

## Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys

Projekti YTJ 035



Merja Paakkari  
Hafmex Wind Oy  
10/6/2011



# Sisältö

---

<b>Yleinen osuus</b>	<b>2</b>
Johdanto	2
Tuulivoimatuotanto ja kaavoitus	3
Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät	4
Työn vaiheet	8
<b>Maakuntakohtaiset raportit</b>	<b>16</b>
Kainuu	16
<b>Yhteenveto</b>	<b>53</b>

**Suuren tiedostokoon vuoksi (pdf, 237 sivua, 46,5 Mt) raportissa on mukana yleistekstit ja Kainuun alueen selvitys. Koko raportti on tarvittaessa saatavissa Kainuun maakunta -kuntayhtymästä.**

## Yhteyshenkilöt

Maakuntaliitot:  
Pirjo Iivanainen  
Etelä-Karjalan liitto  
Osoite. Kauppakatu 40D, 53100 Lappeenranta  
Puh. 05 6163 108  
Email. [pirjo.iivanainen@ekarjala.fi](mailto:pirjo.iivanainen@ekarjala.fi)

Pääkonsultti:  
Merja Paakkari  
Hafmex Wind Oy  
Osoite. Luoteisrinne 5, 02270 Espoo  
Puh. 050 5955 877  
Email. [merja.paakkari@hafmex.fi](mailto:merja.paakkari@hafmex.fi)

# Sisä-Suomen potentiaaliset tuulivoima-alueet – yleinen osuus

---

## Johdanto

Tuulivoimatuotantoa on käsitelty Suomessa maakuntakaavatasolla toistaiseksi lähinnä rannikko- ja tunturialueilla. Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet vuodelta 2001 tarkistettiin marraskuussa 2008 ja ne astuivat voimaan maaliskuussa 2009. Tuulivoimatuotannon osalta uusissa tavoitteissa ohjeistetaan, että maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulituotantoon soveltuvat alueet koko maata koskien, aiemmissa tavoitteissa ohjeistus koski ainoastaan rannikko- ja tunturialueita. Tuulivoimalat on tavoitteiden mukaan sijoitettava ensisijaisesti keskitetyksi useamman voimalan yksiköihin eli tuulipuistoihin. Uudistetut tavoitteet ovat antaneet merkittävän kimmokkeen myös maakuntakaavatarkastelulle.

Vuoden 2010 lopussa Suomessa oli yhteensä 130 tuulivoimalaa, joiden yhteenlaskettu teho oli noin 197 MW. Valtioneuvoston pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategian mukainen tavoite on saavuttaa Suomessa vuoteen 2020 mennessä 2000 MW:n tuulivoimatuotannon teho eli tuottaa yli 6 TWh energiaa vuosittain. Vertailun vuoksi on hyvä huomata, että suunnitteilla tai vireillä olevia tuulivoimahankkeita on julkaistu Suomessa noin 9000 MW:n edestä, joista maalle rakennettävien osuus on noin 2500 MW. Kehitystä vauhdittaa hallituksen huhtikuussa hyväksymä uusiutuvan energian velvoitepaketti ja siihen liittyvä tuulivoimalla tuotetun sähkön syöttötariffi, joka tuli voimaan vuoden 2011 maaliskuussa.

Sisä-Suomen potentiaaliset tuulivoima-alueet -hankkeen tavoitteena oli selvittää kuuden maakunnan (Kainuu, Pohjois-Savo, Etelä-Savo, Pohjois-Karjala, Keski-Suomi ja Etelä-Karjala) alueella sijaitsevat tuulivoimatuotantoon soveltuvat alueet, jotka voidaan ottaa maakuntien maakuntakaavoihin ja joissa voidaan käynnistää konkreettiset tutkimukset mahdollisuuksista tuulivoimapuistojen perustamiselle. Tarkasteluun otettiin laajempia alueita, joilla on maakunnallista merkitystä, eli ne ovat vähintään 10 km<sup>2</sup>:n laajuisia tai niille voidaan rakentaa vähintään kolme tuulivoimalaa.

Lähtötilanneselvitys laadittiin osana Pasi Pitkäsen (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto) opinnäytetyötä YTK:ssa. Selvityksessä käytiin läpi tuulivoimapuistojen rakentamisen edellytyksiä Suomessa lähinnä kansallisen tukipolitiikan ja kaavallisen ohjauksen kannalta. Lisäksi siinä koottiin yhteen Itä-Suomessa käynnissä olevat hankkeet tai suunnitelmat sekä tuulivoiman maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät kriteeristöineen.

Potentiaaliset tuulivoima-alueet selvitettiin alustavasti maakuntien liitoissa käyttäen tuuliatlaksen tietoja, maakuntakaavan aluevarauksia, sähköverkkoja, tiestöä ja maastotietoja. Alueista suljettiin pois ne alueet, jotka olivat soveltumattomia tuulipuistoille asutuksen, elinkeinotoimintojen, lentoturvallisuuden, rantavyöhykkeiden, vesistöjen, arvokkaiden luonto- tai kulttuuriympäristöjen, suojelualueiden, linnuston (tärkeimmät muuttoreitit ja levähdysalueet) tai puolustusvoimien takia.

Jäljelle jääviä alueita tutkittiin tarkemmin ja niistä laadittiin raportit sekä tarkemmat karttatarkastelut tuulivoimatuotannon kannalta todennäköisimmistä alueista. Näissä tarkasteltiin kohteiden tuulisuutta, maastonmuotoja, sähköverkko- ja tiestöolosuhteita, alueen kaavoitustilannetta ja läheisiä aluevarauksia maakuntakaavoissa, näkymiä, lintujen muuttoreittejä, luonnonsuojelu- ja kulttuurialueita, asutuksen sijaintia, läheisiä elinkeinoalueita, puolustusvoimien alueita, retkeily- ym. reitistöjä sekä maisemia.

Maakuntien selvityksissä on löydetty mahdollisia alueita jopa useita kymmeniä. Niistä on karsittu pois heikoimmat, jolloin jäljelle on jäänyt yleensä kymmenkunta aluetta per maakunta. Näistä selvitystyöhön valitut konsultit ovat tehneet oman alkuvaiheen selvityksensä pisteytyksineen. Niiden perusteella he ovat valinneet tarkempaan tarkasteluun 31 aluetta, joista tehtiin teknistaloudelliset analyysit. Hyvien tulosten pohjalta voidaan tehdä sellainen johtopäätös, että tutkittujen parhaiden alueiden lisäksi vastaavaa analysointia on tarpeen tehdä myös muilla inventoiduilla alueilla.

Maakuntien liittojen ja konsulttien yhteisiä kokouksia on pidetty kahdeksan eri puolilla selvitysaluetta. Lisäksi liitot ovat järjestäneet tilaisuuksia ja neuvotteluja kuntien, järjestöjen, voimayhtiöiden, ELY-keskusten ym. toimijatahojen kanssa omalla alueellaan. Viidessä maakunnassa järjestettiin myös maakunnalliset tuulivoimaseminaarit kevään 2011 aikana. Hankkeesta on tiedotettu medialle ja maakuntien lehdet ovat kirjoittaneet hankkeesta. Joissakin liitoissa on käynnistetty tai toteutettu hanketta tukevia erillisselvityksiä.

Hanke on toteutettu ympäristöministeriön ja Fingrid Oyj:n tuella. Maakuntien liitoissa on tehty omana työnä alustavia selvityksiä potentiaalisista alueista sekä järjestetty tilaisuuksia ja neuvotteluja. Konsulttiosuudet hankkeessa ovat toteuttaneet Merja Paakkari, Hafmex Wind Oy ja Erkki Haapanen, Tuulitaito. Hankkeen hallinnointia on hoitanut Etelä-Karjalan liitto ja yhteyshenkilöinä maakunnissa ovat toimineet Pirjo Iivanainen (Etelä-Karjala), Martti Juntunen (Kainuu), Jouko Kohvakka (Pohjois-Savo), Janne Nulpponen (Etelä-Savo), Pasi Pitkänen (Pohjois-Karjala) ja Olli Ristaniemi (Keski-Suomi). Selvityshankkeen aloituspalaveri pidettiin 20.5.2010 ja raportti valmistui kesäkuussa 2011.

## **Tuulivoimatuotanto ja kaavoitus**

### **Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet**

Uudistetut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet hyväksyttiin valtioneuvostossa marraskuussa 2008 ja ne astuivat voimaan maaliskuussa 2009. Tavoitteiden mukaan maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet rannikko-, meri- ja tunturialueiden lisäksi myös kaikkialla sisämaassa. Tuulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetysti useamman voimalan yksiköihin. Huomionarvoista on myös se, että tuulivoimarakentamista koskevien tavoitteiden lisäksi tuulivoima-alueiden suunnittelussa on luonnollisesti otettava huomioon myös muut alueidenkäytön tavoitteet.

### **Kaavoitus ja luvat**

Maakuntakaavoitus ohjaa kuntatason yleiskaavoitusta myös tuulivoimatuotantokysymyksissä. Tuulivoimarakentamista koskeva maankäyttö- ja rakennuslain muutos tuli voimaan 1.4.2011. Sen tavoitteena on selkeyttää maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntöön liittyviä säännöksiä niin, että tuulivoimaloiden rakennuslupien myöntäminen voisi perustua aikaisempaa laajemmin yleiskaavoitukseen. Muutoksen tavoitteena on selkeyttää maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntöön liittyviä säännöksiä tuulivoimarakentamisen osalta. Muutoksen mukaan tuulivoimaloille olisi mahdollista myöntää rakennuslupa suoraan yleiskaavan perusteella, jos sen voidaan katsoa ohjaavan riittävästi suunnitellun tuulivoimalahankkeen sijoittumista, ja jos siinä on voitu tarpeeksi hyvin arvioida tuulivoimahankkeen vaikutuksia alueen käyttöön ja sen ympäristöön.

sekä ympäristöarvoihin. Muutoksen tavoitteena ei ole muuttaa maakuntakaavoituksen ohjausvaikutusta yleiskaavoitukseen nähden.

Yksityiskohtainen kaavoitus on jatkossakin tarpeen laatia silloin, kun suunniteltu tuulivoimarakentaminen vaatii yhteensovittamista muiden maankäyttöön liittyvien tarpeiden tai ympäristöarvojen kanssa. Tällöin alueiden käyttö järjestetään asemakaavan avulla.

Tuulivoimalat tarvitsevat aina rakennusluvan tai toimenpideluvan, jälkimmäisen lähinnä pienissä yksityistalouksia palvelevissa tuulivoimaloissa. Pelkästään luparatkaisuihin perustuen tuulipuisto voidaan toteuttaa ainoastaan sellaisilla alueilla, joilla yhteensovittamistarve tuulivoimarakentamisen ja muun alueidenkäytön välillä on vähäinen ja joilla ei ole erityisiä ympäristöarvoja. Lisäksi tuulivoimala saattaa vaatia myös ympäristöluvan ja vesistöön rakennettaessa vesiluvan.

## **Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät**

Tuulivoimatuotannon sijoittumiseen vaikuttavat monet ympäristölliset ja teknistaloudelliset sijainti- ja ominaisuustekijät. Tuulisuusolosuhteet muodostavat luonnollisesti perustan investointihalukkuudelle, sillä tuulisuus vaikuttaa suoraan tuulienergian hyödyntämismahdollisuuteen ja sitä kautta tuulivoimasta saatavaantuottoon. Suomessa valmisteltu tuulisähkön syöttötariffi eli takuuhinta on lisännyt investointihalukkuutta. Työ- ja elinkeinoministeriön syöttötariffia koskeva esitys on lähtenyt siitä, että syöttötariffilla tuettu tuulisähkö on kannattavaa tuulisuuden ollessa vähintään 6,5 m/s 100 m korkeudella. Maankäytön edellytyksiä tarkasteltaessa ei kuitenkaan voida suoraan katsoa vain tämän hetken kannattavaa tuulisuustasoa, koska tekniikka kehittyy voimakkaasti ja esimerkiksi sähkön hinta voi nousta lähitulevaisuudessa merkittävästi. Maakuntakaavan aikatahtäys on hieman pitemmällä, yleensä 10–20 vuotta eteenpäin.

Tuulisuuden ohella investoinnin suuruuteen vaikuttaa infrastruktuuri, johon kuuluvat tiestön kunto ja saavutettavuus, sähköverkon ja sähköasemien läheisyys ja kytkentämahdollisuudet, yleinen alueen rakennettavuus ja maaperä. Investoinnista noin 65–80 % kohdistuu itse tuulivoimalaan mukaan lukien perustuksen, tornin, konehuoneen ja lavat. Kokonaiskustannuksista 2–9 % liittyy sähkötöihin ja 2–9 % sähköverkkoon liittämiseen.

Ennen investointien tarkempaa laskelmavaihetta ja investointipäätöstä on kuitenkin selvitetty maankäytölliset edellytykset tuulivoimapuistolle, joka on useamman ison tuulivoimalan kokonaisuus. Tarkastelu käydään läpi kaavoitusprosessissa. Maakuntakaavoitus ohjaa kuntakaavoitusta, joten tuulivoimapuistojen suunnittelussa maakuntakaava on yksi lähtökohdista. Vaikka maakuntakaavassa ei olisi erikseen käsitelty lainkaan tuulivoimakysymystä, voi tuulivoimapuistojen suunnittelu ja rakentaminen olla mahdollista. Tuulivoimalapuisto voidaan kaavoittaa myös suoraan yleiskaavan ja tai asemakaavan perusteella, edellyttäen kuitenkin, että suunniteltu hanke ei ole voimassa olevan maakuntakaavan kanssa ristiriidassa.

Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat lukuisat osatekijät, joista merkittävimpiä eri keskusteluissa ja selvityksissä esiin nostettuja tarkastellaan lyhyesti seuraavaksi. Samalla tulee kuitenkin pitää mielessä se tosiasia, että jokainen tuulivoimalahanke on oma kokonaisuutensa, jossa kullakin hankkeella on toisistaan hieman poikkeavia ja eri tavalla painottuneita vaikutustekijöitä. Seuraavaksi esiteltävät vaikutustekijät antavat yleiskuvan niistä asioista, joita kannattaa pohtia tuulivoimatuotannon maankäytöllisiä edellytyksiä tarkasteltaessa. Kutakin vaikutustekijää on tarkasteltu ensin yleisesti ja maakuntakohtaisesti myöhemmissä kappaleissa.

## Tuulisuus ja korkeusolosuhteet

Ilmatieteen laitoksen toteuttama Suomen Tuuliatlas eli tuulienergiakartasto valmistui marraskuussa 2009. Sen pohjana on numeerinen säämalli, jolla on simuloitu 50 vuoden ajalta valittuja edustavia todellisia sääoloja 72 kuukauden ajalta. Säämallilla on tarkasteltu Suomen tuuliolosuhteita 50 metristä 400 metriin kautta koko maan 2,5 neliökilometrin suuruisilta alueilta. Toisin sanoen tuuliatlaksen antamat tuulisuus- ja tuotantotiedot 1 ja 3 MW:n laitoksille kussakin hilaruudussa ovat keskiarvolukuja, joiden sisällä on suurta vaihtelua. Aineiston yleispiirteisyyden vuoksi tuulivoimaloiden kannattavuuksia laskettaessa onkin syytä katsoa tarkemmin alueen korkeusolosuhteita sekä lisäksi suorittaa kannattavaksi todetuille paikoille vielä varsinaiset tuulimittaukset.

Tuulivoiman riittävän ja kannattavan tuotannon kannalta keskeisiä tuulisuustietoja ovat tuulennopeus eri korkeuksilla ja erityisesti vuotuinen keskituulennopeus, joka kuvaa hyvin yleisiä tuuliolosuhteita. Nykyisin rakennettavat ja suunniteltavat tuulivoimalat ovat teholuokaltaan 2-3 MW ja niiden napakorkeus on noin 100 m. Tämänkokoiset tuulivoimalat käynnistyvät nykytekniikalla tuulennopeuden ylittäessä 4 m/s ja saavuttavat maksimitehonsa tuulennopeuden ollessa noin 12 m/s. Myrskynopeuksia lähestyttäessä tuulivoimalat sammuvat automaattisesti tuulennopeuden ollessa 20-25 m/s.

Parhaita tuulisia alueita ovat merten ja järvien ranta-alueet sekä tunturit, mäet ja muut ympäröivästä maastosta selvästi erottuvat alueet. Sisämaan olosuhteissa keskituulennopeudet 100 metrin korkeudella ovat tuuliatlaksen mukaan 5-7,5 m/s, rannikkoalueella ja muutamilla Lapin tunturialueilla parhaimmillaan jopa yli 8 m/s. Merialueilla tuulee vielä tätäkin voimakkaammin.

## Rakennettu ympäristö (asutus, sähköverkko ja tiestö)

Ihmisten **asumisympäristö** taajamineen, kyliseen ja haja-asutuksineen rajaavat ja ohjaavat tuulivoimatuotannon sijoittumista. Tuulivoimaloiden aiheuttamat ääni- ja välkevaikutukset sekä joissakin tapauksissa koetut esteettiset ja muut haittavaikutukset lähiympäristössä estävät tuulivoimaloiden rakentamisen asutuksen yhteyteen. Selvityksissä onkin käytetty erilaisia puskureita tai ns. suojavaiohykkeitä asutukselle. Taajamien ja kylien ympärillä on katsottu riittäväksi noin yhden kilometrin puskuri ja yksittäisten haja-asutusalueen asuinkiinteistöillä noin puolen kilometrin puskuri. Joissakin maakuntakohtaisissa tuulivoimaselvityksissä on painotettu asukkaiden määrää eri kohteissa, ja tällä perusteella laadittu asutuksen puskureita puolen kilometrin - kahden kilometrin välille. Lapissa puolestaan maakuntakaavan lähtökohtaselvityksissä on yksittäiset muutaman henkilön asuinkiinteistöt jätetty huomioimatta osin silläkin perusteella, että asuntoja tyhjenee ja asutusverkko harvenee koko ajan.

**Sähköverkko** on erittäin merkittävä tuulivoiman sijoittumiseen vaikuttava tekijä ja samalla keskeisimpiä teknistaloudellisia tekijöitä voimaloiden sijoittumisessa. Kuten monissa muissakin Suomessa toteutetuissa selvityksissä, tässäkin nyrkkisääntönä on, että yli 10 kilometrin etäisyys voimajohtoverkosta alkaa olla tämän hetken kustannustasolla taloudellisesti kannattamaton investointi. Sähköasemien läheisyys on myös merkittävä etu, koska niiden rakentaminen on voimajohtoon rakentamisen ohella tärkeä taloudellinen tekijä tuulivoimapuiston verkkoon kytkemisessä ja investointikokonaisuudessa. Parhaimmillaan puisto voidaan kytkeä verkkoon ilman uusien sähköasemien rakentamista.

On useita tapoja liittää tuulivoimala sähköverkkoon. Olennaista on selvittää, mille jännitetasolle voimala kytketään, onko samassa johdossa yksi vai useampi voimala, onko liittymisjohto oma vai yhteinen muiden asiakkaiden kanssa sekä tarvitaanko voimalakohtaisia jakelumuuntajia vai jopa oma sähköasema. Sähköverkkoon liittäminen edellyttää usein suuria investointeja.

Suomen sähköverkon omistuksesta ja ylläpidosta huolehtivat kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj sekä paikalliset sähköverkkoyhtiöt. Suomen kantaverkko koostuu 400:n, 220:n ja tärkeimmistä 110 kV:n voimansiirtojohtoista sähköasemineen. Kaikkiaan kantaverkkoon kuuluu yli 14 000 km voimajohtoa sekä noin 100 sähköasemaa. Kaikista muista verkoista huolehtivat paikalliset sähkönsiirtoyhtiöt. Suomen sähköverkko on osa pohjoismaista yhteiskäyttöverkkoa, ja kantaverkko on yhdistetty Norjan, Ruotsin, Viron ja Venäjän verkkoon.

**Tieverkosto** tai sen rakentamisen mahdollisuus on perusedellytys tuulivoimaloiden rakentamiselle. Voimalat eivät tarvitse käyttöaikanaan kuin normaalin huoltoajoneuvojen käyttöön soveltuvan tieyhteyden, mutta esimerkiksi generaattoreiden, maston ja muiden osien kuljettaminen asennuspaikalle edellyttää tieverkolta rakennusaikana huomattavasti enemmän. Suurten 3 MW:n tuulivoimaloiden nasellit eli konehuoneet painavat yksistään lähes 100 tonnia ja myös teräksiset ja betoniset tornit painavat paljon ja edellyttävät erikoiskuljetuskalustoa. Usein rakennusaikana joudutaan parantamaan tieyhteyttä, vahvistamaan siltoja ja toisinaan myös rakentamaan uusia tielinjoja.

Suomen tieverkko on erittäin kattava ja se mahdollistaa tuulivoiman rakentamisen eri puolille Suomea. Toisaalta erityisesti alempiasteisen tieverkon kunnosta on viime vuosina keskusteltu paljon. Suomen koko tieverkko on noin 454 000 km, ja se koostuu valtion omistamista maanteistä, kuntien ylläpitämistä kaduista sekä yksityisten omistajien ylläpitämistä yksityisteistä, joita on valtaosa, noin 350 000 km. Niistä metsäautoteitä on noin 120 000 km. Yksitysteiden liikennemäärät ovat pieniä, mutta niillä on tärkeä merkitys haja-asutusalueiden liikenteen sekä elinkeinotoimintojen, esimerkiksi puunkuljetuksen kannalta. Laaja yksityistieverkko mahdollistaa myös tuulivoiman suunnittelua eri puolille maata. Liikennevirasto on valmistelemassa omaa ohjeistustaan liittyen tuulivoimaloiden ja tieverkoston keskinäisiin vaikutuksiin.

## Voimassa olevat kaavat

Voimassa oleva kaavoitus maakuntakaavoista asemakaavoihin ohjaa alueidenkäyttöä, myös suurten tuulivoimaloiden ja tuulivoimapuistojen sijoittamista. Valtakunnallisesti maakuntakaavassa on käsitelty tuulivoimaa lähinnä vain rannikolla ja Lapin tunturialueilla. Sisämaan maakuntakaavoitus tuulivoiman suhteen on vasta käynnistynyt, eli pinta-alaisesti merkittävä osa Suomen kaavoista on vailla tuulivoimatuotantoa osoittavia merkintöjä. Voimassa olevissa kaavoissa on joka tapauksessa varattu alueita eri maankäyttöluokille, joten tuulivoimapuistoja tarkastellaan tässä viitekehyksessä suhteessa muuhun alueidenkäyttöön. Lähtökohtaisesti maa- ja metsätalouden alueet ja kaavojen ”valkoiset alueet” soveltuvat parhaiten laajalle tuulivoimatuotannolle. Tuulivoimantuotannon ohjaaminen kaavoituksella edellyttää kuitenkin aina eri vaikutusten tarkastelua ja maankäytön tavoitteiden yhteensovittamista.

## Elinkeinotoiminta

Tuulivoima-alueet kohdentuvat maa- ja metsätalousvaltaisille alueille ja niillä voidaan siten olettaa olevan vaikutuksia kyseisiin elinkeinotoimintoihin. Tuulivoimaloiden tarvitsema maa-ala on kuitenkin verrattain pieni, joten niiden vaikutus elinkeinoihin kuten metsätalouteen tai maanviljelyyn on melko vähäinen. Sen sijaan voimaloiden rakentamisen ja huoltotoimenpiteiden edellyttämä rakenteeltaan kantava tiestö tulee varaamaan huomattavasti enemmän maa-alaa.

## Lentoturvallisuus

Ilmailulaki määrittelee Suomessa lentoestelupaa edellyttävien laitteiden, rakennuksien, rakennelmien ja merkkien korkeudet. Lupaa haetaan Liikenteen turvallisuusvirastolta TraFilta, ja siihen on liitettävä ilmaliikennepalvelujen tarjoajan eli Finavian lausunto esteestä. Finavia on laatinut valtakunnallisen paikkatietoaineiston, jota voi käyttää hankkeiden suunnitteluvaiheessa. Aineistossa on kuvattu useita alueita, joihin on liitetty ominaisuutena esteen suurin sallittu huipun korkeus merenpinnan tasosta. Päällekkäisten

alueiden osalta matalin korkeus on määräävä. Tähän aineistoon pitää vielä yhdistää tieto maanpinnan korkeudesta, jotta saadaan selville minkä korkuinen rakennelma millekin paikalle sopii.

## **Linnusto ja eläimistö**

Tuulivoimaloilla voi olla haitallisia vaikutuksia linnustoon, mikäli sijoituspäätöstä tehtäessä ei riittävästi huomioida lintujen päämuuttoreittejä, pesintä- ja ruokailualueita, mahdollista vuodenaikaisvaihtelua tai kansallisesti ja kansainvälisesti arvokkaita lintualueita (FINIBA ja IBA -alueet).

Tuulivoimalat eivät kuitenkaan välttämättä ole erityisen suuri uhka linnustolle, ja huolellisella suunnittelulla voidaan varmistaa, että tuulivoimalan linnustovaikutukset jäävät häviävän pieneksi. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että BirdLifen mukaan valoisaan aikaan rakennusten ikkunoihin törmäämisen kautta kuolee Suomessakin vuosittain jopa 500 000 lintuyksilöä. Pimeässä ylivoimaisesti suurin vaara linnuille on kirkas valo (majakat, valaistut rakennukset yms.), mikä voi aiheuttaa joinakin muuttoöinä massakuolemia yhdessä yksittäisessä pisteessä.

## **Suojelualueet ja Natura-alueet**

Suomen pinta-alasta on suojeltu noin yhdeksän prosenttia luonnonsuojelu- ja erämaalailla. Suojeluohjelmien toteutuksen edetessä luku tulee kasvamaan noin kymmeneen prosenttiin (noin 33 000 km<sup>2</sup>). Suojelualueilla raskas rakentaminen on kielletty, joten ne ovat automaattisesti tuulivoimatuotannolle soveltumattomia. Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita tulee aina tarkastella tapauskohtaisesti varausperusteiden nojalla, sillä siihen kuulumisen ei suoraan estä tuulivoiman rakentamista. Useimmiten alueilla on kuitenkin muitakin suojeluperusteita ja suunnittelu vaatii erilliset perusteelliset selvitykset, minkä takia Natura-alueet on useimmissa maakuntakaavoitusta palvelevissa tuulivoimaselvityksissä joko jätetty sellaisenaan pois tai merkitty omaan luokkaansa ”ehkä potentiaalinen alue tuulivoimatuotannolle”.

## **Matkailu ja virkistys**

Matkailu- ja virkistysalueet ovat usein laajoja kokonaisuuksia, jotka sisältävät sekä tehokkaita matkailun alueita että vähemmän tehokkaita mutta toiminnoiltaan kiinteästi matkailuun liittyviä liitännäisalueita reitistöineen ja luontomatkailualueineen. Matkailun ja virkistyksen suhde tuulivoimaan on moninainen. Matkailualueet käyttävät paljon energiaa ja tuulivoima voi mahdollistaa puhtaan uusiutuvan energian tuottamisen, mutta toisaalta voimalat ovat maisemassa hallitsevia, jolloin korostuu niiden huolellinen sijoittaminen. Tuulivoimatuotanto on kuitenkin sovitettavissa matkailu- ja virkistysalueisiin, sillä suurin osa matkailukeskuksista on jo valmiiksi rakennettua maisemaa. Tuulivoimalat voivat ympäristöystävällisinä uusiutuvan energian vaihtoehtoina myös parantaa asiakkaiden mielikuvaa matkailukeskuksesta. Vaikutus retkeily- ym. reitistöihin selvitetään tapauskohtaisesti.

## **Kulttuuriympäristöt ja maisema**

Tuulivoimalat ovat yksi merkittävä maisematekijä. Tuulivoimalat ja maisema -selvityksen (Suomen ympäristö -sarja 5/2006) mukaan tuulivoimaloiden sijoituspaikkaa rajattaessa on yleensä syytä tiedostaa yleiset maiseman visuaaliseen herkkyyteen liittyvät ja voimaloiden näkyvyyttä korostavat tekijät. Selvityksen mukaan voidaan myös todeta, etteivät tuulivoimalat yleensä sovi kulttuurihistoriallisesti tai maisemallisesti arvokkaiden kohteiden läheisyyteen, koska tuulivoiman nykyaikaa edustavan teknisen luonteen nähdään dominoivan ja kadottavan historiallisen maiseman visuaaliset ominaisuudet.

Maisemallisesti ja kulttuurihistorialtaan arvokkaiksi alueiksi voidaan lukea ainakin valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet, valtakunnallisesti merkittävät kulttuurihistorialliset ympäristöt, maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet, maakunnallisesti merkittävät kulttuurihistorialliset ympäristöt, muinaismuistoalueet sekä kansallis- ja perinnemaisemat.



Erityisesti valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet ja kulttuurihistorialliset ympäristöt sekä kansallismaisemat ovat ehdottoman herkkiä kokonaisuuksia, jotka eivät mahdollista tuulivoimapuistojen rakentamista alueille tai niiden läheisyyteen. Maakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden ja kulttuurihistoriallisten ympäristöjen osalta tilannetta on tarkasteltava tapauskohtaisesti johtuen alueiden pienialaisuudesta. Lähtökohta on, että suuren mittakaavan tuulivoimapuistoja ei tulisi suunnitella maakunnallisesti arvokkaille alueille.

## **Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus**

Tuulivoimaloilla on todettu olevan erilaisia vaikutuksia viestiliikenteeseen ja puolustusvoimien tutkajärjestelmään.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto LUT on selvittänyt äskettäin, millaisia häiriöitä tuulivoimalat ja tuulivoimapuistot aiheuttavat tutkajärjestelmiin ja miten häiriöitä voidaan lieventää. Häiriöitä voidaan selvityksen mukaan lieventää kolmella eri tavalla: muokkaamalla tutkaa, muokkaamalla tuulivoimaloita tai niiden sijaintia sekä asentamalla lisätutkia. Ainoa keino, jolla voidaan kokonaan estää tuulivoimaloiden aiheuttama tutkahäirintä, on sijoittaa tuulivoimalat tutkan näkökentän ulkopuolelle. Häiriöiden lieventämisessä tärkeää on tuulivoiman rakentajien ja tutkia operoivien tahojen välinen yhteistyö. Näin molempien osapuolten intressit tulevat huomioiduksi.

Puolustusvoimat on edellyttänyt tuulivoimaloiden tutkavaikutusten selvittämistä ja huomioon ottamista tuulipuistojen toteutuksessa. Tuulivoimaloiden vaikutuksia tutkien suorituskykyyn selvittävä tutkimushanke käynnistyi syksyllä 2010 yhteistyössä alan toimijoiden ja Puolustusvoimien kanssa. Työn on tarkoitus valmistua syksyllä 2011.

## **Yhteenvedoa eri vaikutuksista**

Tuulipuistojen sijoittaminen olemassa olevaan yhdyskuntarakenteeseen ei aina ole yksiselitteistä ja helppoa. Tuotannon erilaisten vaikutusten ja erityisesti niiden suuruuden ja laajuuden arvioiminen on haastavaa. Toisaalta vaikutuksista puhuttaessa tulee aina suhteuttaa kysymys siihen, millä suunnittelutasolla vaikutuksista puhutaan. Maakuntakaavoissa on sellaisia tasoja tai maankäytön muotoja, jotka suoraan poissulkevat tuulivoimatuotannon. Suojelualueet, taajamat, kylät, valtakunnallisesti arvokkaat kulttuuriympäristöt ja maisemat sekä lentokentät ja puolustusvoimien alueet lähiympäristöineen ovat alueita, joille laajojen tuulipuistojen rakentaminen ei ole mahdollista, ja lisäksi haja-asutus lomarakennuksineen sekä luonnonympäristön tekijät aiheuttavat laaja-alaisesti haasteita tuulivoimapuistojen sijoittelulle. Alueiden suunnitteluun ja käytännön rakentamiseen vaikuttavat myös monet teknistaloudelliset seikat kuten alueiden saavutettavuus, muuntoasemien läheisyys sekä voimajohtoverkon riittävyys ja läheisyys.

## **Työn vaiheet**

### **Paikkatietotarkastelut**

Maakuntien alueilta kartoitettiin paikkatietotarkastelujen ja käytyjen neuvottelujen perusteella tuulipuistoille soveltuvia aluekokonaisuuksia. Kartoitettaessa tarkasteltiin alueita, joilla tuulisuus oli Tuuliatlaksen tietojen perusteella 6,3 m/s tai enemmän 100 metrin korkeudella, joka on keskimäärin parhaillaan Suomeen rakenteilla olevien suurten tuulivoimaloiden napakorkeus. 6,3 m/s valittiin raja-arvoksi, jotta saadaan riittävän kattavasti esiin alueita, joilla korkeuserojen myötä päästään huomattavasti Tuuliatlaksen hilatietoa parempiin tuulisuusolosuhteisiin. Tarkasteltavaksi otettiin vain alueita, joiden pinta-ala oli yli 3 km<sup>2</sup>. Muutamilla alueilla päästiin huomattavan isoihin kokonaisuuksiin, jopa lähes 100 km<sup>2</sup>pinta-alaan.

Alueiden valintojen pohjalla olivat edellä kappaleessa mainitut tarkastelut eli tuulipotentialiset alueet suhteessa

- suojelualueisiin
- Natura 2000 -verkostoon
- kulttuuriympäristöihin ja arvokkaihin maisema-alueisiin
- arvokkaihin lintualueisiin (FINIBA) ja muihin lintuvaikutuksiin
- puolustusvoimien alueisiin
- lentokenttiin
- viestintäliikenteeseen (tutkavaikutus)
- lentoturvallisuuteen (lentoesterajoitusalueet)
- taajamiin ja kyliin
- haja-asutukseen (ympärivuotiset ja loma-asunnot)

Alueiden määrä vaihteli huomattavasti maakunnittain ja jatkotarkasteluun päätyi 10-80 aluetta per maakunta. Yhteensä alueita löytyi kaikkien tarkasteltavien maakuntien osalta yli 200 kappaletta. Kyseisillä alueilla todettiin alustavasti olevan maankäytöllisiä edellytyksiä tuulivoimapuistojen sijoittumiseen. On tärkeä huomioida, että alueet ovat alustavia eivätkä ne ole täysin kattavia mahdollisille tuulivoimapuistoille. Toiseksi on myös hyvä tiedostaa, että tässä selvityksessä ei ole lainkaan tarkasteltu yksittäisiä tuulivoimaloita, joille voi olla edellytyksiä eri puolilla maakuntaa sekä pienessä että suuressa kokoluokassa.

## Alueiden läpikäynti ja pisteytys

Maakuntien paikkatietotarkasteluissa kartoitetut tuulivoimalle mahdolliset alueet käytiin konsulttien toimesta systemaattisesti läpi. Eryteisesti katsottiin tuuliatlaksen tuulitiedot 100 metrinksuorkeudella sekä maksimikorkeuserot alueella. Näiden tietojen perusteella voidaan päätellä onko alueella ylipäättään riittävä tuulisuus ja onko mahdollista päästä tuuliatlaksen 2,5 x 2,5 km hilan keskiarvolukemaa parempiin tuulisuusarvoihin.

Etäisyys sähköverkosta on olennainen tekijä alueita arvioitaessa. Pitkän yhteyden rakentaminen on kallista ja aikaa vievää, mikä hankaloittaa tuulipuistojen toteutusta. Alkuvaiheessa käytettiin etäisyytenä linnuntietä lähimpään 110kV:n tai 45kV:n sähköverkon pisteeseen välittämättä liityntäpisteestä. Teknistaloudellisessa analyysissa käytiin tarkemmin läpi liityntävaihtoehtoja.

Tieverkkoa tarkasteltiin sen mukaan miten paljon alueelta löytyy valmista tiepohjaa kuten metsäautoteitä sekä minkälainen maasto alueella on uuden tieverkon rakentamista ajatellen. Tieverkosta ei tullut kynnyskysymystä yhdessäkään paikassa, vaikka joidenkin alueiden osalta jyrkät korkeuserot voivat käytännössä hankaloittaa kohteiden täysimääräistä hyödyntämistä.

Tärkeitä tekijöitä olivat myös alueen suuruus ja se, miten paljon tuulivoimaa voisi alueelle sijoittaa. Suuret tuulipuistot pystyvät kattamaan esimerkiksi isommat sähköverkon rakentamiskustannukset, joten matka sähköverkkoon voi olla niissä pidempi kuin pienemmissä kokonaisuuksissa. Lisäksi tavoitteena on rakentaa

tuulivoimalat keskitetysti, mikä myös puoltaa isompia tuulipuistoja. Alueille tehtiin alustava tuulivoimaloiden sijoittelu, jonka mukaan arvioitiin suurinta alueelle mahtuvaa tuulipuiston kokoluokkaa.

Jokaisen alueen ympäröivästä maastosta tehtiin kuvaus ja selvitettiin, miten se vaikuttaa tuulisuuteen. Esimerkiksi alueella voi olla suuria korkeuseroja, jolloin voidaan olettaa hyviä tuulia mäkien päällä, mutta mikäli vallitseviin tuulensuuntiin on myös vaihtelevaa maastoa, heikentää se alueen kokonaistuulisuutta. Lisäksi Tuuliatlaksen pohjalta tehtyjen tuotantolaskelmien epävarmuus kasvaa tällaisissa tilanteissa korostaen tuulimittausten tärkeyttä hanketta suunniteltaessa. Muita tarkasteltavia tekijöitä olivat maaston peitteisyys ja järvien suuruus ja määrä.

Alueiden keskinäistä vertailua varten kehitettiin pisteytysjärjestelmä, jossa huomioitiin edellä kuvatut tekijät ympäröivän maaston kuvausta lukuun ottamatta. Taulukossa 1. on esitetty pisteytyksen periaatteet. Pisteitä annettiin 0–4 riippuen tarkasteltavasta tiedosta. Tuulisuus ja korkeuserot painotettiin korkeimmalle, jonka jälkeen tärkeysjärjestyksessä tulivat etäisyys verkkoon, voimaloiden lukumäärä sekä tieverkko. Lopullinen alueiden pisteytys saatiin laskemalla näiden viiden osatekijän painotettu keskiarvo.

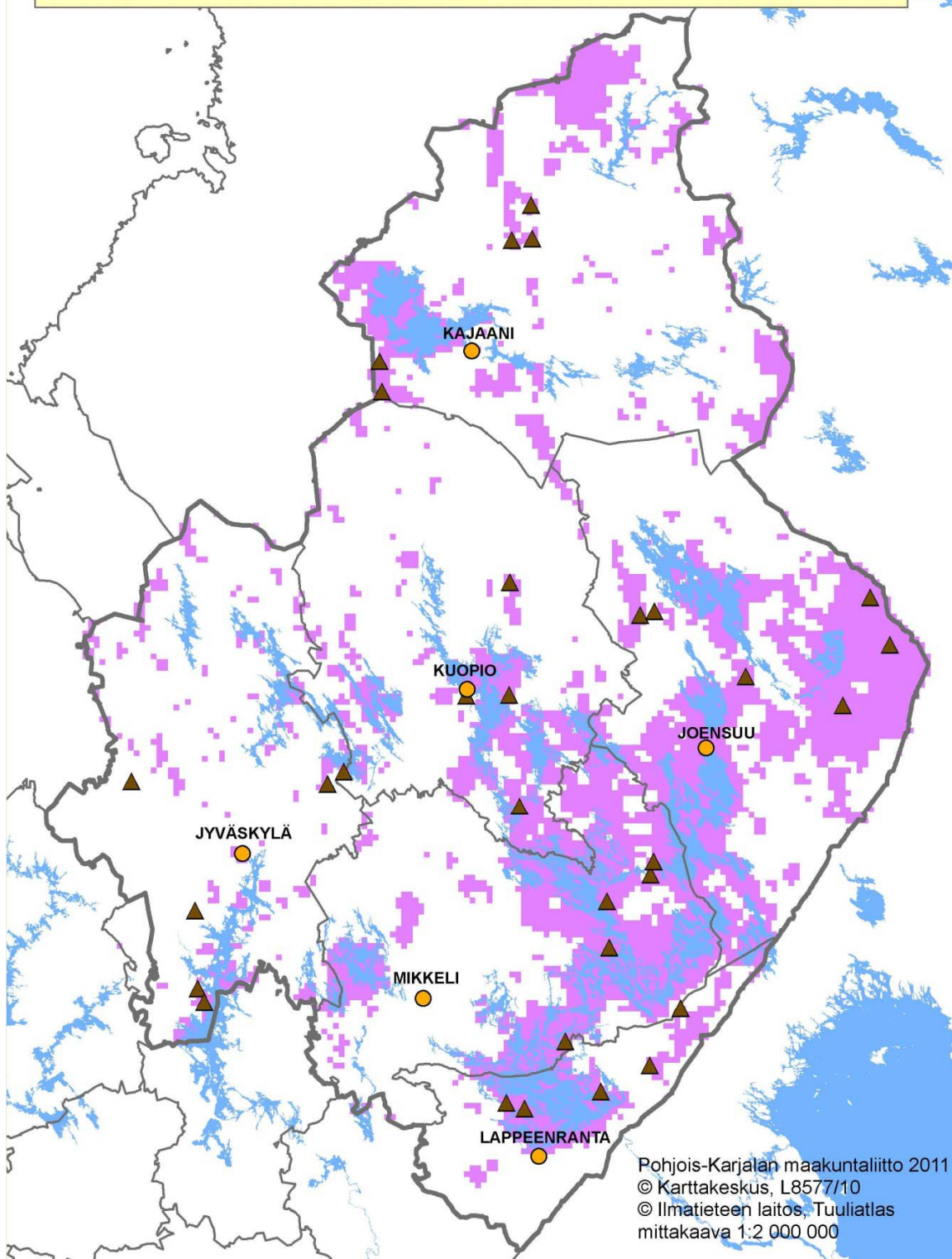
**Taulukko 1. Tuulivoimalalle soveltuvien alueiden pisteytys**

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

Maaston kuvauksen ja pisteytyksen perusteella poimittiin parhaimmat alueet, joista jokainen maakunta valitsi yhdessä konsulttien kanssa neljä aluetta tarkempaan teknistaloudelliseen tarkasteluun. Osa alueista jakautui kahteen osaan, jolloin niitä tarkasteltiin erikseen, ja osa alueista muodostui useammasta pienemmästä alueesta, jotka päätettiin yhdistää. Valinnassa hyödynnettiin pisteytyksen ja maastonkuvauksen lisäksi myös muita tekijöitä, kuten alueiden sijoittumista eri kuntiin ja niiden maakunnallista tärkeyttä, sekä tarkasteltiin erityyppisten alueiden soveltuvuutta tuulivoimalle. Siten eniten pisteitä saaneita alueita ei automaattisesti otettu lopulliseen teknistaloudelliseen analyysiin. Alueiden suuren määrän vuoksi jatkossa tultaneen tekemään tarkempia tarkasteluja myös niille alueille, joita tässä raportissa ei ole huomioitu.

## SISÄ-SUOMEN TUULIOLOSUHTEET

Vuoden keskituulennopeus 100 m korkeudella 6,3 m/s tai yli



Kuva 1. Sisä-Suomen potentiaaliset tuulivoima-alueet, joille tehtiin tarkempi teknistaloudellinen analyysi.

### Tuulipuistojen teknistaloudellinen analyysi

Potentiaaliselle tuulipuistoalueelle sijoitettiin voimalat aluksi noin 500 m etäisyydelle toisistaan ja lähimmistä rakennuksista tai muista esteistä. Tavoitteena oli selvittää, mikä olisi alueelle sijoitettavan tuulipuiston maksimikoko. Alueelle tehtiin 50 x 50 m:n hilalla tuulisuustarkastelu 100 m:n korkeudella käyttäen

tuuliatlaksen ".lib" -tiedostoa sekä maastokarttaa, johon lisättiin maaston rosoisuus. Tuloksena syntyi tuulisuuskartta, jonka avulla on helppo paikantaa parhaat tuulialueet. Tuulisuuskartan lisäksi laskettiin samoilla lähtötiedoilla yhdelle voimalatyypille 100 m:n korkeudelle tuottokartta, jonka avulla voitiin tarkentaa hyvien tuulipaikkojen sijaintia.

Alun perin alueelle sijoitettujen voimaloiden sijaintia korjattiin näiden karttojen avulla ja laskettiin koko puiston tuotanto. Saatujen tulosten perusteella muutettiin voimaloiden sijainteja, kunnes löytyi parhaiten tuottava kokonaisuus. On kuitenkin muistettava, että tämä sijoittelu on tehty vain vertailulaskentaa varten, jotta eri alueita voidaan verrata toisiinsa, ja tarkoituksena oli löytää kunkin alueen tuulivoiman tuottopotentiaali. Kun todellisia hankkeita rakennetaan, on käytössä tuulimittaustulokset ja tarkempi käsitys maa-alueiden käytettävyydestä, joiden pohjalta tehdään kokonaan uudet sijoittelut.

Jotta alueet tulisivat verratuiksi samoin perustein, valittiin laskentaa varten kaksi voimalatyyppiä, jotka molemmat ovat sisämaan voimaloita:

- Hyundain 2 MW voimala HQ2000, jonka potkurin halkaisija on 93 m ja napakorkeus 100 tai 120 m. Voimalan merkinnät kaavioissa ja teksteissä on HQ2000-93-xx, jossa xx on napakorkeus.
- Winwind3 3 MW voimala, jonka potkurin halkaisija on 120 m ja napakorkeus 90 tai 120 m. Voimalan merkinnät kaavioissa ja teksteissä on WWD3-120-xx, jossa xx on napakorkeus.

Voimaloille laskettiin tuotot ja kustannukset 20 vuoden pitoajalle, ja ne diskontattiin nykyrahaksi. Tulokset ovat sikäli vertailukelpoisia, että voimaloiden tuotot vastaavat alueen kokonaistuottoja ja voimalan hankinta- ja toimintakustannukset laskettiin samoin perustein kaikkiin paikkoihin. Sijoituspaikkakohtaisia kustannuksia kuten tienrakennuksen, pystytysalueeksi tarvittavan alueen, sähköverkon ja verkkoon liittymisen kustannuksia ei eritelty puistokohtaisesti, koska niiden edes siedettävän tasapuolinen vertailu edellyttäisi tiepohjasta ja sähkönsyötön linjauksista lisää tietoja, joita on oikeasti saatavilla vasta hanketta toteutettaessa. Tästä syystä kustannus- ja kannattavuusvertailun perusteena käytettiin ns. "saa maksaa korkeintaan" -perustetta, jonka laskentaperuste on kaikille sama. Kustannuslaskennan perusteet ja laskentatapa käytiin läpi yhdessä molempien voimalavalmistajien edustajien kanssa.

Saadulla "Saa maksaa korkeintaan" -luvulla tulee voida kattaa kaikki tuulivoimahankkeen toteuttamiseen liittyvät investointikustannukset:

1. Projektin valmistelu, tuulimittaukset, luvitukset ja niihin sisältyvät selvitykset ja suunnittelutyöt
2. Voimaloiden hankinta, kuljetukset, pystytys ja koekäytöt
3. Infrastruktuurin rakentaminen, tiestö, pystytysalueet sähköverkko ja sen laitteet
4. Voimaloiden ohjauskeskukset ja tiedonsiirtoyhteydet

#### **Kustannuslaskennan yksityiskohtaiset perusteet:**

Laskentayksikkönä käytettiin kustannuksia yhtä asennettua megawattia kohti (€/MWh). Koska vertailussa käytettiin vain kahta voimalatyyppiä, saatiin kaikille paikoille tasavertainen arvosteluperuste, sillä tarkoituksena oli nimenomaan vertailla mahdollisia tuulipuistoalueita keskenään ja löytää niiden suhteelliset erot. Hankkeen eliniäksi laskettiin 20 vuotta ja jäännösarvoksi nolla, eli laitoksesta purettaessa saatavat tulot vastaavat purkukustannuksia. Joissakin tapauksissa on laskettu samalle alueelle kaksi erikokoista hanketta, joista laajemman tavoitteena on tuottaa mahdollisimman paljon energiaa pienemmälläkin katteella ja pienemmän tavoitteena tuottaa hyvä kate investoinnille ja energiaa niin paljon, että kate pysyy korkealla. Toisaalta

isommassa hankkeessa on paremmin varaa esimerkiksi sähköliittymän vaatimiin investointeihin, jotka helposti nousevat miljooniin euroihin, olipa puisto sitten iso tai pieni.

### Inflaation huomioiminen laskennassa

Inflaation on oletettu kasvavan keskimäärin 2 % vuodessa ja vaikuttavan toimintakustannuksiin mutta ei tuottoihin, korkokustannuksiin eikä lainapääomaan

### Tulot

Tuulipuiston vuotuinen energian tuotto laskettiin WASP -ohjelmalla<sup>1</sup> ja tuloksesta vähennettiin 15 %, jotta saataisiin lähellä todellista tuottoa oleva arvio. Tässä arviossa on otettava huomioon, että laskenta perustuu tuuliatlaksesta saatuihin tuulisuustietoihin, jotka ovat laskennallisia ja jotka täytyy jokaisessa hankkeessa varmistaa paikan päällä tehtävillä tuulimittauksilla.

Tulot syntyvät tuotetun sähkön myynnistä. Syöttötariffin takaama 83,5 €/MWh on tuloslaskelman perushintana, josta on oletettu maksettavan myyntiin liittyvinä kuluina tasemaksua 3 €/MWh ja siirtohintaa kantaverkkoon syötettäessä 0,3 €/MWh, jolloin nettotuotoksi jää 80,2 €/MWh. Tariffi on voimassa 12 vuotta voimalan investoinnista, jonka jälkeen sähkön myyntihinnan oletetaan jo nousseen pysyvästi tälle tasolle. On kuitenkin muistettava, että jokaisessa hankkeessa tehdään omat sähkönmyyntisopimukset, jotka voivat poiketa toisistaan suhteessa Nordpoolin hintaan, johon syöttötariffi perustuu. Siten jotkin projektit tuottavat enemmän ja toiset vähemmän kuin syöttötariffin mukaan suoraan laskettaessa.

### Menot

Menot muodostuvat voimaloiden toimintakustannuksista, joista merkittävimpiä ovat huoltokustannukset, jotka puolestaan jakaantuvat määräaikaishuoltoihin sekä ennalta arvaamattomiin kustannuksiin. Näiden arvioinnissa on käytetty periaatetta, että voimalat on taattu kahtena ensimmäisenä vuotena, jolloin kustannukset ovat alhaiset, minkä jälkeen huoltokustannusten lisäksi tulee satunnaisia korjauskustannuksia sitä enemmän mitä vanhemmaksi voimalat tulevat. Näiden lisäksi kustannuksia syntyy normaalitoiminnasta, vuokrista, koroista, veroista jne. Toimintakulut porrastettiin kolmeen portaaseen: ensimmäiset kaksi vuotta, seuraavat vuodet 3–10 ja vuodet 11–20.

Laskennassa haettiin investointikustannus, joka tuottaa 12 % sisäisen koron kokonaisinvestoinnille, mikä antaa hankkeen takaisinmaksuajaksi noin 12 vuotta. Sisäisen koron avulla laskettaessa ollaan riippumattomia mahdollisen pankkilainan korkoprosentista tai oman pääoman osuuden vaikutuksesta lopputulokseen. Jos pankkilaina ja korko ovat suuria, pankki saa hyvän tuoton ja investoija vastaavasti vähemmän. Verotuksellisesti oletettiin, että tuulipuisto on oma yhtiö, joka maksaa tuotostaan normaalit tuloverot. Pääoman poistoprosenttina pidettiin keskimäärin 8 % tasapoistoa koko investoidulle pääomalle.

### Vertailun tulokset

Vertailulaskennan tulokset on kiteytetty seuraavaan taulukkoon, jossa on laskettu kannattavuus jokaiselle tuulipuistolle kahdelle eri voimalalle kahdella eri korkeudella.

Taulukko 2. Kannattavuuslaskennan tulokset esimerkkikohteeseen Kuopion Kaijanmäki-Kangasmäki alueelle.

Kannattavuustarkastelut	Kaijanmäki			
	WWD3-120-90	WWD3-120-120	HQ2000-93-100	HQ2000-93-120
Voimalatyyppi				
Voimalan teho, MW	3	3	2	2

<sup>1</sup>WASP tuulisuuden laskentaohjelmisto, jonka on kehittänyt Risö National Laboratory, Tanska

Potkurin halkaisija, m	120	120	93	93
Napakorkeus, m	90	120	100	120
Voimaloiden lukumäärä	13	13	13	13
Puiston teho, MW	39	39	26	26
Puiston vuosituotto - 100%, GWh/a	105,6	120,7	70,1	77,1
Puiston vuosituotto - 85 %, GWh/a	89,8	102,6	59,5	65,5
Kokonaisinvestointi, M€	50,2	57,6	33,3	36,8
Investointi/voimala, M€	5,0	5,8	3,3	3,7
Investointi M€/MW	1,7	1,9	1,7	1,8
Takaisinmaksuaika, vuotta	12	12	12	12

Taulukossa 2. esiintyvä investointi M€/MW on ”suurin mahdollinen investoinnin kokonaiskustannus”, jonka hanke saa maksaa, jotta 12 % sisäinen korko saavutettaisiin. Mikäli tämä luku jää pieneksi eikä sillä pysty kattamaan muita investointikustannuksia, ei tuulipuisto ole tässä käytettyjen oletusten mukaan kannattava. Tässä tulee kuitenkin huomioida, ettei luku itsessään takaa alueen kannattavuutta vaan sitä käytetään vertailuarvona tässä tarkasteltujen tuulipuistojen kesken. Käyttämällä erilaista tuulivoimalamallia erilaisin toimintakustannuksin tai toisenlaista voimaloiden sijoittelua saatetaan päästä erilaisiin lukemiin. Lisäksi tuotantolaskelmiin liittyy epävarmuutta, joka vaatii tarkempien tuulimittausten tekemisen varsinaista hanketta toteutettaessa.

Tässä raportissa esitetään jokaisen alueen osalta tiivistelmä tuloksista. Vertailuvoimalana käytetään WWD3-120-90 voimalamallia, joka antaa riittävän kuvan alueiden eroista. Huomioitavaa on että korkeammalla tornilla päästään tässä esitettyjä parempiin tuloksiin.

**Taulukko 3. Raportissa käytetty yhteenvetotaulukko teknistaloudellisen analyysin tuloksista. Esimerkkinä Kaijanmäki-Kangasmäki alueelle.**

Tuulisuus	6-7,5 m/s
Tuotanto/voimala	10,1-11,8 GWh
Kannattavuusraja	1,67 M€/MW
Verkkoliitynnän kustannukset	1-3 M€
Tuulipuiston maksimikoko	36 MW

Taulukossa 3. Kannattavuusraja [M€/MW] vastaa taulukon 2. ”Investointi M€/MW” – lukua. Tuulisuuslukema vastaa tarkemman 50m x 50m hilavälille laskettua tuulisuusarvoa 100m korkeudella siirretystä nolapisteestä, joka huomioi metsän ja maaston rosoisuuden vaikutuksen tuulisuuteen. Tuulisuuslaskelma on annettu myös karttana kullekin alueelle.

Tieto yhden voimalan tuotannosta perustuu WWD3-120-90 voimalamallille lasketuille tuotantolukemille ja vaihteluväli kuvaa alueelle sijoiteltujen tuulivoimaloiden tuotannonvaihtelua. Tässä ei ole huomioitu varjostusvaikutusta, ja lukema kuvaa tilannetta, jossa voimala olisi 100 % ajasta käytettävissä. Tämä ei ole

todellisuudessa mahdollista, joten lukemat ovat käytännössä tässä laskettua pienemmät. Tuotantolukemassa on otettu huomioon 15 metriä korkean metsän aiheuttama tuotantoa heikentävä vaikutus. Mikäli metsä on alueella korkeampaa, on tuotanto esitettyä lukemaa heikompaa ja mikäli metsän korkeus on matalampi tai alue on paljasta, on tuotanto hieman suurempaa.

Verkkoliitynnän kustannukset on arvioitu taulukossa karkeasti. Tarkastelu sisältää kytkennän 110 kV:n verkkoon kytkinlaitoksen tai haaraliitynnän avulla tai suoraan olemassa olevalle sähköasemalle. Haarakytkentä on mahdollista vain maksimissaan 25 MW:n tuulipuistolle ja tätä ylittävältä kokonaisuudelta vaaditaan kytkinlaitos, mikäli sähköasemaa ei ole lähellä. Mikäli verkkoliitynnän kustannuksissa on annettu hintahaarukka kuten taulukon 3. esimerkissä, kuvaa pienempi luku tilannetta tuulipuiston ollessa alle 25 MW ja suurempi luku yli 25 MW tuulipuistoa. Muita kustannuksia tulee uuden verkon rakentamisesta olemassa olevalle 110 kV:n linjalle sekä 110kV/20kV:n muuntajasta, jolla verkon jännite lasketaan tuulipuiston sisäisen verkon jännitteeseen. Tuulipuiston sisäisen verkon kustannuksia edellä mainitun muuntajan lisäksi ei ole huomioitu, joten ne tulee lisätä tähän lukuun. Kustannukset perustuvat Energiamarkkinaviraston julkaisemaan hinnastoon: Verkkokomponentit ja indeksikorjatut yksikköhinnat vuodelle 2010.

## Visualisointi

Tarkempaan teknistaloudelliseen tarkasteluun otetut kohteet käytiin kuvaamassa kohteiden visualisointia varten. Kuvaukset tehtiin maaliskoukokuussa 2011. Tavoitteena oli löytää 1-4 kuvauspaikkaa per tuulipuistoalue siten, että kuvauspaikoista olisi hyvä näkyvyys tuulipuistoalueelle ja että ne sijaitisivat alueella jossa ihmiset liikkuvat. Muutamissa paikoissa kohteiden löytäminen oli vaikeaa sillä tasaisen metsänpeitteen vuoksi ei tuulipuistoa näkynyt pieniltä aukeilta alueilta ja toisaalta syrjäseuduilla yksityisteillä kulku oli useammassa tapauksissa estetty kettein tai tie oli muuten kasvanut umpeen, jolloin pääsy esimerkiksi järven rantaan ei ollut mahdollista. Lisäksi Kainuussa kuvaukset toteutettiin maaliskuussa, jolloin kaikkia sivuteitä ei ollut aurattu lumesta, mikä esti pääsyn osaan aiotuista kuvauspaikoista.

Kuvista tehtiin panoraama, johon sijoitettiin tuulipuisto teknistaloudellisessa suunnitelmassa tehdyn sijoitussuunnitelman mukaisesti. Sijoittelu tehtiin tanskalaisella EMD International a/s:n kehittämällä WindPRO -ohjelmistolla. Sijoittelussa käytettiin voimalaa, jonka napakorkeus on 120 m ja roottorin halkaisija 120 m.



# Kainuu

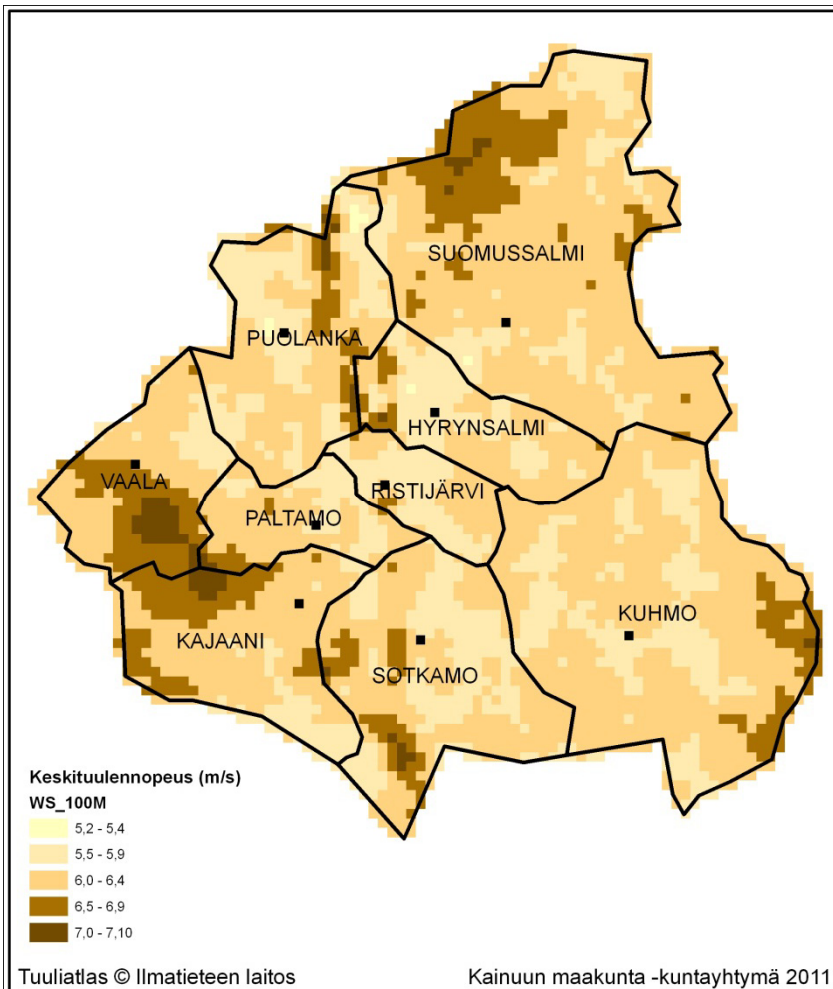
---



# Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät

## Tuulisuus ja korkeusolosuhteet

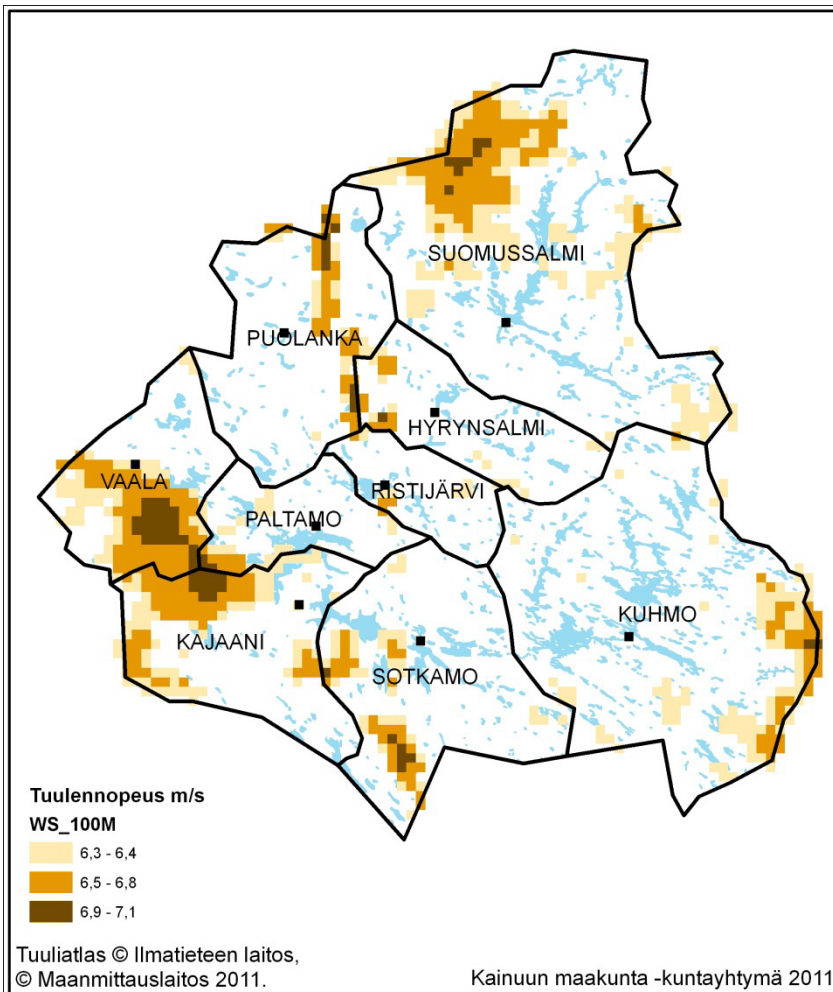
Kainuussa vuoden keskituulennopeus 100 metrin korkeudessa vaihtelee tuuliatlaksen mukaan 5,2–7,1 m/s välillä. 125 metrin korkeudessa maakunnan keskituulennopeudet ovat puolestaan 5,5–7,5 m/s välillä. Maanpinnan korkeus merenpinnasta vaihtelee maakunnan länsiosan (Vaalan Pelson seutu) noin 110 metristä Kainuun vaarajaksolla aina 385 metriin saakka. Oulujärven vedenpinta on noin 123 metrin tasolla. Kuhmon itäosissa maanpinta on korkeimmillaan noin 280 metriä ja Suomussalmen pohjoisosissa noin 300–310 metriä merenpinnasta. Selvitystyötä käynnistettäessä tuli tuulisuusalueita rajata alueille, joissa olisi parhaimmat edellytykset tuulipuiston rakentamiselle. Sisä-Suomen maakuntaliittojen ja konsulttien kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen päädyttiin käyttämään raja-arvona 6,3 m/s 100 m:n korkeudella. Alustavissa tarkemmissa analyyseissä kuitenkin paljastui, että tuuliatlaksen antamat hilatiedot poikkesivat jonkin verran tarkemman hilakoon tuloksista, joten korkeusolosuhteiden todettiin selittävän tuulisuuden ohella vahvasti yleisiä tuulivoimatuotannon edellytyksiä.



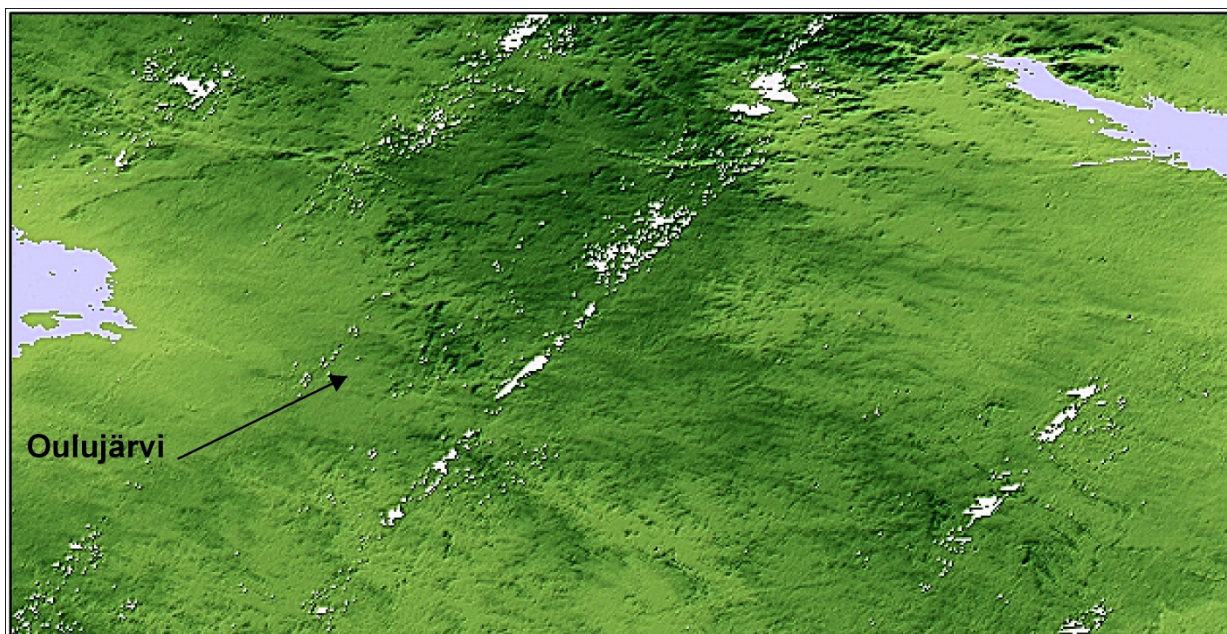
Kuva 1. Tuulisuusolosuhteet Kainuussa 100 metrin korkeudella.

Korkeusolosuhteet vaihtelevat maakunnan sisällä melko paljon. Valtakunnallisen maisema-alueuetyöryhmän maisemamaakuntajako (Maisema-alueuetyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö 1993a ja 1993b) kuvaa hyvin myös Kainuun olosuhteita. Maakunnan länsiosa kuuluu Oulujärven seutuun ja itäisin sekä pohjoisin osa

Kainuun ja Kuusamon vaaramaahan (alajaossa Kainuun vaaraseutuun). Perämereltä lähdettäessä maanpinta kohoaa tasaisesti Kainuun alueelle tultaessa Rokuan aluetta lukuun ottamatta. Vaalan kunnan alue, Kajaanin länsiosa ja Oulujärven järviallas lähialueineen ovat varsin tasaisia pinnanmuodoiltaan, eikä niissä ole kovin suuria korkeuseroja. Oulujärven seudulta sisämaahan mentäessä tullaan Kainuun vaarajaksolle, joka halkoo maakunnan etelä-pohjois-suunnassa Sotkamon eteläosasta Puolangan pohjoisosaan kulkiessaan. Vaarajakson jälkeen edelleen itään päin mentäessä tullaan Kainuun vaaraseudulle. Vaaraseudun aluetta halkovat Hyrynsalmen ja Sotkamon vesistöreitit laajoine järvialueineen. Kainuun itäosassa valtakuntien rajalla ollaan vedenjakaja-alueella ja idän suuntaan mentäessä maanpinta alkaa laskea kohti Vienanmerta.



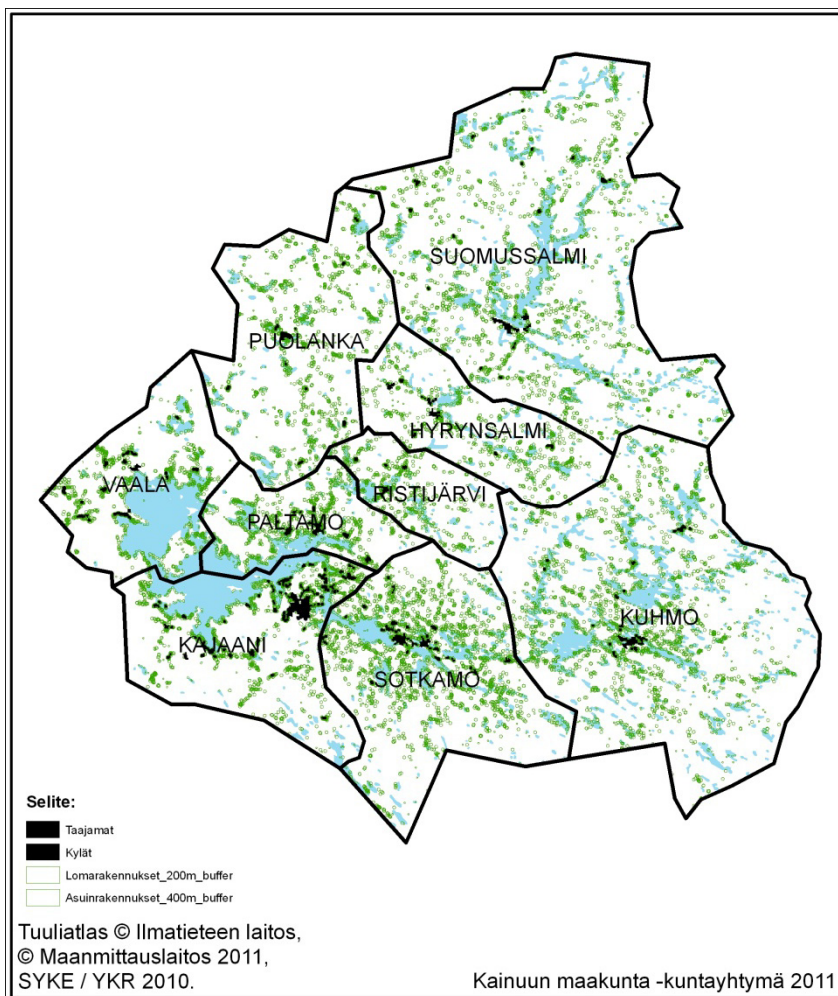
Kuva 2. Tuuliatlaksen osoittamat Kainuun tuulisimmat alueet (6,3 m/s tai yli).



Kuva 3. Kuva korkeusolosuhteista Perämeren ja Viananmeren väliseltä alueelta, kuva © ERSDAC 2009, Aster GDEM.

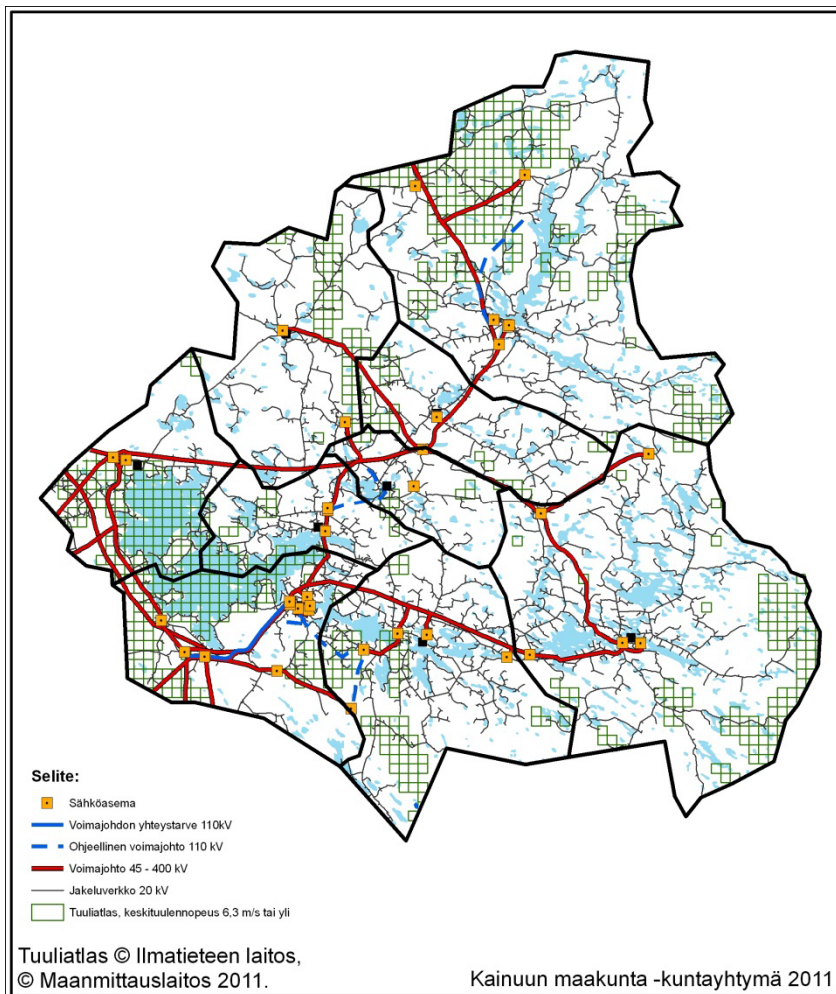
## Rakennettu ympäristö

Asutus eteni Kainuuseen asti 1500-luvun puolivälin jälkeen, ja ensimmäisiä asuttuja paikkoja olivat Oulujärven rannat ja sen lähimmät vaarat. Kun parhaat kaskimaat oli käytetty, levittäytyi asutus yhä kauemmas vaara-alueille ja erämaajärvien rannoille. Kainuulaiset kirkonkylät ja kyläkeskukset ovat muodostuneet luontevasti liikenteen solmukohtiin, kulkureittien varsille ja vesistöjen yhtymäkohtiin. Kainuun paikoin varsin tiheä asuin- ja lomarakennuskanta rajaa ja rajoittaa tuulivoimatuotannolle potentiaalisia alueita. Maakunnassa on noin 14 000 kesämökkiä, joista suurin osa on isoimpien vesistöjen läheisyydessä. Kolmen kunnan alueella Oulujärvellä ja sen lähijärvillä on yli 33 % maakunnan kesämökeistä. Lisäksi tuuliolosuhteiltaan otolliset vaarojen ja mäkien laet on usein todettu suotuisaksi asuinpaikaksi ympäröivine viljelyalueineen. Vaara-alueilla sijaitseva luonnonsuojeluverkko rajoittaa tuulivoimatuotannon sijoittumista erityisesti Kainuun vaarajaksolla, vaikka siellä on hyvät tuuliolosuhteet. Kainuussa suuri osa asutuksesta on sijoittunut vesistöjen ranta-alueille, joilla tuulisuus olisi erittäin hyvää, etenkin maakunnan lounaisosassa Oulujärven alueella. Toisaalta asutetut vesistöjen rannat sekä vaara-alueet mahdollistavat huomattavan määrän pienen mittakaavan tuulivoimatuotantoa ja mahdollisesti myös suurempaakin maaseudun yritystoiminnassa.



Kuva 4. Kainuun taajamat ja kylät sekä asuin- ja lomarakennukset puskureineen.

Kainuussa toimii valtakunnallinen kantaverkkoyhtiö Fingrid Oyj sekä alueellisena sähköverkkoyhtiönä E.ON Kainuun Sähköverkko Oy. Kainuussa on yhteensä noin 900 km kanta- ja alueverkkoa (vähintään 110 kV), noin 110 km jakeluverkkoa (45 kV) sekä noin 7000 km jakeluverkkoa (keskijännite 10 kV ja 20 kV).



Kuva 5. Sähköverkko sähköasemineen Kainuussa (lähde: Fingrid Oyj, E.ON Kainuun Sähköverkko Oy).

## Voimassa olevat kaavat

Kainuussa tuulivoimatuotantoa ei ole kaavoituksellisesti käsitelty aiemmin. Tämä raportti on samalla ensimmäinen kaavoitusta palveleva selvitys. Tavoitteena on, että Kainuun maakuntakaavoituksessa voitaisiin osoittaa tuulivoimatuotannon kannalta potentiaaliset alueet omine merkintöineen. Vaihtoehtoina kaavamerkinnöiksi ovat aluevaraukset sekä osa-alue-, kehittämisperiaate- tai kohdemerkinnät. Tarvittaessa merkinnöille voidaan antaa muun muassa rakentamisrajoituksia ja/tai suunnittelumääräyksiä.

Yleiskaavoitus on maakunnassa kohdistunut taajamien ohella viimeisen noin 10 vuoden aikana voimakkaasti vesistöjen ranta-alueille. Oulujärven alue, samoin kuin Sotkamon keskeiset järviolueet on yleiskaavoitettu kokonaan. Myös Hyrynsalmi, Puolanka, Ristijärvi ja Vaala ovat laatineet yleiskaavoja suurimmille vesistöalueille. Kuhmossa ja Suomussalmella suurimpien vesistöalueiden yleiskaavoitus on hiljalleen käynnistynyt. Näiden kuntien suurimpien järvien ranta-alueella on tosin voimassa lukuisia ranta-asemakaavoja. Maakunnan vesistöjen ranta-alueista on huomattava määrä pysyvän asutuksen ja loma-asutuksen käytössä. Tästä syystä tuuliolosuhteiltaan hyviltä vesistöjen ranta-alueilta ei ole helposti löydettävissä tilaa suuren kokoluokan tuulivoimapuistoille.

## Elinkeinotoiminta

Porotalous on yksi Ylä-Kainuun (Hyrynsalmi, osittain Puolanka ja Suomussalmi) vanhimmista elinkeinoista. Se vahvistaa kylien elinvoimaisuutta työllistämällä sekä tuomalla mahdollisuuksia jatkojalostukselle ja

elämystuotannolle. Kainuun poronhoitoalueella on kolme paliskuntaa eli porojen määrärajaista laidunalueita: Halla, Hossa-Irni ja Näljänkä. Näiden lisäksi Kainuuseen ylettyy myös pieniltä osiltaan Jokijärven ja Pintamon paliskunnat. Kainuun porotaloudelle on ongelmaksi muodostunut nopeasti kasvanut suurpetomäärä. Petovahingot kohdistuvat maakunnan alueella pääosin itärajan ja poronhoitoalueen etelärajan läheisyyteen.

Poro on sopeutunut hyvin maamme ilmasto- ja sääoloihin. Kesäisin poroja haittaavat kuumuuden lisäksi verta imevät hyönteiset. Tästä syystä porot kerääntyvät kesähelteillä suuriin laumoihin ja pyrkivät siirtymään aukeille ja tuulisille paikoille, kuten tuntureille, soille ja maanteille. Laaditun selvityksen yhteydessä ei ole voitu tehdä maastotarkasteluja tai tarkempia selvityksiä tuulivoimarakentamisen vaikutuksista Kainuun porotaloudelle. Lapin alueelle tehdyssä selvityksessä (Tuulivoimatuotantoon parhaiten soveltuvat Lapin tunturit ja vaarat, Sigma Konsultit Oy ja Electrowatt-Ekono, 8.3.2005.) on todettu, että tuulivoimaloita varten rakennettavat tiet saattavat vaikuttaa porotalouteen. Uusien teiden liikenne voi lisätä onnettomuusriskiä, ja ympäri vuoden auki pidettyinä tiet saattavat hankaloittaa porojen kuljettamista. Selvityksessä porotaloudelle koituvat haitat on kuitenkin arvioitu vähäisiksi.

Kainuun maakuntaohjelmassa elinkeinojen kehittämisen kärkialoiksi on valittu maakunnan luontaisiin vahvuuksiin ja osaamiseen perustuen kolme alaa: ICT ja elektroniikka, matkailu sekä luonnonvarat, jotka ovat Kainuun erityinen vahvuus, sillä maakunnan metsät kasvavat nopeammin kuin koskaan aiemmin. Puun jatkojalostamiselle olisi tilausta huomattavasti nykyistä laajempina toimintana, ja bioenergialla on suuret kasvuodotukset. Kaivannaisteollisuus on vahvalla kasvu-uralla ja uusia avauksia odotetaan niin kaivos- kuin kivenjalostuksenkin puolelle. Tuulivoimatuotannon vaikutukset elinkeinotoimintaan ovat melko vähäisiä. Kainuussa uusiutuvan energian osuus kokonaisenergian käytöstä on korkealla tasolla, joten sekä elinkeinoelämän että viranomaistahojen voidaan olettaa suhtautuvan myönteisesti myös tuulivoimaan.

## Lentoturvallisuus

Lentoturvallisuuteen liittyvät asiat tarkentuvat hankekohtaisesti lausuntomenettelyn kautta. Lentoesteen asettajan tulee ilmailulain mukaan hakea Liikenteen turvallisuusvirasto TraFilta lupa lentoesteen asettamiseen. Trafille toimitettavaan lupahakemukseen on liitettävä ilmaliikennepalvelujen tarjoajan eli Finavian lausunto esteestä ([www.finavia.fi](http://www.finavia.fi)). Varsinaisen lentoesteluvan myöntää TraFi.

Finavia on laatinut paikkatietoaineiston, jota voi käyttää hankkeiden suunnitteluvaiheessa. Aineistossa on kuvattu useita alueita, joihin on liitetty ominaisuutena esteen suurin sallittu huipun korkeus merenpinnan tasosta. Pääallekkäisten alueiden osalta matalin korkeus on määräävä. Tähän aineistoon pitää vielä yhdistää tieto maanpinnan korkeudesta, jotta saadaan selville minkä korkeinen rakennelma millekin paikalle sopii. Aineisto on tarkoitettu käytettäväksi mahdollisimman varhaisessa suunnitteluvaiheessa eliminoimaan pois sellaiset paikat, joihin korkeaa estettä ei tulla sallimaan, mutta sen perusteella ei voi tehdä päätelmää, että jokin este voidaan varmasti sallia. Näiden alueiden lisäksi on olemassa useita erisuuntaisia kaltevia pintoja, jotka huomioidaan Ilmailulain § 165:n mukaista lentoestelupaa varten tarvittavassa lausunnossa.

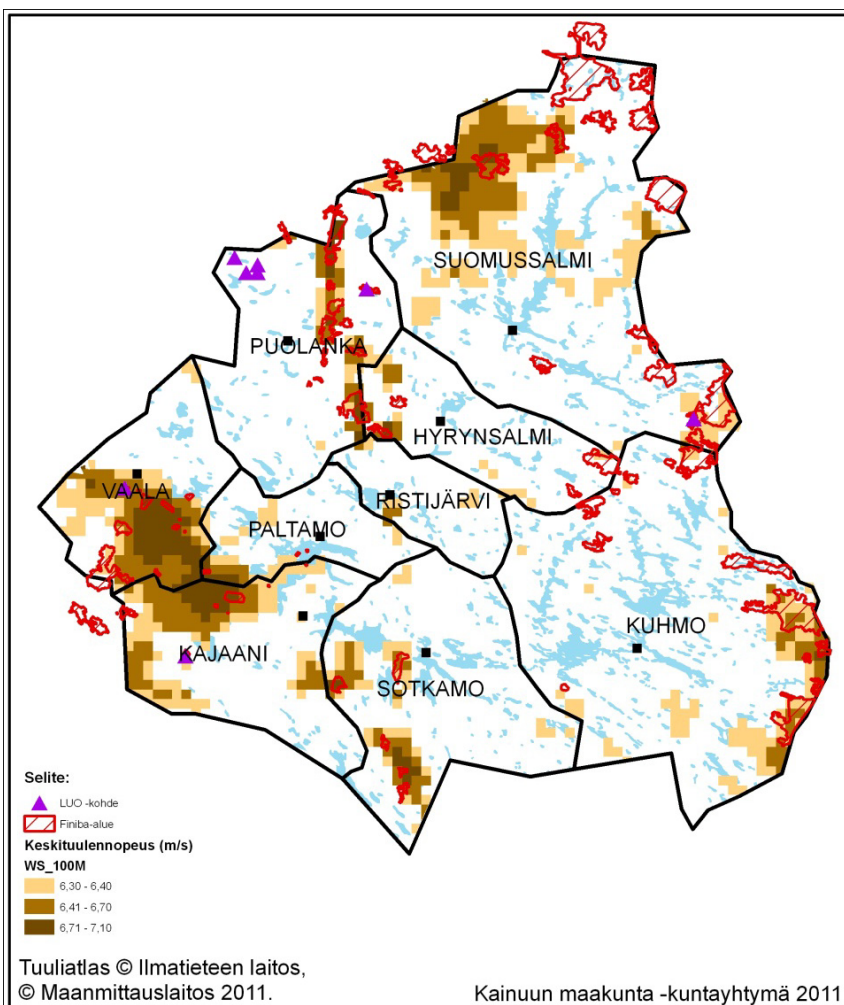
## Linnusto ja eläimistö

Selvityksen yhteydessä on hankittu tietoja maakunnan linnustosta Kainuun lintutieteellisestä yhdistyksestä ja Kainuun ELY -keskuksesta. Kainuun alueen linnustosta on kokonaisuudessaan olemassa varsin vähän tietoa. Maakunnan kautta kulkevia suurikokoisten lintujen muuttoreittejä ei ole tiedossa, joskin vakiintuneita lentoreittejä lienevät Oulujärven rannat lounais- ja koillisosassa. Tärkeitä kosteikko-, vesi-, lokki- ja kahlaajalintujen alueita ovat Oulujärven lahdet, erityisesti Painuanlahti ja uusimpien havaintojen perusteella Suomussalmen Juntusrannan alue (Kylmäjärvi, Kulmajärvi). Vaalan Pelson peltoalueet ovat merkittäviä joutsenten, hanhien ja kurkien levähdys- ja ruokailualueita. Uhanalaisista petolintulajeista Kainuussa pesivät

muuttohaukka (uhanalaisuusluokka EN), haarahaukka (EN), merikotka (VU) ja maakotka (VU). Vanhan metsä lintulajeja maakunnan alueelle tulee havaintojen perusteella Venäjän suunnalta.

Valtakunnalliseen lintuvesien suojeluohjelmaan kuuluvat Kainuusta seuraavat alueet: Kuorejärvi (138,9 ha), Korpijärvi (131,9 ha), Kuivajärvi (50,3 ha), Likainen (17,1 ha), Painuanlahti (935,8 ha), Kuluntajärvi (101,5 ha), Heinäjärvi (47,9 ha), Hirvasjärvi, Raatejärvi ja Tulijärvi (131,7 ha), Särkijärvi-Mätäsjärvi (64,6 ha) sekä Ruokojärvi-Suojärvi-Rimpilampi (209,5 ha). Reheviä lintuvesiä on Kainuussa vähän ja tästä syystä Natura 2000 -verkostoehdotuksessa on varsin vähän kriteerit täyttäviä lintuvesikohteita.

Kainuussa on useita IBA eli kansainvälisesti ja FINIBA eli kansallisesti arvokkaita lintualueita ja myös muita merkittäviä lintualueita. Kainuun maakuntakaavassa on osoitettu 8 LUO -kohdetta (Luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeitä alueita), joiden varausperusteena on uhanalainen lintulaji.



Kuva 6. Arvokkaat lintualueet Kainuussa (FINIBA).

## Suojelualueet ja Natura-alueet

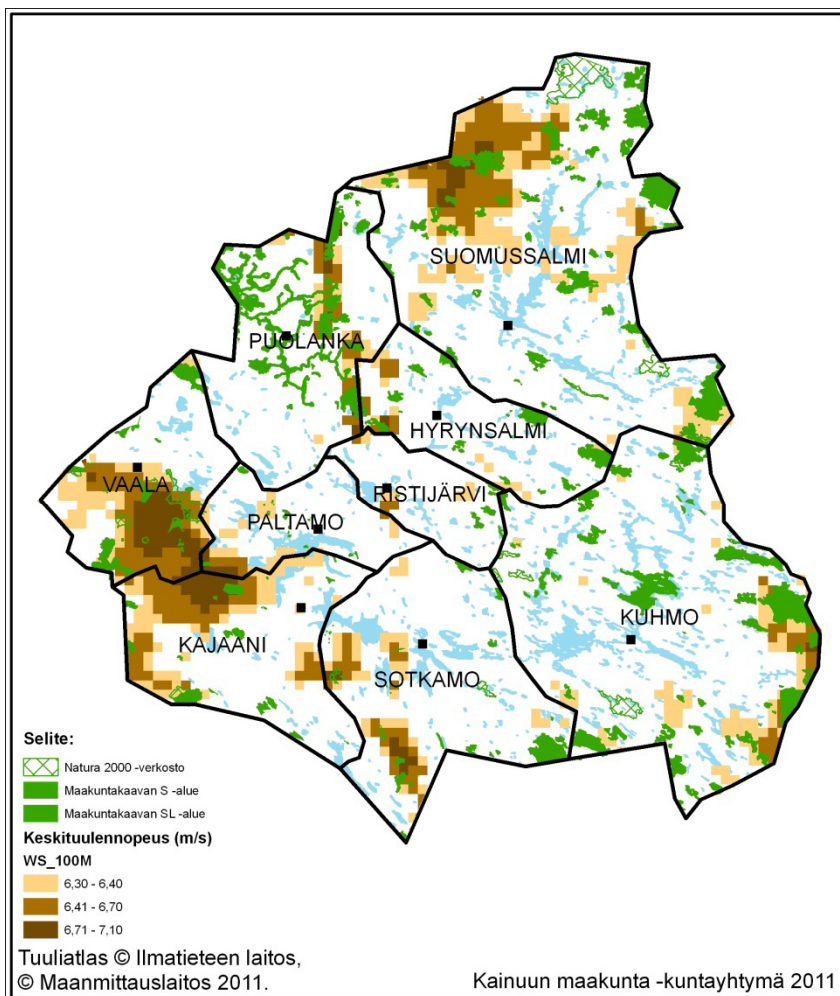
Kokonaan tai osittain Kainuussa sijaitsevia Natura 2000 -verkoston alueita on yhteensä 176 kappaletta. Natura-alueiden kokonaispinta-ala maakunnan rajojen sisällä on noin 171 218 ha. Tästä pinta-alasta vesialueita on noin 13 %. Suojelualueet ja Natura-alueet ovat suurelta osin päällekkäisiä. Kokonaisalasta noin 93 % sisältyy aiempiin luonnonsuojelualueisiin tai luonnonsuojeluohjelmien varauksiin. Kokonaan uusia kohteita verkostoehdotukseen sisältyy 29 kpl ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)).



Kainuun Natura -verkoston suojeluvastuun kannalta keskeisiä luontotyyppejä ovat boreaaliset luonnonmetsät sekä aapasuot, joiden suojelu ehdotuksessa perustuu pääosin nykyisiin suojelualueisiin ja valtioneuvoston periaatepäätöksiin. Vanhojen metsien parhaimmista ovat esimerkiksi Ulvinsalon luonnonpuisto ja Elimyssalon luonnonsuojelualue laajennuksineen, Kuhmosta Nurmekseen ulottuva Jonkerinsalon alue sekä Talaskankaan alue. Merkittäviä luonnonmetsien, soiden ja myös pienvesien kokonaisuuksia edustavat mm. Murhisalo, Riuskanselkonen, Juortanansalon alue ja Tulisuo-Varpusuon alue. Kainuun vaarajakson luontoa monipuolisimmillaan on Siikavaaran-Korpiojen seutu Puolangan ja Pudasjärven rajalla. Huomattavia suoluonnon suojelukohteita ovat mm. Rumala-Kuvaja-Oudonrimmet, Sarvisuo-Jerusaleminsuo, Iso Tilansuo-Housusuo ja Teerisuo-Lososuo.

Lentua, Hossa ja Oulunjärven saaret kuuluvat merkittävimpiin vesi- ja rantaluonnon kohteisiin. Luonnonsuojelualueita ja suojeluohjelmia on täydennetty pienillä, mutta monimuotoisuuden kannalta tärkeillä lajistonsuojelukohteilla, joihin kuuluu reheviä soita, lähteikköjä ja lehtoja.

Tarkasteltaessa Kainuun suojelualueita tuulisuuden kannalta voidaan todeta, että useat kaikkein parhaimmista tuulisuusalueista ovat tavalla tai toisella suojeltuja. Maakunnasta löytyy kuitenkin lukuisia tuulipotentialaisia alueita myös näiden kokonaisuuksien ulkopuolelta, joten suojelukysymyksiä ei voida sanoa merkittävästi rajoittavan tuulivoimatuotannon suunnittelua ja toteuttamista Kainuun maakunnan alueella.



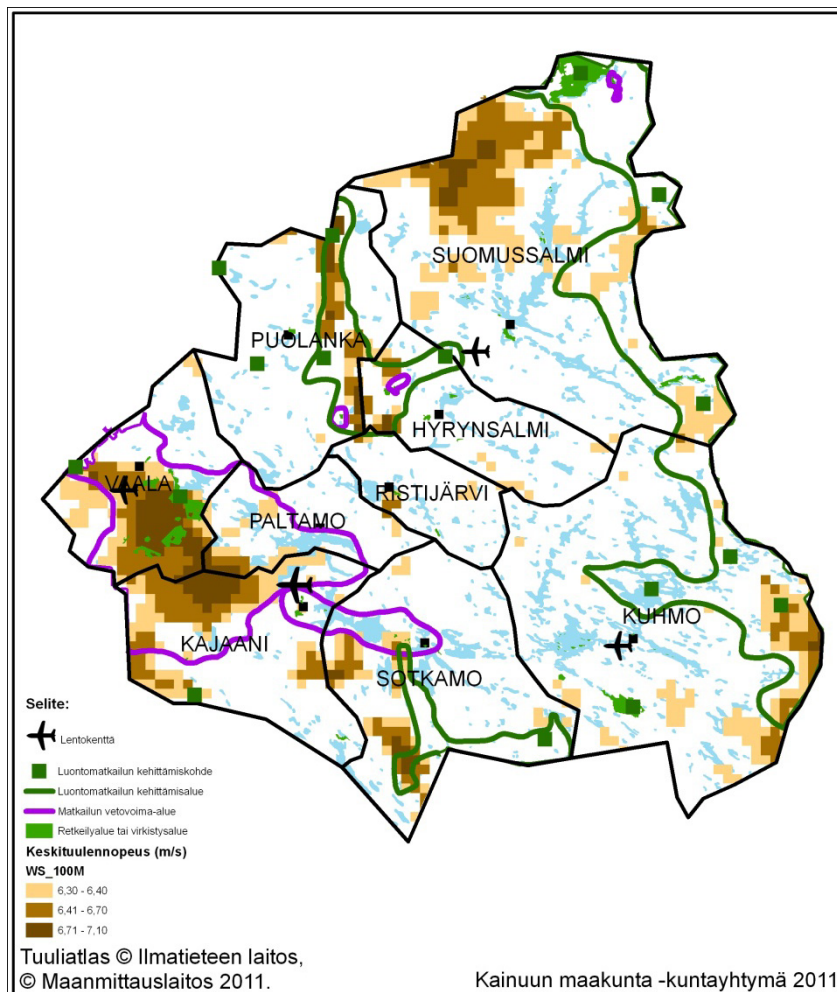
Kuva 7. Suojelualueet ja Natura 2000 -verkoston alueet Kainuussa.

## Matkailu ja virkistys

Kainuun matkailuelinkeinon vahvuuksia ovat talviaktiiviteetteihin painottuneet matkailukeskukset monine lomapalveluineen, liikunta-aktiiviteetit ja -tapahtumat sekä kasvavasti myös kulttuuritarjonta ja -tapahtumat, jotka ovat tehneet matkailualueesta tarjonnaltaan ja kysynnältään ympärivuotisen.

Suurin osa maakunnan majoituskapasiteetista on suurissa matkailukeskitymissä eli hyvässä kasvussa olevissa Ukkohallan ja Paljakan matkailukeskuksissa sekä Vuokatin alueella, joka on rekisteröidyillä yöpymisillä mitattuna maan suurin matkailukeskus monipuolisine palveluineen. Kajaani-Oulujärven ja Rokuan matkailualue on profiloitunut ympärivuotiseksi teemamatkailuun, hyvinvointiin ja kulttuuriin pohjautuvaksi matkailualueeksi. Luontomatkailussa korostuu Suomussalmen Hossan ja Oulujärven valtionretkeilyalueiden merkitys sekä erityisesti maakunnan itäosassa Kuhmon ja Suomussalmen kuntien alueella olevat luontomatkailukohteet palveluineen. Kuhmon matkailua kehitetään paljon myös kulttuurin saralla, jolla kamarimusiikkitapahtuma on tällä hetkellä tärkein. Maakunnan matkailu- ja virkistysalueet ovat järjestäytyneet yhdistysten puitteissa ja vastaavat yhdessä oman alueensa kotimaan markkinoinnista ja matkailualueensa kehittämisestä.

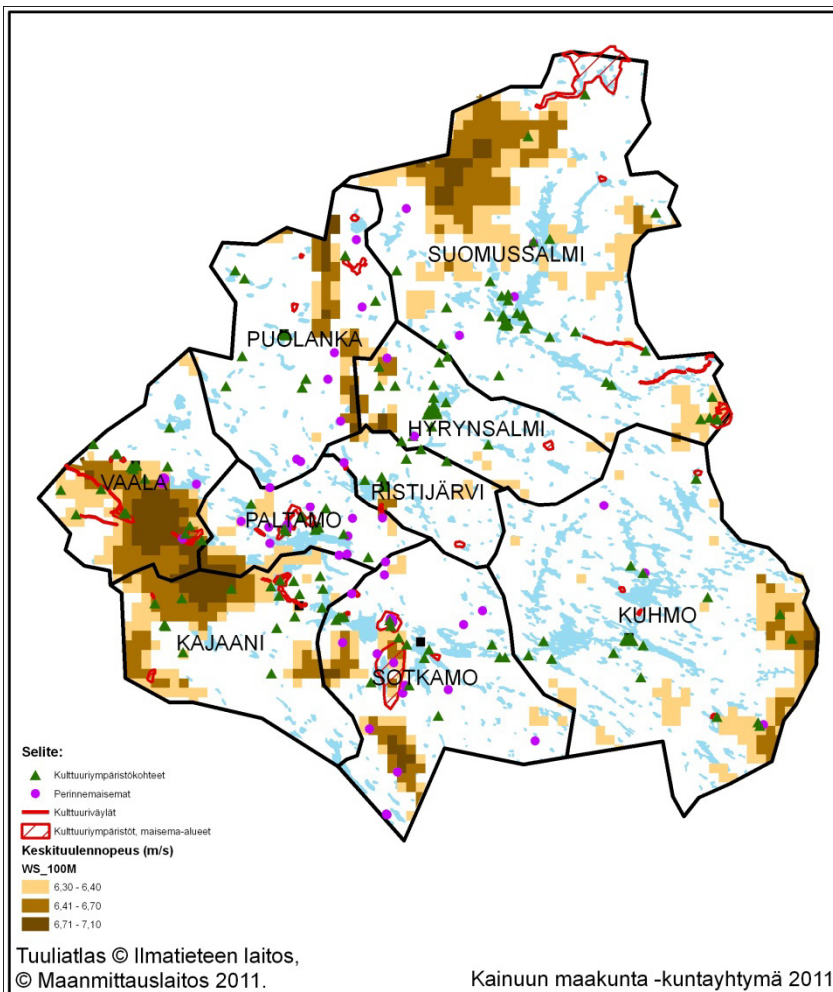
Selvityksen mukaan potentiaalisia tuulivoima-alueita sijaitsee Paljakan ja Ukkohallan matkailukeskusten lähialueella, mutta ei kuitenkaan välittömässä läheisyydessä. Kokonaisuutena tarkastellen maakunnan matkailu- ja virkistysalueiden ei voida katsoa rajoittavan tuulivoimatuotantoa maakunnassa. Yksittäisillä tuulivoimaloilla voi olla edellytyksiä myös edellä mainittujen matkailualueiden ja mahdollisesti mm. toiminnassa olevien laskettelurinteiden yhteydessä.



Kuva 8. Kajaanin lentoasema, pienkentät, valtion retkeilyalueet, muut virkistysalueet ja luontomatkailun kehittämisalueet ja -kohteet sekä matkailun vetovoima-alueet.

## Kulttuuriympäristöt ja maisema

Kainuussa on yhteensä 7 valtakunnallisesti arvokasta maisema-aluetta: Paltaniemi (Kajaani), Melalahti-Vaarankylä (Paltamo), Joukokylä-Kempasvaara (Puolanka), Naapurinvaara ja Vuokatti (Sotkamo), Manamansalo ja Säräisniemi (Vaala). Maakunnallisesti arvokas maisema-alue on Suomussalmen Vienalaiskylien maisema-alue. Valtakunnallisesti arvokkaita muinaismuistokohteita on 15. Voimassa olevassa Kainuun maakuntakaavassa on lisäksi osoitettu valtakunnallisesti arvokkaat rakennussuojelukohteet, valtakunnallisesti arvokkaat kulttuurihistorialliset kohteet tai alueet, valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaat kulttuurihistorialliset väylät, maakunnallisesti arvokkaat kulttuurihistorialliset kohteet tai alueet, valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat perinnemaisemat ja maakunnallisesti arvokkaat muinaismuistokohteet.



Kuva 9. Kainuun maakuntakaavan arvokkaat kulttuuriympäristöt ja -kohteet sekä maisema-alueet.

## Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus

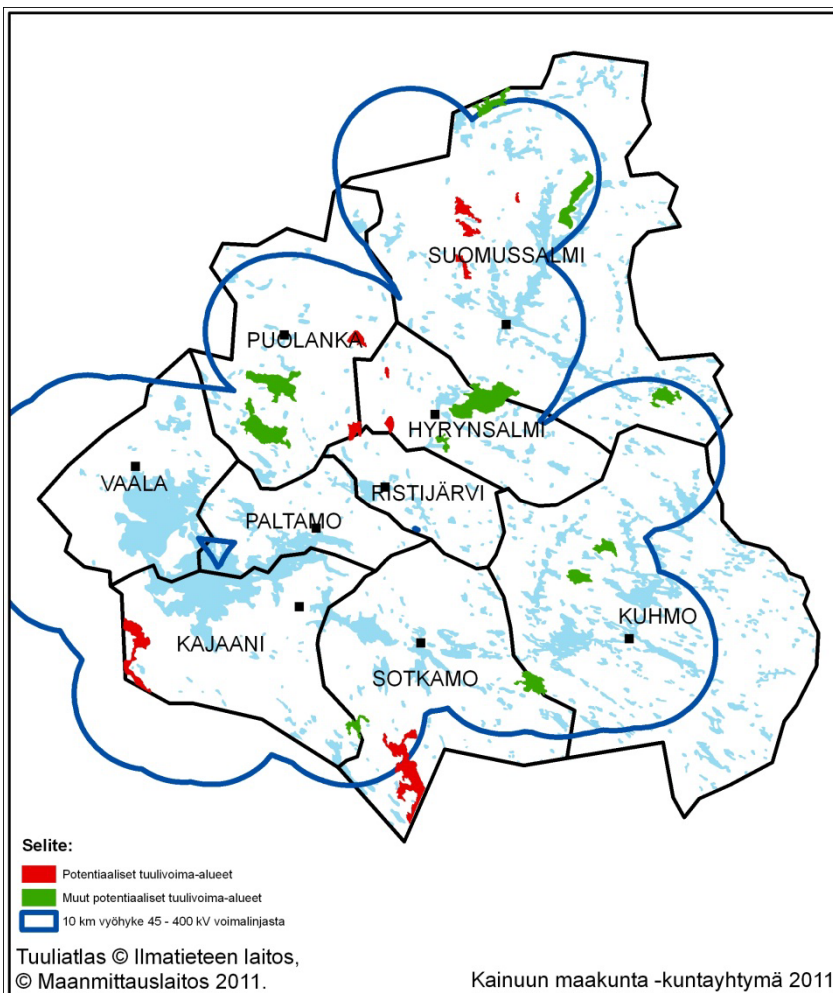
Kainuun Prikaatin Vuosangan ampuma- ja harjoitusalue sijaitsee Kuhmon itäosassa rajoittuen Kuhmon ja Ristijärven kunnan rajaan. Kainuun Prikaatin lähiharjoitusalue ja Kassunkurun ampuma-alue sijaitsevat Kajaanissa välittömästi varuskunta-alueen eteläpuolella. Kainuun rajavartioston Kuivassalmen ampuma-alue sijaitsee Suomussalmella kuntakeskuksesta itäkaakkoon noin 10 km päässä.

Kainuun alueen tuulivoimaselvityksessä em. alueet on otettu huomioon. Näiden alueiden läheisyydestä ei ole löytynyt tuulivoimatuotannolle hyvin soveltuvia laajoja alueita. Vaikutukset puolustusvoimien alueisiin tarkastellaan erikseen maakuntakaavan laatimisen yhteydessä.

## Yhteenvetoa eri vaikutuksista

Kainuussa on runsaasti luonnon- ja kulttuuriympäristöltään arvokkaita alueita, joille ei ole mahdollista rakentaa tuulipuistoja. Sen lisäksi huomattavasti hajanaisempi taajama-alueista, kylistä ja haja-asutuksesta muodostuva tilkkutäkkimäinen kokonaisuus aiheuttaa erityisiä haasteita tuulivoimatuotannon ohjaamiselle.

Kainuun kokonaispinta-alasta noin 12 % on vesistöjä, jotka käytännössä estävät tuulivoimapuistojen rakentamisen. Kainuussa on noin 880 000 ha soita, mikä on yli kolmannes maakunnan pinta-alasta. Noin 8 % suoalasta sijaitsee luonnonsuojelualueilla tai kuuluu erilaisten suojeleuhjelmien piiriin. Käytännössä suoalueille ei ole mahdollista rakentaa tuulivoimaa. Teoriassa myös vesialueille ja osittain suoalueillekin voitaisiin tapauskohtaisesti rakentaa, mutta maakunnassa, missä ei vielä lainkaan ole suuren kokoluokan tuulivoimatuotantoa, nämä alueet kannattaa tässä vaiheessa sulkea pois liian suurten toteutuskustannusten takia. Teknitaloudellisista tekijöistä infrastruktuuritekijät, kuten tarkasteltavien alueiden saavutettavuus tiestön ja sähköverkon suhteen, muodostavat luonnollisesti merkittävän arviointikokonaisuuden.



Kuva 10. Kainuun potentiaaliset tuulivoima-alueet. Kuvassa on esitetty tuulivoimatuotannolle soveltuvat alueet, joissa tuuliosuhteet ovat Tuuliatlaksen tietojen perusteella riittävän hyvät ja joissa ei ole suoraan edellä mainittuja rajoittavia maankäyttömuotoja tai -tekijöitä.

## Kainuun potentiaaliset tuulipuistoalueet - kohdekuvaukset

Kainuun alueelta kartoitettiin paikkatietotarkastelujen perusteella tuulivoimapuistoille soveltuvia aluekokonaisuuksia. Alkuvaiheen tarkastelussa käytiin lävitse yli 80 erillistä aluetta. Kaikille alueille annettiin alueiden keskinäisen vertailun helpottamiseksi pisteet. Pisteytyksessä on otettu huomioon tuulisuus (painoarvo 30 %), korkeuserot (30 %), etäisyys sähköverkkoon (20 %), voimaloiden lukumäärä (15 %) ja tieverkon sijainti (5 %).

Jatkotarkasteluun valittiin tuulivoimatuotannon kannalta tällä hetkellä potentiaalisimmiksi katsotut 13 aluetta tai aluekokonaisuutta, joista laadittiin kohdekohtaiset kuvaukset. Näistä kolme aluetta pudotettiin myöhemmin pois alueen soveltumattomuuden ja pienen koon sekä selvitystyön aikana esille tulleiden uhanalaisten lajien ja/tai luontoarvojen vuoksi. Lopuilla 10 alueella on todettu alustavasti olevan maankäytöllisiä edellytyksiä tuulivoimapuistojen sijoittamiseen, joskin osalla alueista saattaa olla myös esteitä tai rajoitteita tuulivoimaloiden rakentamiselle. Alueiden rajaukset ovat alustavia ja ne täsmentyvät tarkemmassa suunnittelussa. Selvitystyön yhteydessä konsultit laativat osalle alueista teknistaloudellisen analyysin ja maisemavaikutusten tarkastelun (taulukko 16).

Tässä yhteydessä on hyvä huomata, että selvitystyön aikana löydettiin useita laajoja aluekokonaisuuksia, jotka eivät tällä hetkellä ole erityisen hyviä tuulivoima-alueita alueelta tai lähialueelta puuttuvan sähköverkon ( $\geq 110$  kV), nykyisen sähköverkon siirtokapasiteetin tai nykyteknologian kannalta liian heikkojen tuulien vuoksi. Näistä alueista valittiin alustavasti 11 parasta (taulukko 14.) ja niiden soveltuvuus tuulivoimatuotantoon tarkentuu mm. Kainuun maakuntakaavan laatimisen, teknistaloudellisten selvitysten ja myöhemmin mahdollisten tuulimittausten yhteydessä. Alueiden rajaukset ovat alustavia ja ne täsmentyvät myöhemmin tarkemmassa suunnittelussa. Alueiden edellytykset tuulivoimatuotannon suhteen voivat huomattavasti parantua, mikäli maakunnan sähköverkko laajenee ja sitä vahvistetaan tai tuulivoimahankkeet tulevat mahdollisesti myös muista syistä taloudellisesti kannattavaksi. Alueet on osoitettu kuvassa 47 ja taulukossa 15 teemalla Muut potentiaaliset tuulivoima-alueet.

Tärkeää on myös tiedostaa, että tässä selvityksessä ei ole lainkaan tarkasteltu yksittäisten tuulivoimaloiden mahdollisia sijaintipaikkoja. Niille voi olla edellytyksiä eri puolilla maakuntaa niin pienessä kuin suuremmassakin kokoluokassa.

Taulukko 1. Kainuun soveltuvimpien tuulisuusalueiden pisteytys. Lihavoituna alueet, joille tehty teknistaloudellinen analyysi.

Kunta	Alue	YKJ-koordinaatit		Pisteytys					
		X	Y	Tuuli-atlas	Etäisyys sähköverkkoon	Voimaloiden lkm	Tieverkko	Korkeuserot	Kokonaispisteet
<b>Hyrnsalmi</b>	<b>Iso Tuomivaara</b>	<b>3558993</b>	<b>7187219</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2,3</b>
Hyrnsalmi, Ristijärvi	Lumivaara	3559729	7173581	3	4	1	1	2	2,5
Kajaani	Maaselänkangas-Lammaslammin-kangas	3492578	7114061	2	4	3	1	1	2,2
Puolanka	Martinvaara-Autiovaara	3551067	7196152	2	4	2	1	1	2,05
<b>Puolanka, Hyrnsalmi, Ristijärvi</b>	<b>Mustakumpu</b>	<b>3550410</b>	<b>7171964</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Sotkamo	Naulavaara-Määselänmäki	3564186	7081839	2	1	3	2	3	2,25
Suomussalmi	Hiisivaara	3593392	7233312	2	3	1	1	2	2
Suomussalmi	Koivuvaara-Petäjävaara	3580393	7225031	2	4	2	1	1	2,05
Suomussalmi	Korkeamaa-Kuikkavaara	3579399	7230284	2	4	3	1	1	2,2
Suomussalmi	Haisevanvaara-Käärmevaara	3579214	7215180	1	4	2	1	2	2,05

Taulukko 2. Kainuun muut potentiaaliset tuulivoima-alueet. Tuulisuustiedot: Tuuliatlas © Ilmatieteen laitos 2010.

Kunta	Alue	Ala [ha]	Tuulisuus/ Tuuliatlas [m/s]	
			100m:	125m:
Hyrnsalmi	Isovaara- Illevaara	828	5,7-6,1	6,1-6,4
Hyrnsalmi, Suomussalmi	Hietakangas- Iso Kukkuri- Iso Jousivaara	8884	5,7-6,1	6,0-6,5
Kajaani, Sotkamo	Martikanvaara- Kuusimäenkuolu	1371	5,8-6,4	6,1-6,8
Kuhmo	Huttusenvaara- Portinvaara	1490	5,9-6,2	6,3-6,6
Kuhmo	Petäjävaara- Petäjämäki	1708	5,9-6,3	6,3-6,6
Puolanka	Iso Pirttimaan- Suojokangas- Akanvaara	5560	5,8-6,2	6,2-6,5
Puolanka	Kintasmäki-Käreiköngäs- Hongikkokangas	6149	5,7-6,1	6,1-6,4
Sotkamo, Kuhmo	Romuvaara- Runtinmäki	2753	5,9-6,1	6,3-6,5
Suomussalmi	Iso Honkavaara- Isoviita	2283	5,8-6,3	6,2-6,7
Suomussalmi	Joutenvaara- Koiravaara- Pikku Haukivaara	2499	6,2-6,7	6,6-7,0
Suomussalmi	Paljakka- Hienkangas- Saloniemi	3714	5,8-6,2	6,2-6,6

Taulukko 3. Yhteenvedo teknistaloudellisen analyysin tuloksista valituille alueille.

Kunta	Alue	Tuulisuus/ WASP [m/s]	Vuosi- tuotanto/ WASP [GWh]	Tuulipuiston maksimi koko [MW]	Kannattavuus- raja [M€/MW]	Verkko- liittymän kustannukset [M€]
Hyrnsalmi	Iso Tuomivaara	5,6-7,7	9-11,7	27	1,65	1,5-4
Hyrnsalmi, Ristijärvi	Lumivaara	6-7,5	10,2-11	30	1,57	1-3
Kajaani	Maaselänkangas- Lammaslammin- kangas	5,9-6,6	5,7-8,7	150	1,32	1-3,4
Puolanka, Hyrnsalmi, Ristijärvi	Mustakumpu	6,1-7,5	9,5-11	60	1,46	1-3

## Hyrynsalmi, Iso Tuomivaara

### Kunta

Hyrynsalmi

### Kunnan osa-alue

Kytömäki, Väisälä

### Alueen sijainti

Alue sijaitsee noin 15 km:n etäisyydellä kuntakeskuksesta luoteeseen Ukkohallan matkailukeskuksen pohjoispuolella. Alueen eteläpuolella noin 1,3 km:n päässä kulkee maantie nro 19227 ja itäpuolella noin 1,5-2 km:n päässä kulkee maantie nro 891.



Pohjakartta © Maanmittauslaitos 2011 ilmaiset aineistot

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,5-6,6 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	5 km
Tiestö	ok
Maksimi korkeuserot	>150 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	9

### Rakennettu ympäristö

Alueella ei ole pysyvää asutusta tai loma-asuntoja. Lähimmät asuinrakennukset tai loma-asunnot ovat yli 500 m:n etäisyydellä mahdollisista voimaloista.

### Voimassa olevat kaavat

Alueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020. Alue on osoitettu kaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M). Aluevaraus ei aseta lähtökohtaisesti estettä tuulivoimarakentamiselle.

Tuomivaaran eteläpuolella sijaitsee Ukkohallan matkailukeskuksen alue. Matkailukeskuksen alueelle on maakuntakaavassa osoitettu aluevarausmerkinnät MU, R, RM, V, SL ja matkailukeskuksen alue on osoitettu lisäksi kehittämisperiaattemerkinnällä matkailun vetovoima-alueeksi (mv).

### *Elinkeinotoiminta*

Alue on metsätalouskäytössä. Alue sijaitsee poronhoitoalueella. Alue on poronhoidon vasoma-alueita.

### *Lentoturvallisuus*

Kajaanin lentoasema sijaitsee noin 60 km:n etäisyydellä. Suomussalmen pienlentokenttä sijaitsee alueen itäpuolella noin 22 km:n etäisyydellä. Kajaani-Kuusamo vuorokoneiden lentoreitti sijaitsee noin 4 km:n etäisyydellä alueen länsi-luoteispuolella.

Tuulivoimarakentamisella ei todennäköisesti olisi vaikutuksia lentoturvallisuuteen. Lentoliikenteen varalaskupaikkoja ei tarvitse ottaa tässä yhteydessä huomioon.

### *Linnusto ja eläimistö*

Alueen linnustoa ja eläimistöä ei ole selvitetty maastokartoituksin tässä yhteydessä. Noin 4,8 km:n päässä alueesta sijaitsevalla Kitkansuon vanhojen metsien suojeluohjelman kohteella esiintyy luontodirektiivin liitteen II lajeista liito-orava. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät kapustarinta, laulujoutsen, metso ja palokärki ja muusta lintulajistosta kuukkeli. Ukkohallan matkailukeskuksen eteläpuolella sijaitsevan Vorlokin vanhojen metsien suojeluohjelman kohteella esiintyy luontodirektiivin liitteen II lajeista liito-orava. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät helmipöllö, kurki, liro, metso ja palokärki, pikkusieppo, pohjantikka, pyy, varpuspöllö ja viirupöllö sekä muusta lintulajistosta idänuunilintu, kirjosiipikäpylintu, kuukkeli, lapinuunilintu, lehtokerttu, metsäviklo, mustarastas, tervapääsky ja valkoviklo. Todennäköisesti nämä edellä mainitut lajit tai osa niistä esiintyy myös Iso Tuomivaaran alueella. Alueella esiintyvää luontaista eläimistöä ovat mm. poro, hirvi sekä pienriista ja -pedot.

### *Suojelualueet ja Natura 2000-alueet*

Aluetta lähinnä sijaitsee Vorlokin Natura-alue (FI 1200058) matkailukeskuksen takana noin 3,2 km:n päässä ja Kitkansuon Natura-alue (FI 1200 053) alueen itäpuolella noin 4,8 km:n päässä.

### *Matkailu ja virkistys*

Alueella ei ole matkailutoimintoja. Alue on virkistyskäytössä jokamiehenoikeuden periaatteella. Luonnon monikäyttömuotoja alueella ovat mm. metsästys, marjastus ja sienestys.

### *Kulttuuriympäristö*

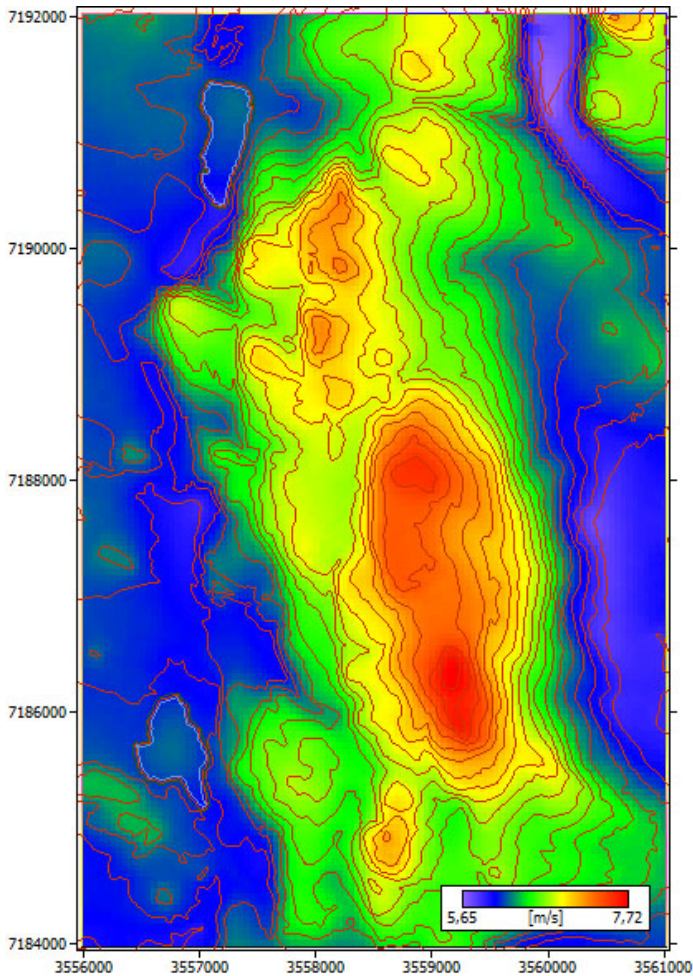
Alueelta ei ole tiedossa erityisiä kulttuuriympäristöarvoja.

### *Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus*

Tarkentuu myöhemmin.



## Iso Tuomivaara - Teknistoloudellinen analyysi



Tuulisuus	5,6-7,7 m/s
Tuotanto/voimala	9-11,7 GWh
Kannattavuusraja	1,65 M€/MW
Verkkoliittynän kustannukset	1,5-4 M€
Tuulipuiston maksimikoko	27 MW

### *Ympäröivä maasto*

Alueen suurimmat korkeuserot ovat yli 150 m. Tuomivaaran laki on 385 metrin korkeudella merenpinnasta. Alueen lounaispuolelle noin 10 km:n säteellä on korkeata maastoa ja välissä matalampaa maastoa. Alueella on tuulivoimatuotannon kannalta erinomaiset tuuliolosuhteet.

### *Sähköverkko*

Lähin 110 kV:n sähköverkko kulkee noin 5 km:n päässä alueesta länteen. Sähköverkko on EOn Kainuun omistuksessa. Suurempi tuulipuistokokonaisuus tarvitsee kuitenkin oman kytkinaseman tai se tulee liittää Fingridin Seitenoikean sähköasemalle alueesta kaakkoon.

### *Tieverkko*

Alueella on tieverkko noin 500 m:n päässä mahdollisista voimalapaikoista. Vaaran huipulle tarvitaan uutta tieyhteyttä noin 1 km.

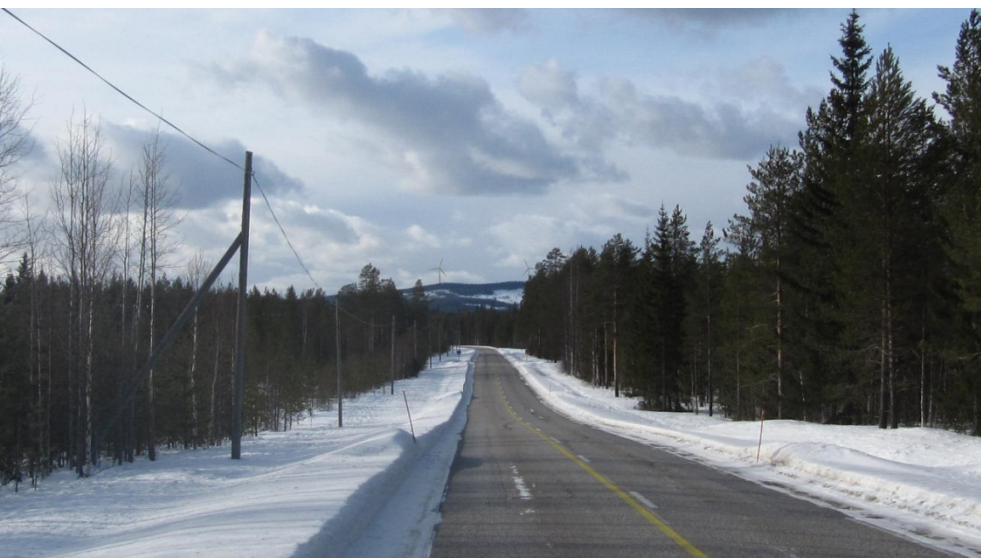
## Iso Tuomivaara – kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Iso Tuomivaara kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Iso Tuomivaara kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 7,1–11 km.



Iso Tuomivaara kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Iso Tuomivaara kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,2–3,9 km.



Iso Tuomivaara kuva 3 ilman tuulivoimaloita.



Iso Tuomivaara kuva 3 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 0,6–4,3 km.



Iso Tuomivaara kuva 4 ilman tuulivoimaloita.



Iso Tuomivaara kuva 4 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,9–6,6 km.

## Kajaani, Maaselänkangas-Lammaslamminkangas

### Kunta

Kajaani

### Kunnan osa-alue

Käkilahti, Kirkonkylä, Kytökoski, Saaresmäki

### Alueen sijainti

Alue sijaitsee Kajaanin kaupungin länsiosassa rajoittuen osin maakuntarajaan (Pohjois-Pohjanmaa ja Pohjois-Savo) noin 41 km:n etäisyydellä Kajaanin kaupunkikeskustasta.



Pohjakartta © Maanmittauslaitos 2011 ilmaiset aineistot

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,3–6,6 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	0 km
Tiestö	ok
Maksimi korkeuserot	30 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	>50

### Rakennettu ympäristö

Alueella ei ole pysyvää asutusta tai loma-asuntoja. Lähimmät asuinrakennukset tai loma-asunnot ovat yli 500 m:n etäisyydellä mahdollisista voimaloista.

### Voimassa olevat kaavat

Alueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020. Alue on osoitettu kaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M). Alueella sijaitsevat yleiset tiet on osoitettu vt (Vt 28) ja yt (maantie 8770) merkinnöillä. Alueelle on osoitettu ohjeellinen ulkoilureitti sekä osa-aluemerkinnällä turvetuotannon erityisvyöhyke (eo-tt). Lisäksi pohjoisosa alueesta sisältyy maakuntakaavan matkailun vetovoima-alueeseen (Oulujärvi, kehittämisperiaatemerkinä). Kaavan aluevaraus ja muut merkinnät eivät lähtökohtaisesti aseta estettä tuulivoimarakentamiselle.

### *Elinkeinotoiminta*

Alue on metsätalouskäytössä.

### *Lentoturvallisuus*

Kajaanin lentoasema sijaitsee yli 41 km:n etäisyydellä. Kajaani-Helsinki vuorokoneiden lentoreitti sijaitsee yli 27 km:n etäisyydellä alueen itä-kaakkoispuolella.

Alueella tuulivoimarakentamista saattaa rajoittaa Kajaanin lentoaseman lentoesterajoitus ja -sektoripinnat.

Lentoliikenteen varalaskupaikkoja ei tarvitse ottaa tässä yhteydessä huomioon.

### *Linnusto ja eläimistö*

Alueen linnustoa ja eläimistöä ei ole selvitetty maastokartoituksin tässä yhteydessä. Alueen lähialueella sijaitsevilla suojelualueilla esiintyvät luontodirektiivin liitteen II eläimistä karhu sekä lintudirektiivin liitteen I linnuista ampuhaukka, hiiripöllö, kaakkuri, kalatiira, kapustarinta, kuikka, kurki, metso, lapinpöllö, lapintiira, laulujoutsen, liro ja mehiläishaukka, pohjantikka, pyy, sinisuohaukka, suokukko, suopöllö ja vesipääsky. Uhanalaisia lajeja sekä muuta lajistoa ovat haapana, isolepinkäinen, isokuovi, jänkäsirriäinen, kalalokki, keltavästäräkki, käenpiika, käki, metsäviklo, niittykirvinen, pajusirkku, pensastasku, pikkukuovi, pikkulokki, punavarpenen, ruokokerttunen, sinisorsa, taivaanvuohi, tavi, telkkä, tukkasotka, valkoviklo ja västäräkki. Todennäköisesti nämä lajit tai osa niistä saattaa esiintyä myös Lammaslamminkankaan alueella. Lisäksi siellä esiintyy muun muassa hirviä sekä pienriistaa ja -petoja.

### *Suojelualueet ja Natura 2000-alueet*

Alueen länsipuolella välittömässä läheisyydessä sijaitsee Pöntönsuon Natura-alue (FI 1200902). Muut lähimmät Natura-alueet ovat FI 1200923 (etäisyys noin 2,3–2,8 km), FI 1104408 (noin 4,5 km), FI 1104401 (noin 4 km), FI 1104406 (noin 1,9 km), FI 0600054 (noin 2,7 km) ja FI 1200901 (noin 5,5 km).

Pöntönsuo (FI 1200902, 293 ha) on aarnimetsä- ja suoalue. Patjamäki kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelmaan. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät kaakkuri, kapustarinta, kurki, lapinpöllö, laulujoutsen, liro ja mehiläishaukka sekä muuta lajistoa kalalokki, käenpiika, käki, pikkukuovi, taivaanvuohi ja valkoviklo. Alueen suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain nojalla.

### *Matkailu ja virkistys*

Alueen itäosaan on osoitettu maakuntakaavan ohjeellinen ulkoilureitti. Alue on virkistyskäytössä jokamiehenoikeuden periaatteella. Luonnon monikäyttömuotoja alueella ovat mm. metsästys, marjastus ja sienestys.

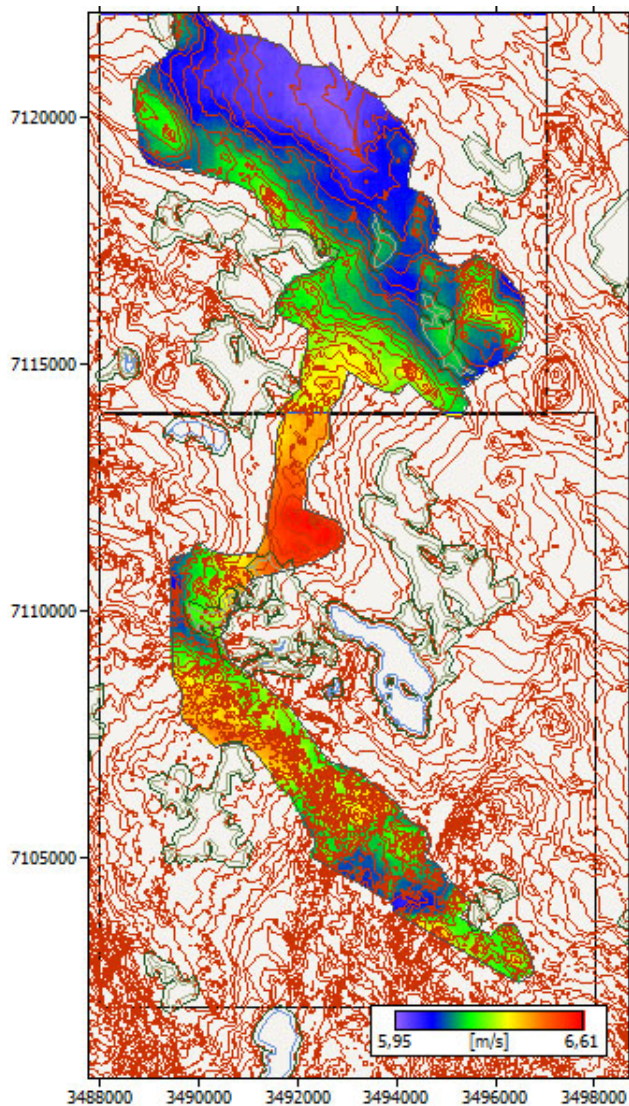
### *Kulttuuriympäristö*

Alueelta ei ole tiedossa erityisiä kulttuuriympäristöarvoja.

### *Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus*

Tarkentuu myöhemmin.

## Maaselänkangas-Lammaslammin kangas – Teknicaloudellinen analyysi



Tuulisuus	5,9-6,6 m/s
Tuotanto/3MW tuulivoimala	5,7-8,7 GWh
Kannattavuusraja	1,32 M€/MW
Verkkoliittymän kustannukset	1-3,4 M€
Tuulipuiston maksimikoko	150 MW

### Ympäröivä maasto

Alue muodostaa laajan kokonaisuuden. Alue polveilee välillä melko kapeana vyöhykkeenä noin 25 km:n pituisella alueella. Alueella on laajoja suoalueita ja eteläisessä osassa kangasmaastoa. Maasto on lähinnä metsäpeitteistä. Maanpinnan korkeus merenpinnasta vaihtelee noin 160 ja 225 metrin välillä. Korkeimpien mäkien päällä päästään kohtuullisiin tuulisuuksiin, mutta alueen tuuliatlashilat antavat keskenään erilaisia tuloksia, jolloin tuotantolaskelmissakin on epävarmuutta.

### Sähköverkko

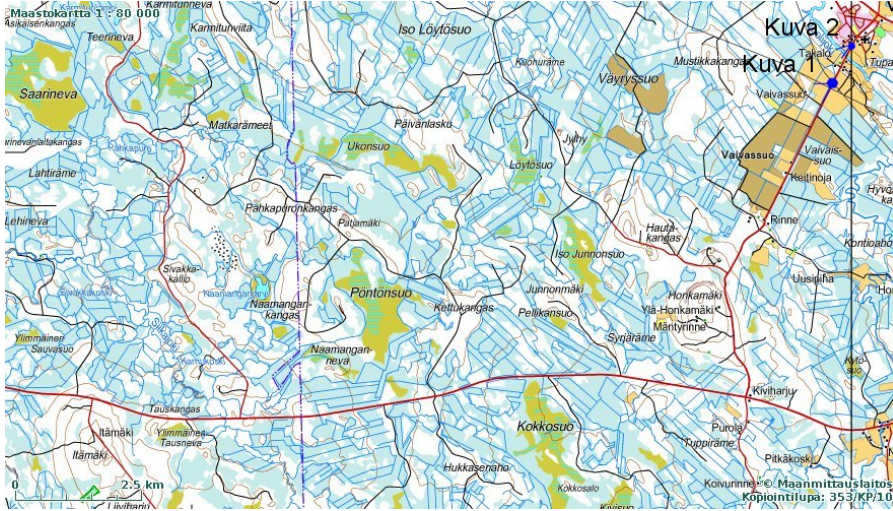
Sähköverkko (110 kV) sijaitsee alueen eteläosan välittömässä läheisyydessä. Alueen pohjoisosassa 400 kV:n voimajohto sijaitsee noin 4 km:n etäisyydellä ja 110 kV:n voimajohto noin 4–8 km:n etäisyydellä. Fingridin Vuolijoen sähköasema sijaitsee noin 17 km päässä alueesta ja siihen voidaan kytkeä suuria tuulipuistokokonaisuuksia.



## Tieverkko

Alueella on varsin kattava tieverkko pohjoisessa. Etelässä Lammaslamminkankaan alueella joudutaan rakentamaan jonkun verran uutta tietä mahdollisten voimaloiden sijaintipaikoille.

## Maaselänkangas-Lammaslamminkangas – kuvasovite



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Maaselänkangas-Lammaslamminkangas kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Maaselänkangas-Lammaslamminkangas kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 4,9–9,7 km.



Maaselänkangas-Lammaslamminkangas kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Maaseläkangas-Lammaslamminkangas kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 5,7–8,6 km.

## Hyrynsalmi, Ristijärvi - Lumivaara

### Kunta

Hyrynsalmi, Ristijärvi

### Kunnan osa-alue

Oravivaara, Päällismäki, Pihlajavaara

### Alueen sijainti

Alue sijaitsee noin 12 km:n etäisyydellä Hyrynsalmen kuntakeskuksesta länteen Lietekylän eteläpuolella. Alue ulottuu eteläosastaan hieman Ristijärven kunnan puolelle. Etäisyys Ristijärven kuntakeskukseen on noin 15 km.



Pohjakartta © Maanmittauslaitos 2011 ilmaiset aineistot

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,6–6,9 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	1 km
Tiestö	ok
Maksimi korkeuserot	180 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	10

### Rakennettu ympäristö

Alueella ei ole pysyvää asutusta tai loma-asuntoja. Lähimmät asuinrakennukset tai loma-asunnot ovat yli 500 m:n etäisyydellä mahdollisista voimaloista.

### Voimassa olevat kaavat

Alueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020. Alue on osoitettu kaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M). Lisäksi länsiosa alueesta sisältyy maakuntakaavan luontomatkailun kehittämisalueeseen (kehittämisperiaattemerkintä). Kaavan aluevaraus ja muut merkinnät eivät lähtökohtaisesti aseta estettä tuulivoimarakentamiselle.

### Elinkeinotoiminta

Alue on metsätalouskäytössä.

Porotalous: Alue sijaitsee eteläosaa lukuun ottamatta poronhoitoalueella. Alue on poronhoidon rykimäaluetta ja lähes kokonaan talvilaidunalueetta.

### *Lentoturvallisuus*

Kajaanin lentoasema sijaitsee noin 48 km:n etäisyydellä. Suomussalmen pienlentokenttä sijaitsee alueen koillispuolella noin 28 km:n etäisyydellä. Kajaani-Kuusamo vuorokoneiden lentoreitti sijaitsee noin 9 km:n etäisyydellä alueen länsi-luoteispuolella.

Tuulivoimarakentamisella ei todennäköisesti olisi vaikutuksia lentoturvallisuuteen.

Lentoliikenteen varalaskupaikkoja ei tarvitse ottaa tässä yhteydessä huomioon.

### *Linnusto ja eläimistö*

Alueen linnustoa ja eläimistöä ei ole selvitetty maastokartoituksin tässä yhteydessä. Alueen lähellä sijaitsevalla suojelualueella esiintyvät lintudirektiivin liitteen I linnuista kapustarinta, kurki, lapinpöllö, laulujoutsen, liro, palokärki, pikkusieppo, pohjantikka, suokukko sekä muusta lintulajistosta harmaalokki, metsäviklo, pikkukuovi, tavi, telkkä, töyhtöhyyppä ja valkoviklo. Todennäköisesti nämä lajit esiintyvät myös Lumivaaran alueella. Alueella esiintyvää luontaista eläimistöä ovat mm. hirvet sekä pienriista ja -pedot.

### *Suojelualueet ja Natura 2000-alueet*

Säkkisenlatvansuo-Jännesuo-Lamminsuo ja Peuravaara (FI 1200 055, 687 ha) sijaitsee alueen koillis-itäpuolella noin 1 km:n etäisyydellä. Alue koostuu toteutetusta soidensuojeluohjelman alueesta ja Peuravaaran vanhojen metsien suojelukohteesta. Alueelle on ehdotettu pientä rajaustaajennusta, jotta soidensuojelualueen ulkopuolella sijaitseva lettorikon kasvupaikka (luontodirektiivin liitteen II laji) saadaan liitettyksi suojelualueeseen. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät kapustarinta, kurki, lapinpöllö, laulujoutsen, liro, palokärki, pikkusieppo, pohjantikka, suokukko sekä muusta lintulajistosta harmaalokki, metsäviklo, pikkukuovi, tavi, telkkä, töyhtöhyyppä ja valkoviklo. Alue on soidensuojeluohjelman kohde ja Peuravaaran suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain nojalla.

### *Matkailu ja virkistys*

Alueella ei ole matkailutoimintoja. Alue on virkistyskäytössä jokamiehenoikeuden periaatteella. Luonnon monikäyttömuotoja alueella ovat mm. metsästys, marjastus ja sienestys.

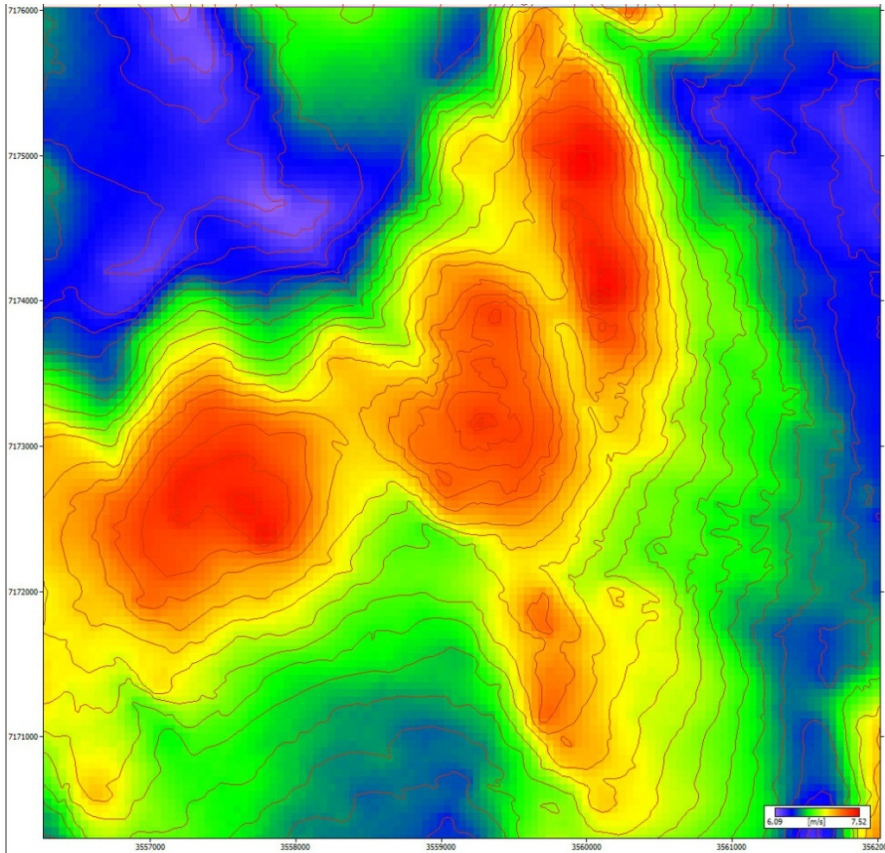
### *Kulttuuriympäristö*

Alueelta ei ole tiedossa erityisiä kulttuuriympäristöarvoja.

### *Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus*

Tarkentuu myöhemmin.

## Lumivaara - teknistaloudellinen analyysi



Tuulisuus	6-7,5 m/s
Tuotanto/voimala	10,2-11 GWh
Kannattavuusraja	1,57 M€/MW
Verkkoliittynän kustannukset	1-3 M€
Tuulipuiston maksimikoko	30 MW

### *Ympäröivä maasto*

Alueen korkeimmat vaaranlaet ovat 360–380 m ja korkeuserot ovat noin 180 m:n luokkaa. Lumivaarasta länsilounaaseen vajaan 2 km:n päässä sijaitsee yhtä korkea Peuravaaran laki ja lännessä noin 7 km päässä Paljakan vaaravyöhyke. Maasto on metsäpeitteistä.

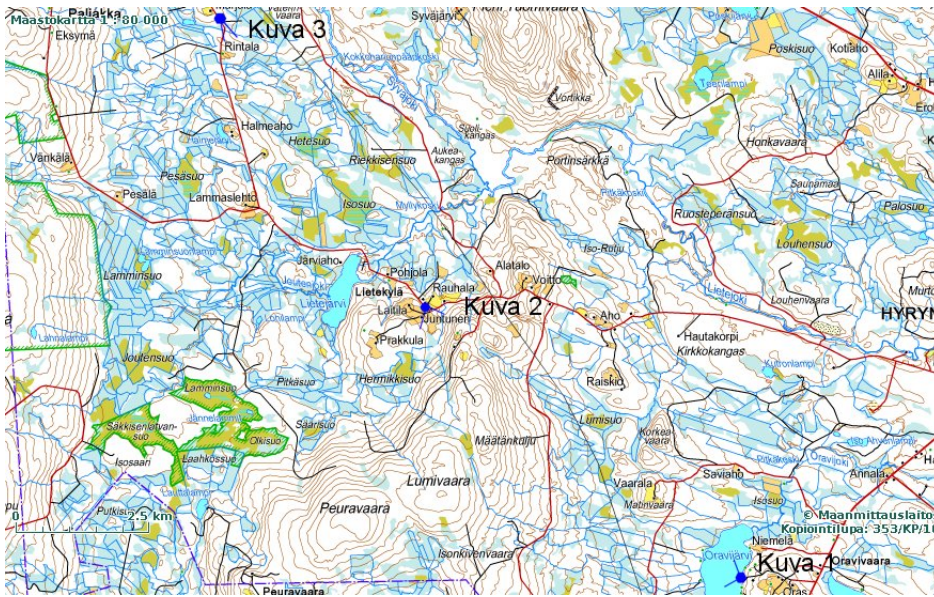
### *Sähköverkko*

Eon Kainuun 110 kV sähköverkko sijaitsee alueen koillispuolella noin 1 km:n etäisyydellä. Isompi tuulipuisto tarvitsee kytkinlaitoksen tai se tulee kytkeä Findgridin Seitenoikean sähköasemaan.

### *Tieverkko*

Alueella on valmista tieverkkoa. Lumivaaran ja Määtänkylän huipuille joutuisi kumpaankin rakentamaan noin 1,5 km uutta tietä.

## Lumivaara - kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Lumivaara kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Lumivaara kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 5,2–6,4 km.



Lumivaara kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Lumivaara kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 1,6–5,4 km.



Lumivaara kuva 3 ilman tuulivoimaloita.



Lumivaara kuva 3 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 8,4–10,7 km.



## Puolanka, Hyrynsalmi, Ristijärvi -Mustakumpu

### Kunta

Puolanka, Hyrynsalmi, Ristijärvi

### Kunnan osa-alue

Kotila, Oravivaara, Päällysmäki

### Alueen sijainti

Alue sijaitsee noin 30 km:n etäisyydellä Puolangan kuntakeskuksesta kaakkoon ja noin 5 km:n etäisyydellä Paljakan matkailukeskuksesta. Alueen eteläosa sijaitsee Ristijärven kunnan puolella ja itäosa Hyrynsalmen kunnan puolella. Etäisyys Ristijärven kuntakeskukseen on noin 16 km ja Hyrynsalmen kuntakeskukseen noin 20 km.



Pohjakartta © Maanmittauslaitos 2011 ilmaiset aineistot

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,5–6,8 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	1 km
Tiestö	ok
Maksimi korkeuserot	>150 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	20

### Rakennettu ympäristö

Alueella ei ole pysyvää asutusta tai loma-asuntoja. Lähimmät asuinrakennukset tai loma-asunnot ovat yli 500 m:n etäisyydellä mahdollisista voimaloista.

### Voimassa olevat kaavat

Alueella on voimassa Kainuun maakuntakaava 2020. Alue on osoitettu kaavassa maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi (M) ja alueelle on osoitettu ohjeellinen ulkoilureitti sekä LUO -kohdemerkintä. Lisäksi suurin osa alueesta sisältyy maakuntakaavan luontomatkailun kehittämisalueeseen (kehittämisperiaatemerkinä). LUO -kohteille on annettu maakuntakaavassa suunnittelumääräys: "Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee

varmistaa, että suunniteltu maankäyttö ei vaaranna alueen linnuston ja uhanalaisten kasvien tai hyönteisten elinoloja”. Maakuntakaava-alueelle annetuista yleismääräyksistä tulee tässä yhteydessä kyseeseen liito-oravan esiintymispaikoille annettu yleismääräys: ”Liito-oravien esiintymisalueiden yksityiskohtaisemmassa kaavoituksessa ja metsien käsittelyssä tulee turvata liito-oraville tärkeiden pesäpuiden ja niitä suojaavien puiden sekä liikkumisen kannalta riittävän puuston säilyminen”. Kaavan aluevaraus ja muut merkinnät eivät lähtökohtaisesti aseta estettä tuulivoimarakentamiselle.

### *Elinkeinotoiminta*

Alue on metsätalouskäytössä.

Porotalous: Alueen Hyrynsalmen kunnan puolella oleva itäosa sijaitsee poronhoitoalueella. Alue on poronhoidon talvilaidunalue.

### *Lentoturvallisuus*

Kajaanin lentoasema sijaitsee noin 41 km:n etäisyydellä. Suomussalmen pienlentokenttä sijaitsee alueen koillispuolella noin 35 km:n etäisyydellä. Kajaani-Kuusamo vuorokoneiden lentoreitti sijaitsee alueen länsiosan päällä.

Tuulivoimarakentamisella ei todennäköisesti olisi vaikutuksia lentoturvallisuuteen.

Lentoliikenteen varalaskupaikkoja ei tarvitse ottaa tässä yhteydessä huomioon.

### *Linnusto ja eläimistö*

Alueen linnustoa ja eläimistöä ei ole selvitetty maastokartoituksin tässä yhteydessä. Ympäristöhallinnon tietojen mukaan alueella on liito-oravia. Alueen lähellä sijaitsevilla suojelualueilla esiintyvät luontodirektiivin eläimistä saukko ja liito-orava sekä lintudirektiivin linnuista helmipöllö, kapustarinta, kurki, lapinpöllö, laulujoutsen, liro, metso, palokärki, pikkusieppo, pohjantikka, pyy ja suokukko sekä muuta lajistoa harmaalokki, idänuunilintu, kanahaukka, kirjosiipikäpylintu, kuukkel, käenpiika, lapinuunilintu, lehtokerttu, metsäviklo, pikkukuovi, tavi, telkkä, tervapääsky, töyhtöhyyppä, töyhtötiainen ja valkoviklo. Todennäköisesti nämä lajit esiintyvät myös Mustakummun alueella. Alueella esiintyvää luontaista eläimistöä ovat mm. hirvet sekä pienriista ja -pedot.

### *Suojelualueet ja Natura 2000-alueet*

Alueen lähellä sijaitsevat Paljakan ja Latvavaaran Natura-alue (FI 1200056) ja Säkkinenlatvansuon-Jännesuon-Lamminsuon ja Peuravaaran Natura-alue (FI 1200 055).

Paljakka ja Latvavaara sijaitsee alueen pohjoispuolella noin 1,5 km:n etäisyydellä. Alue koostuu Paljakan luonnonpuistosta, Latvavaaran vanhojen metsien suojelukohteesta ja lajistollisesti arvokkaasta Ypykänpuron alueesta. Luontodirektiivin liitteen II lajeista (eläimet) alueella esiintyvät liito-orava ja saukko. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät helmipöllö, kurki, liro, metso, palokärki, pohjantikka ja pyy sekä muuta lajistoa idänuunilintu, kanahaukka, kirjosiipikäpylintu, kuukkel, käenpiika, lapinuunilintu, lehtokerttu, metsäviklo, tervapääsky, töyhtötiainen ja valkoviklo. Alueen suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain nojalla.

Säkkinenlatvansuo-Jännesuo-Lamminsuo ja Peuravaara (FI 1200 055, 687 ha) sijaitsee alueen koillis-itäpuolella noin 1 km:n etäisyydellä. Alue koostuu toteutetusta soidensuojeluohjelman alueesta ja Peuravaaran vanhojen metsien suojelukohteesta. Alueelle on ehdotettu pientä rajauslaajennusta, jotta soidensuojelualueen ulkopuolella sijaitseva lettorikon kasvupaikka (luontodirektiivin liitteen II laji) saadaan liitetyksi suojelualueeseen. Lintudirektiivin liitteen I linnuista alueella esiintyvät kapustarinta, kurki, lapinpöllö, laulujoutsen, liro, palokärki, pikkusieppo, pohjantikka, suokukko sekä muuta lajistoa harmaalokki, metsäviklo,

pikkukuovi, tavi, telkkä, töyhtöhyppä ja valkoviklo. Alue on toteutunut soidensuojeluohjelman kohde ja Peuravaaran suojelu toteutetaan luonnonsuojelulain nojalla.

### *Matkailu ja virkistys*

Alueella sijaitsevat Paljakanpolku ja Köngäskierros retkeilyreitit. Reitit on linjattu Mustakummun alueella samaan reittikäytävään. Lisäksi alueen tieverkolla sijaitsee Puolangan kunnan pyöräilyreitti ja alueen kautta kulkee Paljakan ja Ukkohallan matkailukeskusten välinen hiihtolatu (yhdyslatu).

Alueella ei ole muita Paljakan matkailukeskuksen toimintaan liittyviä matkailu- tai virkistyskäyttötoimintoja. Alue on virkistyskäytössä jokamiehenoikeuden periaatteella. Luonnon monikäyttömuotoja alueella ovat mm. metsästys, marjastus ja sienestys.

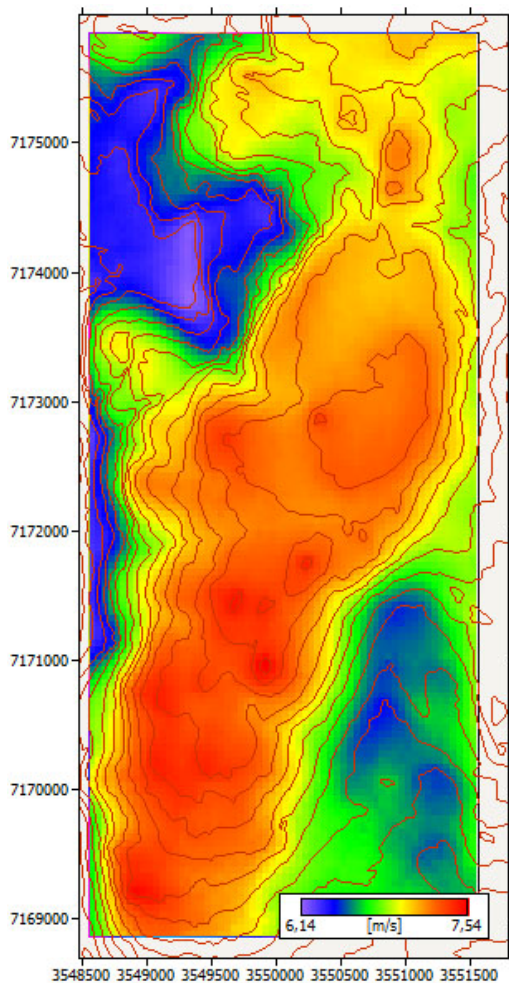
### *Kulttuuriympäristö*

Alueelta ei ole tiedossa erityisiä kulttuuriympäristöarvoja.

### *Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus*

Tarkentuu myöhemmin.

## Mustakumpu – teknistaloudellinen analyysi



Tuulisuus	6,1-7,5 m/s
Tuotanto/voimala	9,5-11 GWh
Kannattavuusraja	1,46 M€/MW
Verkkoliittymän kustannukset	1-3M€
Tuulipuiston maksimikoko	60 MW

### *Ympäröivä maasto*

Alue sijaitsee Paljakan vaara-alueella huomattavasti ympäristöään korkeammalla. Korkein vaaranlaki sijaitsee alueen pohjoisosassa noin 370 m merenpinnasta. Alueen eteläosan korkeudet vaihtelevat 300–360 metrin välillä. Lännessä ja idässä on suoalueita noin 150–200 metriä matalammalla. Maasto on pitkälti metsäpeitteistä.

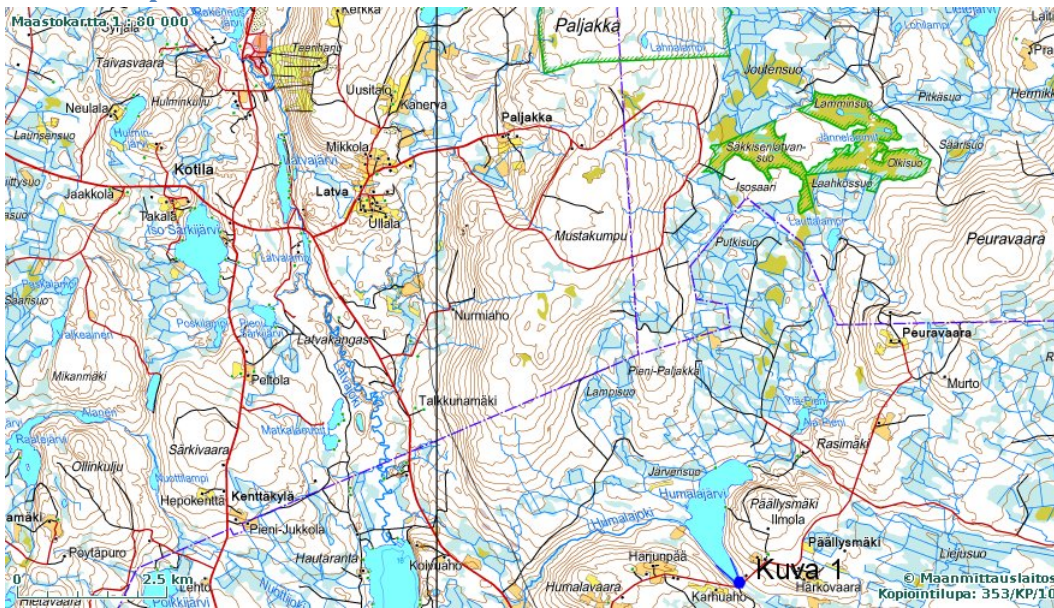
### *Sähköverkko*

EOn Kainuun 110 kV sähköverkko sijaitsee alueen länsipuolella lyhimmillään alle 1 km:n etäisyydellä. Sähköverkkoon voidaan kytkeä suoraan pienet tuulipuistot, mutta isompi kokonaisuus vaatii kytkinlaitoksen tai liittymän Fingridin Seitenoikean sähköasemalle.

### *Tieverkko*

Alueen pohjoisosassa on varsin kattava tieverkko, joskin mahdollisten voimaloiden sijaintipaikoille joudutaan rakentamaan uutta tieyhteyttä noin 2 km. Alueen eteläosaan joudutaan rakentamaan uutta tieyhteyttä noin 5 km.

## Mustakumpu – kuvasovite



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Mustakumpu kuva 1 ilman tuulivoimaloita.

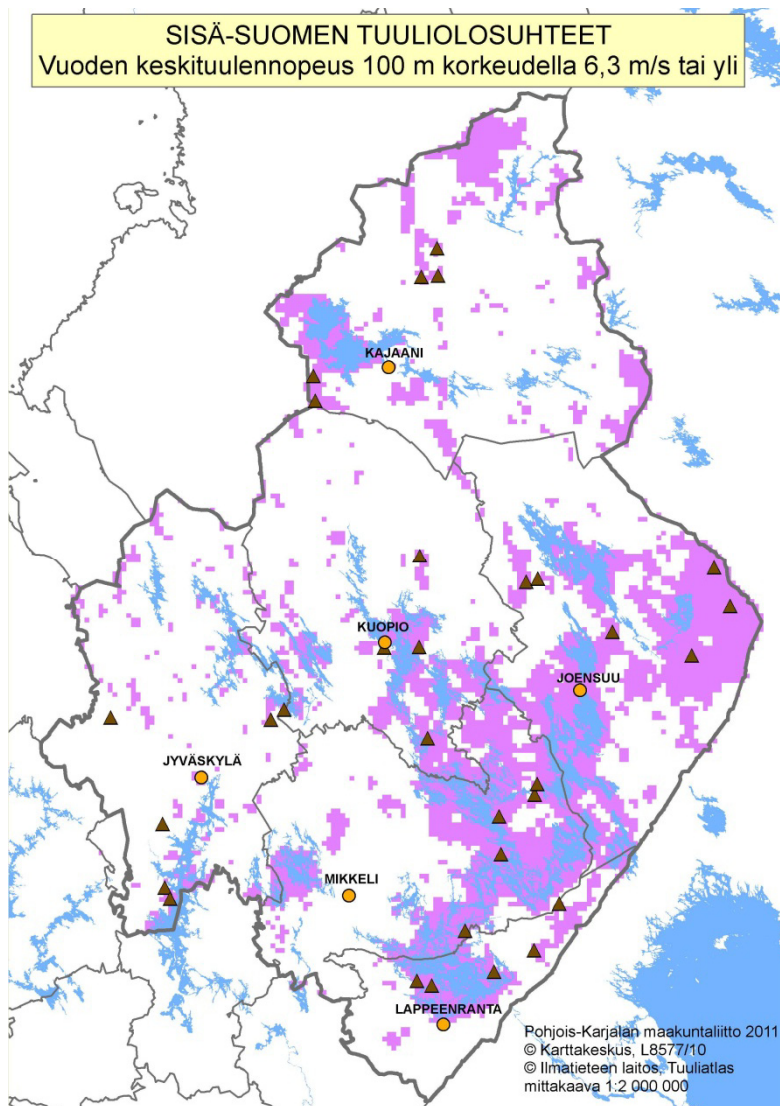


Mustakumpu kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 4,6–8,8 km.

# Yhteenveto

Sisä-Suomen potentiaaliset tuulivoima-alueet -hankkeeseen osallistui kuusi maakuntaliittoa: Kainuu, Pohjois-Savo, Etelä-Savo, Pohjois-Karjala, Keski-Suomi ja Etelä-Karjala. Maakuntaliittojen alueilta kartoitettiin tuulivoimatuotantoon soveltuvimmat alueet. Työ toteutettiin siten, että paikkatietotarkastelun sekä vaikutusarvioinnin suoritti kukin maakuntaliitto alueellaan sijaitseville kohteille. Tämän jälkeen konsultti toteutti tarkemmat teknistaloudelliset analyysit jatkoon valituille kohteille sekä laati kuvasovitteet, joiden avulla voidaan arvioida tuulivoimaloiden maisemavaikutuksia.

Paikkatietotarkastelun pohjalta alueita löytyi yhteensä reilu 200 kaikkien kuuden maakuntaliiton alueelta. Nämä käytiin konsulttien toimesta systemaattisesti läpi ja pisteytettiin. Pisteytyksen ja ympäristön kuvauksen sekä maakuntaliittokohtaisten maankäyttöön liittyvien erityistekijöiden perusteella valittiin neljä soveltuvinta aluetta per maakunta teknistaloudelliseen selvitykseen. Osa alueista jakautui kahteen osaan mm. alueen suuruuden vuoksi tai kaksi lähekkäin sijaitsevaa aluetta tarkasteltiin yhtenä kokonaisuutena. Lopullisia tuulipuistoalueita oli 31.



Kuva 1. Potentiaaliset tuulivoima-alueet Sisä-Suomen maakunnissa.

Taulukko 1. Yhteenvedo teknistaloudellisen analyysin tuloksista kaikille

Maa-kunta	Kunta	Alue	Tuulisuus/ Tuuliatlas [m/s]	Tuulisuus/ WAsP [m/s]	Vuosi- tuotanto/ WAsP [GWh]	Tuulipuiston maksimi- koko [MW]	Kannatta- vuusraja [M€/MW]	Etäisyys 110kV verkkoon	Verkko- liitynnän kustannukset [M€]
<b>Etelä-Karjala</b>	Ruokolahti	Äitsaari	6.3-6.7	6-7	7-10	60	1,64	10	2,5-4
	Taipalsaari	Karhunpää	6,6	5,7-7,1	7-8,5	15	1,5	5	1,2-4
	Taipalsaari	Pönniälä	6.4-6.5	5,8-7,2	7-9	60	1,45	8	1,7-4,5
	Ruokolahti	Kalpiala	6.1-6.3	6,4-7	8,5-9,8	54	1,7	0	1-3,3
	Parikkala	Tarvaspohja	6,4	6-6,7	6,8-8,5	30	1,5	1	1-3,3
<b>Etelä-Savo</b>	Savonlinna	Pihlajaniemi	6.7-6.9	5,7-7,2	7,1-10	70	1,32	2	1-3,4
	Enonkoski	Laukunkangas	6.3-6.5	5,9-7,5	6,6-10	42	1,23	1	1-3,2
	Savonlinna	Syvälähti/ Hanhijärvi	6.5-6.6	5,8-7,9	9,6-11,8	36	1,67	2	1,2-3,4
	Savonlinna	Savonranta	6,1-6,7	5,8-6,8	9,1-10,6	21	1,54	1	1-3
	Puumala	Konnalammin- mäki	6.3-6.5	6,3-8	8,3-11,9	70	1,57	1	1-3,2
<b>Keski-Suomi</b>	Konnevesi	Keulatniemi	6,3-6,4	5,7-7,7	9-12	36	1,74	20	4,8
	Konnevesi	Häähnimäki	6,1-6,3	5,7-7	8,5-10	24	1,48	20	4
	Kuhmoinen	Pihlajakoski	6-6,2	6-7,3	8,7-10,4	57	1,47	9	2,3-4,5
	Kuhmoinen	Kärpänkylä	6,3-6,6	6-7,7	9,7-11,5	30	1,66	11	2,5-4,5
	Multia	Vehkoo	5.7-6.1	5,9-6,7	7,2-8,3	30	1,34	20	1-2,9
	Jämsä	Vekkula	5,8	5,9-7,2	7,2-8,3	24	1,48	13	3
<b>Pohjois-Savo</b>	Kuopio	Kaijanmäki/ Kangasmäki	6.5-6.6	6-7,5	10,1-11,8	36	1,67	1	1-3
	Kuopio	Pieni Neulamäki	6,1-6,2	5,5-6,5	6,8-8,5	15	1,12	1	0,9
	Leppävirta	Takunkorpi	6.4-6.6	5,7-6,6	7,8-8,8	30	1,24	3	1,4-3,5
	Nilsinä	Rahasmäki	6.6-7	5,9-7,6	10,7-12,9	39	1,8	8	2,5
<b>Pohjois-Karjala</b>	Juuka	Juuanvaara	6.4-6.7	5,5-8	10,8-13	36	1,75	12	2,7-5
	Juuka	Turunvaara	6.1-6.4	5,9-7,3	8,8-10,4	12	1,46	5	1,5
	Joensuu	Laajanvaara	6.5-6.6	6,3-7,5	8,5-10,3	36	1,36	5	1,5-3,6
	Iloantsi	Repovaara	6.7-7.1	5,2-6,1	5,6-7,1	30	1,12	5	1,4-3,5
<b>Kainuu</b>	Hyrnsalmi	Iso Tuomivaara	6.5-6.6	5,6-7,7	9-11,7	27	1,65	5	1,5-4
	Hyrnsalmi, Ristijärvi	Lumivaara- Peuravaara	6.6-6.9	6-7,5	10,2-11	30	1,57	1	1-3
	Kajaani	Maaselänkangas- Lammaslammin- kangas	6.3-6.6	5,9-6,6	5,7-8,7	150	1,32	0	1-3,4
	Puolanka, Hyrnsalmi, Ristijärvi	Mustakumpu	6.5-6.8	6,1-7,5	9,5-11	60	1,46	1	1-3

Taulukkoon 15 on kerätty yhteen teknistaloudellisen analyysin tulokset tarkastelluilta alueilta. Taulukossa on sekä Suomen Tuuliatlaksen 2,5 km:n hilan antamat tuulisuustiedot 100 m:n korkeudelle että tarkemman WAsP -ohjelmalla tehdyn analyysin perusteella saadut tuulisuustiedot. Suurimmaksi osaksi alueilla päästään tarkemman analyysin perusteella huomattavasti parempaan tuulisuuteen kuin mitä Tuuliatlas antaa. Tämä selittyy pitkälti alueelta löytyvillä korkeuseroilla, joiden huomioimiseen 2,5 km hila on liian karkea. Pienemmän korkeuseron omaavat alueet puolestaan eivät nouse vertailussa kovin korkealle. Pohjois-Karjalan itärajan tuntumassa sijaitsevien alueiden tiedot osoittautuivat oletettua huonommaksi. Tämä tuli esiin kaikille kolmella

tarkastellulla alueella, joita olivat taulukossa mainittu Ilomantsin Repovaara sekä Korpivaara ja Pampalo. Näistä ensimmäiseen tehtiin teknistaloudellinen analyysi kokonaisuudessaan ja kahteen muuhun vain tuulisuusanalyysi, koska alueet osoittautuivat niin huonoiksi, ettei niihin kannattanut uhrata enempää aikaa. Näillä alueilla on suuri eroavaisuus tuuliatlaksen 2,5 x 2,5 km hilaruudun ja WASP -ohjelmalla lasketun tarkemman tuulikartan välillä. Ilmeisesti maanpeitteen rosoisuusarvot on tulkittu pienemmäksi AROME -mallinnuksessa kuin tässä tarkastelussa.

Yhteenvetotaulukossa on tuotantotiedot annettu 100 m:n korkeudelle. Jo nyt on kuitenkin saatavilla tuulivoimaloita suuremmallakin napakorkeudella. Tuulisuus paranee mitä, korkeammalle päästään maanpinnan rosoisuuden vaikutusvyöhykkeestä. Erityisesti metsäpeitteisillä alueilla sisämaassa tuulisuus kasvaa nopeasti korkeuden kasvaessa, siten myös tässä heikommin sijoittuneet alueet voivat olla potentiaalisia käyttäen suurempaa napakorkeutta. Tuotantotiedot ovat lähes kaikilla alueilla suhteellisen hyviä. Tässä tulee kuitenkin huomioida, että voimaloiden varjostusvaikutus heikentää jonkin verran tuotantoa ja lisäksi tässä annetut luvut vastaavat tuotantoa kun tuulivoimalat ovat 100 % ajasta käytettävissä. Tämä ei vastaa todellista tilannetta, jolloin käytettävyyttä heikentävät mm. huoltoiseisokit ja mahdollinen lapojen jäätyminen.

Tarkasteltujen tuulipuistojen koko vaihteli 12-150 MW:n välillä. Tavoitteena oli sijoittaa annetuille alueille maksimimäärä tuulivoimaloita. Yhteensä kaikkien kuuden maakunnan alueella on tämän tarkastelun mukaan 1160 MW tuulivoimapotentiaalia. Tämä on kuitenkin teoreettinen luku ja lopullinen alueiden potentiaali tarkentuu todellisten hankkeiden myötä.

Kannattavuusrajalta tarkoitetaan sitä miten paljon investointikustannukset voivat tarkastellulla alueella korkeintaan olla, jotta annetuilla oletusarvoilla ja alueelle lasketulla tuotannon määrällä päästään kannattavaan lopputulokseen. Lähtöarvot kuten vuotuiset toimintakustannukset on laskettu joka alueelle samoilla periaatteilla, joten saatu luku on hyvävertailuperuste alueiden kesken. Tässä tulee kuitenkin huomioida että alueella on mahdollisuus päästä tätäkin kannattavampaan lukuun kun huomioidaan vain parhaiten tuottavat pisteet alueen sisällä.

Taulukossa on annettu myös lyhin matka lähimpään 110 kV:n sähköverkkoon maata pitkin sekä karkeasti arvioitu kustannus sähköverkkoyhteyden rakentamisesta tuulipuistosta tähän lähimpään sähköverkon pisteeseen. Tuulipuiston sisäisen verkon kustannuksia ei tässä ole huomioitu ja ne tuleekin lisätä kustannuksiin. Fingridin liittymissuosituksen mukaan voidaan 25 MW:n tuulipuisto liittää 110 kV:n sähköverkkoon suoraan haarakytkennällä, mutta tätä isompi tuulipuisto vaatii joko kytkinaseman tai liittymisen olemassa olevaan sähköasemaan. Taulukossa esiintyvä hintahaarukka kuvaa tilannetta, jossa alle 25MW:n tuulipuisto voidaan liittää haarakytkennällä, mutta isompi vaatii kytkinlaitoksen, jolloin kustannuksetkin ovat suuremmat. Mikäli taulukossa on yksi luku, on tuulipuiston maksimikoko alle 25 MW tai sitten lähellä sijaitsee sähköasema, jonne voidaan liittää suoraan suurempikin tuulipuisto. Tuulivoimahankkeita suunniteltaessa tulee paikalliseen sähköverkkoyhtiöön olla yhteydessä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta sähköverkkoon liittymisen ehdot ja kustannukset saadaan varmistettua.

Tieverkko on yksi tärkeä tekijä kannattavuutta arvioitaessa. Tässä selvityksessä osoittautui kuitenkin, ettei tieverkko noussut kynnyskysymykseksi yhdessäkään kohteessa. Useimmilla alueilla oli kattava metsäautotieverkko, vaikka toki voimalakohtaista tietä joudutaan kaikkialla rakentamaan jonkin verran. Suuret korkeuserot ja erityisesti mäkien jyrkkyys sekä soinen maasto voivat tosiasiaa nostaa tienrakentamisen kustannuksia huomattavasti.



Selvityksen myötä kävi ilmi että Finavian (TRAFI) asettamat korkeusrajoitteet karsivat tehokkaasti suuren osan parhaista alueista. Tässä päädyttiin kuitenkin harkitusti ottamaan alueita lopputarkasteluun myös niiltä osin, jotka eivät täytä vaadittuja korkeusehtoja.

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että sisämaasta löytyy useita tuulivoimalle soveltuvia kohteita. Alustavassa paikkatietotarkastelussa alueita löytyi yli 200. Tarkempaan teknistaloudelliseen analyysiin otettiin noin neljä aluetta per maakunta, mutta muistakin alustavasti kartoitetuista kohteista voi löytyä tuulivoiman kannalta otollisia alueita. Useat maakunnat ovatkin päättäneet jatkaa tarkempia tarkasteluja myös muissa kohteissa. Maakunnilla on käytettävissään tässä raportissa annettujen tietojen lisäksi tarkemmat tiedot alustavien tarkastelujen tuloksista kaikille yli 200 alueelle sekä tuulivoimalakohtaiset tuotantolaskelmat sekä teknistaloudelliset analyysit 31 jatkoon valitulle alueelle. Nämä tiedot hyödyntävät jatkosuunnitelmien teossa esimerkiksi mietittäessä tarkempia aluerajauksia.

