



WWF Suomen kanta: Ekologisesti kestävä tuulivoima

helmikuu 2011



© WWF-Canon / Sindre Kinnerød

Johdanto: Tuulivoimaa tarvitaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi

Tämä kannanotto esittelee WWF:n ekologiset kriteerit, joita noudattamalla tuulivoimaa voidaan lisätä merkittävästi Suomessa tärkeitä luontoarvoja uhkaamatta. WWF esittää, että kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemiseksi tuulivoimaa lisättäisiin merkittävästi Suomeen näitä kriteerejä noudattaen.

Suomessa tuulivoiman osuus sähköntuotannosta on marginaalinen, vaikka potentiaali on valtava. Alati kasvavat hiilidioksidipäästöt muuttavat maapallon ilmastoa kohti ekologista ja humanitaarista katastrofia. Merkit napajäätiköiden sulamisesta ovat jo tutkijoille arkipäivää ja laajemmat muutokset vaikuttavat jokaisen ihmisen elämään seuraavien vuosikymmenien aikana. Hiilidioksidipäästöjen voimakkaalla rajoittamisella on siis kiire.

Ilmastonmuutoksen torjuminen tehokkaasti edellyttää suurta muutosta energiantuotannossa ja nopeaa siirtymistä saastuttavista polttoaineista puhtaiden energialähteiden käyttöön. Kunnianhimoisen energiankäytön tehostamisen lisäksi uusiutuvien energialähteiden käyttöä pitää kasvattaa merkittävästi, jotta hiilineutraaliin yhteiskuntaan siirtyminen olisi mahdollista seuraavien vuosikymmenien aikana. Tämä on tarpeen, jotta keskilämpötilan nousu voidaan pysäyttää kahden asteen tasolle esiteolliseen aikaan verrattuna ¹.

Tuulienergia on saasteeton ja ehtymätön, sekä järkevästi rakennettuna ekologisesti kestävä energiantuotantomuoto. Tuulivoiman ympäristövaikutukset ovat fossiiliseen energiantuotantoon ja ydinvoimaan verrattuna hyvin vähäiset. Tuulivoimaloiden käytöstä ei synny hiilidioksidia eikä muita ilmansaasteita, eikä voimalan purkamisesta jää jäljelle vaarallisia jätteitä. Näin tuulivoima vähentää myös välillisesti terveydenhuoltokustannuksia. Tuulivoima on pitkävaikutteinen sijoitus Suomen energiaomavaraisuuteen, huoltovarmuuteen ja päästöihin liittyvien riskien ja kustannusten vähentämiseen.

Suomessa on laajoja, matalia merialueita ja sopivia sisämaan kohteita, ja siksi hyvät mahdollisuudet tuottaa energiaa tuulivoimalla.

Tätä kannanottoa – erityisesti luetteloa sellaisista merkittäviä luontoarvoja omaavista kohteista, jotka tulisi sulkea pois tuulivoimarakentamisen suunnittelusta kokonaan – on päivitetty helmikuussa 2011 WWF:n, Suomen luonnonsuojeluliiton ja BirdLifen yhteisen *Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen tuulivoimahankkeissa* -ohjeen ² perusteella.

Sisältö

Johdanto: Tuulivoimaa tarvitaan ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi	2
Ekologisesti kestävä tuulivoima	4
Tuulivoimarakentamisen ekologiset kriteerit maa-alueilla	4
Tuulivoimarakentamisen ekologiset kriteerit merialueilla	5
Tuulivoiman vaikutukset sisämaassa ja rannikon maa-alueilla	6
Meluhaitat	6
Törmäysriskit	6
Maaperän kulumisen sekä elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstaloituminen	6
Rannalle rakennettavan tuulivoiman vaikutukset meriluontoon	7
Merialueille rakennettavan tuulivoiman vaikutukset meriluontoon	7
Perustamissyvyys	7
Luonnonsuojelualueet	7
Tuulivoimalapuiston rakentamisprosessi	8
Melun vaikutus	9
Tuulivoiman ja fossiilisen energiantuotannon ympäristövaikutusten vertailu	9
Lähteet	10

Ekologisesti kestävä tuulivoima

Tuulivoimarakentaminen aiheuttaa usein ristiriitatilanteita luonnon- ja ilmastonsuojelun välillä. WWF:n tavoitteena on osoittaa oleelliset reunaehdot maa- ja meriluonnon suojelemiseksi ja tuulivoiman edistämiseksi. WWF:n luomien tuulivoimarakentamisen ekologisten reunaehto- jen tarkoitus on ottaa kantaa ainoastaan luontoarvoihin, ei virkistys-, elinkeino- eikä teknistaloudellisiin vaikutuksiin.

WWF on laatinut tämän kannanoton keräämällä parasta käytettävissä olevaa tutkimustietoa tuulivoimaloiden vaikutuksista meri- ja maaluonnolle. Kannanoton tarkoituksena on ohjata tuulivoimarakentamista ja arvioida Suomen tuulivoimapotentiaalia luontoarvojen perusteella. WWF:n ekologiset reunaehdot korostavat pienten luontotyyppien ja vedenalaisen luonnon merkitystä luonnon monimuotoisuudelle ja ekosysteemin toiminnalle.

Tätä kannanottoa – erityisesti luetteloa sellaisista merkittäviä luontoarvoja omaavista kohteista, jotka tulisi sulkea pois tuulivoimarakentamisen suunnittelusta kokonaan – on päivitetty helmikuussa 2011 WWF:n, Suomen luonnonsuojeluliiton ja BirdLifen yhteisen ohjeen² perusteella.

Tässä kannanotossa vältetään käyttämästä *offshore*-termiä, joka viittaa yli 12 mpk:n etäisyydellä rantaviivasta oleviin vesialueisiin. Koska ehdotetut tuulivoima-alueet voivat sijaita myös lähempänä rantaviivaa, käytämme termiä meri- tai vesialue.

WWF:n esittämät ekologiset reunaehdot merialueilla ohjaavat tuulivoimaloiden sijoittamista pääasiallisesti yli 10 metrin syvyyteen. Erityisesti ulkosaaristossa matalikot ovat erittäin tärkeitä pienympäristöjä, jotka ylläpitävät monien ulappalajien toukka- ja nuoruusvaiheita sekä ovat aikuisten ruokailualueita. WWF suosittelee lisäksi rakentamisen aikana melua ja samentumista vähentäviä toimia sekä pohjasedimentin myrkkypitoisuuksien tutkimista.

Tuulivoiman haitallisia ympäristövaikutuksia tulee kuitenkin tarkastella suhteessa muiden energiantuotantomuotojen ympäristövaikutuksiin. Tuulivoiman aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat vähäisiä ja paikallisia verrattuna fossiilisia ja radioaktiivisia polttoaineita käyttäviin voimalaitoksiin.

Tuulivoimarakentamisen ekologiset kriteerit maa-alueilla

Maa-alueilla tuulivoiman vaikutukset ympäröiviin luontoarvoihin ovat melu ja lintujen törmäykset roottoreihin, rakentamisen aikainen häiriö sekä elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstoutuminen voimalan ja sen voimalinjojen, huolto- ja rakennusväylien kohdalta. Näiden haittojen ehkäisemiseksi WWF edellyttää, että:

1. Tuulivoimaloita ei rakenneta alueille, jotka on varattu luonnonsuojeluun^a eikä alueille, joilla on uhanalaisen lajin tai luontotyyppin esiintymä tai muita erityisiä suojeluarvoja^b.

^a Näitä ovat lakisääteiset luonnonsuojelualueet; Natura 2000 – alueet; erämaa-alueet; valtakunnalliseen luonnonsuojeluohjelmaan kuuluvat alueet; kansainvälisten suojelusopimusten alueet; UNESCO:n maailmanperintökohteet joiden perusteena on luonto; kaavojen suojelualuevaraukset

^b Näitä ovat luonnonsuojelulain (47§ ja 49§) mukaisesti rajatut uhanalaisten lajien esiintymät; luonnonsuojelulain (29§), metsälain (10§) ja vesilain (15§ ja 17§) mukaisesti rajatut tärkeät elinympäristöt; kansainvälisesti, kansallisesti ja maakunnallisesti tärkeät lintualueet; tiedossa olevien suurikokoisten uhanalaisten päiväpetolintujen (merikotka, maakotka, kiljukotka) pesien lähiympäristöt 2 km säteellä; valtakunnallisesti arvokkaat perinneympäristöt ja maisema-alueet; valtakunnallisesti arvokkaat kallio- moreeni-/tuuli- ja rantakerrostuma-alueet; ojitamattomat suot

2. Tuulivoimapuisto tai sen voimalinjat eivät saa katkaista nk. viherkäytäviä luonnonsuojelun kannalta merkittävien alueiden välillä.
3. Tuulivoimalaa tai sen huoltoreittejä ja voimalinjoja ei rakenneta tärkeiden elinympäristöjen, kuten purojen, rinnelehtojen ja lähteiden, päälle ja niihin on jätettävä sopiva suojaetäisyys.
4. Tuulivoimapuistojen rakentamisessa kulutusherkälle maaperälle on käytettävä erityistä harkintaa.
5. Tärkeimpien muuttolintureittien varrella tuulivoimapuistot sijoitetaan muuttoreittien suuntaisesti.
6. Tuulivoimaloiden rakentamisajankohta on säädettävä paikallisen lajiston mukaan, yleensä lintujen pesimäkauden ulkopuolelle.

Tuulivoimarakentamisen ekologiset kriteerit merialueilla

Merenpohjan kaivaminen ja muu vesirakentaminen muokkaavat vedenalaista luontoa; samentuminen ja äänen kulkeutuminen aiheuttavat voimakkaampia häiriöitä veden alla kuin vastaavat toimet maalla. Tämänhetkisen käsityksen mukaan suurimmat tuulivoiman uhat meriluonnolle ovat elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstoutuminen sekä tuulivoimapuistojen rakentamisvaiheen aiheuttama veden samentuminen ja meluhaitat. Näiden uhkien välttäminen edellyttää toimenpiteitä ja harkintaa tuulivoimalayksiköiden sijoittamisessa, rakennusajankohdassa, rakentamisvaiheen toiminnoissa sekä merikaapelin sijoittamisessa ja peittämisessä.

WWF edellyttää, että alueellisessa suunnittelussa:

1. Tuulivoimaloita ei rakenneta alueille, jotka on varattu luonnonsuojeluun^c, jotka kuuluvat nk. tärkeiden lintualueiden verkostoon (IBA- ja FINIBA-alueet ja maakunnallisesti tärkeät lintualueet) tai jotka ovat luonnonsuojelulain mukaisesti rajattuja uhanalaisten lajien esiintymiä^d.
2. Tuulivoimalat sijoitetaan yli 10 m syvyyteen. Alle 10 m syvyiset alueet tulee säästää rakentamiselta, sillä ne ovat meriluonnon tuottoisimpia ja monimuotoisimpia keitaita. Näille alueille tuulivoimarakentamista tulee suunnitella vain jos luontokartoitusten kautta on ilmennyt, että alueella ei ole merkittäviä luontoarvoja^e.
3. Tärkeimpien muuttolintureittien varrella tuulivoimapuistot sijoitetaan muuttoreittien suuntaisesti.

WWF edellyttää, että rakentamisvaiheessa:

4. Perustamiskäytönä käytetään tekniikoita, jotka minimoivat voimaloiden jalustojen vaikutuksia.
5. Tuulivoimalat rakennetaan välttämättä samanaikaisia lähekkäisiä pohjatöitä, jotta samentuminen ei kata laajoja vesialueita kerrallaan.
6. Merikaapelia ei vedetä runsaskasvuisten merenlahtien tai kasvipeitteisten matalikoiden läpi.
7. Massat läjitetään syville akkumulaatiopohjille.
8. Pohjarakennustöissä rakentamisajankohta valitaan paikallisen lajiston mukaan ottaen erityisesti huomioon kalojen lisääntymisajat.
9. Räjätettäessä veden alla merinisäkkäät on hätisteltävä alueelta ja paineaaltoa vaimennettava kuplaverholla tai muulla tekniikalla.

^c Näitä ovat lakisääteiset luonnonsuojelualueet; Natura 2000 – alueet; kansainvälisten suojelusopimusten alueet; UNESCO:n maailmanperintökohteet joiden perusteena on luonto; kaavojen suojelualuevaraukset

^d Luonnonsuojelulain 47§ ja 49§ kohteet

^e Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmassa (VELMU) on inventoitu vain murto-osa merialueistamme. Tämän takia ainoa käyttökelpoinen tapa suojella luonoltaan arvokkaimmat pohja-alueet rakentamiselta on käyttää syvyyskriteeriä. Asiantuntijoiden arvion mukaan monimuotoisimmat pohja-alueet löytyvät alle 10 m syviltä merialueilta (mm. Vehanen, T., Hario, M., Kunnasranta, M. & Auvinen, H. 2010: Merituulivoiman vaikutukset rannikon kaloihin, lintuihin ja nisäkkäisiin. Kirjallisuuskatsaus. - Riista- ja kalatalous, selvityksiä 17/2010.).

Tuulivoiman vaikutukset sisämaassa ja rannikon maa-alueilla

Tuulivoiman vaikutukset maa-alueilla ovat helpommin ennustettavissa kuin merialueilla. Terrestrinen luonto tunnetaan yksityiskohtaisemmin kuin meriluonto, erityisesti vedenalainen luonto, minkä takia ympäristövaikutusten arvioinnissa luontoarvot voidaan ottaa tarkemmin huomioon. Muut vaikutukset kuin käyntimelu ja lintujen törmäysriskin lisääntyminen ovat pitkälti samoja kuin kaikessa muussakin rakentamisessa ja niistä on käytettävissä pitkäaikaista tutkimustietoa.

Meluhaitat

Tuulivoimalan käyntiäänet lisäävät ympäristön melutasoa, joka vaikuttaa eläinten kommunikaatioon. Pohjois-Amerikan ruohomailla elävien varpuslintujen pesintätiheys oli pienempi tuulivoimaloiden läheisyydessä (alle 80 metriä voimaloista) kuin läheisillä alueilla (180 m voimaloista)³, ja pensaikkomailla lintujen lajimäärän on todettu vähenevän ympäröivän melun kasvaessa⁴. Tuulivoimaloiden on myös havaittu aiheuttavan amerikkalaisissa maaoravissa lisääntyvää varovaisuutta⁵, mikä voi heikentää ravinnon hankintaa.

Törmäysriskit

Tuulivoimaloiden aiheuttamaa lintujen ja lepakoiden törmäysriskiä on tutkittu ympäri maailmaa rannikolla, merellä ja maalla. Pääsääntöisesti lintujen törmäysriski tuulivoimaloihin on melko pieni, mutta väärin sijoitetut tuulivoimalat voivat olla merkittävä uhkatekijä paikallisesti ja tietyille lajeille. Niin lepakkojen kuin petolintujenkin törmäykset tuulivoimaloihin tapahtuvat pääosin muuttoreiteillä muuttaville yksilöille ja toisaalta tärkeillä ruokailualueilla^{6, 7}. Yhdysvaltalaisen arvion mukaan lepakoiden törmäysriski voimaloihin on suurin metsien reuna-alueilla⁸. Usean sadan tuulivoimalan puistossa Yhdysvaltain Minnesotassa lepakoiden törmäysriskiksi arvioitiin kaksi törmäystä vuodessa voimalaa kohden⁶. Paikoin tuulivoimaloiden tiedetään houkuttelevan petolintuja niiden tarjoamien tähytyspaikkojen vuoksi, ja varsinkin suurille petolinnuille tuulivoimalat voivat olla merkittävä riskitekijä⁹. Norjassa Smølan tuulipuistossa on paikallisten merikotkien kuolleisuus ollut huomattavan korkea¹⁰. Smølan kokemuksen perusteella on oletettavaa, että merikotka olisi erityisen altis törmäyksille tuulivoimaloihin ja siksi lajin tiheimmille pesimäalueille ei tulisi rakentaa tuulipuistoja. Useat lintututkimukset sisämaassa, rannikolla ja merellä kuitenkin osoittavat, että muiden lintulajien kuolleisuus voi olla matalaa tai vastata määrällisesti törmäysriskiä muihin rakennelmiin^{11, 12, 13, 14, 15, 16, 17}. Tanskan merialueilla olevien tuulivoimapuistojen linnustotutkimuksissa todettiin, että tuulivoimalat ohjaavat lintujen esiintymistä alueella; lintujen on havaittu osaaavan väistää tuulivoimapuistot sekä yöllä että päivällä^{18, 19}. Voimaloiden vältteleminen on lajista riippuvaa: merimetsot, kalalokit ja merilokit eivät väistäneet tuulipuistoa, tiirat väistivät melko usein, mustalinnut ja pilkkasiivet välttivät voimaloita enimmäkseen ja uikut ja suulat eivät koskaan lentäneet tuulipuiston sisään¹⁸. Samassa tutkimuksessa selvisi, että yövalaistus ei houkuttele lintuja. Tanskalaisen törmäysmallin mukaan lintujen törmäysriski voimaloihin on 0,018-0,020 %¹⁸. Huolimatta pienestä törmäysriskistä tuulipuistoja ei pitäisi sijoittaa vakiintuneita muuttoreittejä vasten vaan niitä myötäileviksi¹⁹.

Vaikka yleisesti lintujen kuolemat törmäyksissä tuulivoimaloihin on todettu joillain alueilla korkeammaksi kuin törmäyksissä voimalinjoin⁷, voimalinjatörmäykset voivat olla muun muassa kurkien ja vesilintujen muuttoreiteillä ja elinympäristöissä yleisiä^{20, 21}. Amerikkalaisen tutkimuksen mukaan voimalinjojen merkitseminen värikkäillä tunnuksilla vähensi lintujen kuolleisuutta merkittävästi²⁰.

Maaperän kulumisen sekä elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstaloituminen

Sisämaan tuulivoimapuistot sijoitetaan teknistaloudellisin perustein korkeille tai avoimille paikoille. Tuulivoimapuistoa rakennettaessa on kuitenkin otettava huomioon rakentamisen ja huoltotoimenpiteiden aiheuttama maaperän kulumisen ja elinympäristöjen tuhoutuminen alueella. Herkkien ja hitaasti palautuvien elinympäristöjen, kuten Lapin tunturiylänköjen, rakentaminen tulee

rajoittaa jo rakennetuille tuntureille tai kenttäkerros pitää rakentamisen jälkeen ennallistaa. Voimalat, tiet ja voimalinjat tulee lisäksi sijoittaa siten, että niiden rakentamisessa ei tuhota valtakunnallisesti, alueellisesti tai paikallisesti tärkeitä pieniä elinympäristöjä (muun muassa puroja, kosteikkoja, rinnelehtoja jne.; ks. Metsälaki 1093/1996, 10§), joiden merkitys luonnon monimuotoisuuteen on merkittävä. Rakentamisella ei myöskään saa katkaista elinympäristöjen välisiä tärkeitä yhteyksiä, niin kutsuttuja viherkäyviä, joiden kautta lajit pääsevät kulkemaan alueelta toiselle suojassa luontaisilta vihollisilta tai ihmisvaikutukselta. Rakentamisajankohta tulee suunnitella alueella paikallisen lajiston mukaan siten, että rakentaminen aiheuttaa mahdollisimman vähän haittaa erityisesti paikallisesti arvokkaalle lajistolle.

Rannalle rakennettavan tuulivoiman vaikutukset meriluontoon

Tuulivoimaloiden vaikutuksista meriluonnolle ei ole vielä selviä pitkäaikaistutkimustuloksia. Alustavien tulosten perusteella voidaan olettaa, että käynnissä olevat voimalat eivät haittaa vedenalaista luontoa, mutta että rakentamisvaihe heikentää veden laatua.

Tuulivoimapuistojen sijoittaminen rannikon maa-alueille on luontoarvojen puolesta suoraviivaisempaa kuin vesialueille rakentaminen. WWF edellyttää, että rannikolla tuulivoimaa ei rakenneta alueille, jotka on yllä lueteltu. WWF kehottaa myös välttämään suojaisten runsaskasvuisten lahtien rantoja, sillä rakentamisvaiheen aikainen veden samentuminen haittaa merkittävästi elinolosuhteita kasvipeitteisissä elinympäristöissä^{22, 23, 24, 25, 26}, monet runsaskasvuiset lahdet ovat tärkeitä elinympäristöjä monille eläinlajeille, mm. kaloille¹⁶ ja linnuille^{9, 17}. Saaristossa tuulipuistojen sähkökaapelit tulisi vetää merikaapeleina, sillä ilmajohdot aiheuttavat turhia lintujen törmäysriskejä ja sähkötolpilla istuvat merikotkat aiheuttavat oikosulkuja, jotka ovat kotkille tappavia.

Merialueille rakennettavan tuulivoiman vaikutukset meriluontoon

Perustamissyvyys

Tuulivoimalapuistoja on pyritty sijoittamaan teknistaloudellisin perustein mahdollisimman matalille, alle 10 metriä syville merialueille. Maisema-, turvallisuus- ja meluhaittojen vuoksi näitä alueita etsitään ulkomereltä, missä tuulivoimaloille sopivia matalia alueita on löydettävissä melko vähän. Ulkomeren harvat matalikot ovat meriluonnolle tärkeitä elinympäristöjä: näillä matalikoilla on hylkeiden, kalojen ja merilintujen ruokailualueita, useiden kalalajien (mm. silakan, kampelan, siian ja merikutuisen harjuksen) kutualueita^{9, 27} ja vedenalaisen luonnon runsaslajisimmat yhteisöt (mm. meriajokas- ja leväyhteisöt)^{28, 29, 30}. Tämän takia WWF edellyttää tuulivoiman rakentamista syvemmille vesialueille.

Tuulivoimaloilla voi olla myös myönteisiä vaikutuksia alueen biodiversiteetille. Syvillä ulappa-alueilla ja laajoilla hiekka- tai mutapohjilla voimalarakenteet tuovat pysyviä kiinnittymisalustoja leville ja kiinnittyville selkärangattomille eläimille^{18, 31, 32}, minkä on todettu lisäävän pohjakalalajien tiheyttä turbiinien ympärillä³³. Näille keinotekoisille riutoille muodostuu uusia yhteisöjä, joiden kerrannaisvaikutukset parhaimmillaan heijastuvat koko ravintoverkkoon.

Luonnonsuojelualueet

Jos Suomen merialueiden matalikkojen luonto tunnettaisiin lajikohtaisesti, voitaisiin tuulipuistojenkin sijoittelu perustella luontoarvoilla. Ruotsissa tärkeimmät ulapan matalikot kartoitettiin erillisessä luontokartoituksessa, jonka pohjalta osa matalikoista suojeltiin tuulipuistorakentamiselta³⁰. Suomessa merirakentaminen joudutaan suunnittelemaan lähes sokkona, noudattaen varovaisuusperiaatetta. Tuulivoima-alueiden varauksia tehtäessä luonnonsuojelualueiden sijainneilla on tärkeä merkitys maakuntakaavoja varten laadituissa taustaselvityksissä^{34, 35, 36, 37}. Useimmissa selvityksissä luonnonsuojelualueiden ja varausten väliin jätetty puskurivyöhyke oli arvioitu meluhaittojen näkökulmasta. Meriluonnon kannalta yhtä

olennainen kysymys on rakentamisen aikaisen samentumisen leviäminen merivirtojen tai pitkäaikaisten tuulten suuntaisesti. Veden samentuminen estää kalojen saalistuksen²⁴ ja pohjakasvien yhteyttämisen³⁸. Jälkimmäisestä on laajoja seurauksia ekosysteemille aina kalojen kudun epäonnistumiseen asti. WWF edellyttää meriympäristön kannalta relevanttia ympäristövaikutusten arviointia tuulivoimalapuistoilta (esimerkiksi OSPAR-komission suositus³⁹) ja erityistä samentumisen leviämisen huomioonottamista luonnonsuojelualueiden läheisyydessä. Jos merivirrat levittävät samentumista suojelualueille, tuulivoimalapuisto on rajattava kauemmaksi suojelualueesta. Tuulivoimalapuistoilla ei arvioida olevan vaikutuksia aallonkorkeuteen, merivirtojen suuntaan ja nopeuteen eikä pohjasedimentin laatuun^{18, 40}.

Tuulivoimalapuiston rakentamisprosessi

Tuulivoimalapuistojen rakentamisprosessista WWF esittää seuraavat kriittiset näkökohdat: 1) perustamistapa (paalu-/kasuuniperustus), 2) merikaapelin sijoitus ja peittäminen sekä 3) rakentamisajankohta.

Vesirakentaminen, jossa kaivetaan merenpohjaa tai läjitetään kaivuumassaa, nostaa kevyttä maainesta vesipatsaaseen ja aiheuttaa samentumista eli huomattavaa näkösyvyyden vähenemistä³⁹. Jos samentuminen tapahtuu kasvien kasvukauden aikana, voivat pohjakasvit hävitä laajoilta alueilta merenpohjaa^{25, 41, 42, 43, 44, 45}. Tällöin seurannaisvaikutukset heijastuvat kaikkeen meriluontoon. Samoista syistä ruoppausmassoja ei tule läjittää merivirtojen vaikutuspiiriin tai matalille merialueille³². Ruoppausmassojen myrkkypitoisuudet on myös tutkittava ja mikäli niiden pitoisuudet ylittävät sallitut raja-arvot, ei läjitystä tule tehdä mereen.

Perustamistavoista kasuuniperustus edellyttää perusteellisia pohjatöitä, jotka aiheuttavat laajojen alueiden samentumista⁴⁶. WWF pitää paaluperustusta parempana. Siinä voimala joko junnataan pehmeään pohjaan tai sille räjäytetään kuilu kallioperään. Räjäytys- ja poraustöissä WWF suosittelee vedenalaisen äänen kantautumista estävien keinojen käyttöä, mm. kuplaverhoja, sekä merinisäkkäiden hätyyttämistä pois räjäytystyömaan lähivesiltä^{39, 47, 48}. Räjäyttäminen aiheuttaa kaloille stressiä, mutta vaikutus häviää varsin nopeasti⁴⁹. Kelluvien voimaloiden sijoittaminen avomerelle olisi vähäisten haitallisten vaikutusten näkökulmasta ihanteellinen ratkaisu tulevaisuudessa⁴⁶.

Merikaapelien sijoittamisessa tulee tarkastella merenpohjan laatua ja luontoarvoja. Merikaapelin vetäminen aiheuttaa samentumista joko siihen liittyvien ruoppausten tai kaapelin peittämisen takia. Linjan tulee välttää matalia merenlahtia, jotka ovat tärkeitä lintualueita⁹, kalojen kutualueita⁵⁰ ja joilla kasvillisuus ylläpitää monipuolista ekosysteemiä^{32, 51}. Eteläisillä merialueilla merikaapelin on kierrettävä lisäksi erittäin hitaasti uusiutuvia meriajokasniittyjä³². Merikaapelin luomalla magneettikentällä saattaa olla haitallinen vaikutus kalojen liikkumiseen. Tanskan tuulivoimalapuistoissa merikaapelit saattoivat estää joidenkin ankerioiden, turskien, silakoiden ja kampeloiden liikkumista kaapelin yli, osa ankeriaista vaelsi kaapelin reunaa myöten pois tuulivoimalapuistosta, turskat näyttivät kerääntyvän kaapelin läheisyyteen ja kampelat ylittivät merikaapelin useimmiten heikon magneettikentän aikoina^{18, 52}.

WWF suosittelee kaikkien pohjatöiden jakamista ajallisesti siten, että yhtäaikaiset työt ovat etäällä toisistaan. Tällä tavoin samentumisvaikutukset ovat mahdollisimman laikuittaisia ja eliöstölle jää rauhallisia suoja-alueita rakentamisen aikana. Meriluonnon kannalta rakentaminen tulisi herkimmillä alueilla sijoittaa syyskauteen, jolloin pohjakasvien ja -eläinten sekä useiden kalojen lisääntymiskausi on ohitse³⁹. Herkkiä alueita ovat mm. luonnonsuojelualueiden lähialueet, alle viisi metriä syvät matalikot ja tärkeät kalojen kutualueet. Jotkin kalalajit (mm. siika) ovat tosin syyskutuisia¹⁶, jolloin on käytettävä harkintaa oikean rakentamisajankohdan valinnassa.

WWF pitää tärkeänä monipuolista ympäristövaikutusten arviointia (YVA) tuulivoimalapuistoja suunniteltaessa². Koillis-Atlantin suojelukomissio (OSPAR) on laatinut tuulivoimarakentamisen YVA-ohjeistuksen, jonka yhtenä tavoitteena on samentumisen välttäminen³⁹. Tähän päästään

valitsemalla rakennuspaikka vähän sementtävän pohjamateriaalin perusteella, havainnoimalla rakentamisen aikaista sementumista, rajoittamalla pohjatöitä sameusarvojen ylittyessä, seuraamalla Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) ohjeistusta merenpohjan sedimentin nostosta ja muokkaamalla rakentamistekniikka rakentamisen aikana, jotta ympäristön kannalta paras tekniikka löydetään³⁹. Ohjeistus kattaa myös meluhaittojen minimoinnin, rakentamiseen liittyvät kuljetukset, rakennusjätteet, valaistuksen ja rakentamisen ajankohdan. Tuulivoimapuistojen vedenalaisen luonnon vaikutusten arviointia varten on olemassa myös hyviä ohjeistuksia, muun muassa pohjaeläimiä ja kaloja silmälläpitäen⁵³.

Melun vaikutus

Melun vaikutuksista kaloihin, hylkeisiin ja merilintuihin on vähän tutkimustietoa. Tiedetään, että kalat, hylkeet ja pyöriäiset havaitsevat melun^{54, 55, 56, 47, 48}. On kuitenkin viitteitä siitä, että ne sopeutuvat voimalameluun tai eivät välitä siitä^{18, 57, 58, 59}. Tanskan Horns Revin tuulipuistossa Pohjanmerellä hylkeet ja pyöriäiset eivät välttele tuulivoimaloita, mutta rakennustyön aikaiset poraus- ja räjäytysäänät karkottivat ne kauemmaksi merelle¹⁸. Itämerellä Tanskan Nystedtin tuulipuistossa hylkeet ja pyöriäiset käyttäytyivät rakennustöiden aikana samoin, mutta pyöriäisten lukumäärä ei kuitenkaan ole palautunut alueella puiston kaksivuotisen käyntivaiheen aikana¹⁸. Ulkosaariston hiekkasärkät ja riutat ovat erityisen tärkeitä lintujen lepäilyalueita ja siksi niille ei pidä rakentaa tuulivoimaloita⁹. Varsinkin matalikkoja tulee välttää erityisesti suojeltavien lintulajien pesimä- ja muutonaikaisilla levähdysalueilla. Jotta rakentamisvaiheen häiriöt (muun muassa melu ja liikenne) jäävät vähäisiksi, rakentaminen lintuutojen lähistöllä (1 km etäisyydellä) on ajoitettava pesimäkauden ulkopuolelle eli elo-maaliskuulle.

Tuulivoiman ja fossiilisen energiantuotannon ympäristövaikutusten vertailu

Tuulivoiman vastustaminen perustuu yleensä huoleen sen vaikutuksista eri eläinlajeille tai maisemaan. Tuulivoiman haitallisia ympäristövaikutuksia tulee kuitenkin tarkastella suhteessa muiden energiantuotantomuotojen ympäristövaikutuksiin. Tuulivoiman aiheuttamat ympäristövaikutukset ovat fossiilisia ja radioaktiivisia polttoaineita käyttäviin voimalaitoksiin verrattuna vähäisiä ja paikallisia.

Tuulivoima korvaa muun sähköntuotannon, yleensä fossiilisia polttoaineita käyttävien lauhdevoimalaitosten, tarvetta. Yhdysvaltalais tutkimuksessa verrattiin Mainen osavaltiossa toisiaan lähellä sijainneiden tuulivoimapuiston ja fossiilisia polttoaineita käyttäneen lauhdevoimalan ympäristövaikutuksia⁶⁰. Johtopäätös oli, että lauhdevoimalaitoksen vaikutukset merieliöstöön olivat suuremmat kuin tuulivoimalan. Lauhdevoimalaitoksen vaikutuksesta lintuja, kaloja ja vesieliöitä menehtyi ja maa-alueita saastui merkittävästi enemmän.

Fossiilisessa energiantuotannossa lajien elinympäristöjä tuhoutuu hiilen kaivamisesta, öljyn pumppaamisesta, raaka-aineiden jalostuksesta sekä kuljetuksista johtuen. Lisäksi savukaasupäästöt aiheuttavat happamoitumista, rehevöitymistä ja suoria terveysvaikutuksia. Muun muassa raskasmetallipäästöt aiheuttavat monille eläinlajeille fyysisiä vikoja ja lisääntymiskyvyn heikkenemistä⁶⁰⁰.

Lauhdevoimala syyttää ilmakehään myös suuria määriä ilmastonmuutosta kiihdyttäviä kasvihuonekaasuja. Ilmastonmuutoksen vaikutukset eläinlajeille ja elinympäristölle ovat tuhoisampia kuin mitkään tässä kannanotossa kuvatut tuulivoiman tai lauhdevoiman paikalliset ympäristövaikutukset⁶⁰⁰. Ilmastonmuutoksen seurauksena jopa 15–37 % maalla elävistä lajeista voi kuolla sukupuuttoon vuoteen 2050 mennessä⁶¹.

Lähteet

- ¹ WWF Position on Wind Power (2004). Saatavissa: <http://www.wwf.dk/db/files/19wwfpositiononwindpowerfinaloct04.pdf>
- ² Birdlife Suomi, Suomen Luonnonsuojeluliitto, WWF Suomi (2011): Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen tuulivoimahankkeissa.
- ³ Leddy KL, Higgins KF, Naugle DE (1999) Effects of wind turbines on upland nesting birds in Conservation Reserve Program grasslands. *Wilson Bulletin* 111: 100-104.
- ⁴ Stone E (2000) Separating the noise from the noise: A finding in support of the "Niche Hypothesis," that birds are influenced by human-induced noise in natural habitats. *Anthrozoos* 13: 225-231.
- ⁵ Rabin LA, Coss RG, Owings DH (2006) The effects of wind turbines on antipredator behaviour in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). *Biological Conservation* 131: 410-420.
- ⁶ Johnson GD, Erickson WP, Strickland WD, Shepherd MF, Shepherd DA & Sarappo SA (2003) Mortality of bats at a large-scale wind power development at Buffalo Ridge, Minnesota. *American Midland Naturalist* 150: 332-342.
- ⁷ Barrios L, Rodriguez A (2004) Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- ⁸ Arnett EB, Ericson WP, Kerns J & Horn J (2005) Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: An assessment of fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A Final Report Prepared for the Bats and wind energy cooperative.
- ⁹ Bird Life Suomi: Tuulivoimaloiden rakentamisen ja käytön vaikutuksista lintuihin Suomessa. Saatavissa: <http://www.birdlife.fi/suojelu/paikat/tuulivoima.shtml>
- ¹⁰ The Royal Society for the Protection of Birds (2006) Wind farm strikes at eagle stronghold. Saatavissa: <http://www.rspb.org.uk/policy/windfarms/eaglestrike.asp>
- ¹¹ De Lucas M, Janss GFE & Ferrer M (2004) The effects of a wind farm on birds in a migration point: the Strait of Gibraltar. *Biodiversity and Conservation* 13: 395-407.
- ¹² Osborn RG, Higgins KF, Usgaard RE, Dieter CD, Neiger RD (2000) Bird mortality associated with wind turbines at the Buffalo Ridge wind resource area, Minnesota. *American Midland Naturalist* 143: 41-52.
- ¹³ Jackson J (2004) Negligible risk to wildlife offshore. Offshore report. *Windpower Monthly*. November 2004.
- ¹⁴ Pedersen IK, Christensen TK (2004) Bird studies - Results from Horns Rev Offshore Wind Farm. National Environmental Research Institute, Denmark. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ¹⁵ Desholm M (2004) Bird studies - Results from Nysted offshore wind farm. National Environmental Research Institute, Denmark. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ¹⁶ Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala-atlas. Saatavissa: http://www.rktl.fi/kala/kala_atlas/
- ¹⁷ Koistinen J (2004) Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto. Helsinki 2004.
- ¹⁸ Dong Energy, Vattenfall, Danish Energy Authority, Danish Forest and Nature Agency (2006) Danish offshore wind: Key environmental issues. 144 pp. Saatavissa: http://www.ens.dk/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/havvindmoellebog_nov_2006_skrm.pdf
- ¹⁹ Koistinen J (2004) Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö. 42 ss.
- ²⁰ Brown WM, Drewien RC (1995) Evaluation of 2 power-line markers to reduce crane and waterfowl collision mortality. *Wildlife Society Bulletin* 23: 217-227.
- ²¹ Bevanger K (1998) Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- ²² Rajasilta M, Mankki J, Ranta-Aho K, Vuorinen I (1999) Littoral fish communities in the Archipelago Sea, SW Finland: A preliminary study of changes over 20 years. *Hydrobiologia* 393: 253-260.

-
- ²³ Järvenpää M, Lindström K (2004) Water turbidity by algal blooms causes mating system breakdown in a shallow-water fish, the sand goby *Pomatoschistus minutus*. Proceedings of the royal society of London Series B. Biological Sciences 271: 2361-2365.
- ²⁴ Lehtiniemi M, Engström-Öst J, Viitasalo M (2005) Turbidity decreases anti-predator behaviour in pike larvae, *Esox lucius*. Environmental Biology of Fishes 73: 1-8.
- ²⁵ Eriksson BK, Sandström A, Isaeus M, Schreiber H, Karås P (2004) Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 61: 339-349.
- ²⁶ Eriksson BK, Johansson G (2003) Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae) in the Baltic Sea. Eur J Phycol 38: 217-222.
- ²⁷ Kääriä J, Rajasilta M, Kurkilahti M, Soikkeli M (1997) Spawning bed selection by the Baltic herring (*Clupea harengus membras*) in the Archipelago of SW Finland. ICES Journal of Marine Science 54: 917-923.
- ²⁸ Kautsky H, van der Maarel E (1990) Multivariate approaches to the variation in phytobenthic communities and environmental vectors in the Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 60: 169-184.
- ²⁹ Boström C, O'Brien K, Roos C, Ekeboom J (2006) Environmental variables explaining structural and functional diversity of seagrass macrofauna in an archipelago landscape. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 335: 52-73.
- ³⁰ Naturvårdsverket (2006) Inventering av marina naturtyper på utsjöbankar. Rapport 5567. Saatavissa: www.naturvardsverket.se/dokument/natur/havsmiljo/pdf/utsjob.pdf
- ³¹ Leonhard SB (2004) Bottom fauna and introduction of new habitats at foundations and scour protection. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ³² Birklund J (2004) Bottom-fauna and introduction of new habitats at foundations and scour protection. Nysted offshore wind farm. DHI Water & Environment. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ³³ Wilhelmsson D, Malm T, Ohman MC (2006) The influence of offshore windpower on demersal fish. ICES Journal of Marine Science 63: 775-784.
- ³⁴ Varsinais-Suomen enegiatoimisto, PrizzTech Oy (2004) Länsituuli-West Wind: selvitys tuulivoiman tuotantoon soveltuvista alueista Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa.
- ³⁵ Itä-Uudenmaan liitto, Kymenlaakson liitto (2005) Tuulivoiman tuotantoon soveltuvien maa- ja merialueiden kartoitus Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson rannikkoalueilla.
- ³⁶ Uudenmaan liitto (2002) Tuulivoiman tuotantoon soveltuvien alueiden kartoitus: vaikutusten arviointi maakuntakaavoitusta varten.
- ³⁷ Ympäristöministeriö, Lapin liitto, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Keski-Pohjanmaan liitto, Pohjanmaan liitto (2003) Tuulivoimatuotannolle soveltuvat alueet Merenkurkun-Perämeren rannikko- ja merialueella.
- ³⁸ Kautsky N, Kautsky H, Kautsky U, Waern M (1986) Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. Marine Ecology Progress Series 28: 1-8.
- ³⁹ OSPAR (2006) Guidance on offshore wind-farms in relation to assessments of the environmental impacts of construction and best environmental practice for construction.
- ⁴⁰ ABP/Metoc (2002) Potential effects of offshore wind developments on coastal processes ETSU/W/35/00596/00/REP. Saatavissa: <http://www.abpmer.co.uk/pdf/w3500596.pdf>
- ⁴¹ Burdick DM, Short FT (1999) The effects of boat docks on eelgrass beds in coastal waters of Massachusetts. Environmental Management 23: 231-240.
- ⁴² Cragg BA, Fry JC, Bacchus Z, Thurley SS (1980) The aquatic vegetation of Llangorse Lake, Wales. Aquatic Botany 8: 187-196.
- ⁴³ Garrad PN, Hey RD (1988) River management to reduce turbidity in navigable broadland rivers, Journal of Environmental Management 27: 273-288.
- ⁴⁴ Anthony JL, Downing JA (2003) Physical impacts of wind and boat traffic on Clear Lake, Iowa, USA. Lake and Reservoir Management 19: 1-14.
- ⁴⁵ Hastings K, Hesp P, Kendrick GA (1995) Seagrass loss associated with boat moorings at Rottneest-Island, Western Australia. Ocean & Coastal Management 26: 225-246.

-
- ⁴⁶ Greenpeace (2000) North Sea offshore wind – A powerhouse for Europe. Technical possibilities and ecological considerations - study. 88 pp. Saatavissa: <http://www.greenpeace.org> .
- ⁴⁷ Tougaard J, Teilmann J, Carstensen J (National Environmental Research Institute, NERI), Skov H (DHI), Hansen JR (DDH) (2004) Harbour porpoises – Results from the investigations at Horns Reef Offshore Wind Farm. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ⁴⁸ Teilmann J, Tougaard J, Carstensen J (2004) National Environmental Research Institute (NERI). Effects of the Nysted Offshore Wind Farm construction on harbour porpoises - Comparisons with Horns Reef. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ⁴⁹ Shin HO, Lee DJ, Shin HI (2003) Behavior of Israeli carp *Cyprinus carpio* traced by long baseline telemetry techniques during dynamite explosion work. Fisheries Science 69: 27-36.
- ⁵⁰ Sandström, A; Eriksson, BK; Karaas, P; Isaeus, M; Schreiber, H (2005) Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. Ambio 34: 125-130.
- ⁵¹ Worm B, Lotze HK, Sommer U (2000) Coastal food web structure, carbon storage, and nitrogen retention regulated by consumer pressure and nutrient loading. Limnology and Oceanography 45: 339-349.
- ⁵² Hvidt CB (2004) Electromagnetic fields and the effect on fish: Results from the investigations at Nysted Offshore Wind Farm. Offshore Wind Farms and the Environment Conference 22-23 September 2004.
- ⁵³ CEFAS (2004) Guidance notes for Environmental Impact Assessment in respect of FEPA/CPA requirements. (Version 2 - June 2004). Saatavissa: <http://www.cefas.co.uk/publications/files/windfarm-guidance.pdf>
- ⁵⁴ Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C, Kathe G (2003) Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. Marine Ecology-Progress Series 265: 263-273.
- ⁵⁵ Amoser S, Wysocki LE, Ladich F (2004) Noise emission during the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. Journal Of The Acoustical Society Of America 116: 3789-3797.
- ⁵⁶ Mitson RB, Knudsen HP (2003) Causes and effects of underwater noise on fish abundance estimation. Aquatic Living Resources 16: 255-263.
- ⁵⁷ Croll DA, Clark CW, Clambokidis J, Ellison WT, Tershy BR (2001) Effect of anthropogenic low-frequency noise on the foraging ecology of Balaenoptera whales. Animal Conservation 4: 13-27.
- ⁵⁸ Wahlberg M, Westerberg H (2005) Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Marine Ecology Progress Series 288: 295-309.
- ⁵⁹ CMACS (2001) Assessment of the effects of noise and vibration from offshore windfarms on marine wildlife. ETSU W/13/00566/REP. Saatavissa: <http://www.dti.gov.uk/files/file20261.pdf>
- ⁶⁰ Jarvis CM (2005) An evaluation of the wildlife impacts of offshore wind development relative to fossil fuel power production. Graduate thesis
- ⁶¹ Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ et al. (2004) Extinction risk from climate change. Nature 427: 145-148.
- Birdlife Suomi, Suomen Luonnonsuojeluliitto, WWF Suomi (2011): Luonnon monimuotoisuuden huomioiminen tuulivoimahankkeissa. Saatavissa: