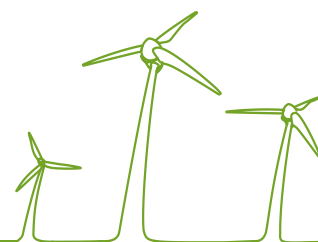


ABO-WIND

# **Törmäysriskiarviot Ilosjoen tuulivoima-alueelle**



**Sisällysluettelo**

1	Törmäysriskin arviointi .....	1
1.1	Lajikohtaisen riskin laskeminen ja mallin muuttajat .....	2
1.2	Käytettyihin menetelmiin liittyvät epävarmuustekijät .....	2
2	Populaatiovaikutusten laskeminen .....	3
2.1	Poikastuoton arviointi.....	3
2.2	Vuotuinen kuolleisuus .....	3
2.3	Populaation kehitys.....	4
2.3.1	Merikotka.....	4
2.3.2	Maakotka .....	4
2.3.3	Sääksi .....	5
3	Tulokset ja vaikutustenarviointi .....	5
3.1	Merikotka .....	5
3.2	Maakotka.....	5
3.3	Sääksi .....	6
4	Lähteet mallin oletusarvoihin:.....	6

## Maa- ja merikotkan sekä sääksen törmäysriskin arviointi

### 1 Törmäysriskin arviointi

Tuulivoiman haittavaikutukset lintuihin jaetaan yleisesti kahteen luokkaan, suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suorista vaikutuksista yksi esimerkki ovat törmäykset tuulivoimaloihin, jotka vaikuttavat suoraan lintujen populaatiokokoa pienentävästi. Törmäysten mallintamiseen on viime vuosina ollut saatavilla tähän tarkoitukseen laadittu mallin-  
nusmenetelmä (Band ym. 2007, Band 2012).

Bandin mallissa törmäysriskiä arvioidaan kaksikulotteisen tasoprojektion avulla, jonka koko perustuu suunnitellun tuulivoimapuiston leveyteen, voimalayksiköiden lukumäärään sekä niiden fyysisiin mittoihin. Malli suhteuttaa koko tuulivoimapuiston roottorien yhteispinta-alan (törmäysikkuna) tutkimusikkunan pinta-alaan (hankealueen leveys x tutkimusikkunan määritely korkeus). Tämän tuloksena saadaan arvio niiden lintujen lukumäärästä, joilla on teoreettinen todennäköisyys törmätä roottorien lapoihin. Arvio tuulivoimapuistoon törmäävien lintujen lukumäärästä saadaan kertomalla törmäysikkunan läpi lentävien lintujen lukumäärästä lajikohtaisella törmäystodennäköisyydellä. Mallissa käytetty laskennallinen törmäystodennäköisyys perustuu lintujen fyysisiin mittoihin sekä lentonopeuteen ja tuulivoimaloiden teknisiin ominaisuuksiin (Scottish Natural Heritage 2010 a ja b, Band ym. 2007 a ja Band, W. 2007 b sekä Band, B. 2012).

Alkuperäisen mallin perusolettamuksia korjattiin sen realistisuuden parantamiseksi. Alkuperäinen malli ei lähtökohtaisesti huomioi esimerkiksi lintujen käytöksessä tapahtuvia muutoksia tai lintujen tekemiä väistöliikkeitä. Väistöliikkeet huomioidaan käyttämällä väistökertoimia, joiden avulla määritellään kuinka suuri osuus alueen kautta oletettavasti kulkevasta lintumuutosta väistää tuulivoimaloita (Scottish Natural Heritage 2010, Band 2012). Törmäyslaskelmissa väistökertoimenä käytetään yleisesti varovaisuusperiaatteen mukaisesti 95 %, vaikka tuoreimmissa tutkimuksissa on huomattu, että jopa huomattavasti suurempi osa linnuista väistää tuulivoimaloita (mm. Desholm & Kahlert 2005, Whitfield ym. 2009, Scottish Natural Heritage 2010). Tuoreimman tiedon perusteella vain 1–2 % linnuista ei muuttaisi käyttäytymistään tuulivoimapuiston rakentamisen jälkeen, mutta joissain tapauksissa, esimerkiksi petolintujen kohdalla, väistö voi olla myös huomattavasti harvinaisempaa. Tästä syystä tässä arvioinnissa on käytetty 95% väistökerrointa.

Tuulivoimaloiden väistö voi tapahtua kahdessa vaiheessa:

1. Linnut lähtevät kiertämään tuulivoimaloita jo heti havaittuaan ne, koska hyvissä sääolosuhteissa kookkaat voimalat näkyvät varsin kauas ja linnuilla on siten hyvät mahdollisuudet ja runsaasti aikaa muuttaa lentorataansa jopa muutaman kilometrin etäisyydeltä siten, että ne eivät edes joudu voimaloiden läheisyyteen.
2. Linnut huomaavat tuulivoimalat ns. viime hetkellä, kun ne ovat ajautuneet voimaloiden läheisyyteen, mutta pystyvät vielä lentorataansa muuttamalla ylittämään tai kiertämään ne tai väistämään pyörivät lavat. Tässä tapauksessa väistön onnistuminen riippuu hyvin voimakkaasti linnun fyysisistä ominaisuuksista ja lajikohtaiset erot voivat olla suuria.

Väistökertoimen lisäksi mallin realistisuutta voitaisiin parantaa huomioimalla tuulensuunnat sekä tuulivoimaloiden vuotuinen käyttöaste. Tuulivoimaloiden roottorit eivät todellisuudessa ole aina kohtisuorassa lintujen lentorataa vasten, mutta suurikokoiset petolinnut muuttavat yleensä myötä- tai vastatuuleen, jolloin roottorit ovat useimmin kohtisuorassa lintujen lentorataa vasten. Mallissa voitaisiin myös huomioida tuulivoima-

loiden vuotuinen käyttöaste, koska tuulivoimalat eivät ole aina toiminnassa. Tässä mallissa oletettiin, että tuulivoimalat ovat aina kohtisuorassa vasten lintujen lentoreittiä ja tuulivoimaloiden käyttöaste on 100 %. Muuttujien huomioiminen törmäysmallissa vähentäisi oletettavaa tuulivoimaloihin törmäävien lintujen lukumäärää jonkin verran.

### 1.1 Lajikohtaisen riskin laskeminen ja mallin muuttajat

Lajikohtainen törmäystodennäköisyys laskettiin tarkoitusta varten kehitetyn Excel-pohjaisen laskurin avulla (Scottish Natural Heritage 2010a, Band 2007 a ja b sekä 2012). Linnun pituudeksi asetettiin maa- ja merikotkalla pituus 0,8 m ja siipiväli 2,2 m sekä sääksellä 0,6 m ja 1,7 m. Lentonopeudeksi asetettiin 11 m/s. Laskenta tehtiin oletuksella, että 50 % linnuista etenee myötätuuleen. petolinnut lentävät myös vastatuuleen ja sivutuuleen muutolla ja paikalliset yksilöt kulkevat saalistuspaikoillaan tuulesta riippumatta. Linnun pituudella, siipien kärkivälillä ja pyörähdysnopeudella tai myötä/vastatuulella ei ole merkittävää vaikutusta lopputulokseen, olennaisin tekijä on lintujen määrä ja väistötodennäköisyys. Hankealueen tietoina käytettiin 8 voimalaa 2 km leveällä käytävällä, roottorin lapojen ollessa 126 m halkaisijaltaan ja lavan paksuus 3 m sekä kallistuskulma 30 astetta. Pyörähdysnopeudeksi asetettiin 10 rpm (yksi pyörähdys kestää 6 sekuntia), mikä on roottorin keskimääräinen pyörimisnopeus, suurin pyörimisnopeus olisi 16,5 rpm.

Alueella törmäyskorkeudessa tapahtuvien vuotuisten ohituslentojen määrä on arvioitu kevään ja kesän seurannan perusteella suhteuttamalla havainnointitunteina tehtyjen havaintojen määrä vuotuisiin alueella todennäköisesti sijoittuviin lentoaikoihin. Sääksellä kokonaisaika aktiiviseen oleskeluun alueella määriteltiin 180 päiväksi keskimäärin 10 h päivässä ja seuranta aika oli 53 h (noin 1/30 osa sääksen aktiivisesta ajasta alueella). Seurannan aikana havaittiin 4 lentoa hankealueella tai aivan sen tuntumassa törmäyskorkeudessa, jolloin koko ajalle suhteutettuna vastaavia lentoja olisi noin 135. Maa- ja merikotkien lennoista kummallakin lajilla havaittiin kolme lentoa riskitilassa (alueella tai aivan sen tuntumassa törmäyskorkeudessa) 60 tunnin havainnoinnin aikana. Vuotuisiksi muuttoaktiivisuuden ajaksi arvioitiin kummallakin lajilla noin 5 kk ja keskimäärin 8 h päivässä. Täten suhteutettuna lentoja kummankin lajin osalta osuisi riskialueelle törmäyskorkeudessa 60. Tässä ei ole huomioitu, että etenkin muuton osalta aktiivisia päiviä ei ole kuin osa muuttoajasta, sillä muutto tapahtuu yleensä kohtuullisen hyvissä sääoloissa. Siksi malliin on jaettu edellä mainittu määrä kahdella, olettaen, että hyviä muuttopäiviä on enintään puolet muuttokaudesta. Tällöin riskilentoja olisi 30 vuodessa kummallakin lajilla.

### 1.2 Käytettyihin menetelmiin liittyvät epävarmuustekijät

Muutontarkkailun ja lentokorkeuksien sekä etäisyyksien arvioiminen sisältää aina jonkin verran havainnoijasta johtuvia virhelähteitä. Lisäksi sääolosuhteet vaikuttavat vuosittain lintujen käyttämiin muuttoreitteihin sekä muuton ajoittumiseen. Siksi tietyn vuoden aikana kerätty muutto-aineisto voi jossain määrin poiketa muiden vuosien muuttomäärästä ja -reiteistä.

Törmäysriskin arviointi on vain suuntaa-antava ja sen on laadittu varovaisuusperiaatteen mukaisesti siten että arvioitu riski on todennäköisesti suurempi kuin toteutuva riski. Sääksen osalta ei ole huomioitu sitä, että liikkumisen todennäköisyys vähenee etäämmällä pesästä, koska tarkka pesäpaikka ei ollut tiedossa. Ruokailulennot kuitenkin kulkivat hankealueen reunaan ja vuosittaisten pesimäaikaisten ohitusten määrä on arvioitu suhteessa havaintotunteihin ja havaittuihin lentoihin.

Voimaloittain muodostuvasta riskissä taas ei huomioida sitä, että voimalat ovat osittain toistensa takana, jolloin ensimmäisen voimalan väistäminen johtaa myös siihen, että loput taakse jäävät voimalat eivät ole reitillä. Pohjois-Ruotsiin ja Pohjois-Suomeen rannikolle lintujen muuttoreiteille sijoittuvien toteutuneiden hankkeiden seurannoissa ei havaittu yhdenkään linnun törmäystä eikä löydetty yhtään kuollutta lintua voimaloiden ympäristöstä (yhden kauden seurannat: Granér ym. 2011 ja Suorsa, V. suullinen tiedonanto, julkaistaan 2015). Porin Peittoon alueelle sijoittuvan voimalan juurelta taas löytyi mahdollisesti voimalaan törmännyt merikotka. Seurannoissa eri puolilla maailmaa on todettu, että voimaloiden sijainti suhteessa esimerkiksi petolintujen ruokailu- tai pesimäalueisiin ja tiettyihin maaston pinnan muotoihin voi vaikuttaa voimakkaasti ko. lajeihin kohdistuvaan haittaan.

Mahdolliset epävarmuustekijät on huomioitu tämän selvityksen tulosten tulkinnassa. Selvitystä voidaan pitää tuulivoimapuiston vaikutusten arviointia varten riittävänä.

## 2 Populaatiovaikutusten laskeminen

Törmäysvaikutusten kohdistuminen ja merkitys arvioitavien lajien populaation kantokyvyn kannalta on haastavaa. Kyseisistä lajeista on kuitenkin melko paljon rengastuksiin liittyen kerättyä tietoa, jolla on voitu tehdä melko luotettavia arviota pesivien yksilöiden/parien määrästä ja maa- ja merikotkan osalta tietoa on myös vuotuisesta poikastuotosta. Populaatiovaikutuksien arviointiin on usein käytetty yksinkertaista mallia (Koistinen 2004), mutta koska malli ei huomio eroja poikastuotossa ja kuolleisuudessa eri ikäluokissa ja populaation uusiutumista, tehtiin laskelma tähän arviointiin paremmin todellisuutta vastaavalla mallilla, jossa eri ikäluokkien selviytymistodennäköisyys ja populaation uusiutuminen on huomioitu. Malli ei edelleenkaan vastaa täysin luonnollista tilannetta, jolloin esimerkiksi aikaisempien vuosien kasvu vaikuttaa kasvaneena poikastuotantona tai päinvastoin, sillä sen arvioimiseen ei ole riittävästi tietoja. Poikastuotannon kasvu tai väheneminen on riippuvainen myös tiheydestä ja muista kannan koon säätelemistä tekijöistä. Tämä malli on kuitenkin riittävän realistinen, jotta tuulivoimaloiden aiheuttaman kuolleisuuden suhdetta populaation kehitykseen voidaan paremmin arvioida. Mallissa oletuksena on, että poikastuotto on vakio vuodesta toiseen riippumatta muutoksista aikuispopulaatiossa. Arvioitavien lajien osalta maakotkalla ja sääksellä pitkäaikainen vuosittainen tuotto onkin ollut melko vakaa, merikotkalla kasvava. Mikäli laji olisi selvästi taantuva, tulisi myös muutokset vuotuisen poikastuottoon pyrkiä ottamaan huomioon.

### 2.1 Poikastuoton arviointi

Merikotkan poikastuotto arvioitiin viimeisimmän tunnettujen poikasten määrän perusteella (450 poikasta, sillä kanta on ollut kasvava). Maakotkan poikastuotto laskettiin metsähallituksen tietojen mukaan keskiarvona vuosilta 2003-2014, sillä poikastuotto näyttää pysyneen keskimäärin vakaana tuolla ajan jaksolla, vaikka vuosittaiset vaihtelut ovatkin suuria. Tunnettu poikastuotto on tuolla ajan jaksolla ollut keskimäärin 150 vuodessa. Sääksen osalta asuttujen reviirien poikastuotto on ollut viime vuosikymmenet keskimäärin yli 1,6 poikasta/pari/vuosi, varovaisuuden vuoksi poikastuotoksi mallissa arvioitiin 1,5, jolloin poikasia olisi parimäärän (1100) perusteella vuodessa 1650 (Vuonna 2012 tiedossa olevia asuttuja reviireitä oli 1133).

### 2.2 Vuotuinen kuolleisuus

Vuotuisesta kuolleisuudesta Suomessa ei löytynyt arvioita. Pohjoisamerikkalaisen valkopäämerikotkan poikasten ensimmäisen vuoden kuolleisuudeksi on arvioitu 50%, jota tässä mallissa käytettiin kaikkien kolmen lajin ensimmäisen elinvuoden kuolleisuusole-

tuksena. Myöhemmästä vuotuisesta kuolleisuudesta ei löytynyt arviota, mutta tavallisesti kuolleisuus vähenee huomattavasti ensimmäisen vuoden jälkeen. Tässä mallissa oletettiin vuotuisesti kuolleisuudeksi ensimmäisen vuoden jälkeen ja ennen lisääntymisikää (5 vuotta) olevan 5 %. Nämä arvot ovat melko yleispäteviä useimpien lintulajien kohdalla. Kaikille kolmelle lajille käytettiin näitä samoja arvoja tuolta ajalta. Lisäntymisikään ehtineiden kuolleisuus arvioitiin keskimääräisen eliniän oletuksen perusteella. Meri- ja maakotkan eliniänodotukseksi niille yksilöille, jotka ovat selviytyneet lisääntymisikään, annettiin 20 vuotta, jolloin vuotuinen kuolleisuus olisi 5 % pesivistä yksilöistä (1/20) (Kotkat voivat elää 40 vuotiaiksi ja keskimääräinen ikä oletettiin olevan puolet siitä). Vastaavasti sääksen keskimääräiseksi eliniäksi annettiin mallissa 15 vuotta, jolloin aikuisiän vuotuinen kuolleisuus on noin 7 %.

## 2.3 Populaation kehitys

Edellisissä kappaleissa esitetyillä perusteilla on tässä laskettu mallilla kullekin lajille kuinka paljon lisääntymisikäisiä yksilöitä tulee Suomen tunnettuun populaatioon vuosittain lisää tai vähenee, jotta voidaan suhteuttaa tuulivoimaloiden aiheuttaman kuolleisuuden vaikutus populaation kehitykseen pitkällä aikavälillä, mikäli vaikutukset kohdistuisivat vain Suomen pesivään kantaan.

### 2.3.1 Merikotka

Merikotkan pesivien parien määrä on tällä hetkellä arviolta 500 paria, eli 1000 yksilöä. Lisäntymisikään ehtineitä uusia yksilöitä tulee populaatioon mallin mukaan 133 yksilöä, eli noin 65 paria.

Laskenta tehtiin seuraavasti:

$$N_{\text{reclis}} - N_{\text{kuollis}} = N_{\text{uudlis}} = 133$$

Missä:

$N_{\text{reclis}}$  = vuosittain populaatioon tulevat uudet lisääntymisikäiset yksilöt (5v):

$$N_0 - 0,5 * N_0 = N_1 \rightarrow N_1 - 0,05 * N_1 = N_2 \rightarrow N_2 - 0,05 * N_2 = N_3 \rightarrow N_3 - 0,05 * N_3 = N_4 \rightarrow$$

$$N_4 - 0,05 * N_4 = N_{\text{reclis}} = 183$$

$$N_0 = \text{poikastuotto/vuosi} = 450$$

$$N_1 = \text{Poikasista jäljellä 1-vuotiaina jne. } N_5 = N_{\text{reclis}}$$

$$N_{\text{kuollis}} = \text{lisäntymisikäisten kuolleisuus/vuosi} = 1000 * 0,05 = 50$$

Tunnettujen parien määrä on lisääntynyt vuosittain vajaalla neljällä kymmenellä, joten malli on hyvin oikean suuntainen, sillä kaikkia pareja ei havaita. Varovaisuuden vuoksi voidaan olettaa, että uusia pareja tulee populaatioon 30-65.

### 2.3.2 Maakotka

Maakotkan pesivien parien määräksi arvioitiin tietojen perusteella 300 (alemman marginaalin mukaan, arvio oli 300-400 paria) ja metsähallituksen tunnettujen pesimätietojen mukaan vuotuinen poikastuotto 150 poikaseksi. Laskenta tehtiin yllä olevan mallin mukaisesti. uusia lisääntymisikäisiä yksilöitä tulee edellä mainitun arvion mukaisesti populaatioon noin 30 eli 15 paria. Varovaisuuden vuoksi voidaan olettaa, että arvo on 15-30 yksilöä eli 7,5 -15 paria vuodessa.

### 2.3.3 Sääksi

Sääksen pesivien parien määräksi annettiin malliin sääksien seurantaraportin perusteella 1100 paria, eli 2200 yksilöä. Vuotuinen poikastuotto on

## 3 Tulokset ja vaikutustenarviointi

### 3.1 Merikotka

Törmäysriski on mallin mukaan 0,03 yksilöä vuodessa, eli yksi yksilö kerran yli 30:ssä vuodessa.

Tämä on 0,007% Suomen merikotkien vuoden 2014 tunnetusta poikastuotosta (449 poikasta).

Yhteisvaikutukset:

Jos kyseinen hanke olisi keskivertoinen merikotkien kuolleisuuden kannalta, syöttötariffin mukaiset 2500 MW täyttävä voimalamäärä aiheuttaisi 2,8 törmäystä vuodessa. Tämä on 0,6 % vuoden 2014 tunnetusta poikastuotannosta Suomessa. Vaikutukset kuitenkin kohdistuvat Suomen populaation ulkopuolisiin yksilöihin, eli kokonaisuudessaan suurempaan populaatioon. Useimmiten nuoret vielä pesimättömät yksilöt ovat alttiimpia onnettomuuksille kuin vanhat linnut, jotka ovat kokeneempia ja pysyvät usein lähellä pesimäreviiriään ympäri vuoden. Nuoriin lintuihin kohdistuvat vaikutukset aiheuttavat lievempiä vaikutuksia populaatiotasolla, sillä nuorten kuolleisuus onnettomuuksissa on muutenkin suurempi ja kokonaisuuskuolleisuus ei välttämättä lisääny lineaarisesti nuorten yksilöiden kohdalla.

Merikotkaan kohdistuvat törmäysriski ei tämän hankkeen osalta ole merkittävä eikä yhteisvaikutuksina koko Suomen hankkeiden kanssa muodosta merikotkapopulaatiolle uhkaa. Mallin arvot ovat varovaisuusperiaatteen mukaisesti arvioineet riskin todennäköistä riskiä suuremmaksi.

### 3.2 Maakotka

Törmäysriski on mallin mukaan 0,03 yksilöä vuodessa, eli yksi yksilö kerran yli 30:ssä vuodessa.

Tämä on 0,02 % Suomen maakotkien vuosien 2003-2014 tunnetusta poikastuotosta (ka 150 poikasta).

Yhteisvaikutukset:

Jos kyseinen hanke olisi keskivertoinen maakotkien kuolleisuuden kannalta, syöttötariffin mukaiset 2500 MW täyttävä voimalamäärä aiheuttaisi 2,8 törmäystä vuodessa. Tämä on 1,9 % vuosien 2003-2014 tunnetusta keskimääräisestä poikastuotannosta Suomessa. Useimmiten nuoret vielä pesimättömät yksilöt ovat alttiimpia onnettomuuksille kuin vanhat linnut, jotka ovat kokeneempia ja pysyvät usein lähellä pesimäreviiriään ympäri vuoden. Lisäksi vuotuinen todellinen poikastuotto on todennäköisesti suurempi kuin tunnettujen pesien poikastuotto.

Maakotkaan kohdistuvat törmäysriski ei tämän hankkeen osalta ole itsessään merkittävä ja vaikutukset kohdistuvat tämän hankkeen osalta todennäköisimmin vielä pesimättömiin yksilöihin, mutta yhteisvaikutuksina koko Suomen hankkeiden kanssa voi muo-

dostaa vähäisiä vaikutuksia populaation kantokykyyn. Mallin arvot ovat varovaisuusperiaatteen mukaisesti arvioineet riskin todennäköistä riskiä suuremmaksi.

### 3.3 Sääksi

Törmäysriski on mallin mukaan 0,13 yksilöä vuodessa, eli yksi yksilö kerran noin kahdeksassa vuodessa. Kun riski kohdistuu paikalla pesivään pariin, on vaarana reviirin autioituminen, jos toinen emoista kuolee. Sama reviiri voi olla parin käytössä toistakymmentä vuotta. Usein nuoret yksilöt ovat aikuisia alttiimpia törmäyksille. Nuorten selviämistodennäköisyys lisääntymisikään ja etenkin ensimmäisenä elin vuonna on selvästi alhaisempi kuin aikuisilla. Siten vaikutus pesiviin yksilöihin ei ole välttämättä niin suuri, mutta selvä riski reviirin autioitumiselle on olemassa nykyisellä voimalasijoittelulla ja pesäpaikansijainnilla.

Sääksien Suomen pesimäkannan arvio on noin 1200 paria. Kanta on niin runsas, että hankkeen aiheuttama kuolleisuus ei todennäköisesti vaikuta sinällään koko Suomen populaatioon, vaan vaikutukset ovat paikallisia.

Yhteisvaikutukset:

Jos kyseinen hanke olisi keskivertoinen sääksen kuolleisuuden kannalta, syöttötariffin mukaiset 2500 MW täyttävä voimalamäärä aiheuttaisi 12 törmäystä vuodessa. Tämä on noin 0,5 % pesivien yksilöiden määrästä, eli vuotuinen kuolleisuus lisääntyisi 0,5 %, mikäli laikki törmäykset kohdistuisivat lisääntymisikäisiin yksilöihin. Vuotuinen lisääntymisikään ehtineiden yksilöiden kuolleisuus lienee jossain 120 ja 240 yksilön välillä (5-10% vuodessa) riippuen lisääntymisikään selvinneiden keskimääräisestä eliniästä. Yhteisvaikutukset olisivat siis lisääntyvään populaatioon nähden noin 5-10% normaalkuolleisuudesta. On hyvin todennäköistä, että Suomen populaatio kestää ko. kuolleisuuden lisääntymisen, sillä vuotuinen lisäys lisääntymisikäiseen (5-vuotias) populaatioon on arvion mukaan noin 200-400 yksilöä.

Mallin arvot ovat varovaisuusperiaatteen mukaisesti arvioineet riskin todennäköistä riskiä suuremmaksi. Ne törmäykset, jotka kohdistuvat nuoriin yksilöihin todennäköisesti vaikuttavat vähemmän kokonaiskuolleisuuteen kuin aikuisikään ehtineiden törmäykset, sillä toiset yksilöt ovat muita alttiimpia onnettomuuksille ja yksi yksilö voi menehtyä vain kerran.

## 4 Lähteet mallin oletusarvoihin:

Merikotkan poikastuotto:

<http://wwf.fi/elainlajit/merikotka/>

Pesivien parien määrän arvio 2010:

<http://atlas3.lintuatlas.fi/>

<http://www.birdlife.fi/suojelu/lajit/uhex/uhex-lista.shtml>

Maakotkan vuotuinen poikastuotto:

<http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Luonnonsuojelu/Lajitjaluontotyypit/uhanalaiset/aimet/maakotka/Sivut/Maakotka.aspx>



Sääksen poikastuotto ja asutut reviirit:

<http://www.birdlife.fi/julkaisut/vuosikirja/pdf/2012-vuosikirja-saakset.pdf>