



Vapo Terra Oy, Infinergies Finland Oy

**KYNKÄÄNSUON JA TANNILAN TUULI-
JA AURINKOVOIMAHANKKEIDEN
MUUTTOLINTUJEN
TÖRMÄYSMALLINUS**

26.6.2024

Vapo Terra Oy ja Infinergies Finland Oy

Envineer Oy

Joonatan Lohi

Tuomas Väyrynen

etunimi.sukunimi@envineer.fi

www.envineer.fi

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinumero: 11461-009

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	4
2	Menetelmät	5
3	Tulokset.....	7
3.1	Kynkäänsuo	7
3.1.1	Kevätmuutto	7
3.1.2	Syysmuutto	8
3.2	Tannila.....	8
3.2.1	Kevätmuutto	8
3.2.2	Syysmuutto	9
3.3	Yhteisvaikutus	9
4	Yhteenveto.....	11
5	Epävarmuustekijät	11
	Lähteet	13

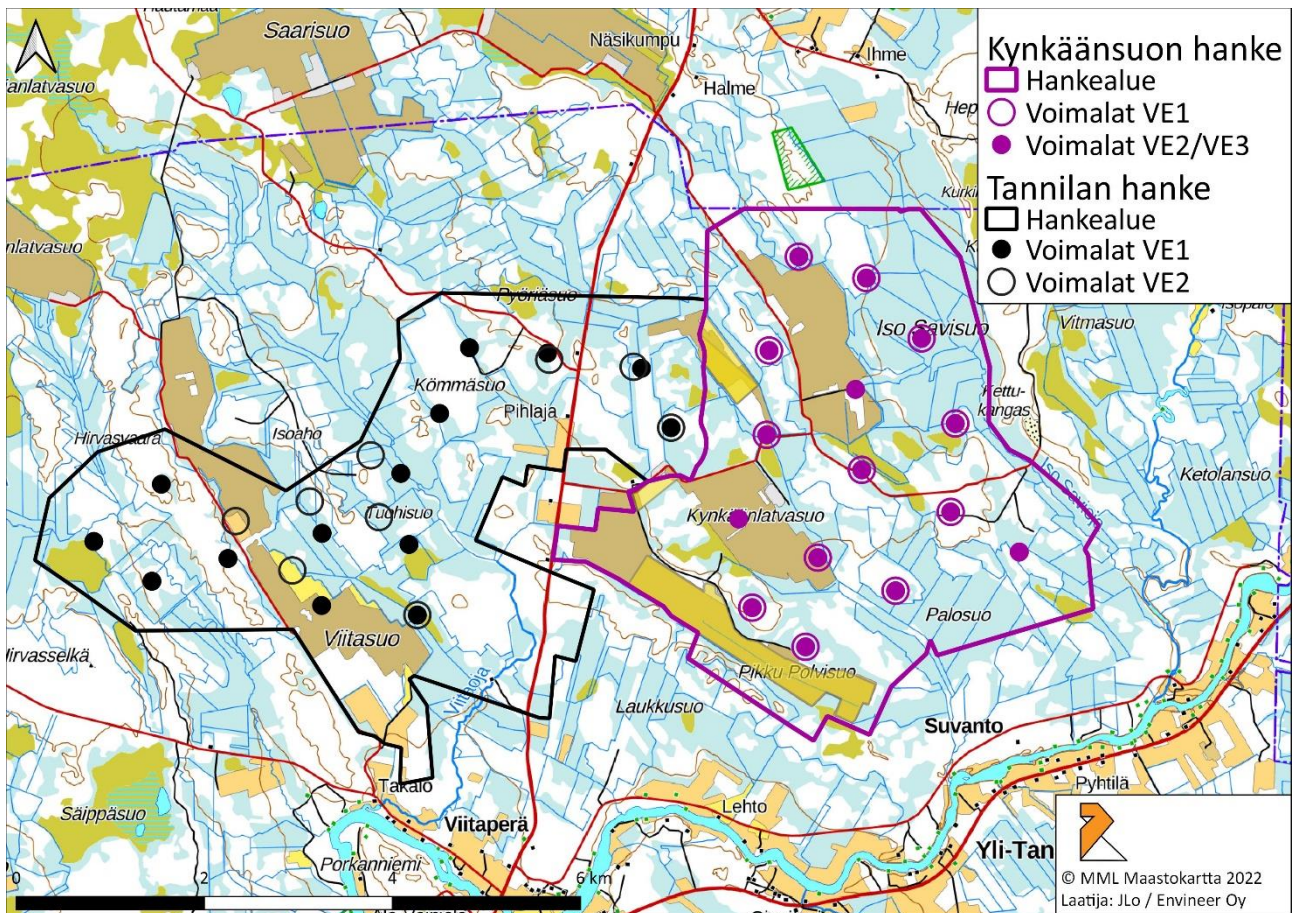
1 JOHDANTO

Infinergies Finland Oy ja Vapo Terra Oy suunnittelevat Tannilan ja Kynkänsuon tuuli- ja aurinkovoimahankkeita Pohjois-Pohjanmaalle Oulun kaupungin pohjoisosiin, entisen Yli-lin kunnan alueelle. Tämä selvitys on osa molempien hankkeiden YVA-menettelyä. Tässä raportissa esitellään muuttolintujen törmäysmallinnusten tulokset. Mallinnukset perustuvat hankealueilla vuosina 2021 ja 2022 tehtyihin kevät- ja syysmuuton seurannan tuloksiin.

Kynkänsuon muutonseuranta suoritettiin Envineer Oy:n toimesta keväällä ja syksyllä vuonna 2022 (Envineer Oy, 2024). Kevätmuuttoa seurattiin 12 päivänä 21.3.–12.5.2022 välisenä aikana yhteensä 54 tuntia ja syysmuuttoa 10 päivänä 16.8.–18.10.2022 välisenä aikana 52 tuntia.

Tannilan muutonseuranta toteutettiin Ahlman Group Oy:n toimesta syksyllä 2021 ja keväällä 2022 (Ahlman, 2021; Ahlman, 2022). Kevätmuuttoa seurattiin 10 päivänä 5.4.–16.5.2022 välisenä aikana yhteensä 80 tuntia ja syysmuuttoa 10 päivänä 28.8.–19.10.2021 välisenä aikana 80 tuntia.

Hankealueet sijaitsevat Oulun kaupungissa Tannilan kylän pohjoispuolella (**Kuva 1**). Kynkänsuon hankealueelle suunnitellaan rakennettavaksi joko 12 tai 15 tuulivoimalaa ja Tannilan alueelle 14 tai 9 voimalaa. Näistä vaihtoehdoista muodostetaan erilliset törmäysriskiarviot.



Kuva 1. Kynkänsuon ja Tannilan hankealueet sekä voimaloiden sijainnit eri vaihtoehdoissa.

2 MENETELMÄT

Törmäysmallinnuksessa huomioidaan hankealueiden yli muuttavien lintujen törmäykset tuulivoimaloihin, eikä siihen sisälly arviota paikallisten lintujen törmäyksistä tai aurinkovoimaloiden törmäysvaikutuksista. Mallinnukseen otettiin mukaan lajit, jotka ovat havaintoaineiston perusteella alueen tärkeimpiä muuttolintuja ja joiden törmäysriski arvioidaan linnun koon perusteella suureksi. Törmäysriski laskettiin näin ollen **laulujoutsenelle, metsähanhelle, kurjelle, piekanalle, mehiläishaukalle** (havaittiin vain syksyllä) ja **varpushaukalle**. Muiden lajien törmäysriski arvioidaan pieneksi, eikä niiden mallintaminen ole mielekäästä vähäisen havaintomäärän takia. Joitakin varpuslintuja havaittiin kuitenkin melko runsaastikin, mutta koska niiden havainnointi on vaikeaa pienen koon ja yömuuton takia eikä niiden törmäysten populaatiovaikutukset ole merkittäviä suurikokoisiin lintuihin verrattuna, kyseiset lajit jätettiin mallin ulkopuolelle.

Muuttavien lintujen törmäysten lukumäärän arvioinnissa käytettiin ns. Bandin mallia (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:

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

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 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**. Törmäysmallissa käytettävät lajikohtaiset tiedot. ja

Taulukko 2).

Taulukko 1. Törmäysmallissa käytettävät lajikohtaiset tiedot.

Laji	nopeus (m/s) ¹	pituus (m) ²	siipiväli (m) ¹	väistökerroin (%) ³	lentotapa
laulujoutsen	17,3	1,5	2,29	99,5	siivenisku
metsähanhi	17,3	0,8	1,62	99,8	siivenisku
kurki	15	1,1	2,22	98	liitely
piekana	10,5	0,55	1,35	98	liitely
mehiläishaukka	12,5	0,55	1,26	98	liitely
varpushaukka	11,3	0,35	0,67	98	liitely

Taulukko 2. Törmäysmallissa käytettävät voimalatiedot.

	Kynkänsuo	Tannila
voimaloiden lukumäärä	12 tai 15	9 tai 14
lapojen lukumäärä	3	3
napakorkeus	200 m	200 m
roottorin säde	100 m	100 m
lavan maksimileveys	5,4 m	5,4 m
keskimääräinen lapakulma	25°	25°
keskimääräinen kierrosaika	5,71 s	5,71 s
käyttöaste	0,75	0,75

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 väistökertoimet vaihtelivat välillä 98–99,8 %. Arvoa 98 % käytettiin oletuskertoimena niiden lajien kohdalla, joista ei ole tarkempaa tietoa saatavilla (Scottish Natural Heritage, 2017). Todellisuudessa esimerkiksi kurjen väistökerroin voi olla kyseistä arvoa selvästi suurempi, esimerkiksi Drachmann ym. (2021) arvioivat sen olevan vähintään 99,88 %. Väistökertoimet on esitetty taulukossa (**Taulukko 1**).

Malliin tarvittava muuttavien lintujen kokonaismäärä arvioitiin maastohavaintojen perusteella laskemalla lajien tuntikohtaiset yksilömäärät ja kertomalla se asiantuntija-arviolla lajin päämuuttokauden pituudesta tunteina. Kokonaisyksilömäärän arviointi on hyvin haastavaa, sillä lajien todellisia muuttoaikoja ja -määriä ei ole tiedossa ja ne vaihtelevat vuosittain, joten tässä tehdyt arviot ovat vain suuntaa antavia. Tarkasteltavien lintulajien havaintomäärät ja arvioidut kokonaisyksilömäärät on esitetty taulukossa (**Taulukko 3**).

Törmäysmallinnukseen otettiin mukaan ainoastaan tutkimusikkunan läpi lentävät linnut. Tutkimusikkunan leveydeksi määritettiin hankealueen leveys suunnassa, joka on kohtisuoraan lintujen päämuuttolinjaa vastaan. Näin ollen Tannilan hankkeen osalta tutkimusikkunan leveydeksi saatiin 10,2 km syysmuutossa ja 6,5 km kevätmuutossa (hankealueen koko muuttui seurantojen välisenä aikana). Koska Kynkänsuon havaintoaineisto ei sisällä tietoa siitä, lensivätkö linnut hankealueelta vai sen ulkopuolelta, mutta sisältää havaintojen etäisyydet, tutkimusikkunan sijainniksi määritettiin 3 km havaintopaikasta molempiin suuntiin, mikä vastaa suunnilleen hankealueen leveyttä. 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 havaitut linnut. 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. Törmäysmallin lajien havaintomäärät tutkimusikkunan leveydeltä sekä arvioidut muuttoajat ja kokonaisyksilömäärät.

Laji	Havaintomäärä		Muuttoaika (h)	Kokonaisyksilömäärä	
	Yhteensä	Riskikorkeudella		Yhteensä	Riskikorkeudella
Kynkänsuo kevät					
laulujoutsen	10	0	200	37	0
metsähanhi	104	45	150	289	125
kurki	800	305	100	1481	565
piekana	11	3	200	41	11
varpushaukka	12	4	250	56	19
Kynkänsuo syksy					
laulujoutsen	82	63	200	315	242
metsähanhi	31	0	150	89	0
kurki	68	0	100	131	0
piekana	18	13	250	87	63
mehiläishaukka	5	2	250	24	10
varpushaukka	9	3	350	61	20
Tannila kevät					
laulujoutsen	57	43	200	143	108
metsähanhi	85	22	150	159	41
kurki	580	17	100	725	21
piekana	12	9	200	30	23
varpushaukka	10	3	250	31	9
Tannila syksy					
laulujoutsen	110	74	200	275	185
metsähanhi	52	52	150	98	98
kurki	1035	997	100	1294	1246
piekana	9	9	250	28	28
mehiläishaukka	4	4	250	13	13
varpushaukka	17	15	350	74	66

3 TULOKSET

3.1 Kynkänsuo

3.1.1 Kevätmuutto

Kynkänsuon kevätmuuton törmäysriskiarviot jäivät hyvin pieniksi suurimmalla osalla lajeista (Taulukko 4). Laulujoutsenen, metsähanhen, piekanan ja varpushaukan arvioidaan törmäävän voimaloihin keskimäärin kerran tai muutama kertaa sadassa vuodessa tilanteessa, jossa kaikki yksilöt lentävät riskikorkeudella. Suurin osa törmäyksistä koski kurkea, jonka arvioidaan törmäävän enimmillään noin kerran vuodessa tai havaitun lentokorkeuden perusteella noin joka kolmas vuosi. Tarkasteltavien lajien kokonaistörmäysmäärä keväällä on mallin mukaan noin 11 yksilöä 10 vuodessa. Törmäysriskiarviot eivät merkittävästi poikkea toisistaan hankkeen eri vaihtoehdoissa.

Taulukko 4. Kynkänsuon tuulivoimaloiden turbiineihin kevätmuutolla törmäävien lintujen laskennalliset yksilömäärät/ vuosi hankesuunnitelman eri vaihtoehdoissa.

Laji	12 voimalaa		15 voimalaa	
	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella
laulujoutsen	0,00	0,005	0,00	0,007
metsähanhi	0,005	0,013	0,007	0,016
kurki	0,31	0,81	0,39	1,02
piekana	0,006	0,024	0,008	0,030
varpushaukka	0,009	0,028	0,012	0,034

3.1.2 Syysmuutto

Kynkänsuon syysmuuton törmäysriskiarviot jäivät hyvin pieniksi kaikilla lajeilla (Taulukko 5). Tilanteessa, jossa kaikki yksilöt lentävät riskikorkeudella, törmäyksiä arvioidaan tapahtuvan eniten kurjella, lähes joka kymmenes vuosi. Laulujoutsenella törmäyksiä arvioidaan tapahtuvan noin joka 20. vuosi, mehiläishaukalla joka 60. vuosi, varpushaukalla joka 30. vuosi ja piekanalla kerran 15–20 vuodessa. Metsähanhen törmäysriskiarvio on erittäin pieni. Yhteensä tarkasteltavien lajien törmäyksiä arvioidaan syysmuutolla tapahtuvan noin joka neljäs vuosi. Törmäysriskiarviot eivät merkittävästi poikkea toisistaan hankkeen eri vaihtoehdoissa.

Taulukko 5. Kynkänsuon tuulivoimaloiden turbiineihin syysmuutolla törmäävien lintujen laskennalliset yksilömäärät/ vuosi hankesuunnitelman eri vaihtoehdoissa.

Laji	12 voimalaa		15 voimalaa	
	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella
laulujoutsen	0,035	0,045	0,043	0,056
metsähanhi	0,00	0,004	0,00	0,005
kurki	0,00	0,072	0,00	0,090

piekana	0,037	0,051	0,046	0,064
mehiläishaukka	0,005	0,012	0,006	0,015
varpushaukka	0,010	0,030	0,012	0,037

3.2 Tannila

3.2.1 Kevätmuutto

Tannilan kevätmuuton törmäysriskiarviot jäävät hyvin pieniksi suurimmalla osalla lajeista (**Taulukko 6**). Laulujoutsenen, piekanan ja varpushaukan arvioidaan törmäävän voimaloihin keskimäärin 1–2 kertaa sadassa vuodessa ja metsähanhen harvemmin kuin joka sadas vuosi tilanteessa, jossa kaikki yksilöt lentävät riskikorkeudella. Suurin osa törmäyksistä koskisi kurkea, jonka arvioidaan törmäävän enimmillään joka kolmas vuosi 10 voimalan vaihtoehdossa ja noin kaksi kertaa viidessä vuodessa 14 voimalan vaihtoehdossa. Havaitun lentokorkeuden perusteella tehty arvio on kuitenkin huomattavasti pienempi. Yhteensä tarkasteltavien lajien törmäyksiä arvioidaan kevätmuutolla tapahtuvan noin joka toinen vuosi. Törmäysriskiarviot eivät merkittävästi poikkea toisistaan hankkeen eri vaihtoehdoissa.

Taulukko 6. Tannilan tuulivoimaloiden turbiineihin kevätmuutolla törmäävien lintujen laskennalliset yksilömäärät/vuosi.

Laji	9 voimalaa		14 voimalaa	
	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella
laulujoutsen	0,011	0,014	0,017	0,022
metsähanhi	0,001	0,005	0,002	0,008
kurki	0,008	0,28	0,012	0,42
piekana	0,009	0,012	0,015	0,019
varpushaukka	0,003	0,011	0,005	0,016

3.2.2 Syysmuutto

Tannilan syysmuuton lajikohtaiset törmäysriskiarviot ovat samaa suuruusluokkaa kuin kevätmuuton osalta (**Taulukko 7**). Lisäksi mehiläishaukan törmäysriskiarvio jää erittäin pieneksi. Suurimman törmäysriskin omaavan kurjen arvioidaan törmäävän enimmillään joka kolmas vuosi 10 voimalan vaihtoehdossa ja noin joka toinen vuosi 14 voimalan vaihtoehdossa. Yhteensä tarkasteltavien lajien törmäyksiä arvioidaan syysmuutolla tapahtuvan hieman useammin kuin joka toinen vuosi. Törmäysriskiarviot eivät merkittävästi poikkea toisistaan hankkeen eri vaihtoehdoissa.

Taulukko 7. Tannilan tuulivoimaloiden turbiineihin syysmuutolla törmäävien lintujen laskennalliset yksilömäärät/vuosi.

Laji	9 voimalaa		14 voimalaa	
	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella	Törmäysten määrä, havaittu lentokorkeus	Törmäysten määrä, 100 % riskikorkeudella

laulujoutsen	0,012	0,017	0,018	0,027
metsähanhi	0,002	0,002	0,003	0,003
kurki	0,30	0,31	0,47	0,49
piekana	0,007	0,007	0,011	0,011
mehiläishaukka	0,003	0,003	0,004	0,004
varpushaukka	0,014	0,016	0,022	0,025

3.3 Yhteisvaikutus

Alla olevassa taulukossa (**Taulukko 8**), on esitetty Kynkänsuon ja Tannilan tuulivoimahankkeiden yhteisvaikutus tarkasteltavien muuttolintujen törmäysriskiin ns. pahimmassa mahdollisessa tilanteessa, jossa molemmissa hankkeissa toteutuu enemmän tuulivoimaloita sisältävä vaihtoehto ja kaikkien alueiden yli muuttavien lintujen arvioidaan lentävän riskikorkeudella. Törmäysriski jää kaikkiaan pieneksi myös hankkeiden yhteisvaikutusten osalta. Tarkasteltavien kuuden lintulajin yhteenlaskettu törmäysriskiarvio muutolla on noin 2,4 törmäystä vuodessa. Todennäköisesti törmäysten määrä tulee olemaan kuitenkin selvästi arvioitua pienempi, sillä kaikki muuttavat linnut eivät lennä voimaloiden lapojen korkeudella. Törmäysriskit eivät suuresti poikkea toisistaan hankkeiden välillä kokonais- tai lajikohtaisten törmäysriskien osalta.

Suurin osa arvioiduista törmäyksistä koskisi kurkea, jonka arvioidaan törmäävän keskimäärin kaksi kertaa vuodessa. Törmäyksillä ei arvioida olevan populaatiotason vaikutuksia kurkeen, sillä törmäysten arvioitu vuotuinen lukumäärä suhteessa kurjen populaatiokokoon (0,002 %) on hyvin pieni (Suomen arvioitu parimäärä n. 30 000–40 000 (Valkama ym., 2011)). Ramboll Finland Oy (2016) käyttää populaatiovaikutuksen raja-arvona kuolleisuusprosenttia 0,01. Lisäksi kurki on elinvoimainen ja runsastuva laji (Hyvärinen ym., 2019; Valkama ym., 2011).

Taulukko 8. Kevät- ja syysmuutolla törmäyvien lintujen arvioidut yksilömäärät/vuosi Kynkänsuon ja Tannilan 15 ja 14 voimalan hankevaihtoehdoissa sekä niissä yhteensä. Oletuksena on, että kaikki hankealueiden yli muuttavat linnut lentävät riskikorkeudella.

Laji	Törmäysten määrä, kevät- ja syysmuutto		
	Kynkänsuo, 15 voimalaa	Tannila, 14 voimalaa	Yhteensä
laulujoutsen	0,063	0,049	0,11
metsähanhi	0,021	0,011	0,032
kurki	1,11	0,91	2,02
piekana	0,094	0,030	0,12
mehiläishaukka	0,015	0,004	0,019
varpushaukka	0,071	0,041	0,11

4 YHTEENVETO

Sekä Kynkäänsuon että Tannilan hankkeiden aiheuttamat muuttolintujen törmäysriskit ovat pääosin vähäisiä. Kurkea lukuun ottamatta tarkasteltavien lajien arvioidaan molemmissa hankkeissa törmäävän voimaloihin yhdestä muutamaan kertaan sadassa vuodessa, piekanan jopa kerran kymmenessä vuodessa Kynkäänsuon hankkeessa. Ylivoimaisesti eniten törmäyksiä arvioidaan tapahtuvan kurjelle, molemmissa hankkeissa noin kerran vuodessa. Kurjen osalta törmäysriski arvioidaan siten kohtalaiseksi, mutta populaatiotason vaikutukset jäävät merkityksettömiksi. Kevät- ja syysmuutto eivät poikkea merkittävästi toisistaan törmäysriskien osalta.

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. Lintujen kokonaisuusilömäärä arvioitiin suhteuttamalla havaintomäärä lajin päämuuttokauden pituuteen, mutta lajien todellisia päämuuttoaikoja ei ole tiedossa. Lisäksi lintujen muuttoreitit vaihtelevat vuosittain. Yksilömäärän arvioinnin epävarmuutta havainnollistaa erot Kynkäänsuon ja Tannilan kevätmuuttoseurannan tuloksissa, vaikka seuranta tehtiin samana vuonna käytännössä samasta tarkkailupaikasta. Tosin tutkimusikkunat poikkeavat hieman toisistaan.

Törmäysmallinnuksen riski-ikkunan kokoa voi pitää yliarviona useammasta syystä. Ensinnäkin mallissa oletetaan, että kaikki läpimuuttavat linnut ohittavat voimalat kohtisuoraan roottoreihin nähden. Todellisuudessa roottorien suunta vaihtelee vallitsevan tuulen mukaan, ja linnut lentävät tuulen suuntaan nähden usein hieman viistoon. Tosin roottoreita vastaan viistosti saapuvalla linnulla kestää kauemmin lentää riski-ikkunan läpi. Toiseksi mallissa ei huomioida voimaloiden sijaintia suhteessa toisiinsa. Roottorien pyörimispinta-aloissa on todennäköisesti enemmän tai vähemmän päällekkäisyyttä suhteessa linnun lentosuuntaan, jolloin riski-ikkuna pienenee ja törmäysriski laskee.

Moni voimalakohtainen parametri, kuten käyttöaste sekä keskimääräinen roottorin pyörimisnopeus ja lapakulma ovat arvioita, sillä niiden tarkkoja arvoja ei pysty etukäteen mittaamaan. Lisäksi Bandin törmäysmalli ei huomioi voimalan lavan paksuutta, mikä Fernleyn ym. (2006) mukaan aiheuttaa 10–30 % aliarvion törmäysten määrässä. Tosin lajikohtaisella väistökertoimella virhettä saadaan korjattua.

Suurin yksittäinen törmäysriskiarvioon vaikuttava muuttuja on lajin väistökerroin. Esimerkiksi oletuskertoimella 98 % saadaan metsähänhen kertoimeen 99,8 % verrattuna kymmenkertainen törmäysriski. Kurjen väistökerroin on joidenkin tutkimusten mukaan (esim. Drachmann ym., 2021) todennäköisesti huomattavasti suurempi kuin käytetty 98 %, jota kuitenkin käytetään varovaisuusperiaatteen mukaisesti tarkempien tutkimusten puutteessa. 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. Erityisesti petolinnuilla ja kurjilla on kuitenkin tapana kaarrella nousevissa ilmavirroissa, mikä lisää törmäysriskiä. Hankealueella on paljon entisiä turvetuotantoalueita, jotka lisäävät nousevien ilmavirtojen todennäköisyyttä. Lisäksi lähiympäristössä muuttoaikoina levähtävät ja kiertelevät linnut voivat ohittaa voimala-alueen useita kertoja, tosin nekin sisältyvät muutonseurantaan.

LÄHTEET

Ahlman, S. (2021). Oulun Tannilan tuulivoimapuiston lintujen syysmuuttoselvitys 2021. Ahlman Group Oy.

Ahlman, S. (2022). Oulun Tannilan tuulivoimapuiston lintujen kevätmuuttoselvitys 2022. 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. *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. (2024). Kynkäänsuon tuuli- ja aurinkovoimahankkeen linnustoselvitykset.

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.

Luontoportti. (2024). Viitattu 17.1.2024. <https://luontoportti.com/>

Maanmittauslaitos. (2022). Maastokarttarasteri 1:100 000. Viitattu 7.6.2023. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

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 26.6.2024. [https://uudenmaanliitto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset muuttolinnustoon Natura-alueisiin seka suuriin petolintuihin selvitys 2016..pdf](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 18.1.2024. <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 17.1.2024. <https://www.nature.scot/sites/default/files/2018->

[09/Wind%20farm%20impacts%20on%20birds%20-%20Use%20of%20Avoidance%20Rates%20in%20the%20SNH%20Wind%20Farm%20Collision%20Risk%20Model.pdf](https://www.birdlife.fi/publications/09/Wind%20farm%20impacts%20on%20birds%20-%20Use%20of%20Avoidance%20Rates%20in%20the%20SNH%20Wind%20Farm%20Collision%20Risk%20Model.pdf)

Suorsa, V. (2019). Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapuistoissa. *Linnutvuosikirja* 2018: 148–155.

https://lintulehti.birdlife.fi:8443/pdf/artikkelit/8563/tiedosto/Linnut_VK2018_148-155_Tuulivoima_artikkelit_8563.pdf

Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehtikoinen, A. (2011). Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. Viitattu 26.6.2024.

<https://cdn.laji.fi/files/birdatlas/lintuatlas3koko.pdf>



envineer.fi