i>) | 600 | 5,09 | 4,30 | 4,10 | 0,01 | 0,01 |
| Lyhytnokkahanhi (<i>Anser brachyrhynchus</i>) | 8 | 4,91 | 0,05 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| Tundrihanhi (<i>Anser albifrons</i>) | 2 | 5,12 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Harmaahanhilaji (<i>Anser sp.</i>) | 131 | 5,10 | 0,94 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| Valkoposkianhi (<i>Branta leucopsis</i>) | 347 | 4,77 | 2,33 | 1,62 | 0,00 | 0,00 |
| Tavi (<i>Anas crecca</i>) | 5 | 3,69 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sinisorsa (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 138 | 4,09 | 0,79 | 0,59 | 0,02 | 0,01 |
| Telkkä (<i>Bucephala clangula</i>) | 3 | 3,91 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tukkakoskelo (<i>Mergus serrator</i>) | 14 | 4,15 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Isokoskelo (<i>Mergus merganser</i>) | 600 | 4,36 | 3,69 | 2,69 | 0,07 | 0,05 |
| Kuikka (<i>Gavia arctica</i>) | 6 | 4,57 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| Mehiläishaukka (<i>Pernis apivorus</i>) | 22 | 4,97 | 0,15 | 0,13 | 0,00 | 0,00 |
| Merikotka (<i>Haliaeetus albicilla</i>) | 47 | 5,71 | 0,38 | 0,15 | 0,02 | 0,01 |
| Ruskosuohaukka (<i>Circus aeruginosus</i>) | 9 | 5,04 | 0,07 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Sinisuohaukka (<i>Circus cyaneus</i>) | 8 | 5,37 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kanahaukka (<i>Accipiter gentilis</i>) | 47 | 4,71 | 0,31 | 0,18 | 0,01 | 0,00 |
| Varpushaukka (<i>Accipiter nisus</i>) | 104 | 4,16 | 0,61 | 0,29 | 0,01 | 0,01 |
| Hiirihaukka (<i>Buteo buteo</i>) | 20 | 5,04 | 0,14 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| Piekana (<i>Buteo lagopus</i>) | 35 | 5,34 | 0,26 | 0,18 | 0,01 | 0,00 |
| Maakotka (<i>Aquila chrysaetos</i>) | 20 | 6,18 | 0,17 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| Sääksi (<i>Pandion haliaetus</i>) | 9 | 4,94 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,00 |
| Tuulihaukka (<i>Falco tinnunculus</i>) | 12 | 4,40 | 0,07 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Nuolihaukka (<i>Falco subbuteo</i>) | 3 | 4,01 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 |
| Muuttohaukka (<i>Falco peregrinus</i>) | 4 | 4,44 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kurki (<i>Grus grus</i>) | 10 750 | 6,57 | 99,51 | 23,14 | 1,99 | 0,46 |

| 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 |
|---|------------------------------------|-----------------------|---|---|--|--|
| Kalalokki (<i>Larus canus</i>) | 55 | 4,41 | 0,34 | 0,34 | 0,01 | 0,01 |
| Harmaalokki (<i>Larus argentatus</i>) | 16 | 5,21 | 0,11 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| Sepelkyyhky (<i>Columba palumbus</i>) | 570 | 4,04 | 3,24 | 1,92 | 0,06 | 0,04 |
| Haarapääsky (<i>Hirundo rustica</i>) | 13 | 3,62 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Metsäkirovoinen (<i>Anthus trivialis</i>) | 293 | 3,30 | 1,36 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Niittykirovoinen (<i>Anthus pratensis</i>) | 725 | 3,38 | 3,45 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Keltävästäräkki (<i>Motacilla flava</i>) | 7 | 3,38 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Västäräkki (<i>Motacilla alba</i>) | 250 | 3,35 | 1,18 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Rautiainen (<i>Prunella modularis</i>) | 12 | 3,28 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Räkättirastas (<i>Turdus pilaris</i>) | 2301 | 3,72 | 12,06 | 0,27 | 0,24 | 0,01 |
| Laulurastas (<i>Turdus philomelos</i>) | 341 | 3,76 | 1,80 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Punakylkirastas (<i>Turdus iliacus</i>) | 3 300 | 3,48 | 16,19 | 0,00 | 0,32 | 0,00 |
| Kulorastas (<i>Turdus viscivorus</i>) | 188 | 3,86 | 1,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Pieni rastas (<i>Turdus philili</i>) | 1 148 | 3,60 | 5,83 | 0,00 | 0,12 | 0,00 |
| Talitiainen (<i>Parus major</i>) | 9 | 3,23 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Närhi (<i>Garrulus glandarius</i>) | 663 | 5,45 | 5,09 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |
| Naakka (<i>Corvus monedula</i>) | 14 | 4,12 | 0,08 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| Varis (<i>Corvus corone</i>) | 316 | 4,50 | 2,01 | 1,28 | 0,04 | 0,03 |
| Peippo (<i>Fringilla coelebs</i>) | 2 209 | 3,26 | 10,16 | 0,00 | 0,20 | 0,00 |
| Järripeippo (<i>Fringilla montifringilla</i>) | 2 384 | 3,19 | 10,70 | 0,00 | 0,21 | 0,00 |
| Peippolaji (<i>Fringilla sp.</i>) | 1 785 | 3,22 | 8,10 | 0,00 | 0,16 | 0,00 |
| Viherpeippo (<i>Carduelis chloris</i>) | 31 | 3,33 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vihervoarpunen (<i>Carduelis spinus</i>) | 10 000 | 3,13 | 44,09 | 0,00 | 0,88 | 0,00 |
| Punatulkku (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>) | 54 | 3,31 | 0,25 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Yhteensä | | | 247,36 | 38,76 | 4,74 | 0,66 |




Santtu Ahlman
Toimitusjohtaja
Ahlman Group Oy

