

**Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavoituksen Natura-arviointia varten tehtävä lintujen törmäys- ja populaatiomallinnus päämuuttoreittien osalta**

**Päiväys** 10.5.2023

**Laatijat** Markku Huttunen, Lauri Erävuori, Lauri Nevalainen, Heli Nukki, Petra Tallberg

**Tarkastajat** Juha Kiiski, Tommi Lievonen

**Projektinumero** 67722

**Julkaisu B:117**

**ISBN 978-951-766-451-6**

**ISSN 2670-2266**

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä / Sammanfattning .....	1
1 Johdanto .....	2
2 Törmäysmallinnus .....	3
2.1 Metsähanhi .....	4
2.2 Laulujoutsen .....	8
2.3 Kuikkalinnut .....	11
2.4 Arktiset vesilinnut .....	13
2.5 Kurki .....	16
2.6 Merikotka.....	19
3 Populaatiomallinnus .....	23
3.1 Metsähanhi .....	25
3.2 Laulujoutsen .....	26
3.3 Kuikkalinnut .....	27
3.4 Arktiset vesilinnut .....	29
3.5 Kurki .....	33
3.6 Merikotka.....	34
4 Johtopäätökset / Slutsatser .....	35
5 Lähteet .....	37

10.5.2023

## Tiivistelmä / Sammanfattning

Tässä selvityksessä arvioidaan Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntien alueelle maakuntakaavoituksessa potentiaalisiksi arvioitujen tuulivoima-alueiden rakentamiskokonaisuuden yhteisvaikutuksia muuttolinnustoon. Tarkastelun kohteena on ollut keskeisten lajien päämuuttoreitit. Tarkastelussa ovat maakuntakaavatyössä potentiaalisiksi arvioitujen tuulivoima-alueiden lisäksi näiden potentiaalisten maakuntakaavavarausten ulkopuolelle sijoittuvat tuulivoimahankkeet. Selvityksen tavoitteena oli tuottaa riittävät tiedot muuttolinnustoon kohdistuvista yhteisvaikutuksista maakuntakaavoituksen tueksi.

Maakuntakaavan laadinnan yhteydessä tulee luonnonsuojelulain 65 § mukaisesti arvioida vaikutukset Natura 2000 -alueisiin. Raportti käsittelee Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavojen Natura-arviointia varten tehtävää törmäysmallinnusta lintujen päämuuttoreiteiltä, missä Natura-alueiden suojeluperusteena olivat tuulivoimavaikutusten kannalta keskeiset lajit metsähänhi, laulujoutsen, kuikkalinnut, arktiset vesilinnut, kurki ja merikotka. Törmäysmallinnuksen tulosten pohjalta samoille lajeille tehtiin populaatiomallinnus. Muuttoreiteinä käytettiin BirdLife Suomen julkaisemia valtakunnallisia päämuuttoreittejä (päivitetyt aineistot 2023).

Mallinnustyöstä on vastannut Sitowise Oy:n ympäristöasiantuntija Markku Huttunen (FT, biologia). Lisäksi raporttia laatineessa työryhmässä ovat olleet FM Juha Kiiski, FM Tommi Lievonen, FM Lauri Erävuori, FM Lauri Nevalainen, FM Heli Nukki ja FT Petra Tallberg. Maastokäynteihin perustuvia tarkasteluja ei työn laajuudesta ja maakuntakaavatason tarkastelutavasta johtuen ole tehty. Työn ohjaamiseen ovat osallistuneet maakuntaliittojen edustajien lisäksi Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja Metsähallituksen asiantuntijat.

Tehdyn törmäys- ja populaatiomallinnuksen mukaan tarkastelluilla tuulivoima-alueilla ei yhdenkään tarkasteltavan lajin osalta arvioida olevan merkittäviä haitallisia vaikutuksia Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan päämuuttoreiteillä. Raportissa esitettyjen mallinnusten tulosten pohjalta on luotettavaa arvioida Natura-alueiden suojeluperusteena olevaan lintulajistoon kohdistuvia vaikutuksia, joita ovat etenkin törmäysriski ja kuolleisuus sekä estevaikutus.

10.5.2023

## **1 Johdanto**

Tämän työn perustana on Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakuntakaavojen tuulivoima-alueiden Natura-alueisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi (Sitowise 2022). Tässä työssä arvioidaan maakuntiin olemassa olevan sekä suunnitellun tuulivoimarakentamisen vaikutukset muuttolinnustoon arviointityössä (Sitowise 2022) tunnistettujen lajien päämuuttoreittien kautta.

Tehtävän toteuttamisessa on huomioitu tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat sekä yleis- ja maakuntakaavoissa osoitetut tuulivoima-alueiden varaukset. Työssä on huomioitu Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan Natura-alueiden suojeluperusteina olevat lajit: metsähanhi, laulujoutsen, kuikkalinnut (kuikka, kaakkuri), arktiset vesilinnut (mustalintu, pilkkasiipi, alli), kurki ja merikotka. Työssä tarkasteltiin em. lajien muuttoreittien sijoittumista suhteessa maakuntakaavaehdotusten tuulivoima-aluevarauksiin ja laadittiin sen mukaiset törmäys- ja populaatiomallinnukset.

Mallinnusselvitys on laadittu olemassa olevien aineistojen pohjalta. Törmäysmallinnuksen lähtötietoina käytettiin BirdLife Suomen valtakunnallisia päämuuttoreittiaineistoja ja Tuulivoimarakentamisen vaikutukset muuttolinnustoon Pohjois-Pohjanmaalla-raporttia (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016). Karttojen pohjakarttana on käytetty Maanmittauslaitoksen taustakarttasarjaa. Populaatiomallinnus tehtiin PopTools-ohjelmalla törmäysmallinnuksen tulosten pohjalta Natura-alueiden suojeluperusteena oleville lajeille.

10.5.2023

## 2 Törmäysmallinnus

Törmäysmallinnus tehtiin Band ym. (2007) kehittämän mallin avulla käyttäen väistökertoimena uusimpien havaintojen mukaisesti 0,01 (eli 99 % linnuista väistää), poikkeuksena merikotka, jolle käytettiin väistökerrointa 0,05. Yksittäisen linnun törmäystodennäköisyys yhden voimalan läpilennossa saadaan Excel-taulukkolaskennasta, jossa käytetyt parametrit ovat tiedot tuulivoimalasta, lintulajista ja tuulista. Lintujen muuttoväylän leveytenä käytettiin BirdLife Suomen paikkatietoaineistosta saatua lajikohtaista muuttoväylän leveyttä (valtakunnalliset päämuuttoreitit, päivitetty tammikuussa 2023) ja lentokorkeuksina ns. tutkimusikkunassa käytettiin kaikille lajeille yhteisesti 0–500 metriä. Lajikohtainen törmäysmallinnus tehtiin useassa vaiheessa (3–5) päämuuttoreitin leveyden mukaan eli jokainen muuttoreitillä sijaitseva potentiaalinen tuulivoima-alue huomioiden.

Törmäysmallinnuksen laskentakaavaa voidaan tarkastella esimerkkilajin kautta seuraavasti:

- Muuttoreitin leveys (m) × lentokorkeus (m) = "tutkimusikkuna" (m<sup>2</sup>) 54 800 × 500 = 27 400 000 m<sup>2</sup>
- Voimaloiden pyyhkäisyypinta-ala = "törmäysikkuna" (m<sup>2</sup>) Radius (m) = 100 => Frontal area (sq m) = 31 415 × 120 (voimaloiden lkm) = 3 769 800 m<sup>2</sup>
- Jokaisella lajilla oma "törmäystodennäköisyys"
- Linnuilla on taipumus väistää voimaloita/tv-alueita = "väistökerroin", yleensä n. 98-99 % väistää (eli kerroin 0,01-0,02) (jopa perusteltua käyttää 99,5 % => 0,005)
- Lisäksi voimaloilla on tietty toimintatehokkuus eli ovat toiminnassa vain n. 75 % ajasta (kerroin 0,75)
- Yksilömäärä × ("törmäysikkuna"/"tutkimusikkuna") × 0,75 × 0,01/0,02 × yksilön törmäystodennäköisyys
- 1. vaihe 10 000 × (3 769 800/27 400 000 = 0,1376) × 0,75 × 0,01 × 0,08 = 0,8256 lintua törmää ensimmäisessä vaiheessa
- 2. vaihe 10 000 – 0,8256 yksilöä, 64 484 m leveä alue ja 500 m korkea => voimalamäärä × kpl => kaikki vaiheet läpi, saadaan tietty summa törmäysmääristä kullekin lajille
- 10 000 lintua, joista 1. vaiheessa törmää 0,8, 2. vaiheessa 0,4, 3. vaiheessa 0,53 jne. = 5,3 yksilöä törmää/kevät => syksyn voi huomioida esim. kertomalla kevätsumman kahdella / 2,5:lla / 3:lla tms. kunhan perusteltua (isompi yksilömäärä, toisaalta enemmän nuoria, toisaalta muuttoreitti/muuttokäyttäytyminen eri, lentokorkeus isompi syksyisin)

Törmäysmallinnuksen tulosten pohjalta laskentakaavan tarkastelua jatketaan populaatiotasolla kappaleessa 4.

10.5.2023

## 2.1 Metsähanhi

Metsähanhien kevätmuutto Suomessa ajoittuu pääosin huhti-toukuu-kuulle. Niiden kevätmuuttoreitti kulkee Ruotsista Suomeen Kristiinankaupungin eteläpuolelta. Muuttoreitti on kohtalaisen leveä tarkastelu-alueella (Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa) verrattuna Perämeren rannikkoalueella havaittuun muuttoreitin leveyteen (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016, Kuva 1).

Oulun seudun ja Etelä-Pohjanmaan peltoaukeat toimivat kevätmuuton aikana tärkeinä hanhien ruokailu- ja lepäämisalueina. Etelä-Pohjanmaalla suurimmat kerääntymismäärät havaitaan vuosittain Ilmajoen, Lapuan, Kauhavan, Seinäjoen, Alavuden ja Kuortaneen peltoalueilla. Pohjanmaalla vastaavia keskittymiä on Kristiinankaupungin, Mustasaaren, Maalahden, Vaasan ja Vöyrin alueilla. Muuttoreittiä pitkin arvioidaan muuttavan noin 10 000 metsähanhea keväisin (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016). Syysmuuttoreitti kulkee lähempänä Pohjanmaan rannikkoa kulkien osittain merituulivoimala-alueiden kautta (Kuva 2). Pohjanmaan rannikkoalueella ja Etelä-Pohjanmaalla metsähanhen kevätmuuttoreitille sijoittuu kaikkiaan 1356 tuulivoimalaa ja syysmuuttoreitille vastaavasti 1841 voimalaa.

Metsähanhien muuttoreiteille on suunnitteilla uutta tuulivoimaa, kevätmuuttoreitille erityisesti Etelä-Pohjanmaan alueelle, syysmuuttoreitille Pohjanmaan alueelle. Muutonaikaisten kerääntymisalueiden metsähanhilla on Pohjois-Pohjanmaalla havaittu yöpymis- ja ruokailulentoja tuulivoima-alueiden kautta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016). Syysmuuttoreitillä Korsnäsin kohdalla on merituulivoimapuistojen hankealueita, joiden kiertämiseksi hanhien on tehtävä mutka mahdollisesti takaisin kohti rannikkoa. Länsipuolelta kiertäminen on epätodennäköisempää, koska metsähanhien muuton painopiste kyseisellä muuttoreitillä on rannikon tuntumassa. Muuttoreitin itäpuolella on laajalla alueella suunnitteilla lisää tuulivoima-alueita.

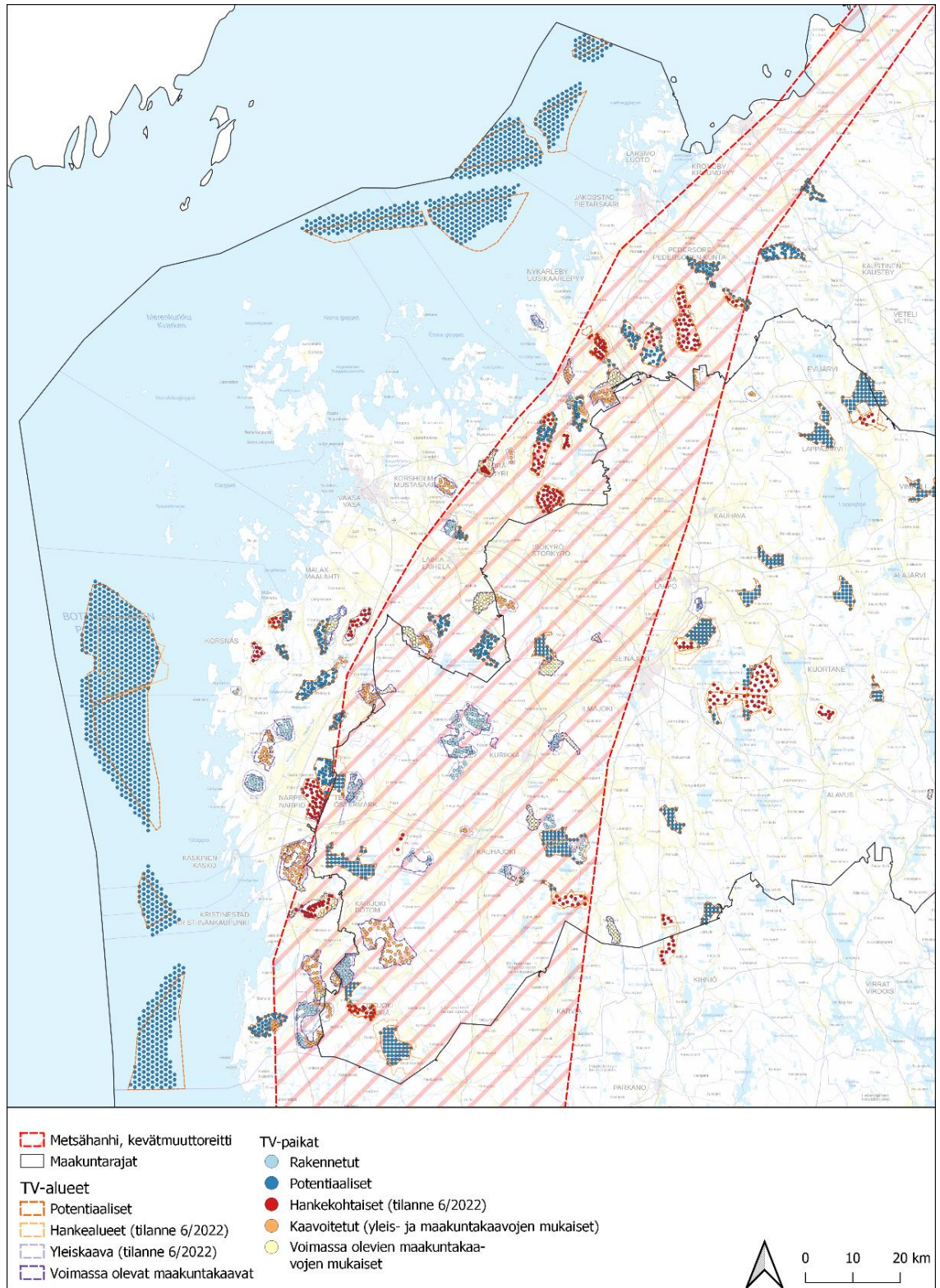
Metsähanhen muuttoreitin leveydeksi arvioitiin keväällä 28–62 km (Kuva 1) ja syksyllä 29–70 km (Kuva 2). Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on kevätmuuton yhteydessä metsähanhella 42,6 km<sup>2</sup> ja syysmuuton yhteydessä 57,8 km<sup>2</sup>. Metsähanhen lentonopeudeksi arvioitiin 17,3 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen metsähanhen törmäystodennäköisyys yhden voimalan

10.5.2023

läpilennossa on 4,6 %. Törmäysmallin mukaan vuosittain törmäisi kevätmuutolla 5,8 yksilöä.

Pohjois-Pohjanmaan raportin (2016) mukaan valtaosa syksyllä muuttavista metsähanhista muuttaa hyvin korkealla. Törmäysmäärät jäävät siksi kevätmuuttoon verrattuna alhaisemmiksi ollen 4,1 lintua, vaikka syksyllä reitin varrella on enemmän tuulivoimaloita. Kevät- ja syysmuuttoreiteille sijoittuvalla voimalamäärällä koko vuoden törmäysmääräksi arvioitiin 10 yksilöä.

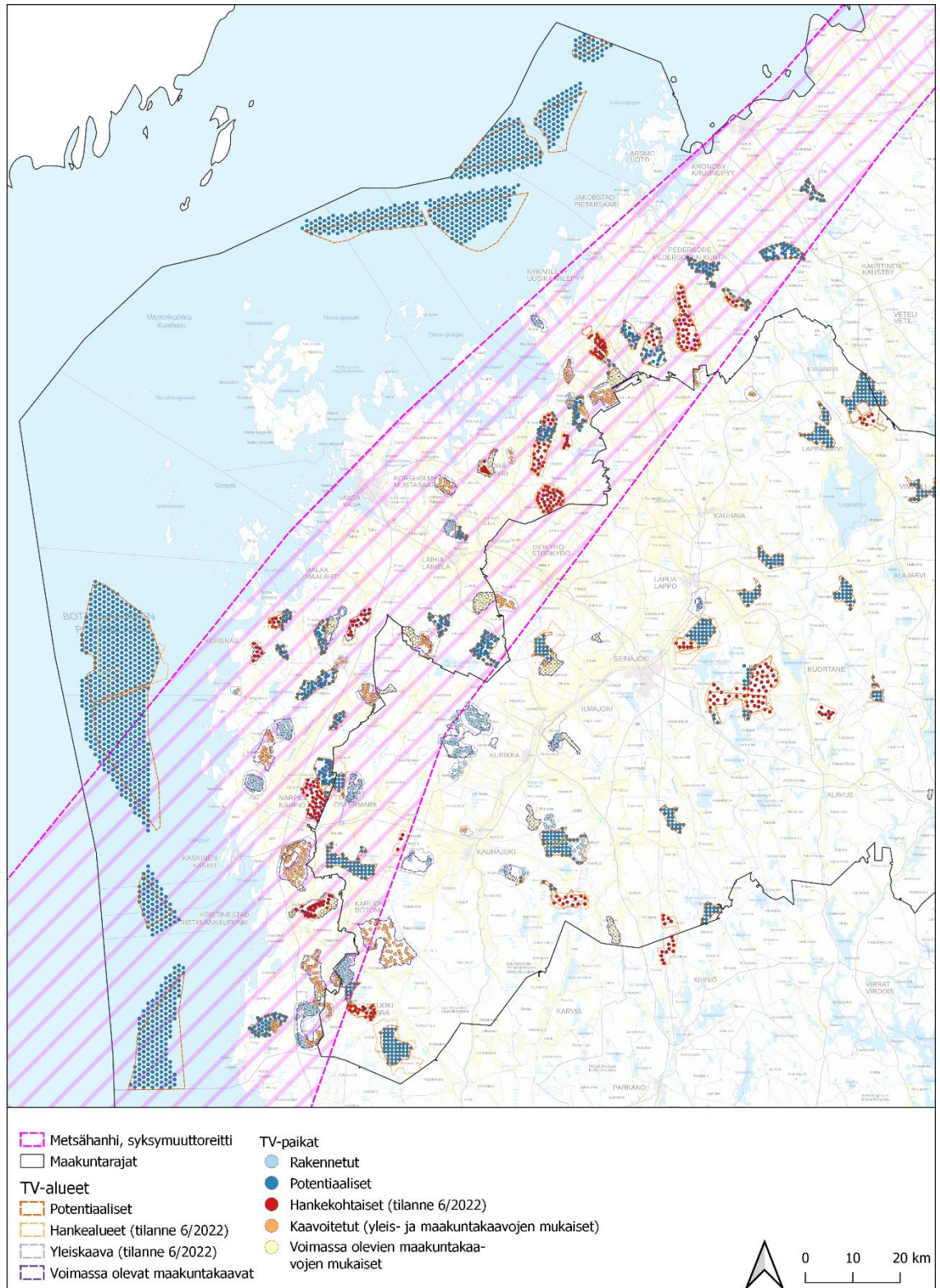
10.5.2023



Kuva 1. Metsähänhen kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntien alueella.



10.5.2023



Kuva 2. Metsähanhen syksymuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntien alueella.

10.5.2023

## 2.2 Laulujoutsen

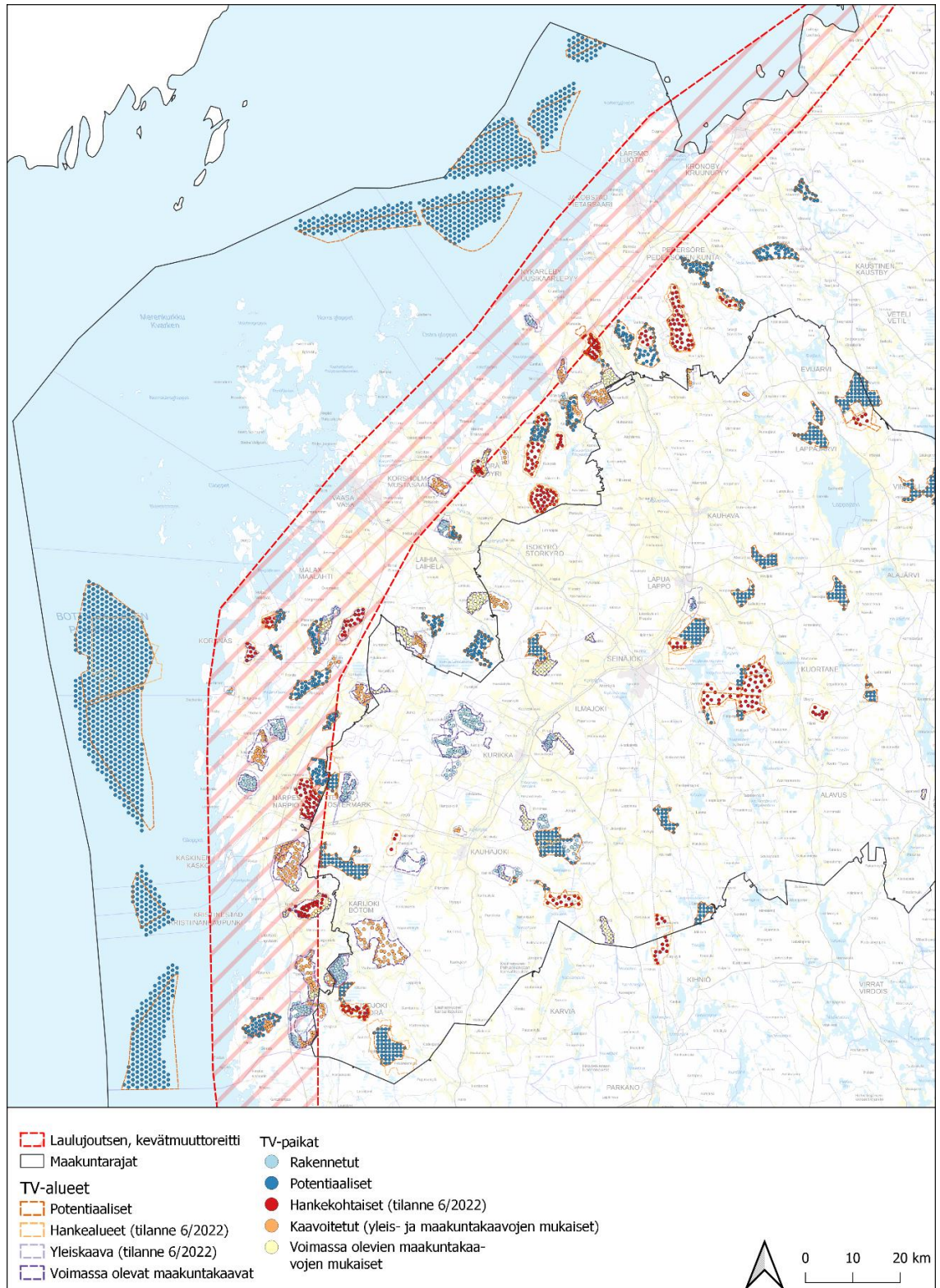
Laulujoutsenten kevätmuutto Suomessa ajoittuu maalिस-huhtikuulle. Niiden päämuuttoreitti kulkee länsirannikkoa pitkin kohtalaisen kaapeana rintamana myötäillen Pohjanmaan rannikkoalueita (Kuva 3). Etelä-Pohjanmaalla suurimmat kerääntymismäärät havaitaan vuosittain Ilmajoen, Kuortaneen, Lapuan ja Kauhavan peltoalueilla. Pohjanmaalla vastaavia keskittymiä on Kristiinankaupungin, Närpiön, Vaasan, Maalahden, Mustasaaren, Vöyrin ja Korsnäsin alueilla. Muutonaikaisilla kerääntymisalueilla on Pohjois-Pohjanmaalla havaittu yöpymis- ja ruokailulentoja tuulivoima-alueiden kautta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016).

Muuttoreittiä arvioidaan muuttavan noin 11 000 laulujoutsenta keväisin (Tuohimaa ja Tikkanen 2010, FCG & Pöyry 2012) ja noin 20 000 lintua syksyisin (Hölttä 2013). Syysmuuttoreitti kulkee hieman leveämpänä rintamana Pohjanmaan rannikolla suoraan kohti merituulivoimala-alueita Korsnäsin edustalla (Kuva 4). Pohjanmaan rannikkoalueen ja Etelä-Pohjanmaan päämuuttoreitille sijoittuu kevätmuutolla kaikkiaan 621 tuulivoimalaa ja syksyllä vastaavasti 568 voimalaa.

Laulujoutsenten muuttoreitille on suunnitteilla uusia tuulivoima-alueita, kevätmuuttoreitille erityisesti Pohjanmaan eteläosiin. Syysmuuttoreitille tuulivoima-alueita on suunniteltu vähemmän, poikkeuksena Korsnäsin kohdalla olevat merituulivoimalat, joiden kiertämiseksi joutsenten on tehtävä mutka mahdollisesti takaisin kohti rannikkoa. Länsipuolelta kiertäminen on epätodennäköisempää, koska laulujoutsenten muuton painopiste kyseisellä muuttoreitillä on lähempänä rannikkoa. Myös muuttoreitin itäpuolella on laajalla alueella suunnitteilla lisää tuulivoima-alueita.

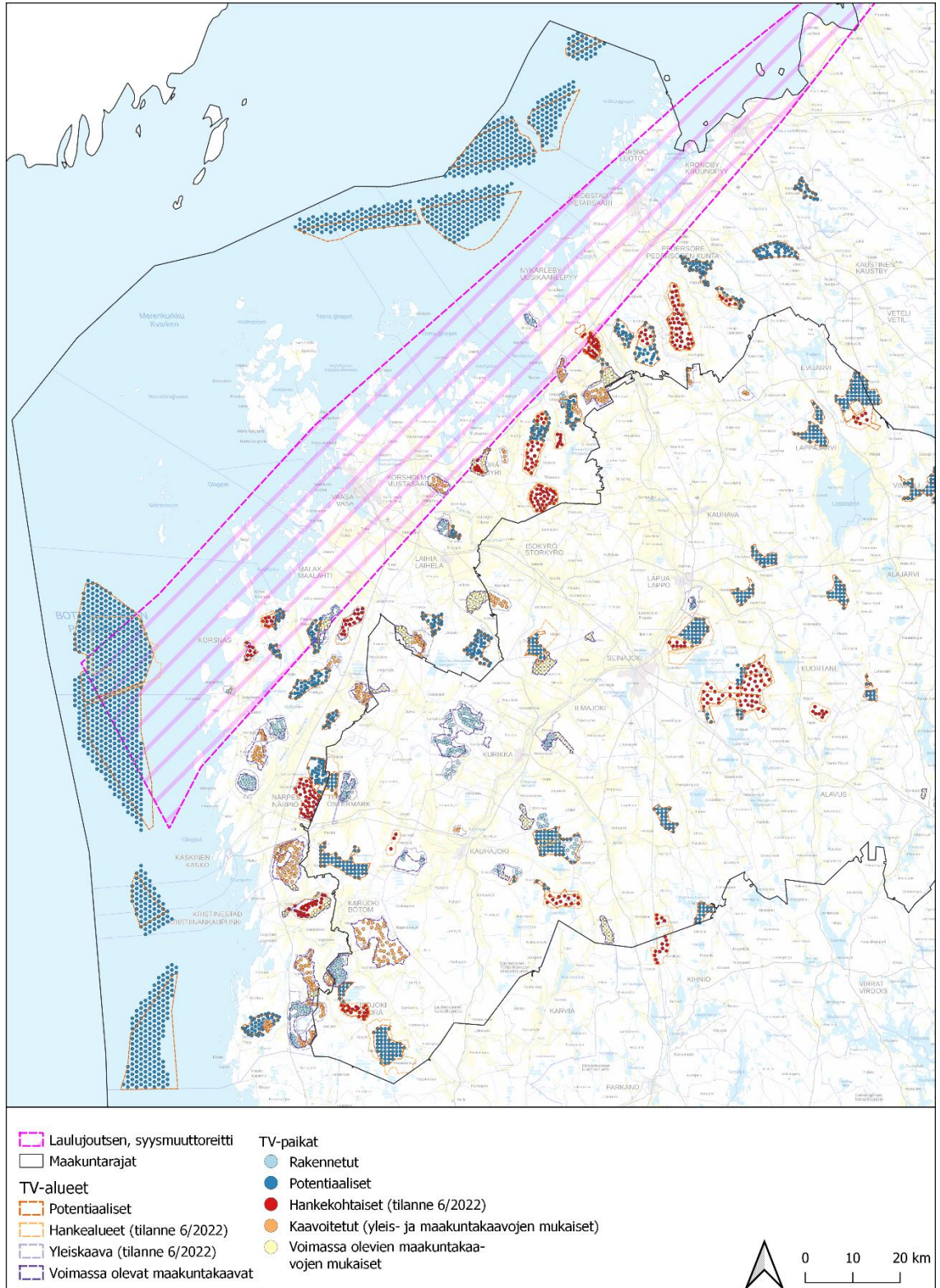
Törmäysmallissa päämuuttoreitin leveydeksi arvioitiin keväällä 21–29 km (Kuva 3) ja syksyllä 25–36 km (Kuva 4). Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on kevätmuuton yhteydessä 19,5 km<sup>2</sup> ja syksyllä 17,8 km<sup>2</sup>. Laulujoutsenen lentonopeudeksi arvioitiin 17,3 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen laulujoutsenen törmäysriski yhden voimalan osalta on 6,1 %. Törmäysmallin mukaan vuosittain törmäisi kevätmuutolla 8,1 yksilöä ja syksyllä 9,6 lintua. Koko vuoden arvioitu törmäysmäärä olisi törmäysmallin mukaan 18 yksilöä.

10.5.2023



Kuva 3. Lauujoutsenen kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.

10.5.2023



Kuva 4. Laulujoutsenen syysmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.

10.5.2023

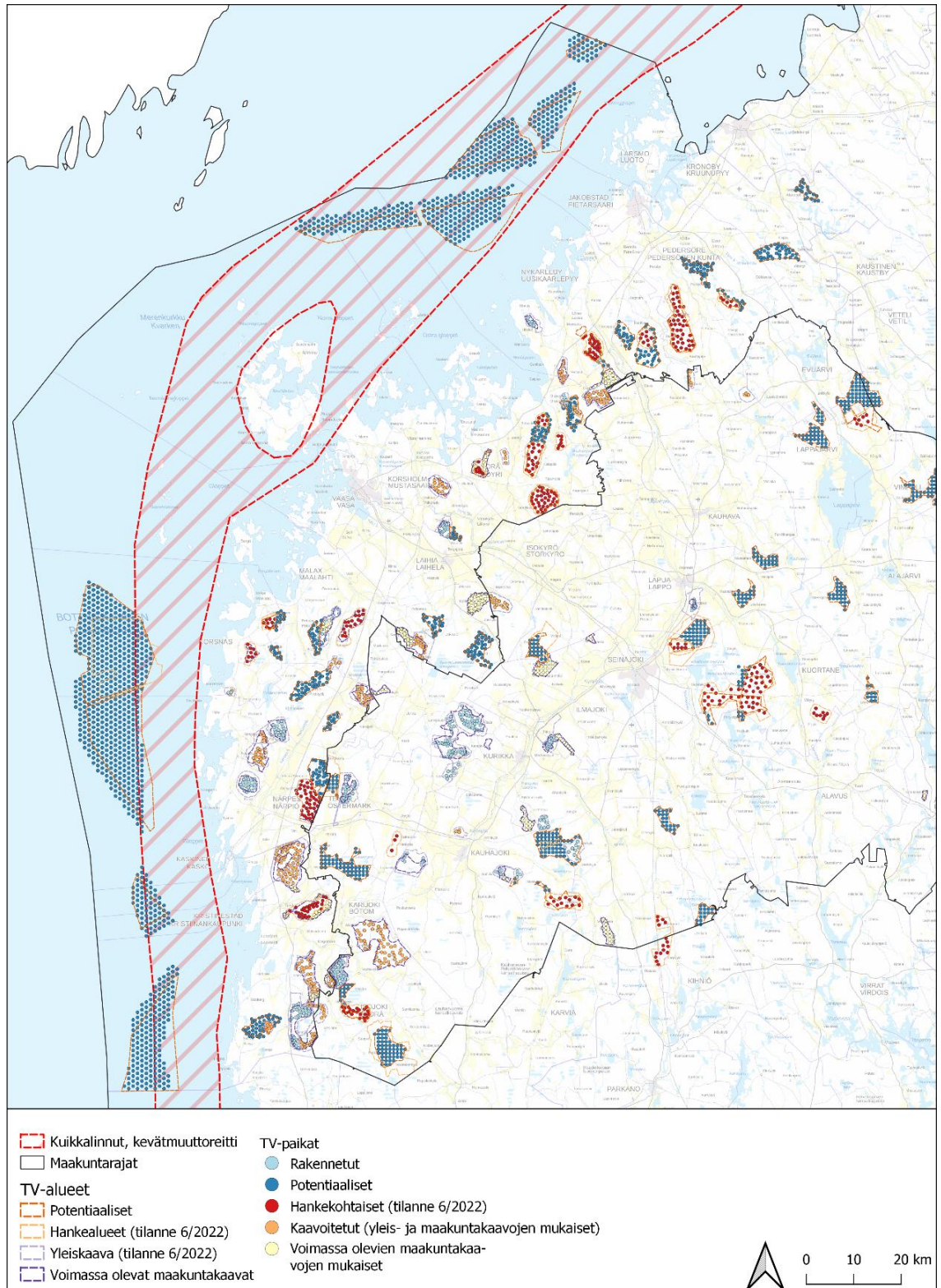
## 2.3 Kuikkalinnut

Kuikkalintujen kevätmuutto Suomessa ajoittuu pääosin toukokuulle. Etelä-Pohjanmaalla suurimmat muuttajamäärät havaitaan vuosittain Lapualla. Pohjanmaalla vastaavia muuton keskittymiä havaitaan Kristiinankaupungissa, Närpiössä, Mustasaarella ja Korsnäsissä. Muuttoreittiä arvioidaan keväisin muuttavan noin 18 500 kuikkaa ja 4500 kaakkuria (Eskelin ym. 2009, Tuohimaa ja Tikkanen 2010). Pohjanmaan rannikkoalueen päämuuttoreitille sijoittuu kevätmuutolla kaikkiaan 704 tuulivoimalaa. Kuikkalintujen päämuuttoreitti ei sijoitu syysmuutossa tarkastelualueelle.

Kuikkien ja kaakkurien kevätajan päämuuttoreitti sijoittuu pääosin merialueelle (Kuva 5). Pohjanmaan pohjoispuolelle suunnitellut merituulivoima-alueet sijoittuvat keskeiselle paikalle suhteessa kuikkalintujen kevätmuuttoreittiä. Tuulivoimaloiden kiertäminen on kuitenkin mahdollista, sillä alue sijaitsee avomerellä, eikä kiertäminen lisää oleellisesti lintujen muuttoreitin pituutta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016, Suorsa 2019).

Törmäysmallissa kuikkalintujen kevätmuuttoreitin leveydeksi arvioitiin 13–35 km (Kuva 5). Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on 22,1 km<sup>2</sup>. Kuikan lentonopeudeksi arvioitiin 19,3 m/s ja kaakkurin 18,6 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen kuikan törmäystodennäköisyys yhden voimalan läpilennessä on 3,6 % ja kaakkurilla 3,5 %. Törmäysmallin mukaan kevätmuutolla törmäisi 10,1 kuikkaa ja 2,4 kaakkuria vuosittain.

10.5.2023



Kuva 5. Kuikkalintujen (kuikka ja kaakkuri) kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.

10.5.2023

## 2.4 Arktiset vesilinnut

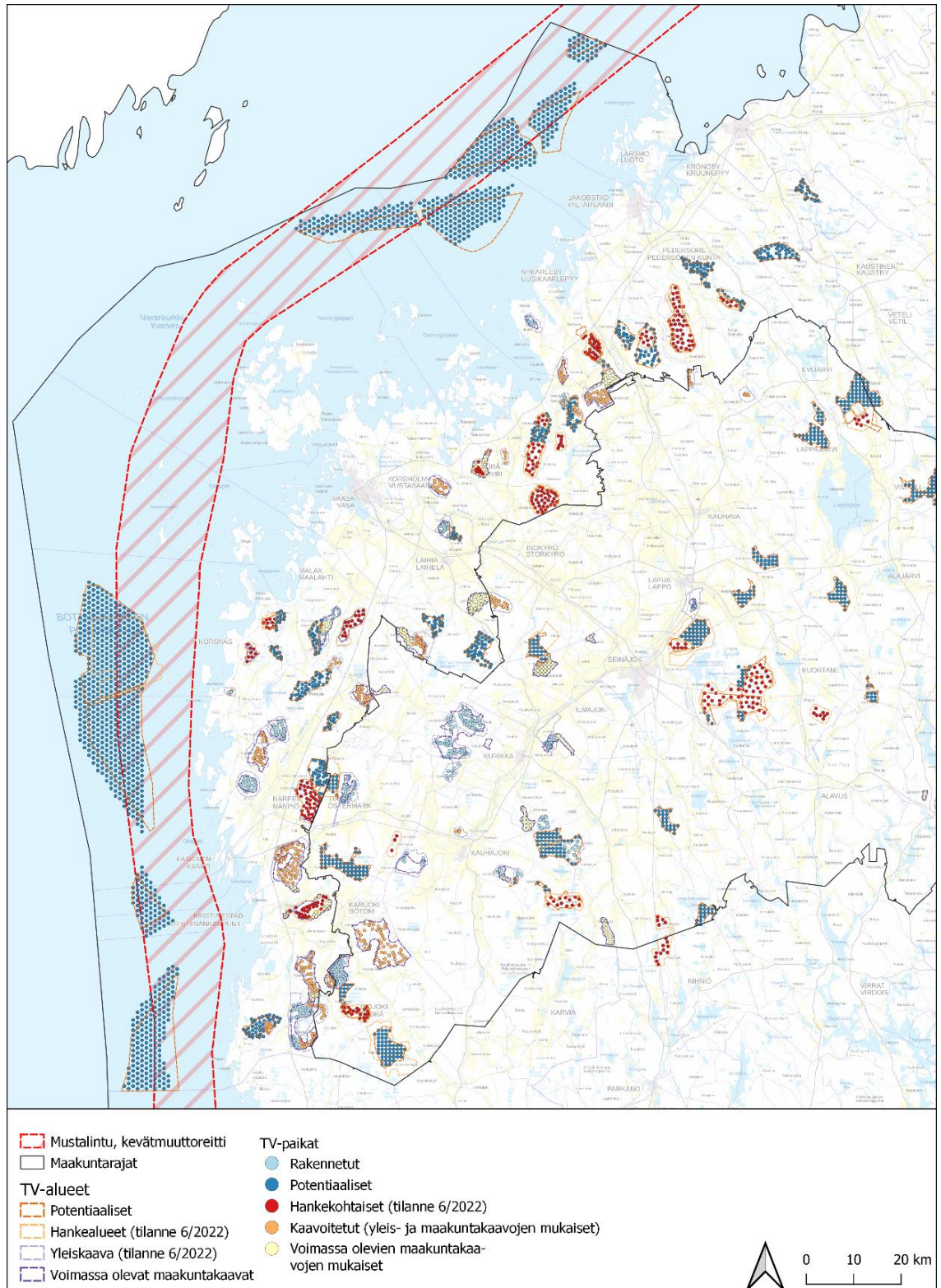
Arktisten vesilintujen (mustalintu, pilkkasiipi ja alli) kevätmuutto Suomessa ajoittuu pääosin toukokuulle. Pohjanmaalla suurimmat muuttajamäärät havaitaan vuosittain Mustasaassa, Kristiinankaupungissa, Närpiössä, Maalahdessa ja Korsnäsissä. Pohjanmaan rannikkoalueen arktisten vesilintujen päämuuttoreitille sijoittuu kevätmuutolla kaikkiaan 715 tuulivoimalaa. Muuttoreittiä arvioidaan keväisin muuttavan noin 100 000 mustalintua, noin 35 000 pilkkasiipeä sekä noin 11 000 allia (Hölttä 2013, Tuohimaa & Tikkanen 2010). Arktisten vesilintujen päämuuttoreitti ei sijoitu syysmuutossa tarkastelualueelle.

Arktisten vesilintujen kevään päämuuttoreitti Pohjanlahdella sijoittuu kokonaisuudessaan merialueelle (Kuva 6 ja Kuva 7). Pohjanmaan pohjois- ja eteläosiin suunnitellut merituulivoima-alueet sijoittuvat keskeiselle paikalle suhteessa arktisten vesilintujen kevätmuuttoreittiä ja saattavat ohjata paikoin muuttoa. Tuulivoimaloiden kiertäminen on kuitenkin mahdollista, eikä kiertäminen lisää oleellisesti lintujen muuttoreitin pituutta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016, Suorsa 2019).

Merkittävimpien kerääntymisalueiden sijoittumisesta suunniteltujen merituulivoima-alueiden läheisyyteen ei ole tietoa, mutta alueilla mahdollisesti lepäilevät vesilinnut löytävät vastaavaa ympäristöä lähialueilta. Häiriövaikutusten arvioidaan ulottuvan avomerialueilla jopa kilometrin etäisyydelle voimaloista (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016). Häiriövaikutukset eivät kuitenkaan kohdistu alueille, joiden merkitys muutonaikaisena ruokailu- ja levähdysalueena olisi korvaamaton.

Törmäysmallissa arktisten vesilintulajien kevätmuuttoreitin leveydeksi arvioitiin 13–18 km (Kuva 6 ja Kuva 7). Kaikille lajeille käytettiin mustalinnun kevätmuuttoreittiä. Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on 22,4 km<sup>2</sup>. Lentonopeudeksi arvioitiin mustalinnulla 22,1 m/s, pilkkasiivellä 20,1 m/s ja allilla 22,0 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen mustalinnun törmäystodennäköisyys yhden voimalan läpilennossa on 2,9 %, pilkkasiivellä 3,2 % ja allilla 2,7 %. Törmäysmallin mukaan kevätmuutolla törmäisi 66 mustalintua, 25 pilkkasiipeä ja 7 allia vuosittain.

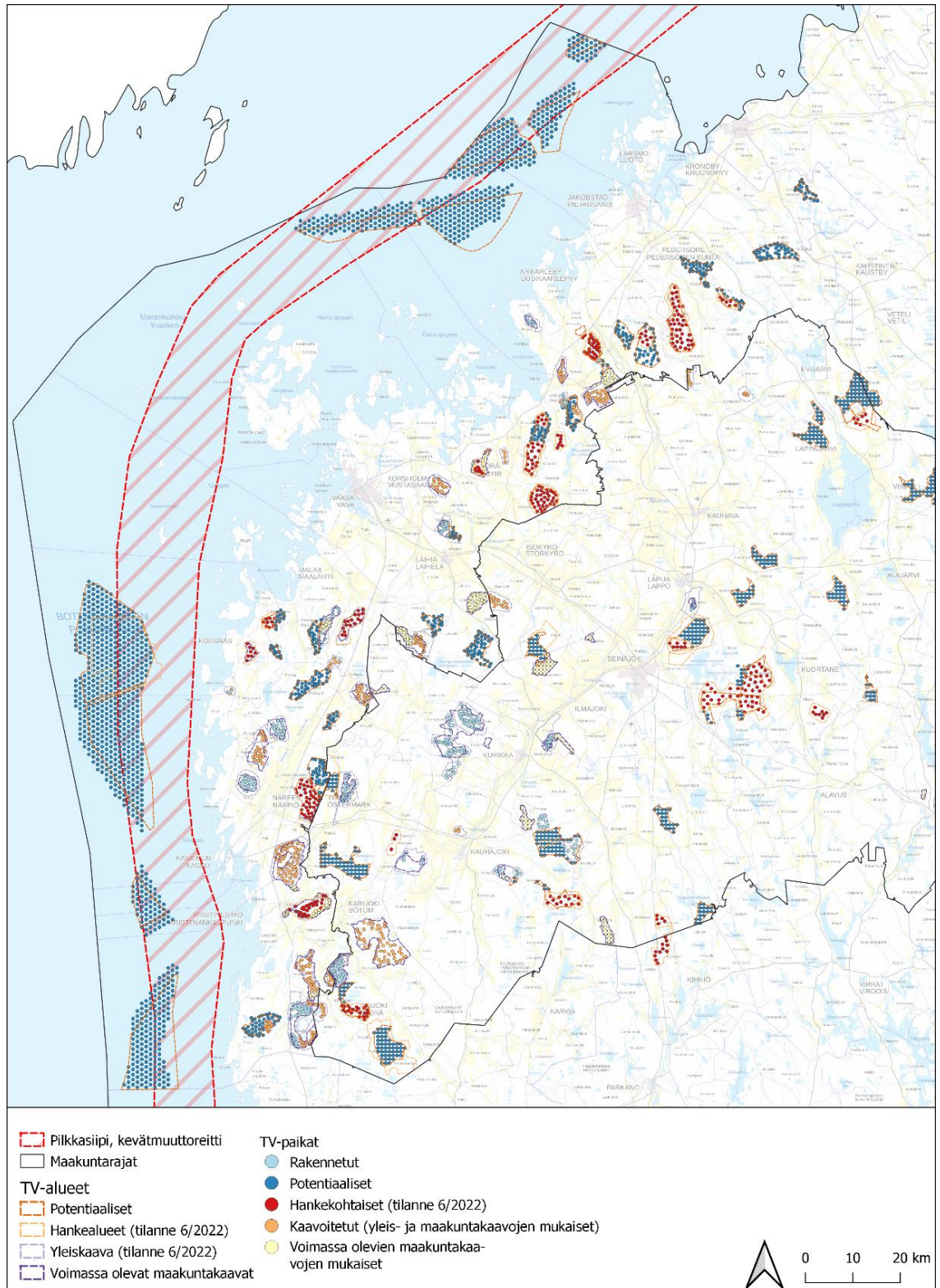
10.5.2023



Kuva 6. Mustalinnun kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella. Tarkastelussa ja laskennassa myös allille käytettiin mustalinnun karttapohjaa.



10.5.2023



Kuva 7. Pilkksiiven kevätmuuttoreitti (lähes identtinen mustalinnun kanssa) ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.

10.5.2023

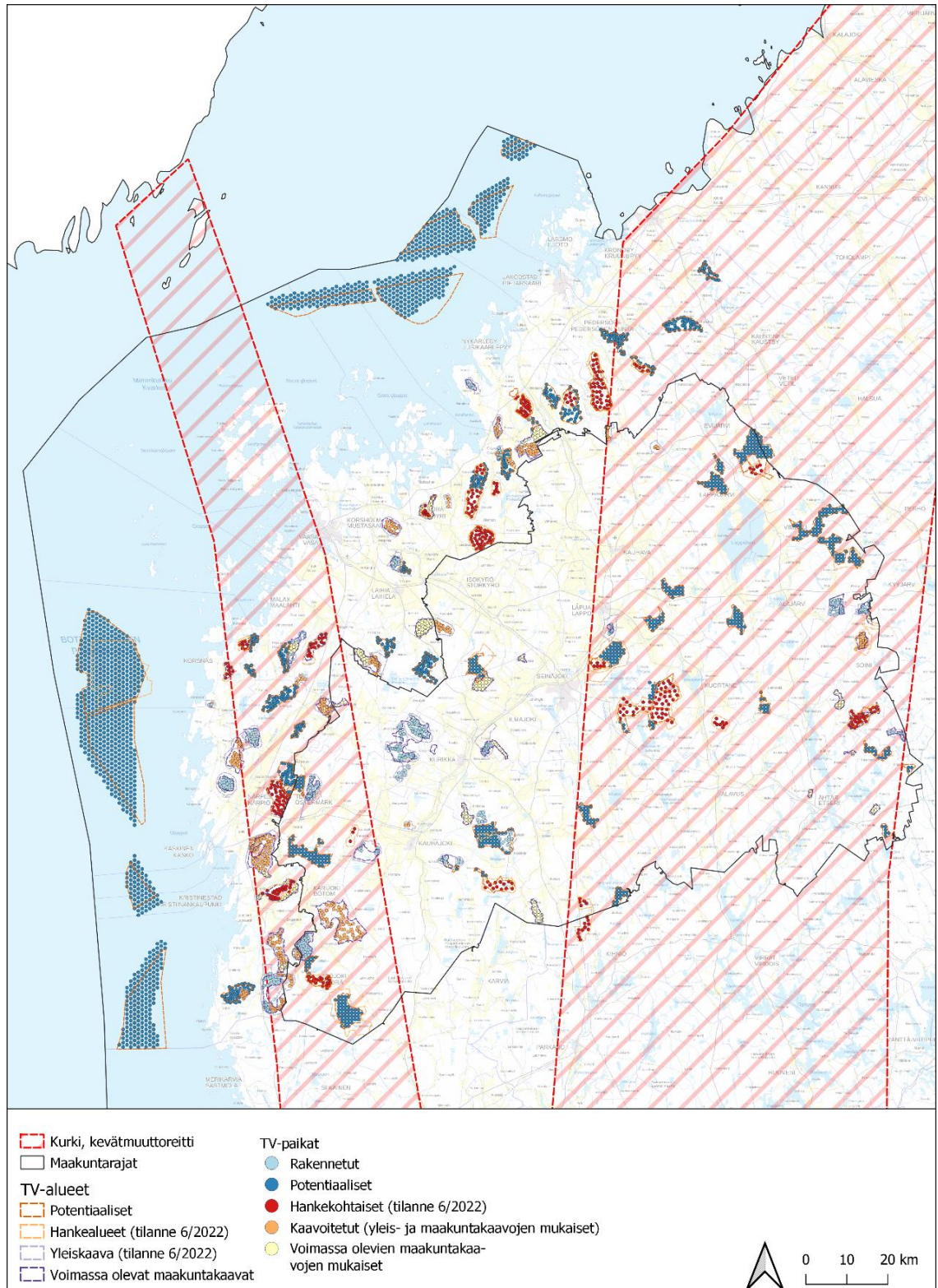
## 2.5 Kurki

Kurkien kevätmuutto Suomessa ajoittuu pääosin huhtikuulle. Niiden päämuuttoreitti on Pohjanmaalle tultaessa jakautunut kahtia läntiseksi ja itäiseksi reitiksi. Läntinen reitti kohti Ruotsia kulkee länsirannikkoa pitkin kohtalaisen kapeana rintamana, itäinen reitti on huomattavasti leveämpi (Kuva 8). Etelä-Pohjanmaalla suurimmat muuttaja- ja lepäilijämäärät havaitaan vuosittain Seinäjoella, Kuortaneella ja Alavudella. Pohjanmaalla vastaavia muutonajan keskittymiä tavataan Mustasaaren, Vaasan, Kristiinankaupungin ja Närpiön alueilla. Vaasan lähistöllä Söderfjärdenin pelloilla lepäilee etenkin syksyisin suuret määrät kurkia, määrien ollessa suurimmillaan syys-lokakuun vaihteessa noin 7000–8000 yksilöä. Muuttoreittiä arvioidaan muuttavan keväisin noin 7000 ja syksyisin noin 20 000 kurkea (Hölttä 2013). Pohjanmaan rannikkoalueen ja Etelä-Pohjanmaan kurkien päämuuttoreitille sijoittuu kevätmuutolla kaikkiaan 1498 tuulivoimalaa ja syksyllä 973 voimalaa.

Kurkien muuttoreitille on suunnitteilla uutta tuulivoimarakentamista, sekä läntiselle että itäiselle reitille (Kuva 8 ja Kuva 9). Niiden vaikutus näyttäisi kohdistuvan etenkin läntiselle Pohjanmaan reitille sekä kevätettä syysmuuton osalta. Itäisellä Etelä-Pohjanmaan reitillä voimaloiden vaikutus on suurempi kevätmuuton aikana, sillä syksyllä päämuuttoreitti siirtyy enemmän sisämaahan päin (Kuva 9). Kurkimuutto kulkee mantereella pääosin reilusti törmäyskorkeuden yläpuolella (FCG 2015). Merialueita ylittäessään parvet kuitenkin laskeutuvat alemmas, ja muutto tapahtuu usein törmäyskorkeudella (Eskelin ym. 2009, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016).

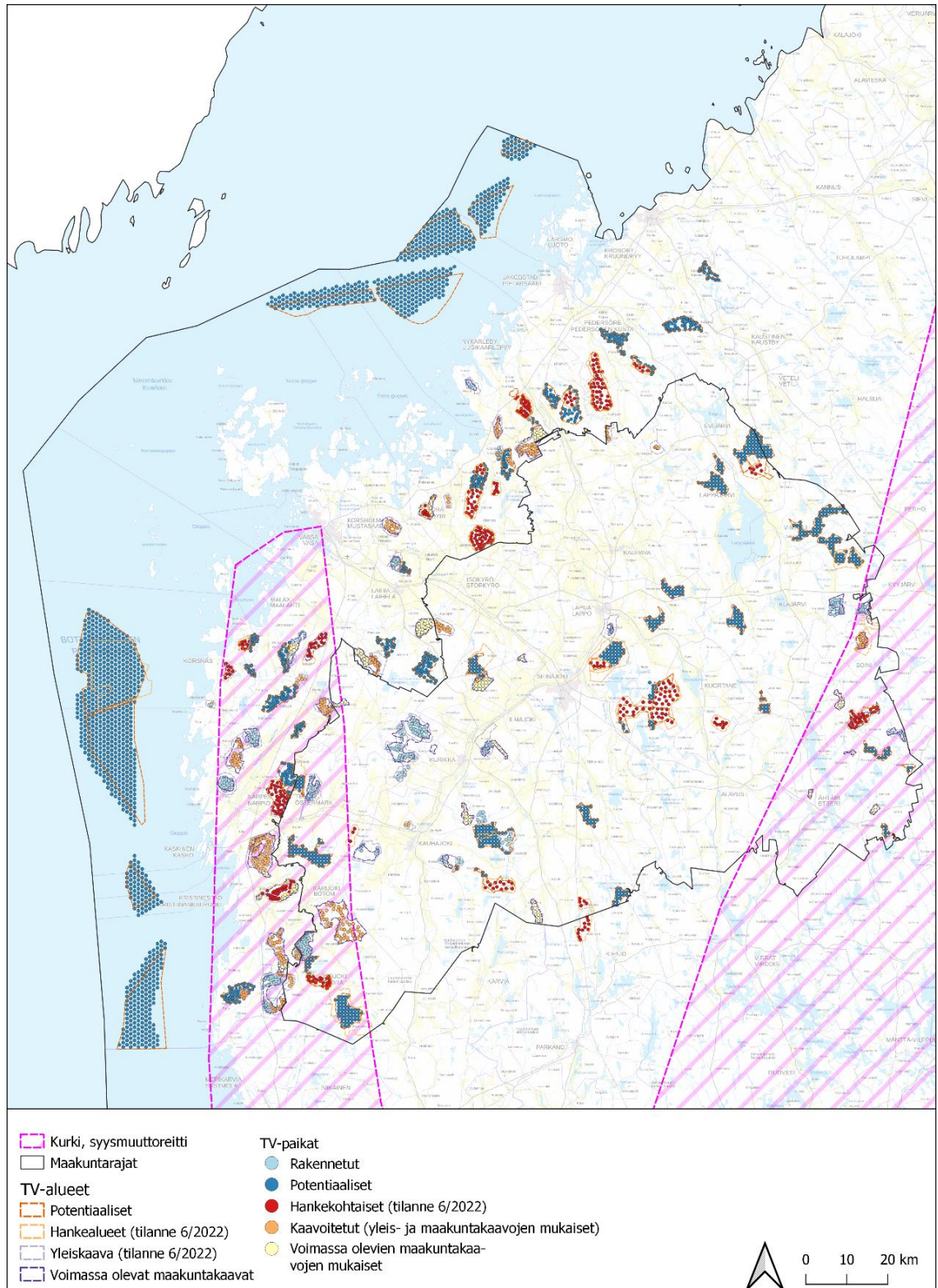
Törmäysmallissa kurkien päämuuttoreitin leveydeksi arvioitiin keväällä 28–81 km (Kuva 8) ja syksyllä 27–77 km (Kuva 9) riippuen muuttoreitin sijainnista suhteessa tuulivoima-alueisiin. Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on keväällä 47,1 km<sup>2</sup> ja syksyllä 30,6 km<sup>2</sup>. Kurjen lentonopeudeksi arvioitiin 15,0 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen kurjen törmäystodennäköisyys yhden voimalan läpilennessä on 6,4 %. Törmäysmallin mukaan kevätmuutolla törmäisi 7,2 yksilöä vuosittain ja syksyllä 17,7 lintua. Koko vuoden arvioitu törmäysmäärä olisi törmäysmallin mukaan 25 yksilöä. Törmäysmäärät ovat todennäköisesti yliarvioita, koska päämuuttopäivinä parvien lentokorkeus on yleisesti törmäysriskikorkeuden yläpuolella.

10.5.2023



Kuva 8. Kurjen kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntien alueella.

10.5.2023



Kuva 9. Kurjen syysmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntien alueella.

10.5.2023

## 2.6 Merikotka

Merikotkien kevätmuutto Suomessa ajoittuu maaliskuulle-huhtikuulle. Pohjanmaan suurimmat muuttaja- ja lepäilijämäärät havaitaan vuosittain Kristiinankaupungin, Närpiön, Vöyrin, Mustasaaren, Korsnäsin, Maalahden ja Vaasan alueilla. Muuttoreittiä arvioidaan muuttavan keuhäisin 300 ja syksyisin 100 merikotkaa (Eskelin ym. 2009, Hölttä 2013). Pohjanmaan rannikkoalueen merikotkien päämuuttoreitille sijoittuu kevätmuutolla kaikkiaan 163 tuulivoimalaa ja syksyllä 156 voimalaa.

Petolintujen muuttoreitin kokonaismatkaan suhteutettuna tuulivoimala-alueiden kiertäminen ei aiheuta haitallisia vaikutuksia. Muuttavat päiväpetolinnut eivät myöskään kerääny vuosittain tietyille samoille alueille, jolloin levähdysalueilla päivittäisten ruokailulentojen osalta ei synny kumulatiivista haittavaikutusta (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016).

Keväällä merikotkan muuttokäyttäytyminen poikkeaa maakotkasta, piekanasta ja hiirihaukasta siten, että muutto kulkee lounaasta koilliseen Perämeren rannikkoa seuraten ja merikotkalla onkin selkeästi rannikkolinjaa seuraava muuttolinja. Osa kevään linnuista kääntyy vielä Merenkurkun kohdalla kohti Ruotsia.

Törmäysmallissa merikotkien päämuuttoreitin leveydeksi arvioitiin keuhäällä 16–21 km (Kuva 10) ja syksyllä 19–29 km (Kuva 11) riippuen muuttoreitin sijainnista suhteessa tuulivoimala-alueisiin. Eräiden tutkimusten ja havaintojen mukaan merikotkalla on jostakin syystä selvästi muita petolintulajeja suurempi törmäysriski (Dahl ym. 2013). Merikotka onkin raportissa tarkastelluista lajeista ainoa, jonka osalta väistökertoimena käytettiin 95 %.

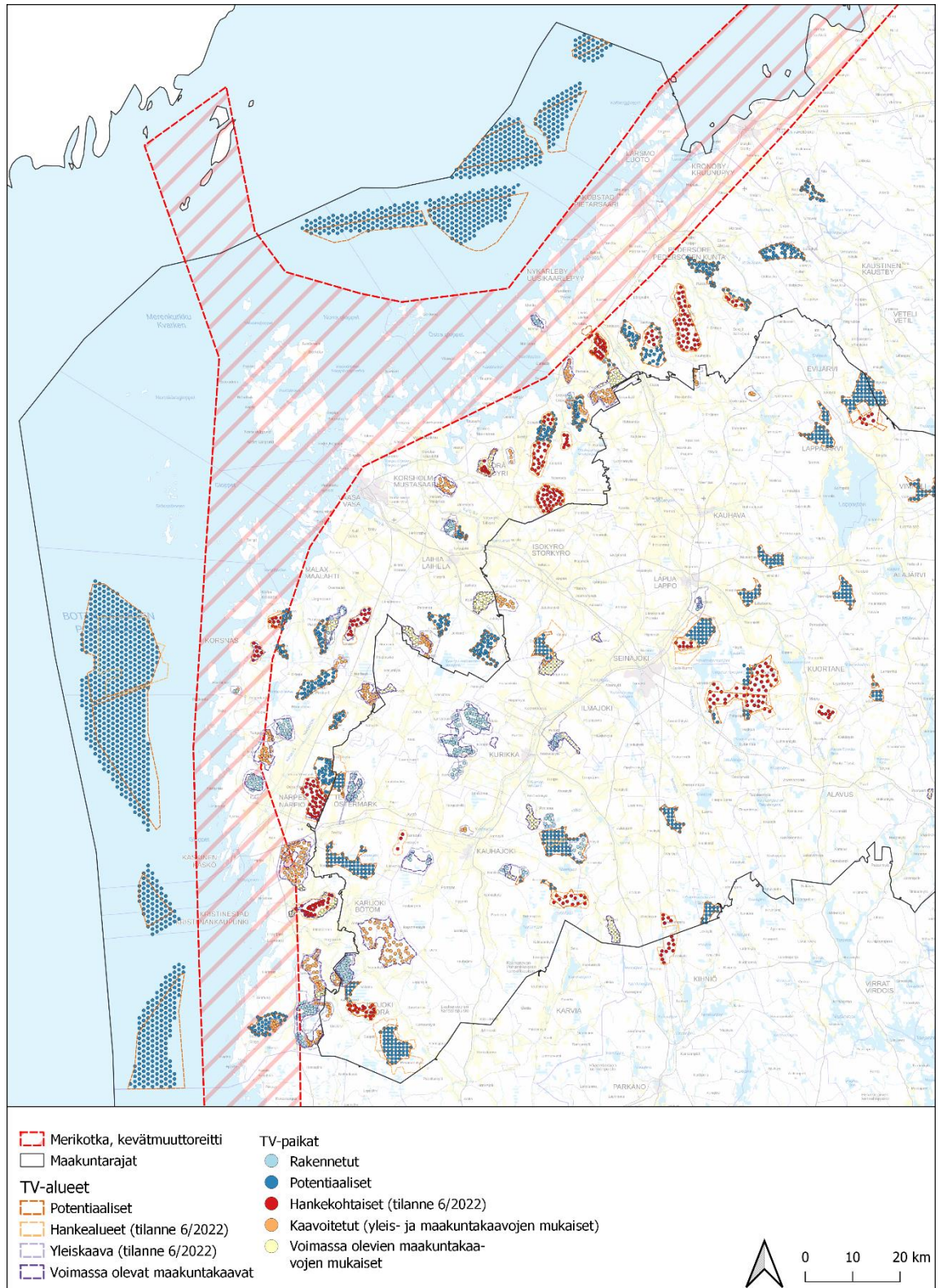
Voimaloiden yhteenlaskettu törmäyspinta-ala (ns. törmäysikkuna) on keuhäällä 5,1 km<sup>2</sup> ja syksyllä 4,9 km<sup>2</sup>. Merikotkan lentonopeudeksi arvioitiin 13,6 m/s (Alerstam ym. 2007). Yksittäisen merikotkan törmäystodennäköisyys yhden voimalan läpilennessä on 6,6 %. Törmäysmallin mukaan kevätmuutolla törmäisi 0,4 yksilöä vuosittain (väistön todennäköisyys 95 %) ja syksyllä 0,1 lintua. Koko vuoden arvioitu törmäysmäärä olisi törmäysmallin mukaan siis 0,5 yksilöä eli yksi lintu joka toinen vuosi. Vertailuna törmäysriski pesivillä merikotkilla on alueellisesti arvioitu tätä selvästi korkeammaksi, 0,8 yksilöä/vuosi,

**Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavoituksen Natura-arviointia varten tehtävä lintujen päämuuttoreittien törmäys- ja populaatiomallinnus** 20 (40)

10.5.2023

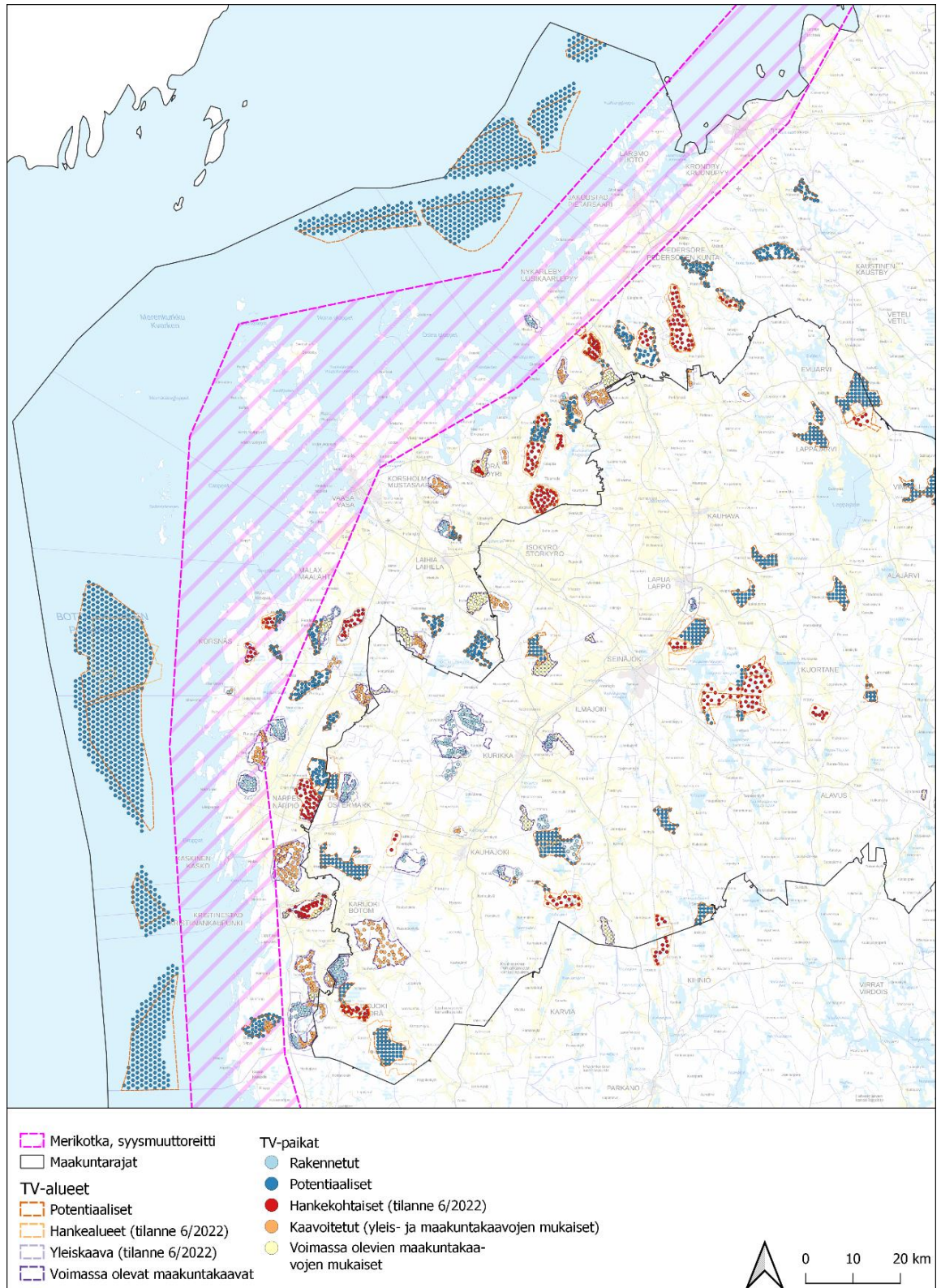
Suomen havaintoihin perustuvalla 98 % väistökertoimella (Tuohimaa 2019, Tikkanen ym. 2022).

10.5.2023



Kuva 10. Merikotkan kevätmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.

10.5.2023



Kuva 11. Merikotkan syysmuuttoreitti ja sen varrelle sijoittuvat kaikki tarkastelualueelle rakennetut tai suunnitellut tuulivoimalat Pohjanmaan maakunnan alueella.



10.5.2023

### 3 Populaatiomallinnus

Törmäysmallinnuksen tulosten pohjalta tehtiin populaatiomallinnus ns. matriisimallinnusmenetelmällä (PopTools-ohjelma, versio 3.2). Matriisimallinnuksen avulla voidaan tarkastella eri skenaarioiden aiheuttaman mahdollisen lisäkuolleisuuden merkitystä populaation kasvukertoimelle. Lisäksi apuna matriisin valmistelussa käytettiin Tikkasen ym. (2022) raportissa esitettyä mallia. Mallinnuksessa käytetyt parametrit löytyvät oheisesta taulukosta 1. Lajikohtaisina lähtöarvoina käytettiin aiemmista julkaisuista löytyneitä arvoja, joiden perusteella kasvukerointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta ja populaation arvioitua muutosta tulevaisuudessa (pienenevä, vakaa, kasvava).

Taulukko 1. Populaatiomallissa käytetyt parametrit.

Matriisimalli (lähtötilanne)	Metsähanhi	Laulujoutsen	Kuikka	Kaakkuri	Mustalintu	Pilkka-siipi	Alli	Kurki	Merikotka
Poikastuotto Ad	1,1	2,5	0,35	1	1	1	1	0,7	0,9
Poikastuotto 5kv		1,5							
Poikastuotto 4kv		0,5							
Poikassäilyvyys	0,5	0,45	0,7	0,5	0,4	0,395	0,395	0,42	0,55
2kv säilyvyys	0,56	0,55	0,8	0,6					0,65
3kv säilyvyys			0,82						0,75
3-4kv säilyvyys		0,65							
4kv säilyvyys			0,82						0,8
5kv säilyvyys		0,75							0,85
Aikuissäilyvyys	0,66	0,8	0,86	0,7	0,6	0,6	0,6	0,77	0,9
Populaatio, muutto	10000	20000	18500	4500	100000	35000	11000	20000	300
Törmäyksiä/v	9,9	17,7	10,1	2,4	65,8	25,0	6,7	24,9	0,5
Lisäkuoll./v (%)	0,00099	0,00088	0,00055	0,00053	0,00066	0,00072	0,00061	0,00124	0,00173
Matriisimalli (törm. jälkeen)	Metsähanhi	Laulujoutsen	Kuikka	Kaakkuri	Mustalintu	Pilkka-siipi	Alli	Kurki	Merikotka
Poikastuotto	1,1	2,5	0,35	1	1	1	1	0,7	0,9
Poikastuotto 5kv		1,5							
Poikastuotto 4kv		0,5							
Poikassäilyvyys	0,499	0,449	0,699	0,499	0,399	0,394	0,394	0,419	0,548
2kv säilyvyys	0,559	0,549	0,799	0,599					0,648
3kv säilyvyys			0,819						0,748
3-4kv säilyvyys		0,649							
4kv säilyvyys			0,819						0,798
5kv säilyvyys		0,749							0,848
Aikuissäilyvyys	0,659	0,799	0,859	0,699	0,599	0,599	0,599	0,769	0,898
Populaatio, pesintä	5000	10000	24000	4000	4000	20000	2000	20000	300

10.5.2023

Populaatiomallinnuksen laskentakaavaa voidaan tarkastella esimerkkilajin kautta seuraavasti:

- 13 yksilöä törmää/vuosi (eli 13/populaatiokoko 10 000 --> lisäkuolleisuus/vuosi = 0,0013), ja tämä huomioidaan, kun lasketaan uusi säilyvyys lajille ( $0,82 - 0,0013 \Rightarrow 0,8187$ )
- Matriisista saadaan laskettua populaation kasvukerroin ennen ja jälkeen törmäysten eli voimme tarkastella törmäysten populaatiovaikutuksia
- $P_k = P(1 - r)^k$ , Missä P = alkuperäinen populaatio  $P_k$  = Populaatio k vuoden jälkeen k = Aikajakson pituus vuosina r = Vuosittainen kuolleiden osuus populaatiosta
- Jos vuotuinen populaatoriski 10 % ( $r = 0,1$ ), kymmenen vuoden kuluttua populaatio on enää 30 % alkuperäisestä
- Esim.  $300(1-0,0021)^{10}$

Populaatiotason vaikutuksia ja arviota tuulivoiman aiheuttaman lisäkuolleisuuden merkittävydestä voidaan tarkastella myös ns. PBR-menetelmän avulla (Potential Biological Removal), jolla voidaan arvioida ihmistoiminnan aiheuttaman lisäkuolleisuuden kestäviä määriä populaatioille (Tikkanen ym. 2016, Wade 1998, Niel & Lebreton 2005). Numeeristen raja-arvojen laskennassa otetaan huomioon lajin uusiutumismuutos, populaatiokoko ja lajin kannan kehityssuunta. Menetelmällä voidaan huomioida kunkin lajin kannan kehityssuunta siten, että merkittävän lisäkuolleisuuden raja-arvo on taantuvilla lajeilla kymmenen kertaa pienempi verrattuna kasvavan kannan lajeihin, muiden huomioitavien suureiden pysyessä samoina.

10.5.2023

### 3.1 Metsähanhi

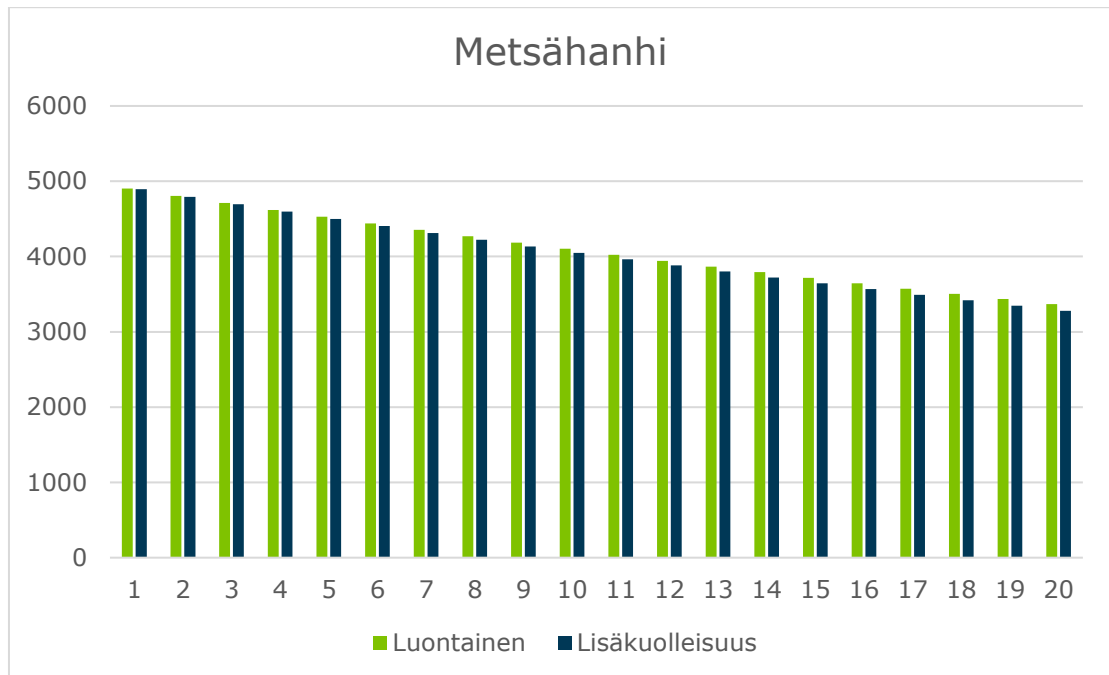
Alalajitasolla arvioitujen metsähanhen molemmat alalajit on luokiteltu uhanalaisiksi: taigametsähanhi vaarantuneeksi (VU) ja tundrametsähanhi erittäin uhanalaisiksi (EN) (Hyvärinen ym. 2019). Metsähanhen kannankehitys tunnetaan puutteellisesti. Taigametsähanhen elinympäristöinä ovat suoympäristöt, karut järvet ja lammet sekä perinneymäristöistä viljelymaat. Uhanalaisuuden syinä ovat pyynti, ojitus ja turpeenotto sekä vesirakentaminen. Uhkatekijöinä ovat lisäksi rakentaminen sekä muutokset Suomen ulkopuolella, esim. elinympäristöjen muutokset hanhien talvehtimisalueilla tai muuton aikaisilla levähdysalueilla.

Metsähanhen Suomen pesimäkannan suuruudeksi on arvioitu noin 1700–2500 paria (Valkama ym. 2011). Populaation kannankehitys on lyhyellä aikavälillä vakaa, mutta levinneisyysalue pitkällä aikavälillä pienentyvä (MMM 2022).

Metsähanhen pesivän kannanosan säilyvyys on melko heikkoa, mikä vastaa muiden voimakkaasti metsästettyjen hanhilajien havaittua säilyvyystasoa. Matriisimalliin sijoitetuilla säilyvyysarvoilla ja arvioidulla poikastuotolla havaitaan, että vain korkea poikastuoton taso voi tuottaa kasvavan populaation kasvukertoimia. Erittäin hyviä poikastuottovuosia pitäisi olla jatkuvasti, jotta metsähanhipopulaatio pysyisi vakana. Lisäksi aikuisten ja vanhimpien ikäluokkien yksilöiden säilyvyydellä on suurin vaikutus populaation kasvukertoimeen eli kannankehitykseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kannankehitykseen pystytään vaikuttamaan tuloksettaasti kasvattamalla pesivien aikuisten säilyvyyttä esim. metsästystä säätelemällä.

Populaatiomallissa käytettiin aiemmissa raporteissa (FCG & Pöyry 2012, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) esitettyjä lähtöarvoja ja muokattiin niitä (Taulukko 1). Kasvukerrointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 0,980 eli populaatio pienenee 33 % 20 vuodessa (Kuva 12). Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 1,8 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,0895 %.

10.5.2023



Kuva 12. Metsähanhen 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

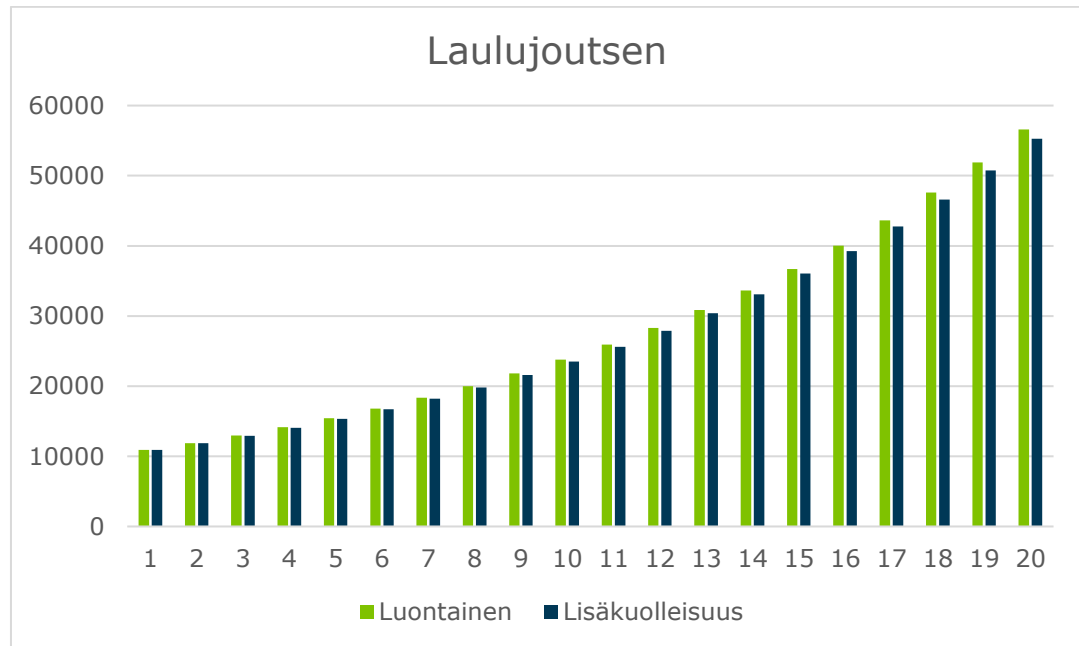
## 3.2 Laulujoutsen

Laulujoutsen pesii Suomessa monenlaisilla vesistöillä, joilla on tarpeeksi suojaavaa kasvillisuutta ja rehevyyttä, sekä usein myös soilla. Suomen pesimäkannaksi on arvioitu 5000–7000 paria, kun vielä 1990-luvun alussa kannanarvio oli 1500 paria (Valkama ym. 2011). Pesimäkanta kasvaa edelleen kovaa vauhtia, ja laulujoutsen on levittäytynyt maan pohjoisosista etelämmäksi aina etelärannikkoa myöten. Lajin uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan elinvoimainen (LC) (Hyvärinen ym. 2019).

Populaatiomallissa käytettiin aiemmissa raporteissa (FCG & Pöyry 2012, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) esitettyjä lähtöarvoja ja muokattiin niitä (Taulukko 1). Mallissa huomioitiin 6 eri ikäluokkaa. Kasvukerrointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 1,091, jolloin populaation kasvu viisinkertaistuu 20 vuodessa (Kuva 13). Tuulivoiman lisäkuolleisuus huomioiden populaation kasvukerroin laskee 1,091 -> 1,089 (99 % väistön todennäköisyys) eli populaation kasvu hidastuisi jonkin verran väistön oletuksella. Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla

10.5.2023

voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 2,3 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,12 %.



Kuva 13. Laulujoutsenen 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

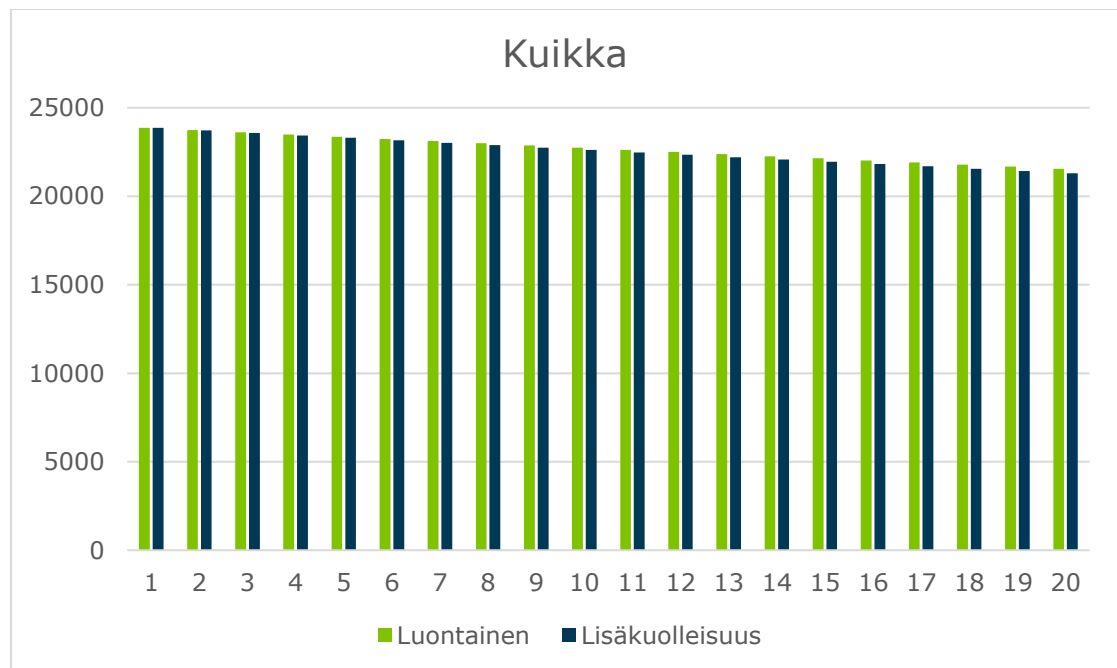
### 3.3 Kuikkalinnut

Kuikka pesii pohjoisen pallonpuoliskon tundra- ja havumetsävyöhykkeellä karuilla kirkasvetisillä järvillä. Suomessa kuikka on runsaslukuisin Järvi-Suomen alueella suurilla järvillä. Suomessa on arvioitu pesivän 11 000–13 000 kuikkaparia (Valkama ym. 2011). Kuikan levinneisyys Suomessa on pysynyt jokseenkin muuttumattomana 1970-luvun lopulta tähän päivään nykyinen, parempi kartoitustehokkuus huomioiden. Kuikan uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan elinvoimainen (LC) (Hyvärinen ym. 2019).

Populaatiomallissa käytettiin aiemmissa selvityksissä (Eskelin ym. 2009, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) esitettyjä lähtöarvoja ja muokattiin niitä (Taulukko 1). Mallissa huomioitiin 5 eri ikäluokkaa (kuikka pesii vasta 5–7 vuoden ikäisenä). Kasvukerrointa muokattiin

10.5.2023

vastaamaan nykytilannetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 0,995, jolloin populaatio pienenee 20 vuodessa 10,2 % (Kuva 14). Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 1,2 % pienempi 20 vuoden kulluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,06 %.



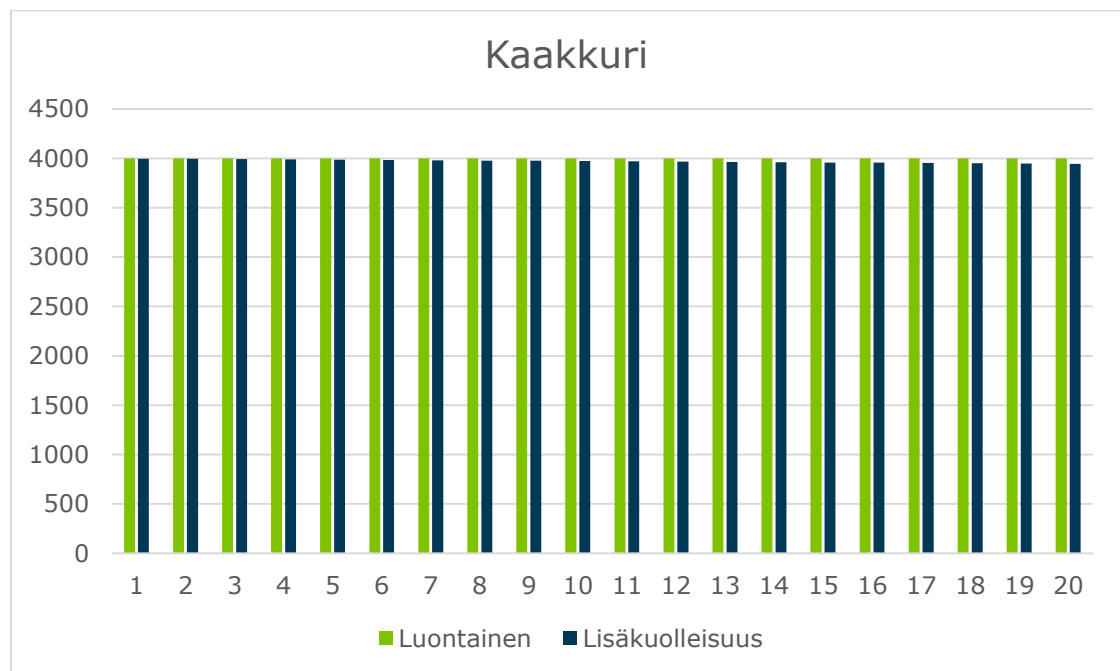
Kuva 14. Kuikan 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

Kaakkuri on pienten järvien ja suolampien asukki, joka pesii erityisesti nevareunaisissa lammissa ihmisasutusta kartellen. Linnut käyvät usein kalastelemassa suurten järvien selkävessillä. Suomessa pesii tällä hetkellä 1500–2000 kaakkuriparia (Valkama ym. 2011). Vaikka kannan kasvusta 1980-luvulta nykypäivään ei ole viitteitä, laji vaikuttaa leviittäytyneen maassamme aiempaa laajemmalle. Kaakkurin uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan elinvoimainen (LC) (Hyvärinen ym. 2019). Laji on hyötynyt pesälampien rauhoituksesta ja harrastajien rakentamista tekosaarista ja -pesistä.

Kaakkurin populaatiomallissa käytettiin aiemmissa raporteissa (Eskelin ym. 2009, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) esitettyjä lähtöarvoja ja

10.5.2023

muokattiin niitä (Taulukko 1). Kasvukerrointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 1,000, jolloin populaatio säilyy ennallaan 20 vuoden tarkastelujaksolla. Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 1,2 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa (Kuva 15). Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,06 %.



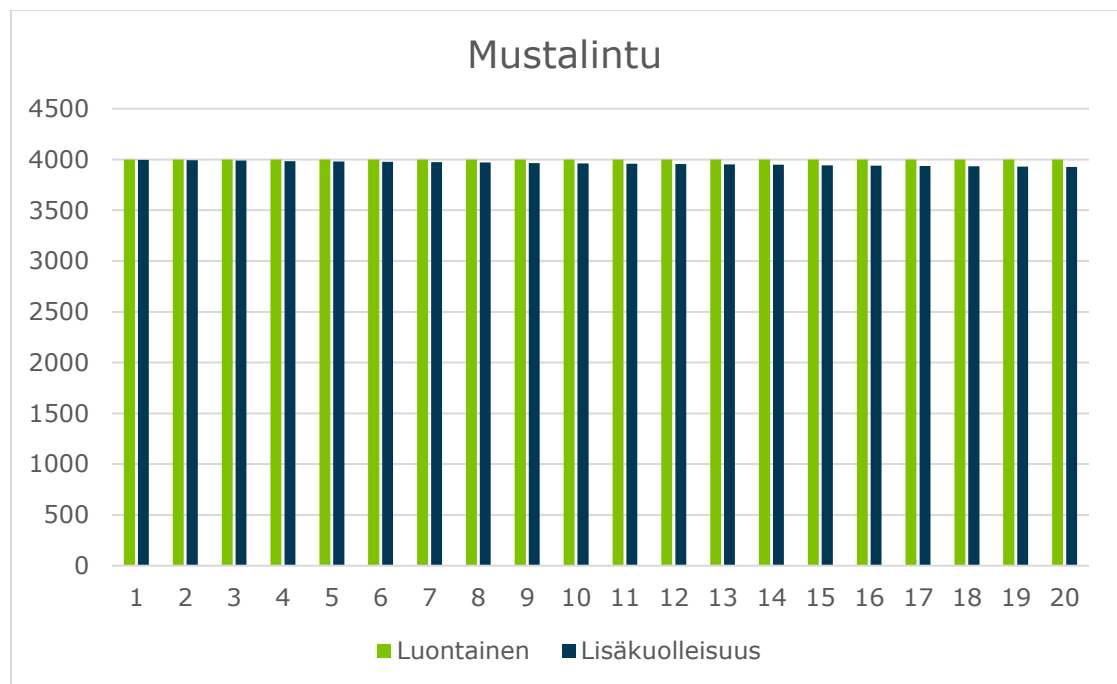
Kuva 15. Kaakkurin 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

### 3.4 Arktiset vesilinnut

Mustalintu pesii pohjoisella havumetsävyöhykkeellä esiintymisen Suomessa painottuessa Oulun pohjoispuoliselle alueelle. Laji suosii karuja, kirkasvetisiä vesistöjä erämaa-alueilla. Mustalinnun pesimäkannan kooksi arvioitiin 1990-luvun lopulla 1500 paria (Valkama ym. 2011). Arvio on vain suuntaa antava lajin kartoituksen vaikeuden takia. Mustalinnun uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän käytössä olevan arvion mukaan elinvoimainen (LC) (Hyvärinen ym. 2019).

10.5.2023

Mustalinnun populaatiomallissa käytettiin Pohjois-Pohjanmaan (Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) raportissa esitettyjä lähtöarvoja ja muokattiin niitä (Taulukko 1). Kasvukerrointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 1,000, jolloin populaatio säilyy ennallaan 20 vuoden tarkastelujaksolla.



Kuva 16. Mustalinnun 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

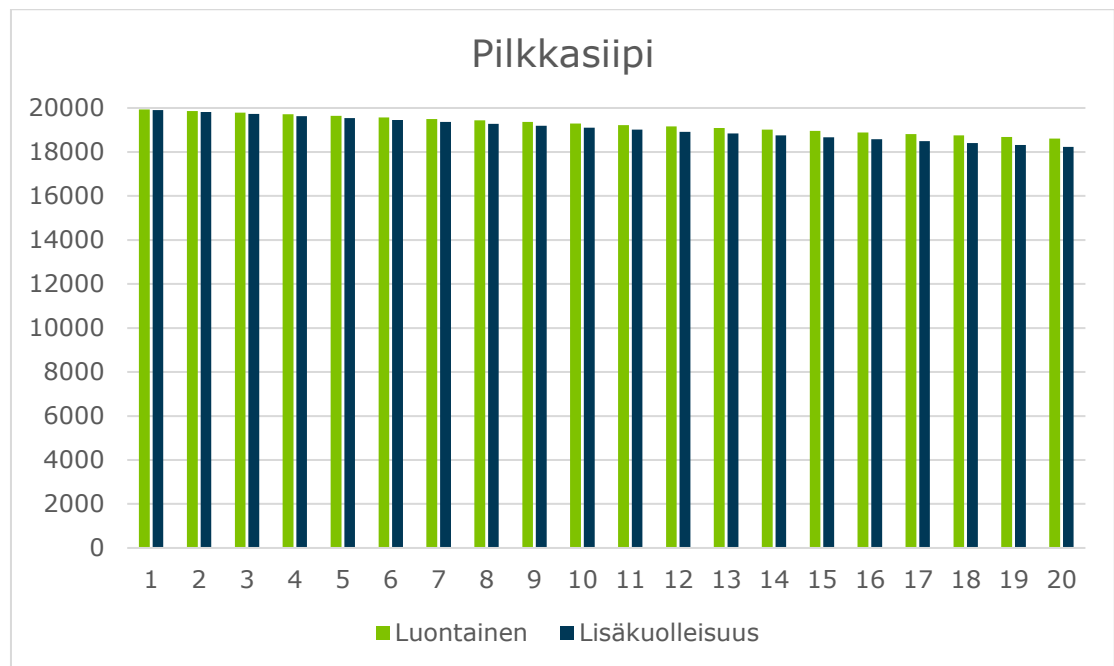
Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 1,9 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa (Kuva 16). Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,09 %.

Pilkkasiiven levinneisyys Suomessa on kaksijakoinen: elinympäristöinä ovat Itämeri sekä karut järvet ja lammet Pohjois-Suomessa. Maamme pilkkasiipikanta on taantunut viime vuosikymmenten aikana. 1990-luvun lopulla parimääräksi arvioitiin 14 000–16 000 (Valkama ym. 2011). Uhanalaisuuden syinä ovat pyynti, kemialliset haittavaikutukset (ympäristömyrkyt, torjunta-aineet, ilman ja vesien saasteet, öljyvähingot sekä rehevöittävä laskeuma) sekä vieraiden lajien aiheuttamat uhat (kilpailu, risteytyminen, taudit, ekosysteemimuutokset).



10.5.2023

Uhkatekijöinä ovat lisäksi häirintä ja liikenne sekä ilmastonmuutos eli ennustettu ilmaston lämpeneminen, sademäärien lisääntyminen ja äärimmäisten sääilmiöiden yleistymisen seuraavien 20–30 vuoden aikana. Pilkkasiiven uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan vaarantunut (VU) (Hyvärinen ym. 2019).



Kuva 17. Pilkkasiiven 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

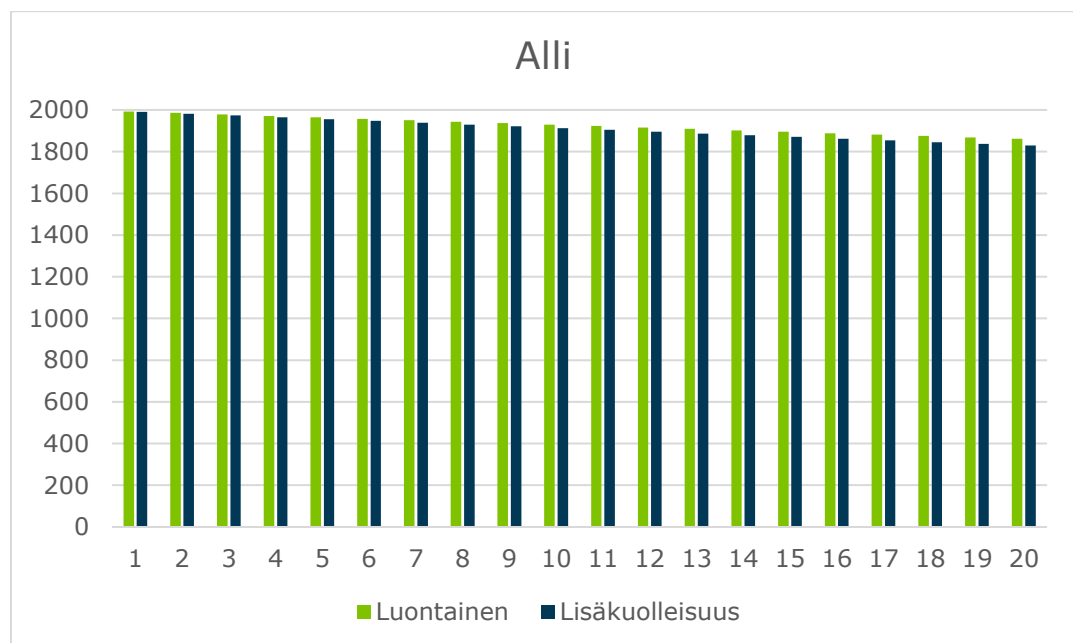
Pilkkasiiven populaatiomallissa kasvukerrottua muokattiin vastaamaan nykytilannetta (Hartman ym. 2013) ja lähtötilanteessa käytettiin kerrottua 0,996, jolloin populaatio pienenee 20 vuodessa 6,9 % (Kuva 17) Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 2,0 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,1 %.

Allin pesimäkannan koon arviointi on hankalaa, koska laji pesii harvulukuisena pohjoisen syrjäisillä ja vähänretkeilyillä seuduilla. Suomen kannanarvio vuosilta 2006–2009 oli 1 500–2 000 paria (Valkama ym.

10.5.2023

2011), ja pesimäkanta on hiljalleen pienentynyt viimeisten vuosikymmenten aikana. Allin pääasiallinen elinympäristö käsittää lampareet, allikot ja rimmet, ja niiden lisäksi karut järvet ja lammet, tunturikoskeikot sekä Itämeren rannikot. Uhanalaisuuden syinä ovat kemialliset haittavaikutukset, muutokset Suomen ulkopuolella (elinympäristöjen muutokset lintujen talvehtimisalueilla tai muuton aikaisilla levähdysalueilla) sekä pyynti. Allin uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvon mukaan silmälläpidettävä (NT) (Hyvärinen ym. 2019). Suomen merialueen talvehtiva allikanta on ollut kasvussa vuodesta 2010 alkaen ja populaatio on osa Itämeren vaarantunutta allipopulaatiota (uhanalaisluokituksena elinvoimainen, LC).

Allin populaatiomallissa kasvukerrointa muokattiin vastaamaan nykytilannetta (Larsson 2022) ja lähtötilanteessa käytettiin pilkkasiiven tavoin kerrointa 0,996, jolloin populaatio pienenee 6,9 % 20 vuodessa (Kuva 18). Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 1,8 % pienempi 20 vuoden kulluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,09 %.



Kuva 18. Allin 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Tuulivoimalamäärä Pohjanmaan maakunnan alueella kevätmuuton aikana 715. Pystyasteikolla yksilömäärä.

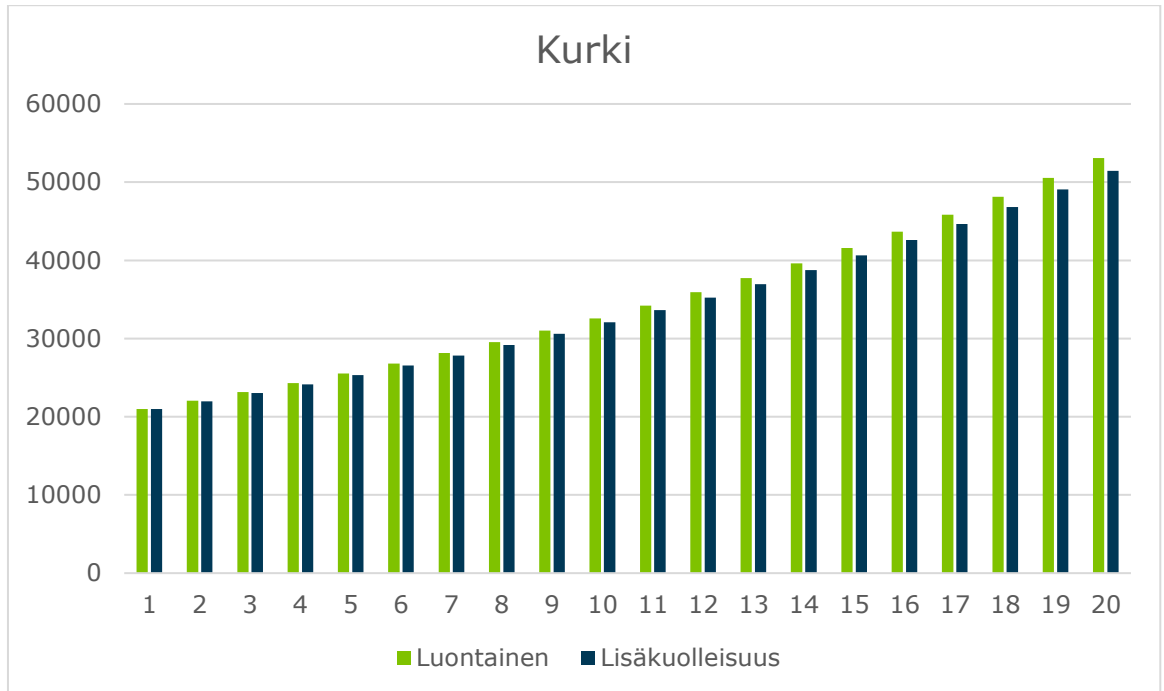
10.5.2023

### 3.5 Kurki

Kurjen pesimäympäristöä Euroopan pohjoisosissa ovat erityisesti suot ja rehevien lintujärvien rantaluhdet, mutta myös monenlaiset pienet kosteikot ja jopa hakkuuaukeat. Suomen kurkikannaksi 2000-luvun alussa arvioitiin vähintään 19 000 paria ja vuosina 2006–2009 jo 30 000–40 000 paria (Valkama ym. 2011). Tämänkin jälkeen laji on jatkanut runsastumistaan ja levittäytymistään uusille alueille. Kurjen uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan elinvoimainen, LC (Hyvärinen ym. 2019).

Populaatiomallissa käytettiin YVA-selostusta varten laaditussa Suurhiekkan merituulipuiston raportissa (Eskelin ym. 2009) esitettyjä lähtöarvoja ja muokattiin niitä (Taulukko 1). Mallissa ei huomioitu eri ikäluokkia, sillä kirjallisuudesta ei löytynyt mainintaa kurjen poikastuotosta eikä elossasäilyvyydestä. Kasvukerrointa muokattiin lähisukuisen hietakurjen parametreilla (Nesbitt 1992) vastaamaan kurjen nykytilanetta ja populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kerrointa 1,050, jolloin populaation kasvu 2,5 kertaistuu 20 vuodessa (Kuva 19). Tuulivoiman lisäkuolleisuus huomioiden populaation kasvukerroin laskee 1,050 -> 1,048 eli populaation kasvu hidastuisi jonkin verran 99 % väistön oletuksella. Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimamäärällä huomioituna populaatio olisi 3 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,15 %.

10.5.2023



Kuva 19. Kurjen 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 99 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä.

### 3.6 Merikotka

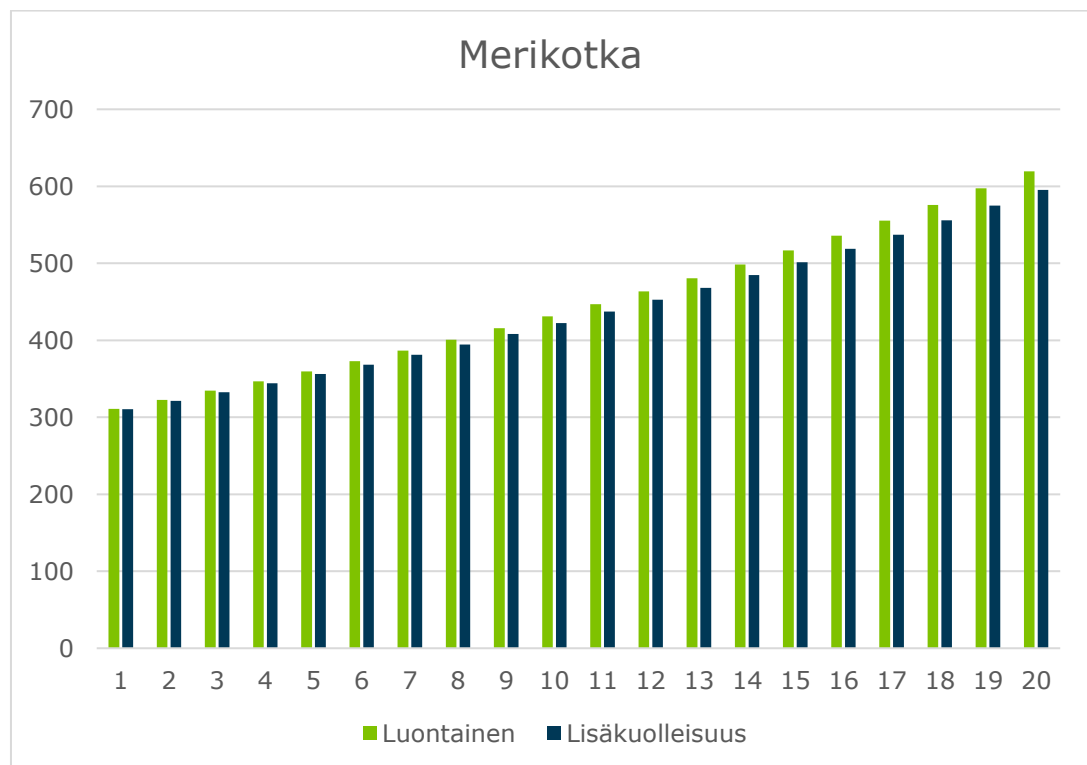
Suomessa suojelutyöstä on hyötynyt etenkin aikasemmin uhanalaiseksi luokiteltu merikotka, joka oli vielä 1970-luvulla sukupuuton partaalla, mutta on nyt poistunut Punaiselta listalta ja sen uhanalaisuusluokitus on viimeisimmän arvion mukaan elinvoimainen, LC (Hyvärinen ym. 2019). Merikotkan pääasiallisina elinympäristöinä ovat Itämeri, järvet ja lammet sekä metsät. Uhanalaisuuden syinä ovat kemialliset haittavaikutukset, metsien uudistamis- ja hoitotoimet, rakentaminen, pyynti sekä häirintä ja liikenne. Uhkatekijänä on edellisten lisäksi vanhojen metsien ja kookkaiden puiden väheneminen.

Populaatiomallissa törmäysmääriä arvioitiin suhteessa Pohjois-Suomen populaatioon ja parimääräarviona käytettiin 150 paria. Koko Suomen pesivä kanta on noin 500 paria (Högmander ym. 2020).

Populaatiomallissa käytettiin aiemmissa selvityksissä (Stjernberg ym. 2012, Pohjois-Pohjanmaan liitto 2016) esitettyjä lähtöarvoja (Taulukko 1) Mallissa huomioitiin 6 eri ikäluokkaa. Populaatiomallissa lähtötilanteessa käytettiin kasvukerrointa 1,037, mikä vastaa havaittua

10.5.2023

kannan kehitystä ja tällöin populaation kasvu kaksinkertaistuu 20 vuodessa (Kuva). Tuulivoiman lisäkuolleisuus huomioiden populaation kasvukerroin laskee 1,037 -> 1,035 eli populaation kasvu hidastuisi jonkin verran 95 % väistön oletuksella. Tuulivoiman lisäkuolleisuus reitille sijoittuvalla voimalamäärällä huomioituna populaatio olisi 3,9 % pienempi 20 vuoden kuluttua verrattuna tilanteeseen ilman tuulivoimaa, mutta populaatio olisi edelleen voimakkaasti kasvava. Tuulivoiman mahdollisen lisäkuolleisuuden vaikutus yhdessä vuodessa olisi siis 0,2 %.



Kuva 20. Merikotkan 20 vuoden populaatioennuste ilman tuulivoimaa (luontainen) ja tuulivoiman lisäkuolleisuus 95 % väistön todennäköisyydellä huomioituna. Pystyasteikolla yksilömäärä, tässä laskettu 150 parin populaatiolle.

## 4 Johtopäätökset / Slutsatser

Tässä raportissa esitettyjen törmäys- ja populaatiomallinnusten tulosten pohjalta on luotettavaa arvioida Natura-alueiden suojeluperusteena olevaan lintulajistoon kohdistuvia vaikutuksia maakunnallisten päämuuttoreittien osalta. Näitä vaikutuksia ovat etenkin törmäysriski ja kuolleisuus sekä estevaikutus. Raportissa on tarkasteltu vaikutuksia

10.5.2023

paitsi vuotuisella tasolla myös laajemmin tuulivoimaloiden oletetun elinkaaren ajalta, tässä tapauksessa 20 vuoden ennusteella.

Tehdyn törmäys- ja populaatiomallinnuksen mukaan yhdenkään lajin osalta Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavan tuulivoiman enimmäisvaihtoehdolla ei arvioida olevan merkittäviä haitallisia vaikutuksia populaatioihin. Raportissa on tarkasteltu vain osaa Pohjanmaalla ja Etelä-Pohjanmaalla tavattavista muuttolintulajeista, mutta tarkastelun kohteena ovat olleet keskeisimmät tuulivoimahankkeista mahdollisesti kärsivät lajit. Vaikka populaatiokehitys tällä hetkellä on ollut jo luontaisesti laskeva metsähanhen, kuikan, pilkkasiiven ja allin osalta, jää lisäkuolleisuuden merkitys populaatiotasolla kuitenkin vähäiseksi, eikä vaarana populaatioiden olemassaoloa Suomessa, saati laajemminkaan.

Törmäysvaikutus voi olla merkittävää, mikäli tuulivoima-alueet sijoituvat ns. pullonkaula-alueille eli maastonkohtiin, joissa muutto tiivistyy kapealle alueelle. Suomessa merialueilla ja pääosin maa-alueillakin linnut voivat kiertää tuulivoimapuistot, eikä pullonkaulatyyppisiä tilanteita pääse syntymään. Törmäysmallinnuksen avulla on voitu tarkastella lintujen törmäysten teoreettisia määriä annettujen raja-arvojen avulla. Törmäysmäärä on kuitenkin parhaimmillaankin vain suuntaa antava viitteellinen luku. Tästä huolimatta selvitys edustaa parasta käytettävissä olevaa tietoa ja on riittävä maakuntatasolla.

Varovaisuusperiaatteiden mukaan tehtyjen laskelmien mukaan maksimikuolleisuuden vaikutukset suhteessa merkittävän vaikutuksen rajaan jäävät kaikille tässä raportissa arvioiduille lajeille hyvin pieniksi. Varovaisuusperiaatteita noudattaen maakuntakaavan tuulivoiman törmäyskuolleisuuden vaikutukset tarkasteltuihin lajeihin suhteessa populaatioon on perusteltua arvioida enimmilläänkin vähäisiksi.

10.5.2023

## 5 Lähteet

Alerstam T, Rosen M, Bäckman 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. Supporting Information. Protocol S1. Supplementary List of Flight Speeds and Biometry of Bird Species. doi:10.1371/journal.pbio.0050197.sd001

Band W, Madders M & Whitfield DP (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 assessments and mitigation*. Lynx editions, Barcelona, s. 259–275.

BirdLife Suomi (2014) Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. Päivitetty aineisto 2023.

Dahl E, May R, Hoel P, Bevanger K, Pedersen H, Røskoft E, Stokke B (2013) White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at the Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildlife Society Bulletin* 37(1): 66–74. DOI: 10.1002/wsb.258

Eskelin T, Markkola J, Tuohimaa H, Suorsa V, Luukkonen A, Ruhanen H-R, Tapio T, Väyrynen T (2009) Suurhiekan merituulipuisto – Suurhiekan linnusto ja arvio suunnitellun tuulipuiston linnustovaikutuksista.

FCG (2015) Iin Olhavan tuulivoimapuisto. Linnustovaikutusten seuranta, muuttolinnusto 2015. Erillisraportti.

FCG (2021) Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan tuulivoimaselvitys. Raportti. [https://epliiitto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Etela\\_Pohjanmaan\\_Pohjanmaan\\_Keski\\_Pohjanmaan\\_tuulivoimaselvitys.pdf](https://epliiitto.fi/wp-content/uploads/2022/02/Etela_Pohjanmaan_Pohjanmaan_Keski_Pohjanmaan_tuulivoimaselvitys.pdf) (7.12.2022)

FCG & Pöyry (2012) Kalajoki-Raahe tuulivoimapuistot – muuttolinnustoon kohdistuva yhteisvaikutusten arviointi.

Hartman G, Kölzsch A, Larsson K, Nordberg M, Höglund J (2013) Trends and population dynamics of a Velvet Scoter (*Melanitta fusca*) population: Influence of density dependence and winter climate. *J Ornithol* 154(3): 837–847. DOI 10.1007/s10336-013-0950-7.

Hyvärinen E, Juslén A, Kemppainen E, Uddström A, Liukko U-M (toim.) (2019) Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.

10.5.2023

- Högmander J, Lokki H, Laaksonen T, Stjernberg T (2020). Suomen merikotkanta elinvoimaisena 2020-luvulle. Linnut-vuosikirja 2019: 60–71.
- Hölttä H (2013) Lintujen muuttoreitit ja pullonkaula-alueet Pohjois-Pohjanmaalla tuulivoimarakentamisen kannalta.
- Koistinen J (2004) Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto. Helsinki 2004.
- Larsson K (2022) Age and sex ratios in the declining West Siberian/North European population of Long-tailed Duck wintering in the Baltic Sea: Implications for conservation. *Ornis Fenn* 99: 117–131.
- MMM (2022). Maa- ja metsätalousministeriön asetus metsähanhen metsästyksen kieltämisestä metsästysvuonna 2022–2023. Muistio 1.7.2022. Dnro VN/19783/2022.
- Nesbitt SA (1992) First reproductive success and individual productivity in Sandhill Cranes. *Journal of Wildlife Management* 56(3): 573–577.
- Niel C, Lebreton J-D (2005) Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. *Conservation Biology* 19(3): 826–835.
- Pohjois-Pohjanmaan liitto (2016) Tuulivoimarakentamisen vaikutukset muuttolinnustoon Pohjois-Pohjanmaalla. <https://pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2020/09/4801.pdf> 21.12.2022
- Stjernberg T, Nuuja I, Koivusaari J, Högmander J, Ollila, T, Keränen S, Ekblom H (2012) Suomen merikotkat 2011–2012. Linnut-vuosikirja 2012: 24–35.
- Sitowise (2022) Etelä-Pohjanmaan ja Pohjanmaan maakuntakaavojen tuulivoima-alueiden Natura-alueisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi.
- Suorsa V (2019) Linnustovaikutusten seuranta suomalaisissa tuulivoimapaistoissa. Linnut-vuosikirja 2018: 148–155.
- Tikkanen H (toim.) (2022) Hyvät käytännöt maakotkalle aiheutuvien vaikutusten arviointiin – esimerkkiraportti Nimettömänkankaan tuulivoimahankkeesta. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja A 241. Metsähallitus, Vantaa. 59 s.
- Tikkanen H, Tuohimaa H, Kiiski J (2016) Tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset muuttolinnustoon, Natura-alueisiin sekä suuriin petolintuihin. Uudenmaan 4. vaihemaakuntakaavan ehdotus. Ramboll Finland Oy.



10.5.2023

Tikkanen H, Ekblad C, Tuohimaa H (2022) Tuulivoiman vaikutukset maa- ja merikotkaan sekä sääkseen Pohjanmaalla, Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Etelä-Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Pohjanmaan liitot. Julkaisu B:105.

Tuohimaa H (2019) Puskakorven tuulivoimapuiston osayleiskaava. Täydennysselvitys vaikutuksista merikotkaan. Ramboll Finland.

Tuohimaa H, Tikkanen H (2010) Maanahkaisen merituulivoimapuiston linnust selvitys.

Valkama J, Vepsäläinen V, Lehikoinen A (2011) Suomen III Lintuatlas. Luonnon-tieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <<http://atlas3.lintuatlas.fi>> (viitattu [28.3.2023]) ISBN 978-952-10-6918-5.

Wade PR (1998) Calculating limits to the allowable human-caused mortality of cetaceans and pinnipeds. Marine Mammal Science 14(1): 1–37.