

Kangaslammin tuuli- ja aurinkovoima- hanke, Parkano ja Ikaalinen

LIITE 7A. MAAKOTKAN TÖRMÄYSMALLINNUS

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Aineisto ja menetelmät	2
2.1	Käytettävä termistö.....	2
2.2	Elinympäristömalli.....	4
2.3	Törmäysmalli	5
2.4	Populaatiovaikutukset ja vaikutusten merkittävyys	7
2.5	Maastoselvitykset.....	8
3	Tulokset ja vaikutusten arviointi.....	11
3.1	Elinympäristömalli.....	11
3.2	Törmäysmalli	13
3.3	Sähkönsiirron suunnitelmien vaikutukset.....	14
3.4	Maastoselvitykset.....	14
4	Yhteisvaikutukset.....	15
4.1	Tuulivoimaloiden yhteisvaikutukset.....	15
4.2	Sähkönsiirron yhteisvaikutukset	17
5	Epävarmuustekijät ja hankkeen jatkosuunnittelu	17
6	Vaikutusten lieventäminen ja kompensatio	18
7	Kirjallisuus	20

14.11.2025

1 Johdanto

Parkanon ja Ikaalisten kaupunkeihin suunnitellun Kangaslammin tuuli- ja aurinkovoimahankkeen hankealue sijoittuu maakotkareviirille (Metsähallitus 2024). Samalle reviirille sijoittuvat myös Takakangas-Pihlajaharjun luvitettu hanke sekä Haitinkankaan vireillä oleva tuulivoimahanke.

Tämä raportti on Kangaslammin tuuli- ja aurinkovoimahankkeen ympäristövaikutusten arviointiin (YVA) sekä sen kaavoitukseen liittyvä asiakirja. Suurten petolintujen tarkemmat inventointitiedot sekä esiintymien nykytila ovat viranomaisen julkisuudesta annetun lain (621/1999, 24 §, 1 mom.) nojalla salassa pidettäviä, koska tiedon julkisuus saattaisi vaarantaa kyseisten lajien suojelua. Asiakirjasta on laadittu salassa pidettävä osa.

Maakotka (eli kotka, tätä lyhyempää muotoa käytetään raportissa maakotkan synonyymina) on uhanalaisuusluokituksestaan vaarantunut (VU, *vulnerable*) (Hyvärinen ym. 2019) ja lisäksi se kuuluu EU:n lintudirektiivin liitteen I lajeihin (2009/147/EC). Vuonna 2021 päivitettyssä Luonnon-suojeluasetuksessa (17.6.2021/521) kotka on luokiteltu uhanalaiseksi. Vielä edellisessä asetuksessa laji oli luokiteltu erityisesti suojeltavaksi lajiksi. Kotka kuuluu suuriin petolintuihin, joiden pesäpuut ovat luonnonsuojelulain nojalla rauhoitettu.

Maakotkalla on laaja reviiri, ja tuulivoimarakentaminen saattaa vaikuttaa reviirin elinympäristöihin ja saalistusalueisiin, aiheuttaa häiriötä linnuille sekä riskin törmätä tuulivoimaloihin ja voimajohtoihin. **Maakotka tulee huomioida erityisellä tarkkuudella sellaisissa tuulivoimahankkeissa, jossa rakentamista suunnitellaan sen reviireille**, koska maakotka on pitkäikäinen ja hitaasti lisääntyvä laji. Myös Ympäristöministeriön tuulivoimarakentamista koskeissa ohjeissa (Ympäristöministeriö 2016 a ja b) todetaan muun muassa, että suurten petolintujen, kuten maakotkan, pesäpaikkojen suojelutarve on otettava huomioon suunnittelussa.

Metsähallitus vastaa maakotkan suojelusta ja valtakunnallisesta seurannasta Suomessa. Metsähallitus myös määrittelee kullekin tiedossa olevalle reviirille ”reviiripolygonin”. Kyseinen reviiri on noin 35 000 hehtaaria. Kangaslammin hankealue (joka on kokonaisuudessaan noin 2 750 hehtaaria) kattaa noin 8 % reviiristä. (liite 7B, kuva 1)

Kangaslammin hankkeessa on esitetty kolme vaihtoehtoa tuulivoimalasijoittelulle: TV1 jossa on 19 voimalaa (liite 7B, kuva 2), TV2 jossa on 18 voimalaa (liite 7B, kuva 3) ja TV3 jossa on 11 tuulivoimalaa (liite 7B, kuva 4). Kaikissa tuulivoimavaihtoehtoissa kaikki tuulivoimalat sijoittuvat reviirille. Kangaslammin voimaloiden suunniteltu kokonaiskorkeus on enintään 300 metriä. Tuulivoimavaihtoehtoissa TV1 ja TV2 napakorkeus on 210 metriä, roottorin halkaisija 180 metriä ja lavan pituus 90 metriä. Tuulivoimavaihtoehdossa TV3 napakorkeus on 200 metriä, roottorin halkaisija 200 metriä ja lavan pituus 100 metriä.

Samalle reviirille sijoittuvat myös Takakangas-Pihlajaharjun ja Haitinkankaan tuulivoimahankkeet. Tässä raportissa arvioidaan yhteisvaikutuksia Kangaslammin ja Takakangas-Pihlajaharjun hankkeiden kesken. Haitinkankaan suunniteltujen voimaloiden vaikutusalue (250 m säde voimalan ympärillä) ei ylety reviirille ja sitä ei sen vuoksi arvioida tämän raportin yhteisvaikutuksissa.

Takakangas-Pihlajaharju sijoittuu Kangaslammin hankealueen pohjoispuolelle noin kahdeksan kilometrin etäisyydelle Kangaslammin hankealueesta, ja alueelle on esitetty 12 tuulivoimalaa,

14.11.2025

joista 11 sijoittuu reviirille. Tässä raportissa Takakangas-Pihlajaharjun voimalapaikat on esitetty hankkeen YVA-selostuksen mukaisesti, ja voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 300 metriä, napakorkeus 200 metriä, roottorin halkaisija 200 metriä ja siiven pituus 100 metriä.

Lisäksi alueelle on suunniteltu sijoitettavaksi aurinkovoimaa enintään 148 hehtaaria (ha). Aurinkovoima-alueita on hankealueen keskiosassa Mustanevan ja Kangaslammin alueilla sekä eteläosassa Rukonevan alueella. Aurinkovoima-alueet sijoittuvat osittain turvetuotanto-alueille. Aurinkovoima toimii tuulivoiman liitännäishankkeena. Törmäysriskiä aurinkovoimaloihin kotkalla ei ole, mutta aurinkovoima-alueet vähentävät kotkan saalistusalueita ja muuta elinympäristöä. Aurinkovoiman vaikutuksia maakotkaan ei ole tarkasteltu tarkemmin osana tätä raporttia. Aurinkovoiman vaikutuksia linnustoon arvioidaan osana YVA-selostusta.

Tuuli- ja aurinkovoima-alueelle tarkastellaan 1–2 sähköaseman ja akkuteknologiaan perustuvan sähkövaraston sijoittamista, ja sähkö siirretään tuuli- ja aurinkovoimaloilta sähköasemalle maakaapeleilla. Sähkönsiirron verkkoliityntää varten rakennetaan uusi 110 kV:n tai 400 kV:n ilmajohto. Vaihtoehdot SVE1 ja SVE2 hyödyntävät Fingrid Oyj:n Kristiinankaupunki-Nokia voimajohtohanketta. Vaihtoehdossa SVE1 rakennetaan noin 28 km pitkä 110/400 kV:n voimajohto tuuli- ja aurinkovoima-alueelta pohjoiseen, ja voimajohto liittyy kantaverkkoon Fingrid Oyj:n suunnitteilla olevalle uudelle sähköasemalle Parkanon pohjoisen suunnittelualueen kautta. Vaihtoehdossa SVE2 rakennetaan noin 18 km pitkä 110/400 kV:n voimajohto tuuli- ja aurinkovoima-alueelta itään, ja voimajohto liittyy kantaverkkoon Fingrid Oyj:n suunnitteilla olevalle uudelle sähköasemalle Parkanon eteläisen suunnittelualueen kautta. Vaihtoehdossa SVE3 rakennetaan noin 12 km pitkä 110 kV:n voimajohto tuuli- ja aurinkovoima-alueelta kaakkoon, ja voimajohto liittyy sähköverkkoon Leppäkosken sähkö Oy:n Paununperän sähköasemalla Caruna Oy:n Teiharju-Parkano 110 kV voimajohtoon. Kaikki reittivaihtoehdot sijoittuvat sekä Parkanon että Ikaalisten alueille.

Tässä raportissa noudatetaan niitä kotkaselvitysten ja vaikutusten arviointien periaatteita, jotka on kuvattu Metsähallituksen laatimassa raportissa *"Hyvät käytännöt tuulivoimahankkeista maakotkalle aiheutuvien vaikutusten selvittämisessä ja arvioinnissa. Esimerkkiraportti: Nimetömänkankaan tuulivoimapuiston vaikutukset maakotkareviireihin"* (Tikkanen (toim.) 2022). Raportissa käytettyyn elinympäristömalliin perustuen on arvioitu kotkien riskiä törmätä alueelle suunniteltuihin tuulivoimaloihin sekä kotkien käyttämien saalistusalueiden muuttumista hankkeen toteuttamisen jälkeen. Elinympäristömallin perusteella arvioidaan Kangaslammin suunnitellun tuulivoimahankkeen vaikutuksia alueen kotkareviireille.

Raportin on laatinut FM biologi Aku Pakarinen sekä FM ympäristöasiantuntija Tuuli Lahin FCG Rakennettu Ympäristö Oy:stä.

Salassa pidettäviä kuvia (liite 7B, kuva 1, kuva 2, kuva 3, kuva 4)

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Käytettävä termistö

Elinympäristömalli: selostettu tarkemmin kappaleessa 2.2. Elinympäristömallin avulla pyritään laskemaan kotkan laskennallinen lentoaika tietyllä alueella mahdollisimman realistisesti.

14.11.2025

Törmäysmalli: selostettu tarkemmin kappaleessa 2.3. Kun elinympäristömallin perusteella on laskettu kotkan laskennallinen lentoaika tietyllä alueella (esim. voimalabufferilla), pystytään voimalan dimensioiden ja linnun ominaisuuksien perusteella laskemaan törmäysmalli, eli laskennallinen todennäköisyys törmätä pyöriviin lapoihin.

Reviiripolygoni: Metsähallituksen määrittelemä alue, jonka sisään todennäköisimmin kotkapaarin liikkuminen sijoittuu. Polygonin kokoon ja muotoon vaikuttavat etenkin mahdolliset ympäröivät kotkareviirit. Mikäli muita reviireitä ei lähialueella ole, polygoni on lähtökohtaisesti noin ympyrän muotoinen alue, jonka keskelle reviirin pesä / vaihtopesät sijoittuvat. Vaikutuksia arvioitaessa lasketaan, kuinka suuren osan reviiripolygonista alla olevat alueet / vyöhykkeet kattavat.

Ydinreviiri: Ydinreviirillä käsitetään tässä yhteydessä reviirin ydinosien alue, missä suuri osa kotkan lennoista tapahtuu. Kotkalla se on tyypillisesti noin 10 % koko reviiristä. Myös esitetyissä elinympäristömallinnuskartoissa, missä keskeiset liikkumisalueet on esitetty sitä punaisemalla värillä, mitä enemmän liikkumista arvioidaan tapahtuvan, punaiset alueet kattavat n. 10 % reviiristä pesän ympärillä. Kun reviirillä on useampia vaihtopesiä, mallinnus esitetään siten, että eri pesäpaikkojen mallinnukset on yhdistetty samalle kartalle. Näin ollen karttakuvia tulee tulkita siten, että punaisella esitetyt alueet tulkitaan reviirin ydinalueiksi, koska pesintä voi tapahtua eri vaihtopesissä eri vuosina, mutta yhden pesimäkauden aikana tapahtuva liikkuminen keskittyy kartoissa esitettyä aluetta suppeammalle alueelle.

Aurinkovoima-alue: hanketoimijan määrittelemä raja, jonka sisään aurinkovoimapaneelit sijoittuvat.

Hankealue: hanketoimijan määrittelemä raja, jonka sisään aurinko- ja tuulivoima-alueen rakenteet, mukaan lukien sähkönsiirto, sijoittuvat.

Tuulivoima-alue: hanketoimijan määrittelemä raja, jonka sisään tuuli- ja aurinkovoimalat sijoittuvat. Tuuli- ja aurinkovoima-alue on esitetty esim. raportin kuvissa. Tuuli- ja aurinkovoima-alue voi olla hyvinkin suurpiirteinen ja kattaa vaihtelevan suuruisia alueita suhteessa suunniteltuihin voimaloihin, minkä vuoksi tarvitaan myös alla olevia käsitteitä.

Voimalavyöhyke: käytetään arvioitaessa kotkan elinympäristöön ja saalistusalueille kohdistuvia vaikutuksia sekä saalistusalueen menetystä. Voimalavyöhykkeellä tässä yhteydessä tarkoitetaan tuulivoimaloiden lähiympäristöä (1 000 metrin halkaisija eli 500 metrin säde voimalasta) sekä näiden vyöhykkeiden väliin jääviä alueita. Koska kotkien tiedetään ensisijaisesti välttävän tuulivoimaloita ja niiden kokonaisuuden aluetta, voimalavyöhykkeellä kuvataan sitä alaa, joka laskennallisesti poistuu kotkan käytettävissä olevasta saalistusalueesta reviirillään.

Voimalabufferi: käytetään laskettaessa törmäysriskiä. Raportissa törmäysriski lasketaan ns. voimalabufferista, jolla tarkoitetaan 250 m säteellä (eli 500 m halkaisija) olevaa aluetta tuulivoimalan ympäristössä. Tässä tilassa lentäessään kotkalla on siis riski törmätä pyöriviin lapoihin. Elinympäristömallilla lasketaan, kuinka kauan (h) laskennallisesti kotka lentää voimalabufferin alueella, ja sen perusteella lasketaan voimalan ominaisuuksien (lapakorkeus, lapojen dimensiot, pyörimisnopeus) ja linnun itsensä ominaisuuksien (linnun mitat ja lentonopeus) perusteella todennäköisyys törmätä lapoihin.

14.11.2025

2.2 Elinympäristömalli

Kotkareviirien lintujen liikkumisen mallintamiseen sekä törmäyslaskelmien ja vaikutusten arviointien pohjana hyödynnettiin maakotkan elinympäristömallia, joka on kehitetty Metsähallituksen ja Oulun yliopiston tutkijoiden yhteistyönä (Tikkanen ym. 2018). Alkuperäinen malli perustui yhdeksän suomalaisen satelliittikotkan paikannustietoihin viime vuosilta, mutta mallia ja sen luotettavuutta on sittemmin paranneltu ja sen soveltuvuutta eri alueille on kasvatettu analysoimalla lisää satelliittikotkien paikannusaineistoja (Tikkanen (toim.) 2022). Jokaisesta yksittäisestä paikannuspisteestä on laskettu paikkatietoanalyysiin perustuen elinympäristön ominaisuusarvoja. Elinympäristön ominaisuusarvot on saatu yhdistämällä paikannuspisteisiin erilaisia avoimia paikkatietoaineistoja, kuten Maanmittauslaitoksen ja Luonnonvarakeskuksen (LUKE) aineistoja sekä Suomen ympäristökeskuksen Corine-maanpeiteaineistoja. Elinympäristömallissa on huomioitu muun muassa seuraavia muuttujia: etäisyys pesäpaikalle, etäisyys väkituiseen asutukseen, asutuksen määrä kilometrin vyöhykkeellä, maaston kaltevuuskulma, puuston ikä, harvapuustoisten alueiden määrä, vesistöt ja soiden reuna-alueiden määrä.

Elinympäristömallissa jokaisella rasterikartan pikselillä on tietty, logistisen regressioanalyysin kautta laskettu ominaisuusarvo (*odds*), joka kertoo, suosiiko vai vältteleekö kotka tiettyjä maastonkohtia verrattuna satunnaispisteisiin. Arvoa 1 suuremmat arvot ovat alueita, joita kotka käyttää mallin mukaan satunnaispisteitä enemmän ja vastaavasti tätä pienempien arvojen alueita kotka käyttää vähemmän.

Elinympäristömallinnuksen tulosten mukaan merkittävin lentomäärään vaikuttava tekijä on etäisyys pesään. Elinympäristöjen osalta kotkat suosivat mm. soiden reunoja, jyrkkiä rinteitä sekä harvapuustoisia alueita ja iäkkäitä metsiä. Kotkat välttelevät selkeimmin asutusta ja vesistöjä. Elinympäristömalliin perustuvat rasterin pikselikohtaiset lentomäärät on laskettu kaikille Suomen kotkareviireille. Jokaisella reviirillä kotkayksilöiden käyttäytyminen voi jossain määrin poiketa mallin ennustamasta. Etenkin paikallisella ravintotilanteella ja ravinnon jakautumisella reviirin alueella on merkittävä vaikutus kotkien liikkumiseen. Malli kuitenkin ennustaa kohtuullisen luotettavasti (yli 80 % tarkkuudella) kotkien liikkeitä verrattuna satunnaisotantaan. Vastaavan elinympäristömallin on havaittu ennustavan toteutuneita ison kaartelevan petolinnun tuulivoimalatörmäyksiä paremmin kuin pelkän etäisyyden pesäpaikasta käyttäminen törmäysten ennustamisessa (Murgatroyd ym. 2021).

Satelliittikotkien paikannusaineistosta on pystytty laskemaan paitsi kotkien liikkumista reviirillä, myös niiden lennossaoloaika sekä lentokorkeuksia (Tikkanen ym. 2018). Aineiston perusteella kotkapari on lennossa reviirillään keskimäärin noin 1 150 tuntia vuodessa (Tikkanen (toim.) 2022). Lentoaika jaetaan elinympäristömallin tuottamien *odds*-arvojen mukaisesti rasterikartan pikseleille, jolloin saatava kartta kuvaa kotkan lentoaikaan reviirin eri osissa. Tästä saadaan laskettua kotkan lentoaika hankealueella sekä tuulivoimaloiden läheisyydessä, jotka ovat seuraavassa vaiheessa laskettavan törmäysmallin olennaisia lähtötietoja.

Valmis elinympäristömalli tässä työssä tarkastelluille kotkareviirille sekä reviirien rajat on saatu käyttöön Metsähallitukselta.

14.11.2025

2.3 Törmäysmalli

Törmäysmallinnukseen käytettiin Bandin *ns. tila-mallia*, joka sopii reviirillään liikkuvien lintujen törmäysten mallintamiseen (ks. tarkempi teoria, Band ym. 2007). Päiväpetolintujen, osalta tarvitaan arvio siitä, kuinka kauan yksilöt viettävät aikaa tutkittavassa ilmatilassa (esim. tuulivoimalan roottorin läheisyys) ja millä korkeudella ne liikkuvat suhteessa tuulivoimaloihin (Ympäristöministeriö 2016 b). Törmäysmallissa tutkittavan alueen ilmatilavuus (V_w) suhteutetaan tutkittavan ilmatilan sisällä olevien tuulivoimaloiden roottorien yhteistilavuuteen (V_r) (kuva 1), jonka lisäksi malli huomioi linnun lentoon käyttämän ajan tutkittavassa ilmatilassa (t_{bs}), linnun lentonopeuden (v) sekä ajan (t), joka linnulla menee sen lentäessä roottoritilavuuden (V_r) läpi. Mallin ensimmäisen vaiheen lopputuloksena saadaan estimaatti ($p(l)$) niiden lentojen lukumäärästä, jotka kulkevat tietyssä aikana (esim. yksi vuosi) roottorien yhteistilavuuden läpi.

$t = (d + l) / v$; missä d = roottorin syvyys, l = linnun pituus ja v = linnun lentonopeus

$V_r = nr \times \pi r^2 \times (d + l)$; missä nr = tuulivoimaloiden lukumäärä

$p(l) = n \times (V_r / V_w) / t_{bs}$; missä n = lintujen lukumäärä tutkittavassa tilassa

Tila-mallilla siis arvioidaan linnun todennäköisyyttä lentää roottoreiden ilmatilan läpi linnun lentäessä tutkittavan alueen ilmatilassa satunnaisesti tietyn ajan tietyllä nopeudella (kuva 1). Todennäköisyys, jolla lintu lentää roottoreiden ilmatilan läpi, muodostuu tutkittavan alueen ilmatilavuuden sekä roottorien yhteenlasketun ilmatilavuuden suhteesta (kuva 1) sekä mm. linnun koosta ja lentonopeudesta. Tässä törmäysmallinnuksessa tutkittavan ilmatilan muodostavat eri tuulivoimavaihtoehdot TV1, TV2 ja TV3 siten, että voimaloiden ympärille asetettiin 500 m halkaisijaltaan oleva vyöhyke. Kotkan käyttämä aika voimaloiden läheisyydessä määritettiin tämän ympyrän alueelta. Näin laajan ympyrän käyttäminen lentoajan laskentaan liioittelee kotkan käyttämää aikaa tuulivoimalan välittömässä läheisyydessä ja sisältää varovaisuusperiaatteen mukaista lähestymistapaa. Lentoaika myös muuttuu suhteessa tutkimusikkunan pinta-alaan (500 m voimalabufferi), jolloin tutkimusikkuna skaalautuu samassa suhteessa ja voimalabufferin laajuudella ei ole niin suurta merkitystä lopputuloksen kannalta.

Törmäysmallinnuksen toisessa vaiheessa lasketaan linnun todennäköisyys törmätä alueelle suunniteltuihin tuulivoimaloihin, missä estimaatti roottorien yhteistilavuuden läpi kulkevista lennoista ($p(l)$) kerrotaan linnun todennäköisyydellä törmätä tuulivoimalaan. Mallissa käytetty laskennallinen törmäystodennäköisyys perustuu lintujen fyysisiin mittoihin sekä lentonopeuteen ja tuulivoimaloiden teknisiin ominaisuuksiin. Törmäystodennäköisyys on laskettu mallintamiseen kehitetyn Excel-taulukon avulla (Scottish Natural Heritage 2010a, Band 2007 & 2012).

Mallin kolmannessa vaiheessa lopputulokseen lisätään vielä erilaisia mallin realistisuutta parantavia muuttujia, kuten törmäyskorkeudella lentävien lintujen osuus, lintujen väistökerroin (Scottish Natural Heritage 2010b) sekä oletus tuulivoimaloiden vuotuisesta käyttöasteesta.

14.11.2025

Mallinnuksessa tulee käyttää suunniteltujen voimaloiden mahdollisimman realistisia tietoja, koska voimalakohtaiset parametrit (etenkin roottorin koko) vaikuttavat suuresti mallinnuksen lopputulokseen. Tässä mallissa hyödynnetään parasta käytettävissä olevaa tietoa kokonaiskorkeudeltaan 300 m korkeasta tuulivoimalasta, jollaisia ei tällä hetkellä ole vielä rakennettu, mutta kokoa käytetään yleisesti suunniteltaessa ja kaavoitettaessa uusia tuulivoima-alueita. Törmäysmallissa tuulivoimavaihtoehtoisissa TV1 ja TV2 roottorin halkaisija on 180 m ja lavan maksimileveys 4,3 m. Tuulivoimavaihtoehtoisessa TV3 roottorin halkaisija on 200 m ja lavan maksimileveys 4,3 m. Kaikissa kolmessa vaihtoehtoisessa roottorin maksimipyörimisnopeudeksi määriteltiin Metsähallituksen laatiman raportin (Tikkanen (toim.) 2022) mukaisesti 10,5 kierrosta minuutissa ja lavan tasokulmaksi (*blade pitch*) määriteltiin 6°. Kyseinen lavan tasokulma perustuu suunniteltavien voimaloiden valmistajalta saatuihin tietoihin, ja se ottaa huomioon voimalakoon kasvun nykyisiin toteutettuihin voimaloihin verrattuna. Mallin kolmannessa vaiheessa laskentaan on lisätty arvio tuulivoimaloiden käyttöasteesta, jonka tässä tapauksessa on oletettu olevan Metsähallituksen laatiman raportin (Tikkanen (toim.) 2022) mukaisesti 75 %.

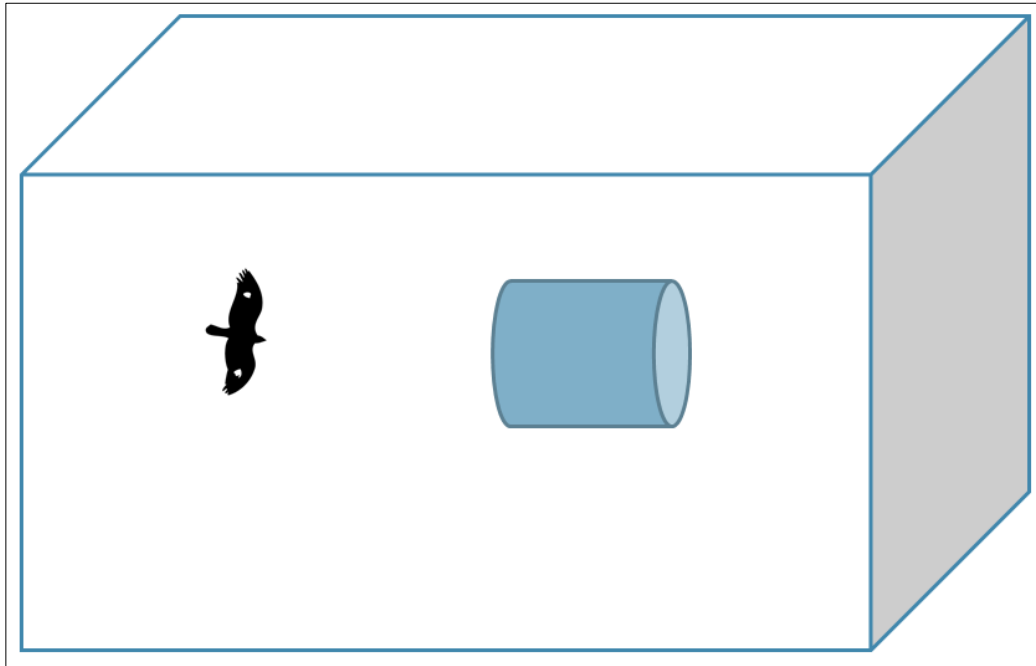
Maakotkan pituutena käytettiin mallinnuksessa 0,8 m ja siipien kärkivälinä 2,2 m (https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_eagle). Maakotkan lentonopeutena käytettiin 13 m/s (Alerstam ym. 2007). Törmäysmallissa kotkien oletettiin lentävän noin 27 % ajasta tuulivoimaloiden törmäyskorkeudella eli 120–300 m korkeudelle vaihtoehtoisissa TV1 ja TV2 ja 100–300 m korkeudella vaihtoehtoisessa TV3. Tämä perustuu suomalaisten satelliittimaakotkien todellisiin lentokorkeuksiin (Tikkanen, julkaisematon). Tässä raportissa on käytetty maakotkan väistökertoimenä 99 %, joka on ulkomaalaisten tutkimusten perusteella suositeltu väistökerroin maakotkalle (kuvaava sekä tuulivoimapuistoa että yksittäisiä roottoreita väistävien lintujen osuutta) (Whitfield 2009). Korkeampiakin väistökertoimia on esitetty tutkimuksiin perustuen, koska maakotka ei käytettävissä olevan tiedon perusteella ole lainkaan yhtä herkkä törmäämään tuulivoimaloihin kuin esimerkiksi merikotka. Käytetty väistökerroin hyvin todennäköisesti yliarvioi todellisia törmäyksiä ja noudattaa siten varovaisuusperiaatteen mukaista lähestymistapaa.

Edellä mainittujen kotkan ominaisuustietojen sekä tuulivoimaloiden kokotietojen perusteella valmiin Excel-taulukon (Scottish Natural Heritage 2010a, Band 2007 & 2012) antama törmäystodennäköisyys maakotkalle on 8,86 %. Tämä tarkoittaa sitä, että noin 91 % toiminnassa olevan tuulivoimalan roottorialan läpi lentävistä linnuista lentää roottorin läpi vahingoittumattomana ja vajaa 9 % linnuista osuisi lapoihin. Osuman oletetaan aina olevan linnulle kuolettava.

Kotkien reviiri-kohtainen lentoaika hankealueella arvioitiin elinympäristömallilla. Törmäyslaskelmat tehtiin erikseen kaikille tuulivoimavaihtoehtoisille. Elinympäristömallin ja törmäysmallin kautta on mahdollista osoittaa ne tuulivoimalat, jotka poistamalla tai siirtämällä törmäysmallinnuksen tulos jää alle määritellyn merkittävien vaikutusten raja-arvon ja yksistään tarkasteltu tuulivoimahanke olisi siten tätä tulkintaa käyttäen maakotkan kohdistuvien vaikutusten osalta toteuttamiskelpoinen. Tässä lähestymistavassa täytyy kuitenkin huomioida elinympäristömallin tarkkuus, jossa kotkan liikkumista kuvaavan rasterikartan tarkkuus on 100 x 100 m pikselikoko.

Tässä työssä käytetyllä törmäysmallilla arvioidaan nimenomaan kotkien mahdollisia törmäyksiä tuulivoimaloihin. Muihin tuulivoimapuiston oheisrakenteisiin kuten sähkönsiirron voimajohtoihin tapahtuvia törmäyksiä ei ole mahdollista arvioida törmäysmalleihin perustuen, eikä vastavalmalleja ole olemassa muuallakaan maailmassa. Rengastuslöytöjen perusteella kotkien kuitenkin tiedetään törmäävän paikoin myös voimajohtoihin, minkä lisäksi kotkalla on mahdollisuus saada niistä kuolettava sähköisku.

14.11.2025



Kuva 1. Havainnekuva Bandin ns. tila-mallista, jossa kotka lentää tutkittavassa ilmatilassa (kuutio) lennokäyttäytymismalliin perustuvan ajan, joka suhteutetaan kotkan viettämään aikaan tuulivoimaloiden roottorien yhteistilavuutta kuvaavassa tilassa (lieriö).

2.4 Populaatiovaikutukset ja vaikutusten merkittävyys

Kun törmäysmallinnuksen avulla on saatu arvio tuulivoimaloiden aiheuttamasta lisääntyneestä kuolleisuudesta tietyn alueen maakotkapopulaatiolle, voidaan lisäkuolleisuuden merkitystä tarkastella populaatiotasolla poikastuoton ja eri luokkien säilyvyysarvoista johdetun populaatiomallin avulla.

Tuulivoimahankkeen vaikutus kotkareviireille tulkitaan merkittäväksi silloin, kun reviiri on vaarassa autioitua hankkeen toteuttamisen seurauksena. Aikuisten kotkien törmäminen tuulivoimalaan arvioidaan suurimmaksi riskiksi kotkareviirin autioitumiselle, mutta myös saalistusaluiden mahdollisella muutoksella hankkeen seurauksena voi olla merkittävä vaikutus kotkareviirin säilymiseen pidemmällä aikajaksolla. Voidaan arvioida, että mikäli reviirin aikuiset linnut säilyvät elossa ja reviiri pysyy myös muutoin elinvoimaisena (reviiri pystyy tuottamaan poikasia vakaan kotkakannan edellyttämällä tavalla, tai ainakin samalla tasolla kuin ennen hankkeen toteuttamista) on kotkaparilla mahdollisuus asuttaa reviiriä myös tuulivoimahankkeen toteuttamisen jälkeen.

Populaatiomallin lähestymistavassa tarkastellaan tässä raportissa ensisijaisesti aikuisten kotkien elossasäilyvyyttä ja tuulivoimaloiden aiheuttaman lisäkuolleisuuden vaikutuksia aikuisten kotkien elossasäilyvyyteen. Populaatiovaikutuksia mallinnettiin populaatiomallilla, jossa muutujina käytettiin parasta saatavilla olevaa tietoa Suomen maakotkakannasta sekä joiltain osin muualta maailmasta johdettavissa olevaa tietoa. Populaatioanalyysin periaatteet on selostettu tarkemmin raportissa *"Hyvät käytännöt tuulivoimahankkeista maakotkalle aiheutuvien*

14.11.2025

vaikutusten selvittämisessä ja arvioinnissa. Esimerkkiraportti: Nimettömänkankaan tuulivoimapuiston vaikutukset maakotkareviireihin” (Tikkanen (toim.) 2022).

Lähtökohtana törmäysvaikutusten merkittävyyden tulkinnalle on, että yksittäinen reviiri pysyy elinvoimaisena. Merkittävän törmäysvaikutuksen rajana käytetään tässä työssä Nimettömänkankaan raportissa määritettyä 0,06 yksilöä/vuosi (kotkaparin yhteinen riski, eli 0,03 yksilöä / vuosi). Tämä tarkoittaisi laskennallisesti noin kahta törmäystä tuulivoimahankkeen elinkaaren eli noin 30 vuoden aikana.

On syytä huomioida, että törmäysmallinnuksen tuottamat luvut (törmäystä / vuosi) ovat ennen kaikkea todennäköisyyksiä, jotka perustuvat mallinnusten olettamuksiin. Todennäköisyydet ennustavat toteutuvia törmäyksiä paremmin suuremmassa populaatiossa, kun taas pienessä populaatiossa ja yhden reviirin kohdalla sattumalla voi myös olla suuri vaikutus lopputuloksiin. Myöskään kotkapopulaation todellista sietokykyä kuolleisuuden lisääntymiselle tai esimerkiksi tuulivoimarakentamisen aiheuttamalle saalistusalueiden muutokselle ei tunneta riittävän luotettavasti. Ympäristöministeriön ohjeiden mukaan merkittävien vaikutusten mahdollisuutta arvioitaessa on syytä noudattaa varovaisuusperiaatetta. Myös Suomen korkeimman hallinto-oikeuden vuosikirjapäätös (2015) tukee varovaisuusperiaatteen soveltamista luonnonsuojelun 73 § tahallisen häirinnän kieltämisen soveltamisessa energiatuotantohankkeissa maakotkien pesien läheisyydessä.

2.5 Maastoselvitykset

Luontopalvelut Flava suoritti maakotkan maastoselvitykset. Tarkkailua suoritettiin hankealueella vuosina 2024 ja 2025 Metsähallituksen ohjemäärien mukaisesti. Maastotöitä suorittivat Aleksanteri Mikkola (AMi), Lassi Kangasmäki (LK), Marko Ollila (MO), Niklas Paulaniemi (NP) ja Valtteri Rosenberg (VR). Havaintopäivätaulukossa (taulukko 1) käytetään yllä olevia havainnointijalghenteitä.

Vuoden 2024 puolella havainnointi aloitettiin kesäkuussa, josta sitä jatkettiin aina syyskuulle. Maakotkatarkkailun tarpeen tullessa ilmi vasta hieman myöhässä tarkkailua jatkettiin aina 2025 kesäkuun alkuun asti, jotta maakotkan kannalta kaikkina oleellisina kuukausina saatiin suoritettua havainnointia. Maakotka- ja petolintutarkkailun yhteismääräksi muodostui noin 150 h, 24 päivänä. Tarkat havaintopäivät, havainnoijat ja säätiedot löytyvät taulukosta 1.

Taulukko 1. Maastoselvitysten päivämäärät, selvityksen tehnyt henkilö, selvityskellonaika sekä sääolot.

Päivä-määrä	Havain-noija	Kellonaika	Lämpötila alussa °C	Lämpötila lopussa °C	Pilvisyys alussa	Pilvisyys lopussa	Tuuli alussa	Tuuli lo-pussa
19.6.24	NP	10:30-15:50	+15	+15	5/8	7/8	5 m/s SW	5 m/s SW
20.6.24	NP	11:00-15:45	+16	+17	5/8	6/8	5 m/s W	5 m/s W
21.6.24	NP	9:45-13:00	+14	+16	2/8	3/8	5 m/s W	6 m/s W

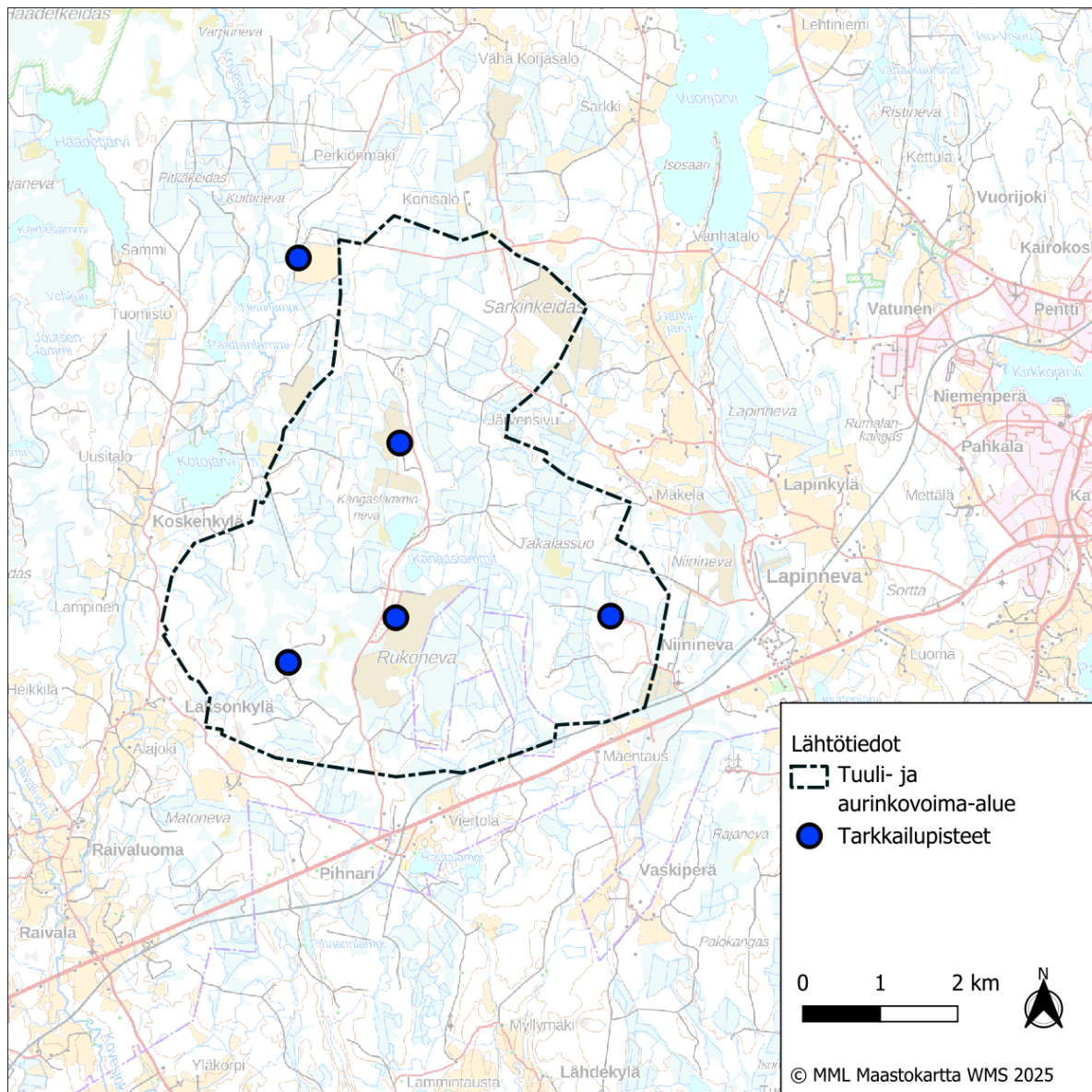
14.11.2025

10.7.24	LK	9:40-15:30	+19	+23	2/8	3/8	1 m/s	2 m/s
15.7.24	NP	9:30-16:30	+19	+17	6/8	7/8	3 m/s S	4 m/s S
18.7.24	VR	11:30-17:30	+19	+18	6/8	8/8	4 m/s S	3 m/s S
25.7.24	VR	10:00-15:00	+21	+20	3/8	8/8	2 m/s SE	2 m/s SE
11.8.24	NP	9:30-13:45	+16	+19	3/8	6/8	4 m/s W	5 m/s W
13.8.24	NP	11.45-16:30	+17	+29	8/8	5/8	3 m/s NW	2 m/s NW
14.8.24	NP	10:00-15:30	+16	+23	8/8	2/8	1 m/s SE	2 m/s SW
20.8.24	LK	9:30-15:00	+16	+18	8/8	6/8	3 m/s S	4 m/s S
21.8.24	LK	9:00-14:50	+14	+23	6/8	4/8	3 m/s S	2 m/s S
3.9.24	LK	9:30-17:00	+14	+18	8/8	5/8	1 m/s S	2 m/s S
9.9.24	NP	8:30-15:30	+13	+22	3/8	0/8	3 m/s SE	6 m/s SE
23.2.25	VR	9:30-16:30	0	+1	8/8	8/8	5 m/s S	4 m/s S
13.2.25	NP	8:45-15:45	-7	-6	1/8	7/8	3 m/s N	4 m/s N
6.3.25	NP	8:45-15:45	+4	+7	7/8	7/8	4 m/s SW	5 m/s W
21.3.25	LK	10:15-17:15	+1	+3	0/8	1/8	1 m/s N	3 m/s N
27.3.25	VR	9:30-16:30	+3	+6	5/8	8/8	4 m/s S	5 m/s SW
3.4.25	LK	10:03- 17:00	+9	+16	2/8	2/8	4 m/s W	8 m/s W
24.4.25	MO	9:00-16:00	0	+7	2/8	6/8	4 m/s N	2 m/s NE
16.5.25	VR	9:00-16:00	+10	+17	1/8	3/8	3 m/s NE	3 m/s N

14.11.2025

27.5.25	LK	9:20-16:20	+13	+17	1/8	3/8	5 m/s SW	6m/s SW
3.6.25	AMi	9:00-16:00	+15	+19	2/8	3/8	3m/s W	4m/s W

Päähavainnointipaikkana käytettiin Rukonevan turvetuotantoalueen pohjoisen puolimmaisien turvekenttien suurta turvekasaa (kuva 2). Kasan päältä avautui hyvä näkökenttä aina lounaasta etelään kautta pohjoiseen. Lännen ja luoteen puolelle näkökenttä oli kohtalainen. Muita täydentäviä havainnointipisteitä olivat Mustasaaren hakkuut, Kangaslamminnevan turvetuotantoalue ja Lampinevan peltoaukea. Lisäksi kerran havainnoitiin itäpuolen louhokselta. Vuoden 2025 puolen selvityksissä havainnointia toteutettiin vain Rukonevan turvetuotantoalueelta.



14.11.2025

Kuva 2. Maastoselvityksen tarkkailupisteet. Hankealueen keskiosissa sijaitseva Rukonevan tarkkailupiste toimi pääasiallisena tarkkailupaikkana.

3 Tulokset ja vaikutusten arviointi

3.1 Elinympäristömalli

Ulkomailla tehtyjen tutkimusten perusteella törmäysvaikutusten ohella merkittäväksi tekijäksi maakotkalla on noussut muutokset lintujen elinympäristössä ja niiden saalistusalueissa, koska maakotkan on havaittu välttävän liikkumista tuulivoimaloiden läheisyydessä ja niiden välisellä alueella (Walker ym. 2005, Itty & Duriez 2018, Fielding ym. 2021)

Kotkareviirin tilannetta tarkasteltiin suhteessa Kangaslammin suunniteltuun tuulivoimapiis-
toon. Reviirin koko on noin 35 400 hehtaaria eli 354 km². Kangaslammin tuulivoima-alue (joka on kokonaisuudessaan noin 2 750 hehtaaria) sijaitsee kokonaisuudessaan kotkareviirillä ja kat-
taa noin 8 % reviiristä.

Salassa pidettävää osuutta 1 (liite 7B)

Kotkat käyttävät ydinreviirin ulkopuolista aluetta vähemmän kuin ydinreviiriä, mutta ravinnon jakautumisesta ja maaston ominaisuuksista riippuen kauempanakin voi olla kotkille tärkeitä alu-
eita. Ydinreviirillä käsitetään tässä yhteydessä reviirin ydinosien alue, jossa suuri osa kotkan lennoista tapahtuu. Kotkalla se on tyypillisesti noin 10 % koko reviiristä, tai alue, jossa tapahtuu noin 50 % kotkan lennoista. Kyseessä olevan reviirin laskennallinen ydinreviiri on noin 39 km², koko reviirin ollessa noin 354 km².

Elinympäristömallin antamaa reviirinkäytön yleiskuvaa tulkittaessa tulee huomioida, että kot-
kien reviirin käyttö alueella voi muuttua myös muun maankäytön, etenkin metsätalouden myötä. Maakotka käyttää saalistukseen myös avohakkuualueita sekä niiden laiteita, ja niitä syn-
tyy alueelle metsätaloustoimissa melko säännöllisesti ja sijainniltaan arvioinnin kannalta verrat-
tain ennustamattomasti. Toisaalta nyt mallinnuksessa mahdollisesti painottuvat avohakkuualue-
et kasvavat vuosien myötä taimikoiksi, jonka myötä kyseisen kohdan merkitys saalistusalu-
eena pienenee. Etäisyys pesäpaikkaan on joka tapauksessa eniten kotkien liikkumista selittävä
tekijä, eli kotkat liikkuvat eniten pesän läheisyydessä.

Salassa pidettävä kuva (liite 7B, kuva 5)

Voimalabuffereilla tarkoitetaan 250 m sädettä voimaloista. Voimalabufferit ovat alueet, jota
käytetään törmäyslaskennoissa. Kaikissa kolmessa Kangaslammin tuulivoimavaihtoehdossa
kaikki voimalat sijaitsevat kotkareviirillä.

- Tuulivoimavaihtoehdossa TV1 on 19 voimalaa (taulukko 2). Voimalabufferien pinta-ala on 373 ha, joka on 1,1 % koko reviirin pinta-alasta. Lentoaika voimalabufferien alueella on 8,5 h/vuosi, joka on 0,7 % koko reviirin lentoajasta.
- Tuulivoimavaihtoehdossa TV2 on 18 voimalaa (taulukko 2). Voimalabufferien pinta-ala on 353 ha, joka on 1,0 % koko reviirin pinta-alasta. Lentoaika voimalabufferien alueella on 6,4 h/vuosi, joka on 0,6 % koko reviirin lentoajasta.

14.11.2025

- Tuulivoimavaihtoehdossa TV3 on 11 voimalaa (taulukko 2). Voimalabufferien pinta-ala on 216 ha, joka on 0,6 % koko reviirin pinta-alasta. Lentoaika voimalabufferien alueella on 3,0 h/vuosi, joka on 0,3 % koko reviirin lentoajasta.

Voimalavyöhykkeellä tarkoitetaan tuulivoimaloiden lähiympäristöä (500 metrin säde) sekä näiden vyöhykkeiden väliin jääviä alueita. Koska kotkien tiedetään ensisijaisesti välttävän tuulivoimaloita ja niiden kokonaisuuden aluetta, voimalavyöhykkeellä kuvataan sitä alaa, joka laskennallisesti poistuu kotkan käytettävissä olevasta saalistusalueesta reviirillään.

- Tuulivoimavaihtoehdossa TV1 voimalavyöhykkeen alue reviirillä on noin 1486 ha (taulukko 2). Voimalavyöhykkeen osuus reviiristä on 4,2 %. Lentoaika voimalavyöhykkeen alueella on 34,2 h/vuosi, joka on 3,0 % koko reviirin lentoajasta.
- Tuulivoimavaihtoehdossa TV2 voimalavyöhykkeen alue on noin 1295 ha (taulukko 2). Voimalavyöhykkeen osuus reviiristä on 3,7 %. Lentoaika voimalavyöhykkeen alueella on 23,4 h/vuosi, joka on 2,0 % koko reviirin lentoajasta.
- Tuulivoimavaihtoehdossa TV3 voimalavyöhykkeen alue on noin 764 ha (taulukko 2). Voimalavyöhykkeen osuus reviiristä on 2,2 %. Lentoaika voimalavyöhykkeen alueella on 10,3 h/vuosi, joka on 0,9 % koko reviirin lentoajasta.

Salassa pidettävää osuutta 2 (liite 7B)

Tuulivoimavaihtoehdossa TV1 elinympäristöjen muutosten, saalistusalueiden muutosten sekä häiriövaikutusten osalta vaikutukset arvioidaan kohtalaisiksi.

Tuulivoimavaihtoehdossa TV2 ja TV3 elinympäristöjen muutosten, saalistusalueiden muutosten sekä häiriövaikutusten osalta vaikutukset arvioidaan vähäisiksi.

Aurinkovoiman vaikutuksia linnustoon on tarkasteltu YVA-selostuksessa. Törmäysriskiä aurinkovoimaloihin kotkalla ei ole, mutta aurinkovoima-alueet vähentävät kotkan saalistusalueita ja muuta elinympäristöä. Koska tässä hankkeessa mahdolliset aurinkovoima-alueet sijoittuisivat miltei kokonaan voimalavyöhykkeelle sekä elinympäristömallin sinisille alueille ja koska niiden pinta-ala tulisi olemaan pieni, kotkaan kohdistuvia vaikutuksia ei ole tarvetta tarkastella erikseen.

14.11.2025

Taulukko 2. Kangaslammin suunnitellun tuulivoima-alueen ja kotkareviirin kotkien lentoaikoja. Voimala-bufferilla tarkoitetaan 250 m sädettä voimalan ympärillä, jota käytetään törmäyslaskennoissa. Voimalavyöhykkeellä tarkoitetaan 500 m sädettä voimaloiden ympärillä ja säteiden väliin jääviä alueita, jotka poistuvat kotkareviiristä (käytetään arvioidessa saalistusalueiden muutosta).

	TV1	TV2	TV3
Kangaslammin tv-alue pinta-ala (ha)	2750		
Voimaloita reviirillä (kpl)	19	18	11
Voimalabufferien pinta-ala (ha)	373	353	216
Voimalabufferien osuus reviiristä %	1,1	1,0	0,6
Lentoaika voimalabuffereilla (h/vuosi)	8,5	6,4	3,0
Lentoajan osuus voimalabuffereilla %	0,7	0,6	0,3
Voimalavyöhyke pinta-ala (ha)	1486	1295	764
Voimalavyöhykkeen osuus reviiristä %	4,2	3,7	2,2
Lentoaika voimalavyöhykkeellä (h/vuosi)	34,2	23,4	10,3
Lentoajan osuus voimalavyöhykkeellä %	3,0	2,0	0,9

3.2 Törmäysmalli

Törmäysmallin kautta tarkasteltuna Kangaslammin tuulivoimavaihtoehdot eivät aiheuta merkittävyydeltään suuria vaikutuksia kotkareviirillä: kotkien lentoaika tuulivoimaloiden välittömässä läheisyydessä (250 m bufferi) on vaihtoehdossa TV1 noin 8,5 h/vuosi, joka tarkoittaa törmäysten lukumäärässä 0,033 yksilöä/vuosi (taulukko 3). Vaihtoehdossa TV2 lentoaika on noin 6,4 h/vuosi ja törmäysten lukumäärä 0,025 yksilöä/vuosi. Vaihtoehdossa TV3 lentoaika on noin 3,0 h/vuosi ja törmäysten lukumäärä 0,014 yksilöä/vuosi. Törmäysmallinnuksen tulos ennustaa siis selkeästi pienempää törmäysriskiä kuin Suomen kotkapopulaatiolle määritelty merkittävien vaikutusten raja-arvo 0,06 yksilöä/vuosi.

Tuulivoimavaihtoehdossa TV1 ja TV2 törmäysvaikutukset reviirillä arvioidaan merkittävyydeltään korkeintaan kohtalaisiksi.

Tuulivoimavaihtoehdossa TV3 törmäysvaikutukset reviirillä arvioidaan merkittävyydeltään korkeintaan vähäisiksi.

14.11.2025

Taulukko 3. Törmäysmallinnuksen tulokset kotkareviirillä. Voimalabuffereilla tarkoitetaan 250 m sädettyä voimaloiden ympärillä.

	TV1	TV2	TV3
<i>Voimaloita reviirillä (kpl)</i>	<i>19</i>	<i>18</i>	<i>11</i>
<i>Lentoaika voimalabuffereilla (h/vuosi)</i>	<i>8,5</i>	<i>6,4</i>	<i>3,0</i>
<i>Törmäyskuolleisuus (yksilöä/vuosi)</i>	<i>0,033</i>	<i>0,025</i>	<i>0,014</i>

3.3 Sähkönsiirron suunnitelmien vaikutukset

Salassa pidettävää osuutta 3 (liite 7B)

Salassa pidettävä kuva (liite 7B, kuva 6)

3.4 Maastoselvitykset

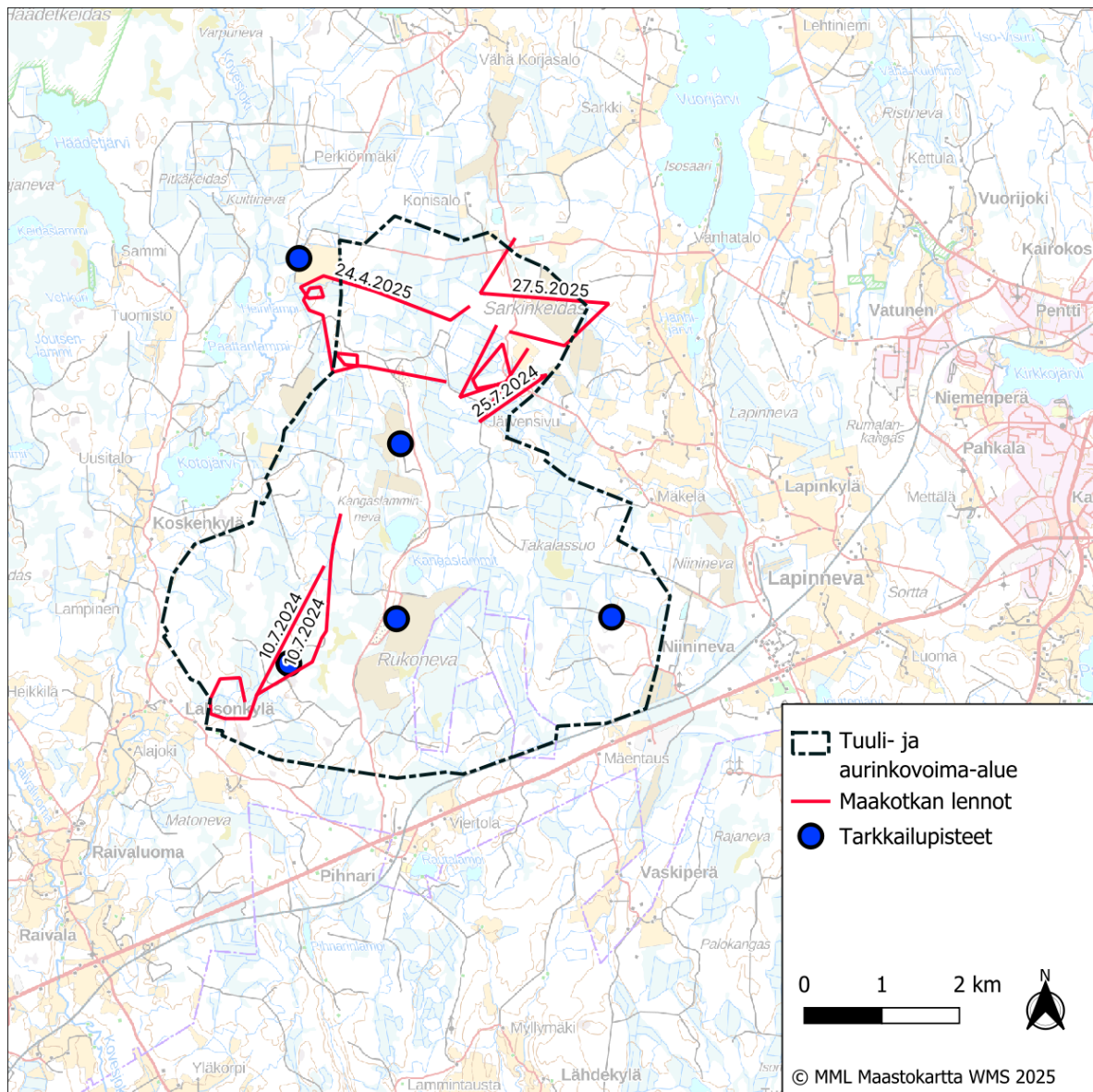
22 havainnointikerran aikana maakotkasta tehtiin havaintoja ainoastaan kolmena päivänä. 10.7.2024 vanha maakotka havaittiin Rukonevalta katsottuna lännessä, sekä Ronokorven yllä että länsipuolella. Toinen 2024 vuoden havainnoista tehtiin myös Rukonevan turvetuotantoalueelta käsin 25.7. Tuolloin vanha lintu näkyi Sarkinkeitaan kohdilla pariin otteeseen päivän aikana. Vuoden 2025 puolella maakotkasta tehtiin yhtenä päivänä lyhyt muutaman minuutin havainto Rukonevalta käsin 24.4. Tälläkin kertaa kyseessä oli vanha lintu. Havainto tehtiin hankealueen pohjoisosasta, noin kolmen kilometrin etäisyydellä Rukonevan tarkkailupisteestä.

Runsaasta määrästä havainnointia huolimatta havainnot maakotkasta jäivät vain kolmeen päivään, jolloin maakotkan lentoja havaittiin yhteensä viisi (kuva 3). Lennossa maakotkaa havaittiin yhteensä 39 minuuttia, joka on melko pieni määrä. Ydinreviirille matkaa kertyy useita kilometrejä hankealueen reunoiltakin. Havaintomääristä päätellen maakotka ei käytä hankealueen ilmatilaa ainakaan merkittävästi saalistukseen tai muihin lentoihin. Esimerkiksi kotkien soidintamista ei havaittu kertaakaan. Reviirin ympäristön avoimilta ja linturikkailta suoalueilta löytyy myös lähtökohtaisesti parempia saalistusalueita, kuin hankealueelta. Tämä voi myös yhtenä tekijänä selittää hankealueen ympäristön lentojen vähäisyyttä.

Reviirin ympäristössä on myös maakunnan mittakaavassa pidetty merkittäviä kotkahaaskoja talven läpi. Paikallisilta saadun tiedon mukaan Kangaslammin kankaan vanhan kaatopaikan läheisyydessä on myös ollut haaska säännöllisesti, mutta tämäkään ei näkynyt millään tavoin havaintomäärissä. Edes nuorempia maakotkia ei havaittu 2024 kevätmuuton seurannan yhteydessä, eikä varsinaisissa maakotka- ja petolintuselvityksissä.

Kattavien maastoselvitykset tukevat elinympäristömallin ennustetta siitä, että maakotkat eivät juuri käytä sitä osaa reviiristään, johon hankealue sijoittuu.

14.11.2025



Kuva 3. Maastoselvityksien tarkkailupisteet ja havaitut maakotkien lennot. Lentoreittihavaintojen viereissä on ilmoitettu havainnon päivämäärä.

4 Yhteisvaikutukset

4.1 Tuulivoimaloiden yhteisvaikutukset

Tässä raportissa arvioidaan yhteisvaikutuksia Kangaslammin ja Takakangas-Pihlajajarjun hankkeiden kesken. Haitinkankaan suunniteltu tuulivoima-alue ulottuu myös reviirille (liite 7B, kuva 7), mutta hankkeen reviiriä läheisin voimala on yli 300 metrin päässä reviirin reunasta ja voimaloista ei siten aiheudu törmäysriskiä reviirille.

14.11.2025

Salassa pidettävää osuutta 4 (liite 7B)

Tässä raportissa Takakangas-Pihlajaharjun voimalapaikat on esitetty 5.1.2024 julki tulleen hankkeen kaavaselostuksen mukaisesti, ja voimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 295 metriä, napakorkeus 200 metriä, roottorin halkaisija 190 metriä ja siiven pituus 95 metriä. Tässä raportissa tarkastellaan Takakangas-Pihlajaharjusta vain yhtä hankevaihtoehtoa, jossa on eniten voimaloita.

Yhteisvaikutukset eivät ylitä merkittävänä pidetyn 0,060 yksilöä/vuosi törmäysriskiä missään Kangaslammin kolmesta tuulivoimavaihtoehdosta (taulukko 4). Tuulivoimavaihtoehdon TV1 yhteistörmäysvaikutukset Takakangas-Pihlajaharjun kanssa ovat **0,054** yksilöä/vuosi, TV2 **0,046** yksilöä/vuosi ja TV3 **0,035** yksilöä/vuosi. Törmäysmallin perusteella yhteistörmäysvaikutukset arvioidaan kaikissa kolmessa tuulivoimavaihtoehdossa kohtalaisiksi.

Taulukko 4. Kangaslammin tuulivoimavaihtoehtojen yhteistörmäysvaikutukset Takakangas-Pihlajaharjun tuulivoimahankkeen kanssa.

	TV1	TV2	TV3
<i>Kangaslammi, voimaloita reviirillä (kpl)</i>	<i>19</i>	<i>18</i>	<i>11</i>
<i>Törmäysvaikutukset (yksilöä/vuosi)</i>	<i>0,033</i>	<i>0,025</i>	<i>0,014</i>
<i>Takakangas-Pihlajaharju törmäysvaikutukset (yksilöä/vuosi)</i>	<i>0,021</i>	<i>0,021</i>	<i>0,021</i>
<i>Yhteistörmäysvaikutus (yksilöä/vuosi)</i>	0,054	0,046	0,035

Kangaslammin ja Takakangas-Pihlajaharjun voimalavyöhykkeet ovat pinta-alaltaan yhteensä 2760 ha mikä vastaa noin 8 % koko reviirin pinta-alasta (liite 7B, kuva 8).

Salassa pidettävää osuutta 5 (liite 7B)

Kangaslammin ja Takakangas-Pihlajaharjun yhteisvaikutukset reviiristä poistuvien alueiden suhteen arvioidaan korkeintaan kohtalaisiksi.

Nykyisen arviointikäytännön ja lähestymistavan mukaisesti useamman laajan tuulivoimahankkeen sijoittuessa samalle kotkareviirille yhteisvaikutukset kohoavat herkästi merkittäviksi. Merkittävät vaikutukset muodostuvat etupäässä elinympäristöjen ja saalistusalueiden muutoksesta sekä niiden vaikutuksesta kotkien pesimämenestykseen ja reviirien elinvoimaisuuteen. Merkittävät törmäysvaikutukset voidaan välttää tuulivoimaloiden sijoittelulla sekä nykytekniikan mahdollistamalla kamerateknologialla ja voimaloiden pysäytysautomaatiikalla. Vaikutusten lopulliseen suuruuteen ja merkittävyyteen vaikuttaa myös hankkeiden yhteinen suunnittelun tilanne ja kotkareviirin huomioon ottaminen.

14.11.2025

4.2 Sähkönsiirron yhteisvaikutukset

Kangaslammin sähkönsiirtovaihtoehtojen vaikutukset on käsitelty kappaleessa 3.3. Kaikki Kangaslammin sähkönsiirtovaihtoehdot aiheuttavat reviirille korkeintaan vähäiset vaikutukset.

Salassa pidettävää osuutta 6 (liite 7B)

Yhteisvaikutusten osalta sähkönsiirron ei kuitenkaan arvioida aiheuttavan vähäistä suurempia yhteisvaikutuksia muiden reviirin alueelle suunniteltujen voimajohtojen kanssa. Reviirin elinkelpoisuus tuulivoimahankkeiden ja niiden sähkönsiirron voimajohtojen toteutumisen jälkeen tulee varmistaa yhteistyössä eri toimijoiden ja viranomaisten kanssa, ja suunnitella reviireille sellaiset vaikutusten lievennys- ja kompensatiotoimet, että reviireillä on mahdollisuus pysyä elinvoimaisena myös tulevaisuudessa.

5 Epävarmuustekijät ja hankkeen jatkosuunnittelu

Tämä arviointi on toteutettu parhailla käytettävissä olevilla tiedoilla ja tämän hetken käyttökelpoisimmaksi arvioiduilla aineistoilla ja menetelmillä. On mahdollista, että tuulivoimahankkeiden kotkaan kohdistuva vaikutusten arviointi kehittyy jatkossa sekä aineistojen että menetelmien osalta, mutta myös mallinnusten taustalla käytetyt aineistot, muuttujat ja raja-arvot saattavat tarkentua.

Maakotkan törmäys- ja populaatiomalli on tällä hetkellä paras käytettävissä oleva menetelmä kotkaan kohdistuvien vaikutusten arvioimiseen, mutta mallinnuksiin liittyy aina epävarmuuksia, sillä kaikkia tarvittavia parametreja ei tiedetä luotettavasti. Mallinnoissa suurin yksittäinen epävarmuustekijä on törmäysmallinnuksessa käytettävä väistökerroin, joka tässä pohjautuu aiempaan tutkimustietoon ulkomailta ja jossain määrin erilaisiin olosuhteisiin. Käytettäväksi väistökertoimeksi on tällä hetkellä suositeltu 99 %, vaikka tutkimuksissa on viitteitä siitä, että jopa suurempi osa kotkista väistäisi tuulivoimaloita. Näin ollen törmäysmallinnusten lopputulokset todennäköisesti liioittelevat todellisia törmäyksiä, mutta toisaalta arviointiin sisältyy tällöin varovaisuusperiaatteen mukaista lähestymistapaa. Vaikutusarvioinnin luotettavuutta yksittäiselle reviirille ja maakotkaparille heikentävät yksilölliset erot kotkayksilöiden välillä sekä muut sellaiset reviirin ominaisuuksiin liittyvät piirteet, joita elinympäristömalli ei tavoita. Lisäksi yksittäisiin pareihin kohdistuvien todennäköisyyksien toteutuminen, esimerkiksi törmäysriskin tai reviirin elinkelpoisena säilyvyyden suhteen, on selvästi alttiimpaa sattumalle kuin alueellisessa populaatiossa tai koko Suomen maakotkapopulaatiossa.

Suomeen tällä hetkellä suunniteltavat voimalat ovat huomattavasti suurempia kuin maakotkaan liittyvissä tutkimuksissa muualla maailmassa olleet tuulivoimalat. On mahdollista, että kotkien välttämiskäyttäytyminen on jopa voimakkaampaa suurempien voimaloiden kohdalla, joka vähentää törmäysten riskiä, mutta toisaalta yksittäisten voimaloiden häiriöalue on laajempi ja sitä kautta elinympäristöihin ja saalistusalueisiin kohdistuvat vaikutukset suurempia. Yleisesti ottaen maailmalla tehdyt tutkimukset tuulivoimaloiden vaikutuksista maakotkalle painottuvat avoimille sekä vuoristoisemmille alueille sijoitettuihin tuulivoimaloihin. Metsäalueille rakennettavista tuulivoimapuistoista aiheutuvat vaikutukset tunnetaan huonommin, mikä osaltaan vaikeuttaa vaikutusten arviointia.

14.11.2025

Törmäysmallinnus on tässä raportissa laskettu kokonaiskorkeudeltaan 300 metriä korkealla voimalalla, jollaisia ei Suomessa olla vielä rakennettu. Hypoteettisella kokonaiskorkeudella varaudutaan tuulivoimateknologian kehitykseen. Myös Takakangas-Pihlajaharjun hankkeen törmäystodennäköisyys on laskettu lähes 300 tai 295 metriä korkealla voimalalla. Todellisuudessa vaikutukset tulevat siis olemaan lähtökohtaisesti pienemmät, sillä toteutettavat voimalat ovat todennäköisesti huomattavasti pienempiä.

Kangaslammin tuuli- ja aurinkovoimahanke on kehitysvaiheessa. Voimaloiden sijaintia tullaan muuttamaan, mikäli YVA-menettelyn yhteydessä nousee vaikutuksia, joita voimaloiden sijoittelulla voidaan minimoida.

6 Vaikutusten lieventäminen ja kompensatio

Merkittävien kokonaisvaikutusten osalta ainoa toimiva lievennyskeino on tuulivoimaloiden poistaminen tai niiden siirtäminen kauemmas reviirin keskeisiltä osilta (törmäysvaikutukset, saalistusalueiden muutos). Kangaslammin tuulivoimahankkeessa tuulivoimaloiden poistaminen tai siirtäminen ei tämän arvioinnin perusteella ole tarpeellista Kangaslammin suunniteltujen voimaloiden vuoksi eikä tällä hetkellä suunnitteilla olevien muiden tuulivoimahankkeiden yhteisvaikutusten vuoksi, sillä ne eivät tämän arvion mukaan aiheuta merkittäviä vaikutuksia.

Todettuja yhteistörmäysvaikutuksia muiden tuulivoimahankkeiden voidaan huomattavasti alentaa tai ne voidaan käytännössä poistaa kokonaan hyödyntämällä nykYTEKNIKAN mahdollisuuksia. Erityisellä kamerateknologialla on mahdollista tunnistaa jo etäämpää tuulivoimalaa lähestyvät suurikokoiset linnut (esim. kotka) ja pysäyttää kyseiset tuulivoimalat siksi aikaa, kun lintu liikkuu lapojen läheisyydessä. Järjestelmä on voimalakohtainen, jolloin alueelta voidaan erikseen valita tietyt riskialteimmat voimalat ja asentaa järjestelmä niihin. Maailmalla on jo toiminnassa vastaavia järjestelmiä hyvillä kokemuksilla (esim. Aschwanden & Liechti 2020, McLure ym. 2021).

Todennäköisesti törmäysvaikutuksiakin merkittävämpi asia kotkareviirillä on vallitseva ravintotilanne ja tuulivoimarakentamisen aiheuttamat mahdolliset muutokset kotkien elinympäristössä ja saalistusalueissa, joilla on suora vaikutus lintujen kuntoon ja elinvoimaisuuteen sekä pesimämenestykseen. Ravintotilanne on eräs keskeisimmistä kotkien pesimämenestykseen vaikuttavista tekijöistä (Tapia & Zuberogoitia 2018). Toimivin ratkaisu on tuulivoimaloiden siirtäminen kauemmas elinympäristömallin osoittamilta tärkeiltä saalistusalueilta. Kangaslammin tuulivoimahankkeen suunnitellut voimalat sijoittuvat alueille, jotka eivät ole elinympäristömallin mukaan erityisen tärkeitä saalistusalueita. Ravintotilannetta ja saalistusalueiden muutosta pystytään melko helposti kompensoimaan talvikuokinnalla, jossa kotkareviirin keskeiselle alueelle voidaan perustaa haaskaruokinta esimerkiksi lokakuun ja maaliskuun väliselle ajanjaksolle. Tämä varmistaa kotkien ravinnonsaannin ennen pesimäkautta, ravinnonhankinnan kannalta vuoden kriittisimpään aikaan, jonka jälkeen kotkien pesinnän onnistumisen todennäköisyys kasvaa. Osana reviirin ravintotilanteen parantamista voi olla myös erityisten riistapeltojen rakentaminen. Etenkin sellaisilla kotkareviireillä, jotka sijoittuvat useiden suunniteltujen tuulivoimahankkeiden keskelle, lisäruokinnalla on todennäköisesti merkitystä reviirin elinvoimaisuuden kannalta, kun reviiri sekä saalistusalueet kaventuvat monella suunnalla samanaikaisesti.

Yksi toimiva kompensointikeino on myös tekopesien rakentaminen reviirin keskeisille osille, kauemmas toteutettavista tuulivoimapuistoista. Tämä takaa reviirin säilymisen ja pesinnän

14.11.2025

onnistumisen mahdollisuuden myös niissä tilanteissa, jos nykyinen käytössä oleva pesäpaikka tuhoutuu, vaikka myrskyissä. Useiden tuulivoimahankkeiden sijoituessa samanaikaisesti eri puolille reviiriä, ei tekopesien suunnittelulla ja rakentamisella todennäköisesti pystytä ohjaamaan pesintää kauemmas tuulivoimapuistoista vaan nimenomaan säilyttämään pesäpaikat nykyisellä alueella. Kyseisen maakotkareviirin keskeisimmillä alueilla on tällä hetkellä jo kolme tekopesää, jotka on asennettu vuosina 1999, 2008 ja 2022.

Sähkön siirron voimajohtojen osalta johdinten näkyvyyttä voidaan parantaa kotkareviirien keskeisillä osilla esimerkiksi ns. lintupallojen tai tuulessa pyörivien ja voimakaskontrastisten, mahdollisesti UV-valoa heijastavien rakenteiden avulla. Voimajohtopylväille voidaan myös asettaa erityisiä istumaorsia eli korkeampia ja eristettyjä rakenteita, jossa istuessaan kotka ei yllä koskettamaan johtimia saadakseen sähköiskun. Kotkan istuminen pylväsrakenteissa voidaan pyrkiä estämään kokonaan asettamalla vaakaorsille piikkejä, jotka estävät linnun laskeutumisen.

Sähkön siirron osalta merkittävin lievennystoimenpide on voimajohtojen kaivaminen maakaapelina kotkareviirien keskeisillä alueilla. Tämä toimenpide poistaa kokonaan kotkan riskin törmätä johtimiin ja vähentää elinympäristöihin sekä saalistusalueisiin kohdistuvia vaikutuksia, mutta sisältää edelleen rakentamisen aikaiset häiriövaikutukset. Kangaslammin sähkönsiirto sijaitsee alueilla, jotka eivät elinympäristömallin perusteella ole kovin tärkeitä kotkalle. Ilmajohdon vaihtamisella maakaapeliin ei tässä tapauksessa siis todennäköisesti olisi merkittävää vaikutusta alueella liikkuviin kotkiin.

Kaikki toteutettavat lievennys- ja kompensointitoimenpiteet on syytä suunnitella huolella yhteistyössä lajisuojelusta vastaavan Metsähallituksen ja alueellisen ELY-keskuksen kanssa. Myös muut samoille reviireille suunnitellut tuulivoimahankkeet tulee huomioida.

14.11.2025

7 Kirjallisuus

- Alerstam T, Rose'n M, Backman J, Ericson PGP, Hellgren O (2007) Flight speeds among bird species: Allometric and phylogenetic effects. *PLoS Biol* 5(8): e197. doi:10.1371/journal.pbio.0050197
- Aschwanden, J. & Liechti, F. 2020: Test of the automatic bird detection system Iden-tiFlight® on the test field of WindForS in the context of nature conservation research (NatForWINSSENT). Swiss Ornithological Institute, Sempach. 38 s.
- Band, B. 2012: Using a collision risk model to assess bird collision risk for offshore windfarms. Strategic Ornithological Support Services for the UK offshore wind industry (SOSS). 62 s.
- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P. 2007: Developing field and analytical meth-ods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (toim.) 2007: Birds and Wind Farms. Risk assessment and mitigation. Lynx Editions, Barcelona. s. 259–275.
- FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy 2019: Halsuan tuulivoimapuisto, kotkaseurannan tu-lokset ja vaikutusten arviointi. *Salassapidettävä*. OX2. 33 s.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ym-päristökeskus.
- Mäkelä, K. & Salo, P. 2024. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökes-kus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2023. 374 s.
- McLure, C.J.W, Rolek, B.W., Dunn, L., McCabe, J.D, Martinson, L & Katzner, T. 2021: Eagle fatalities are reduced by automated curtailment of wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 58/3: ss 446–452. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13831>,
- Ollila, T. 2021: Raportti maakotkan, muuttohaukan, tunturihaukan sekä Oulun ja Lapin läänien merikotkien pesinnöistä vuonna 2021. Metsähallitus, Luontopalvelut, WWW-dokumentti https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Muut/petolintu-jen_pesinnat_2021.pdf. Luettu 30.1.2025
- Scottish Natural Heritage 2010a: WINDFARMS AND BIRDS: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. guidance. 10 s.
- Scottish Natural Heritage 2010b: Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. 10 s.
- Tapia L., Zuberogoitia I. 2018: Breeding and Nesting Biology in Raptors. In: Sarasola J., Grande J., Negro J. (eds) *Birds of Prey*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73745-4_3 McClure, C: B W. Rolek, L. Dunn, J. McCabe, L. Martinson and T.
- Tikkanen, H. 2022: Hyvät käytännöt tuulivoimahankkeista maakotkalle aiheutuvien vaikutusten selvittämisessä ja arvioinnissa. Esimerkkiraportti: Nimettömän-kankaan tuulivoimapuiston vaikutukset maakotkareviireihin. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 241.
- Tikkanen, H., Rytönen, S., Karlin, O.-P., Ollila, T., Pakanen, V.-M., Tuohimaa, H. & Orell, M. 2018: Modelling golden eagle habitat selection and flight activity in

14.11.2025

their home ranges for safer wind farm planning. Environmental Impact Assessment Review 71:120–131.

Watson, J. 2010: The Golden Eagle. Second edition. T & AD Poyser.

Whitfield, D. 2009: Collision Avoidance of Golden Eagles at Wind Farms Under the 'Band' Collision Risk Model. Report by Natural Research Ltd. 35 s.

Ympäristöministeriö 2016 a: Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. Päivitys 2016.

Ympäristöministeriö 2016 b: Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Suomen Ympäristö 6/2016. Rakennetun ympäristön osasto. 25 s.