



WINDFARM KAIRINEVA OY

Muuttavien kurkien törmäysriskimallinnus, Kairinevan-Peränevan tuulivoimahanke

Vapo Terra Oy

Kia Anttilainen

Envineer Oy

Joonatan Lohi

Tuomas Väyrynen

etunimi.sukunimi@envineer.fi

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinumero: 12860-017

Kansikuva: © Joonatan Lohi, Envineer Oy

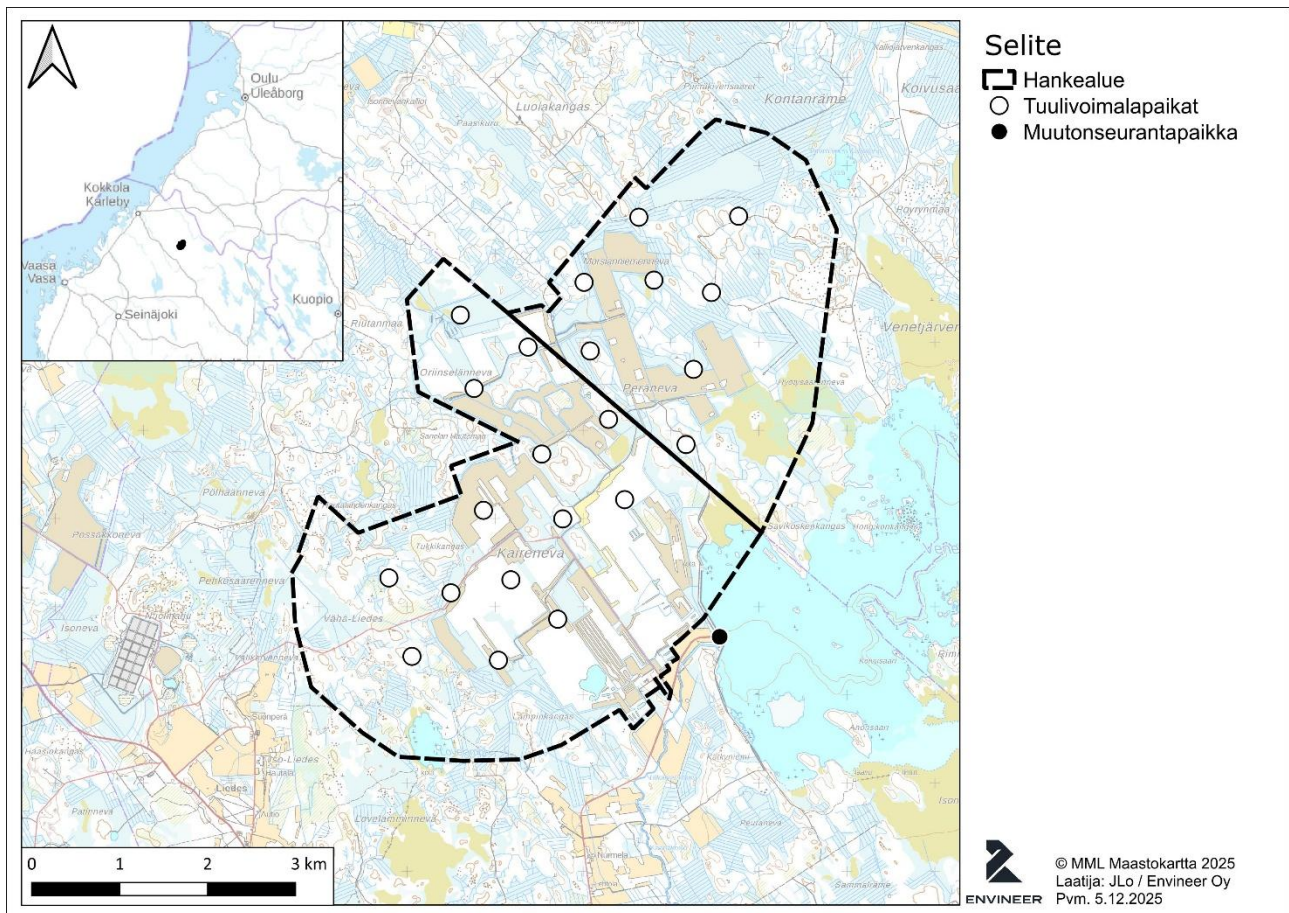
Sisältö

1	Johdanto	4
2	Menetelmät.....	5
3	Tulokset.....	9
4	Johtopäätökset	10
5	Epävarmuustekijät	10
	Lähteet.....	12

1 Johdanto

Windfarm Kairineva Oy suunnittelee tuuli- ja aurinkovoimapuiston rakentamista Kairinevalle ja Peränevalle Halsuan kunnan ja Kokkolan kaupungin alueille. Alueelle suunnitellaan rakennettavaksi 22 tuulivoimalaa (Kuva 1). Hankkeen YVA-menettely päättyi vuonna 2024.

Hankealue sijoittuu kurjen kevään päämuuttoreitille. Hankealueelle toteutettiin vuoden 2025 keväällä ja syksyllä muutontarkkailua yhteensä 15 päivää (8 keväällä, 7 syksyllä), keskittyen erityisesti kurkimuuton havaitsemiseen (Envineer Oy 2026). Tässä raportissa mallinnetaan muuttavien kurkien törmäysriskiä Kairinevan-Peränevan tuulivoimaloihin perustuen vuoden 2025 muutonseurannan tuloksiin. Törmäysmallinnuksesta ja raportoinnista vastasi Joonatan Lohi (FM maantiede) ja laadunvarmistuksesta Tuomas Väyrynen (luontokartoittaja EAT).



Kuva 1. Kairinevan-Peränevan hankealue, voimalapaikat sekä vuoden 2025 muutonseurantojen seurantapaikka.

2 Menetelmät

Törmäysmallinnuksessa huomioidaan hankealueiden yli muuttavien kurkien törmäykset tuulivoimaloihin, eikä siihen sisälly arviota paikallisten kurkien törmäyksistä tai aurinkovoimaloiden törmäysvaikutuksista.

Muuttavien lintujen törmäysten lukumäärän arvioinnissa käytettiin ns. Bandin tasomallia (Band 2007, Scottish Natural Heritage 2010). Menetelmä koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa lasketaan maastohavaintojen perusteella todennäköisyys sille, että hankealueen yli lentävä lintu kohtaa tuulivoiman roottorin. Estimaatti roottorien kohdalta lentävien lintujen lukumäärälle ($p(m)$) lasketaan osuutena läpilentävien lintujen yksilömäärästä kertomalla se tuulivoimaloiden roottorien käyttämän yhteispinta-alan (riski-ikkuna) ja tutkittavan alueen pystysuoran pinta-alan (tutkimusikkuna) suhteella (Kuva 2):

$$p(m) = (A_r / A_i) \times n$$

A_r = riski-ikkuna

A_i = tutkimusikkuna

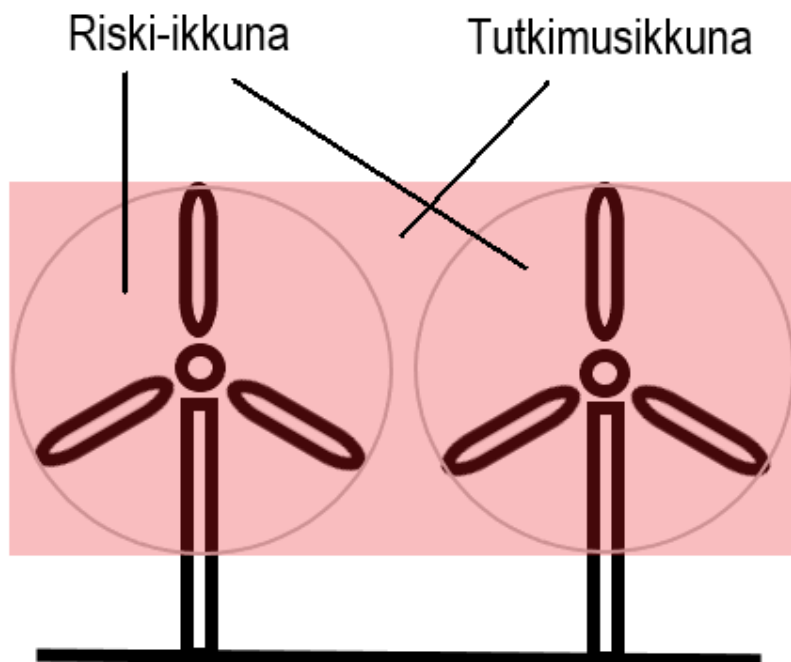
n = yksilömäärä

Toisessa vaiheessa lasketaan todennäköisyys sille, että roottorin läpi lentävä lintu törmää voimalan lapoihin. Törmäyksen todennäköisyyteen vaikuttaa mm. linnun pituus, siipien kärkiväli, nopeus ja lentotapa sekä voimalan lapojen lukumäärä, leveys, lapakulma ja pyörimisnopeus. Laskenta suoritettiin siihen tarkoitettulla Excel-taulukolla (Band 2007), johon lisättiin laji- ja voimalakohtaiset parametrit. Malliin tarvittavat lajikohtaiset tiedot ja voimaloiden tekniset tiedot on esitetty taulukoissa (Taulukko 1, Taulukko 2). Hankekohtaiset tiedot perustuvat hankkeen viimeisimpiin suunnitelmiin sekä parhaaseen käytettävissä olevaan tietoon kyseisen kokoisista voimaloista.

Taulukko 1. Törmäysmallissa käytettävät kurjen lajikohtaiset tiedot

nopeus (m/s) ¹	15
pituus (m) ²	1,1
siipiväli (m) ¹	2,22
väistökerroin (%)	98 ⁽³⁾ / 99,88 ⁽⁴⁾
lentotapa	liitely

1) Alerstam ym. 2007, 2) Luontoportti 2025, 3) Scottish Natural Heritage 2017, 4) Drachmann ym. 2021



Kuva 2. Havainnekuva tässä mallinnuksessa käytettävistä tutkimus- ja riski-ikkunasta.

Taulukko 2. Törmäysmallissa käytettävät hankekohtaiset tiedot.

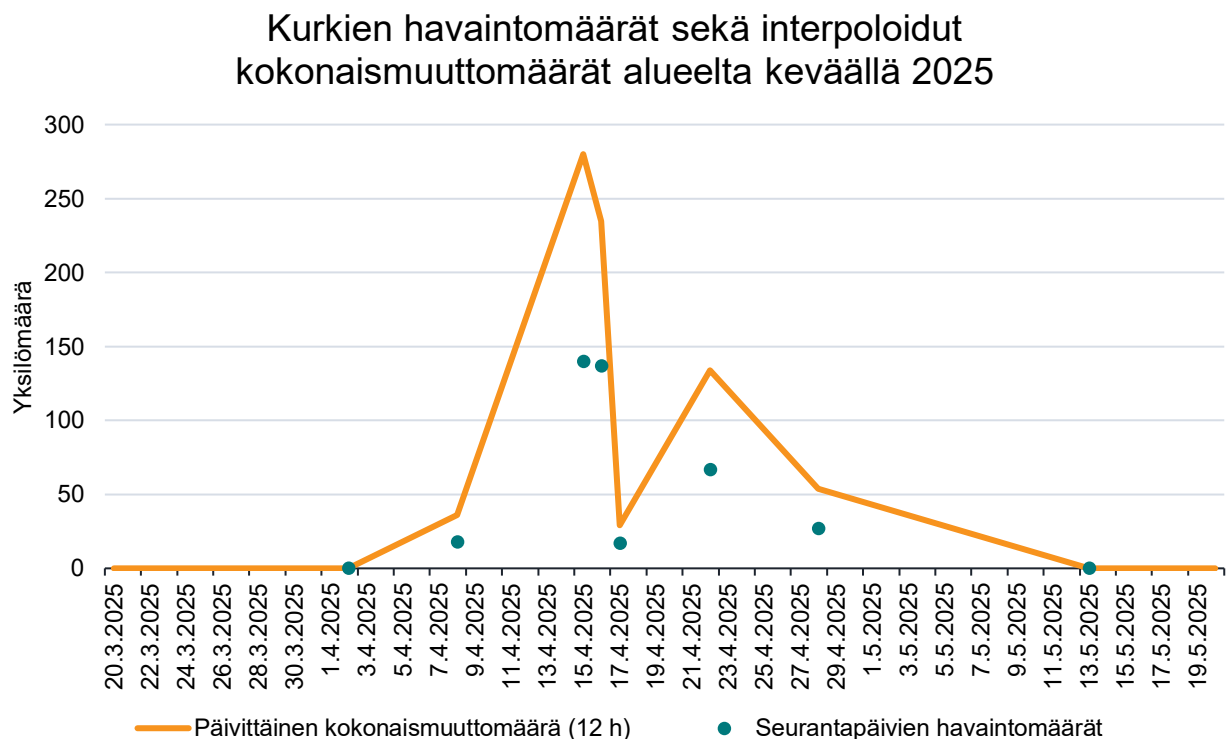
Voimaloiden lukumäärä	22
Lapojen lukumäärä	3
Napakorkeus	200 m
Lavan pituus	100 m
Lavan maksimileveys	5,4 m
Keskimääräinen kierrosaika	5,71 s
Keskimääräinen lapakulma	25°
Käyttöaste	75 %
Tutkimusikkunan korkeus	200 m
Tutkimusikkunan leveys	5500 m

Kolmannessa vaiheessa saatua törmäysriskiarviota korjattiin lajikohtaisella väistökertoimella (Scottish Natural Heritage 2010). Todellisuudessa linnut osaavat aktiivisesti väistää voimaloiden lapoja tai muuttaa lentoreittiään, jolloin törmäysten määrä jää huomattavasti pienemmäksi kuin mallin antama arvio, jossa läpimuuttavan linnun ei oleteta reagoivan voimaloihin. Tässä mallinnuksessa kurjen väistökertoimena käytettiin kahta vaihtoehtoista arvoa, 98 % ja 99,88 %. Arvo

98 % on varovaisuusperiaatteen mukainen kerroin, jota käytetään tarkemman tiedon puuttuessa (Scottish Natural Heritage 2017). Todellisuudessa kurjen väistökerroin voi olla kyseistä arvoa selvästi suurempi, esimerkiksi Drachmann ym. (2021) arvioivat sen olevan vähintään 99,88 %.

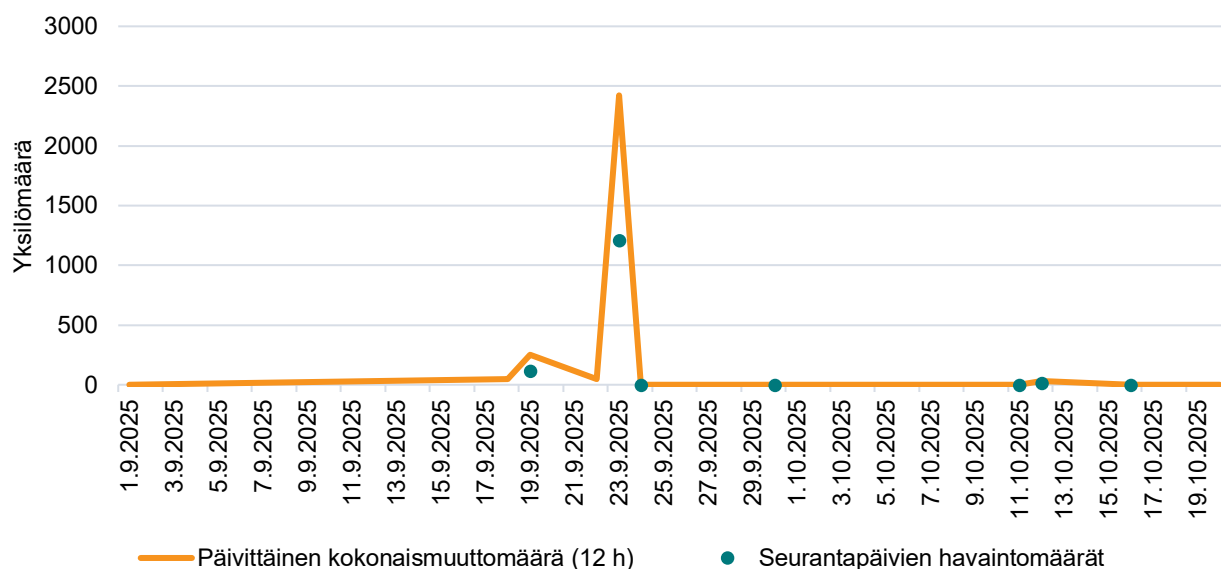
Malliin tarvittava muuttavien kurkien kokonaismäärä arvioitiin interpoloimalla päivittäinen muuttomäärä koko muuttokaudelle perustuen tarkkailupäivien havaintomääriin, alla olevien kuvaajien mukaisesti (Kuva 3, Kuva 4). Tarkkailupäivien kokonaismuuttomäärät laskettiin suhteuttamalla tarkkailuajat koko päivän pituuteen (12 h). Oletuksena tässä on, että kurkia olisi muuttanut tarkkailupäivinä tasaisesti päivän eri tunteina. Todellisuudessa näin ei ole, vaan usein muutto keskittyy voimakkaasti muutamalle tunnille. Tästä syystä kokonaismuuttomäärästä tulee helposti yliarvio, mikäli havainnointi on saatu ajoitettua parhaille muuttoajoille.

Kevään muuttokaudeksi määritettiin asiantuntija-arviona 20.3.–20.5. ja syksyn muuttokaudeksi 1.9.–20.10. Näiden aikojen ulkopuolella muuttoa ei arvioitu tapahtuvan. Syksyllä muutto keskittyi vahvasti kahdelle päivälle (19.9. sekä erityisesti 23.9.), joita edelsi useita sään puolesta heikkoja muuttopäiviä, jolloin tarkkailua ei tehty. Merkittävän yliarvion vähentämiseksi interpolointia korjattiin määrittämällä muuton huippupäiviä edeltävien päivien muuttomääräksi 48, joka on tarkkailupäivien muuttomäärien keskiarvo kaikkien paitsi parhaan havaintopäivän (23.9) osalta. Näin lasketut kurjen kokonaismuuttomäärät on esitetty taulukossa (Taulukko 3).



Kuva 3. Keväällä hankealueen kautta muuttaneiden kurkien havaintomäärät (siniset pisteet) sekä havaintojen perusteella arvioitu kunkin päivän (12 h) kokonaismuuttomäärä interpoloituina koko kevään muuttokaudelle (20.3.-20.5.2025).

Kurkien havaintomäärät sekä interpoloidut kokonaismuuttomäärät alueelta syksyllä 2025



Kuva 4. Syksyllä hankealueen kautta muuttaneiden kurkien havaintomäärät (siniset pisteet) sekä havaintojen perusteella arvioitu kunkin päivän (12 h) kokonaismuuttomäärä interpoloituina koko syksyn muuttokaudelle (1.9.-20.10.2025).

Törmäysmallinnukseen otettiin mukaan ainoastaan tutkimusikkunan läpi lentäneet linnut. Tutkimusikkunan leveydeksi määritettiin hankealueen leveys suunnassa, joka on kohtisuoraan lintujen päämuuttolinjaa vastaan (havaintojen perusteella keskimäärin etelälounas-pohjoiskoillinen). Näin tutkimusikkunan leveydeksi saatiin noin 5,5 km. Tutkimusikkunan korkeus puolestaan määritettiin ns. riskikorkeuden mukaan eli korkeuden, jossa voimalan lavat pyörivät (napakorkeus +/- lavan pituus, korkeusväli 100–300 metriä). Törmäysriskiarvioita muodostettiin tämän osalta kaksi, joista ensimmäisessä huomioidaan vain riskikorkeudella lentäneet kurjet ja toisessa kaikki havaitut kurjet. Riskikorkeudella lentäneiden kurkien kokonaismäärä arvioitiin kertomalla kurkien kokonaismuuttomäärä prosenttiosuudella, jonka havaittiin tarkkailupäivinä lentävän riskikorkeudella (huomioiden myös hankealueen ulkopuolella lentäneet kurjet). Keväällä riskikorkeudella lentäneiden kurkien osuus oli 44,9 % ja syksyllä 13,8 %. Koska muuttavien lintujen lentokorkeus vaihtelee muun muassa sään mukaan, laskettiin toinen törmäysriskiarvio oletuksella, että kaikki hankealueen yli lentävät linnut lentäisivät riskikorkeudella. Tämä vastaa törmäysriskiarvion ylärajaa eli pahinta mahdollista tilannetta.

Taulukko 3.. Kurjen havaitut muuttomäärät alueen kautta sekä havaintojen perusteella arvioidut kurkien kokonaismuuttomäärät kevään ja syksyn muuttokausina. Lisäksi havaintojen perusteella on arvioitu riskikorkeudella lentäneiden kurkien kokonaismäärät.

	Muutonseurantojen havaintomäärät alueen kautta	Arvio koko muuttokauden yksilömäärästä alueen kautta	
		Kaikki	Riskikorkeudella
Kevät 2025	406	3001	1347
Syksy 2025	1340	3537	488

3 Tulokset

Kairinevan-Peränevan törmäysriskiarviot vaihtelivat pienestä kohtalaiseen riippuen vuodenajasta, käytetystä väistökertoimesta sekä arviosta riskikorkeudella lentävien kurkien osuudesta. Varovaisuusperiaatteen mukaista väistökerrointa (98 %) käytettäessä arvioitu törmäysmäärä olisi keväällä 1,11–2,47 yksilöä vuodessa. Syksyllä arvion vaihteluväli on suurempi, 0,402–2,91 yksilöä vuodessa. 98 %:n väistökerrointa käyttäen koko vuoden aikana Kairinevan-Peränevan tuulivoimaloihin arvioidaan törmäävän noin 1,5–5,4 muuttavaa kurkiyksilöä. Lähempänä todellista tilannetta lienee 99,88 %:n väistökertoimella lasketut tulokset, joiden mukaan vuoden aikana tuulivoimaloihin törmäisi noin 0,09–0,3 yksilöä, eli yksi muuttava kurki törmäisi voimaloihin noin 3–11 vuoden välein (Taulukko 4).

Taulukko 4. Törmäysmallinnuksen tulokset.

	Väistökerroin	Törmäysriski (yksilöä/vuosi)	
		Kaikki riskikorkeudella	Havaittu lentokorkeus
Kevät	98 %	2,47	1,11
	99,88 %	0,148	0,0666
Syksy	98 %	2,91	0,402
	99,88 %	0,175	0,0241
Yhteensä	98 %	5,39	1,51
	99,88 %	0,323	0,0907

4 Johtopäätökset

Kairinevan-Peränevan tuulivoimahankkeen kurkeen kohdistama törmäysriski arvioidaan **enintään kohtalaiseksi**. Todennäköisimmin hankkeen voimaloihin tulee mallinnuksen mukaan törmäämään yksi kurki noin 3–11 vuoden välein, jolloin törmäysriski jäisi vähäiseksi. Jos mallissa huomioidaan varovaisuusperiaatteen mukaisesti pahin mahdollinen tilanne kurkien lentokorkeuden ja väistämiskyvyn suhteen, törmäyksiä tapahtuisi mallin mukaan enintään reilu viisi vuodessa.

Törmäysmallinnuksessa varovaisuusperiaatteen mukainen törmäysmäärä (5,39 törmäystä/vuosi) vastaa arviolta 0,0056–0,0050 prosenttia koko Suomen kurkipopulaatiosta, jonka arvioitiin vuonna 2024 olevan noin 48 000–54 000 paria (96 000–108 000 yksilöä, Lehtikainen ym. 2025). Ramboll Finland Oy (2016) käyttää varovaisuusperiaatteen mukaisena populaatiovaikutuksen raja-arvona 0,01 prosenttia populaatiokoosta, joten Kairinevan-Peränevan voimaloiden törmäyskuolleisuuden populaatiovaikutukset jäävät kurjen osalta merkityksettömiksi. Lisäksi kurki on elinvoimainen ja runsastuva laji (Hyvärinen ym. 2019, Valkama ym. 2011).

5 Epävarmuustekijät

Tuloksiin sisältyy epävarmuuksia liittyen sekä lintujen kokonaismäärän arviointiin että itse mallinnukseen. Läpimuuttavien lintujen havaintomäärä maastossa riippuu monesta tekijästä, kuten säätiloista, havainnointiajasta ja -paikasta, havainnoinnin kokonaiskestosta sekä vuodesta. Tämä taas vaikuttaa arvioon törmäysriskikorkeudella lentävien muuttolintujen kokonaismäärästä. Esimerkiksi hyvällä muuttosäällä linnut lentävät korkeammalla. Muuttokorkeuteen liittyvää epävarmuutta vähennettiin laskemalla törmäysriski myös siinä tapauksessa, että kaikki linnut muuttavat riskikorkeudella. Lisäksi lintujen muuttoreitit vaihtelevat vuosittain, joten törmäysriski voi eri vuosina olla hyvinkin erilainen.

Kurkien kokonaisuusilömäärä arvioitiin interpoloimalla muuttomäärät havaintojen perusteella koko kevään ja syksyn muuttokausille, mutta lajin todellisia päämuuttoaikoja ei ole tiedossa. Muuttajien kokonaismääräarvio riippuu vahvasti siitä, kuinka hyvin maastoseuranta saatiin ajoitettua kurkien päämuuttopäiville. Erinomainen maastotarkkailun ajoitus voi aiheuttaa selvän yliarvion kokonaismuuttomäärään, kun taas yhdenkin hyvän muuttopäivän huomiotta jäämisestä voi seurata huomattava aliarvio muuttajien kokonaismäärässä. Tämän hankkeen tarkkailuissa maastopäivien ajoituksen arvioidaan onnistuneen hyvin, perustuen sää tietoihin sekä muihin havaintoihin muuttavista kurjista. Siten arvioita kevään ja syksyn kokonaismuuttomäärästä voidaan pitää ennemmin yli- kuin aliarvioina.

Moni voimalakohtainen parametri, kuten käyttöaste sekä keskimääräinen roottorin pyörimisnopeus ja lapakulma ovat arvioita, sillä niiden tarkkoja arvoja ei pysty etukäteen mittaamaan.

Suurin yksittäinen törmäysriskiarvioon vaikuttava muuttuja on lajin väistökerroin. Varovaisuusperiaatteen mukaisella kertoimella 98 % saadaan toiseen käytettyyn väistökertoimeen

99,88 % verrattuna lähes 17-kertainen törmäysriski. Todennäköisesti varovaisuusperiaatteen mukainen törmäysriski on selvä yliarvio. Suomessa kurkien, hanhien ja joutsenten havaitut törmäykset tuulivoimaloihin ovat jääneet hyvin vähäisiksi myös muuton pullonkaula-alueilla ja niiden muuttoreiteissä on havaittu siirtymää tuulivoimapuistojen ulkopuolelle (Suorsa 2019). Väistökerroin on lajin lisäksi riippuvainen sääoloista, topografiasta ja muista paikallisista tekijöistä sekä voimaloiden ominaisuuksista.

Tässä mallissa huomioidaan vain hankealueen yli suoraviivaisesti pysähtymättä lentävät linnut. Kurjilla on kuitenkin tapana kaarrella nousevissa ilmavirroissa, mikä lisää törmäysriskiä. Hankealueella on paljon entisiä turvetuotantoalueita, jotka lisäävät nousevien ilmavirtojen todennäköisyyttä.

Lähteet

Alerstam, T., Rosén, M., Bäckman, J., Ericson, Per G. P. & Hellgren, O. (2007). Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects. PLoS Biology, 5(8), e197. Protocol S1: Supplementary list of flight speeds and biometry of bird species. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050197.sd001>

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.), Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation (s. 259–275). Quercus/Libreria Linneo, Madrid.

Drachmann J., Waagner S. R. & Nielsen H. H. (2021). Pink-footed Goose and Common Crane exhibit high levels of collision avoidance at a Danish onshore wind farm. Dansk Orn. Foren. Tidsskr., 115 (2021), 253–271.

Envineer Oy. (2026). Kairinevan muuttoseurannat 2025.

Fernley J., Lowther S. & Whitfield P. (2006). A review of goose collisions at operating wind farms and estimation of the goose avoidance rate. Natural Research Ltd, West Coast Energy and Hyder Consulting report. West Coast Energy, Mold, UK.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.). (2019). Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Lehikoinen, A., Mikola, A., Below, A., Jaatinen, K., Laaksonen, T., Lehtiniemi, T., Lindén, A., Mikkola-Roos, M., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Sirkiä, P., Tikkanen, H. & Valkama, J. (2025). Suomen lintujen pesimäkantojen koot ja viimeaikaiset kannanmuutokset. BirdLife Suomi, Linnut-vuosikirja 2024.

Luontoportti. (2025). Viitattu 5.12.2025. <https://luontoportti.com/>

Maanmittauslaitos. (2025). Maastokartta, taustakartta. Viitattu 5.12.2025. <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/aineistot-ja-rajapinnat/karttojen-rajapintapalvelut/karttakuvapalvelu-wms-0>

Ramboll Finland Oy. (2016). Tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset muuttolinnustoon, Natura-alueisiin sekä suuriin petolintuihin. Uudenmaan 4. vaihemaakuntakaavan ehdotus, lausunnoilla 1.12.2015–29.2.2016. Viitattu 5.12.2025. https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Tuulivoima-alueiden_yhteisvaikutukset_muuttolinnustoon_Natura-alueisiin_seka_suuriin_petolintuihin_selvitys_2016..pdf

Scottish Natural Heritage. (2010). Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. 10 s. Viitattu 9.12.2025.

<https://windharvest.com/wp-content/uploads/2017/03/SNH-Use-of-Avoidance-Rates-in-Wind-Farm-Collision-Risk-Model-Sept-2010.pdf>

Scottish Natural Heritage. (2017). Avoidance rates for the onshore SNH wind farm collision risk model. Viitattu 9.12.2025. <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018-01/Guidance%20-%20Avoidance%20rates%20guidance%20-%20table%20only.pdf>

Suorsa, V. (2019). Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapuistoissa. Linnut-vuosikirja 2018, 148–155.
https://lintulehti.birdlife.fi:8443/pdf/artikkelit/8563/tiedosto/Linnut_VK2018_148-155_Tuulivoima_artikkelit_8563.pdf

Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. (2011). Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. Viitattu 9.12.2025.
<https://cdn.laji.fi/files/birdatlas/lintuatlas3koko.pdf>



ENVINEER

envineer.fi