

Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa

RAKENNETTU
YMPÄRISTÖ



SUOMEN YMPÄRISTÖ 6 | 2016

Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa

Helsinki 2016

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

SUOMEN YMPÄRISTÖ 6 | 2016
Ympäristöministeriö
Rakennetun ympäristön osasto

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö / Teija Metsänperä
Kansikuva: YHA-Kuvapankki / Riku Lumiaro

Julkaisu on saatavana internetistä:
www.ym.fi/julkaisut

Helsinki 2016

ISBN 978-952-11-4624-4 (PDF)
ISSN 1796-1637 (verkkokj.)

ESIPUHE

Tuulivoimarakentaminen on lisääntynyt Suomessa viime vuosina voimakkaasti ja toteutumassa on myös laajoja tuulivoima-alueita, joissa yksittäisten voimaloiden määrä voi olla hyvinkin suuri. Tuulivoimarakentamisen aiheuttamista linnustovaikutuksista on Suomessa kuitenkin vasta vähän kokemusta, koska laajoja tuulivoima-alueita on ollut toiminnassa varsin lyhyen aikaa.

Tuulivoimalat vaikuttavat linnustoon monin tavoin. Ne voivat aiheuttaa linnuille törmäysriskin tai esteen lintujen normaaleille lentoreiteille ja muuttaa lintujen elinympäristöä. Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksia koskeva tietämys on lisääntynyt viime vuosina huomattavasti erityisesti kansainvälisten kokemusten myötä. Ajantasaiselle tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksia käsittelevälle aineistolle on ilmennyt tuulivoimarakentamisen edetessä eri tahojen keskuudessa tarve, johon tällä raportilla pyritään vastaamaan.

Raportti pohjautuu vuosina 2012–2014 toteutettuun Tuulivoima ja linnusto -hankkeeseen, jonka toteuttivat ympäristöministeriön toimeksiannosta Pöyry Finland Oy ja BirdLife Suomi ry. Hankkeen tavoitteena oli tuottaa ajantasaista linnustotietoa tuulivoimarakentamisen suunnittelun ja siihen liittyvän vaikutusten arvioinnin tueksi. Hankkeeseen sisältyi useita osahankkeita. Lintujen päämuuttoreittejä koskeva aineisto julkaistiin ympäristöministeriön internet-sivuilla 14.5.2014. Hankkeen osana laaditusta kirjallisuuskatsauksen pohjalta on koostettu tämän raportin kirjallisuusluettelo. Hankkeessa laadittiin myös ehdotus suositukseksi linnuston huomioimisesta tuulivoimarakentamisessa.

Tämä ympäristöministeriössä virkatyönä laadittu raportti on koottu Tuulivoima ja linnusto -hankkeen tulosten ja osaraporttien pohjalta. Raportissa tarkastellaan tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksia sekä niiden selvittämistä ja arviointia kaavoituksessa ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

Raportin tavoitteena on parantaa tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksiin liittyvien selvitysten ja vaikutusten arvioinnin laatua ja siten edistää linnuston huomioon ottamista tuulivoimarakentamisen suunnittelussa.

Ympäristöministeriö kiittää kaikkia julkaisun ja sen tausta-aineistona toimineiden selvitysten valmisteluun osallistuneita tahoja ja asiantuntijoita hyvästä yhteistyöstä.

Ympäristöministeriö toivoo julkaisun olevan avuksi linnuston vaalimisen ja tuulivoimarakentamisen yhteensovittamisessa.

Helsingissä elokuussa 2016

Ympäristöministeriö

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| Esipuhe | 3 |
| I Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset | 6 |
| 1.1 Linnustovaikutusten luonne | 6 |
| 1.2 Suorat vaikutukset | 6 |
| 1.2.1 Törmäyskuolleisuus ja törmäysriski | 6 |
| 1.3 Epäsuorat vaikutukset | 7 |
| 1.3.1 Häirintävaikutus | 7 |
| 1.3.2 Estevaikutus | 7 |
| 1.3.3 Elinympäristömuutokset | 8 |
| 1.4 Linnustovaikutusten merkittävyys | 8 |
| 2 Linnuston huomioiminen tuulivoimarakentamisen suunnittelussa ... | 9 |
| 2.1 Linnuston huomioimisen lähtökohdat | 9 |
| 2.2 Linnuston huomioiminen maakuntakaavoituksessa | 10 |
| 2.3 Linnuston huomioiminen yksityiskohtaisessa suunnittelussa | 10 |
| 3 Linnustaselvitykset ja vaikutusten arviointi | 12 |
| 3.1 Linnustonselvitykset | 12 |
| 3.1.1 Pesivän ja lepäilevän linnuston selvitykset | 12 |
| 3.1.2 Muuttavan linnuston selvitykset | 12 |
| 3.2 Vaikutusten merkittävyyden arviointi | 13 |
| 3.3 Törmäysvaikutusten arviointi | 13 |
| 3.4 Häirinnän, estevaikutusten ja elinympäristömuutosten vaikutusten arviointi | 14 |
| 3.5 Yhteisvaikutusten arviointi | 14 |
| 3.6 Vaikutusten seuranta | 15 |
| Kirjallisuus | 16 |
| Liitteet | |
| Liite 1. Suomen uhanalaiset lintulajit | 19 |
| Liite 2. Yhdyskunnissa pesivät lintulajit | 20 |
| Liite 3. Esimerkkejä lintulajeista, jotka kokoontuvat tietyille ruokailu-, poikueiden kerääntymis- ja talvehtimispaikoille. | 21 |
| Kuvailulehti | 22 |
| Presentationsblad | 23 |
| Documentation page | 24 |

1 Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset

1.1

Linnustovaikutusten luonne

Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset ovat törmäyskuolleisuudesta johtuvia vaikutuksia. Epäsuorat vaikutukset näkyvät lajikoostumuksessa ja yksilömäärissä pidemmällä aikavälillä. Epäsuoria vaikutuksia ovat häirintä, estevaikutus ja elinympäristömuutokset. Vaikutukset jakautuvat myös ajallisesti rakennusvaiheen ja toimintavaiheen erityyppisiin vaikutuksiin. Vaikutusten kohteena voivat olla tuulivoimaloiden vaikutuspiirissä muuttomatallaan lentävät, talvehtivat ja levähtävät lajit tai pesimälajisto.

Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset ovat hyvin vaihtelevia ja riippuvat tuulivoimaloiden koosta ja määrästä, teknisistä ratkaisuista, maantieteellisestä sijainnista ja ympäröivän alueen maaston muodoista sekä alueen lintulajiston koostumuksesta. Ratkaisevaa on tuulivoima-alueiden ja yksittäisten tuulivoimaloiden sijoittuminen.

Ensisijainen keino tuulivoimarakentamisen linnustovaikutusten vähentämiseen on tuulivoima-alueiden sijoittaminen linnustoarvojen kannalta tärkeiden alueiden ulkopuolelle.

Linnustovaikutuksia voidaan lisäksi vähentää tuulivoimaloiden sijainnin ja ryhmittelyn avulla välttämällä lintujen käyttämiä lentoreittejä ja jättämällä voimaloiden väliin riittävän leveitä esteettömiä väyliä linnuille.

Muita mahdollisia linnustovaikutusten vähentämiskeinoja ovat rakentamisen ajoittaminen pesimäkauden ulkopuolelle, voimalatyyppin ja -koon valinta mahdollisimman vähän lintuja häiritseväksi sekä lentoestevalojen kirkkauden ja välkkymisnopeuden säätäminen mahdollisimman vähän lintuja houkuttelevaksi.

Sähkönsiirron toteuttaminen maakaapeleilla tai ilmajohtojen merkitseminen huomiopalloilla vähentää myös linnustovaikutuksia tehokkaasti.

1.2

Suorat vaikutukset

1.2.1

Törmäyskuolleisuus ja törmäysriski

Törmäyskuolleisuudella tarkoitetaan kuolleiden lintujen määrää joko tuulivoimalaa kohti vuodessa tai tuotettua sähköyksikköä kohti vuodessa. Kuolemaan johtaneiden

törmäysten määrä voimалаа kohti vuodessa vaihtelee sen sijaintipaikasta riippuen 0-50 yksilön välillä. Linnut törmäävät yleensä tuulivoimalan liikkuviin roottorin lapoihin, mutta kuolleisuutta aiheuttavat myös törmäykset tuulivoimalan torniin tai muihin rakenteisiin sekä törmäykset sähkölinjoihin.

Törmäyskuolleisuus vaikuttaa populaation kokoon ensisijaisesti lisäämällä aikuis-kuolleisuutta. Törmäyskuolleisuuden vaikutukset ovat haitallisimmat uhanalaisilla, pitkäikäisillä ja vähän poikasia tuottavilla lajeilla.

Törmäysriskiin vaikuttavat kunkin lintulajin fysiologiset ominaisuudet, lintujen lukumäärä ja käyttäytyminen vuoden kierron eri vaiheissa, sääolosuhteet ja maaston muodot sekä tuulivoima-alueen ja tuulivoimaloiden sijainti sekä rakenteelliset ominaisuudet.

Törmäysriski vaihtelee eri lajeilla ja erilaisissa olosuhteissa. Suurikokoiset ja tyypillisen lentotapansa mukaan paljon kaartelevat ja liukuvat lintulajit, kuten päiväpetolinnut, kurjet ja haikarat ovat erityisen alttiita törmäyksille. Myös muut suurikokoiset lintulajit, kuten hanhet ja joutsenet ovat alttiita törmäyksille.

Törmäysvaarassa ovat varsinkin paikalliset ja ympäri vuorokauden aktiiviset lajit. Paikalliset linnut altistuvat useammin törmäyksille verrattuna ohi muuttaviin, mahdollisesti vain kerran alueen läpi lentäviin lintuihin. Yöllä ja huonon sään aikaan törmäysriski tyypillisesti kasvaa.

Törmäysriskiä pienentää lintujen kyky väistää tuulivoimaloita. Myös väistämiskyky on erilainen eri lajeilla ja erilaisissa olosuhteissa. Tuulivoimaloiden lentoestevalojen on havaittu toisaalta houkuttelevan lintuja, mutta valaistus saattaa toisaalta auttaa lintuja myös väistämään voimaloita. Muuttolintujen on havaittu nostavan lentokorkeutta ja kiertävän tuulivoima-alueita erityisesti meri- ja rannikkoalueilla.

Lintujen törmäyksen todennäköisyys pienenee roottorin lapojen pituuden kasvessa ja kierrosnopeuden laskiessa. Näin ollen Suomeen rakennettavat nykyaikaiset suuret melko hitaasti pyörivät tuulivoimalat ovat lintujen törmäysriskin kannalta lähtökohtaisesti turvallisempia kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa edelleen laajasti käytössä olevat pienikokoisemmat tuulivoimalat.

1.3

Epäsuorat vaikutukset

1.3.1

Häirintävaikutus

Tuulivoimaloiden häirintävaikutukset aiheutuvat tuulivoimaloiden tuottamasta äänestä sekä roottorin lapojen pyörimisestä ja siitä johtuvasta valon ja varjon välkkymisestä. Häirinnän vaikutuksesta tuulivoima-alue saattaa muuttua lintujen kannalta epäsuotuisaksi saalistus- ja pesimäalueena.

Eri lintulajien herkkyyks häirintävaikutuksille vaihtelee. Joidenkin lajien on havaittu välttelevän tuulivoimaloiden lähiympäristöä niin pesimä- kuin levähdys- tai ruokailualueinakin. Joidenkin lajien havaittiin kuitenkin tottuvan tuulivoimaloihin vuosien kuluessa. Sen sijaan joidenkin lajien kohdalla ei käyttäytymisessä havaittu mitään eroa ennen ja jälkeen tuulivoimaloiden rakentamisen.

1.3.2

Estevaikutus

Estevaikutuksella tarkoitetaan sitä, kun linnut joutuvat kiertämään tuulivoima-alueen sen muodostaessa eräänlaisen esteen lintujen normaalille saalistus- tai muuttoreilleille.

Lentoreitin pidentyminen tarkoittaa lisääntyneitä energiankulutusta, joka puolestaan voi huonontaa lintujen lisääntymismenestystä tai aiheuttaa muita haittavaikutuksia.

Saalistuslentojen pidentynyt matka ei yleensä ole merkittävä suhteessa luonnonolojen, kuten epäedullisen sään tai muuttuneen ravintotilanteen aiheuttamaan vaihteluun. Linnut voivat kuitenkin pidentyneiden saalistusmatkojen vuoksi pyrkiä korvaamaan aiemman saalistusalueensa toisella vastaavalla alueella. Kilpailu sekä saalistus- että pesimäalueista voi johtaa tilanteeseen, jossa korvaavaa aluetta ei välttämättä löydy ja yksilöt joutuvat siirtymään huonompilaatuiseen elinympäristöön. Tämä voi johtaa huonompaan pesimätulokseen.

Linnut pyrkivät kiertämään tuulivoima-alueen muuttoreittiä valitessaan. Muuttoreittien varrella sijaitsevat yksittäiset tuulivoima-alueet eivät todennäköisesti kasvata energiankulutusta niin paljon, että niillä olisi populaatiotason vaikutuksia. Sen sijaan esimerkiksi muuton aikaisten levähdysalueiden kohdalla vaikutukset voivat olla merkittävämpiä. Usein lintujen levähdysalueilla ruokailu- ja lepäilyalueet sijaitsevat maantieteellisesti erillään ja tuulivoima-alueen sijainti näiden alueiden välillä saattaa päivittäin tapahtuvien lentojen vuoksi aiheuttaa haittavaikutuksia lisääntyneen energiankulutuksen kautta.

1.3.3

Elinympäristömuutokset

Tuulivoimarakentamisen aiheuttamat elinympäristömuutokset voivat olla joko suoria fyysisistä ympäristöä muuttavista tapahtumista, jolloin esimerkiksi sopiva pesintään käytetty elinympäristö tuhoutuu, tai epäsuoria vaikutuksia, joiden johdosta elinympäristö muuttuu epäsuotuisammaksi esimerkiksi muuttamalla ravintotilannetta huonommaksi. Varsinkin merialueilla voi ravintotilanteen muuttuminen aiheuttaa jopa populaatiotason kielteisiä vaikutuksia alueella pesiville linnuille. Toisaalta voimalojen perustukset voivat myös lisätä joidenkin saalistajien esiintymistä alueella ja houkuttaa lintuja saalistamaan alueelle.

Tuulivoima-alueet vaativat toimiakseen myös huoltotieverkoston ja sähkönsiirtoreitit. Nämä rakenteet pirstovat useimmiten jollain tavoin ympäristöä ja voivat vaikuttaa linnuston lajikoostumukseen ja pesivien yksilöiden lukumäärään.

1.4

Linnustovaikutusten merkittävyys

Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset ovat aina tapauskohtaisia.

Törmäysvaikutukset voivat osoittautua merkittäviksi muuttolinnuille, jos tuulivoima-alue sijoittuu päämuuttoreitille, etenkin muuttoreitin keskittymä- eli pullonkaula-alueelle tai kerääntymisalueiden läheisyyteen. Muuttolintujen osalta häirintä- ja estevaikutukset tai elinympäristömuutosten aiheuttamat vaikutukset eivät muuton aikana kerääntymisalueita lukuun ottamatta lähtökohtaisesti ole merkittäviä.

Pesimälinnustolle merkittävimpiä vaikutusmekanismeja ovat häirintävaikutus sekä elinympäristöjen muuttuminen. Estevaikutukset ovat pesimälinnustolle merkittäviä vain, jos tuulivoima-alueet sijoittuvat saalistus- ja ruokailualueiden ja pesäpaikan väliin. Pesimälinnustoon voi kohdistua myös törmäysvaikutuksia, jos tuulivoima-alue sijoittuu saalistusalueelle tai tärkeiden ruokailualueiden läheisyyteen.

2 Linnuston huomioiminen tuulivoimarakentamisen suunnittelussa

2.1

Linnuston huomioimisen lähtökohdat

Tuulivoimarakentamisen suunnittelussa lähtökohtana on, että tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet selvitetään valtakunnallisten alueidenkäyttövaatimusten mukaisesti maakuntakaavoituksessa, jolloin maakuntakaavojen sisältövaatimusten mukaisesti olemassa olevat luonnonsuojelualueet ovat ohjeena kaavan laatimiselle. Lisäksi erityistä huomiota kiinnitetään luonnonarvojen, kuten linnuston, vaalimiseen. Yksityiskohtaisessa suunnittelussa, tuulivoimarakentamista suoraan ohjaavan yleiskaavan ja asemakaavan laatimisen yhteydessä tarkennetaan tuulivoimalle soveltuvien alueiden sijaintia ja määritellään yksittäisten tuulivoimaloiden sijaintipaikat.

Kaavoitus on yhteen sovittavaa suunnittelua, joka perustuu kaavaratkaisun kannalta tarpeellisiin selvityksiin ja vaikutusten arviointiin. Maankäyttö- ja rakennuslain 9 §:n mukaan kaavan tulee perustua kaavan merkittävät vaikutukset arvioivaan suunnitteluun ja sen edellyttämiin tutkimuksiin ja selvityksiin. Selvitysten ja vaikutusten arvioinnin avulla on voitava varmistua kaavamerkintöjen toteuttamiskelpoisuudesta.

Selvitettäessä linnuston kannalta tuulivoimarakentamiseen soveltuvia alueita on suunnittelun lähtökohtana lakisäätteiset rajoitukset. Esimerkiksi kansallis- ja luonnonpuistoihin, muille luonnonsuojelualueille tai muille luonnonsuojelulain nojalla suojelluille alueille ei voi rakentaa tuulivoimaloita.

Olemassa olevien suojelualueiden osalta on huomioitava, että ne ovat usein päällekkäisiä. Esimerkiksi luonnonsuojeluohjelmien alueista suurin osa on perustettu luonnonsuojelulain nojalla luonnonsuojelualueiksi ja lisäksi nämä samat alueet voivat sisältyä Natura 2000 -verkostoon joko luontodirektiivin mukaisina SAC-alueina tai lintudirektiivin mukaisina SPA-alueina tai molempina. Toisaalta Natura 2000 -verkostoon sisältyy myös esimerkiksi lintuvesiensuojeluohjelman alueita, joiden toteutuskeinona on vesilaki, eikä tällaisen alueen suojelustatus ole sama kuin luonnonsuojelulain nojalla suojellulla alueella, vaikka molemmat alueet sisältyisivät Natura 2000 -verkostoon lintudirektiivin mukaisina SPA-alueina. Näin ollen yksiselitteisiä linjauksia Natura 2000 -verkoston alueiden soveltuvuudesta tuulivoimarakentamiseen ei voi tehdä, vaan tarvitaan tapauskohtaista harkintaa, johon vaikuttavat keskeisesti Natura-alueen perusteena olevat luonnonarvot.

Lakisäätteisten rajoitusten lisäksi tuulivoimarakentamista suunniteltaessa on erityistä huomiota kiinnitettävä linnustolle tärkeisiin pesimäalueisiin ja muuton tai talviaikaisiin kerääntymisalueisiin sekä lintujen päivittäisten lentoreittien ja muuton keskittymäalueisiin.

Tuulivoimarakentamisen suunnittelussa erityisesti huomioitavia lajeja ovat uhanalaiset lintulajit (luettelo liitteenä 1), yhdyskunnissa pesivät lajit (luettelo liitteenä 2)

sekä monilajiset ja yksilömääriltään suuret lintuyhteisöt, joita esiintyy esimerkiksi lintukosteikoilla ja lintusaarilla.

Monet lajit, joista on esimerkkejä liitteessä 3, kokoontuvat suurina parvina tietyille ruokailupaikoille, poikueiden kerääntymispaikoille ja talvehtimispaikoille, Nämä kokoontumispaikat on huomioitava tuulivoimarakentamisen suunnittelussa.

Päämuuttoreittien keskittymäalueille eli pullonkaula-alueille ei tule sijoittaa tuulivoimaloita. Muiden linnustoarvojen kannalta tärkeiden alueiden osalta tulee harkita tapauskohtaisesti niiden soveltuvuutta tuulivoimarakentamiseen. Harkinnan tulee perustua riittäviin selvityksiin ja vaikutusten arviointeihin. Arvioinnissa on huomioitava myös useiden tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset esimerkiksi alueella pesiville ja päämuuttoreittejä pitkin muuttaville linnuille.

Ympäristöministeriön internet-sivuilla on vuonna 2014 julkaistu BirdLife Suomen ry:n laatima raportti lintujen päämuuttoreiteistä Suomessa. Raportissa ja siihen liittyvissä kartoissa kuvataan suurikokoisten lintulajien päämuuttoreittejä sekä niiden sijaintiin ja niiden vaihteluun liittyviä tekijöitä.

Tietoa linnustoarvojen kannalta tärkeistä alueista on saatavilla esimerkiksi BirdLifen kansainvälisesti tärkeiden lintualueiden (IBA), kansallisesti tärkeiden lintualueiden (FINIBA) ja maakunnallisesti tärkeiden lintualueiden kartoituksen (MAALI) internet-sivustoilta sekä paikallisilta lintuyhdistyksiltä ja Luonnontieteellisestä keskusmuseosta.

2.2

Linnuston huomioiminen maakuntakaavoituksessa

Maakuntakaavoituksessa selvitetään ja otetaan huomioon olemassa olevaa aineistoa ja osallistumista hyödyntäen olemassa olevat suojelualueet ja Natura 2000 -verkoston alueet ja linnustoarvojen kannalta tärkeät alueet sekä arvioidaan tuulivoimarakentamisen vaikutukset niihin ja erityisesti syystä myös lajikohtaisin selvityksin.

Useiden tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset linnustoon on syytä arvioida erityisesti muuttavan linnuston kannalta. Vaikka maakuntakaavan tarkoitus yleispiirteisellä maankäytön suunnitelmana ei yleensä edellytä, että siinä osoitetun maankäytön sopivuus tulisi yksityiskohtaisesti ratkaista maakuntakaavassa, on kuitenkin voitava varmistua siitä, että lintujen päämuuttoreittien välittömään läheisyyteen osoitettavien tuulivoimaloiden toteuttaminen on mahdollista ottaen huomioon myös niiden yhteisvaikutukset. Kun otetaan huomioon maakuntakaavan tehtävä tuulivoimarakentamisen kokonaisuuden ohjaamisessa, kaavan toteuttamisen yhteisvaikutusten selvittäminen ei voida jättää pelkästään yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa tehtäväksi.

Linnuston huomioimiseksi voi olla tarpeellista antaa tuulivoima-alueita koskevia suunnittelu- tai suojelumääräyksiä.

2.3

Linnuston huomioiminen yksityiskohtaisessa suunnittelussa

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa selvitetään ja arvioidaan tuulivoima-alueiden toteuttamisen vaikutukset linnustoarvojen kannalta tärkeisiin alueisiin ja erityisesti huomioitaviin lintulajeihin.

Selvitysten tulee pohjautua riittävään tietoon alueen linnustosta. Mikäli alueelta ei ole riittävän tarkkaa ja luotettavaa tietoa alueen linnustosta, tulee yksityiskohtaisen

kaavoituksen tai YVA-menettelyn yhteydessä tehdä maastaselvityksiä. Maastaselvitykset tulee suunnata alueille, joiden arvioidaan ennakkotietojen perusteella olevan linnustollisesti keskeisimpiä, ja joille tuulivoimarakentamisesta arvioidaan aiheutuvan vaikutuksia. Selvityksissä ja vaikutusten arvioinnissa tulee keskittyä erityisesti huomioitaviin lajeihin ja linnustoarvoiltaan tärkeisiin alueisiin. Maastaselvityksiä ohjelmoitaessa tulee ottaa huomioon, että selvityksiä voi olla tarpeen tehdä kaikkina vuodenaikoina, jotta alueen linnustosta saadaan luotettava kuva. Vaikutusten arviointia varten on määritettävä vaikutusalueen laajuus ja paikallisten olojen merkitys. Arvioitavia asioita ovat muun muassa eri lajien törmäysriskit ja niiden vaikutukset alueen lintupopulaatioille sekä alueen tärkeys linnustoarvojen kannalta. Lisäksi on arvioitava tuulivoimaloiden ja niihin liittyvän maankäytön koko elinkaaren aikaisen häiriön suuruutta erityisesti huomioitaville lintulajeille sekä tuulivoimaloiden aiheuttamat mahdolliset muutokset ravinnon saannissa ja sen aiheuttamat vaikutukset alueen linnustolle.

Selvityksissä ja vaikutusten arvioinnissa on käytettävä menetelmiä, joilla voidaan asianmukaisesti selvittää keskeinen lajisto ja huomioida ajalliset ja kausiluontoiset näkökulmat. Selvitysten riittävyys riippuu tuulivoima-alueen koosta ja sijainnista sekä alueen ympäristön erityispiirteistä. Linnuston osalta maastohavainnoinnin tulee kattaa vähintään yksi muutto- ja pesimiskausi keväästä syksyyn. Erityisesti eteläisillä merialueilla myös talviaikaiset selvitykset ovat tarpeellisia.

Linnustonselvitykset on hyvä tehdä ja raportoida siten, että niitä voidaan hyödyntää myös tuulivoima-alueen käyttövaiheen linnustoseurannassa.



3 Linnustoselvitykset ja vaikutusten arviointi

3.1

Linnustoselvitykset

3.1.1

Pesivän ja lepäilevän linnuston selvitykset

Lepäilevien lintujen laskentaan sopivia menetelmiä ovat suurilla avovesialueilla veneillä tai lentokoneilla suoritettavat linjalaskennat. Maa-alueilla ja pienemmillä vesistöillä laskennat voidaan suorittaa esimerkiksi pistelaskentamenetelmällä. Lepäilijälaskentoja tehdään sekä muutonaikaiselle että kesäiselle lajistolle. Lepäilijälaskennat suoritetaan muuttolinnuston osalta huhti-toukokuussa ja elo-marraskuussa ja kesäisen lajiston osalta kesä-heinäkuussa.

Maalinnuston kartoitusmenetelmän mukaiset pesimälinnustokartoitukset sekä meri- että maa-alueilla tehdään toukokuun alun ja kesäkuun lopun välisenä aikana riippuen siitä, onko alue Etelä- vai Pohjois-Suomessa. Kartoitusalueen laajuuden määrittely tulee perustua kartoitusmenetelmän tuntevan asiantuntijan arvioon.

Arvio lintujen määrästä on käyttökelpoinen vain, jos havainnointi on riittävän kattava suhteessa lintujen esiintymiseen. Lintujen ajallinen esiintyminen vaihtelee paljonkin riippuen siitä, onko alue talvehtimisalue, muutonaikainen kerääntymisalue vai pelkästään pesimisalue. Lisäksi lajien välillä on eroja sen suhteen, kuinka pysyvästi ne alueella esiintyvät. Esimerkiksi maakotkat saattavat viettää reviirillään koko vuoden, mutta mehiläishaukat vain kolme kuukautta.

Pesivän ja lepäilevän linnuston lentoaktiivisuuden havainnointia tulee tehdä pesimä-, kevät- ja syysmuuttokausina vähintään kymmenen päivän ajan siten, että edellä mainitut alueelliset ja lajikohtaiset erityispiirteet tulevat huomioiduksi. Erittäin huomiota on kiinnitettävä lintujen säännöllisesti käyttämien lentoreittien ja lentokorkeuksien sekä petolintujen suosimien kaartelupaikkojen selvittämiseen.

Pesimälinnuston selvitysten ajoituksessa tulee huomioida eri lajiryhmien erityispiirteet. Selvityksiä voidaan joutua tekemään myös varsinaisen pesimäkauden ulkopuolella. Esimerkiksi pöllöjä havainnoidaan soidinkaudella helmi-huhtikuussa, kanalintujen soidinpaikkakartoituksia tehdään maaliskuu-toukokuussa ja petolintujen reviirikartoituksia keuhällä ja kesällä.

3.1.2

Muuttavan linnuston selvitykset

Muuttolintuselvitysten päämääränä on tuottaa mahdollisimman luotettava arvio tuulivoima-alueen läpi muuttavien lintujen yksilömäärästä, lentoreiteistä ja lentokorkeudesta. Aineisto kerätään muuton seurannan menetelmillä eli hyvältä näköalapaikalta

kiikareiden ja kaukoputkien avulla havainnoiden. Havainnointipiste tai -pisteet tulee valita niin, että niiltä käsin on havainnoitavissa koko suunniteltu tuulivoima-alue.

Koska eri lajiryhmien muutot tapahtuvat ajallisesti hyvinkin eri aikoina, kattavan kokonaiskuvan saamiseksi ja eri sääolosuhteiden huomioimiseksi kevätmuuton seuranta on syytä tehdä maaliskuussa Etelä-Suomessa vähintään 30 päivän ajan ja Pohjois-Suomessa vähintään 20 päivän ajan. Seurantajakson pituudessa on ajallista vaihtelua, koska Etelä-Suomessa muuttokausi kestää Pohjois-Suomea pidempään. Syysmuuttoa on syytä seurata elo-marraskuussa niin ikään vähintään 30 (Etelä-Suomi) ja 20 (Pohjois-Suomi) päivän ajan.

Koska muuttavien lintujen esiintyminen vaihtelee vuosien välillä, tulee selvitystä täydentää esimerkiksi kirjallisuudesta saatavalla tiedolla aikaisempien vuosien suurimmista muuttajamääristä, jotta voidaan luotettavammin arvioida alueen kautta muuttavien lintujen määriä. Hyviä lähteitä arvion pohjaksi ovat esimerkiksi valtakunnalliset ja alueelliset havaintokatsaukset tai Tiira-lintutietopalveluun tallennettu havaintoaineisto.

3.2

Vaikutusten merkittävyyden arviointi

Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa tulee ottaa huomioon seuraavat tekijät:

- lajin ekologia (lisääntymisstrategia, elinikä jne.)
- lajin populaatiokoko, levinneisyys ja suojelun taso
- vaikutuksen tyyppi
- vaikutuksen voimakkuus, laajuus, ajoittuminen ja kesto
- vaikutuksen todennäköisyys

On tärkeää kuvata nämä tekijät mahdollisimman hyvin, kun arvioidaan vaikutusten merkittävyyttä. Samanlaisten vaikutusten merkittävyys voi olla erilainen eri lajeille ja eri alueilla. Vaikutusten arvioinnin on katettava koko tuulivoimatuotannon elinkaari sisältäen myös rakentamisen ja purkamisen vaikutukset. Vaikutusten merkittävyys tulee arvioida ottaen huomioon tuulivoima-alueen yhteisvaikutukset muiden suunniteltujen tai olemassa olevien tuulivoima-alueiden kanssa.

Vaikutusten arvioinnissa on tehtävä ero tilapäisten ja pysyvien sekä rakennus, toiminta- ja purkuaikaisten, vaikutusten välillä. Vaikutusten merkittävyyttä tulee myös arvioida eri mittakaavoissa, niin paikallisella, alueellisella, kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla.

Vaikutusten arvioinnin kohteena oleva populaatio määritellään sen mukaan, onko kyseessä lajin pesimä-, levähdys- tai talvehtimisalue tai muuttoreitti. Esimerkiksi pesimäaikaiset vaikutukset on tarkoituksenmukaisinta arvioida tuulivoima-alueen vaikutuspiirissä pesivään tai sitä ruokailualueenaan käyttävään linnustoon tai alueelliseen populaatioon. Muuttavan linnuston tapauksessa arvioinnin kohteena on laajemman maantieteelliseen alueen populaatio.

3.3

Törmäysvaikutusten arviointi

Törmäysvaikutusten arvioinnin pohjaksi kerättävän aineiston perusteella tulee kyetä luotettavalla tavalla mallintamaan törmäysriskiä niiden lajien osalta, joihin tuulivoi-

malla todennäköisesti on vaikutuksia. Törmäysmallinnus laaditaan sekä muuttavalle että pesivälle linnustolle.

Törmäysmallinnukseen on olemassa valmis menetelmä, jonka avulla törmäävien yksilöiden lukumääriä voidaan arvioida, kun tiedetään tuulivoima-alueen läpi riskikorkeudella muuttavien lintujen yksilömäärä tai pesivien lintuyksilöiden tuulivoima-alueen ilmatilassa viettämä aika.

Muuttolintujen osalta törmäysmallinnukseen tarvitaan havaittujen lajien yksilömäärien lisäksi tieto lentokorkeudesta, lentoreittien sijoittumisesta suhteessa suunniteltuihin tuulivoimaloihin ja erityisesti tuulivoimaloiden roottoreihin, sekä tieto lintujen lentonopeuksista ja koosta. Pesimälajiston, lähinnä päiväpetolintujen, osalta tarvitaan arvio siitä, kuinka kauan yksilöt viettävät aikaa tuulivoima-alueen ilmatilassa ja millä korkeudella ne liikkuvat suhteessa tuulivoimaloihin.

Törmäysmallinnusten tulosten perusteella voidaan arvioida esimerkiksi uhanalaisten lajien osalta myös mahdollisia pitkän ajan populaatiotason vaikutuksia, kuten aikuiskuolleisuuden vaikutuksia populaation lisääntymismenestykseen.

3.4

Häirinnän, estevaikutusten ja elinympäristömuutosten vaikutusten arviointi

Häirinnän, estevaikutusten ja elinympäristömuutosten vaikutukset voivat kohdistua sekä pesivään että muuttavaan linnustoon. Häirinnälle alttiita elinympäristöjä, joilla myös lintutiheydet ovat korkeita, ovat muun muassa lintujen ruokailumatalikot merialueilla, kosteikot ja lintujen ruokailupellot. Estevaikutuksille herkkiä alueita ovat päiväpetolintujen saalistusreitit sekä muuttolintujen kerääntymisaluet, mikäli tuulivoimalat sijoittuvat ruokailu- ja lepäilyalueiden väliin. Erityisen herkkiä tuulivoimarakentamisen aiheuttamille elinympäristömuutoksille ovat merialueiden matalikot. Elinympäristöjen pirstoutumisen vaikutuksia on arvioitava erityisesti metsälajiston osalta.

Häirintävaikutusten arviointi perustuu tietoon vaikutusalueella pesivistä lajeista, niiden ekologiasta, käyttäytymisestä ja herkkyydestä häirintävaikutuksille. Tuulivoimaloiden tuottama ja mahdollisesti lintuja häiritsevä ääni ja välke saadaan selville mallintamalla. Mahdolliset haitalliset häirintävaikutukset vaihtelevat laji- ja aluekohtaisesti. Tutkimustiedon perusteella voidaan olettaa, että häirintävaikutuksia aiheuttaa maa-alueilla korkeintaan kilometrin etäisyydellä tuulivoimaloista. Merialueilla etäisyys voi olla huomattavasti suurempi.

Estevaikutusten arviointi on perusteltua kohdistaa päiväpetolintujen saalistusreiteille sekä muuttolintujen keskeisten kerääntymisalueiden ympäristöön, joilla estevaikutukset voivat olla merkittäviä.

3.5

Yhteisvaikutusten arviointi

Tuulivoimarakentamisen linnustoon kohdistuvia yhteisvaikutuksia arvioitaessa on otettava huomioon kaikkien vaikutusalueella olemassa olevien ja suunniteltujen tuulivoimaloiden yhdessä aiheuttamat kaikkien eri vaikutustyyppien mukaiset vaikutukset alueella pesivään ja alueen läpi muuttavaan linnustoon.

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa arvioidaan maakuntakaavoituksen yhteydessä selvitettävien yhteisvaikutusten lisäksi tarkemmin tuulivoima-alueiden toteut-

tamisen yhteisvaikutuksia linnustoon. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa on yksittäisten tuulivoima-alueiden osalta löydettävä toteuttamistapoja, joilla haitallisia linnustovaikutuksia voidaan lieventää.

Eräiden lintujen päämuuttoreittien kautta muuttaa säännöllisesti joidenkin lintulajien alueellisia populaatioita suhteellisen kapealla reitillä hyvin suurina yksilömäärinä. Tällainen päämuuttoreitti on erityisesti Suomenlahtea seuraava Pohjois-Venäjän ja arktisen Siperian pesimälintujen muuttoreitti.

Näissä erityistapauksissa on tarpeen selvittää, aiheutuisiko alueelle sijoitettavista tuulivoimaloista tai useista tuulivoimala-alueista sellaisia yhteisvaikutuksia, että niillä olisi merkitystä muuttavan lintupopulaation kannalta. Toisin sanoen, aiheutuisiko usean tuulivoimalan yhteisestä törmäysriskistä niin suuri riski alueen kautta muuttaville linnuille, että se heikentäisi populaation mitassa lintulajin kannan säilymistä tai sen suojelutavoitteiden mukaista kasvua.

Valmisteltaessa laajempia, useita tuulivoimala-alueita koskevia suunnitteluhankkeita Suomenlahden merialueella ja rannikolla, on suositeltavaa kuulla asiantuntijoita, jotta tarvittavat selvitykset voidaan määritellä, mitoittaa ja ohjelmoida parhaan käytettävissä olevan tiedon perusteella. Tässä yhteydessä on syytä ottaa huomioon myös mahdollinen tarve yhteistyöhön niiden maiden viranomaisten kanssa, joita vaikutus voi koskea. Vrt. rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskeva yleissopimus (etenkin 2 artiklan 5 kohta) (ECE:n YVA-yleissopimus, Espoon sopimus), 1991 (SopS 67/1997).

3.6

Vaikutusten seuranta

Alueellisen ja lajien välisen suuren vaihtelun vuoksi linnustolle aiheutuvia todellisia vaikutuksia voidaan arvioida luotettavasti vasta jälkikäteen. Seurantatiedoista on merkittävää hyötyä tuulivoimarakentamisen suunnittelussa muilla alueilla. Jos ennakoitua suurempia linnustovaikutuksia ilmenee, voidaan seurantatietojen perusteella toteuttaa vaikutuksia vähentäviä toimenpiteitä.

Seurannat on syytä tehdä samoilla menetelmillä kuin alkuperäiset linnustoseselvitykset ja vaikutusten arviointi, jotta niiden tulokset ovat vertailukelpoisia. Lisäksi voidaan tarvittaessa perustaa tuulivoima-alueen ulkopuolelle linnustovaikutusten vertailualueita, jotka kartoitetaan tuulivoima-alueella suoritettavien selvitysten yhteydessä sekä ennen että jälkeen tuulivoimarakentamisen. Vertailualueiden avulla voidaan päätellä, johtuvatko mahdollisesti tuulivoima-alueella havaittavat muutokset linnustossa nimenomaan tuulivoimarakentamisesta.

Tärkeimpiä seurannassa huomioitavia vaikutuksia ovat tuulivoimarakentamisen vaikutukset pesimälinnuston laji- ja parimäärään sekä päiväpetolintuihin ja muuttolintuihin kohdistuvat törmäys- ja häirintävaikutukset. Vaikutusten seurannassa on huomioitava myös useiden tuulivoima-alueiden yhteisvaikutukset. Seuranta on suositeltavaa jatkaa tuulivoimaloiden toiminnan käynnistyttyä vähintään kolmen vuoden ajan.

Tuulivoimarakentamisen vaikutuksia päiväpetolintujen liikkumiseen ja alueiden käyttöön voidaan seurata pidemmällä aikavälillä esimerkiksi satelliittilähettimien avulla.

KIRJALLISUUS

Linnustotietoa

- BirdLife Suomi ry 2016. Tärkeät lintualueet (IBA, FINIBA, MAALI).
<http://www.birdlife.fi/suojelu/paikat/index.shtml>. 5.2.2016.
- Luonnontieteellinen keskusmuseo 2016. Lintujen rengastus.
<http://www.luomus.fi/fi/lintujen-rengastus>. 9.2.2016.
- Luonnontieteellinen keskusmuseo 2016. Linnuston seuranta.
<http://www.luomus.fi/fi/linnustonseuranta>. 9.2.2016.
- Luonnontila.fi – Luonnon monimuotoisuuden tilan ja kehityksen tiedonvälitysjärjestelmä.
<http://www.luonnontila.fi>.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen Ympäristö 8/2008: 1–264.
- Tiainen, J., Mikkola-Roos, M., Below, A., Jukarainen, A., Lehikoinen, A., Lehtiniemi, T., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rintala, J., Sirkiä, P. & Valkama, J. 2016: Suomen lintujen uhanalaisuus 2015– The Red List of Finnish Bird Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 49 s.
- Toivanen, T., Metsänen, T. & Lehtiniemi, T. 2014. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. BirdLife Suomen raportti. Tuulivoima ja linnusto –hanke, Ympäristöministeriö.
<http://www.ymparisto.fi/tuulivoima>. 5.2.2016.

Kansainvälisiin linnustonsuojelusopimuksiin liittyvät suositukset ja julkaisut

- AEWA (Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds) 2015. Resolution 6.11. Addressing impacts of renewable energy deployment on migratory waterbirds. Adopted by 6th Session of the Meeting of the Parties (9–14. November 2015, Bonn, Germany).
- AEWA (Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds) 2015. Doc: AEW/MOP 6/37. Draft renewable energy technologies and migratory species: Guidelines for sustainable deployment. 6th Session of the Meeting of the Parties (9–14. November 2015, Bonn, Germany).
- AEWA (Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds) 2015. Doc: AEW/MOP 6/38. Review of the occurrence and magnitude of the conflict between migratory animals of all taxa and renewable energy technologies deployment. 6th Session of the Meeting of the Parties (9–14. November 2015, Bonn, Germany).
- Bern Convention 2013. Windfarms and Birds: An updated analysis of the effects of windfarms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. Report prepared by BirdLife International on behalf of the Bern Convention.
- CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) 2014. UNEP/CMS/Resolution 11.27. Renewable energy and migratory species. Adopted by the Conference of the Parties its 11th Meeting (Quito, 4–9. November 2014).
- CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) 2014. UNEP/CMS/COP11 Doc 23.4.3.2. Renewable energy technologies and migratory species: Guidelines for sustainable deployment. 11th Meeting of the Conference of the Parties (Quito, Ecuador, 4–9. November 2014).

Vaikutusten arvioinnin ja linnustoselvitysten menetelmät

- Band, W., Madders, M. & Whitfield, P.D. 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (toim.) 2007: Birds and wind farms. Risk assessment and mitigation: 259–275.
- Brookes, K.L. 2009. Assessment of method used to investigate the impact of offshore wind farms on seabirds. http://abdn.ac.uk/lighthouse/documents/Brookes_2009_PhD_thesis_seabirds_and_windfarms.pdf 14.3.2013
- Collier, M.P., Dirksen, S. & Krijgsveld, K.L. 2011: A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Bureau Waardenburg bv. Final Report nr. 11–078.
- Drewitt, A. & Langston, R. 2006: Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29–42.
- Fox, A., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T. & Petersen, I. 2006: Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. Ibis, 148: 129–144.
- Honkala, J. 2011. Petolintujen seurantaohjeet. Luonnontieteellinen keskusmuseo, eläinmuseo.
<http://www.luomus.fi/elaintiede/rengastus/rengastajat/tiedostot> 14.3.2014
- Ijäs, A., Nuotio, K. & Sjöholm, J. 2013. Merilintujen lentokonelaskennat Selkämeren rannikkoalueella 2012–2013. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja. B 199 2013.

- Keski-Suomen riistanhoitopiiri, Metsoparlamentti 2014. Kuinka löydän metson soidinpaikan? <http://www.metsoparlamentti.fi/Soidinpaikkaesite.pdf>. 14.3.2014.
- Langston, R. & Pullan, J. 2003: Windfarms and Birds: An Analysis of the Effects of Windfarms on Birds, and Guidance on Environmental Assessment Criteria and Site Selection Issues. RSPB/ Birdlife International Report. Strasbourg, France.
- Koskimies, P. & Väisänen, R.A. 1988. Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, 2. Painos. Helsinki.

Tuulivoimaloiden törmäysvaikutukset linnustoon

- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2004: Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, 41:72–81
- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2007: Spatiotemporal patterns of bird mortality at two wind farms of Southern Spain. Pp. 56-72 teoksessa M. de Lucas, G. F., E. Janss and M. Ferrer, eds. *Birds and wind farms*. Madrid: Quercus.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J., Benítez, J., Lobón, M., Montoya, F. & Donazar, J. 2012: Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biological Conservation* 145 (2012) 102–108
- Desholm, M. 2006: Wind farm related mortality among avian migrants – a remote sensing study and model analysis. PhD thesis. Dept. of Wildlife Ecology and Biodiversity, NERI, and Dept. of Population Biology, University of Copenhagen. National Environmental Research Institute, Denmark. 128 pp.
- Drewitt, A. & Langston, R. 2008: Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134, 233–266.
- Eichhorn, M., Johst, K., Seppelt, R. & Drechsler, M. 2012: Model-Based Estimation of Collision Risks of Predatory Birds with Wind Turbines. *Ecology and Society* 17 (2):1.
- Erickson, W.P., Wolfe, M.M., Bay, K.J., Johnson, D.H. & Gehring, J.L. 2014: A Comprehensive Analysis of Small-Passerine Fatalities from Collision with Turbines at Wind Energy Facilities. *PLoS ONE* 9(9): e107491. doi:10.1371/journal.pone.0107491.
- Hatch, J. & Brault, S. 2007: Collision mortalities at Horseshoe Shoal of bird species of special concern.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.-M., Fredrich, E. & Hill, R. 2006: Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis*, 148:90-109.
- Krijgsveld, K., Akershoek, K., Schenk, F., Dijk, F. & Dirksen, S. 2009: Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea* 97 (3): 357-366.
- de Lucas, M., Janss, G., Whitfield, D. & Ferrer, M. 2008: Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1695–1703
- Martin, G. 2011: Understanding bird collision with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* (2011) 153:239-254.
- May, R., Hoel, P.L., Langston, R., Dahl, E.L., Bevanger, K., Reitan, O., Nygård, T., Pedersen, H.C., Røskaft, E. & Stokke, B.G. 2010: Collision risk in white-tailed eagles. Modelling collision risk using vantage point observations in Smøla wind power plant. – NINA Report 639. 25 pp.
- New, L., Bjerre, E., Millsap, B., Otto, M.C. & Runge, M.C. 2015: A Collision Risk Model to Predict Avian Fatalities at Wind Facilities: An Example Using Golden Eagles, *Aquila chrysaetos*. *PLoS ONE* 10 (7): e0130978. doi:10.1371/journal.pone.0130978.
- Rasran, L., Dürr, T. & Hötter, H. 2009: Analysis of collision victims in Germany. *Birds of Prey and Wind Farms: Analysis of Problems and Possible Solutions*. Documentation of an international workshop in Berlin 21-22 oct 2008 (H. Hötter, red.) s. 25–30. NABU, Berlin.
- Smallwood, K. & Thelander, C. 2005: Bird Mortality at the Altamont Pass Wind Resource Area. Subcontract Report NREL/SR-500-36973. <http://osti.gov/bridge> 3.10.2013.
- Smallwood, K. S. & Thelander, C. G. 2008: Bird Mortality at the Altamont Pass Wind Resource Area California. *J. Wildl. Manage.* 72:215–218.

Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset laajemmin

- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø. Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., Kvaløy, P., Lund-Hoel, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Røskaft, E., Steinheim, Y., Stokke, B. & Vang, R. 2010. Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Report on findings 2007–2010. - NINA Report 620. 152 pp.
- Dahl, E., Bevanger, K., Nygård, T., Røskaft, E. & Stokke, B. 2012: Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation*, 145: 79–85
- Devereux, C., Denny, M. & Whittingham, M. 2008: Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1689–1694.
- Dürr, T. 2010: Vogelverluste an Windenergieanlagen in Deutschland. Stand: 10 September 2010. Landesumweltamt Brandenburg. http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbmla.2334.de/wka_vogel.xls

- Eskelin, T., Markkola, J., Tuohimaa, H., Suorsa, V., Luukkonen, A., Ruhanen, H.-R., Tapio, T. ja Väyrynen, T. 2009. Suurhiekan linnusto ja arvio suunnitellun tuulipuiston linnustovaikutuksista. Osaraportti Suurhiekan YVA –selostusta varten. WPD Finland Oy ja Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys ry.
- Everaert, J. & Kuijken, E. 2007: Wind Turbines and birds in Flanders (Belgium). Research Institute for Nature and Forests (INBO).
- Everaert, J. & Stienen, E. 2007: Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium) – Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodivers. Conserv.* 16:3345–3359.
- Farfán, M., Vargas, J. & Real, J. 2009: What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. *Biodivers. Conserv.*, 18:3743–3758.
- FCG & Pöyry Finland Oy 2012: Kalajoki-Raahe tuulivoimapuistot – muuttolinnustoon kohdistuva yhteisvaikutusten arviointi.
- Fielding, A. & Haworth, P. 2010: Golden eagles and wind farms. *Haworth Conservation*.
- Follestad, A., Flagstad, Ö., Nygård, T., Reitan, O. & Schulze, J. 2007: Vindkraft og fugl på Smöla 2003–2006. NINA Rapport 248. 78 s.
- Garvin, J., Jennelle, C., Drake, D. & Grodsky, S. 2011: Response of raptors to a windfarm. *Journal of Applied Ecology*, 48: 199–209.
- Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, M. 2006: Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhäusen.
- Koistinen, J. 2004: Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto. Helsinki 2004.
- Koschinski, S. & Lüdemann, K. 2013: Development of Noise Mitigation Measures in Offshore Wind Farm Construction. Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz, BfN). 97 s.
- Lindeboom, H., Kouwenhoven, H., Bergman, M., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K., Leopold, M. & Scheidat, M. 2011: Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters*, 6.
- Madders, M. & Whitfield, D. 2006: Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis* (2006), 148, 43–56
- Masden, E., Haydon, D., Fox, A., Furness, R., Bullman, R. & Desholm, M. 2009: Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *International Council for the Exploration of the Sea. Oxford Journals*.
- Masden, E., Haydon, D., Fox, A. & Furness, R. 2010: Barriers to movement: Modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Marine Pollution Bulletin* 60: 1085–1091.
- Madsen, J. & Boertmann, D. 2008: Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farms. *Landscape Ecol.* 23: 1007–1011.
- Nilsson, L. & Green, M. 2011: Birds in southern Öresund in relation to the wind farm at Lillgrund. Final report of the monitoring program 2001–2011. Biologiska Institutionen, Lunds Universitet. <http://www.vattenfall.se/sv/lillgrund-vindkraftpark.htm> (20.3.2013)
- Pearce-Higgins, J., Stephen, L., Douse, A. & Langston, R. 2012: Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. *Journal of Applied Ecology*. 49:386–394.
- Perrow, M., Gilroy, J., Skeate, E. & Tomlinson, M. 2011: Effects of the construction of Scroby Sands offshore wind farm on the prey base of Little tern *Sternula albifrons* at its most important UK colony. *Marine Pollution Bulletin* 62 (2011) 1661–1670
- Petersen, I., Christensen, T., Kahlert, J., Desholm, M. & Fox, A. 2006: Final results of bird studies at offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S NERI/ministry of environment NERI. Report no. 161.
- Pettersson, J. 2005. Havsbaseerade vindkraftverks inverkan på fågellivet i södra Kalmarsund. Energimyndigheten, Stockholm.
- Plonczkier, P. & Simms, I. 2012: Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1187–1194
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J., Pettersson, J. & Green, M. 2012: The effect of wind power on birds and bats. A synthesis. *Vindval report 6511*. ISBN 978-91-620-6511-9.
- Schaub, M. 2012: Spatial distribution of wind turbines is crucial for the survival of red kite populations. *Biological Conservation* 155: 111–118.
- Stewart, G., Pullin, A. & Coles, C. 2007: Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation*, 34:1–11.
- Whitfield, D.P. & Madders, M. 2006: A review of the impacts of wind farms on hen harriers *Circus cyaneus* and an estimation of collision avoidance rates. *Natural Research Information Note 1* (revised). Natural Research Ltd, Banchory, UK.
- Ympäristöministeriö 2012. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2012.

LIITTEET

Liite I. Suomen uhanalaiset lintulajit (Suomen lintujen uhanalaisuus 2015)

CR = Äärimmäisen uhanalainen, EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Kiljuhanhi CR | Pussitiainen EN |
| Haarahaukka CR | Kuhankeittäjä EN |
| Kiljukotka CR | Vuorihemppo EN |
| Tunturihaukka CR | Pulmunen EN |
| Suokukko CR | Peltosirkku EN |
| Heinäkurppa CR | |
| Rantakurvi CR | Metsähanhi VU |
| Mustatiira CR | Ristisorsa VU |
| Turturikyyhky CR | Haapana VU |
| Tunturipöllö CR | Haahka VU |
| Kuningaskalastaja CR | Isokoskelo VU |
| Tunturikiuru CR | Merikotka VU |
| Kultasirkku CR | Sinisuhaukka VU |
| | Hiirihaukka VU |
| Pikku-uikku EN | Maakotka VU |
| Mustakurkku-uikku EN | Muuttohaukka VU |
| Jouhisorsa EN | Riekkö VU |
| Heinätaki EN | Viiriäinen VU |
| Punasotka EN | Liejukana VU |
| Tukkasotka EN | Keräkurmitsa VU |
| Lapasotka EN | Taivaanvuohi VU |
| Pilkkasiipi EN | Punajalkaviklo VU |
| Tukkakoskelo EN | Lampiviklo VU |
| Mehiläishaukka EN | Vesipääsky VU |
| Arosuhaukka EN | Naurulokki VU |
| Niittysuhaukka EN | Tervapääsky VU |
| Piekana EN | Valkoselkätikka VU |
| Pikkuhuitti EN | Kangaskiuru VU |
| Nokikana EN | Törmäpääsky VU |
| Pikkusirri EN | Lapinkirvinen VU |
| Lapinsirri EN | Virtavästäräkki VU |
| Merisirri EN | Koskikara VU |
| Etelänsuosirri EN | Rastaskerttunen VU |
| Mustapyrstökuiiri EN | Pikkukultarinta VU |
| Karikukko EN | Kirjokerttu VU |
| Selkälokki EN | Lapinuunilintu VU |
| Pikkutiira EN | Viiksitimali VU |
| Etelänkiisla EN | Hömötiainen VU |
| Riskilä EN | Töyhtötiainen VU |
| Turkinkyyhky EN | Pähkinänakkele VU |
| Huuhkaja EN | Varpunen VU |
| Räystäspääsky EN | Viherpeippo VU |
| Sitruunavästäräkki EN | Punatulkku VU |
| Sepelrastas EN | Pajusirkku VU |
| Ruokosirkkalintu EN | |

Liite 2. Yhdyskunnissa pesivät lintulajit

Merimetso
Harmaahaikara
Haahka
Naurulokki
Kalalokki
Harmaalokki
Selkälokki
Pikkulokki
Kalatiira
Lapintiira
Räyskä
Riskilä
Etelänkiisla
Ruokki
Törmäpääsky

Liite 3. Esimerkkejä lintulajeista, jotka kokoontuvat tietyille ruokailu-, poikueiden kerääntymis- ja talvehtimispaikoille.

| lintulaji | ruokailu, pesivät lajit | ruokailu, läpimuuttavat lajit | poikueiden kerääntyminen | talvehtiminen |
|--|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------|
| merimetso | x | | | |
| kyhmyjoutsen | x | | | x |
| laulujoutsen | x | x | | x |
| pikkujoutsen | | x | | |
| tundrahanhi | | x | | |
| kiljuhanhi | | x | | |
| metsähanhi | x | x | | |
| merihanhi | x | | x | |
| kanadanhanhi | x | | x | |
| valkoposkihanhi | x | x | x | |
| sepelhanhi | | x | | |
| sinisorsa | x | | x | |
| haapana | x | | | |
| tavi | x | | | |
| lapasotka | x | x | | x |
| tukkasotka | x | | x | x |
| haahka | x | | x | x |
| allihaahka | | | | x |
| mustalintu | | x | | x |
| pilkkasiipi | | x | | x |
| alli | | x | | x |
| telkkä | x | | x | x |
| uivelo | x | | | x |
| isokoskelo | x | | x | x |
| tukkakoskelo | x | | x | x |
| teeri | x | | | x |
| kurki | x | x | | |
| pikkulokki | x | x | | |
| sepelkyyhky | x | | | |
| monet kahlaajat | x | x | | |
| varpuslinnut / rastaat ja peippolinnut | x | | | |

KUVAILEHTI

| | | | | |
|--|---|----------------|--------------------------------|--|
| Julkaisija | Ympäristöministeriö Rakennetun ympäristön osasto | | Julkaisu-aika Elokuu 2016 | |
| Tekijä(t) | | | | |
| Julkaisun nimi | Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa | | | |
| Julkaisusarjan nimi ja numero | Suomen ympäristö 6 2016 | | | |
| Julkaisun teema | Rakennettu ympäristö | | | |
| Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut | | | | |
| Tiivistelmä | <p>Tuulivoimat vaikuttavat linnustoon monin tavoin. Ne voivat aiheuttaa linnuille törmäysriskin tai esteen lintujen normaaleille lentoreiteille ja muuttaa lintujen elinympäristöä. Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset ovat hyvin vaihtelevia ja riippuvat tuulivoimaloiden koosta ja määrästä, teknisistä ratkaisuista, maantieteellisestä sijainnista ja ympäröivän alueen maaston muodoista sekä alueen lintulajiston koostumuksesta. Ratkaisevaa on tuulivoima-alueiden ja yksittäisten tuulivoimaloiden sijoittuminen.</p> <p>Raportissa tarkastellaan tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksia sekä niiden selvittämistä ja arviointia kaavoituksessa ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.</p> <p>Raportin tavoitteena on parantaa tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksiin liittyvien selvitysten ja vaikutusten arvioinnin laatua ja siten edistää linnuston huomioon ottamista tuulivoimarakentamisen suunnittelussa.</p> | | | |
| Asiasanat | tuulivoima, linnut, linnusto, tuulivoimarakentaminen, kaavoitus, suunnittelu, vaikutukset, vaikutusten arviointi | | | |
| Rahoittaja/ toimeksiantaja | Ympäristöministeriö | | | |
| | ISBN 978-952-11-4624-4 (PDF) | | ISSN 1796-1637 (verkkoi.) | |
| | Sivuja 24 | Kieli suomi | Luottamuksellisuus julkinen | |
| Julkaisun myynti/ jakaja | Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.ym.fi/julkaisut | | | |
| Julkaisun kustantaja | Ympäristöministeriö | | | |
| Painopaikka ja -aika | | | | |

PRESENTATIONSBLAD

| | | |
|--|---|----------------------------|
| Utgivare | Miljöministeriet Avdelningen för den byggda miljön | Datum augusti 2016 |
| Författare | | |
| Publikationens titel | Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa (Bedömning av konsekvenser för fåglar vid vindkraftsbygge) | |
| Publikationsserie och nummer | Miljön i Finland 6 2016 | |
| Publikationens tema | Byggd miljö | |
| Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt | | |
| Sammandrag | <p>Vindkraftverk påverkar fågelbeståndet på många sätt. De kan orsaka kollisionrisk för fåglar eller utgöra hinder för fåglarnas normala flygrutter och förändra fåglarnas livsmiljö. Vindkraftsbyggets konsekvenser för fåglar är mycket varierande beroende på vindkraftverkens storlek och antal, tekniska lösningar, geografiska läge och den omgivande terrängens former samt sammansättningen av fågelbeståndet i området. Avgörande är läget för vindkraftverksområden och enskilda vindkraftverk.</p> <p>I rapporten undersöks vindkraftsbyggets konsekvenser för fåglar samt hur de utreds och bedöms vid planläggning och bedömning av miljökonsekvenser.</p> <p>Målet med rapporten är att förbättra kvaliteten för såväl utredningar om vindkraftsbyggets konsekvenser för fåglar som konsekvensbedömningar och på så sätt främja beaktandet av fågelbestånd vid planering av vindkraftsbyggen.</p> | |
| Nyckelord | vindkraft, fåglar, fågelbestånd, vindkraftsbygge, planläggning, planering, konsekvenser, konsekvensbedömning | |
| Finansiär/ uppdragsgivare | Miljöministeriet | |
| | ISBN 978-952-11-4624-4 (PDF) | ISSN 1796-1637 (online) |
| | Sidantal 24 | Språk Finska |
| | | Offentlighet Offentlig |
| Beställningar/ distribution | Publikationen finns tillgänglig endast på internet: www.ym.fi/julkaisut | |
| Förläggare | Miljöministeriet | |
| Tryckeri/tryckningsort och -år | | |

DOCUMENTATION PAGE

| | | |
|---|---|---------------------------------------|
| <i>Publisher</i> | Ministry of the Environment Department of the Built Environment | <i>Date</i> August 2016 |
| <i>Author(s)</i> | | |
| <i>Title of publication</i> | Linnustovaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa (Avian impacts assessment in wind power building) | |
| <i>Publication series and number</i> | The Finnish Environment 6 2016 | |
| <i>Theme of publication</i> | Built environment | |
| <i>Parts of publication/ other project publications</i> | | |
| <i>Abstract</i> | <p>Wind turbines impact on avian fauna in a number of ways. They may pose a risk of collision, constitute an obstacle to the birds' regular flight routes and alter avian habitats. The avian impacts of wind power plants vary a great deal depending on the size of the plants and number and size of wind turbines, technical solutions, geographic location and topography of the surrounding area, and the composition of the avian fauna in the specific area. What is decisive is the location of the wind farms and individual turbines.</p> <p>This report examines the avian impacts of wind power building and how these should be studied and assessed in zoning and environmental impact assessment procedures.</p> <p>The report aims to improve the quality of the surveys and assessments relating to the avian impacts of wind power building and, through this, to take avian fauna better into account in the planning of wind power building.</p> | |
| <i>Keywords</i> | wind power, birds, avian fauna, wind power building, zoning, planning, impacts, impact assessment | |
| <i>Financier/ commissioner</i> | Ministry of the Environment | |
| | ISBN 978-952-11-4624-4 (PDF) | ISSN 1796-1637 (online) |
| | <i>No. of pages</i> 24 | <i>Language</i> Finnish |
| | | <i>Restrictions</i> For public use |
| <i>For sale at/ distributor</i> | The publication is available on the internet: www.ym.fi/julkaisut | |
| <i>Financier of publication</i> | Ministry of the Environment | |
| <i>Printing place and year</i> | | |

Tuulivoimarakentaminen on lisääntynyt Suomessa viime vuosina voimakkaasti ja toteutumassa on myös laajoja tuulivoima-alueita, joissa yksittäisten voimaloiden määrä voi olla hyvinkin suuri. Tuulivoimalat vaikuttavat linnustoon monin tavoin. Ne voivat aiheuttaa linnuille törmäysriskin tai esteen lintujen normaaleille lentoreiteille ja muuttaa lintujen elinympäristöä. Tuulivoimarakentamisen linnustovaikutukset ovat hyvin vaihtelevia ja riippuvat tuulivoimaloiden koosta ja määrästä, teknisistä ratkaisuista, maantieteellisestä sijainnista ja ympäröivän alueen maaston muodoista sekä alueen lintulajiston koostumuksesta. Ratkaisevaa on tuulivoima-alueiden ja yksittäisten tuulivoimaloiden sijoittuminen.

Ensisijainen keino tuulivoimarakentamisen linnustovaikutusten vähentämiseen on tuulivoima-alueiden sijoittaminen linnustoarvojen kannalta tärkeiden alueiden ulkopuolelle. Linnustovaikutuksia voidaan lisäksi vähentää tuulivoimaloiden sijainnin ja ryhmittelyn avulla välttämällä lintujen käyttämiä lentoreittejä ja jättämällä voimaloiden väliin riittävän leveitä esteettömiä väyliä linnuille.

Raportissa tarkastellaan tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksia sekä niiden selvittämistä ja arviointia kaavoituksessa ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Raportin tavoitteena on parantaa tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksiin liittyvien selvitysten ja vaikutusten arvioinnin laatua ja siten edistää linnuston huomioon ottamista tuulivoimarakentamisen suunnittelussa.



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

ISBN 978-952-11-4624-4 (PDF)
ISSN 1796-1637 (verkkosiv.)