

Päivämäärä
11.1.2019

Vastaanottaja
Smart Windpower

Asiakirjatyyppi
Raportti

PUSKAKORVENKALLION TUULIVOIMAPUISTON OSAYLEISKAAVA - TÄYDENNYSELVITYS VAIKU- TUKSESTA MERIKOTKAAN

Heikki Tuohimaa

Smart Windpower

Täydennysselvitys Puskakorvenkallion tuulivoimapuiston vaikutuksista merikotkaan

Tarkastus **Petri Hertteli**

Päivämäärä **11.1.2019**

Laatijat **Heikki Tuohimaa**

Kuvaus **Täydennysselvitys Puskakorvenkallionkallion tuulivoimapuiston vaikutuksista merikotkaan**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Törmäsmallinnuksen lähtötietoja	1
2.1	Taustaa	1
2.2	Lähtöarvoja	1
3.	Lentoreiteistä	2
4.	Puskakorvenkallion tuulipuiston Törmäysriski reviirille	2
4.1	Lentoaktiivisuus	2
4.2	Tulokset	3
5.	Yhteisvaikutuksista muodostuva törmäysriski reviirille	3
5.1	Lentoaktiivisuus reviirillä	3
5.2	Tulokset	3
6.	Kokemuksia tuulivoiman vaikutuksista reviireille	4
7.	yhteisvaikutukset muuttaville ja kierteleville merikotkille	4
7.1	Teoriaa	4
7.2	Lentoaktiivisuus Puskakorvenkallion hankealueella	5
7.3	Tulokset Puskakorvenkallion hankealueella	5
7.4	Kaikkien Pohjois-Pohjanmaan tuulipuistojen riski ja Puskakorvenkallion osuus	5
7.5	Vaikutukset merikotkapopulaatioon	7
8.	Päätelmät	8
9.	Lähteet	8

1. JOHDANTO

Puskakorvenkallion tuulivoimahankkeen viranomaisneuvotteluissa 10.12. ja 4.1. todettiin, että merikotkan osalta on tarpeen täydentää YVA-selostuksen kuvausta. Yhteysviranomaisena toimineen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen mukaan selvitykseen tulisi saada lentosuunnat, lentokorkeudet, törmäysriski ja hankealueelle kohdistuvat havainnot. Metsähallituksen mukaan selvitystä on syytä täydentää törmäysmallinnuksin käyttäen ns. tilamallia, huomioiden myös yhteisvaikutukset. Lisäksi suositellaan myös muuttaville merikotkien yhteisvaikutustarkastelua, sillä uusimpien hanketarkastelujen yhteydessä on havaittu muuttavien ja kiertelevien merikotkien lentomäärien olevan huomattavasti suurempia kuin on aiemmin arvioitu maakunnallisissa tarkaste- luissa.

Tämä selvitys on laadittu vastaamaan viranomaisvaatimuksiin. Selvitys on julkinen, mutta **liitteenä oleva pesimäpaikkatiedot sisältävä kartta on vain viranomaiskäyttöön**. Arvio tehdään osayleiskaavaehdotuk- sen mukaiselle toteutukselle. Tarkastelun tueksi Metsähallitus toimitti tietoa satelliittikotkien liikkeistä ja elinympäristömallista.

Merikotkan kannankasvu on ollut vuosikymmenien ajan erittäin voimakasta (vuosien 1985-2015 välillä n. 50 reviiristä n. 450 reviiriin). Uusin tieto viittaa kannankasvun pysähtyneen vahvimilla esiintymisalueilla Ahve- nanmaalta Merenkurkkuun, mutta jatkuvan harvemman kannan alueilla, kuten Perämerellä. Muuttavien ja kier- televien merikotkien määrä on Perämerellä samassa ajassa yli kymmenkertaistunut. Merikotka arvioitiin vuo- den 2015 uhanalaistarkastelussa edelleen uhanalaiseksi, vaarantuneeksi lajiksi. Mikäli kannan kasvu jatkuu samanlaisena, lajin Suomen kanta tulkittaneen tulevaisuudessa elinvoimaiseksi.

Tuulivoiman lisääntyessä merikotkan alttiutta törmätä voimaloihin on noussut esille Suomessakin. Suomessa on löydetty tiettävästi 18 tuulivoimalaan törmännyttä merikotkaa (syyskuu 2018, Tikkanen ym. 2018). Suh- teutettuna lajin kokonaispopulaatioon ja sen suotuisaan kehitykseen, nykyisen rakennetun tuulivoiman aiheut- tama kuolleisuus ei vaikuta merkittävältä uhkatekijältä, vaikka huomioitaisiin todennäköiset löytämättömätkin uhrin.

Täydennysselvitys keskittyy törmäysriskien arviointiin. Puskakorvenkallion tuulivoimahanke yhdessä muiden lähialueelle suunniteltujen tai rakennettujen hankkeiden kanssa ei estä merikotkan liikkumista rannikon ja pe- säpaikan välillä. Pesäpaikka on myös riittävän etäällä Puskakorvenkallion hankealueesta, ettei pesälle aiheudu häiriövaikutuksia, eikä hanke näin ollen voimista mahdollisesta muusta tuulivoimarakentamisesta pesälle ai- heutuvia häiriövaikutuksia.

Puskakorvenkallion hankkeen voimalamäärä on vähentynyt YVA-vaiheessa suunnitelluista 19-23 voimalasta kaavaehdotuksen 16 voimalaan. Voimalamäärän pieneminen on laajentanut voimalavapaita lentokäytäviä lin- nuille tuulivoima-alueiden välissä.

2. TÖRMÄYSMALLINNUKSEN LÄHTÖTIETOJA

2.1 Taustaa

Riskin arvioimiseksi käytettiin Bandin (2007) esittämää ns. tilamallia. Tilamallilla arvioidaan lintujen todennä- köisyyksistä törmätä roottoreihin lintujen lentäessä tuulivoimala-alueella satunnaisesti tietyn ajan tietyllä no- peudella. Tutkimuskuutio (km^3) koostuu tutkittavasta alueesta ja tutkittavasta pystysuuntaisesta korkeus- vyöhykkeestä, tuulivoima-alueesta ja roottoreiden korkeuksien perusteella määrittelystä riskikorkeudesta. To- dennäköisyys, jolla lentävä lintu kulkee roottoreista syntyvän törmäystilavuuden läpi, on riippuvainen edellä mainitun tilavuussuhteen lisäksi mm. linnun koosta ja lentonopeudesta, voimaloiden lukumäärästä ja pyörimis- nopeudesta. Esitettyjen parametrien lisäksi törmäyskuolleisuuden arvioinnissa käytetään ns. väistökeroa eli arviota väistävien osuudesta mikä vaihtelee lajeittain.

2.2 Lähtöarvoja

Mallinnuksissa roottorin halkaisija on 158 metriä, syvyys 4 metriä, sen pyörimisnopeus 10 kierrosta minuutista ja pyörivän 75 % ajasta. Merikotkan pituus 0,8 m, siipien kärkiväli 2,2 m (BTO 2018) ja lentonopeus 13 m/s

(Alerstam ym. 2007). Merikotkan törmäysriskiksi sen lentäessä pyörivän roottorin läpi saadaan 6,4 %. Riskikorkeudella 80-250 metriä lentävien osuutena käytetään satelliittiseurannoilla maanpäällä merikotkille todettua 28 % (Tikkanen ym. 2018).

Merikotkan kohdalla Bandin mallille on suositeltu väistökertoimena käytettävän 95 % (Scottish Natural Heritage 2010). Tämä väistävien osuus voi olla oikeansuuntainen tasomallia käytettäessä. Tilamallia käyttäessä kokemukset Suomesta osoittavat, että 95 % liioittelee törmäysriskiä (kts luku 7.4).

3. LENTOREITEISTÄ

Merikotkien lentoreittejä ei ole kirjattu kartalle, eikä niiltä osin esitetä tarkennusta verrattuna YVA-vaiheeseen. Pyhäjoen rannikkoseudulla hyviltä näkymäpaikoilta kaukoputkea käyttäen on päivittäistä monen merikotkan näkyminen yhtä aikaa. Tilanteen hallitseminen ja lentoreittien piirtäminen yksilökohtaisesti ovat tästä syystä käytännössä mahdotonta toteuttaa. Tarkkailuissa sen sijaan kiinnitettiin huomiota etenkin merikotkan lentoaktiivisuuteen ja -määriin hankealueella. Kustakin havainnosta arvioitiin lentoaika hankealueella, lentosuunta, ohituspuoli ja etäisyys, arvioitiin, onko kyse muuttavasta/paikallisesta sekä pyrittiin määrittämään ikä.

Lähireviiri oli luonnollisesti erityisseurannassa. Reviirin yksilöiden erottelu muista merikotkista oli usein vaikeaa. Keskeisiltä havainnointipaikoilta (kuten myös hankealueelta) etäisyys pesimäpaikalle on useita kilometrejä. Esimerkiksi saalistuslentoja ei voitu havaita kattavasti. Tavallista olivat kuitenkin merikotkakoiraan lennot hankealueen ohi sen lounaispuolella itäkaako-länsiluoteissuuntaisesti.

4. PUSKAKORVENKALLION TUULIPUISTON TÖRMÄYSRISKI REVIIRILLE

4.1 Lentoaktiivisuus

Kaikkien merikotkien vuoden lentomääräksi hankealueella (11,2 neliökilometriä) arvioitiin YVA:n yhteydessä 280 tuntia. Arvio perustui hankealueella havaittujen merikotkien yhteiseen lentoaikaan (n.16h), mikä suhteutettiin havainnointiaikaan (n.250h) ja tämä edelleen vuoden valoisan ajan pituuteen (n.4380h) ts. $16h/250h \cdot 4380h$. Kaikkien kirjattujen havaintojen lentoajasta muuttavien osuudeksi arvioitiin 27 % ja paikallisten (ei-muuttavien) osuudeksi 73 %. Paikallisiksi arvioituista jälleen tunnisteista 64 % koski aikuisia lintuja. Aikuisten lintujen lennoista suurimman osan arvioitiin muodostuvan lähireviiriltä. Kuukausittain verrattaessa havainnointitehoa suhteutettuna satelliittimerikotkien lentoaktiivisuuteen voidaan tarkentaa vuosittaista lentomääräarviota 250 tuntiin. Merikotkat ovat lennossa aktiivisimmin nimenomaan keväällä ja syksyllä, jolloin havainnointia oli eniten.

YVA-vaiheessa reviirin merikotkien lentoaika hankealueella ei erikseen arvioitu, vaan arvioidaan tässä yhteydessä. Merikotkaparin reviirillä oloajaksi arvioidaan seitsemän kuukautta (maaliskuu - syyskuu). Ei tiedetä, kuinka suuri osa kirjatuista aikuisista yksilöistä koski reviirin lintuja. Muiden lähimpien vakiintuneiden (noin 10 kilometrin päässä sijaitsevien) reviirien yksilöiden liikkuminen Puskakorvenkallion alueella on vain satunnaista. Sen sijaan pesimättömästä rannikkoseudulla seilaavasta ikäluokasta huomattava osa on höyhenpuvultaan aikuisen kaltaisia, varsinkin kauempaa kaukoputken läpi katsottaessa. Arvioidaan karkeasti, että 50-90 % havainnoista aikuisista koski lähireviirin paria. Nämä yhdistelmällä saadaan arvioksi maastohavaintojen pohjalta, että merikotkaparin lentoaika pesimäkaudella Puskakorvenkallion tuulivoima-alueella oli 47-83 tuntia.

Merikotkien lentomääräarviota tuulivoima-alueella on syytä tarkastella vielä tarkemmin. Havainnointi painottui hyvän näkyvyyden säälle (aamun ja iltapäivän välille) ja voimakkaalle muuttopäiville. Talvella ja huonossa näkyvyydessä havainnointia ei juuri ollut. Näistä syistä kaikkien merikotkien keskimääräinen lentoliikkeitä oli havainnointiaikoina suurempaa kuin todellisuudessa oli valoisa aikana. Toisaalta aina hankealueella lentävää merikotkaa ei havaittu, mikä taas vähentää laskennallista lentotiheyttä verrattuna todellisuuteen. Havainnointikeväänä 2015 pari oli reviirillä, mutta ei vielä pesinyt. Siten reviirin lentoaktiivisuus lienee ollut korkeampi kuin pesivän parin kohdalla (jolloin naaras oleilee tiiviisti pesällä). Kaikki tekijät huomioiden voidaan olettaa, että lentomäärät ovat todennäköisesti enemmän yliarvioita kuin aliarvioita ja näin ollen varovaisuusperiaatteiden mukaisia. Yhteisvaikutustarkastelua varten gps-merikotkien pohjalta kehitetyllä mallilla (kts. luku 5.1.) saadaan hankealueelle reviirikotkien lentoaktiivisuudeksi 22 tuntia, mikä myös otettiin laskelmaan.

4.2 Tulokset

Riski laskettiin 16 voimalalle 11,2 neliökilometrin alueella. Lentoaikana käytettiin 22-83 tuntia. Bandin mallilla reviirin törmäyskuolleisuusennusteeksi saatiin 98% väistöllä 0,05-0,17 yksilöä vuodessa eli yksi kuolemaan johtanut törmäys 6-20 vuotta kohden (taulukko 1). Aikuisen merikotkan vuosittaiseksi elossasäilyvyydeksi mainitaan 0,936 (BTO 2018). Törmäysmallinnuksen perusteella yhden merikotkan (koiraan tai naaraan) elossasäilyvyyssennuste laskisi 0,85-0,91:een.

Taulukko 1. Merikotkareviirille saatu törmäysriski (yks./v) mallin* ja maastohavaintojen pohjalta Bandin mallilla.

lento- määrä	99 %	98 %	95 %
22h*	0,02	0,05	0,11
47h	0,05	0,10	0,25
83h	0,09	0,17	0,43

5. YHTEISVAIKUTUKSISTA MUODOSTUVA TÖRMÄYSRISKI REVIIRILLE

5.1 Lentoaktiivisuus reviirillä

Maastohavainnointi ei yksinään mahdollista yhteisvaikutuksen arviointia, sillä reviirin merikotkat liikkuvat laajalla alueella, myös havaittavuusalueiden ulkopuolella. Lentoaktiivisuuden arvioinnissa hyödynnettiin yleistä merikotkista saatua satelliittidataa. Kesällä 2018 aiemmin poikasena edelleen toimivalla satelliittilähettimellä varustettu koiras pesi Iin kunnassa. Muutoin tietävästi pesiville merikotkille ei ole onnistuttu asentamaan lähettäjiä. Laskelmassa oletettiin lähireviirin parin lentoaktiivisuuden vähenevän etäisyyteen pesään samansuuntaisesti (viranomaisliite) kuin Iin reviirillä (Tikkanen, kirj.). Reviirien olosuhteet kuitenkin poikkeavat. Luultavasti pesivät yksilöt suosivat/karttavat reviirillään elinympäristötekijöitä samansuuntaisesti kuin pesimättömät esiäikuiset (vrt. RSF-malli). Etäisyyden lisäksi laaditussa mallissa arvioitiin, että lennoista 2/3 suuntautuu meren suuntaan ja 1/3 maalle (viranomaisliite). Satelliittiseurattujen esiäikuisten merikotkien lentoaktiivisuus valoisana aikana on noin 10 prosenttia (Tikkanen, kirj.). Reviirin parin lentoaktiivisuus oletettiin samaksi. Näin seitsemän kuukauden "pesimäajan" valoisalla ajalla merikotkaparille (2yks x 0,10 x 3475h) saatiin yhteensä 695 lentotuntia. Pesinnän onnistuessa reviirin lennoista suurin osa muodostuu koiraalta, joka myös liikkuu naarasta laajemmalla.

5.2 Tulokset

Riski laskettiin 10 kilometrin säteellä pesästä sijaitseville voimaloille jakaen ne kahden kilometrin vyöhykkeille suhteessa pesäpaikkaan. Kymmenen kilometrin säteelle pesästä sijoittuu seitsemän eri tuulivoimapuistoa ja yli 80 rakennettua tai suunniteltua voimalaa. Riskiä laskiessa voimaloiden teknisinä ominaisuuksina käytettiin samoja lähtöarvoja kuin Puskakorvenkallion hankkeessa. Viranomaisliitteessä kuvattuun lentoajan jaotteluun sovitettiin Bandin mallia, törmäyskuolleisuusennusteeksi saatiin 98 % väistöoletuksella rakennettujen osalta 0,05 yksilöä vuodessa eli yksi kuolemaan johtanut törmäys 20 vuotta kohden. Yhdessä suunniteltujen voimaloiden kanssa törmäysriskiksi muodostui 0,34 yksilöä/vuodessa eli yksi törmäys kolmessa vuodessa (taulukko 2). Pesäpaikkaa lähimpänä olevan yksittäisen tuulipuiston osuus kokonaisriskistä oli 61 %, Puskakorvenkallion 13 % ja muiden yhteensä 26 %.

Aikuisen merikotkan vuosittaiseksi elossasäilyvyydeksi mainitaan 0,936 (BTO 2018). Törmäysmallinnuksen perusteella kaikkien tuulivoimaloiden toteutuessa reviirin yhden merikotkan (koiraan tai naaraan) elossasäilyvyyssennuste laskisi 0,77:een.

Taulukko 2. Suunnitellun tuulivoiman yhteinen törmäysriski (yks./v) reviirille Bandin mallilla

Voimalat	99 %	98 %	95 %
rakennetut	0,02	0,05	0,12
suunnitellut	0,14	0,29	0,72

Yhteensä	0,17	0,34	0,84
-----------------	------	-------------	------

6. KOKEMUKSIA TUULIVOIMAN VAIKUTUKSISTA REVIIREILLE

Kalajoella on seurattu merikotkareviiriä, jonka pesä sijoittui kaavoitetulle myöhemmin rakennetun tuulivoima-alueen sisään. Pesäpaikka on myöhemmin vaihtunut tuulivoima-alueen reunalle, ollen edelleen voimaloiden välittömässä läheisyydessä. Reviirin kohdalla em. kaltainen laskennallinen törmäysriski olisi korkea, moninkertaisesti korkeampi kuin vaikka Puskakorvenkallion alueella. Reviiri on säilynyt ja tuottanut poikasia menestyksekkäästi 2018. Muita reviireitä Pohjois-Pohjanmaalla ei tiedetä olleen tuulivoimapuistojen välittömässä vaikutuspiirissä.

Suomessa tuulivoiman sijoittuminen merikotkan pesimäreviirin läheisyyteen on havaittu heikentävän tilastollisesti merkittävästi merikotkan pesimämenestystä (Balotari-Chiebao ym. 2015). Syitä ei tunneta, mutta mahdollisena pidettiin pesintöjen menetyksiä aikuisten törmättyä voimaloihin. Toisaalta tätä havaittua yhteyttä voidaan pitää myös suhteellisen lievänä.

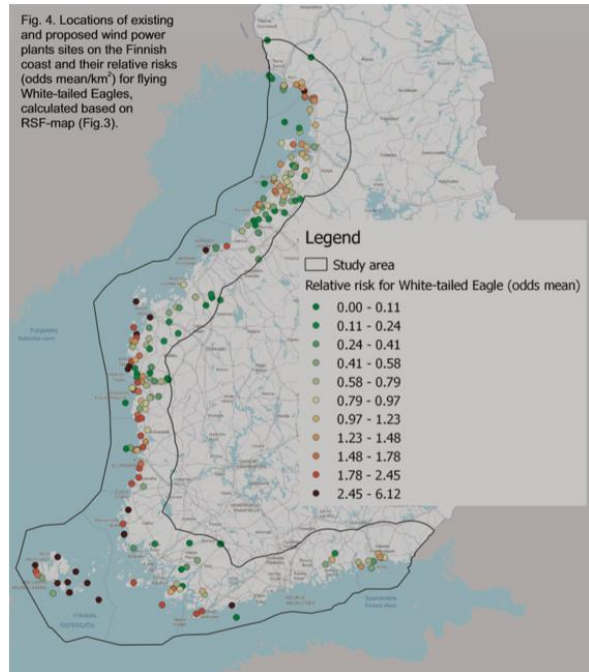
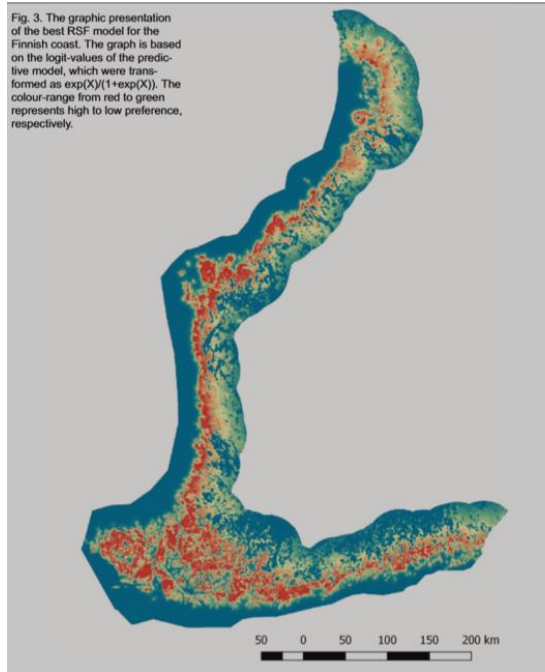
Lentopoikasten kohdalla (Balotari-Chiebao ym. 2016.) mainitun tutkimuksen valossa Puskakorvenkallion tuulivoimapuiston arvioidaan haitattomaksi, sillä lähimmät voimalat ovat yli kolmen kilometrin etäisyydellä, eivätkä sijoitu meren ja pesäpaikan väliin.

7. YHTEISVAIKUTUKSET MUUTTAVILLE JA KIERTELEVILLE MERIKOTKILLE

7.1 Teoriaa

Suomessa laaditun (Tikkanen ym. 2018) esiaikuisten merikotkien satelliittipaikannuksiin perustuvan elinympäristömallin (RSF) avulla voidaan ennustaa lentävien merikotkien liikkeitä rannikolle (maksimissaan 40 km rantaviivasta). Tälle alueelle keskittyy noin 80 % sekä Suomeen suunnitelluista tuulivoimapuistoista ja sama osuus merikotkien pesimäkannasta. Malli ennusti lentohabitaatin valinnan 83 % luotettavuudella. Esiaikuiset merikotkat suosivat synnyinpesänsä läheisyyttä, merenrantoja, rikkonaista saaristoa ja kosteikkoja ja välttävät meren ulappa-alueita, rakennettuja/muutettuja ympäristöjä kuten taajamia, huvilakeskittymiä, teollisuutta ja peltoja. Aineiston ja mallin avulla muodostettiin esiintymistodennäköisyyksiä kuvastamaan törmäysriskejä, Suomen rannikolle suunnitelluille ja rakennetuille tuulivoima-alueille (kuva 1).

Eri ympäristötyyppien suosimisesta/välittelemisestä sekä lentokorkeuksien eroista johtuen, suunniteltujen/rakennettujen tuulivoima-alueiden suhteelliset riskit eroavat toisistaan jopa yli tuhatkertaisesti Suomen rannikolla. Malli toimii työkaluna maankäytön suunnittelussa ja vaikutusten arvioinneissa esim. etsittäessä tuulivoimapuistoille soveltuvia ja merikotkille haitattomimpia alueita.



Kuva 1. RSF-mallin mukaan esiäikeisten merikotkien habitaattivalinta (suosii punaista, välttää sinistä) ja sen perusteella arvioitu lentoaktiivisuus rakennetuilla ja suunnitelluilla tuulivoima-alueilla (Tikkanen ym. 2018).

7.2 Lentoaktiivisuus Puskakorvenkallion hankealueella

Kuten edelle tuotiin esille kaikkien merikotkien vuoden lentomääräksi hankealueella (11,2 neliökilometriä) arvioitiin 250 tuntia (kohta 4.1.). Kun poistetaan lähireviirin lennot, joiden lentomääräksi arvioitiin 22-83 tuntia, maastohavaintojen pohjalta lentomääräksi muodostuu 167-228 tuntia. Populaatiomallilla arvioidun pesimättömän kannan (Ramboll 2016), gps-aineistosta saadun keskimääräisen lentoajan (610 h/v) ja elinympäristömallin avulla pesimättömien merikotkien lentomääräksi Puskakorvenkallion alueella muodostuu keskimäärin 9,8 tuntia per neliökilometrillä eli 110 tuntia. Molempiin laskentatapoihin liittyy epävarmuustekijöitä, joihin nähden tulokset ovat linjassa toisiinsa. Kuten tuotiin esille (kohta 4.1.) maastohavainnoista tehty arvio todennäköisesti yliarvioi hankealueella merikotkien lentoaktiivisuutta.

7.3 Tulokset Puskakorvenkallion hankealueella

Riski laskettiin 16 voimalalle 11,2 neliökilometrin alueella. Lentoaikana käytettiin 110-228 tuntia. Bandin mallilla reviirin törmäyskuolleisuusennusteeksi saatiin 98% väistöllä 0,23-0,48 yksilöä vuodessa (taulukko 3.) eli yksi kuolemaan johtanut törmäys 2-5 vuotta kohden.

Taulukko 3. Ei-pesiville merikotkilla mallilla* ja maastohavainnoista saatu törmäysriski (yks/v.) Puskakorvenkallion osalta Bandin mallilla.

lento- määrä	99 %	98 %	95 %
110h*	0,11	0,23	0,57
167h	0,17	0,35	0,87
228h	0,24	0,48	1,19

7.4 Kaikkien Pohjois-Pohjanmaan tuulipuistojen riski ja Puskakorvenkallion osuus

Tuulivoima-alueiden pohjana käytettiin Pohjois-Pohjanmaan liitolta kesällä 2016 saatuja aineistoja, joihin sovitettiin RFS-mallia. Tämän jälkeen suunnitelmat ovat jonkin verran muuttuneet, tv-alueita on poistunut ja tullut lisää, voimalamäärät muuttuneet, mutta mallinnuksen tulokseen vaikutus on pieni. Maakuntakaava vahvistettiin 2018. Tässä yhteydessä roottoreina käytettiin keskiarvoa 133 metriä ja riskikorkeutena 150-200 metriä, jolle välille 27 % voimaloista sijoittuu. Maakuntakaavan alueille käytettiin oletusta kaksi voimalaa neliökilometrillä, silloin kun voimalamäärä ei ollut ilmoitettu.

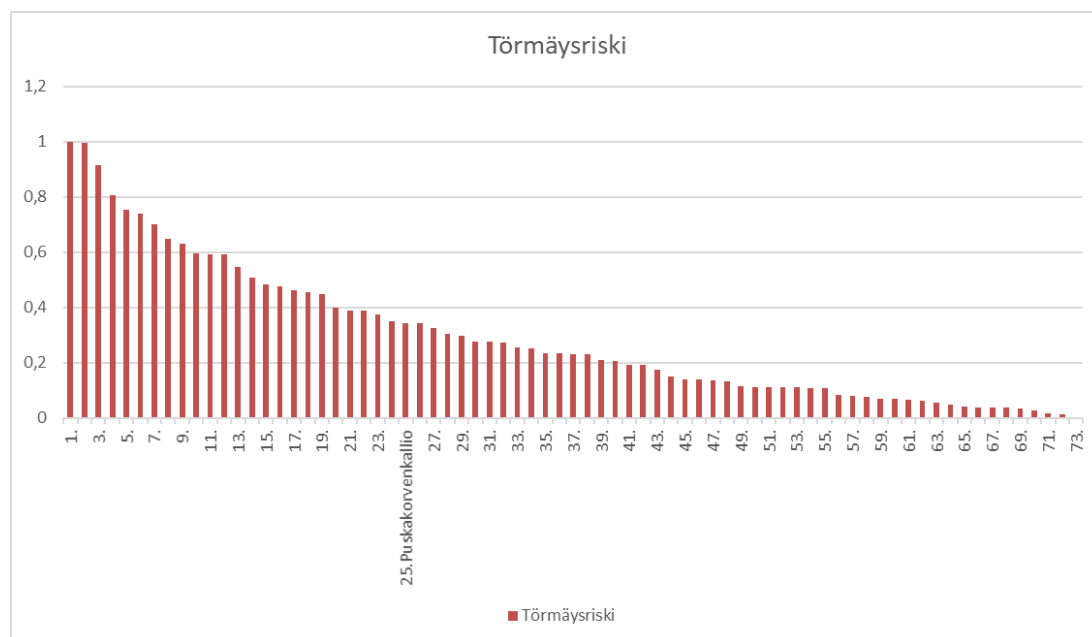
Todellista törmäysriskiä on syytä pohtia saatuihin kokemuksiin perustuen. Todennäköisesti lentotiheysarvot tuulivoima-alueiden välillä ovat vertailukelpoisia. Samoin kunkin voimala-alueen aiheuttaman törmäysriskin voidaan arvioida olevan melko suoraviivaisesti riippuvainen merikotkien lentotaajuudesta ja voimaloiden määrästä. Näin ollen, jos mallinnukseen voitaisiin syöttää väistävien osuus luotettavana tietona, saataisiin myös varsin luotettava arvio maakunnan tuulivoiman kumulatiivisesta törmäysriskistä merikotkalle. Vaikka mallinnuksen kaikissa lähtöarvoissa on epätarkkuutta, väistökertointa "säätämällä" muut virhelähteet periaatteessa olisi mahdollista kumota. Kalajoen/Pyhäjoen – Iin/Simon linnustoseurannoissa olleiden tuulivoimapuistojen törmäyskuolleisuus esiakuiselle pesimättömälle merikotkakannalle 98 % väistökerroimella olisi mallin mukaan reilut 2 yksilöä vuodessa. Neljän seurantavuoden (FCG 2017) aikana törmänneitä merikotkia löytyi kuusi (1,5yksilöä/vuosi). Siten arvioidaan, että 98 % väistökerroin on varovaisuusperiaatteen mukainen. Useimmat tuulivoimala-alueista on viime vuosina rakennettuja, joten pitkäaikaista kokemusta ei ole saatavilla. Nykyiset löydöt törmäyksistä viittaavat siihen, että mallinnukseen valituilla lähtöoletuksella ja parametreilla 95 % väistöoletus liioittelee merikotkien törmäysriskiä. Vastaavasti 99 % väistöoletus saattaa olla aliarvio, varsinkin kun huomioidaan, että törmänneitä merikotkia on voinut jäädä löytymättä.

Käytettäessä 98 % väistöoletusta elinympäristömallin mukaan kaikille toteutuneilla tuulivoimaloilla (241kpl) törmäyskuolleisuus olisi 4,2 yksilöä/vuodessa ja kaikille maakunnan tuulivoima-alueille mahtuvien voimaloiden (noin 2000 voimalaa/PPO-liitto) noin 12 yksilöä vuodessa (taulukko 4). Merikotkan kohdalla kuolleisuus sen muuttoreitin varrella kaiken suunnitellun tuulivoiman toteutuessa saattaisi olla korkeampi kuin maakuntaliiton selvityksessä (Sito oy 2016) on arvioitu (Pohjois-Pohjanmaa 2,5 yks./vuosi). Mihin viittaa myös Pyhäjoen-Simon seuranta-alueilta (FCG 2 017) löydettyjen törmäysuhrien määrä (1,5 törmäystä/vuosi/160 voimalaa). Mikäli törmäystaajuus olisi tasaisen sama koko maakuntakaavan mahdollistamalla voimalamäärällä törmäyksiä kertyisi vuosittain noin 20. Nykyiset, rakennetut voimalat sijoittuvat kuitenkin keskimääräistä riskialttiimmille paikoille, lähelle rannikkoa, verrattuna koko Maakunnan tuulivoimaan.

Taulukko 4. Bandin mallilla saatu törmäyskuolleisuusennuste (yks/vuosi) merikotkalle Pohjois-Pohjanmaan tuulivoima-alueilla elinympäristömallin tuottaman lentoaktiivisuuden perusteella.

Voimalat	99 %	98 %	95 %
Toteutuneet	2,1	4,2	10,5
Suunnitellut + varaukset	3,7	7,4	18,6
Yhteensä	5,8	11,7	29,1

Puskakorvenkallion aiheuttama ennustettu kuolleisuus maakunnan tuulivoiman ennustetusta kokonaisuuskuolleisuudesta on pienehkö (kuva 2). Myöskään merikotkan lentotiheys ei ole mallinnuksella korkeimmasta päästä, alueen sijoituessa suhteellisen etäälle rannikosta. Käytetyillä parametreilla Puskakorvenkallion osuus on vain noin 1,8 % törmäysriskistä.



Kuva 2. RSF-mallilla Pohjois-Pohjanmaan tuulivoima-alueiden muodostamat törmäysriskit verrannollisessa tarkastelussa, jossa riskialttein alue saa arvon 1. Puskakorvenkallio sijoittuu tuulipuistojen joukossa tässä vertailussa sijalle 25.

7.5 Vaikutukset merikotkapopulaatioon

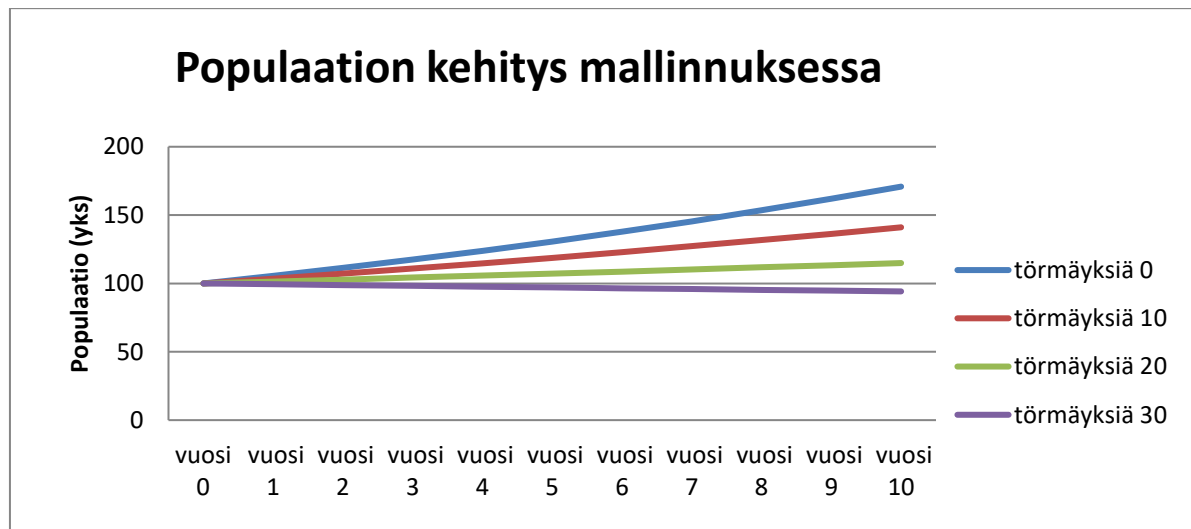
Merikotkalla kannan kasvu vuosina 2001-2012 on ollut Suomessa keskimäärin noin 5,5 % vuosittain (EIONET-tietokanta). Pohjois-Pohjanmaalla muutos on ollut tätäkin suurempi, koska merikotkia pesi vielä viime vuosituhannen lopulla Perämeren rannikolla hyvin vähän. Valtaosa Pohjois-Pohjanmaalla tavattavista merikotkista on pesimättömiä kierteelijöitä. Kierteelijöitä esiintyy vuoden ympäri, mutta kevätmuutto ja syysmuutto ovat olemassa olevia ilmiöitä.

Merikotkien poikastuoton keskiarvot Suomessa vuosina 1977-2017 ovat 1,41 rengastusikäistä poikasta/onnistunut pesintä ja 0,86 86 poikasta/pari kun huomioidaan myös pesimättömät parit ja varhain epäonnistuneet pesinnät. (Ollila 2015).

Tuulivoiman aiheuttaman lisäkuolleisuuden vaikutusta havainnollistettiin populaatiomallinnuksella, joka huomioi lajin poikastuoton ja eri ikäluokkien kuolleisuudet. Tarkastelu tehtiin oletuksella, että Pohjois-Suomen merikotkapopulaatio olisi suljettu, eikä se saisi täydennystä muualta. Käytännössä näin ei ole, vaan koko Suomen kanta voidaan lukea kuuluvaksi samaan Fennoskandian populaatioon. Rajaus on tässä yhteydessä perusteltua sikäli, että tuulivoimaloita sijoittuu merikotkien esiintymisalueille muuallakin sekä Suomessa, että Ruotsissa ja Norjassa. Koska näiden tuulivoima-alueiden sijainneista ei ole kattavasti tietoa, on tarkastelu perusteltua tehdä maakunnan tasolla.

Työssä käytettiin populaatiomallia, johon sijoitettiin Pohjois-Suomen merikotkapopulaation keskimääräinen poikastuotto 0,86 (Ollila 2015). Nuorten lintujen säilyvytydet ovat yleensä alhaisemmat kuin vanhojen. Kirjallisuustietojen mukaan säilyvytydet ovat vaihdelleet eri populaatioissa 0,72-0,95 nuorilla ja 0,9-0,95 aikuisille (mm. Saurola 2003 ja Korsman 2012). Populaatiomallissa oletettiin nuorten yksilöiden vuosittaiseksi elossa säilyvytydeksi 0,86 ja aikuisten säilyvytydeksi 91 %. Näillä arvoilla käytetty malli tuotti merikotkapopulaatiolle 2000-luvulla toteutuneen noin 5,5 % vuosikasvun.

Törmäysmallinnusten mukaan maakunnan maalle suunniteltuihin tuulivoima-alueisiin laajimpana toteutuessa törmäisi 98 % väistöoletuksella 12 merikotkaa. Oletuksena populaatiomallissa on, että Pohjois-Pohjanmaalla törmäyskuolleisuudesta valtaosa (2/3) kohdistuisi pesimättömään ikäluokkaan (2-5 kalenterivuoden lintuihin), jotka liikkuvat enemmän. Populaatiomallin mukaan noin 100 parin merikotkakannan, mikä vastaa suuruudeltaan Pohjois-Suomen kantaa, kasvu puolittuisi. Kuvassa 3 on esitetty populaatiomallin tuottama ennuste eri suuruisilla törmäyskuolleisuuksilla.



Kuva 3. Mallinnuksen mukaan Pohjois-Suomen muuttavan merikotkakannan (alun perin 100 yks). kehitys erilaisilla vuosittaisilla lisäkuolleisuuksilla.

Sietokykyyn vaikuttaa oleellisesti kannan nykyisen kasvun suuruus. Laskelmassa oletettiin kannan tulevaisuudessa kasvavan nykyisellä lähes 6 %:n vuosivauhdilla. Mikäli tämä suuntaus ei muutu muista tekijöistä johtuen, törmäys- populaatiomallinnuksen mukaan kaikkien tuulivoima-alueiden toteutumisenkaan ei estäisi kantaa yhä kasvamasta, joskin hidastaisi kasvua. Mallinnuksia tarkastellessa on huomioitava, että maakunnan merikotkakanta ei ole suljettu populaatio vaan tulevaan kehityksen vaikuttavat ratkaisevasti laajemman alueen kannan kehitys ja elinolosuhteet.

8. PÄÄTELMÄT

Merikotkan lähimmän reviirin pesä sijoittuu yli kolmen kilometrin etäisyydelle ja siten yli suositusten mukaisen kahden kilometrin suojavyöhykkeen. Etäämmälle reviirille on jo rakennettu ja pesää lähemmäksi on suunnitella muita tuulivoimahankkeita. YVA-selostuksessa tuotiin esille, että reviirin autioitumista tai pesäpaikan siirtymistä pidettiin mahdollisena tuulivoimahankkeiden yhteisvaikutuksena, mutta Puskakorvenkallion hankkeen osuutta pidettiin pienenä.

Nyt tehdyt törmäysmallinnukset osoittivat, että reviirille kohdistuu tuulivoimahankkeista korkea yhteinen törmäysriski. Puskakorvenkallion osuus oli mallin mukaan pieni. Toisaalta on todellisia havaintoja, että merikotkareviiri voi olla tuottava myös tuulivoiman vaikutuspiirissä, huolimatta laskennallisesti korkeasta riskistä.

Maastohavaintojen pohjalta laskettuna törmäysriski olisi reviirille tiukimman tarkastelun mukaan korkea myös Puskakorvenkallion hankkeesta yksin (noin kerran kuudessa vuodessa), mutta tätä voidaan kuitenkin pitää epätodennäköisenä, kun verrattuna todellisiin kokemuksiin ja siihen, että hanke ei sijoitu keskeisille saalistusreiteille. Todennäköisesti maastohavainnoista muodostettu lentomääräarvio ja siitä reviirille tulkittu osuus on yliarvio havainnoinnin kohdistuessa enimmäkseen merikotkien otollisille lentosäille.

Muilta osin merikotkille YVA-vaiheessa hankkeen aiheuttama voimalakohtainen törmäysriski arvioitiin olevan suunnilleen samaa luokkaa kuin Pyhäjoelle-Kalajoelle jo rakennetuilla voimaloilla. Maastohavaintojen pohjalta lentomäärästä ei ole saatavilla vertailukelpoista tietoa. Tässä hyödynnetyn, vertailukelpoisen elinympäristömallin perusteella Puskakorvenkallio sijoittuu Pohjois-Pohjanmaan tuulivoimapuistojen joukossa niiden aiheuttaman törmäysriskin perusteella (joihin vaikuttaa lentotiheys ja voimaloiden määrä) sijalle 25, ollen selvästi vähemmän riskialtis rannikon kohteisiin verrattuna. Toisaalta maastohavaintojen perusteella laskettu lentomäärä ja samalla laskennallinen törmäysriski muodostui korkeammaksi kuin em. mallilla. Tätä törmäysriskiä on kuitenkin perusteltua pitää yliarviona, kun sitä verrataan rakennetuissa tuulipuistoissa todennettuihin törmäysuhrien määrään.

Mallinnuksiin mm. käytettäviin lähtöarvoihin liittyy aina runsaasti epävarmuuksia. Yhdessä maastohavainnoinnin kanssa tässä hyödynnetyn merikotkien lentoaktiivisuutta kuvaavan elinympäristömallin ja rakennetuista tuulivoimapuistosta saadut kokemukset törmäyskuolleisuudesta mahdollistivat selvästi aiempaa luotettavamman tarkastelun tuulivoiman todellisista vaikutuksista lajille. Myös tulevaisuudessa tuulivoimahankkeet rakentuvat vähitellen, jona aikana tietämys merikotkapopulaation sietokyvystä edelleen paranee.

Maakunnallisessa yhteisvaikutustarkastelussa kaiken tuulivoiman toteutuessa laajimmillaan, mallinnusten perusteella tuulivoimarakentaminen saattaa olla merikotkakannan kasvua rajoittava. Juuri Puskakorvenkallio ei kuitenkaan ole tehtyjen mallinnusten ja muualta saatujen todellisten havaintojen valossa lähimmälle reviirille tai muiltakaan osin merikotkille erityisen riskialttiiksi katsottavia alueita.

9. LÄHTEET

- Alerstam, Thomas, Rosén, Mikael, Bäckman, Johan, Ericson, Per GP & Hellgren, Olof (2007). Flight speeds among bird species: allometric and phylogenetic effects. *PLoS Biol* 5(8): e197.
- Band, W, Madders, M. & Whitefield, D. 2007: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: Lucas, M. , Janss , G. & Ferrer, M. 2007 (ed.): *Birds and wind farms. Risk Assessment and mitigation*: 259-275.
- Band, W., Madders, M. & Whitefield, D. 2013: Assessing collision risks. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 1.9.2013]. Saatavissa: <<http://www.snh.org.uk/strategy/renewable/sr-we00a1.asp>>
- Balotari-Chiebao, F., Brommer, J., Niinimäki, T. & Laaksonen, T. 2015: Proximity to wind power plants reduces the breeding success of the white-tailed eagle. — *Animal Conservation* 19: 265–272.

- Balotari-Chiebao, F., Villers, A., Ijäs, A., Ovaskainen, O., Repka, S. & Laaksonen, T. 2016: Post-fledging movements of White-tailed Eagles: Conservation implications for wind-energy development. — *Ambio* 45: 831–840.
- BTO (2018). BirdFacts. < <https://app.bto.org/birdfacts/results/bob2430.htm> > (Viitattu 11.1.2019).
- EIONET (2018). Species trends at the Member State level. Satavilla: < <https://bd.eionet.europa.eu/article12/report?period=1&country=FI> > (viitattu 11.1.2019).
- FCG Finnish Consulting Group Oy (2017). Puskakorven tuulivoimapuisto- rakennettujen tuulivoimapuistojen linnustovaikutusten seuranta Kalajoen ja Pyhäjoen alueella. Smart Windpower Oy / Puskakorven tuulivoima Oy.
- Korsman, J., A. Schipper, H.J. Lenders, R. Foppen, A. Hendriks 2012: Modelling the impact of toxic and disturbance stress on white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) populations. *Ecotoxicology* (2012) 21:27–36.
- Ollila, T. 2015: Raportti maakotkan, muuttohaukan, tunturihaukan sekä Oulun ja Lapin läänien merikotkien pesinnöistä vuonna 2015. Metsähallitus, luontopalvelut, 12 s.
- Ramboll Finland Oy 2016. Torvenkylän ja Pohjois-Pohjanmaan tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset linnustoon.
- Saurola, P., Stjernberg, T., Högmänder, J., Koivusaari, J., Ekblom, H. & Helander, B. 2003: Survival of juvenile and subadult Finnish White-tailed Sea Eagles in 1991–1999: a preliminary analysis based on resightings of colourringed individuals. – In Helander, B., Marquiss, M. & Bowerman, W. (eds.): *Sea Eagle 2000*.
- Sito Oy (2016). Tuulivoimarakentamisen vaikutukset muuttolinnustoon Pohjois-Pohjanmaalla.
- Selvitys Pohjois-Pohjanmaan 3. vaihemaakuntakaavaa varten. Pohjois-Pohjanmaan maakuntaliitto 2016. 55 s. + liitteet.
- Tikkanen, H., Balotari-Chiebao, F., Laaksonen, T. Pakanen, V.M. & Rytkönen, S. 2017. Habitat use of flying subadult White-tailed Eagles (*Haliaeetus albicilla*): implications for land use and wind power plant planning. *Ornis Fennica* 95: 137–150. 2018.
- WWF Suomi 2018. Merikotkien poikaset laskettiin jälleen – kanta ei kasva enää ”perinteisillä” alueilla Saatavilla: <https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Merikotkien-poikaset-laskettiin-jalleen---kanta-ei-kasva-ena--perinteisilla--alueilla-3561.a>