

Pro gradu -tutkielma
Maantiede
Kulttuurimaantiede

Tuulivoiman sijaintiin vaikuttavat tekijät Suomessa yleisesti ja
maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksissä

Leo Hari

2012

Ohjaaja:

Tommi Inkinen

HELSINGIN YLIOPISTO
GEOTIETEIDEN JA MAANTIETEEN LAITOS
MAANTIETEEN OSASTO

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2)
00014 Helsingin yliopisto

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
1.1. Tuulivoiman nykytilanne.....	4
1.2. Tuulivoiman tukipolitiikka aluenäkökulmasta.....	6
1.3. Tuulivoiman tulevaisuuden näkymät Suomessa	9
2. Kirjallisuuskatsaus	12
2.1. Tuulivoiman sijainti tieteellisissä julkaisuissa	12
3. Tuulivoimalat ja kaavoitus Suomessa	20
3.1. Tuulivoima kaavajärjestelmässä	20
3.2. Poikkeamiset kaavoituksesta ja tuulivoimalan vaatimat luvat	22
4. Maakuntien tuulivoimaselvitykset: aineisto & menetelmät	25
4.1. Tuulivoimaselvitykset aineistona.....	25
4.2. Tuulivoimaselvityksen eteneminen ja rakenne.....	27
4.3. Menetelmät: Miten tuulivoima-aineistoja vertaillaan.....	29
5. Tulokset maakuntien tuulivoimaselvityksistä.....	33
5.1. Ei-analyysi.....	33
5.2. Pisteyttävät muuttujat maakuntien tuulivoimaselvityksissä	38
5.3. Tuulivoimaselvitysten ja ulkomaisten aineistojen vertailu.....	44
5.4. Huomioita maakuntien tuulivoimaselvityksistä	46
6. Yksittäisten tekijöiden tarkastelu.....	53
6.1. Tuuliolot ja korkeus	53
6.2. Sähköverkko	60
6.3. Liikenneyhteydet ja liikenneturvallisuus	64
6.4. Tuulivoimalan perustamisolosuhteet ja tilantarve.....	68
6.5. Tuulivoima-asenteet ja paikallinen vastustus	71
6.6. Luonnonympäristön suojelu	77
6.7. Tuulivoimaloiden vaikutus lintuihin ja lepakoihin	78
6.8. Tuulivoimaloiden melu ja etäisyys asutukseen	82
7. Johtopäätökset / Suositukset	88
8. Kiitokset	97
9. Kirjallisuus.....	98
10. Liitteet	113

1. Johdanto

Tämä työ tarkastelee nykymuotoisen tuulivoiman sijaintia. Tuulivoimalat jaetaan suuren/teollisen mittaluokan tuulivoimaan (kuva 1) ja pientuulivoimaan (kuva 2).

Teollisen mittaluokan tuulivoimalat tuottavat sähköä sadoille tai tuhansille kotitalouksille tai teollisuuden laajamittaiseen käyttöön ja niiden tehot ovat megawatteja. Pientuulivoimaa taas käytetään yksittäisten asuntojen tai yritysten energialähteenä. Pientuulivoimaa ovat alle 50 kilowatin tuulivoimalat (Pientuulivoima 2012).



Kuva 1. Kahden megawatin tuulivoimaloita Ahvenanmaan saaristossa Hagsåran saarella. (Hill 2012).



Kuva 2. Kolmen ja puolen kilowatin pientuulivoimala Linnanmäellä (28.4.2011 - Uutiset 2011).

Pientuulivoimalat sulautuvat pihapiiriin tai rakennelmiin tai ovat hieman puunlatvojen yläpuolella, kun taas suuret tuulivoimalat ovat usein yli 100 m korkuisia, jolloin ne vastaavat useita kerrostaloja korkeudeltaan. Trendi on yhä suurempia tuulivoimaloita kohti ja lähivuosina Suomessa tullaan näkemään yli 200 metrin korkeuteen yltäviä voimaloita. Selvästi ympäristöstään erottuvien voimaloiden sijainti on kiinnostava maantieteellinen tutkimuskohde, sillä niiden sijoittamiseen liittyy paljon erilaisia tavoitteita ja vaatimuksia. Tässä työssä tarkastelussa on teollisen mittaluokan tuulivoima. Tuulivoimaa halutaan toisaalta rakentaa tietyt ominaisuudet täyttävälle alueelle, kuten hyvien tuuliolojen äärelle ja toisaalta pois alueelta, jolla on tietyt ominaisuudet, kuten luonnonsuojelualueelta. Näitä sijaintipaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä kutsun lyhyesti sijaintitekijöiksi.

Tutkin, mitkä tekijät vaikuttavat tuulivoiman sijaintiin ja miten ne vaikuttavat. Työni aineistona ovat erilaiset selvitykset, joita ovat tehneet julkishallinto ja yksityiset yritykset ja tutkijat. Lähteenä käytän myös uutisia, haastatteluja ja aihetta käsitteleviä lakeja ja viranomaisohjeita. Pääaineistona ovat vuosien 2010–2012 maakuntien liittojen tuulivoimaselvitykset, jotka ovat maakuntakaavoituksen taustaselvityksiä. Niissä on analysoitu tuulivoimaloiden ryhmittymien potentiaalisia sijaintipaikkoja eri maakuntien alueella. Näillä selvityksillä on suuri merkitys tuulivoiman sijoittamiseen Suomessa. Maakuntien tuulivoimaselvitykset ovat laaja ja vertailukelpoinen aineisto, joka auttaa vastaamaan kysymykseen, minkälaiset tekijät vaikuttavat teollisen mittaluokan tuulivoiman sijaintiin Suomessa ja miten tuulivoiman sijoittamisen perusteet vaihtelevat eri alueilla.

1.1. Tuulivoiman nykytilanne

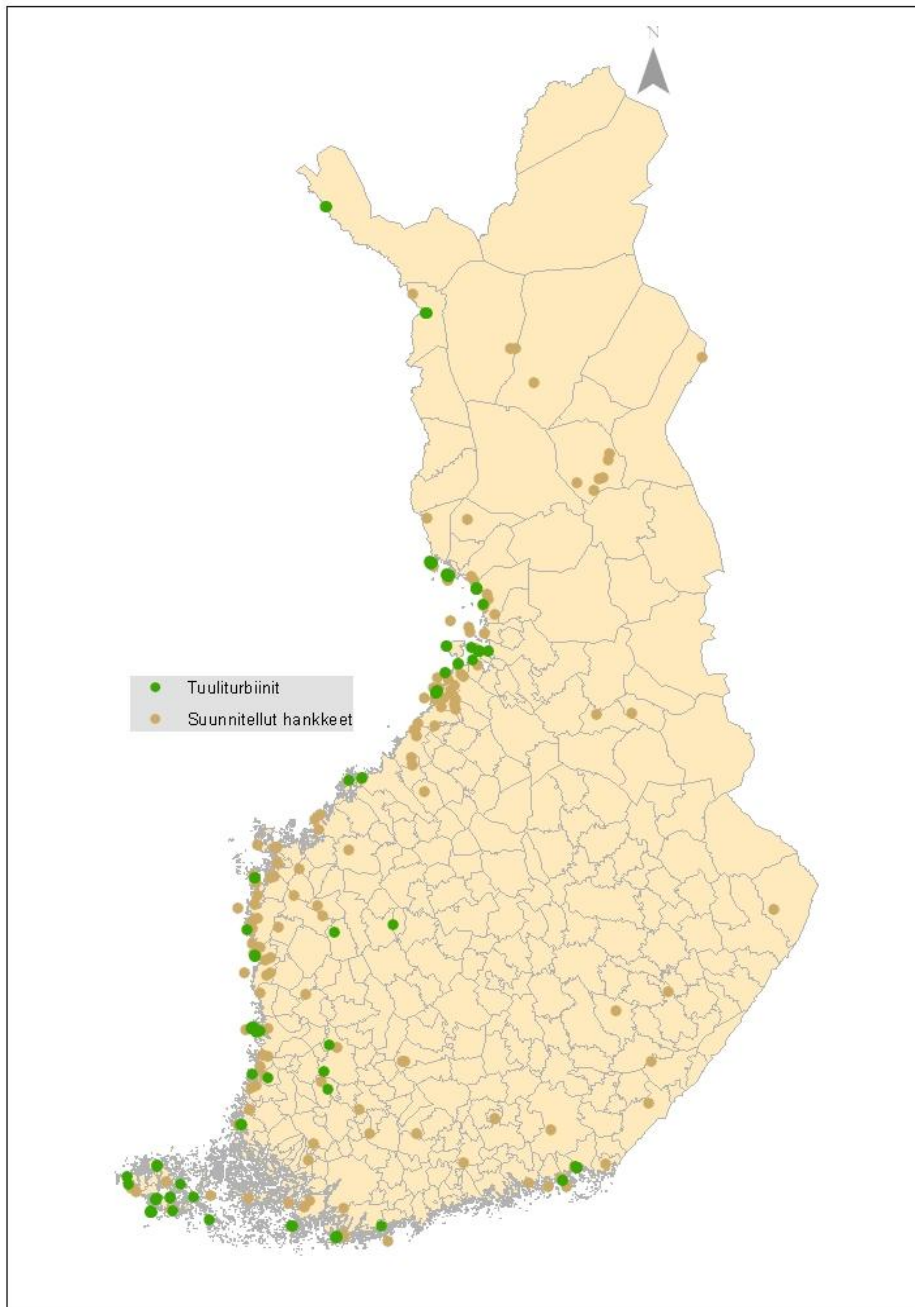
Lokakuussa 2012 Suomen tuulivoimakapasiteetti oli 238 megawattia (MW). Vuonna 2011 tuulivoimalla tuotettiin sähköä 481 gigawattituntia (GWh), joka vastasi noin 0,6 prosenttia Suomen sähkönkulutuksesta. (Suomen tuulivoimatilastot 2012) Tuulivoimalaitosten keski-ikä oli noin 8,3 vuotta (Stenberg & Holttinen 2011). Tuulivoimateollisuus on ollut viime vuosina yksi tärkeimmistä uuden energiantuotantokapasiteetin lähteistä Euroopassa.

Vuonna 2009 tuulivoimaa rakennettiin Euroopassa enemmän kuin mitään muuta energiantuotantomuotoa (Renewables... 2010). Suomi sijoittuu matalalle vertailtaessa tuulivoimalla tuotetun sähkön prosenttiosuutta sähkönkulutuksesta eri maissa Euroopassa. Vuonna 2011 Suomi oli 27 Euroopan maan joukossa neljänneksi viimeinen tuulisähkön kulutuksessa (Wind in... 2012: 11).

Rakennetut ja suunnitellut tuulivoimalat sijoittuvat joitain sisämaassa olevia voimaloita lukuun ottamatta rannikon läheisyyteen (kuva 3). Eteläisin nykyinen voimala on Hangossa ja pohjoisin on Enontekijöllä. Tuulivoimaloiden keskittymiä on esimerkiksi Dragsfärdissä, Ahvenanmaan saaristossa, Oulun lähellä ja Porissa. Suurin yksittäinen tuulipuisto on Kemissä oleva 35MW:n puisto. Tuulivoimalat sijoittuvat etupäässä Länsi- ja Etelä-Suomeen (Stenberg & Holttinen 2009: 10–11, Tuulivoimahankkeet... 2012).

Tämä selittyy sillä, että rannikon tuuliolot ovat parempia kuin metsäisemmän Itä-Suomen. Tuulivoimaloiden korkeuden kasvaessa sijoittaminen sisämaahan tulee nykyistä kannattavammaksi. 1990-luvulla suurin osa tuulivoimaloista on ollut alle 1MW tehoisia, kun 2000-luvulla useimmat voimalat ovat yli 1MW tehoisia ja viime vuosina on rakennettu n. 3MW tehoisien voimaloiden ryppäitä. (Stenberg & Holttinen 2009: 14).

Tuulivoiman kehittyminen seuraakin eurooppalaista trendiä, jossa yksittäisten tuulivoimaloiden tehot ovat jatkuvasti lisääntyneet (McGovan & Gonnors 2000: 147–148). Tuulivoima-alan liikevaihto on Suomessa noin yksi miljardi, josta viennin osuus on 90 prosenttia (Tuulivoima tiekartta 2009: 7).

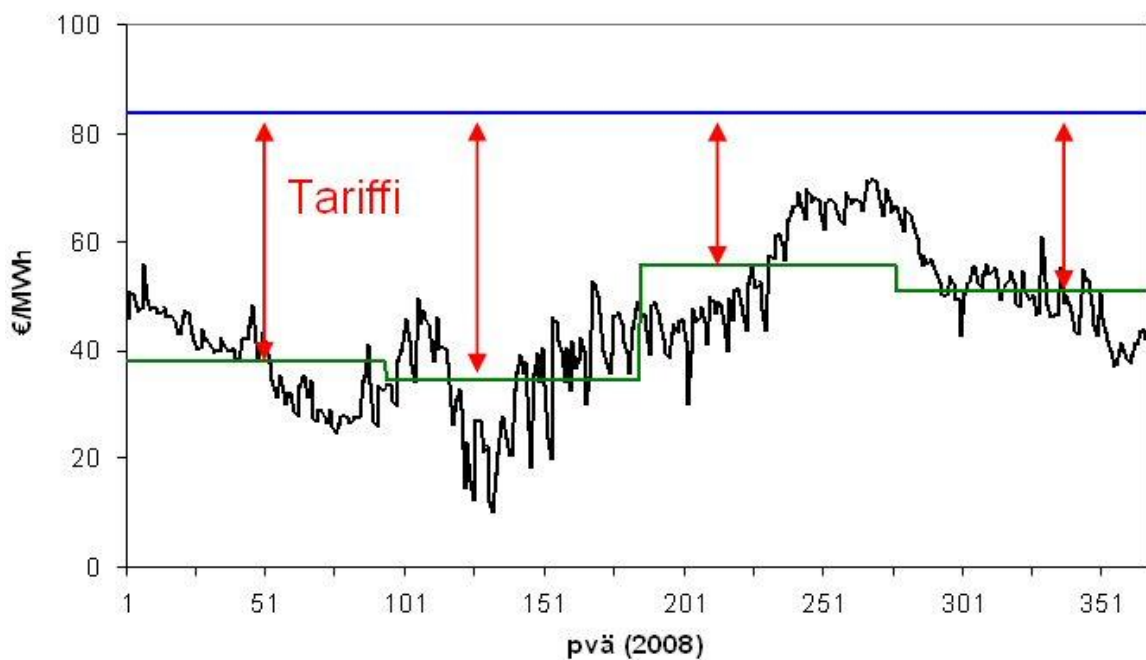


Kuva 3. Tuulivoimaloiden sijainti Suomessa sekä suunnitellut hankkeet.

Aineisto: Stenberg (2011).

1.2. Tuulivoiman tukipolitiikka aluenäkökulmasta

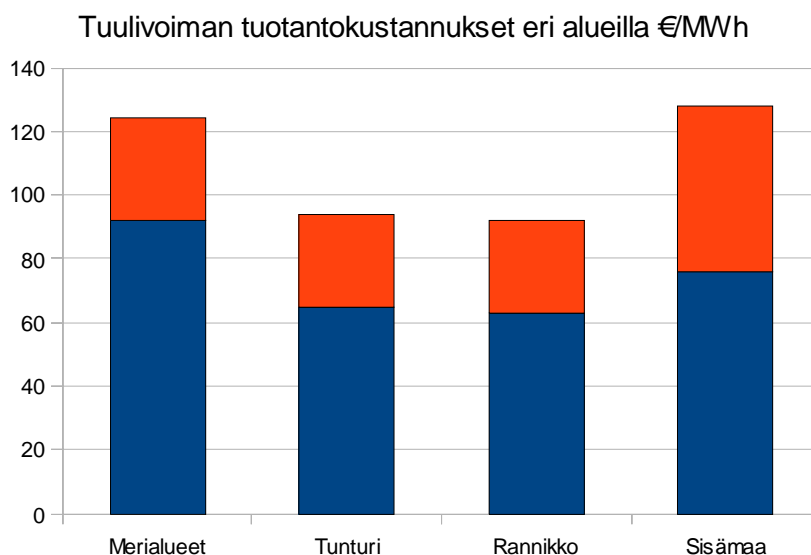
Yksi viime vuosien merkittävistä tuulivoimautisista oli syöttötariffin käyttöönotto, sillä se paransi tuulivoiman taloudellista asemaa. Syöttötariffin vaikutusta havainnollistaa kuva 4, jonka pitkä vaakaviiva on valtion asettama takuuhinta. Valtio mahdollistaa tuulivoimalla tuotetulle sähkölle 83,50 euron takuuhinnan/MWh. Maksetun korvauksen määrä riippuu sähkön hinnan vaihteluista Nordpool-sähköpörssissä kolmen kuukauden aikajaksoilla. Näitä kolmen kuukauden sähkön keskimääräisiä markkinahintoja kuvaavat vaakasuorat vihreät viivat, joiden pohjalta määräytyy takuuhinnan saavuttamiseen tarvittava tariffin suuruus.



Kuva 4. Havainnekuva syöttötariffin toimintaperiaatteesta (HE laiksi...2010).

Tuulivoimantuottaja saa siis vähintään 83,50 euron takuuhinnan tuottamastaan megawattitunnista, mikä vähentää riskejä ja tekee tuulivoimainvestoinneista aiempaa kannattavampia. Syöttötariffijärjestelmää säätelee laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (2010). Laissa rajataan tuki uusiin voimaloihin, joiden

generaattorien teho on vähintään 500 kilovolttiampeeria. Syöttötariffi ei siis koske pientuulivoimaa, vaan varsin suuria ja käyttämättömiä tuotantolaitoksia. Tämä ohjaa tuulivoimarakentamista kohti suurempia yksiköitä. Laissa säädetään, että takuuhinta on 105,30 euroa/MWh vuoteen 2015 asti, kuitenkin enintään kolmen vuoden ajan. Nopeasti valmistuvien tuulivoimaloiden syöttötariffi on siis korotettu, mikä kannustaa tuulivoimaloiden rakentamiseen ennen vuotta 2015. Mahdolliset tariffitasot vaikuttavat suuresti siihen, mihin tuulivoimaa kannattaa rakentaa, sillä tuulivoiman tuotantokustannukset vaihtelevat eri alueiden välillä.



Kuva 5. Tuulivoiman tuotantokustannusten alueellinen vaihtelu (Kankare 2011)

Kuva 5 havainnollistaa tuulivoiman tuotantokustannusten vaihtelua. Se perustuu VTT:n tutkijan Hannele Holttisen Talouselämä-lehden artikkelissa esittämiin arvioihin tuulivoiman kustannuksista. Punainen palkki on vaihteluväli, jolle hinta asettuu. Kuvan mukaisesti rannikolla ja tuntureilla tuulivoiman rakentaminen on kustannustehokkaampaa kuin sisämaassa tai merialueilla. Merituulivoiman kustannukset ovat vähintään 92 euroa/MWh, kun taas rannikolla ja tunturilla kustannukset lähtevät 63:sta ja 65 eurosta.

Syöttötariffin taso on puolestaan 83,5 euroa/MWh. Holttisen mukaan syöttötariffi ei riitäkään merituulivoimalle (Kankare 2011). Samoilla linjoilla ovat myös monet muut tuulivoima-alan toimijat kuten PVO-Innopowerin toimitusjohtaja Lauri Luopajarvi Kalevassa julkaistussa artikkelissa (Knihtilä 2010). Niin ikään tuulivoimaa rakentavan WPD Finlandin yhteistyössä Motivan kanssa julkaisemassa lehtisessä todetaan, ettei takuuhinta ole riittävän korkea merituulipuistojen rakentamiseen ja siihen tarvittaisiin lisätukea (Tuulen voimalla Suomessa 2010: 4).

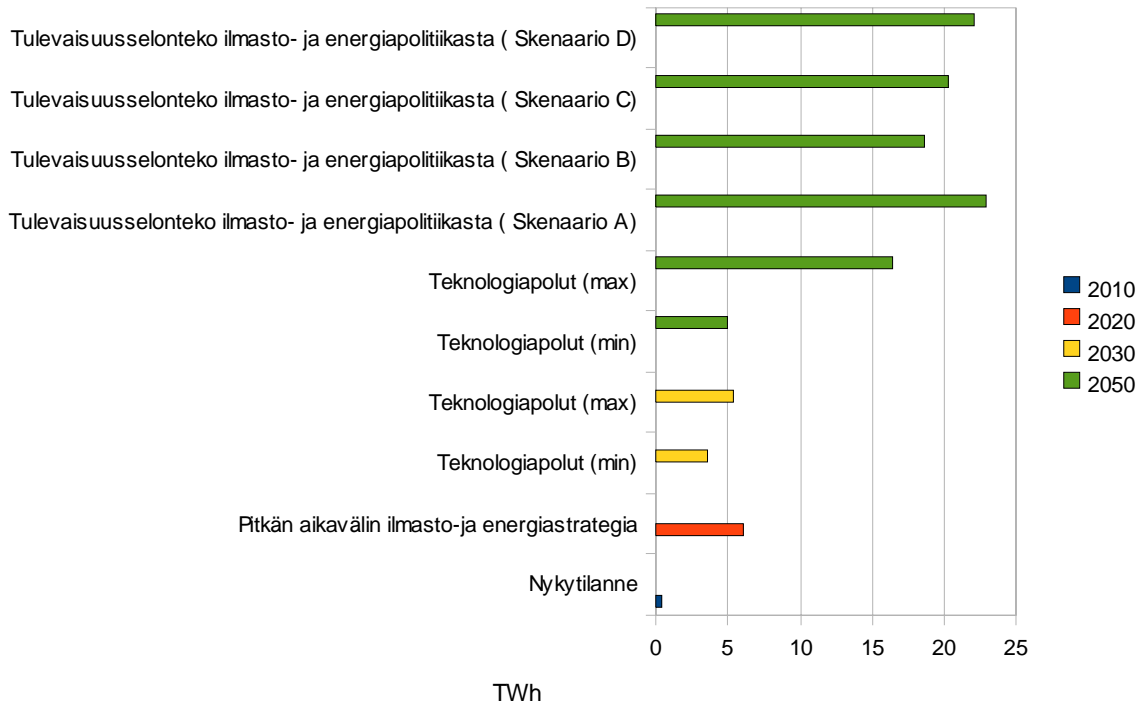
Suomen tilanteessa syöttötariffin porrastaminen tai muu tukijärjestelmän kehittäminen on keino, jolla tuulivoiman kokonaismäärän lisäämisen ohella voidaan vaikuttaa tuulivoiman rakentamiseen merialueille. Toinen tukipolitiikan keino, joka vaikuttaa siihen mihin tuulivoimaa rakennetaan, on tuettu demonstraatiohanke jollekin alueelle.

Demonstraatiohanke tarkoittaa, että tietynlaisiin olosuhteisiin kuten merelle, pohjoisiin kylmiin olosuhteisiin tai sisämaahan rakennetaan valtion tukema laaja tuulipuisto (Tuulivoima-tiekartta 2009: 8,14). Demonstraatiohankkeet ovat vauhdittaneet tuulivoiman kehitystä joissain maissa ja samalla on kehitetty osaamista ja uutta teknologiaa. Suomen hallitusohjelmassa vuodelta 2011 on todettu: ”Jatketaan investointitukia uusiutuvan energian demonstraatiohankkeille (mukaan lukien merituulivoima)” (Pääministeri... 2011: 42).

1.3. Tuulivoiman tulevaisuuden näkymät Suomessa

Tavoitteet tuulivoiman määrästä tulevaisuudessa kertovat siitä, minkälaisia odotuksia tuulivoimarakentamista kohtaan on. Tuulivoiman tarvetta on arvioitu ilmastopolitiikkaan liittyvissä raporteissa ja linjauksissa, joita olen kerännyt oheiseen taulukkoon. Näitä lähteitä ovat Vanhasen hallituksen julkaisema valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta sekä ilmasto- ja energiastrategia, jonka uusin julkaistu versio on vuodelta 2008. Vertailuun sisältyy myös VTT:n Teknologiapolut -tutkimus, joka selvittää teknologian mahdollisuuksia kasvihuonekaasupäästöjen syvien päästövähennysten toteuttamiseen. Vertailutietona on tuulivoiman toteutunut tuotanto vuonna 2010. Tuulivoiman tavoitetaso tulevaisuudessa on esitetty näissä lähteissä joko tuulivoiman kapasiteettina megawatteina (MW) tai tuotettuna sähköinä (TWh). Oheiseen kuvaan 6 valitsin TWh-tarkastelun, sillä eri aineistot olivat niin helpommin vertailtavissa. Vaihtoehtoisia skenaarioita erottavat suluissa olevat kirjaimet tai maximi ja minimi -arvot. Vuonna 2010 tuulivoimaa syötettiin verkkoon noin 0,3 TWh (Stenberg & Holttinen 2010). Suomen kokonaissähkönkulutus vuonna 2010 oli 84,4 TWh (Energian...2012). Hallituksen ilmasto- ja energiastrategiassa vuoden 2020 tuulivoiman tuotantotavoite on 6 terawattituntia. Ilmasto- ja energiastrategian tavoitteen toteutuminen tarkoittaisi YLE:n julkaiseman uutisen mukaan (Suomen tuulivoima...2008) noin tuhatta tuulivoimalaa vuoteen 2020 mennessä. Rakennettujen voimaloiden määrä tulevaisuudessa on tosin kytköksissä yksittäisestä voimalasta tulevaisuudessa saatavaan sähköntuottoon. Yritysten halukkuus investoida, valtion tukipolitiikka ja lupakäytännöt vaikuttavat siihen, miten luvut toteutuvat. Tällaisia arvioita on pidettävä lähinnä suuntaa antavina. Tuulivoiman tavoitetaso vuonna 2050 on 19–23 terawattituntia. Tämä tarkoittaisi tuulivoimalla tuotetun sähköön osuuden kasvua nykyisestä prosenttien murto-osasta 15–33 prosenttiin vuonna 2050 (Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko..2009: 156–157).

Tuulivoimalla tuotetun sähkön määrä



Kuva 6. Tuulivoimalla tuotettu sähkö 2010 ja tulevaisuudessa eri strategioiden mukaan (Lehtilä ym. 2008, Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko 2009, Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia 2008, Stenberg & Holttinen 2010)

Vaikuttaa siltä, että tuulivoiman rakentaminen on lähdössä kasvuun Suomessa jo lähivuosina. Tuulivoimayhdistys arvioi 2010 että jo 2012 Suomessa olisi 200–600 MW uutta tuulivoimakapasiteettia (Ennätysmäärä...2010). Näyttää siltä, että nämä luvut eivät tule toteutumaan, vaikka vuonna 2012 tuulivoiman rakentaminen onkin lisääntynyt vuodesta 2011. Tuulivoimayhdistyksen mukaan syynä odotettua hitaampaan kasvuun ovat eri hallinnonalojen samaan aikaan tapahtuneet kiristykset tuulivoimaohjeistuksissa ja tukijärjestelmän käyttöönoton viivästyminen (Tuulivoimasähkön tuotanto... 2012). Tuulivoimarakentaminen on ollut odotettua hitaampaa ja siksi selvitysmies Tarasti laati selvityksen tuulivoimarakentamisen esteistä (Lauri Tarasti etsimään... 2011). Tarasti kiinnitti raportissaan huomiota muun muassa siihen, että lentoesterajoitteet ja puolustusvoimien tutkat estävät tuulivoimarakentamisen verrattain laajoilla alueilla Suomessa. Hän myös esitti hallinnollisia ja lainsäädännöllisiä muutoksia sekä korosti

keinoja parantaa tuulivoiman hyväksyttävyyttä esimerkiksi laajennettuja maanvuokrasopimuksia laatimalla, jolloin tuulivoimapuiston läheltä maata omistavat hyötyisivät taloudellisesti hankkeista (Tuulivoimaa edistämään... 2012).

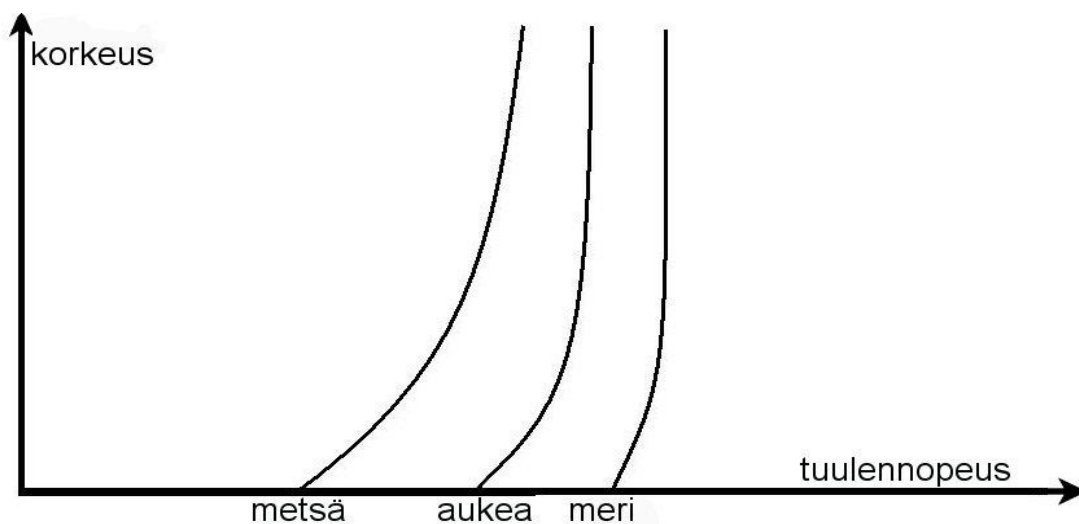
Tuulivoimaa oli Suomessa tuulivoimayhdistyksen pitämien tilastojen mukaan suunnitteilla lokakuussa 2012 yhteensä 8911 MW, josta merituulivoimaa oli 2980 MW. Nämä suunnitelmat jakautuvat 205 maalle suunniteltuun ja 16 *offshore* eli merituulivoimahankkeeseen (Tuulivoimahankkeet...2012). Näistä luvuista laskemalla, maalle suunnitellut hankkeet ovat keskimäärin 28,9 MW ja rannikon ulkopuolelle suunnitellut tuulivoimahankkeet ovat keskimäärin 186,3 MW. Merelle on käytännössä helpompi rakentaa laajoja puistoja, sillä tilaa on enemmän käytettävissä. Suurimmat suunnitellut *offshore*-hankkeet ylittävät yksinään Suomen nykyisen yhteenlasketun tuulivoimakapasiteetin ja myös maalle suunniteltujen hankkeiden joukossa on tähän asti rakennettuja selvästi laajempia tuulipuistoja (Tuulivoimahankkeet...2012).

Tuulivoimahankkeiden potentiaali on nykyiseen yli 200 MW verrattuna suuri ja näiden lukujen perusteella näyttää, että edellytykset tuulivoiman voimakkaaseen kasvuun ovat olemassa. Tuulivoimarakentamisen kasvua tukevat sekä nämä laajat hankesuunnitelmat, viime vuosina valmistuneet maakuntien tuulivoimaselvitykset, joissa tunnistettiin paljon uusia tuulivoimalle soveltuvia alueita että pitkän aikavälin poliittiset tavoitteet. On kuitenkin vaikea arvioida, miten pitkän aikavälin tavoitteet tulevat toteutumaan, sillä toimintaympäristö muuttuu nopeasti.

2. Kirjallisuuskatsaus

2.1. Tuulivoiman sijainti tieteellisissä julkaisuissa

Teollisuuden sijainti on vakiintunut maantieteen tutkimusalue (Dicken & Lloyd 1990). Usein sijaintiperusteet liittyvät saataviin tuottoihin suhteessa käytettyihin resursseihin. Tuulivoimateollisuus on oma teollisuuden alansa ja tuulivoimaloiden sijaintitekijät ovat erilaisia verrattuna siihen, miten muut teollisuudenalat sijoittavat toimintonsa. Tärkein tutkittu tekijä on tuuliolosuhteet rakennuspaikalla.



Kuva 7. Havainnekuva maankäytön, korkeuden ja tuulennopeuden suhteesta (Wizelius 2008).

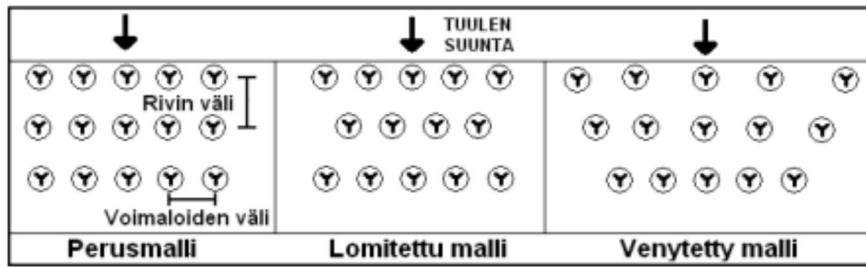
Kuvan 7 mukaisesti tuuli on voimakkainta merialueilla, seuraavaksi suurin nopeus on tasangolla ja vasta sitten metsäalueella. Tuulennopeus lisääntyy korkeuden kasvaessa. Tähän vaikuttaa muun muassa maanpinnasta aiheutuva kitka. Korkeuden kasvaessa maanpinnan maankäytön vaikutus tuulen nopeuteen vähenee. Niinpä metsäalueelle on mahdollista sijoittaa tuulivoimala, mutta se on syytä sijoittaa korkealle maanpinnasta (Wizelius 2008: 59, 80). Alueiden tuulennopeuksista saa tietoa mittaamalla esimerkiksi

säähavaintoasemilla, järjestämällä erilisiä mittauksia ja matemaattisten mallinnusten avulla.

Tuuliolojen vaihtelua on tutkittu eri aluetasoilla, kuten maanosan tasolla esimerkiksi EU:ssa, maatasolla esimerkiksi Unkarissa tai aluetasolla kuten maakunnassa tai saarella Kreikassa. (Kiss & Jánosi 2008, Palaiologue ym. 2011, Radics & Bartholy 2008).

Tuuliolot vaihtelevat kaikilla aluetasoilla. Paikalliset esteet vaikuttavat tuulen nopeuteen ja pyörteisyyteen. Esimerkiksi metsäiset saaret vaikuttavat selvästi tuulioloihin verrattuna pelkkään avomereen samoin kuin siirtyminen avomereltä sisämaahan. Korkea suhteellinen korkeus nostaa tuulivoimakkuutta. Tämä ilmiö näkyy esimerkiksi Lapin tuntureilla (Tuuliolot rannikolla 2011).

Tuulivoimalat voivat itsessään aiheuttaa esteen tuulelle. Esimerkiksi merialueelle rakennettavat tuulipuistot muodostetaan, niin että yksittäiset voimalat ovat mahdollisimman lähellä toisiaan, jolloin kaapeloinnin määrä on vähäinen. Samalla voimalat täytyy sijoittaa riittävän etäälle toisistaan, jolloin ne saavat eniten tuulienergiaa käyttöön eivätkä varjosta toisiaan (Niskanen 2009). Tuulen suunnalla on tuulenopeuden lisäksi merkitystä sijoitteluun. Erilaisia sijoittelumahdollisuuksia, jotka vaikuttavat siihen, miten paljon tuulivoimalat varjostavat toisiaan, esitetään kuvassa 8.



Kuva 8. Tuulivoimaloiden sijoittaminen tuulipuiston sisällä (Niskanen 2009).

Tuulivoiman optimaalista sijaintia on tutkittu myös sähköverkon ja tuotannonvaihtelujen näkökulmasta. Tuulivoiman sijoittaminen laajalle alueelle vähentää yhteen lasketun sähköntuotannon tehovaihteluja. Tuulennopeuden keskihajonta väheni, kun tuulivoiman sijoittamista mallinnettiin yhtäaikaaisesti useilla alueilla maan eri puolilla yhden alueen sijaan (Drake & Huebacek 2007). Mallinnus perustui todellisiin tuulennopeusmittauksiin eri alueilla. Tuulennopeuden kokonaisvaihtelu vähenee siis laajoja alueita yhtä aikaa tarkastellessa. Rocues ym. (2010) tuovat esiin kaksi vaihtoehtoista sijoitteluperiaatetta: tuulivoiman tiiviin sijoittamisen tai sijoittamisen laajalle alueelle. Sijoittaminen laajalle alueelle johtaa tehovaihtelujen vähenemiseen. Tiivis sijoittaminen niille alueille, joilla tuulee eniten, mahdollistaa suurimman sähköntuotannon, mutta tuotannon vaihtelu on suurempaa. Maiden ja alueiden väliset sähkönsiirtoyhteydet mahdollistavat sähkön siirron hyvän tuulennopeuden alueilta, niille alueille joilla tuulee hetkellisesti vähemmän (Roquez ym. 2010). Maiden väliset siirtoyhteydet tasaavatkin tuulivoiman sähköntuotannon vaihteluita, kun tarkastellaan laajoja alueita ja näin tukevat hajautusta.

Eri maiden politiikka ja kaavoitus ohjaavat vahvasti tuulivoiman rakentamista. Tanska ja Norja eroavat Ruotsista siten, että Tanskassa ja Norjassa kansallisen tason tuulivoimataavoitteet ohjaavat vahvemmin paikallistasoa. Ruotsissa taas tuulivoiman kaavoittaminen ja rakentaminen riippuu usein kunnan viranomaisen halukkuudesta kaavoittaa tuulivoimaa (Pettersson ym. 2010). Suomen tilanteessa on samankaltaisuutta

Ruotsin kanssa. Tuulivoimatoimijoiden käsityksistä erilaisiin ohjauskeinoihin on tutkittu Vilja Varhon väitöskirjassa ja Tanja Lämminmäen aluetieteen Pro Gradussa (Varho 2007, Lämminmäki 2010).

Paikkatieto on sijaintiin sidottua tietoa. Se on käyttökelpoinen työkalu tuulivoiman sijaintianalyseissa ja sitä sovelletaan lukuisissa tämän työn lähteenä olevissa tutkimuksissa. Paikkatiedon avulla voi tarkastella yhtä aikaa erilaisia sijaintiin liittyviä tekijöitä, kuten tuulisuuden vaihtelua, luonnonsuojelualueiden sijaintia ja arvokkaita kulttuuriympäristöjä. ”Voiton tekeminen on tärkeä ennakkoehto menestykselle yksityisellä sektorilla, mutta se ei ole riittävä pitkän aikavälin menestystä ajatellen. Paikkatiedon käyttö voi helpottaa eri vaihtoehtojen arviointia ja minimoida riskejä...” (Longley ym. 2001: xiii). Tämä väittäjä pätee myös tuulivoiman sijainnin tarkasteluun paikkatiedon avulla. Suomessa on paljon aineistoja, joiden avulla tuulivoiman potentiaalisia sijaintipaikkoja voi tutkia paikkatieto-ohjelmassa. Tuulivoimaselvityksessä käytettyjä aineistoja on listattu esimerkiksi Kymenlaakson tuulivoimaselvityksessä (Kymenlaakson... 2010: 9).

Neljäs näkökulma tuulivoiman sijoittamiseen onkin useiden tekijöiden yhtäaikainen tarkastelu, jossa voidaan käyttää apuna paikkatieto-ohjelmaa. Näitä tekijöitä on kymmeniä, mutta niiden voi ajatella vastaavan parhaiten sitä todellisuutta, jossa tuulivoiman sijaintipäätöksiä tehdään. Tämä näkökulma on myös parhaiten vertailukelpoinen Suomeen ja maakuntien tuulivoimaselvityksiin. Maailmalla tunnistettujen sijaintitekijöiden erittely mahdollistaa yleiskuvan saamisen ja vertailun Suomeen.. Tässä kappaleessa tarkastelukohteena ovat ulkomaisen kirjallisuuden sijaintitekijät ja myöhemmin kaavoituskappaleen jälkeen Suomen maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksiä vertaillaan ulkomaisiin lähteisiin.

Alla olevaan taulukkoon sisältyy tuulivoiman sijaintitutkimuksia, jotka sijoittuvat eri maihin. Niiden raja-arvot ja valitut sijaintitekijät ovat parhaiten vertailukelpoisia taulukossa esitettynä. Samantyyppisiä meta-analyyseja/yhteenvetotaulukkoja ovat tehneet myös muun muassa Aydin ym. (2010) ja van Haaren & Fthenakis (2011). Taulukossa on päällekkäisyyttä edellä mainittujen tutkimusten kanssa. Tutkimusta tehdessä kävi ilmi, että eri tekijät ovat valinneet lähdetutkimuksista eri muuttujia yhteenvetotaulukoihin, joten on suositeltavaa tarkastella myös alkuperäisiä lähteitä eikä luottaa liiaksi yksittäisiin meta-tutkimuksiin. Tässä yhteenvedossa ulkomaisista tutkimuksista on pyritty pitämään mahdollisimman paljon muuttujia mukana alkuperäisistä tutkimuksista. Mahdollisia vertailututkimuksia olisivat olleet myös Grassi ym. (2012), Janke (2010) ja Al Aahyai ym. (2012), mutta ne eivät sisälly taulukkoon erilaisen metodologian takia. Näissäkin tutkimuksissa on kuitenkin yhteneväisyyksiä taulukossa oleviin tutkimuksiin. Niiden sijaintitekijöitä ovat muun muassa tuulisuus, etäisyys tieverkkoon, jyrkkyys ja etäisyys asutukseen sekä luonnonsuojelualueisiin. Selvityksissä on myös paikallisiin piirteisiin liittyviä tekijöitä, esimerkiksi intiaanireservaatit ja dyynit. Dyyneiltä nouseva hiekka voi haitata voimaloita. Nämä tuskin kuitenkaan ovat Suomeen vertailukelpoisia tekijöitä, vaan tekijät eroavat joskus maittain. Suomessa jäälot ovat yksi paikallinen tuulivoimaan liittyvä tekijä, sillä jää vaikuttaa tuulivoimalan osien kulumiseen ja tuulivoimalan sähköntuottoon. Jääoloja on selvitetty Ilmatieteenlaitoksen jäätämisatlas-hankkeessa, jonka tuloksia voi tarkastella karttakäyttöliittymässä (Uusi jäätämisatlas... 2012).

Taulukko 1. Käytettyjä sijaintitekijöitä tuulivoimaa käsittelevissä tutkimuksissa.

	Baban & Parry (2011)	Ouammi ym. (2012)	Hansen (2005)	Tegou ym. (2010)	Voivontas ym. (1998)
Tarkastelukohde	Iso-Britannia	0,5–1MW voimalat	Tanska, Jyllanti	Kreikka,Lesvos	Kreikka, Kreetta
Jyrkkyys (enint.)	10 astetta	10 astetta		30 astetta	60 astetta
Tuuliolot (väh.)	5 m/s		250-400W/m ²	4 m/s	6 m/s
Suurista asutuskeskittymistä (väh.)	2 km	1km (kaupunkialueista)			1 km
Yksittäisistä asunnoista (väh.)	500m		500–1000 m	500,1000,1500 m	
Teistä (väh.)	10 km	1,5 km	150–300 m	10 km	
Sähköverkoista (enint.)	10 km	1 km	150–300 m		
Metsästä (väh.)	500 m		300–500 m		
Historiallisista/arkeologisista paikoista (väh.)	1 km			500 m	2 km
Vesistöistä (väh.)	400 m				
Luontoalueista, suojelualueista (väh.)	1 km		x	x	x
Lentokentistä (väh.)		2,5 km	5,0–7,5 km	x	2,5 km
Muuttoreiteistä (väh.)		1,5 km			
Järvistä ja joista			100–500 m		
Rannikoista			100–3000m		
Kirkoista, luostareista			300–500 m	500 m	
Maakaasulinjoista			300–500 m		
Radiomastoista			1–1,5 km		
Kosteikoista				x	
Korkean tuottavuuden alueista	x			x	

Eri tutkimuksissa (taulukko 1) on hieman eroa yksittäisten tekijöiden kohdalla, mutta toistuvat sijaintitekijät ovat kiinnostavimpia ja niiden voi ajatella pätevän useampaan kuin yhteen maahan. Luokittelen taulukosta poimittuja eri tutkimuksissa toistuvia sijaintitekijöitä oheen, jakaen ne teknistaloudellisiin sijaintitekijöihin, ihmistoimintaan liittyviin sijaintitekijöihin ja luontoympäristöön liittyviin tekijöihin.

Teknistaloudelliset sijaintitekijät:

-tuulennopeus

-rinteen jyrkkyys

-teiden läheisyys

-sähköverkon läheisyys.

Ihmistoimintaan liittyvät sijaintitekijät:

- Asunnot ja asutuskeskittymät
- Historialliset ja arkeologiset paikat
- Kirkot ja luostarit
- Lentokentät
- Korkean tuottavuuden alueet

Luontoympäristöön liittyvät sijaintitekijät:

- Korkean suojeluarvon alueet & luonnonsuojelualueet
- Metsät

Teknistaloudelliset tekijät ovat yleensä vetotekijöitä, jolloin etäisyys tällaiseen alueeseen on mahdollisimman pieni. Näiden tekijöiden huomiointi minimoi kustannuksia ja lisää taloudellista tuottoa. Ihmistoimintaan tai luontoympäristöön liittyvät tekijät taas ovat tyypillisesti työntötekijöitä. Tuulivoima on järkevää sijoittaa etäälle tällaisista herkistä kohteista. Metsäalueelle rakentamisen välttämisen, voi ajatella olevan kytköksissä sekä aukean alueen korkeampaan tuulennopeuteen verrattuna metsään että suojeluarvoihin ja edullisempaan rakentamiseen. Jyrkkyyden huomiointi liittyy etenkin vaikeaan saavutettavuuteen ja rakentamiseen, mutta rikkonainen maasto voi myös lisätä turbulenssia (Al-Yahyai 2012).

Tutkimuksen tekijä asettaa tarkasteltaville muuttujille usein paikkatietoanalyysissä minimi tai maksimi raja-arvon. Raja-arvo on usein metrimääräinen etäisyysarvo kohteesta tai alueesta, mutta se voi olla myös muussa muodossa kuten metriä sekunnissa tai asteina

yrkkyyden tapauksessa. Yhteiskunnallisilla tekijöillä on usein minimiarvo ja teknistaloudellisilla tekijöillä maksimiarvo. Ihmistoimintaan ja luontoympäristöön liittyvillä tekijöillä, suurimmat raja-arvot olivat lentokentillä (2,5 km–7,5 km) sekä asutuskeskittymillä (1km–2km) ja historiallisilla ja arkeologisilla paikoilla (500 m–2 km). Lintuvaikutukset eivät korostu tutkimuksissa, mutta yhdessä oli mainittu 1,5 km etäisyys muuttoreitteihin. Minimietäisyys yksittäisiin asuntoihin vaihteli enimmäkseen 500 m ja 1000 metrin välillä.

Teknistaloudelliset tekijät olivat melko yhtenäisiä: niitä olivat tuuliolot, teiden läheisyys, sähköverkon läheisyys ja yrkkyyden. Raja-arvoissa oli sen sijaan paljon hajontaa. Esimerkiksi sähköverkon ja teiden osalta maksimiarvo oli joissain tutkimuksissa noin 10 km, mutta toisessa tutkimuksessa vain satoja metrejä. Samoin yrkkyyden arvot vaihtelivat 10 ja 60 asteen välillä. Yleisin arvo oli 10 astetta. Tuulisuuden arvoissa oli hajontaa, mikä osittain selittyy maittain vaihtelevalla tukipolitiikalla sekä tarkasteltavien voimaloiden eroilla. Tutkimuksissa käytettyjä tuulisuuden nopeusarvoja ei kannatakaan sellaisenaan verrata Suomeen. Tuulisuusarvojen vertailussa pitää huomioida paikalliset taloudelliset olosuhteet sekä hankkeen tyyppi ja valita muuttajat sen mukaan.

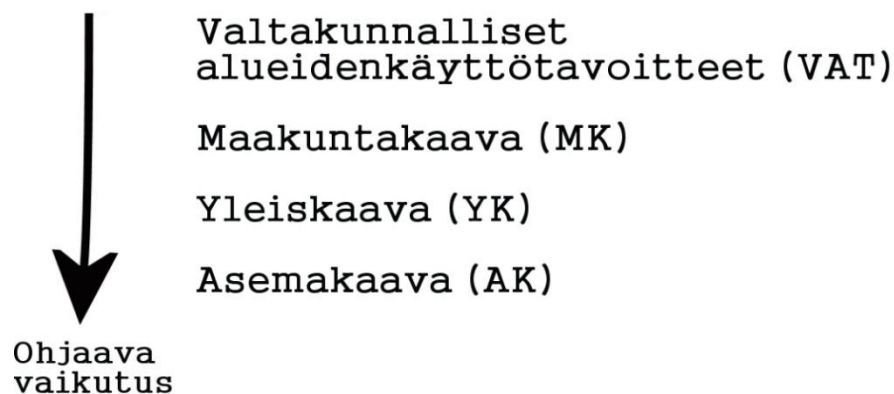
Tuulivoiman sijoittumiseen vaikuttaa maittain vaihteleva lainsäädäntö. Tuulivoiman saamat tuet laajentavat potentiaalisia rakentamisalueita, kun on mahdollista rakentaa heikomman tuulennopeuden alueelle. Lainsäädäntö voi asettaa vaatimuksia tietyille rajaetäisyyden käytölle esimerkiksi lentokentistä tai teistä, mutta usein rajaetäisyydet ovat jossain määrin harkinnanvaraisia.

3. Tuulivoimalat ja kaavoitus Suomessa

3.1. Tuulivoima kaavajärjestelmässä

Tuulivoimalan sijaintia ohjataan Suomessa kaavoitusjärjestelmällä (kuva 10).

Valtioneuvosto päättää valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista. Ne ovat koko maata koskevia alueidenkäyttöperiaatteita, jotka viranomaisten tulee ottaa huomioon ja jotka ohjaavat maakuntakaavojen laadintaa. Tuulivoimaan liittyvät maininnat valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa täytyy siis huomioida tehtäessä tuulivoiman maakuntakaavoitusta (Maankäyttö ja rakennuslaki 2012).



Kuva 10. Alueidenkäytön suunnittelujärjestelmä (Maankäyttö ja rakennuslaki 2012)

Aiemmin valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa maakuntien oli osoitettava tuulivoiman sijoittamiseen sopivat alueet rannikko- ja tunturialueilla

(Valtakunnallisten...2012). Maakuntien tuulivoimakaavoitus suuntautui siis vain rannikko- ja tunturialueille. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden nykyversion mukaan tuulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetysti useamman voimalan yksiköihin. Tämän lisäksi todetaan, että maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet (Valtioneuvoston...2008). Aluemääritys

tuulivoiman sijoittamiseksi tuntureille tai rannikoille on poistettu. Viime vuosina maakuntien liittojen harkintavalta tuulivoiman kaavoittamiseen maakunnan alueelle on siksi laajentunut. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden muutoksen myötä on tullut tarve tuulivoimakaavoittamiseen laajoilla alueilla Suomessa ja myös sisämaassa. Alueidenkäyttötavoitteissa on myös mainittu, että alueidenkäytössä tulee varmistaa, että valtakunnallisesti merkittävien kulttuuriympäristöjen ja luonnonympäristöjen arvot säilyvät. Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa korostetaan myös, että maanpuolustuksen ja rajavalvonnan tarpeet pitää huomioida (Valtioneuvoston...2008). Esimerkiksi valtakunnallisesti arvokkaat kulttuurihistorialliset ympäristöt ja valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet sekä puolustusvoimien tutkavaikutukset pitääkin huomioida kaavoituksessa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden nojalla.

Suomessa kunnilla on kaavoitusmonopoli. Tämän takia maakuntakaavan lisäksi tai vaihtoehtona tarvitaan joko yleiskaava tai asemakaava, joka mahdollistaa tuulivoimarakentamisen ja tästä päättää kunnanvaltuusto. Tuulivoimayleiskaava tulee kysymykseen esimerkiksi kunnan syrjäalueilla, joilla ei ole voimassa olevaa asemakaavaa, ja silloin kun tuulipuistolla ei kokonsa puolesta ole seudullista merkitystä.

Tuulivoimayleiskaavan valmistelu voi alkaa yksityisen toimijan tai maanomistajan aloitteesta, mutta kunnalla on oikeus periä kaavan laatimiskustannukset. Asemakaava on tarpeen, jos tuulivoimaa suunnitellaan tiheästi rakennetuille alueille. Maakuntakaavaa edellytetään, jos hanke on niin suuri, että sillä on seudullista merkitystä eli voimaloita on ”alueiden olosuhteiden erilaisuus huomioon ottaen” vähintään 8–10

(Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012: 15). Maakunnan liitto voi kuitenkin halutessaan poiketa tästä suunnitteluohjearvosta.

Kaavamääräyksellä voi vaikuttaa kaavoitettavan alueen tuulivoimaloiden korkeuteen tai

määrään. Kaavassa osoitetaan myös sähköverkkoon liittyminen ja voidaan antaa rajoituksia luontoarvoihin, maisemaan tai kulttuuriarvoihin liittyen, jotka tulee ottaa huomioon tarkemmassa suunnittelussa. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012). Tilanteessa, jossa tuulivoimarakentamista on säädelty useilla kaavatasoilla, tarkin kaavataso otetaan huomioon ja se syrjäyttää vähemmän tarkat. Esimerkiksi kunnan vahvistettua asemakaavan, jossa varataan alueita tuulivoimalle (ja otettua huomioon muut kaavat sen valmistelussa), asemakaavasta tulee tuulivoimarakentamista säätelevä kaava ja muut kaavat menettävät merkityksensä rakentajan näkökulmasta alueella (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012).

3.2. Poikkeamiset kaavoituksesta ja tuulivoimalan vaatimat luvat

Tuulivoimalan vaatima rakennuslupa ei aina perustu valmiiseen kaavaan tai maanomistajan tai yrityksen aloitteesta laadittuun kaavaan. Rakentaminen voikin perustua myös poikkeamispäätökseen ranta-alueella tai suunnittelutarveratkaisuun. Alueella, joka on yleispiirteisessä kaavassa tuulivoima-alue, voi suunnittelutarveratkaisulla toteuttaa korkeintaan 5–6 voimalaa ja alueella, jota ei ole osoitettu kaavalla enintään 3–4 voimalaa. Kunta voi tosin päättää toisinkin. Suunnittelutaratkaisun käyttö edellyttää, että se on mahdollinen lainsäädännön näkökulmasta. Suunnittelutarveratkaisun lainsäädännöllisinä edellytyksinä ovat, että tuulivoimarakentaminen ei saa johtaa vaikutuksiltaan merkittävään rakentamiseen, ei aiheuttaa haittaa kaavoitukselle, eikä aiheuttaa haitallista aluekehitystä. Rakentamisen pitää myös olla sopivaa maisemalliselta kannalta ja olla haittaamatta luonto- ja kulttuuriarvojen säilymistä. (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012: 26–27, Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012). Poikkeamispäätös tai suunnittelutarveratkaisu on vaihtoehto lähinnä pienimuotoisessa tuulivoimarakentamisessa ja silloin, kun alueella ei ole useiden alueidenkäyttötarpeiden yhteensovittamisen tarvetta.

Pientuulivoiman rakentamiskäytännöt ovat täysin riippuvaisia kunnan toimintamalleista. Usein asemakaava-alueella pieni tuulivoimala tarvitsee toimenpideluvan ja ajoittain haja-asutusalueella voi rakentamiseen riittää pelkkä ilmoitus. Toimenpideluvan vaatima lupaharkinta on kevyempi kuin rakennusluvalla eikä kaavoitusta tarvita. Toimenpideluvan tarve määrittyy yleensä kunnan rakennusjärjestyksessä ja se vaihtelee kunnittain. YLE:n Kunnilla on kirjavat lupakäytännöt (2011) -uutisen mukaan, joissain kunnissa rakennuslupa tarvitaan 50 metriseltä, toisessa kunnassa 40 metriseltä ja kolmannessa 30 metriseltä tuulivoimalalta. Kunnilla onkin harkintavaltaa erityisesti pientuulivoiman kohdalla siinä, miten tiukasti sen rakentamista säädelään. Tässä työssä käsitellyt suuren mittaluokan voimat vaativat kuitenkin käytännössä aina rakennusluvun ja pääsääntöisesti voimassa olevan kaavan, joka mahdollistaa tuulivoimarakentamisen. Kaavoituksessakin on kuntien välillä kuitenkin eroja siinä, miten aktiivisesti ne kaavoittavat tuulivoimaa ja houkuttelevat näin yrityksiä investoimaan. Kunta voi myös kieltäytyä kaavoittamasta alueita ja näin käytännössä estää tuulivoimarakentamisen.

Lähelle asutusta rakennettaessa voidaan edellyttää ympäristölupaa. Se tarvitaan, jos tuulivoimalasta voi aiheutua naapuruussuhdelaissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta naapureille. Käytännössä tämä tarkoittanee häiritsevää lapojen varjojen välkettä tai melua. Ympäristöluvan voi joutua myös hakemaan jälkikäteen. Vesilain mukainen lupa tarvitaan, jos tuulivoimala sijoittuu vesistöön tai jos sillä voi olla vaikutuksia vesistöön. Isot tuulivoimat tarvitsevat käytännössä aina lentoesteluvan. Finavialta pyydetään lausunto vaikutuksista lentoliikenteeseen ja varsinaista lentoestelupaa haetaan Trafilta. (Milloin tarvitaan...2012, Haettavat luvat 2012). Eri lupien ja kaavojen välillä on eroja siinä, mitkä viranomaiset myöntävät ne, mitkä ovat myöntämisedellytykset ja keillä on valitusoikeus niistä. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2012) -ohjeistuksen liitteessä on tehty hyvä yhteenveto näistä seikoista.

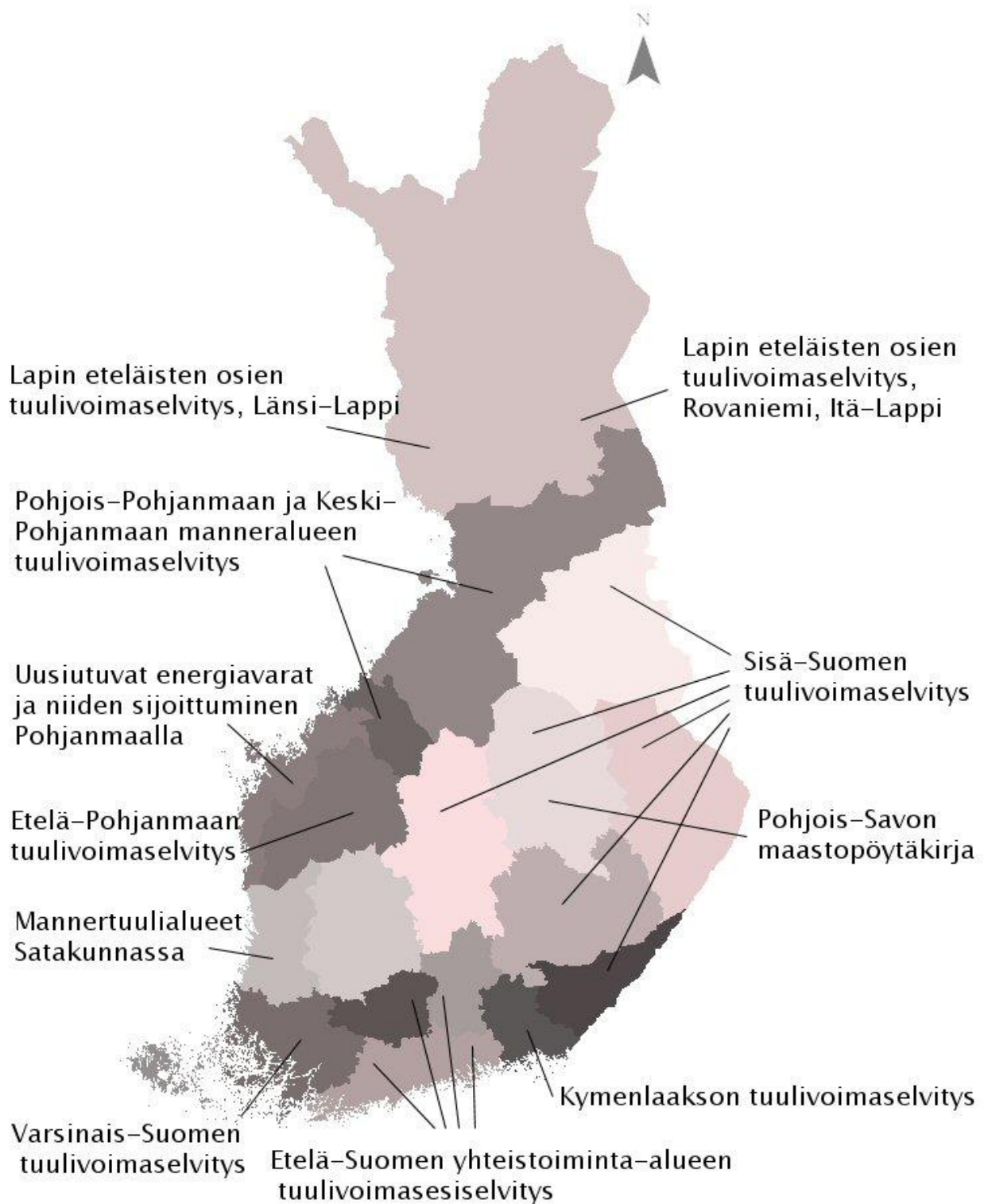
Ympäristövaikutusten arviointia edellytetään hankkeilta, joilla on merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia tai jotka ovat yli 10 tuulivoimalan tai 30 MW hankkeita (Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten...2012). Suuret hankkeet edellyttävät siis automaattisesti ympäristövaikutusten arviointia. Jos alueella on ennestään tuulivoimaloita ja niiden yhteismäärä ylittää rakentamisen jälkeen 10, tarvitaan yleensä myös ympäristövaikutusten arviointi. Natura-alueen lähellä pitää yleensä selvittää hankkeen vaikutukset Natura-alueeseen. Ne voidaan selvittää myös selvittää osana laajempaa ympäristövaikutusten arviointia. Kevyemmän ympäristöselvityksen teettäminen on suositeltavaa, vaikka varsinaista ympäristövaikutusten arviointiselvitystä ei tehtäisi, sillä eri sidosryhmät ja viranomaiset haluavat tietoa hankkeen vaikutuksista.

Yhteenvetona voi sanoa: Laajoissa hankkeissa, joilla voi olla merkittäviä ympäristövaikutuksia, tarvitaan ympäristövaikutusten arviointi ja lainsäädäntö ohjaa niiden toteutusta muutenkin tarkemmin. Maakuntakaavoituksen rooli korostuu hankkeissa, jotka ovat laajoja tai sijoittuvat useiden kuntien alueelle. Rakentajan vastuulle jää harkintavaltaa yksittäisten voimaloiden sijoittelussa kaavoitetun alueen sisällä, mutta voimaloiden sijainti voi myös tulla jo kaavasta. Kunnilla on viime kädessä päätäntävalta kaavoituksesta, joka ohjaa sijaintipäätöksiä tai ainakin vahvistaa tuulivoiman rakentajan esittämän sijainnin.

4. Maakuntien tuulivoimaselvitykset: aineisto & menetelmät

4.1. Tuulivoimaselvitykset aineistona

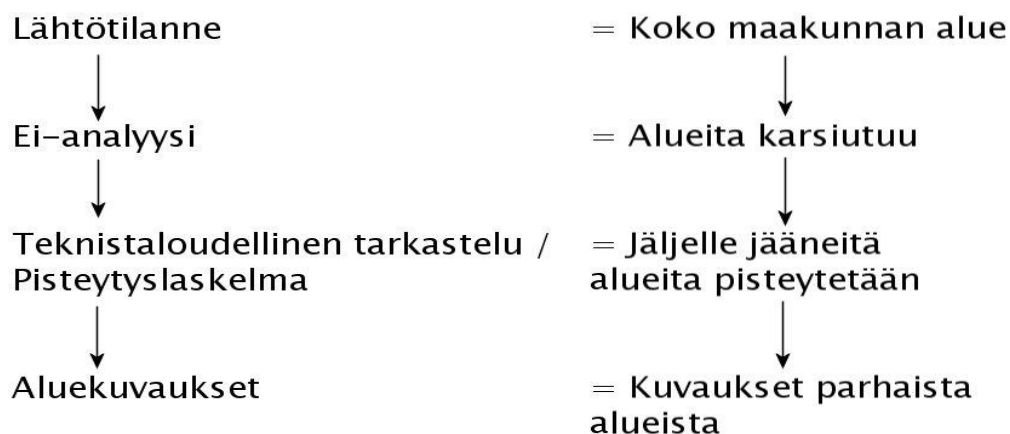
Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden muutoksen ja Ympäristöministeriön jakamien tukien myötä (Valtakunnallisten...2011, Valtioneuvoston...2008, Ympäristöministeriö myönsi...2011) on vuosina 2010–2012 useissa maakuntien liitoissa tehty tai teetetty tuulivoimaselvityksiä. Maakuntien liittojen vuosien 2010–8/2012 julkaisemat tuulivoimaselvitykset ovat tämän analyysin lähdeaineisto. Olen kerännyt yhteenvedon näissä lähteissä tarkastelluista alueista kuvaan 11. Selvitykset käsittävät lähes koko maan, osaa Lappia lukuun ottamatta. Pirkanmaan selvityksen pitäisi valmistua loppuvuodesta 2012 ja se on jätetty pois tarkastelusta. Lapin selvitys koostuu osaselvityksistä. Vertailussa muihin selvityksiin tarkastelussa on vain Lapin itäisten osien ja Rovaniemen selvitys, sillä Länsi-Lapin ja Itä-Lapin osaselvitykset ovat toteutustavaltaan hyvin samanlaisia ja niiden tarkempi vertailu olisi epätarkoituksenmukaista. Muuten vertailuihin sisältyvät kaikki kuvassa 11 olevat selvitykset. Maakunnissa on tehty tuulivoimaselvityksiä myös ennen vuotta 2010 esimerkiksi Perämeren merialueella ja Lapin tuntureilla ja vaaroilla (Tuulivoimatuotantoon parhaiten... 2005, Tuulivoimatuotannolle soveltuvat... 2003). Aiemmat selvitykset ovat maantieteellisesti maakunnan aluetta rajatumpia ja eroavat ajallisesti. Tuulivoimatekniikan ja lainsäädännön muuttumisen vuoksi niiden taustatiedot voivat olla osin vanhentuneita. Näistä syistä aiemmat selvitykset eivät sisälly vertailuun. Ne tuovat kuitenkin vertailutietona lisätietoa muihin kappaleisiin. Vertailevan analyysin aineistorajausta vuosien 2010–2012 maakuntien tuulivoimaselvityksiin tukee myös se, että tarjolla on vähän tutkittu, ajankohtainen ja laaja aineisto, jonka analysoinnille on keskustelujen perusteella tarvetta. Aineisto kertoo siitä, millä perusteilla maakunnat kaavoittavat laajamittaista tuulivoimarakentamista Suomessa.



Kuva 11. Maakuntien liittojen alueet, joille tuulivoimaselvitys on tehty (Etelä-Suomen... 2010, Kymenlaakson... 2010, Etelä-Pohjanmaan... 2012, Varsinais-Suomen... 2011, Mannertuulialueet Satakunnassa 2011, Uusiutuvat energiavarat... 2010, Pohjois-

Pohjanmaan ja... 2011, Sisä-Suomen... 2011, Maastopöytäkirja... 2011, Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys, Länsi-Lappi (2012), Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys Rovaniemi – Itä-Lappi (2012), Maanmittauslaitos Yleiskartta 1:1000000 (2012)
Maanmittauslaitoksen aineisto 7/2012 .

4.2. Tuulivoimaselvityksen eteneminen ja rakenne



Kuva 12. Tuulivoimaselvityksen perusmalli

Yllä oleva kuva 12 havainnollistaa tuulivoimaselvitysten yleisintä tekotapaa, josta on pieniä eroja selvitysten välillä. Lähtötilanteessa tarkastelussa on koko maakunnan alue, johon voi sisältyä myös hieman viereisen maakunnan aluetta, jotta raja-alueiden kaavoitus olisi tehokasta. Tarkastelualue voi myös olla maakunnan pinta-alaa hieman pienempi, jotta tuulivoima-alueet eivät vaikuta viereisen maakunnan tuulivoimakaavoitukseen. Selvitys voi myös kattaa useita maakuntia. Ensimmäisessä analyysivaiheessa, joka on nimeltään poissulkeva analyysi tai ei-analyysi, selvityksen tekijä poistaa maakunnan alueesta tuulivoimalle soveltumattomat alueet. Tämän jälkeen hän rajaa alueet, joilla tuulivoimarakentamiselle ei ole selviä esteitä. Pisteytysvaiheessa hän vertaa näitä

periaatteessa tuulivoimarakentamiseen soveltuvia alueita, ja arvottaa ne sen mukaan, miten järkevää tuulivoimarakentaminen niille on. Kannattavuuteen vaikuttaa tuulennopeus, mutta myös muut taloudelliset tekijät kuten sähköverkon ja tieverkon läheisyys. Tuotto- ja kustannuslaskelma antaa arvokasta lisätietoa tai pisteytyksen voi korvata sillä. Olennaista on se, että maakunnan koko alueesta on päästy pienempiin alueisiin, joita vertaillaan.

Ei-analyysin ja pisteytyksen jälkeen jäljelle jääneiden kohteiden tulisi olla tuulivoimalle vähintään kohtalaisesti soveltuvia. Tähän asti analyysi on kuitenkin ollut lähinnä kvantitatiivista, ja kohteiden ominaispiirteet eivät ole tulleet esiin. Viimeisessä vaiheessa tarkastelu siirtyy aluekohtaiseksi. Kiinnostavia seikkoja ovat sellaiset, jotka voivat haitata alueen soveltuvuutta tuulivoimarakentamiseen tai jotka tukevat juuri kyseisen alueen rakentamista. Usein nämä tekijät eivät selviäisi muista analyysivaiheista. Huomioon otettavia seikkoja voivat olla esimerkiksi alueen historiallisuus, maisemavaikutukset, merkitys turismille, suuri määrä loma-asuntoja alueen läheisyydessä tai alueen soveltuvuus rakentamiseen. Aluekuvaus on selvityksen työvaiheista luonteeltaan laadullisin ja se sisältää yleensä tekstimuotoisen luonnehdinnan alueesta. Tekstiin voidaan myös yhdistää taulukoita tai erilaisia juuri kyseiseen alueeseen liittyviä analyyseja.

Kuvan 12 perusmallista on kuitenkin myös poikkeuksia. Kaikissa selvityksissä ei ole pisteytystä, vaan vain poissulkeva analyysi ja aluekuvaukset. Joskus selvitykseen sisältyy erillinen ympäristövaikutusten tarkastelu. Ympäristövaikutusanalyyseissa huomioitavia muuttujia voivat olla esimerkiksi lintulajit x km etäisyydellä tai loma-asunnot x km etäisyydellä. Ympäristövaikutuksia vastaa tietty pistemäärä. Pisteet lasketaan yhteen ja pistesummien perusteella voidaan vertailla kohteita. Olennainen ero ei-analyysiin on se, ettei kohde karsiudu pois, vaan saa pisteitä, jolloin alueiden vertailuun on enemmän tietoa.

4.3. Menetelmät: Miten tuulivoima-aineistoja vertaillaan

Edellisen kappaleen tuulivoimaselvityksen perusmalli oli lähtökohtana, kun mietin, miten tuulivoimaselvityksiä kannattaa vertailla keskenään. Päädyin keräämään tietoa taulukoihin kahdesta keskeisestä ja helpoiten vertailtavasta analyysivaiheesta. Nämä tarkastellut työvaiheet ovat ei-analyysi eli poissulkeva analyysi ja pisteytyslaskelmat. Tällä tavalla taulukoihin keräämäni tieto on pohjana taulukoille ja tuloksille kappaleissa 5.1. ja 5.2.

Tuulivoimaselvitysten ei-analyyseissa selvityksen tekijä valitsee ei-alueet, joille tuulivoimaa ei haluta ja jotka paikkatieto-ohjelma leikkaa maakunnan alueesta pois. Usein näihin alueisiin on paikkatieto-ohjelmassa myös metrimääräinen rajaetäisyys, alueella olevien arvojen suojelemiseksi. Ei riitä, että ohjelma poistaa asutuksen, vaan tarvitaan lisäksi minimietäisyys asutuksesta, jottei tuulivoima häiritsisi asumista kohtuuttomasti. Sama periaate on usein esimerkiksi lintualueissa, jotka selvityksen tekijä poistaa potentiaalisten tuulivoimalan sijaintipaikkojen joukosta suojavyöhykkeettä käyttäen.

Olen vertaillut eri selvitysten ei-analyyseja ja kerännyt selvityksiin valitut muuttujat ja rajaetäisyydet taulukkoon. Tietojen keräämisessä on ollut kuitenkin myös haasteita ja kuvaan niitä seuraavassa, sillä ne vaikuttavat tulosten tulkintaan. Selvityksissä on voitu tehdä vaihtoehtoisia tarkasteluja esimerkiksi niin, että Natura-alueelle saa tai ei saa rakentaa. Usein tämä vaihtoehtotarkastelu ei ole tosiasiallisesti vaikuttanut tuloksiin ja olen jättänyt sen pois ei-analyysitaulukosta. Jos kriteeri on pääsääntöisesti olemassa, mutta siitä voidaan poiketa, käytän ”ehkä” -luonnehdintaa. Merkintä ”x” tarkoittaa, että selvityksessä ei mainita raja-arvoa, mutta muuttuja on kuitenkin luonteeltaan poissulkeva. Välillä erityisesti harjujen ja pohjavesialueiden kohdalla on vaikea sanoa, onko kyse poissulkevasta vai ”ehkä”-tekijästä. Tämä johtuu siitä, että selvityksessä on usein vain

huomioitu kohteet ja selostettu niiden sijainti suhteessa potentiaalisiin tuulivoima-alueisiin, jolloin lopullinen päätös kohteiden poissulkemisesta on jäänyt kaavoitusvaiheeseen. Jos muuttujia on ollut selvästi liian paljon esitettäväksi vertailutaulukossa, olen joutunut yleistämään aineistoa. Esimerkiksi Etelä-Suomen selvityksen maakuntakaavan eri aluevarauksia on yleistetty ja ne löytyvät kyseisen selvityksen liitteistä. Taulukoissa on huomautukset yleistyksistä. Niukka kieli aiheutti myös haasteita tiedon keruussa. Selvityksessä on voitu esimerkiksi todeta, että arvokkaat maisema-alueet on huomioitu. Ei ole kuitenkaan aina selvää, tarkoittaako selvityksen tekijä valtakunnallisesti arvokkaista maisema-alueita vai myös maakunnallisesti arvokkaita. Tällöin olen tulkinnut suppeamman eli vain valtakunnallisten maisema-alueiden mukaan. Voi siis olla, että maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ovat hieman paremmin selvityksissä edustettuna kuin taulukko esittää. Yksittäinen tekijä, joka jätti eniten kysymyksiä ilmaan on lentoliikennerajoitusten huomioiminen. Taulukossa lentoesterajoite kohdassa oleva x-merkintä kuvaa sitä, että selvityksessä on Finavian aineistoja käyttäen huomioitu lentoliikenne tapauskohtaisesti.

Olen kerännyt myös selvitysten pisteytyslaskelmista tiedot taulukkoon.

Pisteytyslaskelmien vertailu oli hieman yksinkertaisempaa kuin ei-analyysien, sillä muuttujia oli pienempi määrä ja niissä oli vähemmän poikkeuksia. Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksen tiedot eivät sisälly vertailuun, sillä siinä vertailu on tehty matemaattisen kaavan avulla, johon on sisällytetty teknistaloudelliset tekijät. Tällöin sitä olisi vaikea verrata taulukossa muiden selvitysten kanssa niin, että taulukko antaisi oikean kuvan muuttujien painotuksista. Etelä-Pohjanmaan selvitystä on kuitenkin luonnehdittu tuloksissa. Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksen ja Varsinais-Suomen tuulivoimaselvityksestä puuttuvat varsinaiset pisteytyskriteerit. Niissä on kuitenkin aluekuvauksiin yhdistelty hieman vastaavaa tietoa. Olen poiminut näiden selvitysten aluekuvauksista tiedot vertailuun muiden selvitysten pisteytyskriteerien kanssa.

Yleisemmällä tasolla aluekuvausten vapaamuotoisuus ja vaihtelevuus yhdistettynä tässä tapauksessa laajaan useita satoja sivuja käsittävään aineistoon tekee selvitysten vertailun pelkkien aluekuvausten perusteella erittäin vaikeaksi. Siksi aluekuvauksia vertaillaan vain niiltä osin kun selvityksessä ei ole tehty pisteytlaskelmaa. Aluekuvauksiin sisältyvistä erilaisista kohdeanalyyseistä (esimerkiksi näkyvyysanalyysi, kuvasovite) olen kuitenkin koostanut tietoa ympäristöministeriön yhteenvedon pohjalta.

Yksittäisestä selvityksestä tietoa halutessa, on erittäin suositeltavaa tutustua tarkemmin selvitykseen ja tarkastella myös sen aluekuvauksia. Taulukkomuotoinen vertailu selvitysten välillä on tarkoitettu vastaamaan kysymyksiin, mitkä ovat yleisimpiä valittuja muuttujia ja raja-arvoja. Vertailu kuvaa siis yleistasoisesti eri maakuntien liittojen muuttujia sekä kriteerejä, joilla alueita on karsittu pois ja alueita on pisteytetty sekä näiden vaihtelua selvitysten välillä. Tuloksia tulisi myös tulkita tästä näkökulmasta. Tulosten perusteella voi perustellusti esittää näkemyksiä siitä, mitkä ovat usein valittuja muuttujia ja miten raja-arvot vaihtelevat, mutta niiden perusteella ei pitäisi tehdä johtopäätöksiä yksittäisestä selvityksestä tutustumatta siihen tarkemmin.

Tuulivoiman sijoittamiseen vaikuttavien kriteerien taulukkotarkastelun lisäksi tarkastelen myös tahoja, jotka ovat osallistuneet tuulivoimaselvitysten tekoon. Tein tämän tiedonkeruun lähettämällä projektipäällikölle tai muulle hankkeessa keskeisessä asemassa olevalle henkilölle vapaamuotoisen viestin, jossa tiedustelin tahoja, jotka ovat osallistuneet tuulivoimaselvityksen tekemiseen. Tuulivoimaselvitykseen osallistumisen rajasin tarkoittamaan siihen liittyviin kokouksiin osallistumista tai lausunnon lähettämistä, ja lisäksi tiedustelin mahdollisten yleisötilaisuuksien päiviä. Lähetin näistä esimerkki excel-tiedoston tiedon esitystavan havainnollistamiseksi. Vastauksia tuli myös tilanteista, jotka

eivät vastanneet esittämäni jaottelua. Tästä syystä lisäsin kategorian ”muu”, joka tarkoittaa esimerkiksi yksilöityä kyselyä tietyille toimijalle tai haastattelua puhelimitse. Lisäsin myös kategorian ennakkokyselyvastaus, sillä halusin erotella tuulivoimaselvitykseen liittyvät lausunnot ja siihen liittyvään kyselyyn tehdyt ennakkokyselyvastaukset toisistaan. Kyselyn rajauksen kokouksiin osallistuneisiin ja lausunnon lähettäneisiin, ei kokouskutsuihin ja lausuntopyyntöihin, tein siksi, että karsisin pois ei-aktiiviset toimijat. Tavoite onkin kuvata vain sitä, mitkä tahot ovat todella osallistuneet tuulivoimaselvityksen laadintaprosessiin. Tiedot tuulivoimaselvityksiin osallistuneista tahoista ovat liitteenä olevissa taulukoissa ja niitä on käsitelty yleisellä tasolla kappaleessa 5.4.

5. Tulokset maakuntien tuulivoimaselvityksistä

5.1 Ei-analyysi

Olen kerännyt tuulivoimaselvitysten ei-analyyseista taulukon 2 ja tässä esitety tulokset perustuvat tähän taulukkoon.

Kaikissa tuulivoimaselvityksissä on tehty jonkinlainen ei-analyysi, jossa on karsittu alueita, joille tuulivoimaa ei haluta rakentaa. Joskus alueen poissulkemisen peruste on ollut taloudellinen tai käytännön kaavoittamiseen liittyvä. Selvityksessä on voitu esimerkiksi poistaa selvästi liian vähätuuliset alueet tai pinta-alaltaan liian pienet alueet. Usein raja-arvon sijaan on tehty tapauskohtainen harkinta siinä, mikä on riittävä rajaetäisyys alueeseen. Tapauskohtaisia etäisyyksiä ei ole yleensä mainittu tai perusteltu tekstissä ja ne epäilemättä vaihtelevat kohteiden välillä yksittäisessä selvityksessä.

Vakituinen ja loma-asutus sekä asutuskeskittymät ovat ainoita säännönmukaisesti selvityksissä raja-arvolla poissuljettuja tekijöitä. Muita hyvin yleisiä raja-arvolla poissuljettuja tekijöitä ovat luonnonsuojelualueet, valtakunnallisesti arvokkaat rakennetut ympäristöt ja valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet. Maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ja rakennetut ympäristöt on huomioitu hieman harvemmin. Natura-alueet on myös huomioitu, vaikkakin osassa selvityksiä ehdollisesti, niin että niille voi mahdollisesti rakentaa. Linnustovaikutukset on huomioitu usein käyttäen IBA ja FINIBA -aineistoja sekä yksittäisistä lajeista, kuten merikotkista olevaa tietoa. Lintualueisiin on tyypillisesti käytetty raja-arvoa, mutta välillä etäisyys on harkittu tapauskohtaisesti. Kaavoitetut alueet on huomioitu tapauskohtaisesti joitain poikkeuksia lukuun ottamatta.

Poissulkevana teknistaloudellisena kriteerinä on käytetty ajoittain tuulisuutta tai alueen kokoa. Pohjois-Savon maastopöytäkirjassa on käytetty myös tieverkkoa sekä etäisyyttä sähköverkkoon poissulkevana tekijöinä, jolloin liian kaukana näistä kohteista olevat alueet on poistettu tarkasteltavien alueiden joukosta. Useimmiten teknistaloudelliset tekijät kuitenkin huomioidaan pisteyttämällä. Lentoestealueet on huomioitu selvityksissä tapauskohtaisesti, mikä ei tässä tapauksessa tarkoita harkittavaa etäisyyttä maanpinnalla, vaan kohteittain tarkasteltua etäisyyttä ylöspäin lentoesterajapintaan. Lentoesterajoitteita on käsitelty kappaleessa 6.3.

Harvemmin mainittuja tekijöitä ovat virkistysalueet, muinaisjäännökset ja pohjavesialueet, joihin on käytetty ajoittain rajaetäisyyttä, mutta usein tarkasteltu kohteittain.

Harvinaisimpia kerran erikseen mainittuja tekijöitä ovat tapauskohtaisesti tarkastellut maailmanperintökohteet, Satakunnan selvityksessä 3 km rajaetäisyydellä poistetut hiljaiset alueet ja 2,5 km etäisyydellä Lapin selvityksissä poistetut matkailupalvelujen alueet.

Valituissa raja-arvoissa on selvää vaihtelua kaikkien selvitysten välillä. On myös eriäviä linjoja. Esimerkiksi Pohjois- ja Keski-Pohjanmaan selvityksessä on useimmin käytetty 1 km rajaetäisyyttä, kun taas Pohjanmaan selvityksessä useimmin 500 metrin rajaetäisyyttä. Etelä-Suomen esiselvityksessä ei ole käytetty rajaetäisyyksiä juuri ollenkaan, vaan on harkittu rakentamista herkillekin kohteille. Pohjois-Savon maastopöytäkirjassa on käytetty asutukseen ja luonnonsuojelualueisiin 500 metrin etäisyyttä, mutta tehty karsintaa teknistaloudellisilla tekijöillä 10 km rajaetäisyydellä. Jälkimmäisen voi ajatella vähentävän alueiden kokonaisuutta verrattuna selvityksiin, jossa ei ole tehty vastaavaa rajausta.

Pienialaiset kalliokohteet ja harjut on usein huomioitu tapauskohtaisesti, mutta

Pohjanmaan maakuntien selvityksissä on käytetty niihin raja-arvoja.

Taulukko 3 Rajaetäisyysarvot poissuljettuihin alueisiin.

Ei-alueanalyysin rajaetäisyysarvojen vertailu

	keskiarvo	yleisin arvo	vaihteluväli
Alueen pinta-ala	1,3 km ²	1 km ²	1 km ² - 2 km ²
Tuulennopeus [100m]	6,1 m/s	6 m/s	6 m/s - 6,3 m/s
Valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	875 m	1 km	500 m - 1km
Maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet	833 m	1 km	500 m – 1km
Valtakunnallisesti arvokkaat rak. ympäristöt	875 m	1 km	500 m - 1km
Luonnonsuojelualueet	540 m–600 m	500m	200 m - 1km
Natura-alueet	550 m	500 m	500 m - 1km
Taajamat ja kylät	925 m	1 km	500 m - 2,5 km
Loma-asutus	655 – 815 m	500 m	400 m - 2km
Vakituinen asutus	655 – 815 m	500 m	400 m - 2km
FINIBA	767 m	eri arvot	500 m - 1km
Merikotkan pesä	1,8 km	2 km	1 km - 2km
Uhanalaisten lintujen pesäreviirit	1,67 km	2 km	1 km - 2km
Virkistysalueet	400 m	eri arvot	0 m - 1 km
Virkistyskohteet	533 m	500 m	500 m – 600 m
Kallio- ja muut geologiset kohteet	133 m	100 m	100 m - 200 m
Harjut	133 m	100 m	100 m – 200 m

Huom. Jos muuttujalla ei ole annettu arvoa, se on poistettu vertailusta.

Sisältää vain muuttujat, joille on vähintään kolme vertailukelpoista numeroarvoa

Sisä-Suomen tuulivoimaselvityksen arvot (Paakkari 2012) mukaan.

Keräsin taulukkoon 3 rajaetäisyysarvojen keskiarvon, yleisimmän arvon (moodi) sekä vaihteluvälin. Jos maakunnan alueella on yhdelle muuttujalle käytetty kahta eri arvoa, on näistä ensin laskettu keskiarvo ja tätä keskiarvoa on käytetty maakunnan arvona selvitysten välisen keskiarvon laskemisessa. Tällä pyrin siihen, etteivät yksittäisen maakunnan arvot korostu liiaksi. Jos rajaetäisyys on ilmoitettu yksittäisessä selvityksessä liukuarvona, olen laskenut keskiarvon liukuarvona huomioiden liukuarvon mukaisen maksimi ja minimiarvon.

Tyypillinen tuulennopeuden minimiarvo selvityksissä on ollut 6 m/s ja alueen pinta-alan vähimmäiskriteeri vaihdellut pääsääntöisesti 1 ja 2 km²:n välillä. Kaikissa selvityksissä ei

tosin ole vähimmäiskriteeriä pinta-alalle. Valtakunnallisesti arvokkaisiin maisema-alueisiin ja valtakunnallisesti arvokkaisiin rakennettuihin ympäristöihin yleisin suojavyöhyke on ollut 1 km ja keskimäärin etäisyys on alle 900 metriä. Merikotkiin on usein ollut 2 km suojavyöhyke, ja Birdlifen Suomen tärkeisiin linnustoalueisiin eli FINIBA-alueisiin keskimäärin alle kilometrin rajatäisyys. Luonnonsuojelualueisiin ja Natura-alueisiin on ollut lyhyempi etäisyys kuin linnustoalueisiin. Luonnonsuojelualueisiin ja Natura-alueisiin on ollut keskimäärin alle 600 metrin rajaetäisyys eikä niiden välillä ole suurta eroa raja-arvoissa. Välillä Natura-alueisiin, joiden suojeluperuste on linnusto, on muita Natura-alueita pidempi etäisyysarvo. Ajoittain Natura-alue on myös katsottu mahdolliseksi rakentamisalueeksi, jos on ajateltu, etteivät sen luontoarvot todennäköisesti häiriintyisi rakentamisesta. Tyypillinen etäisyys kyliin on 1 km ja asutukseen 500 m. Asutuksen arvoissa on huomattavaa hajontaa, ja ajoittain on käytetty myös 1 km arvoa. Asutuksen keskiarvo osuu 500 metrin ja 1 km väliin, mikä myös kertoo suuresta hajonnasta. Valtioneuvoston asetuksen melutason ohjearvojen tiukemmat desibelirajat loma-asutusalueella voisivat tukea pidemmän etäisyyden käyttöä asutukseen loma-asutusalueilla. Loma-asutusalueiden ja vakituisen asutuksen välillä ei ole kuitenkaan eroa raja-arvoissa, vaan on käytetty samoja arvoja. Virkistysalueisiin (esim. ulkoilualueet) on hieman lyhyemmät keskimääräiset rajaetäisyydet kuin virkistyskohteisiin, joskin virkistysalueiden kohdalla on paljon hajontaa ja usein etäisyys on katsottu tapauskohtaisesti. Virkistyskohteet, joihin kuuluu matkailu- ja luontokohteita saavat keskimäärin hieman yli 500 metrin rajaetäisyyden. Lyhyimmät etäisyysarvot ovat arvokkaisiin geologisiin kohteisiin sekä harjuihin, tällöin etäisyytenä on ollut vain 100–200 metriä. Näiden tekijöiden vaikutus tuulivoimaloiden sijoittamiseen on paikallinen siinä, missä asutuskeskittymät tai uhanalainen linnusto huomioidaan selvästi pidemmällä suojaetäisyydellä.

5.2. Pisteyttävät muuttajat maakuntien tuulivoimaselvityksissä

Tuulivoimalle soveltumattomiksi katsottujen ”ei-alueiden” huomioimisen jälkeen selvityksissä tarkastellaan jäljelle jääneitä alueita ja vertaillaan niitä. Tämä selvityksiin sisältyvä vertailu on tehty kriteerejä pisteyttämällä. Pisteytys tuo tietoa siitä, mitkä alueet soveltuvat parhaiten kaavoitukseen erityisesti taloudellisesta näkökulmasta ja se luo vertailutietoa alueista. Vaihtoehtoisesti kohteita voidaan tarkastella vain aluekuvauksilla, joihin on sisällytetty myös teknistaloudellisesti tietoa. Olen kerännyt nämä tuulivoimaselvityksiin sisältyvät kohteiden väliset vertailutavat koontitaulukkoon ja niitä vertaillaan tämän kappaleen kuvissa ja taulukoissa.

Taulukko 4. Maakuntien tuulivoimasektirykset pisteyttävien muuttujien tai aluekruvausten perusteella (Etelä-Suomen... 2010, Varsinais-Suomen... 2011, Mannertuulialueet Satakunnassa 2011, Uusintuvat energiaravat... 2010, Pohjois-Pohjanmaan ja... 2011, Sisä-Suomen... 2011, Lapin eteläisten osien tuulivoimasektirykset Rovaniemi – Itä-Lappi 2012, Kymenlaakson... 2010).										
	Pisteyttävät muuttujat				Vain aluekohtainen tarkastelu					
	Kymen- laakso	Satakunta	Pohjanmaa	Etelä- Suomi	Sisä- Suomi	Itä-Lappi	Rovaniemi	Pohjois- ja Keski-Pohjanmaa	Varsinais- Suomi	frekvenssi
Tuulisuus	100m	100/150m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100/150m	8
Tieverkko: etäisyys tai kattavuus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Etäisyys sähköverkosta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Etäisyys sähköasemista	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6
Korkeusasema	X			X	X	X	X	X	X	5
Pinta-ala		X	X	X			X	X		4
Tilarajojen määrä/kiinteistöjen määrä			X	X			X	X	X	3
Maakuntakaavan varaukset	X							X	X	2
Voimaloiden lukumäärä				X				X	X	2
Hankesuunnitelmat alueella			X					X	X	2
Tuotantoarvio 3 MW laitoksella		X						X	X	2
Kivennäismaan yhtenäisyys	X							X	X	1
Kokonaisteho								X	X	1
Kiinteistöomistuksen keskittymisen								X	X	1
Laajentumismahdollisuudet, synergia edut		X								1
Huolto, ylläpitomahdollisuudet		X								1
Vakituinen ja loma-asutus 3 km säteellä								X	X	1
Merikotkat				X						1

X=pisteytyskriteeri/aluekruvauksen tieto

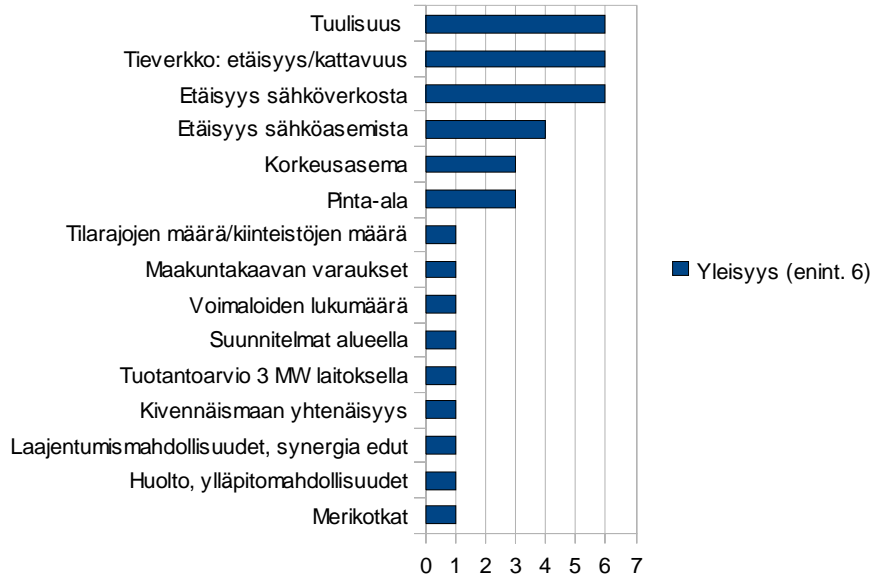
Taulukko 5. Yhteenveto pisteyttävien muuttujien tai aluekuvausten perusteella

Muuttuja	Mainintojen määrä
Tuulisuus	8
Tieverkko: etäisyys tai kattavuus	8
Etäisyys sähköverkosta	8
Etäisyys sähköasemista	6
Korkeusasema	5
Pinta-ala	4
Tilarajojen määrä/kiinteistöjen määrä	3
Maakuntakaavan varaukset	2
Voimaloiden lukumäärä	2
Suunnitelmat alueella	2
Tuotantoarvio 3 MW laitoksella	2
Kivennäismaan yhtenäisyys	1
Kokonaisteho	1
Kiinteistöomistuksen keskittyminen	1
Laajentumismahdollisuudet, synergia edu	1
Huolto, ylläpitomahdollisuudet	1
Vakituinen ja loma-asutus 3 km säteellä	1
Merikotkat	1

Pisteytys- tai aluekuvauskriteereinä ovat useimmiten olleet tuulisuus, etäisyys sähköverkkoon ja tieverkon läheisyys tai kattavuus. Nämä löytyvät kaikista tarkastelluista selvityksistä. Etäisyys sähköasemiin on huomioitu useimmissa selvityksissä samoin kuin korkeusasema. Taulukon sähköasemamainintojen lisäksi sähköasemat on huomioitu myös Sisä-Suomen selvityksen aluekuvauksissa, joten ainoastaan Etelä-Suomen esiselvityksessä ei ole huomioitu sähköasemia. Pinta-ala on huomioitu neljässä selvityksessä ja alueelle mahtuvien voimaloiden lukumäärä kahdessa. Alueelle mahtuvien voimaloiden lukumäärä on kytköksissä pinta-alaan, joten yhteensä kuudessa selvityksessä on painotettu alueen kokoa joko suoraan tai alueelle mahtuvien voimaloiden kautta. Tuulivoimaselvityksessä karsitaan usein ei-analyysivaiheessa pienimmät alueet ja suuria alueita painotetaan pisteytysvaiheessa. Etelä-Pohjanmaan selvitystä ei ole sisällytetty pisteytystaulukoon, mutta siinä olevat muuttujat ovat kuitenkin linjassa muista selvityksistä nousevien yleisimpien muuttujien (tuulisuus, sähköverkko, tiestö, sähköasema...) kanssa, joten se ei vaikuta kokonaiskuvaan kuin enintään vahvistavasti. Alle puolessa selvityksistä on

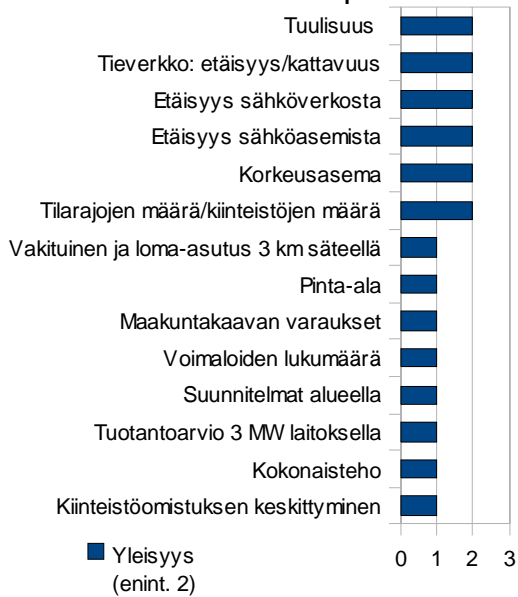
huomioitu tilarajojen tai kiinteistöjen määrä. Tilarajojen huomiointi liittyy hankkeen toteutettavuuteen. Alueella, jossa maanomistus on vahvasti pirstoutunutta, on hankkeen toteuttaminen käytännössä hankalampaa kuin alueella, jossa maanomistajia on vähän. Monilla rannikon alavilla alueilla on historiallisten syiden takia pienet tilakoot ja maanomistusolojen tarkastelu on siellä perusteltua. Yhdessä selvityksessä on tämän lisäksi huomioitu maanomistuksen keskittyminen eli maanomistajien lukumäärän ohella on tarkasteltu heidän omistamiensa alueiden suhteellista osuutta koko alueesta. Tämä liittyy myös hankkeen helpompaan toteutettavuuteen. Olemassa olevat tuulivoimalasuunnitelmat alueella on huomioitu vain kahdessa selvityksessä kohteita vertailtaessa. Tämä tarkoittaa sitä, että jos selvityksissä valikoitujen alueiden joukossa olisi alueita, joilla on jo suunnittelu käynnissä esimerkiksi YVA-selvitysten tai tuulisuusmittausten osalta, ei näiden alueiden kaavoittamiselle ole useimmiten asetettu muita alueita korkeampaa prioriteettia. Tämä on selkeä kehittämiskohde tulevaisuudessa, muuten on uhkana, etteivät suunniteltu tuulivoimarakentaminen ja kaavoitus osu samoille alueille. Yksittäisen hankkeen suunnitteluun voidaan panostaa hyvinkin merkittäviä pääomia, joten olisi hyvä huomioida suunnitelmat myös maakuntakaavoituksessa, eikä hukata resursseja tarkastelemalla maakuntaa ilman tätä näkökulmaa. Vain kerran mainittuja seikkoja ovat kivennäismaan yhtenäisyys, laajentumismahdollisuudet ja synergiaedut muun muassa yritysten kanssa sekä huolto ja ylläpitomahdollisuudet. Paikallisen elinkeinoelämän tai kaupunkien läheisyyttä ei siis yleensä painoteta selvityksissä.

Vertailu pisteyttävien muuttujien yleisyydestä



Kuva 14. Teknitaloudelliset pisteyttävät muuttujat

Vertailu aluekuvausten perusteella



Kuva 15. Aluekuvaukset kahdesta selvityksestä

Vertailtaessa pisteyttäviä muuttujia ja selvityksiä, joissa on ainoastaan aluekuvaus, huomataan, että keskimäärin pisteyttäviä muuttujia on vähemmän kuin mainittuja tekijöitä aluekuvauksessa ja pisteytykseen sisältyy näin vähemmän informaatiota ja pisteytys

painottuu taloudellisesti merkittävimpiin seikkoihin (kuva 14 ja 15). Tämä on ymmärrettävää, sillä aluekuvauksissa kohteista voi tuoda enemmän tietoa kuin pelkässä vertailussa. Tällöin voi kuvata myös muita olennaisia seikkoja, joita olisi kuitenkin vaikea pisteyttää. Vaikka pisteytys puuttuisikin, olennaiset seikat voivat kuitenkin löytyä selvityksestä eri muodossa. Esimerkiksi etäisyys sähköasemiin löytyy molemmista selvityksistä, joissa on vain aluekuvaus. Samoin tiedot lähellä olevasta asutuksesta ja merikotkista sisältyvät useimpiin selvityksiin jossakin muodossa, vaikka niitä ei pisteytykseen usein sisällytetäkään. Tärkeintä onkin, että tuulivoimaselvitykseen on sisällytetty riittävän laajat vertailukelpoiset tiedot eri kohteista tavalla tai toisella.

Taulukko 6. Pisteytystaulukkoja tuulivoimaselvityksissä

**Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys Etelä-Karjala
Pisteytystaulukko**

Pisteet	Tuulisuus	Korkeuserot	Etäisyys verkkoon	Voimaloiden lukumääri	Tieverkko
0	<6 m/s	< 50m	>20 km	1-3 kpl	Ei valmista
1	6-6.4 m/s	50-70m	10-20km	4-10 kpl	Ok
2	6.4-6.7 m/s	70-100m	5-10km	10-50 kpl	Kattava
3	>6,7 m/s	>100m	1-5km	>50 kpl	
4			<1km		
Painoarvo	30%	30%	20%	15%	5%

**Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen tuulivoimaselvitys
Pisteytystaulukko**

Pisteet	Tuulisuus	Etäisyys verkkoon	Etäisyys tieverkkoon	Pinta-ala	*Merikotkat
0	6,0-6,5 m/s	yli 20km	Ei tieyhteyttä	1-2km/2	
1		10-20km	Etäisyys tiestä enint 5km	2-5km/2	
2	6,5-7 m/s	5-10km		yli 5km/2	
3		alle 5km			
4	7-9 m/s				

*Jos merikotkan pesään on alle 2km: -2 pistettä, jos alle 10 km, on huomioitu vaikka pisteitä ei olekaan vähennetty

Aiempi vertailu toi esiin pisteytyksessä useimmiten käytettävät muuttujat. Se, miten näitä muuttujia painotetaan jää selvityksissä epäselväksi ja useimmiten laskentakaavaa ei ole

sisällytetty selvitykseen. Tällöin on vaikea sanoa, miten esimerkiksi sähköaseman läheisyys on käytännössä huomioitu pisteytyksessä. Kahdesta selvityksestä tällainen alueiden pisteytyskaava kuitenkin löytyy (taulukko 6). Eniten painotettu muuttuja on tuulennopeus. Toisessa selvityksessä on lisäksi samalla painotuksella korkeuserot. Sähköverkko ja voimaloiden lukumäärä/pinta-ala ovat seuraavia seikkoja tärkeysjärjestyksessä. Vähiten painoa annetaan tieyhteydelle. Merikotkat on huomioitu Etelä-Suomen pisteytyslaskelmassa. Useimmissa muissakin selvityksissä on huomioitu merikotkat, mutta yleensä poissulkevinä kriteereinä tai alueittain tarkasteltuna.

5.3. Tuulivoimaselvitysten ja ulkomaisten aineistojen vertailu

Vertailujen ulkomaisten (kappale 2.1.) ja suomalaisten aineistojen (kappaleet 5.1. ja 5.2.) käyttötarkoitus on hieman erilainen. Maakuntien liittojen tuulivoimaselvitykset pyrkivät ensisijaisesti löytämään suuria alueita, joita voi käyttää tuulivoimarakentamiseen, siinä missä ulkomaisissa tutkimuksissa on pyritty ajoittain löytämään sijaintipaikkaa jopa yksittäiselle alle 1 MW voimalle. Hankkeen koko voi vaikuttaa tekijöiden painotuksiin. Esimerkiksi sähköverkkoa on suureen hankkeeseen mahdollista rakentaa pidempiä matkoja kuin yksittäisen voimalan tarpeisiin. Johdonmukaisesti tähän nähden sähköverkon maksimietäisyyden arvot ovat suurempia maakuntien liittojen selvityksissä kuin ulkomaisissa tutkimuksissa. Jyrkkyys ei nouse esiin Suomen tuulivoimaselvityksistä, vaikka se on yksi yleisimmistä tekijöistä ulkomaisissa selvityksissä. Tämä voi johtua Suomen melko tasaisesta korkeusprofiilista. Maakunnan tasolla merkityksellisellä hankkeella pinta-alan merkitys korostuu, mikä ei juuri näkynyt ulkomaisissa selvityksissä sijaintitekijänä. Maakuntien tuulivoimaselvitykset ovat yleisesti tarkemmin laadittuja kuin ulkomaisen kirjallisuuden tuulivoimaselvitykset. Tästä kertovat useampia vaiheita käsittävä analyysi, kohdekuvaukset ja suurempi laajuus ja usein myös laajempi tekijätiimi.

Tuuliolot, sähköverkon läheisyys ja teiden läheisyys toistuvat sijaintiin vaikuttavina tekijöinä molemmissa aineistolähteissä. Asutus ja lentokentät on myös huomioitu sekä suomalaisissa että ulkomaisissa tutkimuksissa, joskin käytännössä Suomessa lentokentät vaikuttavat laajemmalle. Periaatteet sijaintitekijöiden takana vaikuttavat olevan samankaltaisia eri maissa. Taloudellisia tekijöitä ovat tuulisuus, sähköverkon läheisyys, tieverkon läheisyys. Rajoitukset lentokenttien lähellä liittyvät turvallisuuteen ja kulttuuriympäristöä suojellaan esimerkiksi välttämällä historiallisia paikkoja, kirkkoja ja luostareita sekä Suomessa esimerkiksi maisema-alueita tai arvokkaita rakennettuja ympäristöjä vaalimalla. Ympäristönsuojeluun liittyvät puolestaan Natura-alueet, muut luonnonsuojelualueet, IBA- ja FINIBA-alueet, petolintujen pesät sekä eräässä ulkomaisessa selvityksessä mainitut lintujen muuttoreitit. Turismin huomioiminen voi myös olla yhtenä taustasyynä kulttuuriympäristön suojelussa. Vaikutukset turismiin on mainittu myös useissa suomalaisissa ja ulkomaisissa selvityksissä, mutta usein turismia tarkastellaan tapauskohtaisesti eikä GIS-pohjaisesti. Suomalaisissa selvityksissä voi myös olla lintujen muuttoreitit huomioituna kohteittain.

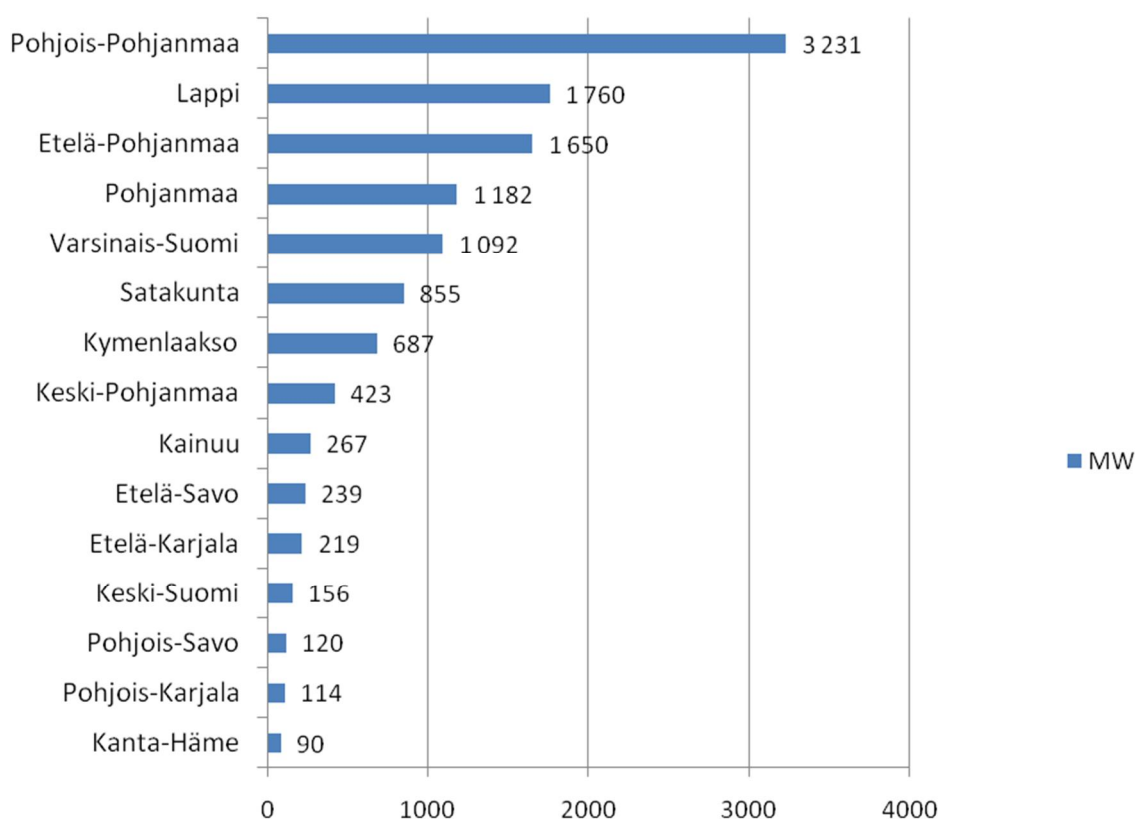
Kaikissa tutkituissa Suomen selvityksessä on mainittu minimietäisyys asutukseen. Tämä etäisyys vaihtelee 500 m–1 km välillä, poikkeuksena on vain Etelä-Suomen selvitys, jossa etäisyys asutukseen riippuu alueella olevien rakennusten määrästä. Ulkomaisissa tutkimuksissa minimietäisyys yksittäisistä asunnoista vaihtelee 500–1500 metrin välillä. Rajaetäisyys asutuskeskittymiin on molemmissa aineistolähteissä yleisimmin 1 km, vaikka sekä pienempiä että suurempia arvoja on ajoittain. Asutuskeskittymiin on siis molemmissa aineistolähteissä keskimäärin pidempi rajaetäisyys kuin pelkkään loma-asutukseen tai vakituiseen asutukseen. Alueen tuulennopeuden minimiarvo tai arvo, jolla se saa pisteitä alueiden vertailussa, on suomalaissa selvityksissä useimmiten 6 m/s, mutta kuitenkin alle 6,5 m/s. Ulkomaisissa selvityksissä tuulennopeuden minimiarvot vaihtelevat 4–6 m/s

välillä. Suora vertailu eri maiden välillä on harhaanjohtavaa, sillä tuulivoimaloiden tuulennopeuden minimiarvo on yhteydessä maittain vaihtelevaan tukipolitiikkaan.

5.4. Huomioita maakuntien tuulivoimaselvityksistä

Sain vastaukset tuulivoimaselvityksiin osallistuneista tahoista noin puolesta tuulivoimaselvityksistä (hieman laskutavasta riippuen). Kahden selvityksen osalta on tiedot myös maakuntakaavoitukseen osallistuneista tahoista, jotka löytyvät myös liitteenä. Kuulemisia voi järjestää sekä tuulivoimaselvitysvaiheessa että maakuntakaavan laadinnan yhteydessä. Selvityksissä tekovastuussa on ollut yleensä joko maakunnan liiton työntekijätiimi tai konsulttiyritys. Ajoittain selvityksen teko on myös jaettu maakunnan liiton ja konsulttiyrityksen välillä esimerkiksi niin, että konsulttiyritys on tehnyt paikkatietotarkastelut ja liitto on hoitanut sidosryhmäyhteydenpidon. Keskeisiä tuulivoimaselvitysten tekoon osallistuneita sidosryhmiä ovat etenkin maakunnan kunnat sekä muut maakuntien liitot. Muita tärkeitä tahoja ovat olleet sähköyritykset, sähköverkkoyhtiö, ympäristönsuojelu- ja lintujärjestöt. Puolustusvoimat, Metsähallitus, TRAFI, Liikennevirasto ja ELY-keskukset. Maakunnan erityispiirteet ovat hieman vaikuttaneet tahoihin, joita on konsultoitu. Rajan tuntumassa olevilla alueilla on pyydetty lausuntoja naapurimaan kunnilta ja Lapissa porotalouden toimijoilta. Eri intressitahojen näkökulmia on kerätty eri keinoin. Keinoja ovat ennakkokysely, laaja ohjausryhmä, yleisötilaisuudet tai asiantuntijaseminaari, lausuntokierros ja yksilöity kysely tai haastattelu. Luetellusta keinovalikoimasta on valittu erilaisia yhdistelmiä eri selvityksissä. Sidosryhmäyhteydenpito kannattaa aloittaa jo aikaisessa vaiheeseen prosessia. Jos esimerkiksi tuulivoimahankealue ei ole tiedossa, on sen lisääminen lausunnon perusteella enää maakuntakaavaluonnokseen hankalampaa, kun selvityksiä ei ole tehty siltä alueelta.

Selvityksissä tunnistetut alueet maakunnittain



Kuva 16. Alueiden maantieteellinen painottuminen (Klap 2012).

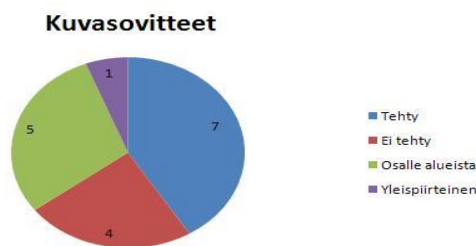
Julkaistut tuulivoimaselvitykset kattavat lähes koko Suomen. Tuulivoimaselvityksissä on tunnistettu potentiaalisia tuulivoima-alueita noin 12 000 MW verran. Tämän lisäksi on vielä runsaasti alemman prioriteetin tuulivoiman selvitysalueita (Klap 2012).

Tunnistettujen potentiaalisten tuulivoima-alueiden määrät ja potentiaaliset tehot jakautuvat Suomessa epätasaisesti (kuva 15) ja painottuvat vahvasti rannikolle. Pohjois-Pohjanmaa vastaa listauksen kymmentä viimeistä maakuntaa yhteenlasketussa megawattimäärässä. Rannikkoon rajautuvat Pohjanmaan maakunnat: Pohjois-Pohjanmaa, Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa vastaavat puolta viidentoista maakunnan megawattimäärästä. Edellä mainitut Pohjanmaan maakunnat ja muut rannikkoon rajautuvat maakunnat (Satakunta, Varsinais-

Suomi, Lappi, Kymenlaakso) kattavat yhteensä 86,5 % kokonaismäärästä. Tästä epätasaisesta lopputuloksesta huolimatta on hyvä, että maakuntien selvitykset kattavat myös sisämaan maakunnat. Tuulivoimaloiden tehojen ja korkeuden edelleen kasvaessa, tuulivoimaloita tullaan sijoittamaan nykyistä enemmän sisämaahan.

Tuulivoimarakentamisen lisääntyessä tulee rannikon korkean tuulennopeuden kohteisiin myös paljon kilpailua, jolloin on hyvä, että sisämaan potentiaalisia tuulivoiman sijaintipaikkoja on kaavoitettu. Hajasijoittaminen myös tasoittaa tuulennopeuden vaihtelusta seuraavia tehonvaihteluja ja jakaa tuulivoiman verotuloja ja työpaikkoja tasaisemmin eri kuntiin sekä tasaa luonto- ja ympäristöhaittoja alueiden välillä.

Selvitysten potentiaalisille tuulivoima-alueille tehdyt tarkastelut eroavat keskenään ja eri selvityksissä on päädytty erilaisiin analyysikeinojen yhdistelmiin. Ympäristöministeriön maakuntien tuulivoimaselvityksestä tehdyssä yhteenvedossa on kerätty vertailutaulukko eri selvitysten välillä, joka kertoo yksittäisissä selvityksissä tehdyistä tarkasteluista. Olen näiden tietojen pohjalta tehnyt kuvaajia, jotka kuvaavat selvityksiin valittujen analyysikeinojen yleisyyttä.



Kuva 17 Kuvasovitteet maakuntien selvityksissä (Klap 2012).



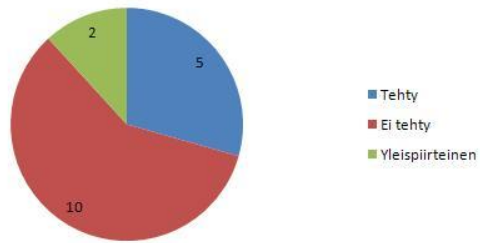
Kuva 18. Näkyvyysanalyysit maakuntien selvityksissä (Klap 2012).

Kuvasovite tarkoittaa valokuvaa maisemasta, johon sisältyy myös kuva suunnitelluista tuulivoimalasta. Tarkoituksenmukainen kuvauspaikka on sellainen, johon tuulivoimaloilla on merkittäviä maisemavaikutuksia. Tällainen paikka voi olla esimerkiksi kylän päätie tai kesämökkialue. Useimmissa selvityksissä on kuvasovite osasta tai kaikista kohteista (kuva 17).

Näkyvyysanalyysi tarkoittaa karttakuvaa, joka havainnollistaa alueita, joille suunniteltu tuulivoima näkyy. Tuulivoimaloiden ympärillä on myös kilometrimääräisiä kehiä, jotka havainnollistavat etäisyyttä. Metsäpeite vaikuttaa tuulivoimaloiden näkyvyyteen. Metsien hakkuu voikin muuttaa näkyvyysanalyysin tuloksia, mikä toki pätee muihinkin mainittuihin analyysihin. Näkyvyysanalyysi on vain muutamassa selvityksessä (kuva 18).

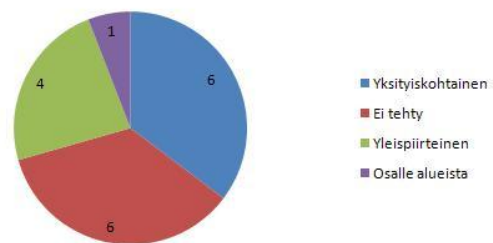
Meluselvitys kuvaa tuulivoimalan melun leviämistä. Keskellä karttakuvassa on tuulipuisto ja sen ympärillä on kuvattu asutus. Desibeli samanarvonkäyrät kuvaavat alueita, joille tuulivoimalan melu kuuluu. Käyrien arvot perustuvat esimerkiksi melutason ohjearvoihin. Meluselvitys huomioi maaston muodot ja näin kuvaa tarkemmin melun leviämistä. Meluselvitys on usein osa hankkeen myöhempää suunnittelua, etenkin jos asutusta on lähellä. Maakuntien selvityksiin ei kuitenkaan sisälly meluselvityksiä (Klap 2012).

Maisemavaikutusarvio



Kuva 19. Maisemavaikutusarviot maakuntien selvityksissä (Klap 2012).

Teknitaloudellinen tarkastelu



Kuva 20. Teknitaloudellinen tarkastelu maakuntien selvityksissä (Klap 2012).

Maisemavaikutusarvio tarkoittaa tässä yhteydessä tarkastelua kohteittain, joka tuo tietoa suunnitellun hankkeen vaikutuksista maisemaan. Arvio kuvaa tuulivoiman soveltuvuutta alueen maisemaan tai pisteytystä maisemavaikutusten perusteella. Maisemavaikutusarvio sisältyy alle puoleen selvityksistä (kuva 19).

Kuvan 20 mukaan useimmissa selvityksissä on teknitaloudellinen tarkastelu. Käytännössä keskeiset teknitaloudelliset tekijät on tavalla tai toisella huomioitu kaikissa selvityksissä. Olennaista on, mitä tietoja lukija selvityksestä poimii ja mikä on teknitaloudellisen tarkastelun määritelmä. Selvitykset eroavat kuitenkin siinä, lasketaanko tuulivoimarakentamisen kustannukset ja tuotto-odotukset. Tarkimmillaan tehdään investointilaskelma, joka huomioi pankkilainan korot ja takaisinmaksuajat eri hankkeille. Investointilaskelmissa on useita mahdollisia epätarkkuuksia. Laskelmissa käytetty tuulivoimaloiden sijoittelu/lukumäärä ei välttämättä vastaa todellista tuulivoimaloiden sijoittelua, jossa korostuvat esimerkiksi maanpinnasta kohoavat alueet. Tuulivoimaloiden arvioitu määrä alueella voi perustua laskennalliseen (tuulivoimaa/km²) -lukuun, joka voi erota todellisuudessa käytettävästä sijoittelutiheydestä. Keskimääräinen tuulennopeus, jota laskelmissa on käytetty taustatietona, on todennäköisesti lähinnä suuntaa antava ja voi olla liian korkea, erityisesti jos korkeuseroja ei ole huomioitu. Tuulivoimalan tuotto riippuu

tuulivoimamallista, jolloin laskelmissa käytetty tuotto/kustannus –laskelma kertoo arvioituista tuotoista vain tätä mallia käytettäessä. Lähtötiedot esimerkiksi sähköjohtojen ja tien rakentamiskustannusten kannattaa tarkistaa ja sähköliittymän kustannukset voivat myös vaihdella riippuen siitä, miten laajana hanke toteutetaan. Yritysten tekemät investointilaskelmat ovat kuitenkin yleensä liikesalaisuuksia, joten yhdessä muiden kriittisesti tarkasteltavien lähteiden kanssa tuulivoimaselvityksissä oleva tieto kustannuksista on tarkinta saatavissa olevaa.

Ei-analyysiin voi sisältää paikkatietoaineistosta johtuvia epätarkkuuksia.

Paikkatietoanalyysin lähdetieto on usein ruutumutoista, jolloin asutuksen todellinen sijainti tai tuulenoisuus yleistyvät tietyn ruudun sijaintiin. Asutukseen liittyvät tiedot ovat yleisimmin 250 metrin ruututarkkuudella, jolloin etäisyys asutukseen on todellisuudessa etäisyys tällaisen ruudun keskipisteeseen. Tästä lähtötiedon ruutumutoisuudesta johtuen asutus voi olla yli 100 metriä lähempänä tai kauempana kuin selvityksessä käytetty raja-arvo antaisi olettaa.

Rannikolla tuulenoisuustieto on 250 m ruuduissa ja sisämaassa 2,5 km ruuduissa. 2,5 km alueilla tieto on siis selvästi epätarkempaa ja kannattaa aina käyttää 250 metrin tietoa, jos sitä on saatavilla. Epätarkankin tuulenoisuustiedon saa tarkemmaksi, jos huomioi maaston kohoumat. Asutuksen ja muiden paikkatietoaineistojen kohdalla aineiston tarkkuus vaikuttaa virheisiin ja saatuihin tuloksiin. Jos esimerkiksi rakennus ei sisälly aineistoon inhimillisen virheen tai aineiston päivittämättömyyden takia, se voi jäädä tuulivoima-alueen sisälle. Kohteet tulisikin tarkastaa vielä paikkatietoanalyysin jälkeen tarkemmin esimerkiksi maastokäynneillä viimeistään kaavoitusvaiheessa myös siltä varalta, että selvitysten laatimisen jälkeen on tapahtunut muutoksia.

Koko maakunnan tuulivoimaselvityksessä on mahdotonta tehdä tarkkoja selvityksiä kaikista kohteista esimerkiksi melun leviämisen tai kaikkien ympäristövaikutusten osalta. Kaikki selvitykset nimeävät kuitenkin potentiaalisia tuulivoima-alueita ja antavat lisätietoa valikoiduista kohteista, jota voi tarpeen mukaan tarkentaa myöhemmin. Tuulivoimaselvitys tuokin kaavoittajan lisäksi myös tuulivoimatoimijalle avointa, jäsenneltyä ja vertailukelpoista tietoa erilaisista tuulivoiman sijaintipaikoista ja niihin liittyvistä seikoista ja valintakriteereistä.

6. Yksittäisten tekijöiden tarkastelu

6.1. Tuuliolot ja korkeus

Suomessa vallitseva tuulensuunta on lounaasta. Tuulensuunta vaihtelee lännen ja etelän välillä ja ajoittain tuulee esimerkiksi pohjoisesta tai muista suunnista. Tuulen vallitseva suunta kannattaa huomioida, siten että voimaloiden toisilleen aiheuttama varjostus minimoituu. Tuulivoimalan sijoituspaikan olisi lisäksi toivottavaa olla mahdollisimman esteetön vallitsevasta tuulensuunnasta.

Tuulennopeus kasvaa korkeuden kasvaessa. Keskimääräinen tuulennopeus vaihtelee vuodenaikojen välillä. Vaihtelu on vähäisempää sisämaassa, mutta erityisesti rannikolla, johon suuri osa tuulivoimaloista sijoitetaan, vuodenaikojen välillä on selkeää vaihtelua. Suomessa tuulee eniten talvella. Talvea vähemmän tuulee syksyllä ja keväällä ja vähiten kesällä. Tuulivoimaloiden sähköntuotto on keskimäärin suurinta talvikuukausina. Keskituulennopeuden vaihdellessa vuodenaikojen välillä, tuulimittauksissa kannattaa tarkastella vuoden tai useiden vuosien ajanjaksoja.

Suomen tuulennopeudet ovat kilometrin korkeudessa mitattuna voimakkaampia kuin Etelä-Euroopassa. Atlantin läheisyydessä Iso-Britanniassa, Norjassa, Tanskassa keskimääräinen tuulennopeus on voimakkaampi kuin Suomessa. Suomen tuulennopeudet kilometrin korkeudessa vaihtelevat 9–9,5 m/s välillä, kun Norjassa ja Tanskassa vastaava vaihtelu on 10 ja 11 m/s välillä. Kilometrin korkeudessa Ruotsin keskimääräiset tuulennopeudet ovat Suomen kaltaisia, paitsi että lähimpänä etelärannikkoa Tanskan salmien lähellä Ruotsin tuulennopeudet ovat hieman Suomea korkeampia. Keskimääräinen tuulennopeus kuvaa kuitenkin huonosti tuulennopeuden vaihtelua Suomen sisällä vuodenaikojen välillä.

Rannikon ja sisämaan välillä on selvä ero, ja rannikolla talvikuukausina tuulen keskinopeus voi nousta jopa yli 13,5 m/s. (Tuulisuus 2011, Tuulen keskinopeuskartat 2012).

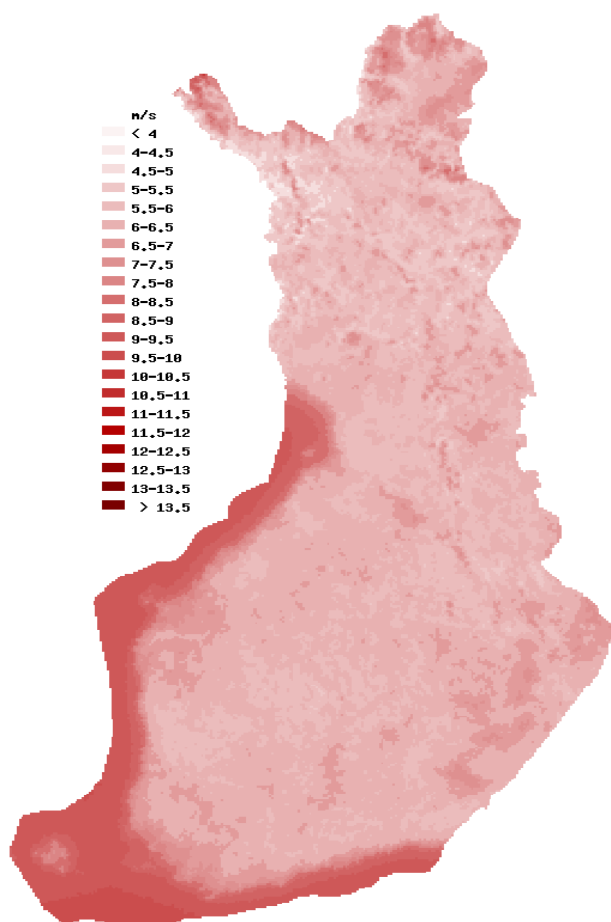
Normaalit säähavaintomittaukset eivät kuvaa riittävällä tarkkuudella tuulivoiman kannalta kiinnostavia tuulennopeuksia. Ne kuvaavat tuulennopeuksia ja -suuntaa noin 10 metriä merkittävien ympäristöesteiden yläpuolella ja merellä keskimäärin 30 metrin korkeudessa. Tuulivoimaloiden kannalta tuulennopeus pitäisi tietää jopa yli 200 metrin korkeudesta maanpinnasta. Ilmatieteenlaitos onkin kerännyt tuulennopeustietoja ja mallintanut niitä Tuuliatlas-hankkeessa (Säähavainnot 2011, Tuuliatlaksen mallinnus 2012). Tuuliatlas aineisto on tuulennopeuden taustatietona kaikissa maakuntien tuulivoimaselvityksissä. Useimmiten selvityksissä tuulennopeustiedon vertailukorkeus on 100 metriä, mutta ajoittain myös 150 metriä.

Tuuliatlaksessa on ainakin kaksi mahdollista virhelähdettä: epätarkkuudet mallinnuksen tuloksissa sekä yleistyksistä johtuvat epätarkkuudet. Tuuliatlastietoa saa 2,5 km ruutukoolla koko Suomesta. Tuulivoimaloiden todennäköisimmillä sijoituspaikoilla rannikolla, tuntureilla ja järvien lähellä tieto on tarkempaa 250 m ruutukoko. Laajoilla alueilla sisämaassa tuulennopeustietoa on ainoastaan 2,5km ruuduissa. Varsinais-Suomen tuulivoimaselvityksen... (2011: 15) mukaan esimerkiksi Kemiönsaaren alueella Lemnästräsketin itäpuolella 2,5 km ruutukoolla 100 metrin korkeudessa tuulennopeus on 7,4 m/s, kun 250 metrin ruutukoko antaa vastaaviksi tiedoiksi n. 6,8 m/s. Tämän suuruinen ero tuulennopeudessa voisi johtaa 3 MW voimalalla 50 000 €tuottoeroon vuodessa yhtä voimalaa kohti. Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksessä (2012: 17) on laaja 49 pistettä kattava vertailu Keski-Suomen alueelta 250 m ja 2,5 km hilakokojen tuotantoestimaateista (MWh/a). Vertailusta tulee esiin selvä hajonta lähes kaikissa tarkastelluissa kohteissa,

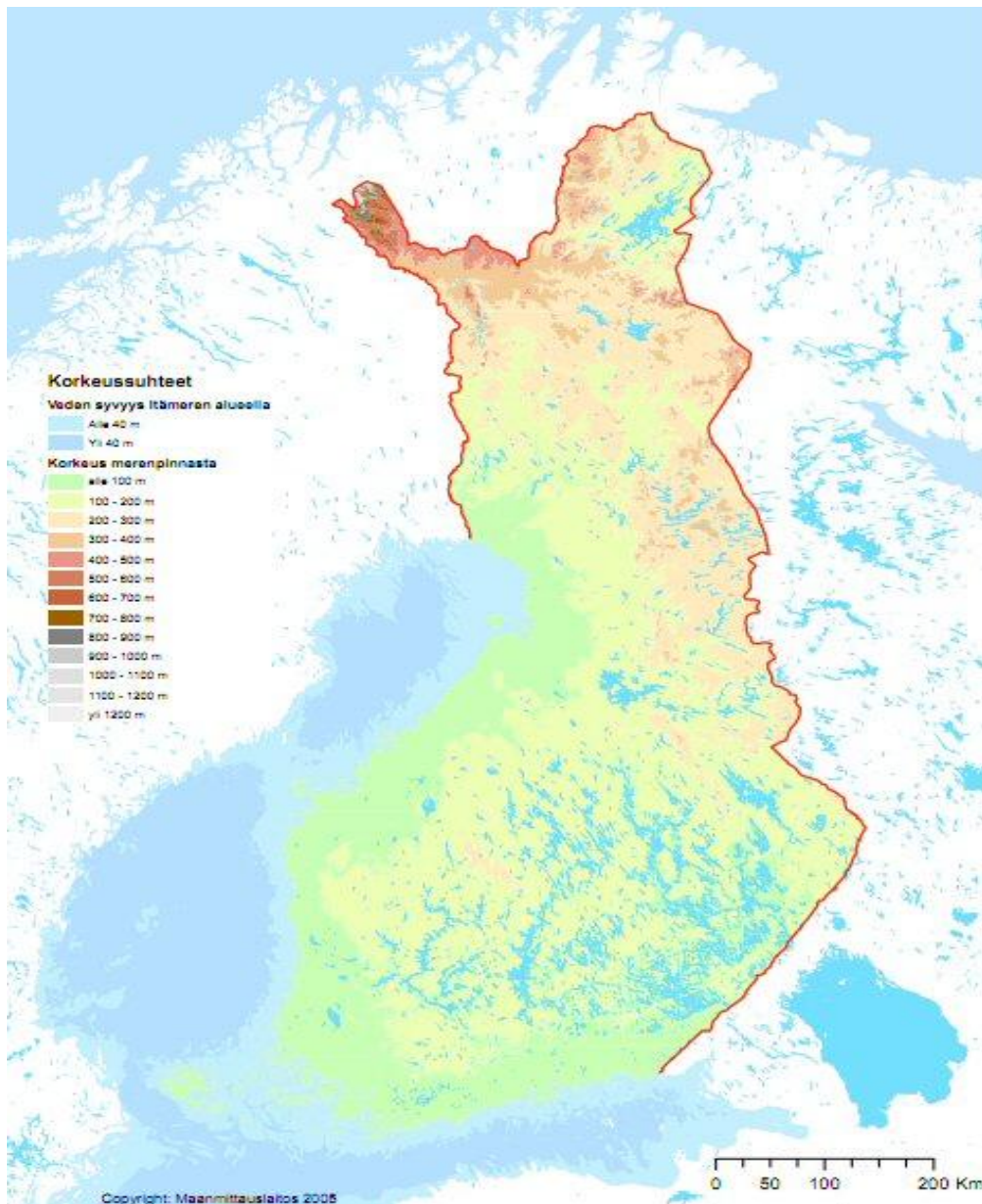
vertailtaessa 250 m ja 2,5 km tuulennopeusruutuja. Korkeustietoja ja näitä tuulennopeuden vertailutietoja käyttäen selvityksen tekijät kehittivät laskentakaavan, joka tarkensi 2,5 km tuulennopeustietoja. Kymenlaakson tuulivoimaselvityksen ja Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvityksen tekijät puolestaan tarkensivat tuulisuustietoja *WasP*-ohjelmalla viiden metrin korkeusmallin ja tuuliatlaksen tietojen avulla. He myös tekivät *WindFarmer*-ohjelmassa tuulivoimaloiden sijoitussuunnitelman. Sijoitussuunnitelmassa on huomioitu tuulennopeus, etäisyys loma-asuntoihin, tiet, rautatiet, sähkölinjat, suojelualueet, maastonmuodot ja maaperä karkealla tasolla sekä tuulivoimaloiden vaikutukset toisiinsa eli ns. varjostushäviöt. Tulosten perusteella tuuliatlas yliarvioi tuulisuuden verrattuna mallinnettuihin arvoihin erityisesti rannikolla. Sisämaassa arvojen ero on hieman pienempi (Kymenlaakson tuulivoimaselvitys 2010 ja Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys 2012).

Kuvasta 21 voi huomata yhtymäkohtia kirjallisuuskatsaus kappaleessa olleisiin periaatteisiin meren ja sisämaan tuulennopeuseroista. Kuvan mukaisesti suurimmat tuulennopeudet ovat merellä ja maalle siirryttäessä tuulennopeuden lasku on selvä.

Avomerellä tuulennopeus on suurempi kuin saaristossa ja rannikolla tuulennopeus on suurempi kuin metsäisessä sisämaassa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että tuulivoima sijoittuisi automaattisesti merelle, sillä merituulivoiman rakentamiskustannukset ovat suuremmat. Tuntureiden ja laajojen järvien lähellä tuulennopeudet ovat myös melko korkeita, niinpä sisämaassa järviolueille ja tuntureille kohdistuukin tuulivoiman rakentamispainetta.



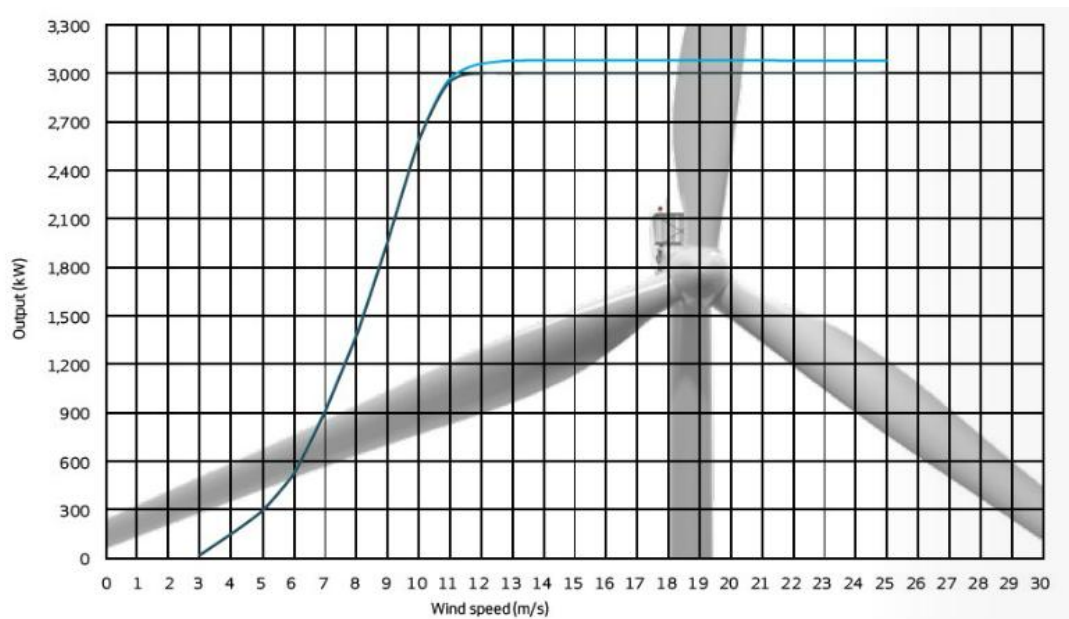
Kuva 21. Tuulennopeuden vuosikeskiarvo 100 metrin korkeudessa Ilmatieteenlaitoksen Tuuliatlaksen kuvaamana (Tuulen keskinopeuskartat 2012).



Kuva 22. Suomen korkeusprofiili ja järvet. (Maanmittauslaitos 2011)

Vertaamalla rinnakkain kuvaa 21 ja kuvaa 22, voi huomata että Lapin suurimmat tuulennopeudet yhdistyvät maanpinnasta mitattuna korkeimpiin alueisiin esimerkiksi käsivarressa. Ainoana selkeänä poikkeuksena korkeuden ja tuulennopeuden suhteeseen Lapissa on Inarijärven alue, joka ei ole Lapin korkeusprofiiliin nähden korkealla, mutta jossa on silti voimakkaat tuulennopeudet. Sama järvien vaikutus näkyy myös Järvi-suomen alueella, jossa esimerkiksi Saimaan ääriiviat erottuvat myös tuulennopeuskartassa.

Tehokäyrä kuvaa tuulivoimalan sähköntuoton ja tuulennopeuden suhdetta ja kertoo miten tuulivoimala tuottaa eri tuulennopeuksilla. Se kuvaa, millä tuulennopeudella tuulivoimalan tuotto alkaa, miten sähköntuotto kasvaa tuulennopeuden kasvaessa, mikä on maksimituulennopeus, jolla teho ei enää kasva, ja millä nopeudella tulee mahdollinen myrskykatkaisu voimalan suojaamiseksi myrskyltä.



Kuva 23. Esimerkki 3 MW tuulivoimalan sähköntuotosta suhteessa tuulennopeuteen.

(Vestas 3 MW V.112... 2012)

Kuvasta 23 nähdään, että kyseisen Suomeenkin tilatun tuulivoimalamallin sähköntuotto ei ala 0 m/s nopeudesta, vaan voimala tuottaa sähköä vasta tietyllä rajanopeudella.

Tuulennopeuden kasvaessa sähköntuotto ei kasva suorassa suhteessa, vaan tuulennopeuden nousu 5 m/s -nopeudesta 10 m/s -nopeuteen tässä tapauksessa noin yhdeksänkertaistaa sähköntuoton. Voimalan tuottaa nimellistehosa verran noin noin 11 m/s nopeudella ja yli 25 m/s tuulennopeudella tulee myrskykatkaisu, jolloin voimala ei tuota enää sähköä. Nämä raja-arvot ja sähköntuoton suhde tuulennopeuteen vaihtelevat paljon erilaisten tuulivoimaloiden välillä. Olipa tuulivoimalan malli ja tehokäyrä millainen tahansa, tuuliolojen merkitystä tuulivoimalan sijaintipaikan valinnassa ei kuitenkaan voi jättää

huomioimatta, sillä pienehkökin ero keskituulennopeudessa vaikuttaa voimakkaasti tuulivoimalan tuottoihin. Tuulivoimalan sähköntuoton näkökulmasta onkin merkittävä ero siinä, onko alueen keskituulennopeus esimerkiksi 6 m/s vai 7 m/s. Tuulivoimalan korkeutta lisäämällä voi hieman parantaa tuulioloja ja sähköntuottoa. Erilinen tuulisuusmittaus on yleinen keino hankkia mahdollisimman tarkkaa tuulennopeustietoa.

Tuulivoimarakentamiseen riittävästä keskituulennopeudesta on useita arvioita ja nämä osuvat varsin pienelle vaihteluvälille. Vähimmäistuulennopeus on usein 6 m/s (Tuulivoimarakentaminen 2005, Kymenlaakson tuulivoimaselvitys 2010) tai 6,5 m/s (Kankare 2011). Varsinais-Suomen tuulivoimaselvityksen (2011) mukaan riittävä tuulennopeus 100 metrin korkeudessa on nyt 6,5 m/s, mutta on erittäin todennäköistä että tulevaisuudessa myös 6 m/s on riittävä. Pohjanmaan liiton selvitykseen eivät sisälly alle 6 m/s tuulennopeuden alueet (Uusiutuvat energiavarat...2010). Sisä-Suomen tuulivoimaselvityksessä pääsääntönä on ollut 6,3 m/s tuulennopeusraja. Osa Sisä-Suomen maakunnista on toiminut niin, että jos tuulennopeusruudun alueella on 100 metrin korkeusero, on alempikin tuulennopeus ollut riittävä (Paakkari 2012). Merialueilla manteretta korkeampi keskituulennopeuden raja-arvo on perusteltu, sillä merellä kustannukset ovat korkeammat ja myös keskimääräiset tuulennopeudet ovat suurempia kuin mantereella. Mielenkiintoisena poikkeuksena viime vuosien maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksiin on vuodelta 2003 Perämeren ja merenkurkun alueen selvitys, jossa tuulennopeuden minimiarvo on ”vähintään luokkaa 7,5 m/s 50 metrin korkeudessa.”, myös etäisyys asutuista rannoista on 5–8 km, jolloin alueet sijoittuvat selkeästi rannikon ulkopuolelle (Tuulivoimatuotannolle...2003). Vaikuttaa siltä, että monet yritykset tavoittelevat noin 7 m/s keskituulennopeutta. Alueen mahdollisimman korkea tuulennopeus on joka tapauksessa toivottava hankkeen kehittäjän kannalta.

6.2. Sähköverkko

Suomen kantaverkko koostuu 110 kV, 220 kV ja 400 kV voimajohdoista. Kantaverkko siirtää energiaa suurella jännitteellä alueelta toiselle ja näin minimoi siirtohäviöitä. Lähellä kuluttajia sähköverkon jännite on alle 110 kV ja on kyse jakeluverkosta. Yli 250 megavolttiampeerin (MVA) tuulivoimapuisto vaatii 400 kV verkkoon liittymisen. 100–250 MVA:n tuulipuisto tarvitsee joko 110 kV tai 400 kV jännitteiseen verkon, ja soveltuva verkko riippuu verkkoteknisistä asioista. Alle 100 MVA tuulipuisto tarvitsee usein 110 kV verkon, mutta verkon riittävyys pitää varmistaa. Vain melko pienet tuulivoimapuistot tai tuulivoimalat voi liittää suoraan jakeluverkkoon. Tuulivoiman tuottajan kannattaa neuvotella sähköverkkoyhtiön kanssa jo varhaisessa vaiheessa rakentamista ja suurten tuulivoimapuistojen osalta ennen YVA-arvioinnin tekemistä. Näin varmistetaan jo aikaisessa vaiheessa, että liittyminen verkkoon on mahdollista. (Tuulipuiston liittäminen...2009, Suomen sähköjärjestelmä 2011, Tuulisuus ei...2011). Vähintään 110 kV sähköverkon rakentaminen vaatii Energiamarkkinavirastolta haettavan luvan. Jos lupaprosessiin liittyvässä ympäristöselvityksessä selviää seikkoja, jotka vaikuttavat verkkolinjaukseen, voi linjausta joutua muuttamaan.

Tuulivoiman sopiva etäisyys sähköverkosta on useiden arvioiden mukaan enintään 10 km (Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys 2011 ja Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys 2011: 5). Pohjois-Savon maastopöytäkirjassa 10 km on jopa rajaava kriteeri (2010). Hankkeen koon kasvun myötä sähköliitynnän prosentuaalinen osuus kustannuksista pienenee, ja melko pitkäkin etäisyys on mahdollinen laajoilla hankkeilla. Maakuntien tuulivoimaselvityksiin sisältyykin runsaasti potentiaalisia alueita, joilla etäisyys sähköverkkoon on yli 10 km. Useimmiten tuulivoimaselvitys tehdään yhteistyössä sähköverkkoyhtiöiden kanssa ja siinä hahmotellaan liityntäpaikkoja sähköverkkoon.

Kaikissa selvityksissä ei kuitenkaan ole kovin tarkkaan selvitetty verkkokytken mahdollisuutta. Etelä-Suomen selvityksessä on huomioitu ainoastaan sähköverkko, mutta ei liittymismahdollisuuksia (Etelä-Suomen...2010). Kyseisellä alueella sähköverkkoon liittymismahdollisuus täytyykin selvittää vielä ennen kaavoitusta.

Etäisyys sopivaan sähköverkkoon ja sähköasemaan on yksi tuulivoiman sijaintipäätökseen vaikuttava tekijä. Alla olevan kustannusvertailun mukaisesti, pitkä sähköjohto tai uuden sähköaseman rakentaminen nostaa nopeasti kustannuksia. Rakennuttajan intresseissä on etäisyyden minimointi olemassa olevaan sähköverkkoon, sillä kustannukset uuden sähköverkon tai sähköaseman rakentamisesta jäävät Suomessa tuulivoiman rakennuttajalle.

Rakentamiskustannusten suuruusluokka:

-110 kV ilmajohto 150 000 e/km

-110 kV katkaisijakenttä olemassa olevalle asemalle 600 000 e

-Kolmen katkaisijan uusi sähköasema 2–3 milj. e

(Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueiden tuulivoimaselvitys (2011: 37, Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitys... (2011)

Verrattaessa oheisessa taulukossa olevia kustannusarvioita ja seuraavan kappaleen arvioita tieverkon kustannuksista, huomataan että sähköverkko on kalliimpaa rakentaa kilometriä kohti kuin tieverkko. Tätä väitettä tukee myös van Haaren & Fthenakis (2011) laskelmat tuulivoimalan kustannuksista sekä haastattelutiedot (Laitinen 2011) ja sähköverkon tieverkkoa suurempi painoarvo selvitysten pisteytystaulukoissa (Sisä-Suomen... 2011, Etelä-Suomen... 2010).



Kuva 24. Kantaverkon sijainti (Horelli-Alm 2012).

400 kV kantaverkko ei ulotu itäisimpään Suomeen (kuva 24) eikä suurimpaan osaan Lappia, esimerkiksi käsivarren alueelle. Voi hyvin olettaa, että olemassa olevien sähköverkkojen sijainnit ohjaavat merkittävästi tuulivoimarakentamista. Länsirannikon sähköverkko ei ole 400 kV kantaverkkoa ja toisaalta merkittävä paine suuren mittakaavan tuulivoimarakentamiseen kohdistuu juuri tälle alueelle. Fingrid ja VTT ovatkin todenneet lausunnossaan 2000/4000 MW tuulivoimarakentamisesta, että ”Laajamittaisen tuulivoiman liittäminen kantaverkkoon yhdessä muiden kehittämistarpeiden kanssa edellyttää Pohjanmaan alueen kantaverkon vahvistamista 400 kV jännitteiseksi verkoksi.”

Pohjanmaan alueen kantaverkon kehittäminen on jo toteutusvaiheessa. Tuulivoima ei ainoastaan ohjaudu sähköverkkojen luo, vaan laajamittainen tuulivoimarakentaminen myös edellyttää sähköverkkojen kehittämistä tuulivoiman tarpeisiin (Fingridin ja VTT:n...2008). Etäisyys sopivaan sähkölinjaan, sähköasemaan tai tuleviin sähkölinjoihin on otettava huomioon yhtenä sijaintipäätökseen vaikuttavan tekijänä.

6.3. Liikenneyhteydet ja liikenneturvallisuus

Suomalaisen tuulivoimavalmistajan WinWindin Outi Hänninen (2011) mainitsee tuulivoimateollisuuden sijainnista kysyttäessä ensimmäisenä logistiikan ja pitää sitä yhtenä tärkeimmistä sijaintiin vaikuttavista tekijöistä. Hännisen mukaan tuulivoimateollisuus pyrkii sijoittumaan varsinkin suuriin satamakaupunkeihin. Tämä on vahvistettu myös Logistiikka osana alueellista kilpailukykyä ja yritysten sijoittumispäätöksiä -selvityksessä, jonka mukaan ehdottomana edellytyksenä tuulivoimatehtaan sijaintiin on sataman läheisyys (Holma & Kajander 2010). Samoilla linjoilla on myös Pasi Valasjärvi (2011) tuulivoimaloita valmistavalta Siemensiltä. Hänen mukaansa sijainti meren lähellä on keskeistä. Kuljetus on edullisinta meriteitse. Kymmeniä metrejä pitkien, painavien ja ei-joustavien tuulivoimalanosien kuljettaminen on epäkäytännöllistä muulla tavoin kuin meriteitse. Toinen vaihtoehto on kuorma-auto kuljetus, mutta koska pitkä tuulivoimalan osa tarvitsee suuren kääntösäteen, vaatii tämä erityisjärjestelyjä ja asettaa vaatimuksia tieverkolle. Junalla tuulivoimalan osia ei juuri kuljeteta muualla Euroopassa eikä Suomessakaan (Valasjärvi 2011), joten rataverkko tuskin selittää tuulivoiman sijaintia.

Maalle sijoittuva tuulivoimala tarvitsee tien rakentamisvaiheessa (kuva 25) ja toisaalta huoltamista varten. Olemassa olevien teiden läheisyys onkin yksi tärkeä sijaintitekijä, sillä muussa tapauksessa teitä täytyy rakentaa enemmän. Iso-Britanniaan sijoittuvassa Gis-pohjaisessa tuulivoimaselvityksessä rajaetäisyydeksi teistä on asetettu 10 km (Baban & Parry 2001: 63). Suomessa pisteytyksessä maksimietäisyydeksi tieverkkoon on käytetty 15km (Kymenlaakson tuulivoimaselvitys 2010) ja Pohjois-Savon maastopöytäkirjassa 10 km poisrajaavana kriteerinä (Maastopöytäkirja... 2010:12). Usein tiet on huomioitu pisteytyksessä, jolloin etäisyyttä tieverkkoon arvioidaan yhdessä muiden tekijöiden kanssa ja muiden tekijöiden ollessa suotuisia etäisyys voi olla pitkäkin.



Kuva 25. Tuulivoimalan osien kuljetus tietä pitkin vaatii usein erikoiskuljetuksen. Painavat ja suurikokoiset osat asettavat vaatimuksia tieverkolle. Kuvalähde WinWind (2012)

Arviot tien rakentamiskustannuksista, joita on ajoittain käytetty myös kustannuslaskelmissa, vaihtelevat selvitysten välillä huomattavasti. Uuden tien rakentamisen tai vanhan perusparannuksen kustannuksiksi on arvioitu (Varsinais-Suomen tuulivoimaselvityksessä... (2011: 91–98) 10 000 €/km. Etelä-Suomen tuulivoimaselvityksen (2010) mukaan tien kustannukset ovat vain n. 20–30 % 110kV sähköverkon rakennuskustannuksista. Jos laskennassa käytetään edellisen kappaleen arviota 110 kV sähköverkon rakentamiskustannuksista (150 000 €/km), päästään hintaluokkaan 30 000–45 000 €/km. Jos huomioidaan myös verkkoon liittyminen, luku on vielä suurempi. Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksessä (2012: 19) on arvioitu tien vahvistamiskustannuksiksi 48 000 €/km ja tuulivoimapuiston sisäisen uuden tien tai maantieltä rakennettavan uuden liityntätien kustannuksiksi on arvioitu 80 000 €/km. Tien rakentamiskustannukset vaihtelevat myös hankekohtaisesti. Niihin vaikuttavat se,

minkälainen maaperä ja maasto on ja onko tarpeen rakentaa kokonaan uusi tie vai riittääkö, jos vanhaa tietä parannetaan tuulivoimalan osien kuljettamista varten.

Merituulivoiman tapauksessa etäisyyden huoltosatamasta pitää olla kohtuullinen. Oulun-Haukiputaan ja Kristiinankaupungin merituulivoimapuistojen YVA-selvityksien mukaan Pohjolan Voiman tuulivoimakriteereissä etäisyys huoltosatamasta pitää olla alle 20 km. (Oulun-Haukiputaan edustan... 2010: 40, Kristiinankaupungin edustan... 2010: 69).

Liikenneväylä on paitsi vetotekijä, myös ajoittain työntötekijä

liikenneturvallisuusmääräysten vuoksi. Liikenneviraston suosittelema tuulivoimalan turvaetäisyys pääteillä, joiden nopeusrajoitus on 100km/h tai enemmän, on 300 metriä maantien keskiviivasta. Turvaetäisyys perustuu etenkin tuulivoimalan lavoista irtoavan ja mahdollisesti tielle lentävän jään riskiin. Riskiarvion perusteella tuulivoimala voidaan sijoittaa lähemmäksi, mutta etäisyyden tulee olla vähintään tuulivoimalan kokonaiskorkeus (torni ja lapa) laskettuna yhteen maantien suoja-alueen kanssa.

Tuulivoimalan suojaetäisyys rautateistä on kokonaiskorkeus lisättynä 30 metrillä lähimmän raiteen keskilinjasta. Ratapihoilla tulee tehdä riskiarvio, jos etäisyys tuulivoimalaan on alle 500 metriä. Liitteenä on taulukko suoja-arvoista. Näiden arvojen lisäksi turvaetäisyydet vaikuttavat lentokenttien läheisyydessä rakennuskorkeuteen sekä laivareittien läheisyydessä. Liikenneturvallisuus vaikuttaa myös niin, että voimaloihin tarvitaan lentoestevalot lentoliikenteen vuoksi ja valot ja merkinnät merialueilla turvallisuussyistä (Tuulivoimaohje... 2012).

Lentoesterajoitteen mahdollistama rakennuskorkeus on 0–150 metriä 17 prosentissa potentiaalisista tuulivoima-alueista ja 0–200 metriä 35 prosentissa potentiaalisista

maakuntien tuulivoima-alueista (Klap 2012: 23). Finavian lentoesterajoitteet vaikuttavat siis monien potentiaalisten maakuntakaava-alueiden rakennuskorkeuteen. Finavian lentoesterajapinta-aineisto kuvaa rakennuksen mahdollisen korkeuden merenpinnasta. Tällöin rakennuskorkeuden arvioimiseksi täytyy tietää myös kohteen maanpinnan korkeus merenpinnasta. Sisä-Suomen tuulivoimaselvitykseen (2010) ja Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitykseen (2011) sisältyy kohteittainen rakennuskorkeus merenpinnasta. Usein lentoesterajoitteen lisäksi on myös tieto alueen korkeuden vaihteluvälistä, jolloin voi arvioida alueelle rakennettavien tuulivoimaloiden rakentamiskorkeutta (Kymenlaakson tuulivoimaselvitys 2010, Mannertuulialueet Satakunnassa, Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys 2012). Etelä-Suomen tuulivoima esiselvityksessä (2010) ei ilmeisesti huomioida lentoliikennerajoituksia, muuten kuin lentoliikennealueiden (LL) osalta. Uusitut energiavarat ja niiden sijoittuminen Pohjanmaalla (2010) selvityksen aineistona ovat lentokentät ja niiden suoja-alueet 500 metrin puskurilla, mutta selvityksessä ei ole tarkkoja tietoja lentorajoituksista kohteittain.

Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvityksen, Itä-Lapin ja Rovaniemen osuudessa on arvio, että tässä vaiheessa käytössä olevien aineistojen perusteella lentoesterajoitteet eivät merkittävästi rajoita rakentamista, osalla kohteista ne voivat kuitenkin rajoittaa korkeimpien voimaloiden rakentamista. Näistä kohteista on huomautukset. Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksen (2011: 81, 77) mukaan lentoesterajoitteet kattavat suuren osan suunnittelualuetta, erityisesti tuuliolojen kannalta edullisimmalla rannikkoalueella, ja niiden vaikutus rakennuskorkeuteen selvitetään jatkosuunnittelussa.

6.4. Tuulivoimalan perustamisolosuhteet ja tilantarve

Tuulivoimaselvityksissä on erilaisia arvioita tuulivoimalan tilantarpeesta. Yhteistä näille arvioille on se, että tuulivoimaloiden välinen etäisyys kasvaa suhteessa tuulivoimalan kokoon. 3 MW voimaloiden välimatkan suuruusluokka arvioiden ylärajalla on yli 500 metriä ja 5 MW voimaloiden välimatka on noin 1 km (Taulukko 7). Näiden tietojen perusteella voi karkeasti arvioida, kuinka monta voimalaa mahtuu tuulipuiston alueelle. Laskennallinen arvio on kuitenkin vain suuntaa antava ja tarkka arvio vaatii käytettävissä olevan pinta-alan sijaan suunnitelman voimaloiden sijoittelusta. Voimalan tehon/roottorinhalkaisijan ohella myös hanketyyppi vaikuttaa voimaloiden etäisyyksiin toisistaan. Suurin sijoittamistiheys on mantereella sekä tuulipuistoissa, joissa on vain vähän voimaloita. Voimaloiden väliset etäisyydet kasvavat suurimmiksi sijoitettaessa suurikokoisia voimaloita merialueelle laajoihin puistoihin, jolloin väljällä sijoittelulla vähennetään voimaloiden varjostusta toisiinsa ja huomioidaan se, että voimaloiden aiheuttaman turbulenssin tasoittuminen on merellä hitaampaa kuin mantereella (Ilmajoen-Kurikan tuulivoimapuisto... 2010, Tuulivoimaloiden sijoittelu 2012, Boverket 2009).

Taulukko 7. Tuulivoimaloiden tilantarpeen arvioita

Lähde	Tilantarve
Kymenlaakson tuulivoimaselvitys (2012) / Boverket (2009).	0,1–0,2 km ² /MW
Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys (2012) / Boverket (2009).	0,1–0,2 km ² /MW
Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys (2011)	Tuulivoimaloiden etäisyys n. 500 m (vähintään 5 voimalaa 3km ² alueelle)
Mannertuulialueet Satakunnassa (2011)	Tuulivoimaloiden etäisyys 500–700 m
Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys (2012)	500x500 m
Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2012)	3–5 MW voimaloiden etäisyys 400–1000 m
Suurhiekan merituulivoimapuisto... (2009)	Merelle rakennettaessa 3–5 MW voimaloiden etäisyys 700–1000 m
Tuulivoimaloiden sijoittelu (2012)	2MW voimaloiden etäisyys 400–500 m

Tuulivoimalan perustus on mahdollista tehdä kallion tai maaperän varaan. Tuulivoimaa ei kannata sijoittaa suolle tai muuten epävakaa alustalle. Tuulivoimarakentamista voikin verrata muuhun rakentamiseen, joka tarvitsee kantavan maaperän. (Laitinen 2011).

Tasainen alusta on parempi sijoituspaikka kuin rinne ja myös tuulivoimalan osien kuljettaminen on vaikeaa, jos tie on jyrkkä. Useissa ulkomaisissa tuulivoimaselvityksissä jyrkät alueet on rajattu pois tuulivoiman potentiaalisten sijaintipaikkojen joukosta.

Merellä tuulivoimalan perustamispaikkaan vaikuttavat eri tekijät kuin maalla. Helsingin kaupungin sijaintipaikkaselvityksessä vuodelta 2000 on seuraavia huomioita: Kun tuulivoimala rakennetaan luodolle, veden syvyyden on kasvettava nopeasti, jotta proomulla päästään riittävän lähelle luotoa. Jäiden vaikutus on syytä ottaa huomioon ja niiden

vaikutus on suurempi pieniin voimaloihin, kuin suuriin voimaloihin. Vedensyvyys vaikuttaa rakentamismahdollisuuksiin, samoin kuin pohjaolosuhteet. On tärkeää selvittää, minkälainen pohja alueella on. 1,5 MW laitoskoolla tuulivoimarakentamiselle suurin mahdollinen syvyys merellä on noin 10 m ja 2–2,5 MW laitoskoolla suurin mahdollinen syvyys on 15 m (Tuulivoimaloiden teknistaloudellinen... 2000: 35–36).

Tuulivoimatuotannolle soveltuvat alueet Merenkurkun ja Perämeren rannikko- ja merialueella -selvityksessä analyysiin sisältyvät alle 20 m syvyyden alueet.

(Tuulivoimatuotannolle... 2003). Julkisten selvityksen rajauskriteerit ja yritysten kriteerit voivat kuitenkin erota. Kristiinankaupungin merituulivoimapuiston YVA-selvityksen mukaan Pohjolan Voiman tuulivoimakriteerien perusteella syvyyden on oltava merialueilla 3–10 metriä (Kristiinankaupungin edustan... 2010). Matalimmat syvyydet eivät sisälly analyysiin siksi, että veneestä tehtävä asennus vaatii jonkin verran syvyyttä vesialueelle.

Tuulivoimalan tehot ovat nyt korkeampia, kuin 2000-luvun alussa ja nykyisin tuulivoimaa on rakennettu tai suunniteltu Euroopassa syvillekin alueille. Tekniikka mahdollistaa syvälle rakentamisen, mutta yli 30 metrin syvyydet ovat silti harvinaisia poikkeuksia tai testikäyttöön rakennettuja tuulivoimaloita. Eurooppaan rakennetut voimalat sijoittuvat suurimmalta osin alle 10 metrin syvyyteen. Tällöin kustannukset ovat pienemmät kuin syvään veteen rakentaessa. (Breton & Moe 2009: 648, Bilgili & Simsek 2011). Samasta syystä Suomessa matala syvyys on suositeltava, jos tuulivoimaa päädytään rakentamaan vesialueelle.

6.5. Tuulivoima-asenteet ja paikallinen vastustus

Tuulivoima herättää mielipiteitä puolesta ja vastaan eikä se ole asenne-neutraali aihe. Suomalaisten ovat kuitenkin keskimäärin suosiollista tuulivoimaa kohtaan. Esimerkiksi Energiategollisuuden energia-asenteet tutkimuksen mukaan 2011 suhtautuminen tuulivoimaan oli kaikista energiantuotantomuodoista suosiollisinta. 1500 kyselyn vastaajasta 89 % kannatti tuulivoiman lisäämistä ja vain 3 % olisi halunnut vähentää tuulivoimaa. Samassa kyselyssä esimerkiksi turpeen tuotantoa olisi halunnut vähentää useampi kuin lisätä (Energia-asenteet... 2012).

Positiivisen yleiskuvan alla on kuitenkin jakautumista sen positiivisiin ja negatiivisiin vaikutuksiin. Tuulivoiman vastustamisesta ja sen perusteluista, saa hyvin kuvaa adressit.com-sivun kautta, jossa on eriaiheisia adresseja. Siellä on muun muassa adressi, joka vastustaa tuulivoiman sijoittamista Kemijärven ympärillä oleville tunturialueille. Tuulivoiman epäsopivuutta perustellaan matkailusyillä, maisemahaitoilla ja meluhaitoilla. Allekirjoittajien mielestä Kemijärven viimeiset hiljaiset maisema-alueet tulisi säilyttää tuleville sukupolville luonnontilassa (Kemijärvellä järki käteen... 2010). Toinen adressi vastustaa kahdeksan tuulivoimalan sijoittamista Kustaviin. Adressissa oleva kommentti on kuvaava ”Huomaathan, että emme vastusta tuulivoimaa, mutta vastustamme tuulivoimaloiden sijoittamista herkkään ja uniikkiin saaristolaismaisemaan”. Perusteluna on myös se, että WWF:n mukaan Kustaviin ei tulisi rakentaa tuulivoimaa merikotkien poikastuotannon takia ja alueella on runsaslukuisesti vesilintuja (Kyllä tuulivoimalle – ei...2010).

Kolmas adressi vastustaa yli 30 tuulivoimalan rakentamista Maalahteen. Perusteluna on se, että 1 km etäisyydellä alueesta on 200 taloa. Suunnittelussa käytetty 500 metrin

turvaetäisyys on kirjoittajien mukaan riittämätön ja pitäisi käyttää 2 km etäisyyttä, sillä kyseessä on huomattavan suuria tuulivoimaloita. Tällä etäisyydellä voisi heidän mukaansa vähentää haittoja ihmisille kuten melua, varjostuksia ja vilkkumista. Tuulivoimalat ovat adressin mukaan sopimattomia ”luonnonkauniille ja kulttuurihistoriallisesti arvokkaalle” alueelle ja ne eivät sovellu maisemaan lähelle merta (Inga stora vinkraftsparker... 2010). Neljäs adressi vastustaa 60 tuulivoimalan sijoittamista Inkoon-Raaseporin alueelle. Adressin tekstissä on huomio: ”Emme vastusta tuulivoimaa yleensä, mutta vastustamme tuulimyllyjen sijoittamista Suomen herkkään ja uniikkiin saaristoon”. Adressi vaatii kyseisen hankkeen ympäristövaikutusten riittävän tarkkaa selvittämistä muun muassa Natura-alueiden läheisyyden takia ja halutaan tuoda tietäväksi päättäjille ja suunnittelijoille, ”miten paljon on haittaa muun muassa maisemalle, kalastukselle, linnustolle ja koko saariston herkästi haavoittuvalle ekologialle” (Inko-Raaseporin... 2009).

Adresseissa ilmaistun vastustuksen aluetasona ei ole koko Suomi ja vastustuksen perustelut liittyvät paikallisiin piirteisiin. Adresseissa ei perustella, että tuulivoima ei sopisi Suomeen yleisellä tasolla. Päinvastoin kirjoittajat korostavat, että tuulivoimaa vastustetaan tässä tapauksessa, mutta ei yleisesti. Allekirjoittajien määrä tämän työn tekohetkellä, on kaikissa adresseista satoja, kuitenkin alle tuhat siitä huolimatta, että adressit olivat olleet jo useamman vuoden internetissä. Voi kysyä kertooko tämä siitä, että adressit eivät saavuta kovin laajasti kannatusta kohdealueen ulkopuolelta. Suurissa hankkeissa on myös suhteellisesti enemmän allekirjoituksia, mikä tuntuu loogiselta, sillä ne koskettavat useampia ihmisiä. Se, onko hankkeen koon ja allekirjoitusten suhteutuminen toisiinsa yleinen trendi, vaatisi laajemman aineiston. Vertailun vuoksi satoja allekirjoituksia keränneisiin tuulivoima-adresseihin, esimerkiksi ydinvoima-aiheiset paikallisetkin adressit ovat usein keränneet tuhansia nimiä. Niin ikään koko Suomen kattavia tuulivoima-aiheisia

adresseja ei tekohetkellä löytynyt, mikä myös kertonee vastustuksen alueellisuudesta.

Useassa adressissa tärkeimpänä perusteena on luonnonolosuhteiden kuten lintujen säilyminen ennallaan, eikä niinkään haitta asukkaille. Niin ikään kaikissa tapauksissa ei vaadita ainoastaan hankkeen lopettamista, vaan vaihtoehtoisesti riittävän tarkkaa ympäristövaikutusten arviointia tai riittävää etäisyyttä asutukseen. Tuulivoima-asenteita voi luonnehtia niin, että tuulivoimaa ei haluta tiettyjen asioiden lähelle, mutta yleisemmällä tasolla suhtautuminen siihen on keskimäärin positiivista.

NIMBY (*Not in my backyard*) -ilmiö tarkoittaa sitä, että johonkin asiaan suhtaudutaan yleisellä tasolla positiivisesti, mutta sitä vastustetaan omassa lähiympäristössä. Se on ilmiö, joka on liitetty esimerkiksi voimalaitoksiin, kaatopaikkoihin ja alkoholistien asuntoloihin. NIMBY-käsitteen käytön ongelma on kuitenkin se, että se ei erottele vastustajien käyttämiä argumentteja, vaan niputtaa vastustuksen vapaamatkustajuudeksi yhteisen hyödykkeen tuottamisessa (Wolsink 2000: 52). Näiden tuulivoiman vastustamisen eri syiden huomiotta jättäminen, on yleinen kritiikin kohde puhuttaessa NIMBY-ilmiöstä tuulivoiman kohdalla. Epämääräisen tunnepohjaisen tai itsekkään NIMBY- vastustamisen sijaan tuulivoiman vastustamisen syitä ja motiiveja on pystytty erittelemään. Erityisesti maisemahaitta on tekijä, joka on monessa tutkimuksessa nostettu tärkeimmäksi tuulivoiman vastustamisen syyksi (Bergek 2010: 2358).

Maisemahaittojen ohella yleisiä kritiikin kohteita ovat melu ja varjot, kulttuuri- tai luonnonmaiseman tärvääntyminen, huolet vaikutuksista luontoon, omaisuuden arvon lasku sekä turvallisuus ja vaikutukset turismiin (katso tarkempi kirjallisuuskatsaus Bergek 2010). Satakunnan tuulivoimaselvitykseen liittyi kyselytutkimus, joka ei ollut maantieteellisesti rajattu ja johon vastasi 1894 ihmistä. Vastaajien useimmin mainitsema negatiivinen vaikutus oli maiseman muuttuminen, toisena tulivat äänivaikutukset ja melu ja kolmantena vaikutukset lintuihin ja lepakoihin, neljänneksi yleisin mainittu vaikutus oli auringon valon

vilkkuminen ja varjojen muodostuminen (Mannertuulialueet Satakunnassa Tuulivoimakyselyn analyysi 2011). Usein tuulivoimaa ei vastusteta siksi, että se olisi yksilölle epämieluisa, vaan siksi että ihmiset kokevat sen haitalliseksi yhteisölle (van der Horst 2007: 2713, Wolsink 2000: 53).

Tuulivoiman kannattajat väittävät usein, että tuulivoimaa vastustavat yksilöt eivät ole tarpeeksi informoituja ja ongelma on tiedon puutteessa. Aitkenin (2010: 1840) mukaan tämä kuitenkin yksinkertaistaa tilannetta. Tuulivoiman vastustajat voivat olla hyvin tietoisia tuulivoimaan liittyvistä yksittäisistä seikoista ja olla niistä huolestuneita. Asukkaiden kuuntelemisen suunnitteluvaiheessa ei tulisi olla vain vastustuksen heikentämistä ja pinnallista, vaan parhaimmillaan asukkaat voivat tuoda merkittäviä lisähuomioita asioihin, joita tulee ottaa huomioon tuulivoimaa toteutettaessa. Heillä on usein myös parhaat tiedot paikallisista olosuhteista. Jos tuulivoimatutkimus lähtee lähtökohdasta, että tuulivoimaa vastustavat ovat väärässä, se yksinkertaistaa ja toimii vallankäytön välineenä aidon vuorovaikutuksen sijaan.

NIMBY-ilmiön ymmärtäminen on tärkeää jo siksi, että jos sitä esiintyy laajamittaisesti, tuulivoimarakentaminen tulee kohtaamaan ennakoitua suurempaa vastustusta eri paikkakunnilla Suomessa. Vielä olennaisempaa on kuitenkin eritellä vastustuksen syitä ja miettiä, miten tuulivoiman mahdollisia haittoja saataisiin estettyä jo ennakolta. On olemassa tutkimusta siitä, minne ihmiset haluaisivat tuulivoimaa sijoitettavan. Näyttää siltä, että yleinen asenneilmapiiri tukee enemmän tuulivoiman sijoittamista merelle kuin maa-alueelle (Ladenburg 2008: 117, Mannertuulialueet Satakunnassa Tuulivoimakyselyn analyysi 2011: 14). Merelle sijoittaminen on kuitenkin kalliimpaa, joten moni rakentaja suosisi silti maa-alueita, jos mahdollista. Vaikka näyttääkin, että rakentaminen merelle kohtaa vähemmän vastustusta, se ei silti tarkoita ettei vastustusta ilmenisi. Esimerkiksi

tuulivoiman meluhaitat vähenevät sijoittamalla tuulivoimalat kauas merelle, mutta näkyessään rannalle, ne silti vaikuttavat maisemaan. Maisemavaikutukset taas arvotetaan monia muita vaikutuksia tärkeämmiksi (Haggett 2011). Tuulivoiman maisemakysymyksiä Suomessa on käsitelty Arja Lahtisen ja Kirsi Mäensivun Pro gradu –tutkielmassa (Lahtinen & Mäensivu 2011). Melko hyvin hyväksytty alue tuulivoiman sijoittamispaikaksi ovat teolliset ympäristöt (Mannertuulialueet Satakunnassa Tuulivoimakyselyn analyysi 2011). Kaatopaikat on myös ajoittain mainittu potentiaalisina tuulivoiman sijoituspaikkoina (Hänninen 2011). Olisikin tärkeää, että lainsäädäntö tukisi rakentamista teollisille alueille (Tuulivoimaa edistämään...2012).

Tanskassa on käytössä järjestelmä, jossa paikalliset usein omistavat osuuksia paikallisista tuulivoimaloista. Tutkimuksissa on selvinnyt, että osuuden omistaminen tuulivoimalasta lisää positiivisuutta tuulivoimaa kohtaan verrattuna ihmisiin, joilla ei ole sellaista (Krohn & Damborg 1999: 956). Vastaavia tuloksia on myös Skotlannista sekä Saksasta, joissa on myös jonkin verran paikallisesti omistettua tuulivoimaa (Warren & McFadyen 2010, Musall & Kuik 2011). Näyttää myös siltä, että tämä ei lisää vain paikallisen tuulivoiman tukea, vaan suhtautuminen tuulivoimaan yleisemminkin tulee positiivisemmaksi, kuin vertailualueilla. Paikallisten osallistuminen projektin kaikkiin vaiheisiin ja myös mahdollinen taloudellinen osallisuus onkin hyvä huomioida, jos tuulivoiman hyväksyttävyyttä halutaan parantaa.

Tuulivoima ei ainoastaan kohtaa paikallista vastustusta, vaan se voi kohdata myös paikallista kannatusta. Tuulivoima tuo verotuloja kuntiin, voi luoda positiivista imagoa alueelle, lisätä työpaikkoja ja se lisää paikallista uusiutuvaa sähköntuotantoa alueella. Motiva, Suomen tuulivoimayhdistys ja joukko alan yrittäjiä tekivät kyselyn tuulivoimapäättäjille. Kyselyyn vastasi 698 kunnanvaltuutettua (vastausprosentti 23 %) ja

103 tuulivoima-asioita käsittelevää virkamiestä (vastausprosentti 29 %). Kysyttäessä, miten suhtaudut teollisen kokoluokan tuulivoiman rakentamiseen kunnassanne: 35 % vastasi ottavansa aktiivisesti kantaa rakentamisen puolesta, 55 % suhtautuu rakentamiseen positiivisesti, mutta ei erityisen aktiivisesti, 8 % vastasi ettei aio edistää kunnassa ja 2 % vastusti rakentamista kunnassa. Toisin sanoen 90 % kyselyyn vastanneista kuntapäätäjistä suhtautui positiivisesti tuulivoimaan kunnassaan ja vain 2 % vastusti selkeästi. Vastustajien määrä on samaa luokkaa kuin Energiateollisuuden energia-asennetutkimuksessa, jossa 3 % ihmisistä halusi vähentää tuulivoimaa (Energia-asenteet 2011). Tuulivoiman vaikutus kunnan imagoon nähtiin pääosin positiivisena. Väittämän ”tuulivoimahankkeella on ollut positiivinen vaikutus kunnan imagoon” kanssa samaa mieltä oli 74 %, 14 % oli eri mieltä ja 12 % ei osannut sanoa. (Mikkonen & Laitinen 2011).

6.6. Luonnonympäristön suojelu

Tuulivoimalan vaikutusta luontoympäristöön säätelee luonnonsuojelulainsäädäntö. Jos tuulivoimala sijoittuu Natura 2000 alueelle tai sen läheisyyteen ja nämä arvot voivat heikentyä, täytyy tuulivoimalan vaikutukset arvioida. Lupaa ei saa myöntää, jos arvioinnin pohjalta näyttää siltä, että tuulivoimala heikentää suojeltuja luontoarvoja.

”Tuulivoimarakentamisen kannalta kriittisiä luontotyyppisiä ovat erityisesti lintujen elinympäristöt, merenalaiset ja merenrannan luontotyypit” (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012: 38). Erämaa-alueille rakentaminen taas ei käytännössä ole mahdollista, sillä teiden rakentaminen erämaa-alueille on kielletty (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012). Elinkeinoista tuulivoima voi vaikuttaa etenkin porotalouteen tai kalastukseen.

Maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksissä on lähes säännönmukaisesti suljettu pois Natura ja luonnonsuojelualueet potentiaalisten tuulivoima-alueiden joukosta Poikkeuksena on Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen... (2010: 9) -selvitys, jonka mukaan Natura-alueille voi sijoittaa toimintaa, joka ei heikennä niitä luontoarvoja, joiden vuoksi alue on Naturaan sijoitettu. Tarkempien selvitysten jälkeen Natura-alueelle on ehkä mahdollista sijoittaa tuulivoimaa. Samankaltainen kommentti on myös Sisä-Suomen tuulivoimaselvityksessä (2011). Satakunnan ja Pohjanmaan tuulivoimaselvityksissä on päädytty käyttämään 500 metrin etäisyyttä Natura-alueisiin. Tämä on muutenkin varsin usein käytetty suojaetäisyys. Kymenlaakson selvityksessä Natura-alueet on rajattu pois ja etäisyys katsotaan tapauskohtaisesti. Suurin rajaetäisyys luonnonsuojelualueeseen on Satakunnan tuulivoimaselvityksessä, jossa se on 1km, Pohjanmaan selvityksessä taas 200–500 metriä. Kymenlaakson tuulivoimaselvityksessä (2010) ja Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen...(2010) -selvityksissä ei ole käytetty metrimääräisiä etäisyyksiä, vaan on rajattu luonnonsuojelualueet pois ja niitä tarkastellaan myöhemmin tapauskohtaisesti.

6.7. Tuulivoimaloiden vaikutus lintuihin ja lepakoihin

Tuulivoiman vaikutus lintuihin nousee usein keskusteluun. Tuulivoiman vaikutus lintujen kuolleisuuteen on pienempi kuin useilla muilla ihmisen rakentamilla kohteilla.

Tieliikenteessä arvioidaan kuolevan Suomessa vuosittain 4,3 miljoonaa lintua (Manneri lajia. Laskettuna per vuosi, yhtä turbiinia kohti lintuja kuoli alle yksi per vuosi. Lisäksi ehkä vielä merkittävämpänä tietona sähköverkon alueelta löytyi kahden päivän tutkimuksissa yli 120 lintua (Bevanger ym. 2009). Sähköjohtojen merkitys on tuotu esiin myös ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2012) –ohjeistuksessa, jossa todetaan että ”Törmäyksiä lisää huomattavasti tuulipuiston sähköverkon rakentaminen ilmajohdoiksi, minkä takia tuulivoimaloiden alueen sisäiset sähköyhteydet suositellaan rakennettavaksi maa- ja merikaapelina ilmajohdojen sijaan”.

30 USA:n tuulipuiston tiedoista tuloksiksi saatiin, että tuulivoimalaa kohden lintuja on kuollut keskimäärin 0–5 per vuosi, vaihdellen voimaloiden välillä. Ainoat tilanteet, joissa tuulivoimalan luota on löydetty yli kolme kuollutta lintua yhtä yötä kohti, ovat olleet tilanteissa, joissa huomiovalona on ollut jokin muu valo kuin vilkkuva punainen lentoestevalo. Vilkkuvan punaisen valon ja kokonaan valottoman tuulivoimalan välillä ei ollut merkittävää eroa. Suhteellisesti enemmän kuolleita lintuja on löytynyt alueilta, joilla tiedetään olevan lintujen muuttoreittejä (Kerlinger ym. 2010).

Tuulivoimaloiden lintuhaittojen estämiseksi (Koistinen 2004: 29–30) on ehdotettu esimerkiksi seuraavia keinoja: tuulivoimaloiden sijoittaminen lintujen tärkeimpien muuttoreittien ulkopuolelle, tuulivoimaloiden sijoittaminen sellaisten alueiden ulkopuolelle, joilla on poikkeuksellisen suuria lintumääriä tai pesiviä uhanalaisia lintuja. Korkeita valolla varustettuja säämastoja kannattaa välttää ja sen sijaan sijoittaa tuulimittarit

tuulivoimalaan tai matalaan torniin. Tuulivoimalan valaisu kannattaa rajoittaa lentoestevaloihin. Koko tornin valaisu lisääisi riskiä selvästi. Itse tuulivoimalan lisäksi pitää huomioida muuntajan tai sähköverkon vaikutukset lintuihin. Avomuuntajan käyttöä kannattaa välttää. Mielenkiintoinen huomio on myös se, että muuttolintujen määrät ovat Pohjois-Suomessa pienempiä, joten suhteessa sijoittaminen esimerkiksi Etelä-Suomeen on lintujen kannalta huonompi ratkaisu kuin sijoittaminen Lappiin. Tämän merkitys on kuitenkin pienempi kuin, sillä minkälaiset valot voimalassa on.

Lintulaskentoja tekemällä voi arvioida tuulivoiman vaikutusta läpimuuttaviin tai alueella oleskeleviin lintuihin. Teknisten valintojen vaikutus tuulivoimalan aiheuttamaan riskiin linnuille selviää käyttämällä erilaisia laskennallisia kertoimia, kun ensin tiedetään tuulivoimalan lähellä liikkuvien lintujen määrä (tarkemmin Koistinen 2004).

Linnustovaikutuksista saadaan tietoa ympäristövaikutusten arvioinnissa, sidosryhmiltä kuten Birdlifelta, lintutieteellisiltä yhdistyksiltä, paikalliselta luonnonsuojeluyhdistykseltä tai WWF:ltä. Usein linnustovaikutukset selvitetään erikseen lintulaskennoilla muuttoaikoina.

Yksittäisen tuulipuiston sisällä on huomattavia eroja turbiinien välillä siinä, kuinka moni lintu törmää niihin. Linnut käyttävät tiettyjä jyrkän teitä lentoonlähtöpaikkoina. Jos tuulivoimala on lintujen nousuun käyttämän jyrkän teen lähellä, ovat linnut suuremmassa vaarassa. Tämä huomio tehtiin Espanjassa korppikotkien kohdalla (Barrios & Rodríguez 2004). Samassa tutkimuksessa tyypillinen törmäyspäivä oli vähätuulinen talvikuukauden päivä, jolloin linnut käyttävät lentoon lähtöön nousuvirtausten sijaan jyrkännettä.

Merikotkan pesintäalueet vaikuttavat tuulivoimaloiden sijoittamiseen erityisesti rannikkoalueilla ja sisältyvät usein tuulivoimaselvityksen analyysiin (Varsinais-Suomen

tuulivoimaselvitys...2011, Mannertuulialueet Satakunnassa 2011). Tuulivoimahankkeen rakentaminen on myös pysähtynyt merikotkien vuoksi (Lapintie 2010). Tuulivoimalaan törmääminen on uhkana erityisesti isoilla leveäsiipisillä linnuilla, kuten petolinnuilla. Törmäysriskin lisäksi tuulivoimala voi vaikuttaa muuttoreittien siirtymiseen tai estää lepapaikkojen käytön, sillä erityisesti muuttolinnut välttävät ruokailemista tuulivoimaloiden läheisyydessä tai niiden välissä. Pesivät linnut ja säännöllisesti vierailevat linnut tottuvat hieman paremmin tuulivoimaloihin (Madsen 2008).

Tuulivoima-alueiden rajauksia linnustovaikutusten perusteella on tehty käyttäen seuraavia paikkatietoaineistoja:

*Merikotkien ja muiden petolintujen pesintäpaikat / WWF/ELY

*IBA – Important Bird Areas / Birdlife/SYKE

*FINIBA- Finnish Important Bird Areas /Birdlife/SYKE

Puskurivyöhykkeenä merikotkiin on käytetty useimmiten 2 km (Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitys...2011, Mannertuulialueet Satakunnassa 2011). Rajaetäisyytenä FINIBA-alueisiin on käytetty Mannertuulialueet Satakunnassa (2011) -selvityksessä 800 metriä ja Uusiutuvat energiavarat ja niiden sijoittuminen Pohjanmaalla (2010) -selvityksessä 500 metriä. Ajoittain selvityksissä on myös rajattu nämä alueet pois ilman rajaetäisyyttä. IBA-alueet sisältyvät pääosin FINIBA-alueisiin. Tärkeillä linnustoalueilla on usein päällekkäisyyttä luonnonsuojelualueiden kanssa.

Lintujen lisäksi tuulivoimaloiden vaikutus lepakoihin on kasvava tutkimusteema. Ei voi sanoa, että maakuntien selvitysten kriteereissä huomioitaisi erityisesti lepakoita. Tämä on myös perusteltua, sillä tietoa aiheesta on vähän. Yleisemmällä tasolla lepakkovaikutukset on kuitenkin mainittu useissa selvityksissä (Varsinais-Suomen... 2011: 9, Pohjois- ja Keski-

Pohjanmaan... 2011: 75, Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys, Länsi-Lappi 2011: 45).

Lepakkovaikutukset voi selvittää myös ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä.

Suunnitteilla olevissa hankkeissa onkin usein vaadittu lepakkoselvitystä.

Tuulivoimaselvitysten laajin katsaus lepakoihin, ainakin tutkimusviitteiden määrällä mitattuna, on Satakunnan selvityksessä. Siinä todetaan, että suurin riski lepakoille on 2–6 m/s tuulennopeudella. Lepakot ovat aktiivisimmillaan tuulivoimaloiden läheisyydessä ensimmäisten tuntien aikana auringonlaskun jälkeen sekä viimeisten tuntien aikana ennen auringonnousua (Mannertuulialueet Satakunnassa 2011: 17–18).

Erityisesti lepakoille ovat vaarallisia hiljaa pyörivät tuulivoimalan lavat muuttoaikana. Baerwald ym. (2010) tutkimuksessa huomattiin, että lepakkokuolleisuus väheni selvästi rajoittamalla tuulivoimalan pyörimistä alhaisilla tuulennopeuksilla muuttoaikana, niin että lapojen pyöriminen ja tuulivoimalan sähköntuotto käynnistyy vasta tuulennopeuden kasvaessa normaalin käynnistysnopeuden yli. Jos se on teknisesti mahdollista, tämän nopeuden rajoituksen voi rajoittaa vain yöaikaan, jolloin lepakot ovat aktiivisia. Tästä kertyy tuulivoimalan omistajalle kustannuksia. Kustannukset ovat kuitenkin kohtuullisia, sillä tuulivoimalan tuotto on suurinta korkeilla tuulennopeuksilla, jolloin lepakkokuolleisuus on taas suhteellisesti pienempää.

Johnson ym. (2003) tutkivat USA:ssa 8 kuukauden tutkimusjaksolla lepakkojen kuolleisuutta tuulivoimaloiden lähellä. Koko tutkimusjakso oli maaliskuusta lokakuuhun, mutta siihen sisältyvällä kolmen kuukauden ajanjaksolla heinäkuun 16 päivän ja syyskuun 15 päivän välillä löytyi 96 prosenttia kuolleista lepakoista. Samoin kuin Baerwald ym. (2010) tutkimuksessa, näyttää siltä että tuulivoimaloihin osuvat muuttavat, eivätkä vakituisesti alueella asuvat lepakot. Tällöin sijainnin näkökulmasta olisi olennaista tietää, missä lepakkojen muuttoreitit ovat.

6.8. Tuulivoimaloiden melu ja etäisyys asutukseen

Aerodynaamista tuulivoimaloiden lavoista tulevaa melua pidetään yleisesti tärkeimpänä melutekijänä. Tämä melu syntyy tuulivoimalan lapojen ja rungon ohittaessa toisensa ja tuulen ja tuulenpyörteiden osuessa tuulivoimalan pyörivään lapaan. Tuulivoimalan runko johtaa värähtelyä, jolloin merituulivoiman tapauksessa rungon kautta ääntä voi kulkeutua veteen. Tuulivoimalan tekniikasta esimerkiksi vaihteista ja generaattorista tulee melua, mutta sen rajoittaminen on ollut helpompaa kuin aerodynaamisen melun. Yksittäisillä innovaatioilla, esimerkiksi vaihteettomalla generaattorilla, voidaan vaikuttaa paljonkin meluun. Tuulivoimalan lapojen tuotekehitys vaikuttaa meluun tulevaisuudessa. Muita teknisluonteisia keinoja tuulivoimaloiden melun hallintaan ovat tuulivoimaloiden hetkellinen pysäyttäminen sekä tuulivoimalan pyörimisnopeuden rajoitus, jolloin hetkellisesti voimistuvia häiritseviä ääniä saadaan rajoitettua. Yleisellä tasolla tuulivoimalan sisältä kantautuvan melun katsotaan olevan vähemmän häiritsevä kuin lavoista tuleva melu. Tuulivoimalan lapojen kiinnityskohdan melutaso on vähäisempi kuin itse lapojen (Oerlemans et al 2007).

Maaston korkeuserot, maanpinnan materiaalit ja kasvillisuus vaikuttavat melun etenemiseen. Kasvillisuus ja pehmeä maa vaimentavat melua. Vesialueella melu vaimentuu vähemmän kuin maalla. Hetkelliseen äänenvoimakkuuteen vaikuttaa lisäksi ilman lämpötilaprofiili ja ilmankosteus, jotka vaikuttavat äänen kulkusuuntaan ja vaimentumiseen. Tuulivoimalasta tiettyyn pisteeseen kantautuva äänenvoimakkuus riippuu siis myös säätekijöistä ja pidemmän ajan keskiarvo ilmastotekijöistä. Erityisen hyvin ääni kulkeutuu myötätuulussa tai kun on inversiotilanne. Normaalioloissa lämpötila laskee korkeuden kasvaessa, jolloin ääni taittuu ylöspäin sen kulkiessa kauemmaksi. Ylöspäin kääntyvä ääni ei heijastu maanpinnasta ja niinpä ääni ikään kuin häviää ilmaan etäisyyden

kasvaessa. Inversiotilanteessa lämpötila taas nousee korkeuden kasvaessa, jolloin äänen etenemissuunta kaartuu alaspäin ja ääni etenee kauemmaksi heijastuen vedestä tai maasta. (Uosukainen 2010: 20–25). Heijastusvaikutusta voisi verrata veteen heitettävään leipäkiveen, joka hyppii kauemmaksi pitkin vedenpintaa. Tuuliruusu kuvaa tuulensuuntien vaihtelua ja se toimii myös apuvälineenä arvioitaessa, mihin tuulivoimalan ääni useimmin kulkeutuu tuulen mukana (Pihlainen 2009: 13). Erilaiset sääolot täytyy ottaa huomioon erityisesti arvioitaessa melun maksimiarvoja tietyssä pisteessä. Tuulivoimaloiden lukumäärän kasvu lisää melua. Jos on uhkana, että tuulipuistoon sijoitettavat voimalat aiheuttavat liian suuria meluhaittoja asutukselle, voidaan rakentaminen aloittaa asutuksen kannalta kauimmaisesta nurkasta ja tehdä melumittauksia jo valmistuneista voimaloista ennen rakentamisen jatkamista.

Suomessa tuulivoimaloiden melua ohjataan valtioneuvoston päätöksellä melutason ohjearvoista (1992). Kyseessä on yleissäädös, joka antaa ohjearvot myös muulle kuin tuulivoimaloista tulevalle melulle. Säädöksen sisältö on hyvin tiivistetty oheiseen ympäristöministeriön taulukkoon 8.

Taulukko 8. Yleiset melutason raja-arvot. (Melutason ohjearvot 2011)

	Melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso), L_{Aeq} , enintään	
	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
Ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45-50 dB ^{1) 2)}
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ³⁾
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

1) Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.

2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Taulukon 8 mukaisesti yömelun ohjearvot ovat tiukemmat kuin päivällä kuuluvan melun, jolloin siihen pitää kiinnittää erityistä huomiota. Tuulivoimaloiden tapauksessa yömelua on melko vaikea kontrolloida, toisin kuin teollisuudessa yleensä ja melutaso saattaa olla yöllä päivää korkeampi. Usein sovellettavat melutason ohjearvot ovat päivällä 45 dB ja yöllä 40 dB, sillä tuulivoimalat sijoitetaan usein taajamien ja niiden välittömän läheisyyden ulkopuolelle esimerkiksi loma-asutusalueelle. Sijoittaessa tuulivoima lähelle vakinaista asutusta tai taajamiin, ohjearvot ovat 55 dB ja 50 dB. Tosin uusilla asuinalueilla ohjearvo on 45 dB. (Melutason ohjearvot 2011, valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 1992). Taajamien korkeampia melun raja-arvoja voi perustella sillä, että taajamissa ja teollisuusalueilla yleinen melutaso on korkeampi. Tuulivoimalan melu hukkuuikin helposti

esimerkiksi liikennemelun alle. Pedersen ym. (2010: 2526) mukaan liikennemelu tekee merkittävän maskin tuulivoimaloiden äänelle. Tämä kuitenkin tapahtuu vain 35–40 dB äänenvoimakkuuksilla ja liikenteen melun ollessa noin 20 dB korkeampi. Toisin sanoen liikennemelun ollessa 55–60 dB ja tuulivoimamelun ollessa 35–40 dB tuulivoiman äänihaitat kokijalle vähenevät ja liikenteen melu on dominoiva ääni. Lainsäädännössä määritellyn melun raja-arvon ollessa taajamissa hieman korkeampi kuin loma-asumisalueilla, voi tuulivoimalat kaupunkialueella sijoittaa hieman lähemmäksi asutusta kuin mökkialueella, jossa veden läheisyys lisää myös usein äänen kantavuutta.

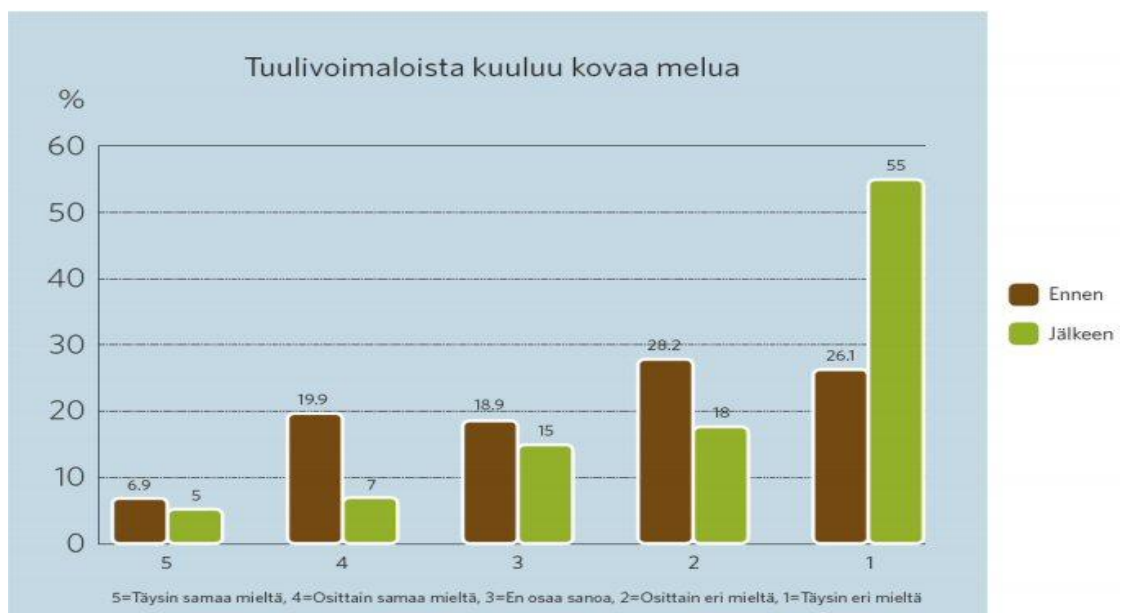
Suunnittelussa on usein käytetty rajaetäisyytenä vähintään 500 metrin etäisyyttä lähimmästä rakennuksesta. (Tammelan-Jokioisten...2011, Pitkänen 2011, Kristiinankaupungin...2010, Oulun-Haukiputaan... 2010). Tarkka etäisyys ja tuulivoimaloiden sijoittelu on usein täsmennetty melumallinnusten perusteella. Ajoittain suunnittelussa on käytetty jo valmiiksi korkeampaa suojaetäisyyttä, esimerkiksi Varsinais-Suomen liiton selvityksessä käytettiin etäisyytenä noin yhtä kilometriä. (Varsinais-Suomen...2011). Tuulivoimaloita on rakennettu jopa alle 500 metrin päähän rakennuksista. Tätä ei kuitenkaan voi pitää suositeltavana. Jos melu menee yli sille asetetuista rajoista, voidaan toiminta joutua lopettamaan. Inkooseen oli lehtiutisen mukaan rakennettu kolme tuulivoimalaa, joista yksi oli 200 metrin päässä lähimmästä rakennuksesta. Vuoden aikana lupaehdoissa määritelty desibeliraja ylittyi 10–20 kertaa, jonka seurauksena rakentaja päätti siirtää kaksi tuulivoimalaa toiselle paikkakunnalle (Saavalainen 2005).

Rajatapauksissa on teknisiä mahdollisuuksia vaikuttaa meluun. Voimalan toimintaa voidaan rajoittaa tietyillä ennalta määritetyillä tuuliolosuhteilla, kun halutaan estää hetkellisesti liian voimakkaaksi voimistuva melu. Oma keskustelunsa on se, ovatko raja-arvot riittäviä estämään meluhaitat. On mahdollista, että vaikka tuulivoiman rakentaminen on lainsäädännön näkökulmasta hyväksyttävää, se aiheuttaa silti hieman haittaa asukkaille.

Onkin kritisoitu, että raja-arvot ovat korkeampia kuin häiritseväksi koettu tuulivoimalan melutaso. Tuulivoimalan melun suhteellista häiritsevyyttä pidetään suurempana kuin autoliikenteen tai rautatien, vaikka äänenvoimakkuus on usein hiljaisempi (Uosukainen 2010: 7,29). Ympäristöministeriön julkaisemassa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2012) -ohjeistuksessa todetaan, että tuulivoimarakentamisesta saatujen kokemusten ja melun häiritsevyytustutkimusten perusteella on todettu, että melutason ohjearvojen käyttäminen johtaa liian suureen meluhäiriöön. Oppaassa ehdotetaan käytettäväksi matalampia ohjearvoja suunnittelussa: asumiseen käytettävillä alueilla 45db päivällä ja 40db yöllä ja loma-asutusalueilla taajamien ulkopuolella 40 db päivällä ja 35 db yöllä. Valtioneuvoston asetuksen ja ympäristöministeriön ohjeistusten eri arvot ovat omiaan sekoittamaan tilannetta käynnissä olevien hankkeiden osalta.

Tuulivoimaloiden melun häiritsevyyttä lisää, jos melun kokija näkee tuulivoimalan ja etenkin jos hän sen lisäksi suhtautuu siihen negatiivisesti. Jos tuulivoimala ei ole näkyvässä, mutta melu kuuluu silti, siihen kiinnittää vähemmän huomiota ja se koetaan vähemmän häiritseväksi. Taustamelun puuttuessa tuulivoimalan melun merkitys korostuu. Vastaavasti esimerkiksi vilkkaan tien varressa tuulivoimalan ääni voi hukkuu muuhun voimakkaampaan ääneen (Pihlainen 2009: 21–22). Kellonaika vaikuttaa melun häiritsevyyteen, sillä illalla häiritsevä melu voi aiheuttaa nukkumisvaikeuksia. Yöllä myös tuulee usein enemmän, joka johtaa voimakkaampaan ääneen, taustamelu on vähäisempää ja on useammin inversiotilanne, jotka kaikki lisäävät melun kokemusta (Uosukainen 2010: 30). Melun kokeminen on myös varsin yksilöllistä.

Arviot riittävästä etäisyydestä asutukseen vaihtelevat joistain sadoista metreistä muutamiiin kilometreihin. Riittävää etäisyyttä asutuksesta on kuitenkin vaikea kuvata metrimääräisenä yleisenä absoluuttisena arvona. Tämä johtuu siitä, että meluhaittaan vaikuttavat useat eri tekijät: tuulivoimalan malli, tuulen voimakkuus, vuorokaudenaika, taustamelu, tuulensuunta, ilman kosteus, maastoesteet ja kasvillisuus tai vedenpinta. Meluhaittaan vaikuttavat myös yksilöllinen herkkyys melulle ja se kokeeko tuulivoiman häiritsevänä sekä äänieristys. Tuulipuistoista tulee isompi kokonaismelu kuin yksittäisestä voimalasta. Tällöin rakentaminen kannattaa aloittaa tuulipuiston voimaloista, jotka ovat kauimpana rakennuksista ja seurata melutilannetta.



Kuva 27. Tuulivoimaloiden melu hankepaikkakunnilla ja alueilla, joilla on tuulivoimasuunnitelmia. (Tuulivoima ja asenteet hankepaikkakunnilla 2010)

Tuulivoimaloiden melu ohjaa voimaloiden sijoittamista, erityisesti asutuksen lähellä. Tämä johtuu paitsi lainsäädännön vaatimuksista, myös ihmisten kokemasta haitasta ja osin myös ennakkoluuloista. Mahdollisia ennakkoluuloja kuvaa kuva 27, joka on Motivan ja VPD Finlandin tekemästä asukaskyselystä hankepaikkakunnilla.

7. Johtopäätökset / Suositukset

Suurimittainen tuulivoimarakentaminen vaatii tarkempaa selvitysten tekemistä ja kaavoitusta kuin pientuulivoima. Tämä on perusteltua, sillä yli 100 metriä korkeat tuulivoimalat ovat merkittäviä rakennuskohteita, jotka vaikuttavat ympäristöönsä. Vesialueella sijaintiin vaikuttavat jää, merenpohjan laatu, syvyys sekä aluksesta käsin tehtävät rakentamis- ja huoltomahdollisuudet ja tarvitaan vesilupa. Suomessa on suunnitteilla merituulivoimaa vähemmän kuin maalle rakennettavaa tuulivoimaa, mutta hankkeiden keskikoko on huomattavasti suurempi. Tällä hetkellä tuulivoimatoimijat suhtautuvat skeptisesti tuulivoiman rakentamiseen suuressa mittakaavassa vesialueille lähivuosina, ellei tukipolitiikassa tapahdu merituulivoimaa suosivia muutoksia.

Maalla haasteena on riittävän tuulisten alueiden löytäminen. Tuulivoima sijoittuu usein rannikolle, tuntureille tai suurten järvien rannalle, joissa on hyvät tuuliolot. Sekä maakuntien liittojen selvityksissä että yksityisten toimijoiden tuulivoimahankkeissa on nähtävissä, että Suomen tuulivoima keskittyy rannikolle. Tällöin alueilla on usein tiheää asuinrakentamista, jolloin asukkaiden huomiointi on tärkeää. Rakentamisessa haasteena on löytää sijainteja, jotka ovat kauempana asutuksesta, mutta kuitenkin hyvien tuuliolojen alueella ja riittävän lähellä soveltuvaa sähköverkkoa ja teitä.

Linnustovaikutukset ovat tärkeä teema Suomen tuulivoimakeskustelussa. Maakuntien liittojen tuulivoimaselvitykset huomioivat linnut varovaisuusperiaatteella. Tuulivoima ei sijoitu tärkeimpien linnustoalueiden (IBA/FINIBA) alueelle. Selvitykset huomioivat myös suojelualueet ja yksittäisten lajien pesätiedon. Sidosryhmäyhteydenpito huomioi usein aihetta tuntevia luonnonsuojelu- ja lintuharrastejärjestöjä. Selvitysten välillä on kuitenkin eroja näiden tekijöiden suojavyöhykkeiden suuruudessa sekä ajoittain myös muuttujissa tai

analysointitavassa. Lintualueet voi joko sulkea pois tai huomioida tapauskohtaisesti tai pisteyttämällä.

On rakentajan edun mukaista selvittää tuulivoimahankkeen lainsäädännölliset esteet tai muut riskit mahdollisimman aikaisin. Muuttuva lainsäädäntö aiheuttaa usein haasteita. Yksittäiset tuulivoimahankkeet ovat keskeytyneet Suomessa merikotkien, puolustusvoimien tutkavaikutusten, liikenteen turvallisuusrajoitusten ja ympäristöluvan arvot ylittävän meluhaitan takia. Muita tyypillisiä riskejä ovat poliittiset riskit tuulivoiman tukien muutoksissa, se ettei kunta anna suostumusta kaavoitukseen ja asukkaiden vastustus esimerkiksi kesämökkien lähellä. Asukkaiden vastustaminen on useiden ulkomaisten tutkimusten mukaan vähentynyt, kun lähialueen asukkaat ovat saaneet taloudellista hyötyä tuulivoiman rakentamisesta. Näitä toimintamalleja olisi syytä kehittää myös Suomessa. Tuulivoimalan tekniikka vaikuttaa myös mahdollisuuksiin haittojen minimoimisessa. Lapalämmitys vähentää kertyvää jäätä, jolloin voimala voidaan mahdollisesti sijoittaa lähemmäs liikennettä. Voimala on mahdollista pysäyttää tai tehoa rajoittaa ennalta suunnitellusti tilanteissa, joissa se aiheuttaa varjojen välkettä, normaalia voimakkaampaa ääntä tai potentiaalisia lepakko- tai lintuvaikutuksia. Sijaintipaikan tarkan harkinnan tulisi kuitenkin olla ensisijainen keino tuulivoimalan ympäristövaikutusten hallintaan ja teknisten keinojen toissijainen.

Lainsäädäntö asettaa omat vaatimuksensa ja johtaa käytännössä siihen, että muun muassa luonnonsuojelualueet, Natura-alueet, muinaismuistot, valtakunnallisesti tärkeät rakennetut ympäristöt ja valtakunnallisesti tärkeät maisema-alueet pitää jättää tuulivoimarakentamisen ulkopuolelle. Rajanveto ei ole kuitenkaan aivan näin kirkasta, sillä teoriassa tuulivoima soveltuu sellaisille Natura-alueille, joiden suojeluperusteita se ei uhkaa. Natura-alueelle on kuitenkin käytännössä korkea kynnyks sijoittaa tuulivoimaa. Etäisyys Natura-alueeseen

kannattaa harkita sen luontoarvojen perusteella ja käyttää suhteellisesti suurempaa suojavyöhykettä linnustoperusteilla suojeltuihin Natura-alueisiin. Liikenneturvallisuus asettaa myös haasteita. Raja-arvot säätelevät rakentamista teiden tai rautateiden tai lentoliikenteen turva-alueille. Turvallisuusohjeet ovat tuulivoimaselvitysten tekoaikaan olleet muutosprosessissa, siksi niitä ei ole huomioitu maakuntien tuulivoimaselvityksissä etenkin tieliikenteen ja raideliikenteen osalta. Poikkeuksena tästä on Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys (2012), joka uusimpana sisältää nämä tiedot. Tuulivoimaselvitysten tiedot lentoliikenteen huomioimisesta jättävät myös hieman toivomisen varaa tarkkuudessa ja on teoriassa mahdollista että kaavoitusprosessiin päätyy esimerkiksi Etelä-Suomessa alueita, joilla on lentoliikennerajoituksia voimassa.

Useilla sidosryhmillä on intressejä tuulivoiman sijoittamiseen. Näitä sidosryhmiä ovat esimerkiksi asukkaat, sähköverkkoyhtiöt, energiayhtiöt, luonnonsuojelu- ja lintujärjestöt, puolustusvoimat, ELY-keskus, TRAFI, alueen kunnat ja läheiset maakuntien liitot. Näiden toimijoiden konsultointi on myös tuulivoimaselvitystä tekevän intressien mukaista, sillä sidosryhmillä on omalta osaamisalueeltaan tuulivoiman sijaintiin vaikuttavaa tietoa. Sidoryhmien huomiointiin on erilaisia keinoja. Tuulivoimaselvityksissä käytettyjä menetelmiä ovat ennakkokysely, laaja eri intressiryhmiä sisältävä ohjausryhmä, puhelinhaastattelut, erilliset kohdennetut tapaamiset, yleisötilaisuudet ja lausuntokierros. Mainitsemisen arvoinen esimerkki on Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan tuulivoimaselvityksen ennakkokysely, jonka avulla selvisi tuulivoimayritysten alueelle suunnittelemat hankkeet ja kuntien ja muiden tahojen näkemyksiä siitä, millä perusteilla tuulivoimaa tulisi sijoittaa. Tuulivoiman sijoittamiseen vaikuttavat lukuisat tekijät. Tällöin laajalla ohjausryhmällä voidaan välttää selvityksen puutteita. Lausuntovaiheessa aiemmin valittuja kriteerejä on korkea kynnys muuttaa, ja siksi eri tahojen konsultointi tulisi ajoittaa jo aikaiseen vaiheeseen selvitystä. Sidoryhmäyhteydenpito edistää myös uuden tiedon ja

ohjeistusten käyttöä sekä hyvien käytäntöjen leviämistä.

Ei ole yhtä oikeaa tapaa määrittää tuulivoimalan sijaintipaikkaa, vaan eri selvitysten tekijät käyttävät eri kriteerejä ja erilaisia raja-arvoja tai laskukaavoja. Tuulivoiman sijoittamisessa on kaksi kilpailevaa tendenssiä. Hyödyn maksimoinnin näkökulmasta tarvitaan kustannustehokkuutta. Tämä edellyttää laajojen, korkean keskituulennopeuden alueiden kaavoittamista, joilta on helppo saada maata käyttöön ja jotka ovat lähellä sähköverkkoa ja sähköasemia sekä teitä. Haittojen minimoiminen taas johtaa tuulivoiman sijoittamiseen kauas kohteista, joille siitä arvotetaan koituvaksi haittaa, kuten taajamia, arvokkaita kulttuuriympäristöjä ja petolintujen pesiä. Usein hyödyn maksimointi ja haittojen minimointi ovat ristiriidassa, jolloin niin kaavoittaja kuin rakentajakin arvottaa näitä molempia tavoitteita. Tuulivoimaselvityksen tekijä poistaa usein ensin alueet, joille tai joiden läheisyyteen tuulivoimaa ei haluta kaavoittaa. Kun hän on poistanut ”ei-alueet”, jäljelle on jäänyt edelleen laajoja alueita. Näiden alueiden vertailu on mahdollista teknistaloudellisen analyysin/pisteytyksen avulla, joka ratkaisee tuulivoimatuotannon ja kustannustehokkuuden näkökulmasta parhaat alueet. Tämän jälkeen selvityksen laatija tarkastelee vielä tapauskohtaisesti näitä parhaiten soveltuvia alueita. Tapauskohtainen tarkastelu tuo alueista lisätietoa, joka tarkentaa kaavoitusta ja mahdollistaa alueiden tarkemman vertailun.

Ympäristöministeriön maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksiin liittyvän tiedotteen (Valtakunnallinen yhteenveto... 2011) mukaan selvityksissä käytetyt kriteerit ovat olleet hyvin yhtenäisiä. Kriteereissä onkin paljon yhteneväisyyksiä ja raja-arvojen vaihtelu on asettunut pienelle vaihteluvälille. Selvitykset kuitenkin eroavat toteutustavoiltaan muun muassa siten, että joissain selvityksissä on pääsääntöisesti annettu rajaetäisyysarvot (Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan... 2011) ja joissain on pääsääntöisesti oltu

antamatta rajaetäisyysarvoa ja jätetty etäisyys tapauskohtaisen tarkastelun tai jatkoselvitysten varaan (Etelä-Suomen... 2010). Raja-arvojen antaminen jo tuulivoimaselvityksessä on järkevää ja nopeuttanee kaavoitusprosessia. Käytetyt raja-arvot vaihtelevat kaikkien selvitysten välillä. Tämä kertoo siitä, että lainsäädäntö ja valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat rakentamisen pois tietyiltä alueilta, mutta sopiva etäisyys niihin on harkinnanvarainen ja eri selvitysten tekijät ovat päätyneet eri raja-arvoihin. Kriteereissä on ollut myös hieman eroja. Esimerkiksi Pohjanmaan selvityksessä on analyysissa poistettu maailmanperintökohteet ja Satakunnan selvityksessä on rajattu pois hiljaiset alueet 3 km rajaetäisyydellä (Uusiutuvat energiavarat... 2010, Mannertuulialueet Satakunnassa 2011), mitä ei ole muissa selvityksissä tehty. Ilmatieteenlaitoksen tutkat on huomioitu harvoin. Lapin selvityksessä on huomioitu maakuntakaavan matkailupalvelujen alueet 2,5 km rajaetäisyydellä, mikä on muista poikkeava, joskin ymmärrettävä ratkaisu alueen matkailun tärkeyden huomioiden (Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys, Itä-Lappi...2012). Voi kysyä, onko kolmen kilometrin rajaetäisyys hiljaisiin alueisiin perusteltu melun kulkeutumisen näkökulmasta. Tuulivoiman sijoittamisen ristiriitaisuutta kuvaa hyvin se, että tuulivoimaa halutaan syrjäalueille kauas asutuksesta, mutta samalla syrjäiset ja hiljaiset alueet halutaan säilyttää nykytilassa. Sijaintitekijöiden ja raja-arvojen valinnassa onkin kyse myös arvovalinnoista. Aluekuvauksissa voi huomioida esimerkiksi maailmanperintökohteet, matkailun ja muinaismuistot, vaikka niitä ei olisi suoraan poissuljettu GIS-analyysilla.

Alueen minimikoon rajauskriteeri vaihtelee selvitysten välillä. Osassa selvityksistä sitä ei ole ollenkaan, ajoittain se on määritelty alueelle mahtuvien voimaloiden määränä (esimerkiksi kolme) ja useimmiten se on 1 km²–2 km² välillä. Maakuntien kaavoittamien tuulivoima-alueiden minimikoon sopiminen on hyödyllistä kuntien ja maakuntien välisen työnjaon selkeyttämiseksi, vaikka kunta voikin kaavoittaa alueita myös itsenäisesti.

Olellaisin kysymys lienee, se minkä kokoisella alueella on maakunnallista merkitystä. Ympäristöministeriön ohjeen mukaan tuulivoimamaakuntakaavaa edellytetään alueiden erilaisuus huomioiden 8–10 voimalan alueilta (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012). Sanamuoto ”edellytetään” ei tulkintani mukaan kuitenkaan poissulje pienempien alueiden merkitsemistä kaavoihin, jolloin maakuntien tuulivoimaselvitysten ja ympäristöministeriön ohjeen välillä ei ole ristiriitaa. Halutessaan maakunta voi myös käyttää suurempaa raja-arvoa. Usein maakuntakaavoituksen kohteet ovat myös selvästi tätä laajempia ja suuria tuulivoima-alueita priorisoidaan selvityksissä pienempien kustannuksella.

Tuulivoimaloiden koot ja tilantarve ovat jatkuvasti kasvaneet. Tulevaisuudessa esimerkiksi 1 km² alueelle rakennetaan mahdollisesti nykyistä suurempia ja vähemmän voimaloita, jolloin on vaikea sanoa, miten montaa tuulivoimalaa tietty kaavoitettu pinta-ala vastaa etenkin tulevaisuudessa. Tuulivoimaselvityksissä on joka tapauksessa jonkin verran vaihtelua siinä, minkä kokoista aluetta pidetään riittävän suurena maakuntakaavoitukseen. Erilaisissa asutukseen, luontokohteisiin, kulttuurikohteisiin ynnä muihin liittyvissä raja-arvoissa korostuvat selkeät tasaluvut esimerkiksi 500 metriä, 1 km ja 2 km. Raja-arvo voisi kuitenkin olla myös jotain tältä väliltä.

Selvityksissä on usein pisteytys, joka arvottaa eri teknistaloudellisia sijaintikriteerejä. Kaikissa selvityksissä ei ole kuitenkaan selkeästi tuotu esiin näiden pisteytysten laskentaperusteita. Tällöin käytettyjä painotuksia on vaikea arvioida. Sikäli, kun pisteytysperusteet on selkeästi ilmoitettu kahdessa selvityksessä, tärkeimpiä kriteerejä ovat tuulisuus ja korkeusasema. Toisessa pisteytystaulukossa ei tosin ole korkeusasemaa kriteerinä, vaan ainoastaan tuulisuus. Tämän jälkeen molemmissa tärkeimpiä ovat olleet sähköverkko, alueen pinta-ala tai sinne mahtuvien voimaloiden määrä. Suurin painoarvo on siis tuulisuudella, melko suuri sähköverkolla ja alueen koolla ja pienin tieverkolla.

Samat muuttajat korostuvat myös vertailtaessa kaikkia selvityksiä ja niissä käytettyjä teknistaloudellisia kriteerejä. Tuulisuus, sähköverkko (ja usein myös sähköasemat), tieverkko ja alueen pinta-ala tai alueelle mahtuvien voimaloiden määrä ovat yleisimpiä muuttujia. Hieman harvinaisempi muuttuja on maanomistuksen keskittyminen. Harvoille omistajille jakautuva tuulivoima-alue on helpompi hankkia tai vuokrata tuulivoimaprojektin tarpeisiin. Ajoittain on myös tarkasteltu ennestään maakunnan alueella valmistelussa olevien tuulivoimahankkeiden sijaintia, mutta tätä ei ole tehty kaikissa selvityksissä. Herääkin kysymys, onko selvityksissä riittävästi huomioitu jo suunnittelussa olevia tuulivoimahankkeita, vai ovatko valitut kriteerit ohjanneet alueiden rajauksiin näitä projekteja huomioimatta. Vähintään pisteytysvaiheessa tulisi huomioida suunnitellut hankkeet, niin etteivät tällaiset alueet karsiudu kaavoitettavien alueiden joukosta. Asiasta olisi syytä tehdä lisäselvityksiä ja varsinaisessa maakuntakaavoitusvaiheessa tarkastella voidaanko näitä alueita sisällyttää maakuntakaavoihin ilman, että tuulivoimasta seuraa epätoivottuja haitallisia vaikutuksia. Tulevaisuudessa tehtävien tuulivoimaselvitysten tärkeänä esiselvitysvaiheena tulisi olla alueella olevien hankkeiden selvittäminen ja pisteytyskriteereissä pitäisi painottaa käynnissä olevia hankkeita.

Paikkatietoaineistot, -ohjelmat ja -analyysit ovat tärkeä osa tuulivoimasuunnittelua. Trendi paikkatietoaineistojen julkisuuden lisäämiseksi on positiivinen. Tällä hetkellä muun muassa lentoesterajapinnoista on paikkatietoaineisto, joka on vapaasti saatavissa. Tämä on hyvä suunta ja paikkatiedon julkisuus voikin parhaimmillaan edistää tuulivoimasuunnittelua ja tutkimusta. Sähköverkkoja koskeva paikkatietoaineisto olisi myös toivottavaa saada julkisesti ladattavaksi, vaikka sähköverkkoyhtiön konsultointi pidetäänkin osana hankeprosessia. Paikkatietoaineistoihin liittyy epätarkkuuksia, jotka on hyvä huomioida. Tuulenopeustieto on laajoilta alueilta sisämaassa 2,5 km ruuduissa, jolloin tuulenopeustieto on varsin epätarkkaa. Selvitysten tekijät ovat usein tarkentaneet

tätä tietoa huomioimalla alueen sisäiset korkeuserot.

Muuttuva ohjeistus asettaa haasteita tuulivoimarakentamisen suunnittelulle. Usein ohjeistuksen suunnittelu ja voimaantulo on nopeampaa, kuin tuulivoimahankkeen suunnittelu ja toteutus. Kuvaavaa on, että muutaman viime vuoden aikana valmistuneet kaavoituksen tausta-aineistoksi tehdyt maakuntien tuulivoimaselvitykset, ovat jo osin lähtötiedoiltaan vanhentuneita. Osittain syynä muutoksiin on se, että säätely kevenee. Liikenneturvallisuusrajaukset eivät ole riittävässä mittakaavassa selvitettyinä maakuntien selvityksissä. Tähän seikkaan pitäisi kiinnittää huomiota myöhemmissä vaiheissa erityisesti teiden ja rautateiden suhteen. Usein näitä vaikutuksia ei ole tarkasteltu, koska odotettiin muuttuvaa ohjeistusta, joka valmistui keväällä 2012. Lentoliikennerajoitusten vaikutukset tuulivoimahankkeisiin on myös syytä tarkistaa vielä kaavoitusvaiheessa.

Lentoesterajoituksia lievennettiin joulukuussa 2011. Erityisesti vuoden 2010 ja 2011 selvityksissä onkin mahdollista, että aluetta koskeva lentoesterajoitus on sittemmin lieventynyt, jolloin olisi mahdollista rakentaa korkeampi voimala kuin sen hetkisen tiedon valossa. Lentoesterajoitteisiin voi myös tulla edelleen muutoksia. Tuulivoimaselvityksessä olisi hyvä antaa suuntaa antava arvio lentoesterajoitusten mahdollistamasta tuulivoimalan rakentamiskorkeudesta. Hyviä esimerkkejä ovat Mannertuulialueet Satakunnassa (2011) -selvitys sekä Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys (2012), joissa on kohteittain sekä alueen korkeuden vaihteluväli että lentoesterajoituksen korkeus merenpinnasta. Näiden erotuksesta näkee nopeasti, miten korkeita voimaloita alueelle kannattaa suunnitella. Selvitykset kertovat usein vain lentoesterajoitteen mahdollistaman rakennuskorkeuden merenpinnasta. Epätarkimmillaan lentoesterajoitetta ei huomioida tuulivoimaselvityksessä tai on vain toteamus: ”lentoesterajoitteet saattavat vaikuttaa tuulivoimaloiden korkeuteen alueella”. Selvitysten valmistuttua melutason ohjearvot ovat myös muuttuneet.

Ympäristöministeriön ohjeessa on mainittu aiempaa tiukemmat suositeltavat desibeliarvot,

vaikkakin laillisesti sitovampi valtioneuvoston päätös eroaa tästä toistaiseksi. Tämän lisäksi vaikutukset puolustusvoimien tutkiin ovat nousseet vahvemmin keskusteluun ja niihin liittyvä VTT:n tutkavaikutusten arviointityökalu on valmistunut vasta loppuvuodesta 2011, kun suurin osa tuulivoimaselvityksistä on jo ollut valmiina. Voi olla, että puolustusvoimien lausuntojen ja edustajien avulla näitä vaikutuksia on pystytty ennakoimaan, mutta on myös mahdollista että tutkavaikutuksia ei ole riittävästi huomioitu. Se onko puolustusvoimilta saatu lausunto tutkavaikutuksista, kannattaakin tarkistaa jatkosuunnittelussa (Tuulivoimarakentamisen suunnittelu 2012, Tuulivoimalaohje.... 2012, Tuulivoimahankkeen vaikutukset tutkiin 2012).

Tuulivoimatutkimuksen kentällä on hyvin tilaa tuulivoiman sijaintitutkimukselle. Vertailukelpoinen tieto eri selvitysten välillä auttaa kehittämään tuulivoiman suunnittelua Suomessa ja välttämään konflikteja sekä antaa tarvittavaa yleiskuvaa tuulivoiman sijoittamisesta. Vertailukelpoiselle tiedolle olisi tarvetta jatkossa myös kuntien tuulivoimaselvityksistä sekä yksittäisten tuulipuistojen suunnittelusta.

8. Kiitokset

Haluan kiittää erityisesti Energiateollisuuden ympäristöpoolia rahoituksesta Pro gradu -työn tekemiseen. Perheenjäsenten ja ystävien tuki on ollut tärkeää. Ystävistä mainitsen Timo Jaakkolan ja Pauli Pesolan. Haluan kiittää myös professori Tommi Inkistä toimivasta ja hyvästä ohjauksesta. Graduprosessi on ollut mielenkiintoinen ja aihepiiri ajankohtainen ja nopeasti muuttuva. Tämän takia olen pyrkinyt käyttämään mahdollisimman tuoreita aineistoja. Muutamalla tuulivoiman parissa työskentelevällä ihmisellä on ollut paljon merkitystä siihen, että olen löytänyt työssä käyttämiäni aineistoja pian niiden julkaisun jälkeen. Haluan kiittää aiheeseen paneutumisesta erityisesti Miia Wallénia Energiateollisuudesta ja Ari Soinista EPV Energia OY:stä. Haluan kiittää myös haastatteluhetkillä Motivassa työskennellyttä Olli Laitista, Nunu Pesua ja Pirkko Heikinheimoa YM:stä sekä Karoliina Joensuuta WPD Finlandista heidän vinkeistään erilaisiin aineistolähteisiin. Kiitos myös muille, jotka ovat kannustaneet, antaneet haastatteluja tai työkiireiltään vastanneet sähköpostitiedusteluihin.

9. Kirjallisuus

28.4.2011 - Uutiset. (2011). Tuulivoimala.com. 16.10.2012

<<http://www.tuulivoimala.com/news-4.asp?nid=29>>

- Aitken, M. (2010). Why we still don't understand the social aspects of wind power: A critique of key assumptions within the literature. *Energy Policy* 38: 4, 1834–1841.
- Al Yahyai, S., Y. Cherabe, A. Gastli & A. Al-Badi (2012). Wind farm land suitability indexing using multi-criteria analysis. *Renewable Energy* 44, 80–87.
- Aydin, N. Y., E. Kentel & S. Duzgun (2010). GIS-Based environmental assesment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey. *Renewable and Sustainable Energy reviews* 14: 1, 364–367.
- Baerwald E. F., J. Edworthy, M. Holder & R. M. R. Barclay. (2010). A Large-Scale Mitigation Experiment to Reduce Bat Fatalities at Wind Energy Facilities. *The Journal of Wildlife Management* 73: 7, 1077–1081.
- Baban, S. M. J. & T. Parry (2001). Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy* 24: 1, 59–71.
- Bergek, A. (2010). Levelling the playing field? The influence of national wind power planning instruments on conflicts of interests in a Swedish country. *Energy Policy* 38: 5, 2357–2369.
- Bevanger, K., F. Berntsen, S. Clausen, E. L. Dahl, Ø. Flagstad, A. Follestad, D. Halley, F. Hanssen, P. L. Hoel, L. Johnsen, P. Kvalløy, R. May, T. Nygård, H. C. Pedersen, O. Reitan, Y. Steinheim & R. Vang (2009). ”Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway” (Bird-Wind). Nina Report 505. <<http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2009/505.pdf>>
- Bilgili, M., A. Yasar & E. Simsek (2011). Offshore wind power development in Europe and its comparison with onshore counterpart. *Renewable and Sustainable Energy*

reviews 15: 2, 905–915.

Boverket (2009). Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden. 12.9.2012.

<www.boverket.se/.../2009/vindkraftshandboken.pdf>.

Breton, S.-P. & G. Moe (2009). Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America. *Renewable Energy* 34: 3, 646–654.

Dicken, P. & L. Lloyd (1990). LOCATION IN SPACE: Theoretical Perspectives in Economic Geography, Third Edition. Harper& Row Publishers, Inc, New York.

Drake, B. & K. Huebacek (2007). What to expect from a greater geographic dispersion of wind farms? – A risk portfolio approach. *Energy Policy* 35: 8, 3999–4008.

Ekologisina pidetyt tuulivoimalat tappavat lepakoita (2008). Digitoday 27.8.2008.

19.7.2012. <<http://www.digitoday.fi/tiede-ja-teknologia/2008/08/27/ekologisina-pidetyt-tuulivoimalat-tappavat-lepakoita/200822183/66>>

Energia-asenteet 2011 (2012). Energiatoimintasuunnitelma ry. 20.8.2012.

<http://www.sci.fi/~yhdys/eas_11/eas-tied_11.htm>

Energian kokonaiskulutus laski 5 prosenttia vuonna 2010 (2012). Tilastokeskus.

1.11.2012. <http://www.stat.fi/til/ehk/2011/04/ehk_2011_04_2012-03-22_tie_001_fi.html>

Ennätysmäärä tuulivoimahankkeita lähdössä liikkeelle (2010). Lehdistö tiedote. Suomen tuulivoimayhdistys ry. 18.11.2010. <<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tiedotteet>>

Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys (2012). Etelä-Pohjanmaan liitto. Sarja A:38. ISBN 978-951-766-175-1 (verkkojulkaisu) ISSN 1237-993X.

Etelä-Suomen yhteistoiminta-alueen tuulivoimaselvitys (2010). 19.7.2012.

<http://www.paijat-hame.fi/easydata/customers/paijathame/files/paketti/julkaisut/tuulivoimaselvitys_2010.pdf>

- Fingridin ja VTT:n lausunto 2000 ja 4000 MW tuulivoiman liittäminen Suomen sähköjärjestelmään. (2008).13.7.2011.
<http://www.tem.fi/files/20191/2000_ja_4000_MW_tuulivoiman_liittaminen_Suomen_sahkojarjestelmaan_Fingrid_ja_VTT_syyskuu_2008.pdf>
- Grassi, S. & N. Chokani, R. S. Abhari (2012). Large scale technical and economical assesment of wind energy potential with a GIS tool: Case study in Iowa. *Energy Policy* 45, 73–85.
- Haettavat luvat (2012). Tuulivoimatieto.fi. 16.07.2012.
<<http://www.tuulivoimatieto.fi/Luvat>>
- Haggett, C. (2011). Understanding public responses to offshore wind power. *Energy Policy* 39: 2, 503–510.
- Hansen, S. H. (2005). GIS-based Multi-Criteria Analysis of Wind Farm Development. Proceedings ScanGIS'2005. 2.7.2012.
<http://vbn.aau.dk/files/1420302/Henning_ScanGIS_2005.pdf>
- HE laiksi uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (2010). Työ- ja elinkeinoministeriö. 28.6.2011. <[info_160910_syottotariffi\(1\)_httpwww.tem.fi/index.phtml101881_m=100414&s=4265](http://www.tem.fi/index.phtml101881_m=100414&s=4265)>
- Hill, D. (2012) Valokuva, Dan Hill, Sitra.
- Holma, E. & S. Kajander (2010). *Logistiikka osana alueellista kilpailukykyä ja yritysten sijoittumispäätöksiä, Sijoittumistekijöitä ja tapaustutkimuksia Etelä-Suomesta*. Turun yliopisto, merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus.
- Horelli-Alm, J. (2012). VS: Kantaverkkokuva. Henkilökohtainen sähköpostiviesti Leo Harille 23.10.2012.
- Hänninen, O. (2011). Winwind markkinointipäällikkö. Haastattelu Helsingissä 15.6. 2011.
- Ilmajoen-Kurikan tuulivoimapuisto, ympäristövaikutusten arviointiselostus (2010). Ramboll Finland Oy. 12.9.2012. <<http://www.ely->

keskus.fi/fi/ELYkeskukset/EtelaPohjanmaanELY/Ymparistonsuojelu/YVA/paattyneet
/muut/Documents/Ilmajoki-Kurikan%20tuulivoimapuistohanke/yva_Ilmajoki-
Kurikan%20tuulivoimapuistohanke_selostus.pdf>

Inga stora vindkraftsparker mitt i bebyggelse / Ei laajoja tuulivoimapuistoja keskelle
asutusta (2010) Adressit.com. 24.10.2012.

<<http://www.adressit.com/ei-tuulipuistoja-keskelle-asutusta>>

Inkoo-Raaseporin tuulivoimalaa vastaan (2009). Adressit.com. 24.10.2012.

<http://www.adressit.com/ei_tuulivoimalaa_inkoon_saaristoon>

Janke, J. R. (2010). Multicriteria GIS-modeling of wind and solar farms in Colorado.

Renewable Energy 35: 10, 2228–2234.

Johnson, G. D., W. P. Ericksor, M. D. Strickland, M. F. Shepherd & D. A. Shepherd (2003).

Mortality of Bats at a Large-scale Wind Power Development at Buffalo Ridge,

Minnesota. *The American Midland Naturalist* 150: 2, 332–342.

Juvonen, T. & Klap A. (2012). VL: Tuulivoimaselvityksestä lisätietoja. Henkilökohtainen
sähköpostiviesti Leo Harille 26.09.2012.

Kankare, M. (2011). Tuulivoimalan kolme avaintekijää: sijainti, sijainti, sijainti.

Talouselämä 3.4.2011.

Kataja, E. (2012a). Re: Tiedustelu tuulivoimaselvitykseen liittyen. Henkilökohtainen
sähköpostiviesti Leo Harille 26.09. 2012.

Kataja, E. (2012b). Re: Lapin selvityksiin liittyen. Henkilökohtainen sähköpostiviesti Leo
Harille 8. 11. 2012.

Kemijärvellä järki käteen tuulivoimaloiden sijoittamisessa (2010). Adressit.com.
24.10.2012.

<http://www.adressit.com/kemijarvella_jarki_kateen_tuulivoimaloiden_sijoittamisessa
>

Kerlinger, P., J. L. Gehring, W. P. Ericksor, A. Jain & J. Guarnaccia (2010). Night Migrant
Fatalities and Obstruct at Wind Turbines in North America. *The Wilson Journal of*

Ornithology 122: 4, 744–754.

Kiss, P. & I. M. Jánosi (2008). Comprehensive empirical analysis of ERA-40 surface wind speed distribution over Europe. *Energy conversion and management* 49: 8, 2142–2151.

Klap, A. (2012). Yhteenvedo maakuntien tuulivoimaselvityksistä. Ympäristöministeriö raportteja 29. 12.10.2012.

<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=138953&lan=fi>>

Knihtilä, J. (2010). Merituulivoiman tuki yhä usvassa. *Kaleva* 27.11.2010.

Koistinen, J (2004). Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. Ympäristöministeriö, Alueidenkäytön osasto 2004.

Koskela, M. (2012). Etelä-Pohjanmaan liitto, vmk1 tuulivoiman prosessiin osallistuneet tahot. Henkilökohtainen sähköpostiviesti Leo Harile 12.10.2012.

Kristiinankaupungin edustan merituulivoimapuisto Ympäristövaikutusten arviointiselostus Havsvindpark utanför Kristinestad Miljökonsekvensbeskrivning. (2010). Pohjolan Voima. 18.7.2011. <http://projektit.ramboll.fi/yva/pvo/kristiinankaupunki/aineisto/selostus/Kristiinankaupungin_merituulipuiston_YVA.pdf>

Krohn, S. & S. Damborg (1999). On Public Attitudes Towards Wind Power. *Renewable Energy* 16: 1-4, 954–960.

Kyllä tuulivoimalle – ei saaristolunnon ja merikotkien tuholle Kustavissa (2010).

Adressit.com. 24.10.2012. <http://www.adressit.com/kustavin_tuulivoima>

Kymenlaakson tuulivoimaselvitys 2010. Kymenlaakson liitto. 29.12.2012.

<<http://services.kymenlaakso.fi/www/DimDocumentDownload?action=show&id=4804&fileId=10218>>

Ladenburg, J. (2008). Attitudes towards on-land and offshore wind power development in Denmark; choice of development strategy. *Renewable Energy* 33: 1, 111–118.

Lahtinen, A. & K. Mäensivu (2011). Tuulivoimaloiden hyväksyttävyyys

maisemaelementtinä. Pro Gradu –tutkielma Bio- ja ympäristötieteiden laitos,
Jyväskylän yliopisto.

Lamminmäki, T. (2010). Tuulen suunta 2020 -Tuulivoimatoimijoiden näkemyksiä
tuulivoiman ohjaukskeinoihin. Pro Gradu Tutkielma, aluetiede, suunnittelumaantiede.

Laitinen, J. (2012). Re: Tiedustelu tuulivoimaselvityksistä. Henkilökohtainen
sähköpostiviesti Leo Harille 22.10.2012.

Laitinen, O. (2011). Asiantuntija, Motiva. Haastattelu Helsingissä 6.12.2011.

Laki uusituvilla energianlähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta 30.12.2010/1396 (2010).
15.4.2012. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101396>>

Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys, Länsi-Lappi (2012). Lapin liitto. 16.10. 2012
<http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=317633&name=DLFE-12129.pdf>

Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys, Itä-Lappi – Rovaniemi (2012). Lapin liitto.
16.10. 2012
<http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=590057&name=DLFE-11428.pdf>

Lapintie, P. (2010). Merikotkan pesä pysäytti taas tuulivoimapuiston. HS 5.10.2010.
9.12.2011.
<<http://www.hs.fi/kotimaa/artikkeli/Merikotkan+pes%C3%A4+pys%C3%A4ytti+taas+tuulivoimapuiston/1135260634252>>

Lauri Tarasti etsimään keinoja vähentää tuulivoimarakentamisen esteitä, tiedote 7.12.2011.
(2011). Työ- ja elinkeinoministeriö.
15.12.2011.<http://www.tem.fi/?89519_m=104814&s=2471>

Lehtilä, A., S. Syri & I. Savolainen (2008). *Teknologiapolut 2050 Skenaariotarkestelu kasvihuonekaasupäästöjen syvien rajoittamistavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa.*

VTT, Edita Prima.

Longley, P. A., M. F. Goodchild, D. J. Maguire & D. W. Rhind (2001). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, West Sussex, England.

Länsi-Lapin maakuntakaavaehdotuksesta saatu palaute ja niiden vastineet (2012). Lapin liitto. 11.11.2012.

<http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=18281&name=DLFE-15306.pdf>

Niskanen, S. (2009). Merituulivoiman verkkoonliityntä. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto. 22.10.2012 <<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6561/niskanen.pdf?sequence=3>>

Maankäyttö ja rakennuslaki 5.2.1999/132 (2012). 15.4.2012.

<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%C3%A4ytt%C3%B6-%20ja%20rakennuslaki>>

Maanmittauslaitos Yleiskartta 1:1000000 (2012). 19.7.2012

<http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501>

Maastopöytäkirja Potentiaalisten tuulivoima-alueiden tarkastelu syksy 2010 Pohjois Savon tuulivoimakuntakaavan selvityksiä (2010). Pohjois-Savon liitto. 19.7.2012. <

<http://www.pohjois-savo.fi/fi/psl/liitetiedostot/Maakuntakaavoitus/tuulivoima/selvitykset/maastopoytakirja.pdf>>

Mannertuulialueet Satakunnassa (2011). Satakuntaliitto. 19.7.2012.

<<http://www.satakuntaliitto.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=1&id=937&sid=486>>

Mannertuulialueet Satakunnassa Tuulivoimakyselyn analyysi (2011). Satakuntaliitto.

<<http://www.satakuntaliitto.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=1&id=941&sid=386>>

McGovan, J. G. & S. R. Connors (2000). WINDPOWER: A Turn of the Century Review.

Annual Review of Energy 25, 147-197.

- Melutason ohjeavot (2011). Ympäristöministeriö. 28.10.2012.
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=587&lan=fi#a0>>
- Mikkonen, A. & O. Laitinen (2011). Kuntapäätäjätutkimus tuulivoimasta. 21.12.2011.
<http://www.motiva.fi/files/4421/Kuntapaattajatutkimus_tuulivoimasta.pdf>
- Milloin tarvitaan vesilupa (2012). Tuulivoimaopas. 16.7.2012.
<<http://www.tuulivoimaopas.fi/luvat/vesilupa>>
- Musall, F. D. & O. Kuik. (2011). Local acceptance of renewable energy- A case study from southeast Germany. *Energy policy* 39: 6, 3252–3260.
- Oerlemans, S., P. Sijtsma & B. Méndez López (2007). Location and quantification of noise sources on a wind turbine. *Journal of Sound and Vibration* 299: 4-5, 869–883.
- Ouammi, A., V. Ghigliotti, M. Robba, A. Mimet & R. Sacile (2012). A decision support system for the optimal exploitation of wind energy on regional scale. *Renewable Energy* 37: 1, 299–309.
- Oulun-Haukiputaan edustan merituulivoimapuisto Ympäristövaikutusten arviointiselostus (2010). Pohjolan Voima, Ramboll Finland 18.7.2011.
<<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=115827&lan=fi>>
- Paakkari, M. (2012). RE: Tiedustelu Sisä-Suomen tuulivoimaselvitykseen liittyen.
Henkilökohtainen sähköpostiviesti Leo Harille 3.10.2012.
- Palaiologou, P., K. Kalabokidi, D. Haralambopoulo, H. Feidas & H. Polatidis (2011). Wind characteristics and mapping for power production in the Island of Lesbos, Greece. *Computers & Geosciences* 37: 7, 962–972.
- Pedersen, E., F van den Berg, R. Bakker & J. Bouma (2010). Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different level of road traffic sound. *Energy policy* 38: 5, 2520–2527.
- Pettersson, M., K. Ek, K. Söderholm & P. Söderholm (2010). Wind power planning and permitting: Comparative perspectives from the Nordic countries. *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews 14: 9, 3116–3126.

Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia, Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6 päivänä marraskuuta 2008 (2008). 29.12.2012.

<http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf>

Pitkänen, P. (2011). Pohjois-Karjalan tuulivoimaseminaari. Maankäytölliset edellytykset tuulivoimapuistoille. 18.7.2011.

<http://www.biomass.fi/upload/maankaytolliset_edellytykset_pasi_pitkanen.pdf>

Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueiden tuulivoimaselvitys (2011).

Pohjois-Pohjanmaan liitto. 4.4.2012. <http://www.keski-pohjanmaa.fi/tiedostot/Pohjois-Pohjanmaan_ja_Keski-Pohjanmaan_manneralueiden_tuulivoimaselvitys.pdf>

Pääministeri Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma (2011). 27.1.2012

<<http://www.vn.fi/hallitus/hallitusohjelma/pdf332889/fi.pdf>>

Radics, K. & J. Bartholy (2008). Estimating and modelling the wind resource of Hungary. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12: 3, 874–882.

Renewables account of 62 % of the new electricity generation capacity in the EU in 2009 (2010). Euroopan unioni 24.11.2010. <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-10-886_en.htm>

Rocues, F., C. Hiroux & M. Saguan (2010). Optimal wind power deployment in Europe – A portfolio approach. *Energy policy* 38: 7, 3245–3256.

Saavalainen, H. (2005). Melua aiheuttaneet tuulivoimalat puretaan Inkoossa. HS 15.10.2005.

Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys (2011). 5.4.2012.

<<http://194.251.35.222/LiiteTiedostoNayta.asb?DokumenttiID=28367&TauluNimi=TiedoteKappale&NakymaID=543&KappaleID=24604>>

Stenberg, A. (2011). RE: Paikkatietoaineistoista. Henkilökohtainen sähköpostiviesti Leo Harille 17.6.2011.

Stenberg, A. & H. Holttinen (2010). Tuulivoiman tuotantotilastot Vuosiraportti 2009. VTT. 27.1.2012. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2010/W145.pdf>>

Stenberg, A. & H. Holttinen (2011). Tuulivoiman tuotantotilastot Vuosiraportti 2010. VTT. 27.1.2011. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W178.pdf>>

Suomen sähköjärjestelmä (2011). Fingrid. 13.7. 2011. <http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/yritysinfo/suomen_sahkojarjestelma/>

Suomen tuulivoima kasvaa tuhannella myllyllä (2008). YLE. 26.10.2012. <http://yle.fi/uutiset/suomen_tuulivoima_kasvaa_tuhannella_myllylla/5851946>

Suomen tuulivoimatilastot (2012). VTT. 2.11.2012. <<http://www.vtt.fi/proj/windenergystatistics/?lang=fi>>

Suurhiekan merituulivoimapuisto ja sähkönsiirron reittivaihtoehdot, Ympäristövaikutusten arviointiselostus (2009). WPD Finland Oy. <www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=103102&lan=fi> 12.9.2012

Tammelan – Jokioisten – Forssan seudun yhteinen tuulivoimahanke etenee. (2011). Voimapriikki Oy. 18.7.2011. <<http://www.voimavpriikki.fi/DowebEasyCMS/?Page=NaytaUutinen&NewsId=29>>

Tegou, L-I, H. Polatidis, D. A. Haralambopoulos (2010). Environmental management framework for wind farm siting : Methodology and case study. *Journal of Environmental Management* 91: 11, 2134–2147.

Tuulen keskinopeuskartat (2012). Suomen Tuuliatlas. 20.8.2012. <<http://www.tuuliatlas.fi/nopeus/index.html>>

Tuulen voimalla Suomessa. (2010). WPD Finland, Motiva Oy. Lönnberg Print.

Säähavainnot (2011). Ilmatieteen laitos. 3.6.2011. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/saahavainnot>>

Tuuliatlaksen mallinnus (2012). Suomen tuuliatlas. 22.10.2012.

<<http://www.tuuliatlas.fi/mallinnus/index.html>>

Tuuliolot rannikolla (2011). Suomen tuuliatlas. 15.12.2011.

<http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/tuulisuus_7.html>

Tuulipuiston liittäminen sähköverkkoon (2009). Fingrid.13.7.2011.

<<http://www.ymparistoministerio.fi/download.asp?contentid=103347&lan=fi>>

Tuulisuus (2011). Tuuliatlas. 3.6.2011 <<http://www.tuuliatlas.fi/tuulisuus/index.html>>

Tuulisuus ei yksin ratkaise sijoituspaikkaa (2011). Tuulivoimaopas.

<http://www.tuulivoimaopas.fi/yleista_tuulivoimasta/voimalan_sijoittaminen>

Tuulivoima osana maisemaa (2011). Tuulivoimaopas. 21.12.2011.

<<http://www.tuulivoimaopas.fi/ymparistovaikutukset/maisema>>

Tuulivoimaa edistämään, Lauri Tarastin selvitys 13.4.2012. Aineisto julkaistaan

myöhemmin Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja sarjassa. 9.11.2012. <

http://www.tem.fi/files/32699/Tuulivoimaa_edistamaan_A4_lop.pdf>

Tuulivoimahankkeen vaikutukset tutkiin ja muihin puolustusvoimien toimintoihin (2012).

Energiateollisuus. 4.11.2012. <[http://energia.fi/energia-ja-](http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/tuulivoima/tutkavaikutukset)

[ymparisto/energialahteet/tuulivoima/tutkavaikutukset](http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/tuulivoima/tutkavaikutukset)>

Tuulivoimahankkeet – Wind power projects (2012). Suomen tuulivoimayhdistys

2.11.2012. <<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/hankkeet>>

Tuulivoimalaohje Ohje tuulivoiman rakentamisesta liikenneväylien läheisyyteen (2012).

Liikennevirasto. 30.7.2012. <[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-08_tuulivoimalaohje_web.pdf)

[08_tuulivoimalaohje_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-08_tuulivoimalaohje_web.pdf)>

Tuulivoima tiekartta (2009). Teknologiateollisuus 11.7.2011.

<[http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tuulivoima-tiekartta-](http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tuulivoima-tiekartta-2009.html)

[2009.html](http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tuulivoima-tiekartta-2009.html)>

Tuulivoimasähkön tuotanto kasvoi kolmanneksen vuonna 2011, Lehdistö tiedote 10.1.2012

klo 12 (2012). Suomen tuulivoimayhdistys. 8.10.2012

<<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tiedotteet>>

Tuulivoimatuotannolle soveltuvat alueet merenkurkun ja Perämeren rannikko- ja

merialueella (2003). 29.3.2012. <<http://www.keski->

[pohjanmaa.fi/tiedostot/Tuulivoimaselvitys.pdf](http://www.keski-pohjanmaa.fi/tiedostot/Tuulivoimaselvitys.pdf)>

Tuulivoimatuotantoon parhaiten soveltuvat Lapin tunturit ja vaarat (2005). Lapin liitto.

21.6.2011.

<http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=26715&name=DLFE-1149.pdf>

Tuulivoimaloiden sijoittelu (2012). Tuulivoimatieto.

<<http://www.tuulivoimatieto.fi/sijoittelu>> 12.9.2012

Tuulivoimaloiden teknistaloudellinen sijoituspaikkaselvitys (2000). Helsingin kaupunki,

Kaupunkisuunnitteluvirasto, kaavoitusosasto, energiansäästöneuvottelukunta.

15.12.2011. <http://www.hel.fi/static/ksv/www/yk2002/loppuraportti_2000.pdf>

Tuulivoimaloilla kirjavat lupakäytännöt (2011). YLE. 21.6.2011. <[http://yle.fi/alueet/keski-](http://yle.fi/alueet/keski-suomi/2011/04/tuulivoimaloilla_kirjavat_lupakaytannot_2544610.html?origin=rss)

[suomi/2011/04/tuulivoimaloilla_kirjavat_lupakaytannot_2544610.html?origin=rss](http://yle.fi/alueet/keski-suomi/2011/04/tuulivoimaloilla_kirjavat_lupakaytannot_2544610.html?origin=rss)>

Tuulivoimarakentaminen (2005). Ympäristöministeriö. 29.1.2012. <

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=42234&lan=FI>>

Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (2012). Ympäristöministeriö. Ympäristöhallinnon

ohjeita 4 | 2012. 22.8.2012.<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?>

[contentid=137706&lan=fi](http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=137706&lan=fi)>

Uosukainen, S. (2010). *Tuulivoimaloiden melun synty, eteneminen ja häiritsevyys*. VTT

Tiedotteita 2529, Edita Prima Helsinki.

Uusi jäätämisaerialue auttaa löytämään suotuisimmat tuulienergian tuotantopaikat, tiedote

15.3.2012 (2012). Ilmatieteenlaitos. <<http://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/489313>>

Uusiutuvat energiavarat ja niiden sijoittuminen Pohjanmaalla (2010). Pohjanmaan liitto.

29.12.2012. <http://www.varsinais-suomi.fi/images/tiedostot/Maankaytto/2011/Tuulivoima/tuulivoimaselvitys2010_2011.pdf>

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistaminen (2012) . 31.7.2012.

<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94397&lan=FI>>

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 2012.

<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060713?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=Valtioneuvoston%20asetus%20ymp%C3%A4rist%C3%B6vaikutusten%20arviointimenettelyst%C3%A4%20>> 16.7.2012

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992 (1992). 27.6.2011.

<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>>

Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta

13.10.2008 (2008). 11.10.2012.

<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=94400&lan=fi>>

Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä

Suomea. (2009). Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja, yliopistopaino Helsinki. 180s.

Van der Horst, D. (2007). NIMBY or not? Exploring the relevance of location and the

politics of voiced opinions in renewable energy siting controversies. *Energy Policy* 35: 5, 2705-2714.

Van Haaren, R. & V. Fthenakis (2011). GIS-based Wind farm site selection using spatial

multi-criteria analysis (SMCA) Evaluating the case of New York State. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 7, 3332–3340.

Valasjärvi, P. (2011). Siemens, Renewable Energy, Wind power Division, myyntipäällikkö.

Haastattelu Helsingissä 15.6. 2011.

Valtakunnallinen yhteenvedo maakuntien liittojen tuulivoimaselvityksistä, Tiivistelmä

17.11.2011, julkaisuvapaa klo 13 (2011). 22.8.2012

<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=131545>>

Varho, V. (2007). Calm or Storm? Wind power Actors Perceptions of Finnish Wind Power and its Future. Väitöskirja, ympäristönsuojelutiede. Environmentalica Fennica .

8.12.2011

<<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/22067/calmorst.pdf?sequence=1>>

Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitys 2010–2011 (2011). Varsinais-Suomen liitto.

18.7.2011. <[\[suomi.fi/images/tiedostot/Maankaytto/2011/Tuulivoima/tuulivoimaselvitys2010_2011.pdf\]\(http://www.varsinais-suomi.fi/images/tiedostot/Maankaytto/2011/Tuulivoima/tuulivoimaselvitys2010_2011.pdf\)>](http://www.varsinais-</p></div><div data-bbox=)

Vestas 3 MW V.112-3.0 MW V126-3.0 MW (2012). 1.11.2012.

<<http://nozebra.ipapercms.dk/Vestas/Communication/Productbrochure/3MWbrochure/3MWProductBrochure/>>

Voivontas, D. & D. Assimacopoulos, A. Mourelatos (1998). Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system. *Renewable Energy* 13: 3, 333–344

Warren, C. R. & M. Mcfadyen (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land use policy* 27: 2, 204–213.

Wind in Power 2011 European statistics (2012). European Wind Energy Association.

8.11.2012. <http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/statistics/Stats_2011.pdf>

WinWind (2012). Valokuva. 10.10.2012.

<<http://www.winwind.com/en/media/images/?epslanguage=en&id=46&page=2>>

Wizelius, T. (2008). Vindkraft i teori och praktik. 2Pain. Tore Wizelius och

Studentlitteratur. Potzkal, Poland.

Wolsink, M. (2000). Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. *Renewable Energy* 21: 1, 49–64.

Yhteenveto Rovaniemen tuulivoiman tarkastelualueisiin tulleesta palautteesta (2012).

Lapin liitto. 11.11.2012.

<http://www.lapinliitto.fi/c/document_library/get_file?folderId=18281&name=DLFE-15306.pdf>

Ympäristöministeriö myönsi avustuksia tuulivoimarakentamisen kaavoitukseen. Edilex.

21.7.2012. <<http://www.edilex.fi/uutiset/28678.html>>

10. Liitteet

Liite 1. Tuulivoimalat ja liikenneturvallisuus Liikenneviraston ohjeen mukaan

Tuulivoimalat ja liikenneturvallisuus

	Vaihtoehto 1 (etäisyys metriä)	Vaihtoehto 2 (etäisyys metriä)
Maantiestä (nopeusrajoitus yli 100km/h)	Vähintään 300m*	Tuulivoimalan korkeus+ suojaetäisyys (20–50m). Riskiarvio vaaditaan.
Rautatie	Tuulivoimalan korkeus lisättynä suojaetäisyydellä (30–50 m)	
Ratapiha tai asema	Riskiarvio, jos etäisyys on alle 500m	
Puolustusvoimien lentokoneiden varalaskupaikka	12 km säde maantiestä	

*Varalaskupaikan kohdalla suojaetäisyys
Enintään 300m leveysuunnassa
ja 750 m tien pituus suunnassa

Lähde: Tuulivoimalaohje...(2012)

Liite 2. Tuulivoimaselvityksiin osalliset

Tuulivoimaselvitysten tekoon osallistuneet tahot.

O=Osallistunut kokoukseen, L=Lausunto, Y=Yleisötilaisuus, M=Muu (esim. erilliskysely),

E= Ennakkokyselyvastaus

Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitys 2010-2011 (2011)		Kymenlaakson tuulivoimaselvitys (2010)	Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys (2012)	
ELY (Y)	O		Alajärven kaupunki	L
Fingrid	L,O	Cursor	O Alavuden kaupunki	L,L
Fortum	M	Haminan Energia	O Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	O
Hyötytuuli Oy	M	Haminan kaupunki	O Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	O
Ilmavoimien esikunta	L	Itin kunta	O Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Ympäristö ja luonnonvarat	L
Kaarinan kaupunki	L	Kaakkois-Suomen ELY-keskus	O Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus. Liikenne- ja Infra	L
Kemiönsaari	L, O	Kinno	O Etelä-Pohjanmaan Yrittäjät	L,O
Koski Tl	L, O	Kotkan Energia	O Evijärven kunta	L
Laitila	O	Kotkan Energia Oy	O Finavia Oyj	L ,L
Loimaan kaupunki	L, O	Kotkan kaupunki	O Geologian tutkimuskeskus	
Länsi-Suomen Sotilasläänin Esikunta	L	Kotkan ympäristöseura	O Ilmajoen kunta	L,L,L
Marttila	O	Kotkan ympäristöseura	O Isojoen kunta	L,L
Merivoimat	L	Kouvolan kaupunki	O Jalasjärven kunta	L,L
Mervento	M	KSS Energia	O Järvi-Pohjanmaan yhteistoiminta- alue	L,O
Mynämäki	L, O	Kymenlaakson liitto	O Karijoen kunta	L,L
Nousiaisten kunta	L, O	Kymenlaakson liitto	O Kauhajoen kaupunki	L,L
Paimio	O	Kymenlaakson liitto	O Kauhavan kaupunki	L
Parainen	O	Kymenlaakson liitto	O Keski-Pohjanmaan liitto	L,O
Pirkanmaan liitto	L, O	Kymenlaakson liitto	O Keski-Suomen liitto	L
PVOI	M	Kymenlaakson liitto	O Kiinteistö Oy Alajärven Kauppakartano	L
Pyhäranta	L, O	Kymenlaakson liitto	O Kuortaneen kunta	L
Pääesikunta operatiivinen osasto	L	Kymenlaakson luonnonsuojelupiiri	O Kurikan kaupunki	L
Pöytyä	O	Kymenlaakson ympäristöpoliittinen neuvottelukunta	O Kuusiokunnat	O
Raaseporin kaupunki	L	Metsähallitus	O Lappajärven kunta	L
Raision kaupunki	L	Metsähallitus	O Lapuan kaupunki	L,L
Rajavartiolaitos	L	Puolustusvoima	O Liikennevirasto	L
Rajavartiolaitos/ merivartiosto	L	Pyhtään kunta	O Länsi-Suomen Huoltorykmentin Esikunta	O
Rauman kaupunki	L	Pöyry Finland Oy	O Länsi-Suomen Huoltorykmentin Esikunta	O
Sallila sähkönsiirto	M	Pöyry Finland Oy	O Länsi-Suomen Sotilasläänin Esikunta	L
Salon	O	Pöyry Finland Oy	O Metsähallitus	L

Jatkuu edelliseltä sivulta	Jatkuu edelliseltä sivulta	Jatkuu edelliseltä sivulta	
Varsinais-Suomen tuulivoimaselvitys	Kymenlaakson tuulivoimaselvitys	Etelä-Pohjanmaan tuulivoimaselvitys	
Satakuntaliitto	O TraFi	O Metsäkeskus Etelä-Pohjanmaa	O
Sauvon kunta	L, O WinWind	O Metsänomistajien liitto Länsi-Suomi	L,O
Somero	O Virolahden ja Miehikkälän kunnat	O MTK Etelä-Pohjanmaa	L
Suomen tuulivoimayhdistys	L Metsähallitus	O Museovirasto	L,L
Tarvasjoki	O Haminan kaupunki	O Pirkanmaan liitto	L
Timo Erikäinen, Suomen kiinteistöliitto ry	L	Pohjanmaan liitto	L,O
Trafi/ liikenne- ja viestintävirasto	L (Kataja 2012a)	Satakuntaliitto	L
Turun lintutieteellinen yhdistys ja V-S luonnonsuojelupiiri	L, O	Seinäjoen kaupunki	L
Tuuliwatti	M	Soinin kunta	L,L
Uudenmaanliitto	O	Suomen Luonnonsuojeluliiton Pohjanmaan piiri ry	L,L
Vakka-Suomen Voima	M	Teuvan kunta	L
Varsinais-Suomen maakuntamuseo	L	Turveteollisuusliitto	L
WPD	M	Töysän kunta	L
(Juvonen & Klap 2012)		Vimpelin kunta	L
		Ympäristöministeriö	O
		Ähtärin kaupunki	L,L,L
		(Koskela 2012)	

Tuulivoimaselvityksiin osallistuneet tahot.

O=Osallistunut kokoukseen, L=Lausunto, Y=Yleisötilaisuus, M=Muu (esim. erilliskysely),

E= Ennakkokyselyvastaus

Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvitys (2011)	Uusiutuvat energiavarat ja niiden sijoittuminen Pohjanmaalla (2010)	Lapin eteläisten osien tuulivoimaselvitys - Rovaniemi&Itä-Lappi (2012)	
E.ON Kainuun Sähköverkko Oy	E Asiantuntijaseminaari 30.9.2010.	Y Fingrid Oy	O
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	O ELY-Keskus	O Fingrid Oy	L
Fortum	E EPV	E Fortum Sähkönsiirto	L
Haapajärven kaupunki	E EPV Alueverkko oy	E Kemijärven kaupunki	O
Haapaveden kaupunki	E Esse Elektro-Kraft Ab	E Kemijärven kaupunki	O
Hailuodon kunta	E Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	M Kemijärven kaupunki	O
Haukiputaan kunta	E Fingrid Oy	E Kemijärven kaupunki	O
Iin kunta	O FORTUM OYJ	E Kemijärven kaupunki	O
Iin kunta	E Hiirikosken Energia Oy	E Kemijärven kaupunki	O
Ii 14.4.2011	Y Ilmailulaitos	M Kemijärven kaupunki	O
Kalajoen kaupunki	O Jeppo Kraft Andelslag	E Kemijärven kaupunki	O, L
Kalajoen kaupunki	E Kansallistuuli Oy	E Koillis-Lapin sähkö Oy	O
Kalajokki 7.4.2011	Y Katternö group / Herrfors	E Lapin ELY-keskus	O

jatkuu edelliseltä sivulta

Pohjois-Pohjanmaan ja

**Keski-Pohjanmaan
tuulivoimaselvitys**

Kannuksen kaupunki	E
Kanteleen Voima Oy	E
Kempeleen kunta	E
Keski-Pohjanmaan liitto	O
Kokkola 5.4.2011	Y
Kokkolan kaupunki	O
Kuusamon kaupunki	O
Kuusamo 13.4.2011	Y
Lestijärven kunta	E
Lumijoen kunta	E
Metsähallitus	O
Nivalan kaupunki	E
Oulun Energia	E
Oulun kaupunki	E
Oulun Seudun Sähkö	E
Oulunsalon kunta	E
Perhon kunta	E
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus	O
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus	E
Pohjois-Pohjanmaan liitto	O
Pohjois-Pohjanmaan luonnonsuojelupiiri ry	E
Pudasjärven kaupunki	E
Pyhäjoen kunta	E
Pyhäjärven kaupunki	E
Pyhännän kunta	E
Raahen kaupunki	O
Raahen kaupunki	E
Ramboll Finland Oy	O
Ramboll Finland Oy	O
Ramboll Finland Oy	O
Rantakairan Sähkö	E
Reisjärven kunta	E
Siikajoen kunta	E
Siikalatvan kunta	E
Taivalkosken kunta	E
TuuliWatti - c/o St1	E
Tuuliwatti Oy	O
Tyrnävän kunta	E,E
Vihannin kunta	E
WPD Finland Oy	E
Laitinen (2012)	

jatkuu edelliseltä sivulta

**Uusiutuvat energiavarat ja niiden
sijoit-
tuminen Pohjanmaalla**

Keski-Pohjanmaan Lintutieteellinen Yhdistys ry	M
Korsnäsin kunta	E
Kristiinankaupungin kaupunki	E
Laihian kunta	E
Maalahden kunta	E
Merenkurkun Lintutieteellinen Yhdistys ry	M
Metsähallitus	M
Mustasaaren kunta	E
Närpiön kaupunki	E
Pohjanmaan liitto	O
Pohjanmaan liitto	O
Pohjanmaan luonnonsuojelupiiri	M
Puolustusvoimat	E
Puolustusvoimat	M
Ramboll Finland Oy	O
Ramboll Finland Oy	O
Suomen Tuulivoimayhdistys ry	E
Suupohjan lintutieteellinen yhdistys	M
Teleoperaattorit	M
Vaasan Sähkö	E
Vähäkyrön kunta	E
Vöyri-Maksamaan kunta	E
WWF:n Merikotkatyöryhmä	M
Laitinen (2012)	

jatkuu edelliseltä sivulta

Rovaniemi&Itä-Lappi

Lapin ELY-keskus	
Lapin liitto	
Lapin liitto	
Lapin liitto	
Lapin sähköverkko Oy	
Pelkosenniemen kunta	
Pelkosenniemen kunta	
Posion kunta	
Pöyry	
Pöyry Oy	
Pöyry Oy	
Ranuan kunta	
Rovakaira Oy	
Rovaniemen kaupunki	
Rovaniemen verkko Oy	
Rovaniemen verkko Oy	
Sallan kunta	
Savukosken kunta	
suulliset esittelyt Itä-Lapin ja Rovaniemen kunnille (15.9/16.9 -11) ja Kemijärven kaupunginvaltuustolle 10.11.2011	
Kataja (2012b), Yhteenveto Rovaniemen tuulivoiman tarkasteluaeluisiin tulleesta palautteesta (2012)	

Tuulivoimaselvityksiin osallistuneet tahot, maakuntakaavavaihe

O=Osallistunut kokoukseen, L=Lausunto, Y=Yleisötilaisuus, M=Muu (esim. eriliskysely),

E= Ennakkokyselyvastaus

**Etelä-Pohjanmaan
tuulivoimaselvitys
(2012)**

**(maakuntakaavan
luonnosvaihe)**

Alajärven kaupunki

L

Elenia Verkko Oy

L

EPV Energia Oy

L

Etelä-Pohjanmaan ELY-
keskus

O, L

Etelä-Pohjanmaan
Kauppakamari

L

Etelä-Pohjanmaan
Yrittäjät

O

Fingrid Oy

L

Ilmajoen kunta

Y

Ilmavoimien Esikunta

L

Isojoen kunta

L

Jalasjärven kunta

L

Järvi-Pohjanmaan
yhteistoiminta-alue

Y

Järvi-Pohjanmaan
yhteistoiminta-alue

O

Karijoen kunta

L

Kauhajoen kaupunki

Y, L

Kauhajoen kaupunki

L, L

Kauhavan kaupunki

L, Y

Keski-Pohjanmaan liitto

L

Keski-Suomen liitto

Y

Kurikan kaupunki

L

Kurikan luontoseura

L

Kuusiokunnat

Y

Lappajärven kunta

L

Lapuan kaupunki

O

Liikennevirasto

L

Liikenteen
turvallisuusvirasto Trafi

L

Länsi-Suomen
Huoltorykmentin Ek

L

Länsi-Suomen
Sotilasläänin Ek

L

Metsähallitus

O

**Lapin eteläisten osien
tuulivoimaselvitys -Länsi-Lappi
(2011)**

(maakuntakaavavaihe)

Bioenergia

L

Fingrid

L

Haaparannan kaupunki

L

Innopower Oy

L

Kantomaanpään kyläyhdistys

L

Kemin kaupunki

O

Kemin kaupunki

O

Kemin kaupunki

O,

L

Kemi Tornion Lintuharrastajat
Xenus ry

L

Kemi-Tornio alueen
kehittämiskeskus

L

Kemijoki Oy

L

Keminmaan kunta

O

Keminmaan kunta

O,

L

Kolarin kunta

L

Lapin aluehallintovirasto

L

Lapin Ely-keskus

O

Lapin Ely-keskus

O,

L

Lapin liikenneyrittäjät

L

Lapin liitto

O

Lapin liitto

O

Lapin luonnosuojelupiiri

L

Lapin rakennusperinne ry

L

Lounais-Lapin vihreät ry

L

Länsi-Pohjan yrittäjät

O

Länsi-Suomen merivartiosto

L

Metla, Pohjoissuomi

L

Metsähallitus

O

Metsähallitus

O,

L

MTK-Lappi

L

Jatkuu edelliseltä sivulta		Jatkuu edelliseltä sivulta	
Etelä-Pohjanmaa		Länsi-Lappi	
Metsänomistajien liitto Länsi-Suomi	O, L	Paliskuntain yhdistys	O
Museovirasto	L	Paliskuntain yhdistys	L
Pirkanmaan liitto	O	Pellon kunta	O
Pohjanmaan liitto	L	Pellon kunta	O, L
Seinäjoen kaupunki	L	Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto ry	L
Soinin kunta	L, Y	Pohjoinen tullipiiri	L
Suomen Luonnonsuojeluliiton Pohjanmaan piiri ry	L	Pohjois-Pohjanmaan liitto	L
Teuvan kunta	L, Y	Pohjois-Suomen sotilasläänin esikunta	L
Vimpelin kunta	L,L, Y	Pääesikunta, Logistiikkaosasto	L
Ähtärin kaupunki	L	Pöyry Finland Oy	O
(Koskela 2012)		Rajakiiri Oy	L
		Ranuan kunta	L
		Riista- ja kalantutkimuslaitos	L
		Rovaniemen kaupunki	L
		Simo	O
		Simon kunta	L
		Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio	L
		Tervola	O
		Tervola	O
		Tervolan kunta	L
		Tornio muoionjokiseura	L
		Tornion kaupunki	O
		Tornion kaupunki	O, L
		Tornion Veneseura ry	L
		Tornion Voima Oy	L
		Trafi	L
		Turveruukki Oy	L
		Vapo Oy	L
		Wpd Finland Oy	L
		Yksityishenkilöjen muistutuksia 2 kpl	L
		Yli-Kemin kalastusalue	L
		Ylitornion kunta	O
		Ylitornion kunta	O, L
		Övertorneån kunta	L
		Länsi-Lapin maakuntakaavaseminaari 12-13.5 (kutsuttu n. 150 taho)	Y
		Kataja (2012b), Länsi-Lapin maakuntakaava-Ehdotuksesta saatu palaute ja niiden vastineet	