

2011

Sisä-Suomen tuulivoimaselvitys

Projekti YTJ 035



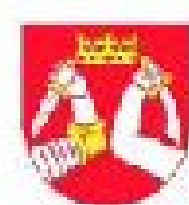
Etelä-Karjalan liitto



ETELÄ-SAVON
MAAKUNTALIITTO



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland



Pohjois-Karjalan
MAAKUNTALIITTO



POHJOIS-SAVON
LIITTO



Kainuu

Merja Paakkari

Hafmex Wind Oy

10/6/2011

Sisältö

Yleinen osuus	2
Johdanto	2
Tuulivoimatuotanto ja kaavoitus	3
Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät	4
Työn vaiheet	9
Maakuntakohtaiset raportit	17
Etelä-Karjala	17
Etelä-Savo	48
Keski-Suomi	87
Pohjois-Savo	131
Pohjois-Karjala	162
Kainuu	197
Yhteenveto	234

Yhteyshenkilöt

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

Pääkonsultti:
Merja Paakkari
Hafmex Wind Oy
Osoite. Luoteisrinne 5, 02270 Espoo
Puh. 050 5955 877
Email. 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 keskitetysti 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 rakennettavien 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 km²: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 selvitysalueita. 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 tuulivoimalueiden 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 yksityistalouksissa 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 saatavaan tuottoon. 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, kylineen 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. suojavyöhykkeitä 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 voimansiirtojohdoista 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 ilmailiikennepalvelujen 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 km²). 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.

Yhteenvetoa 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 rakentumiseen 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 km². Muutamilla alueilla päästiin huomattavan isoihin kokonaisuuksiin, jopa lähes 100 km²pinta-alaan.

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

- suojelualueisiin
- Natura 2000 -verkostoon
- kulttuuriympäristöihin ja arvokkaisiin maisema-alueisiin
- arvokkaisiin lintualueisiin (FINIBA) ja muihin lintuvaikutuksiin
- puolustusvoimien alueisiin
- lentokenttiin
- viestintäliikenteeseen (tutkavaikutus)
- lentoturvallisuuteen (lentoesterajoitusalueet)
- taajamiin ja kyliin
- haja-asutukseen (ympäriverotiset 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. Erityisesti katsottiin tuuliatlaksen tuulitiedot 100 metrin korkeudella 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 110 kV:n tai 45 kV:n sähköverkon pisteeseen välittämättä liityntäpisteestä. Teknicaloudellisissa analyysissä 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.

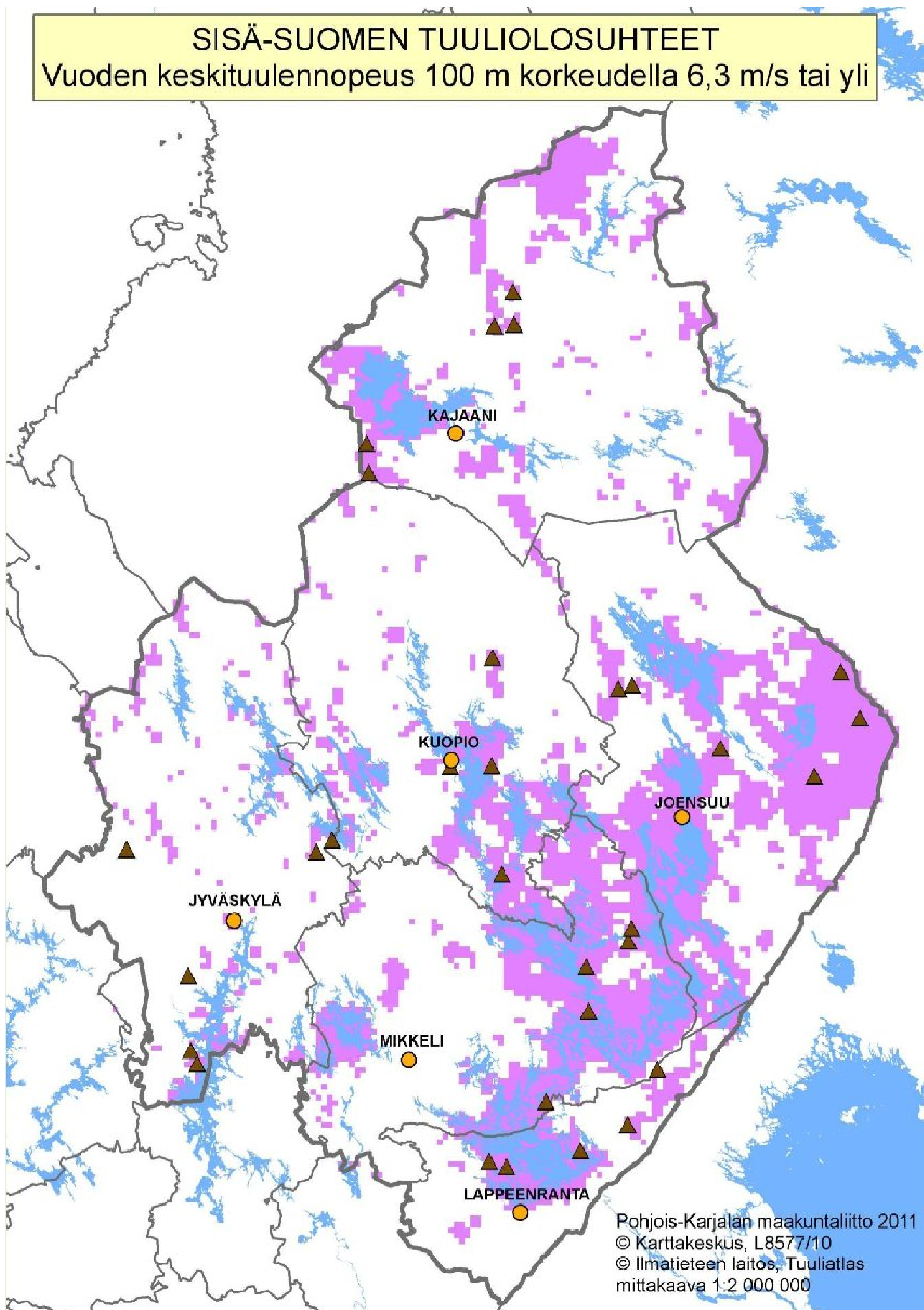
Alueiden keskinäistä vertailua varten kehitettiin pisteytysjärjestelmä, jossa huomioitiin edellä kuvatut tekijät ympäröivän maaston kuvausta lukuunottamatta. Taulukossa 1. on esitetty pisteytyksen periaatteet. Pisteitä annettiin 0-4 riippuen tarkasteltavasta tiedosta. Tuulisuus ja korkeuserot painotettiin 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.



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-ohjelmalla¹ 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 kantaverkoon 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, vuokrasta, 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.

¹ WASP tuulisuuden laskentaohjelmisto, jonka on kehittänyt Risö National Laboratory, Tanska

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

Kannattavuustarkastelut	Kaijanmäki			
Voimalatyyppi	WWD3-120-90	WWD3-120-120	HQ2000-93-100	HQ2000-93-120
Voimalan teho, MW	3	3	2	2
Potkurin halkaisija, m	120	120	93	93
Napakorkeus, m	90	120	100	120
Voimaloidenlukumäärä	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 nollapisteestä, 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.

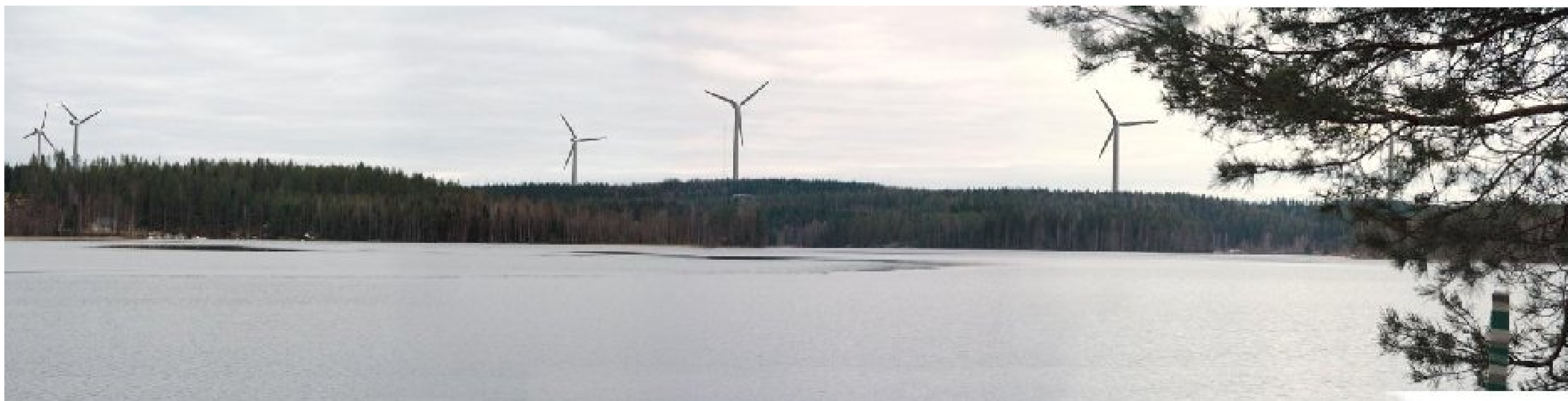
Verkkoliittynän kustannukset on arvioitu taulukossa karkeasti. Tarkastelu sisältää kytkennän 110 kV:n verkkoon kytkinlaitoksen tai haaraliittynän avulla tai suoraan olemassa olevalle sähköasemalle. Haarakytkentä on mahdollista vain maksimissaan 25 MW:n tuulipuistolle ja tätä ylittävältä kokonaisuudelta vaaditaan kytkinlaitos mikäli sähköasemaa ei ole lähellä. Mikäli verkkoliittynän 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 maaliskuu-toukokuussa 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 tapauksessa 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.

Pohjois-Savo



POHJOIS-SAVON
LIITTO

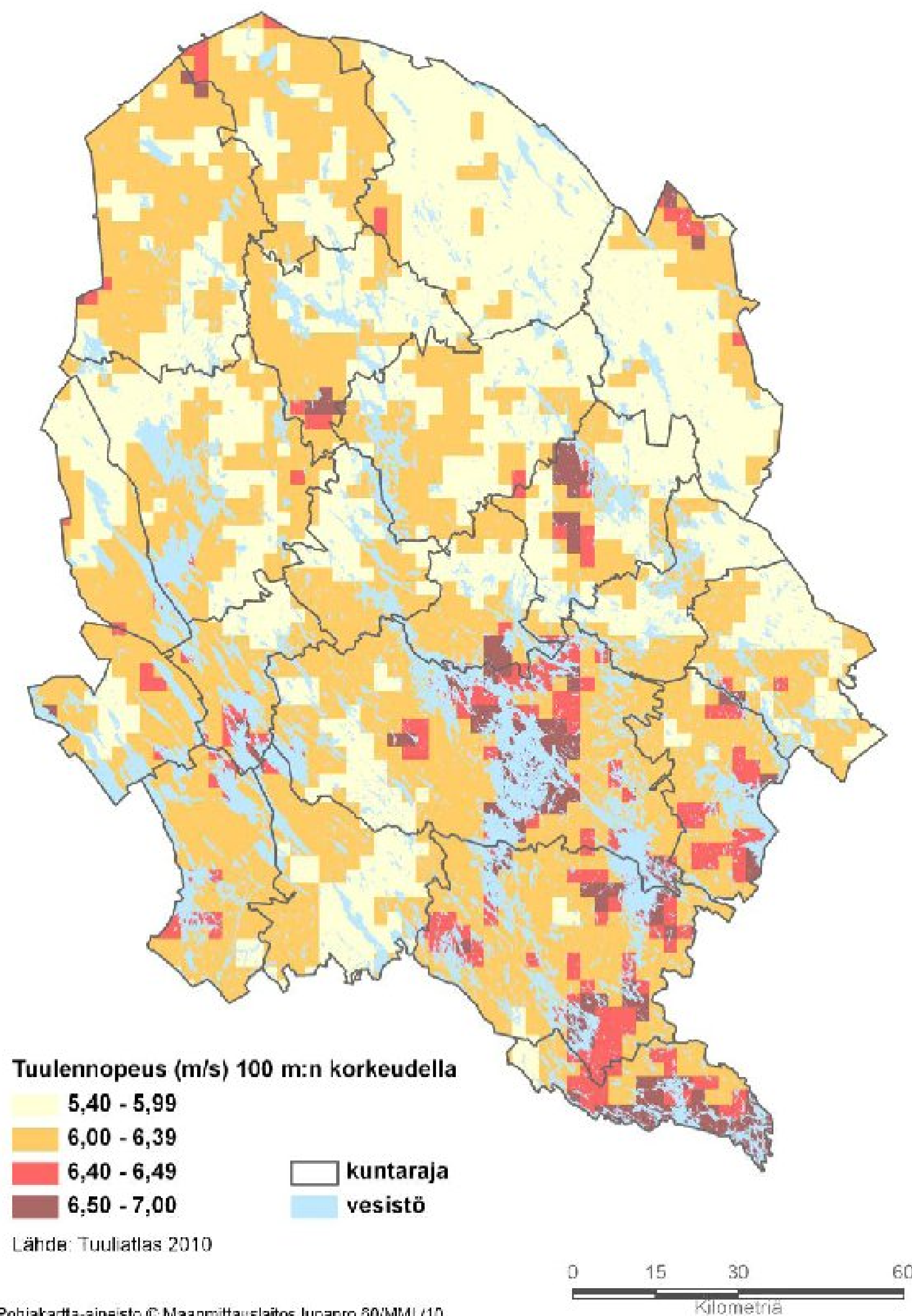
Tuulivoimatuotannon maankäytölliseen sijoittumiseen vaikuttavat tekijät

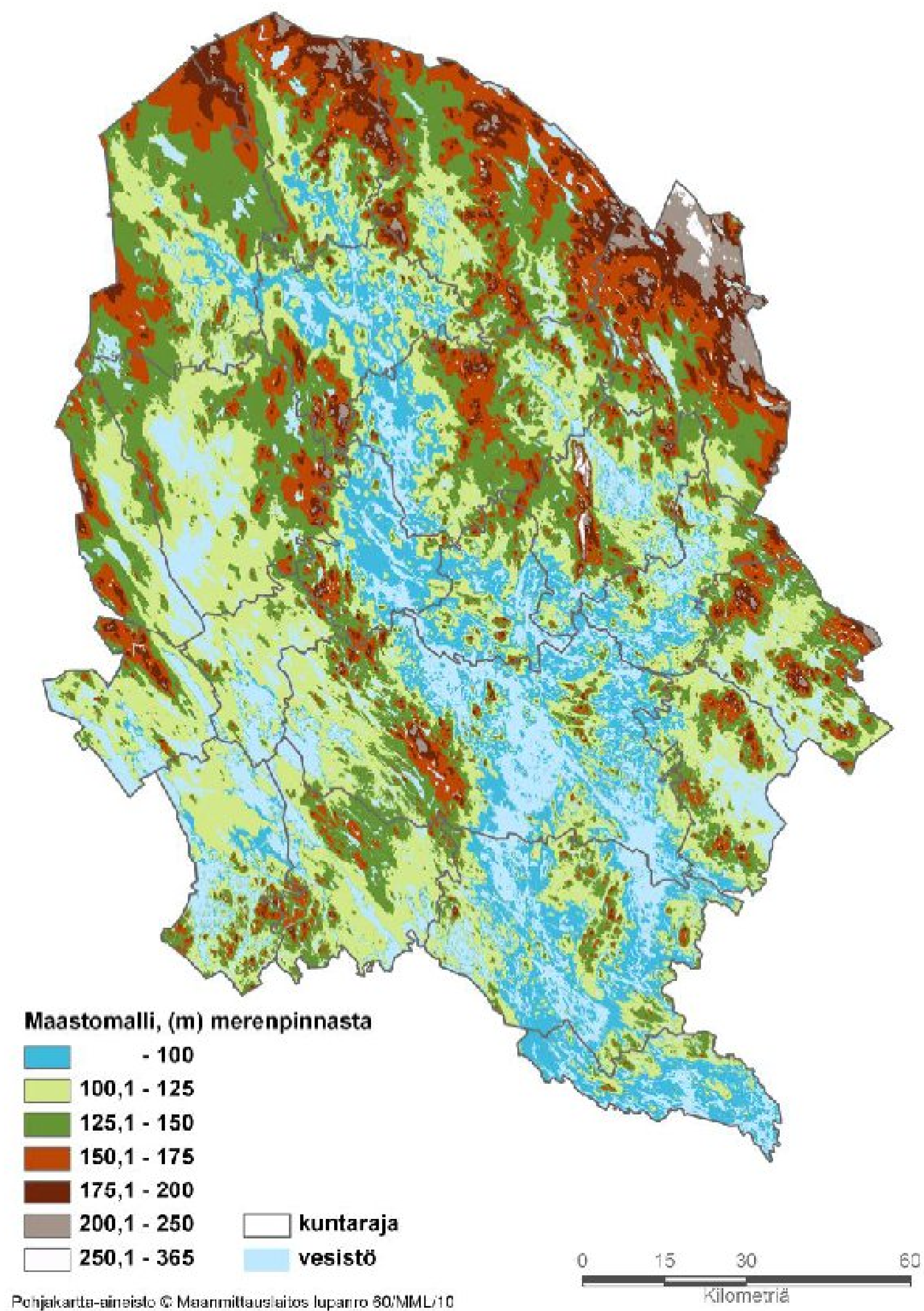
Tuulisuus ja korkeusolosuhteet

Vuoden keskimääräinen tuulennopeus 100 m:n korkeudessa vaihtelee Pohjois-Savossa Tuuliatlaksen mukaan 5,4 – 7,0 m:n välillä. Vahvimman tuulen alueet sijoittuvat suurille järviseuksille eli Kuopion eteläpuoliselle Kallaveden alueelle, Varkauden eteläpuolisille Haukiveden rannoille sekä myös Nilsin korkeille mäki-alueille ja Rautavaaran pohjoisosan vaara-alueille.

Rautavaaran pohjoisosiin sijoittuva Maaselän alue on yli 300 m mpy ja samalla maakunnan korkeinta osaa. Vastaavasti pohjoisella vedenjakajalla Vieremän pohjoisosissa maa kohoaa lähes Maaselän korkeuksia vastaavalle tasolle. Alue on myös tuulisuudeltaan varsin hyvä.

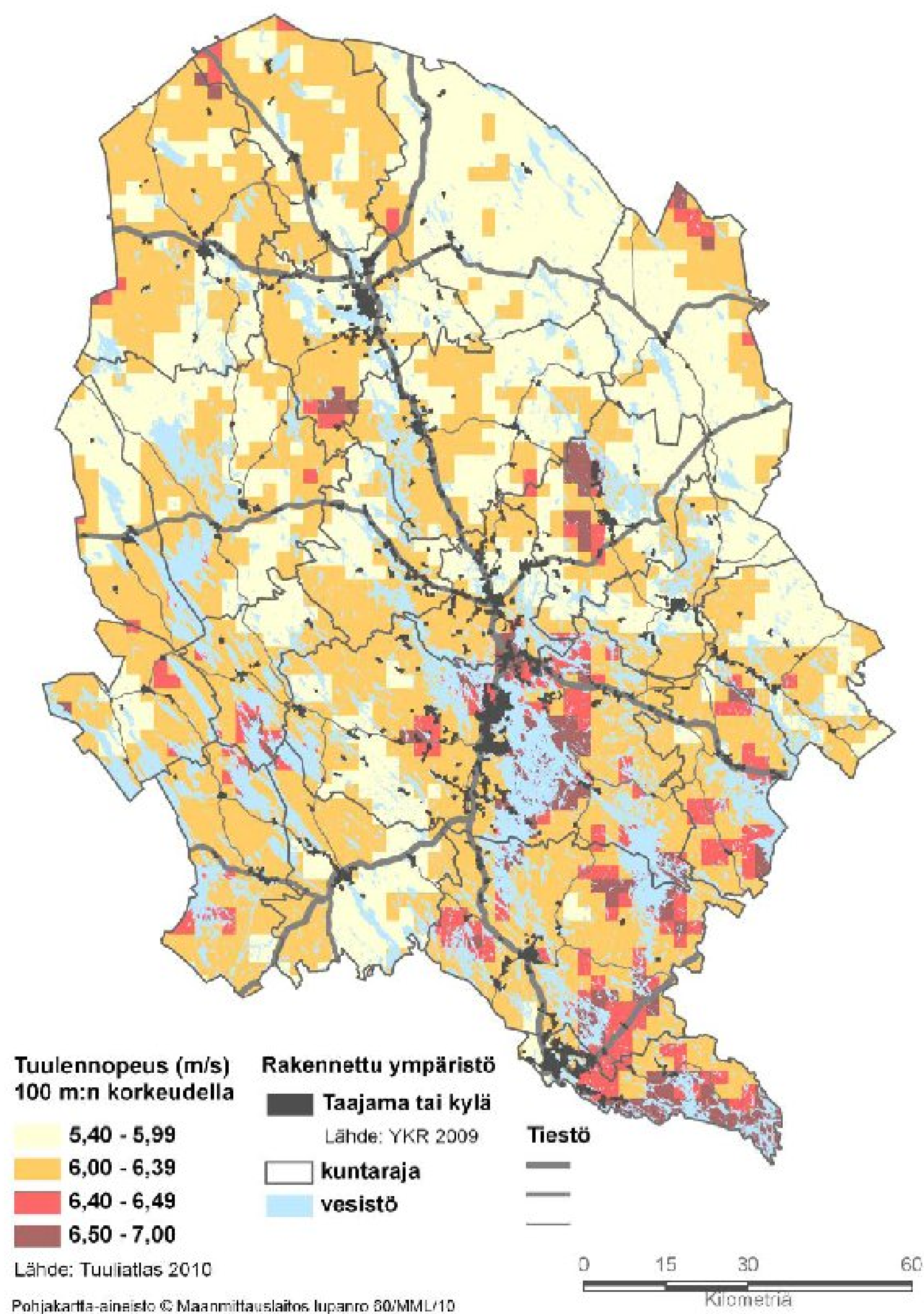
Tuulivoimatuotannon sijoittumisen suhteen lähtökohtana on pidetty, että matkailullisesti ja maisemallisesti merkittävien suurten vesistöjen (esim. Kallavesi, Suvasvesi, eteläinen Konnevesi) rannoille ei tuulivoimatuotantoa ohjattaisi maakuntakaavalla. Sen sijaan hyvätuuliset maakunnan korkeimmat alueet ovat alkukarsinnan jälkeen jatkoselvityksessä mukana.





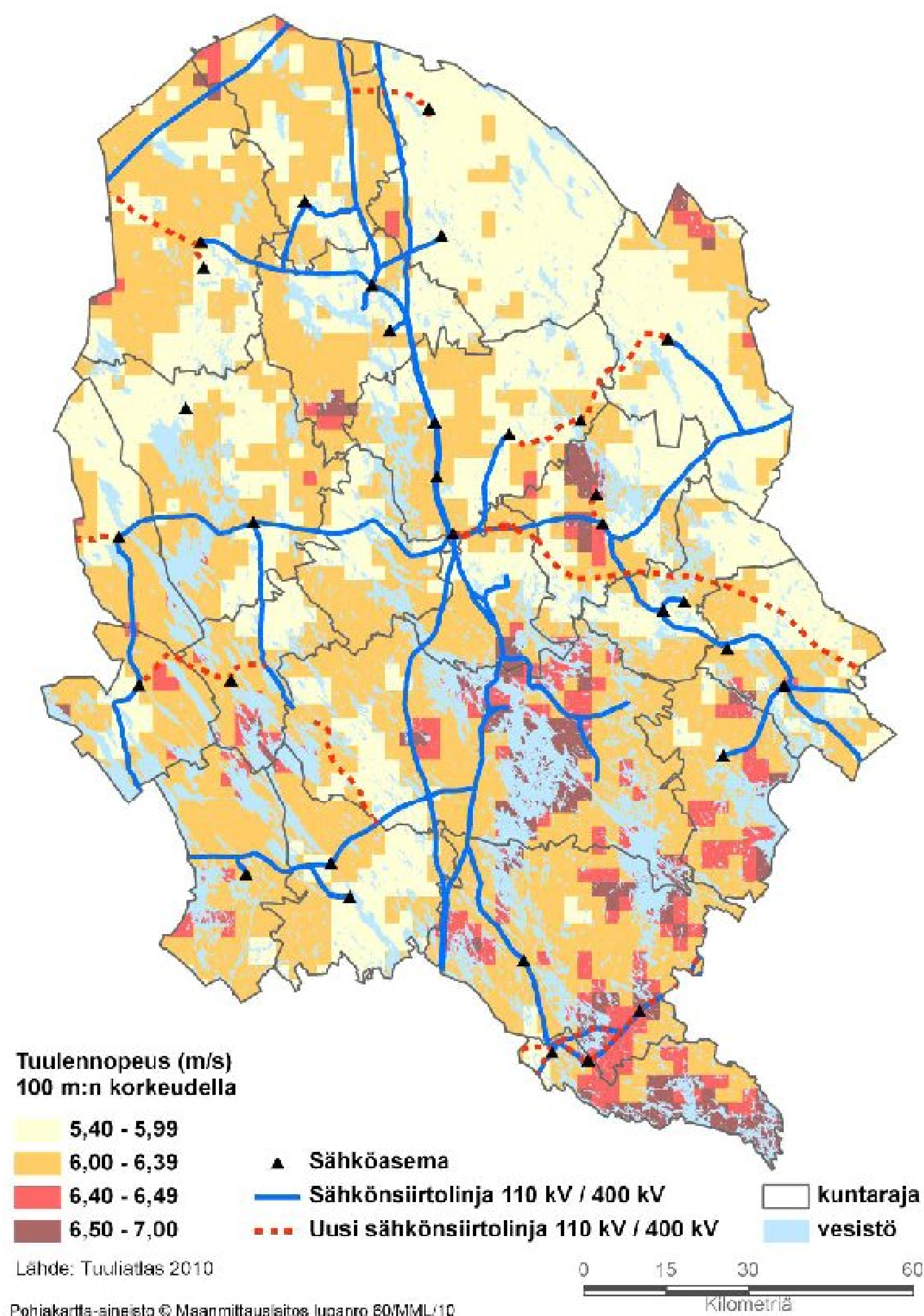
Rakennettu ympäristö

Pohjois-Savon asutus ja elinkeinoelämä ovat keskittyneet ja keskittyvät kasvavassa määrin myös tulevaisuudessa valtatie 5 varteen. Maakunnan pääkeskus on Kuopio. Omien seutukuntiensa pääkeskuksia ovat Iisalmi, Varkaus ja Suonenjoki. Loma-asuntoja maakunnassa on yhteensä 30 500, eniten Kuopiossa, Leppävirralla, Nilsissä, Rautalammella ja Pielavedellä..



Kantaverkkoyhtiö Fingridin omistuksessa ovat 400 kV:n sähkönsiirtolinjojen lisäksi myös valtaosa 110 kV:n sähkölinjoista. Pieni osa linjoista kuuluu edelleen Savon Voima Oy:lle sekä maakunnan itäosissa operoivalle Pohjois- Karjalan sähkölle. Lisäksi Iisalmen ja Kuopion energialaitoksilla on kaupunkialueilla omat verkkonsa.

110 kV:n verkko kattaa varsin hyvin koko maakunnan. Merkittävimmät puutteet tuulisimpien alueiden sijoittumiseen nähden ovat Rautavaaran pohjoisosissa, Iisalmen eteläosissa sekä Varkauden eteläosissa. Näillä alueilla suurien tuulivoimapuistojen perustaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa nykyisellä tariffitasolla. Sensijaan 20 kV:n linjaan tukeutuvien pienempien voimaloiden rakentaminen voi olla taloudellisesti kannattavaa.



Pohjois-Savon yleinen tieverkko on erittäin kattava ja sitä täydentää vielä runsas yksityistieverkko. Tuulivoimarakentamisen näkökulmasta tieverkon kattavuus mahdollistaa tuulipuiston sijoittamisen minne tahansa Pohjois-Savon alueelle.

Elinkeinotoiminta

Asutuksen ohella myös elinkeinotoiminta keskittyy valtatie 5 muodostamalle akselille ja sen varrella sijaitseviin keskuksiin- Kuopioon, Iisalmeen ja Varkauteen. Viitostien ulkopuolella olevista teollisuuskeskittymistä mainittavimmat ovat Vieremä (mm. Ponsse), Juankoski (Tamfelt, Stromsdal), Keitele (Keitele Group) ja Suonenjoki (Iisveden Metsä). Kiuruvesi on tunnettu maidontuotantokunta. Kaivostoimintaa maakunnassa on Kaavin Luikonlahdessa, Leppävirran Oravikoskella sekä Siilinjärvellä, jossa on laajuudeltaan erittäin huomattava Yaran apatiittikaivos.

Lentoturvallisuus

Siilinjärven Rissalassa sijaitseva Kuopion lentoasema on merkitystään kasvattava Itä-Suomen vilkkain lentoasema. Kenttä toimii myös Karjalan lennoston kotikenttänä. Reittilentoliikennettä palveleva Varkauden lentoasema sijaitsee kaupungin eteläpuolella olevassa Joroisten kunnassa. Lentoliikenteen

varalaskupaikkoja Pohjois-Savossa on Tervossa, Siilinjärven Toivalassa ja Vieremällä. Selvityksen kohteena olevia tuulivoimatuotantoalueita ei ole näiden kenttien välittömässä läheisyydessä (15 km). Lentoliikenteen vaikutus tuulivoima-alueiden sijoittamiseen tarkentuu lausuntomenettelyn kautta.

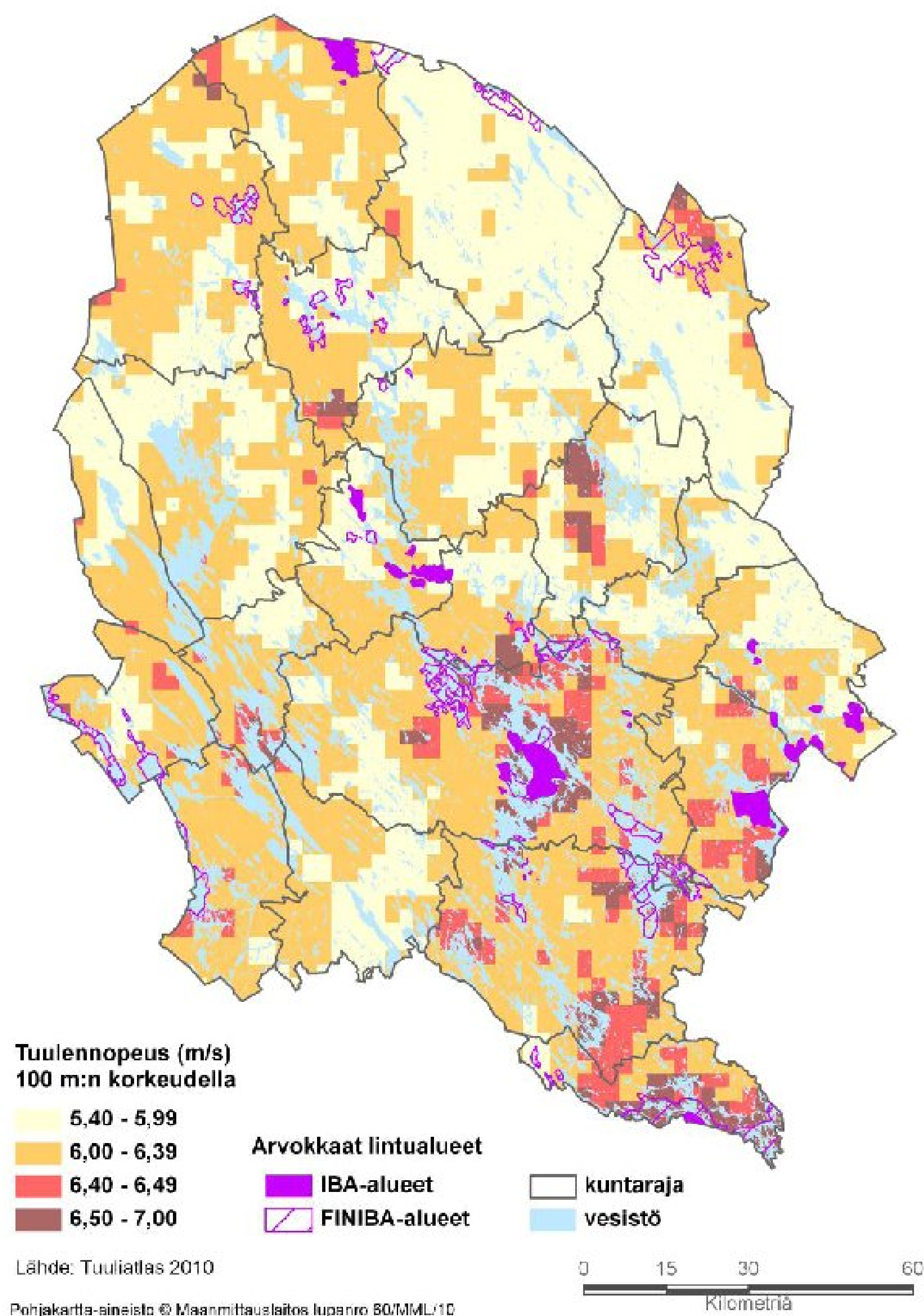
Linnusto ja eläimistö

Mahdollisen tuulivoimarakentamisen linnustovaikutuksista on keskusteltu Lintuyhdistys Kuikan kanssa. Yhdistyksen jäseniltä saadun palautteen perusteella on muodostunut jonkinlainen käsitys selvittelyn alla olevien alueiden mahdollisista linnustovaikutuksista, ja näkemykset ovat jo osaltaan vaikuttaneet alueiden valintaan.

Pohjois-Savon kautta ei kulje merkittäviä lintujen muuttoreittejä. Tuulivoima-alueiden sijoittelussa huomioitavia asioita ovat lähinnä eri puolilla maakuntaa tehdyt yksittäiset havainnot harvinaisista lintulajeista, kuten kotkasta, kalasääksestä ja kuukkelista.

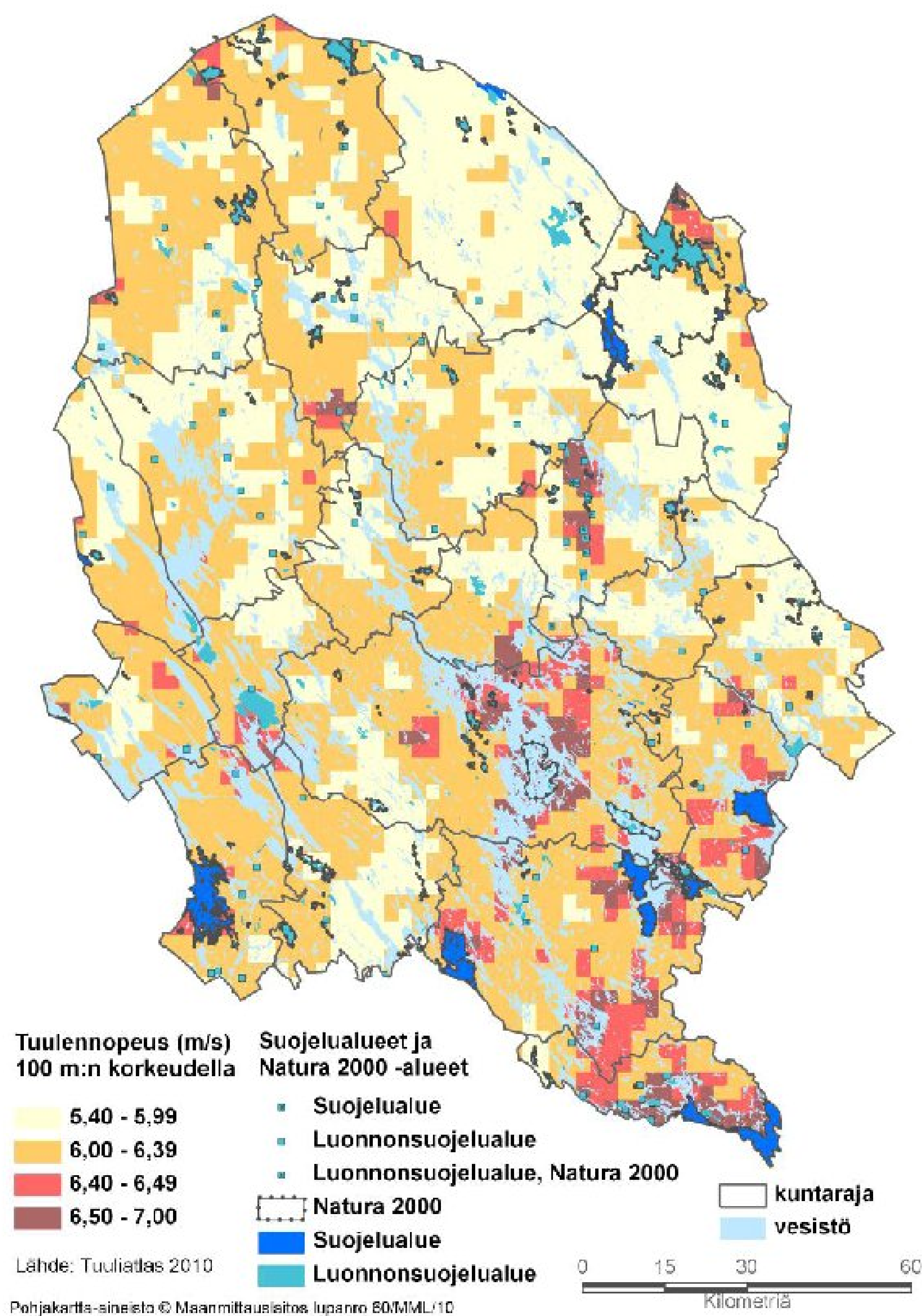
Pohjois-Savon liiton toimeksiannosta valmistuu elokuussa linnustovaikutuksia koskeva selvitys, joka antaa selkeät lähtökohdat alueiden lopulliselle valinnalle.

Alueiden alkuvaiheen karsinnassa lähtökohtana on pidetty, että tuulivoima-alueita ei osoiteta varsinaisille linnuston suojelualueille eikä myöskään IBA- ja FINIBA-alueille. Maakuntaliiton linjaukset tässä asiassa ovat yhdenmukaiset ympäristöministeriön ohjeluonnoksen kanssa.



Suojelualueet ja Natura-alueet

Pohjois-Savossa on kaikkiaan noin 66 500 ha luonnonsuojelu- ja vesiläillä toteutettuja suojelualueita, joista noin 63 000 ha kuuluu Natura 2000 -verkostoon. Natura-alueista laaja-alaisimmat kohdentuvat järviolueille. Merkittävimmät näistä ovat Etelä-Kallaveden saaristo, Sorsavesi, Suvaksen alue, Varkauden eteläpuolinen järvi alue ja Etelä-Konneveden alue. Alueilla on myös huomattavaa matkailullista merkitystä. Tuulivoimatuotantoon soveltuvia alueita valittaessa lähtökohdaksi onkin otettu, että tuulivoimaa ei suunnitella Natura-verkostoon kuuluvan järvi alueen välittömään läheisyyteen. Myös muutoin maa-alueella sijaitseviin Natura-alueisiin ja muihin suojelualueisiin on pyritty jättämään paria poikkeusta lukuun ottamatta 500 m:n suojavyöhyke.



Matkailu- ja virkistys

Pohjois-Savon matkailukeskittymistä tunnetuin on Nilsissä sijaitseva Tahkon matkailualue. Sen lisäksi merkittäviä ovat Runnin kylpylä Iisalmessa, Lohimaa Tervossa, Metsäkartano Rautavaaralla, Vaikon matkailualue Kaavilla ja Unnukan alue Leppävirralla.

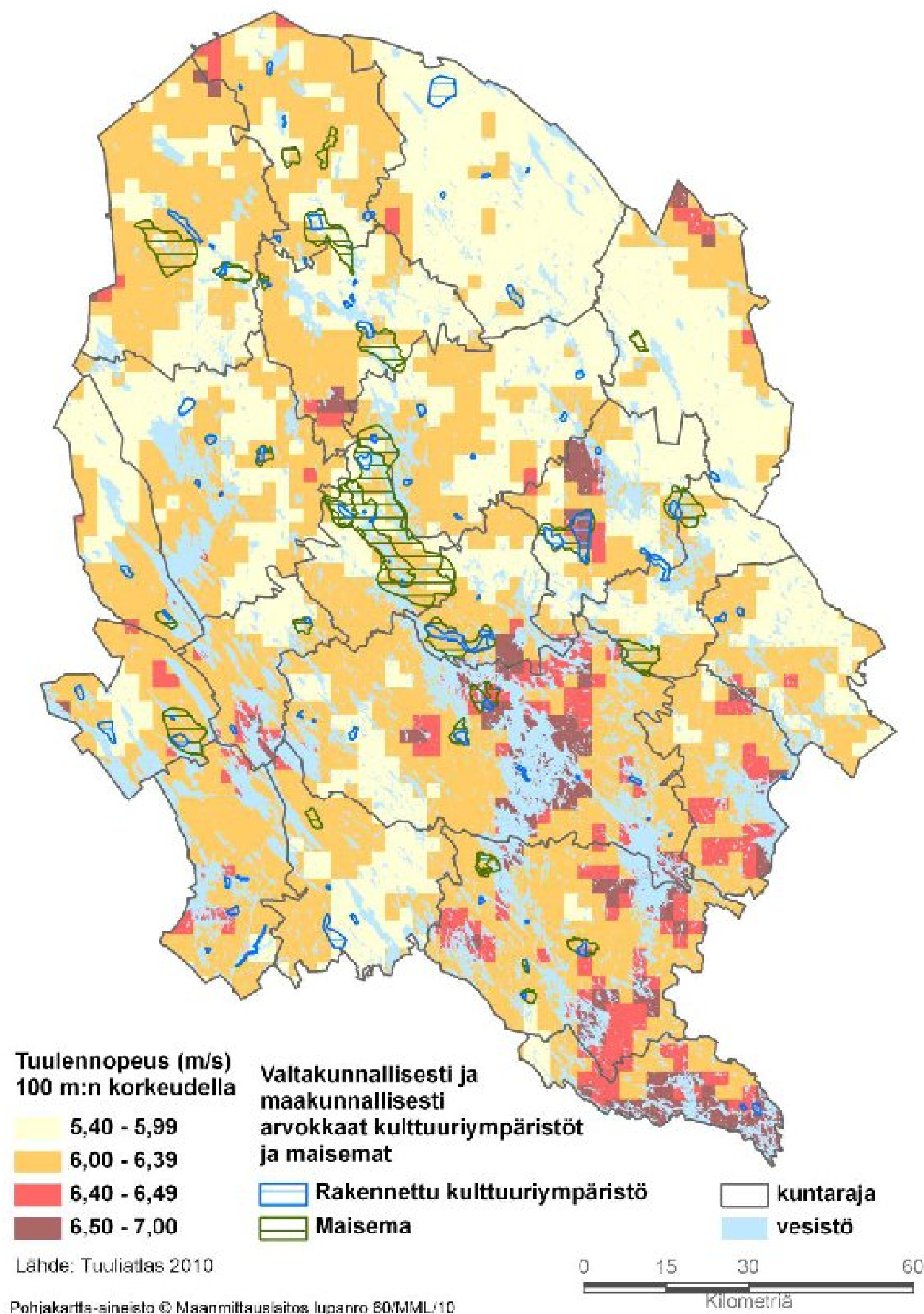
Suurten järvialueiden matkailu- ja maisemalliset arvot sulkevat pois muutoin potentiaalisia tuulivoimatuotantoalueita Kuopion, Varkauden ja Rautalammin eteläosissa. Sen sijaan esim. Tahkon matkailualueen läheisyydessä tuulivoimatuotannolla nähdään olevan enemmänkin imagoa kohottavaa vaikutusta. Myös vapaa-ajankuntana profiiliaan nostavassa Rautavaaran kunnassa mahdollinen tuulivoimarakentaminen nähdään kunnan imagon kannalta myönteisenä asiana.

Pohjois-Savossa on varsin laaja ulkoilureittiverkosto, mutta tuulivoimatuotannon ei kuitenkaan nähdä olevan ristiriidassa niiden kanssa.

Kulttuuriympäristöt ja maisema

Pohjois-Savossa on valtakunnallisesti merkittäviä rakennettuja kulttuurihistoriallisia ympäristöjä 78 (RKY 2009) ja maakunnallisesti merkittäviä ympäristöjä, laskentatavasta riippuen toistasataa aluetta.

Valtakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita on 9 ja maakunnallisia 26. Vain pieni osa tuulisimmista alueista sijoittuu arvokkaille kulttuuri- tai maisema-alueille. Yhteensovitustarvetta on lähinnä Kinahmilla, jos sen eteläosat aiotaan sisällyttää maakuntakaavaan. Pisan alueen sekä Varkauden eteläosiin sijoittuvan Heinäveden reitin maisemalliset arvot on huomioitu jo tuulivoima-alueiden alkukarsinnan yhteydessä. Pinta-alaltaan laajin kulttuurimaisema-alue on Maaningan järvi lähiympäristöineen. Alue ei ole kuitenkaan tuulivoiman näkökulmasta kiinnostava.



Viestiliikenne ml. puolustusvoimien tutkavaikutus

Potentiaalisten alueiden alkukarsinnassa on otettu huomioon Puolustusvoimien ampuma- ja harjoitusalueet (Sotinpuro, Rissala), varikkoalueet (Koivujärvi), Toivalan tutka-asema sekä Rissalan lentokentän ja varalaskupaikkojen 12 km:n varoetäisyys. Tutkavaikutuksia koskevat Puolustusvoimien selvitystyöt ovat käynnissä ja tulokset saadaan kuluvan vuoden syksyllä. Tämän jälkeen on mahdollista arvioida niistä aiheutuvia muutostarpeita tuulipuiston sijoittumiseen.

Yhteenveto vaikutuksista

Tuulivoimapuistoilla on melun, välkkymisen ja maisemanäkyvyytensä johdosta vaikutuksia ympäristöönsä, mikä on huomioitava tuulivoimapuistojen tulevia paikkoja arvioitaessa. Koko Sisä-Suomen alueella tätä arviointia on tehty samoilla kriteereillä, joskin maakunnallisia eroja on kriteereiden tulkinnassa. Esim. Pohjois-Savossa on tiukasti pidetty kiinni siitä, että asutukseen jää aina etäisyyttä vähintään 500 m, ellei tuulivoimahanke ole maanomistajalta itseltään lähtöisin. Myös Natura-alueisiin Pohjois-Savossa on pyritty jättämään aina 500 m:n suojavyöhyke, vaikka joissakin maakunnissa niillekin rakentaminen on nähty mahdollisena, jos suojeluperuste ei muodosta sille estettä.

Eniten tuulivoiman rakentamista rajoittavat varsin tiheä pysyvä asutus ja maaseudulla kasvava loma-asutus, sekä lisäksi ne Natura-alueet, jotka sijoittuvat tuulisuudeltaan parhaille suurille järviolueille. Myös kulttuurimaisema-alueet rajaavat joukon potentiaalisia alueita ulos tarkastelusta. Sen sijaan toisin kuin rannikkoalueilla, Pohjois-Savossa ei ole merkittäviä lintujen muuttoreittejä, joten vaikutukset linnustoon jäänevät vähäisiksi.

Tuulivoimatuotantoon soveltuvia alueita on kuitenkin vielä löydettävissä Pohjois-Savosta, kun kaikki rajoitteet on otettu huomioon 500 m:n suojavyöhykettä käyttäen. Mikäli suojavyöhykkeenä olisi ympäristöministeriön ohjeluonnoksessa suositeltu 2 km, merkitsisi se käytännössä kaikkien muiden paitsi Vieremän ja Rautavaaran kohteiden karsiutumista.

Oma lukunsa on Finavian (TRAFI) asettamat korkeusrajoitteet, jotka tehokkaasti karsivat lähes kaikki parhaat alueet ulos tarkastelusta. Pohjois-Savossa lopputarkasteluun on kuitenkin otettu harkitusti alueita, jotka eivät täytä vaadittuja korkeusehtoja.

Kaiken kaikkiaan kohteiden alkukarsinnassa on ympäristövaikutuksia pyritty huomioimaan mahdollisimman hyvin, joten lopputarkasteluun päässeet alueet ovat ympäristövaikutuksiltaan varsin vähäisiä tai ainakin siedettäviä. On oletettavaa, että eniten keskustelua ja yhteensovittamistarvetta tulee jatkossa muodostumaan lentoliikenteen korkeusehtojen ja mahdollisesti myös asutuksen suojaetäisyyksien osalta.

Pohjois-Savon potentiaaliset tuulipuistoalueet -kohdekuvaukset

Maastotarkastelujen perusteella jatkoselvityksen kohteeksi pääsi 27 aluetta, joiden lisäksi kuntien tai maanomistajien esityksestä selvitettäväksi otettiin kuusi uutta aluetta. Kaikille näille alueille on tehty kohdekohtaiset kuvaukset ja yhteenveto alueiden pisteytyksestä löytyy taulukosta 10. Valituilla alueilla on maankäytön näkökulmasta edellytyksiä tuulivoimapuistojen sijoittumiseen. Neljälle soveltuvimmalle alueelle konsultit tekivät tarkemman teknistaloudellisen tarkastelun erikseen (taulukko 11.). Tarkoituksena on tehdä tarkemmat selvitykset myös muutamalle ylimääräiselle alueelle. On huomioitavaa, että valittujen alueiden rajaukset tulevat jatkotarkastelussa tuulisuustietojen tarkentuessa mahdollisesti muuttumaan.

Alueiden kohdekuvaukset on esitetty vuonna 2010 valmistuneessa julkaisussa Maastopöytäkirja / Potentiaalisten tuulivoima-alueiden tarkastelu, syksy 2010. Maastokäyntien jälkeen esille nostetut uudet alueet on tarkasteltu keväällä 2011 laaditussa erillisessä muistiossa.



Taulukko 10. Pohjois-Savon soveltuvimpien tuulisuusalueiden pisteytys. Lihavoituna alueet, joille tehty teknistaloudellinen analyysi.

Kunta	Alue	WGS84		Pisteytys					
		X	Y	Tuuli-atlas	Etäisyys sähkö-verkkoon	Voimailojen lkm	Tie-verkko	Korkeuserot	Kokonaispisteet
Iisalmi	Raaponnurkka	27,03773	63,36215	1	1	2	2	1	1,2
Iisalmi	Pölönmäki	27,12811	63,38335	2	1	2	2	3	2,1
Iisalmi	Tähysmäki	27,11047	63,33175	1	1	1	1	1	1
Iisalmi	Ruotaanmäki	26,96911	63,47651	1	1	2	1	2	1,45
Kuopio	Kaijanmäki	27,97587	62,85263	2	4	2	2	3	2,7
Kuopio	Heinämäki	27,9594	62,86797	2	4	1	1	2	2,2

Kuopio	Kangasmäki	27,9921	62,83687	2	4	1	1	2	2,2
Kuopio	Mäenkylä	27,95809	62,88771	2	4	2	1	2	2,35
Kuopio	Majoisenmäki	27,98321	62,91245	2	3	1	1	2	2
Kuopio	Munakkajärvi	27,9998	62,96489	2	2	2	1	1	1,65
Kuopio	Töytikkö	27,97645	62,93586	2	2	1	1	0	1,2
Kuopio	Mönkkölänmäki	27,94786	62,74787	2	3	1	1	2	2
Kuopio	Pieni Neulamäki	27,58816	62,85116	1	4	1	2	2	1,95
Leppä-virta	Öitsinmäki	28,07956	62,51194	1	1	2	1	2	1,45
Leppä-virta	Haapasenmäki	28,32735	62,51359	2	3	2	1	2	2,15
Leppä-virta	Takunkorpi	27,98751	62,41829	2	3	2	2	0	1,6
Nilsinä	Rahasmäki	27,98021	63,30822	3	2	2	1	3	2,55
Nilsinä	Kinahmi	27,99056	63,17711	2	4	2	0	3	2,6
Rauta-vaara	Maaselänmäki-Pitkämäki	28,41853	63,67778	2	0	3	2	1	1,45
Rauta-vaara	Paljakkala	28,30577	63,42169	0	2	2	1	3	1,65
Tervo	Vekarovuori	26,72805	62,85292	1	1	1	1	0	0,7
Tuus-niemi	Ranta-Kosula	28,60817	62,64058	2	1	2	2	2	1,8
Varkaus	Joenmäenvuori	28,42669	62,26622	1	2	1	2	2	1,55
Varkaus	Pisamaniemi	28,26987	62,25523	2	1	2	1	1	1,45
Varkaus	Kurenlahti	28,39136	62,27182	2	1	2	1	1	1,45
Vesanto	Niinimäki	26,41527	62,9832	1	3	1	1	1	1,4
Vesanto	Sorsämäki	26,3798	63,00795	1	4	2	1	2	2,05
Vesanto	Niinivedenranta	26,49916	62,94677	1	3	2	1	2	1,85

Taulukko 11. Yhteenveto teknistaloudellisen analyysin tuloksista valituille alueille.

Kunta	Alue	Tuulisuus/WAsP [m/s]	Vuosi-tuotanto/WAsP [GWh]	Tuulipuiston maksimi-koko [MW]	Kannattavuus-raja [M€/MW]	Verkkoliittynän kustannukset [M€]
Kuopio	Kaijanmäki/Kangasmäki	6-7,5	10,1-11,8	36	1,67	1-3
Kuopio	Pieni Neulamäki	5,5-6,5	6,8-8,5	15	1,12	0,9
Leppä-virta	Takunkorpi	5,7-6,6	7,8-8,8	30	1,24	1,4-3,5
Nilsinä	Rahasmäki	5,9-7,6	10,7-12,9	39	1,8	2,5

Aluekuvaukset – teknistaloudelliseen analyysin otetut alueet

Kuopio, Kaijanmäki/Kangasmäki

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,5-6,6 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	<1 km
Tiestö	kattava
Maksimi korkeuserot	120 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	>10

Tuulisuus ja korkeuserot

Noin 5 km pitkä mäkialue muodostuu neljästä vahvasti ympäristöstään kohoavasta mäestä. Vajaan kilometrin mittainen Kangasjärvi katkaisee alueen kahtia. Parhaimmillaan mäkialue on 205 m merenpinnan yläpuolella. Läheisestä Kallavedestä mäki nousee n. 120 m. Alueen rintamasuunta on optimaalinen eli lounaaseen kohti Kallavettä. Tuuliatlaksen mukaan tuulennopeus alueella on keskimäärin 6,50 – 7,00 m/s 100 m:n korkeudessa. Pinta-ala on yhteensä 216 ha.

Rakennettu ympäristö

Alueen sisään Katajamäen kaakkoispäähän jää yksi asuinrakennus, jonka käyttötarkoitus tarkistettava. Muut asuinrakennukset sijaitsevat riittävän suojavyöhykkeen takana mäkialueesta. Alueen vieritse kulkee 110 kV:n sähkölinja.

Lentoturvallisuus

Alue sijaitsee lähellä Kuopion lentoaseman lähestymisreittiä, mutta kuitenkin niin kaukana lentoasemasta, että koneiden lentokorkeus olisi vielä selkeästi tuulivoimaloita korkeammalla.

Linnusto

Ei linnustovaikutuksia.

Suojelualueet ja Natura-alueet

Kangasmäen jyrkänteinen kaakkoispää samoin kuin Mäkijärven- Pitkäjärven välinen kallioalue on luokiteltu maisemallisesti arvokkaiksi kallioalueiksi, jotka on syytä jättää tuulivoimarakentamisen ulkopuolelle.

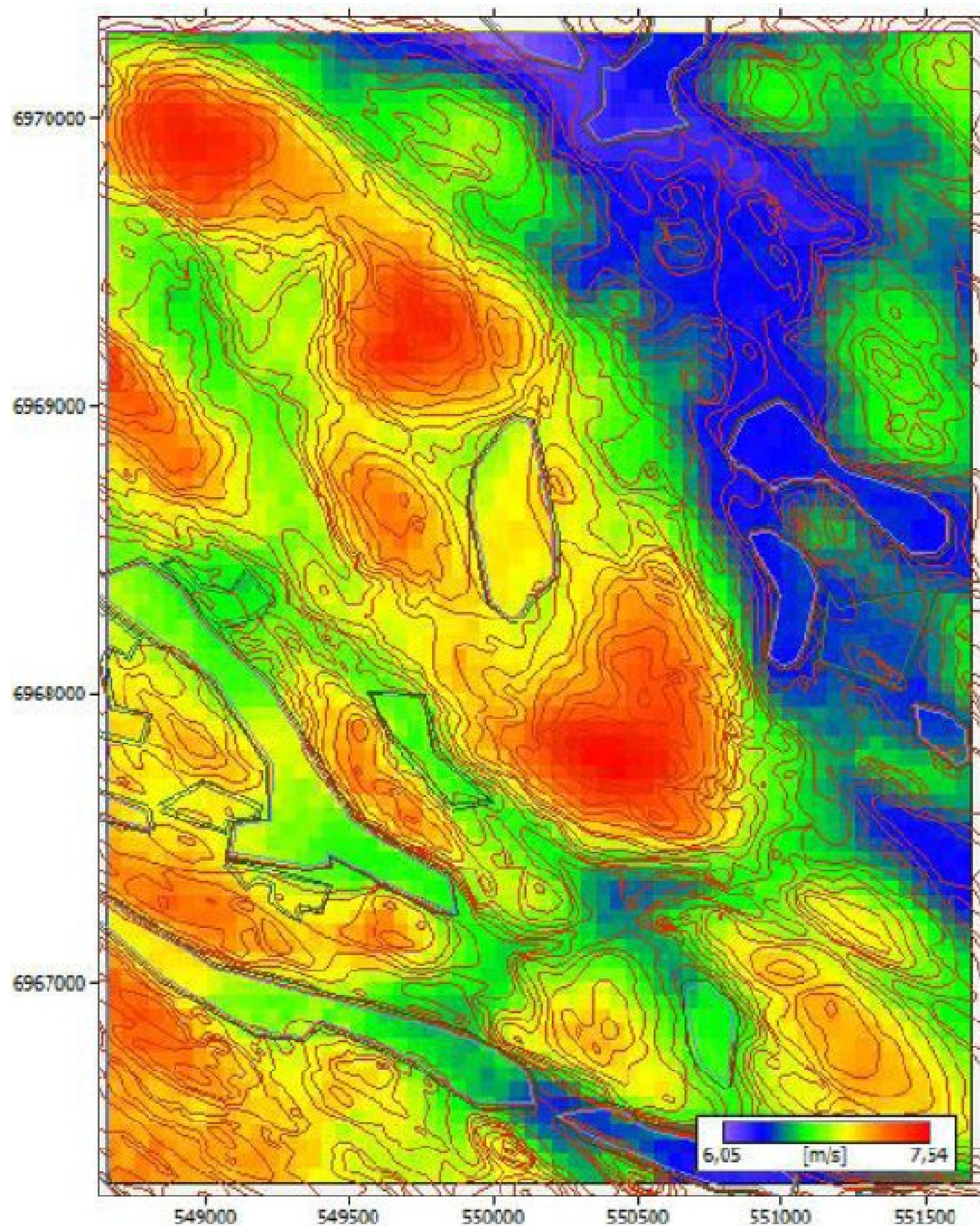
Virkistysalueet ja –reitistöt

Maakuntakaavassa osoitettu ohjeellinen ulkoilureittilinjaus kulkee alueen poikki. Reittiä ei ole vielä toteutettu

Elinkeinotoiminnoista matkailu

Alueella ei ole matkailullista merkitystä.

Kaijanmäki/Kangasmäki – teknistaloudellinen analyysi



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

Ympäröivä maasto

Laaja Kallaveden järvialue sijaitsee alle 5 km:n päässä lännessä. Rikkonaisempaa vesialuetta on myös muissa suunnissa. Maasto on pitkälti metsäpeitteistä, mutta sitä rikkovat pienet järvet ja muutamat peltoalueet.

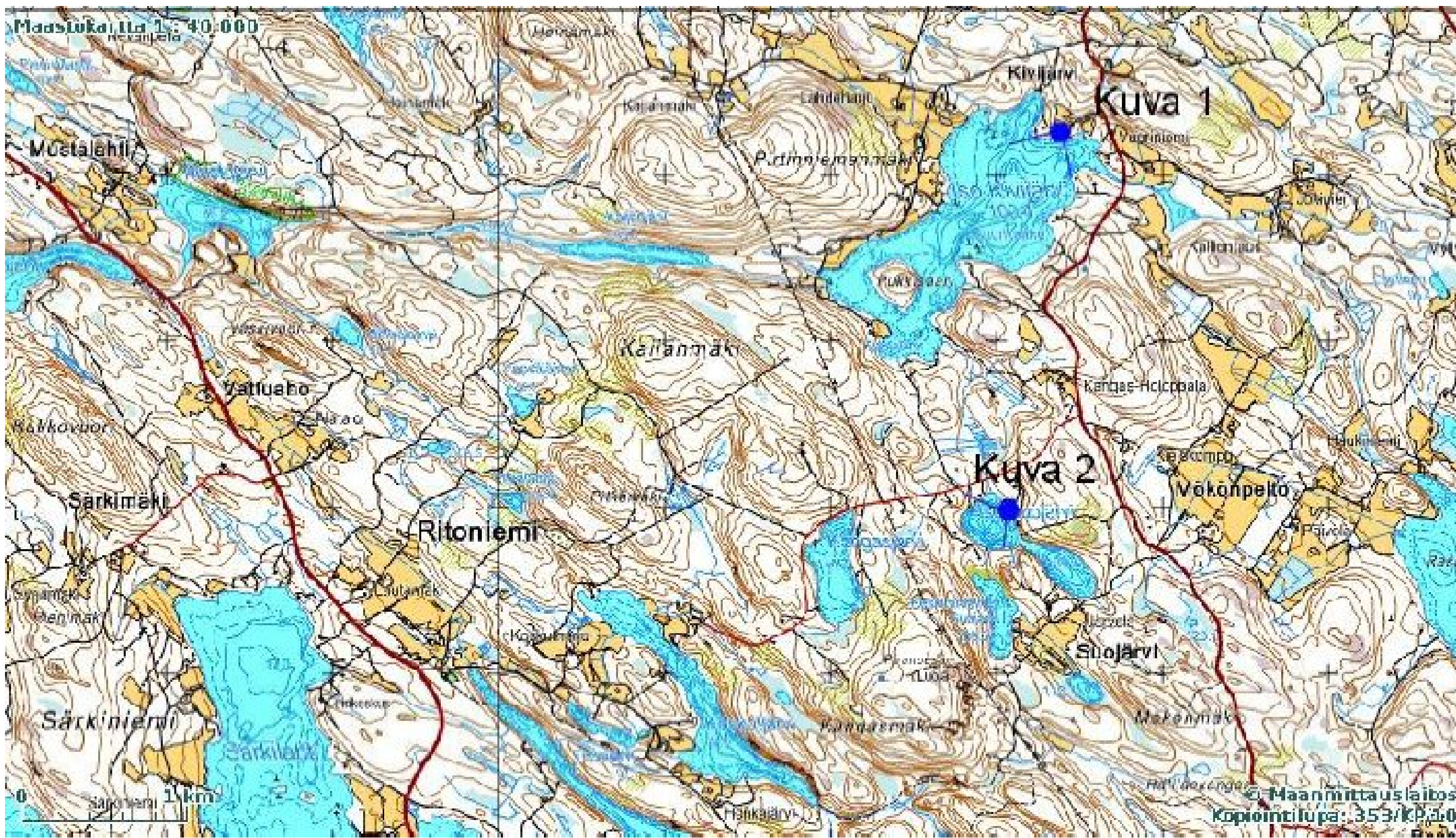
Sähköverkko

Aluetta sivuaa idässä Savon Voima Verkko Oy:n 110 kV:n sähköverkko. Verkkoon voidaan liittää pienempi puisto sellaisenaan mutta isompaa varten tulee rakentaa oma kytkinlaitos sekä lisäksi verkon vahvistus voi olla tarpeen.

Tieverkko

Alueella melko kattava tieverkko, mutta muutamille huipuille joudutaan rakentamaan uutta yhteyttä.

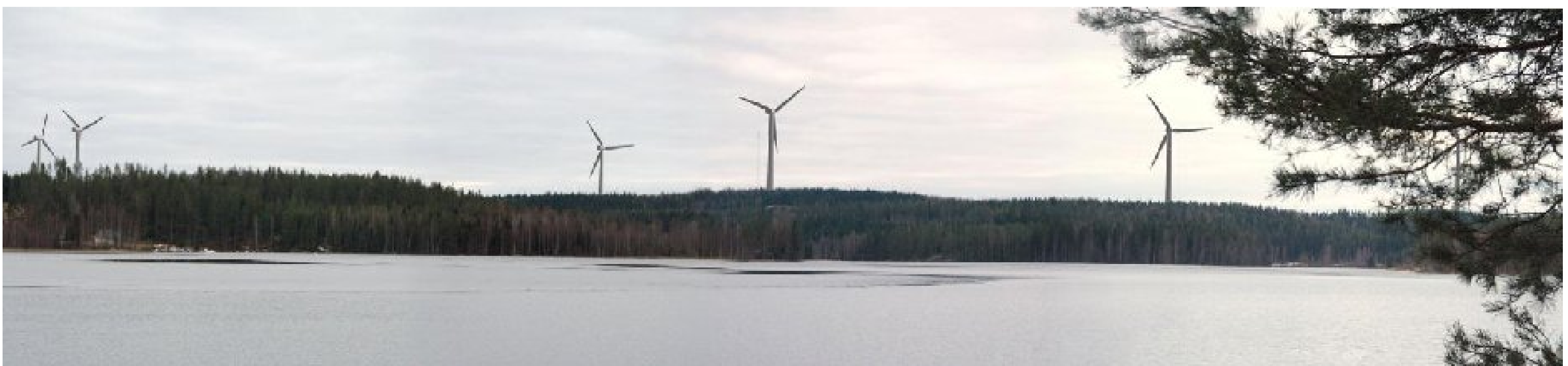
Kaijanmäki/Kangasmäki – kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Kaijanmäki/Kangasmäki kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Kaijanmäki/Kangasmäki kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,4–3,6 km.



Kaijanmäki/Kangasmäki kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Kaijanmäki/Kangasmäki kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 0,9–2,3 km.

Kuopio, Pieni Neulamäki

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,1-6,2 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	<1 km
Tiestö	kattava
Maksimi korkeuserot	80 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	5

Pieni Neulamäki on ollut Puolustusvoimien käytössä lähinnä varastoalueena. Alueen eteläosaan (Valkeisen lammen koillisrannalle) rakennetaan pienteollisuus- ja työpaikka-aluetta. Pieneen Neulamäkeen suunnitellusta asuntorakentamisesta on luovuttu, kun on käynyt ilmi alueen mahdollinen soveltuvuus myös tuulivoimarakentamiseen.

Kaavoitustilanne

Kuopion seudun maakuntakaava: EP/A 11.790 Pieni Neulamäki (Puolustusvoimien / taajamatoimintojen alue). Merkintä ei ole esteenä tuulivoimaloiden rakentamiselle.

Pohjois-Savon maakuntakaava 2030: A1 11.001 Pieni Neulamäki (kumoaa KSMK:n merkinnän)

Keskeisen kaupunkialueen yleiskaava (v. 2000): Alueella E erityisalue –ja V virkistysalue –merkinnät (V-alueella vain hieman)

Ei asemakaavaa.

Alueelle ollaan parhaillaan laatimassa yleiskaavaa. Yleiskaavassa tullaan alue osoittamaan teollisuusalueena. Kaavassa tullaan myös osoittamaan tuulivoimaloiden sijaintipaikat.

Rakennettu ympäristö

Alue rajautuu idässä moottoritiehen (VT5) ja etelässä maantiehen 551. Lännessä alue rajautuu Pohjois-Kallaveteen. Koska alue on vanhaa puolustusvoimien aluetta, on välittömässä läheisyydessä sijaitsevien rantojen mökkiasutus vähäistä. Pohjoisessa alue rajautuu Neulalampeen, jonka pohjoisrannalla on pysyvää asutusta.

Lentoturvallisuus

Alue sijaitsee 18 km Kuopion lentoasemalta, joten se ei ole Finavian ehdottoman lentoesterajoitteen piirissä.

Linnusto

Alueen luoteispuolella oleva Pilpanlahti kuuluu FINIBA –alueisiin.

Suojelu- ja Natura-alueet

Pientä Neulamäkeä ympäröivissä rinteissä on useampia yksittäisiä Natura-alueita; 'Kolmisoppi-Neulamäki'; maakuntakaavassa VL 11.433 Neulaniemi, SL 11.502 Pilpan lehto, SL 11.558 Valkeisen lehdot, SL 11.594 Rasinmäen lehto ja SL 11.506 Neulalammen lehto.

Virkistysalueet ja -reitistöt

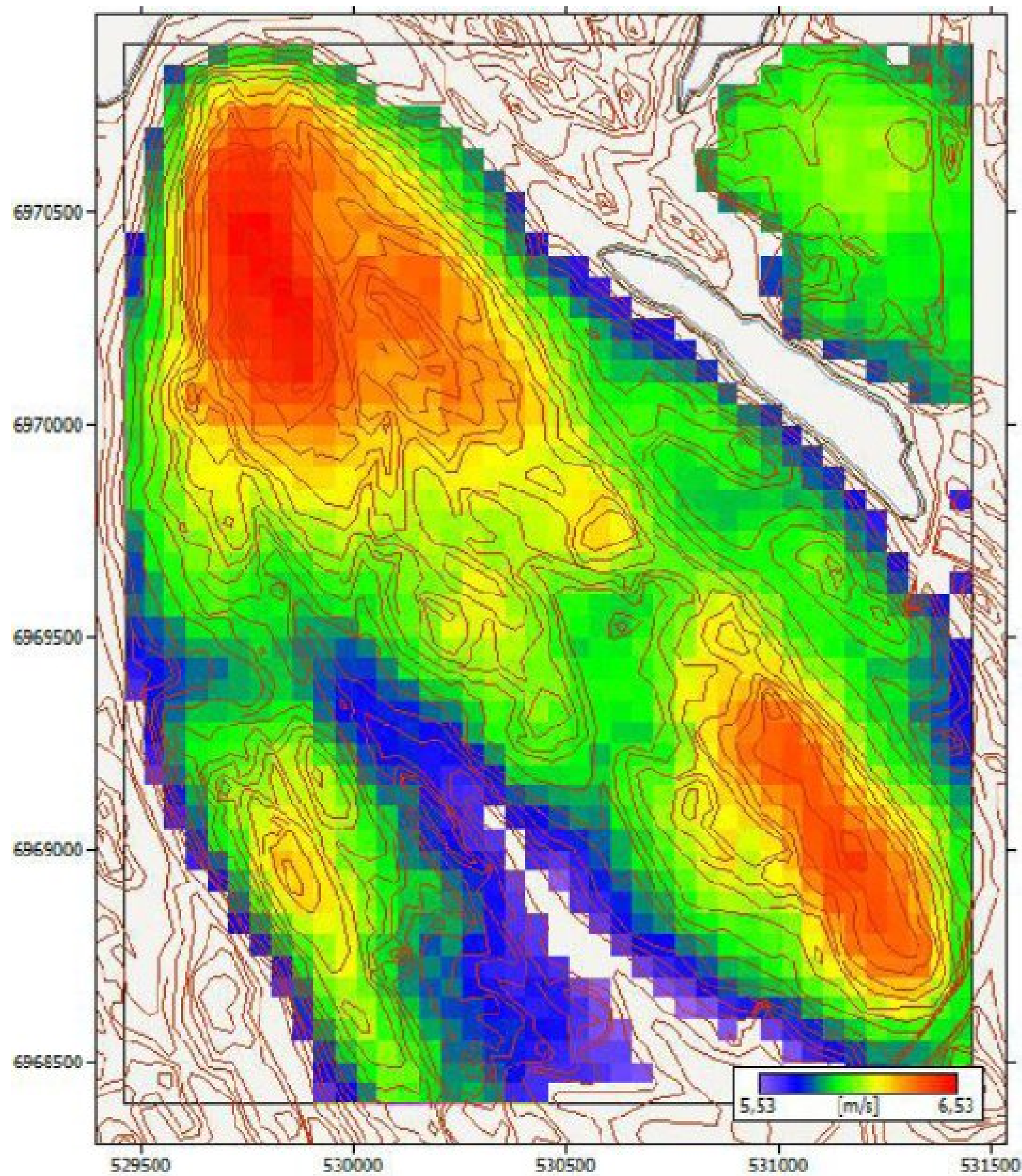
Pienen Neulamäen kiertää Kuopion seudun maakuntakaavassa osoitettu ohjeellinen retkeilyreitti. Mahdollinen tuulivoimarakentaminen ei tule näkymään ko. reitille.

Elinkeinoelämä ja erityisesti matkailu

Tuulivoimarakentaminen muodostaa imagollisen myönteisen tekijän alueelle suunnitellulle teollisuusalueelle. Tuulivoimalat muodostavat ikään kuin eteläisen portin Kuopioon saapuville ja näin tuulivoimarakentamisella on enemmänkin myönteisiä kuin kielteisiä vaikutuksia Kuopion imagolle ja matkailulle.



Pieni Neulamäki – teknistaloudellinen analyysi



Tuulisuus	5,5-6,5 m/s
Tuotanto/voimala	6,8-8,5 GWh
Kannattavuusraja	1,12 M€/MW
Verkkoliittymän kustannukset	0,9 M€
Tuulipuiston maksimikoko	15 MW

Ympäröivä maasto

Alue sijaitsee Kuopion kaupunkialueen reunalla. Kallavesi avautuu muutaman kilometrin päässä alueesta luoteeseen ja kaakkoon. Maasto on mäkistä myös alueen ulkopuolella, mikä heikentää tuulisuutta alueella.

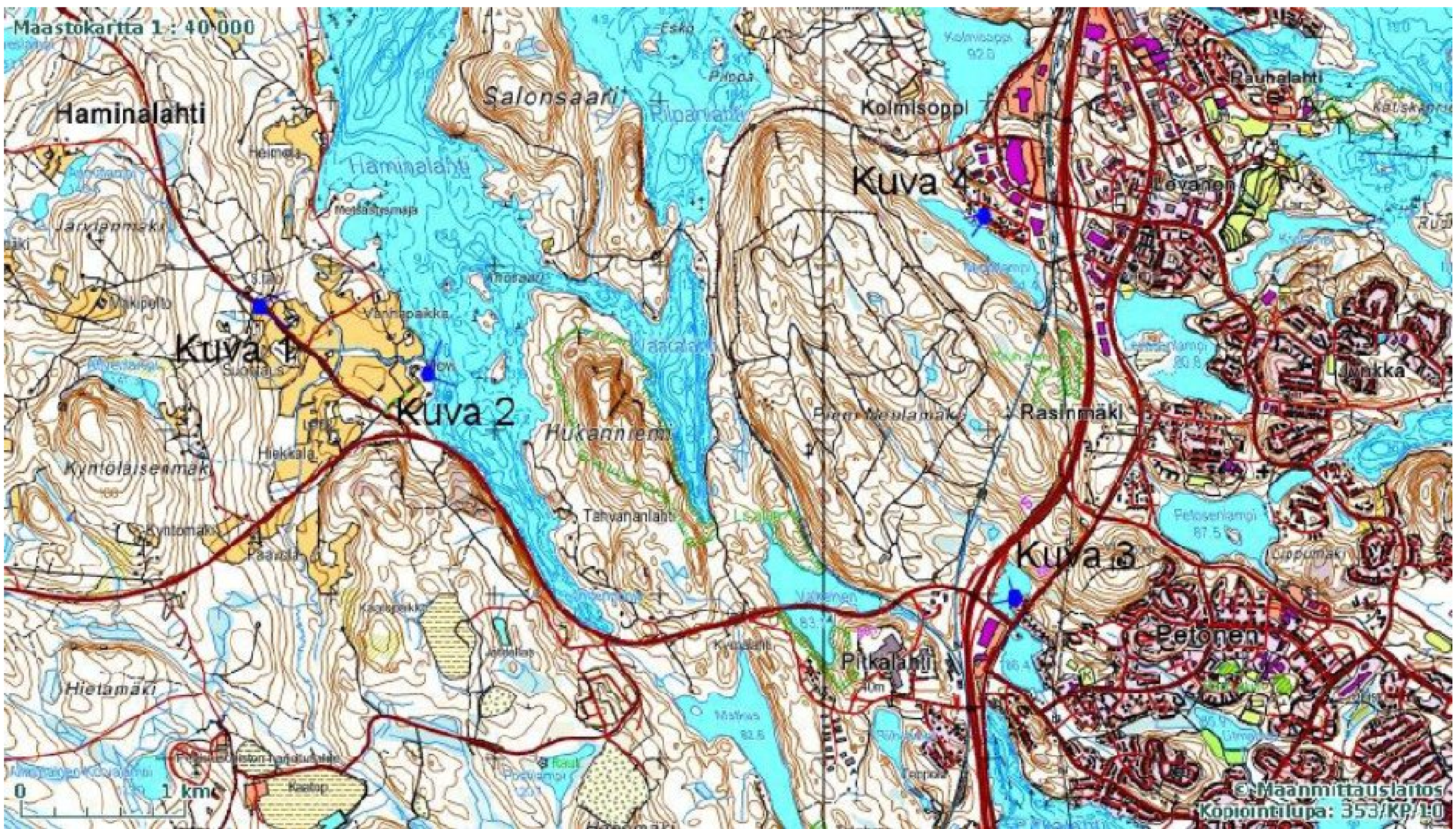
Sähköverkko

Fingridin 110 kV:n kantaverkko kulkee aivan alueen vierestä ja sähköasema sijaitsee myös alle kilometrin säteellä alueesta. Sähköverkon puolesta alueelle voitaisiin rakentaa isokin tuulipuisto ilman erillistä kytkinlaitosta.

Tieverkko

Entisellä varuskunnan alueella tieverkko on hyvin kattava.

Pieni Neulamäki – kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Pieni Neulamäki kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Pieni Neulamäki kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 3,3–3,9 km.



Pieni Neulamäki kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Pieni Neulamäki kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,4–2,8 km.



Pieni Neulamäki kuva 3 ilman tuulivoimaloita.

Pieni Neulamäki kuva 3 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 1,5–2,7 km.



Pieni Neulamäki kuva 4 ilman tuulivoimaloita.



Pieni Neulamäki kuva 4 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 1–1,2 km.

Nilsinä, Rahasmäki

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,6-7 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	8 km
Tiestö	ok
Maksimi korkeuserot	200 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	13

Tuulisuus ja korkeuserot

Kyseessä on Tahkon matkailualueen läheisyyteen sijoittuva, vahvasti ympäristöstään kohoava mäki. Alue kohoaa parhaimmillaan 290 m merenpinnasta eli 200 m läheisen Syvärin järven pinnasta. Alue on pinta-alaltaan 471 ha. Alueelle on sijoitettavissa jopa 10 tuulivoimalaa. Tuuliatlaksen mukaan tuulennopeus alueella on 6,5 – 7,0 m/s 100 m:n korkeudella.

Alueella ovat voimassa seuraavat kaavat:

Pohjois-Savon maakuntakaavassa alueelle on osoitettu MU 43.271 Tahkomäki-Tarpisenmäki ja moottorikelkkareitin ohjeellinen linjaus. Voimassa on Tahkovuoren alueen osayleiskaava vuodelta 2003. Alueella ei ole asemakaavaa.

Rakennettu ympäristö

Asutus sijoittuu mäkialueen länsipuolelle. Lähin asutus jää mäen katveeseen. Tuulivoimalat tulevat näkymään Tahkonlahden lomamökeille. Tuulivoimaloita tuskin pidetään kuitenkaan häiritsevinä tekijöinä, koska samassa näkymässä on myös muuta rakennettua maisemaa, kuten laskettelurinteet hisseineen.

Lentoturvallisuus

Ei lentoliikenteen reitin läheisyydessä.

Linnusto

Mahdollisesti lintujen (kotkien) muuttoreitillä

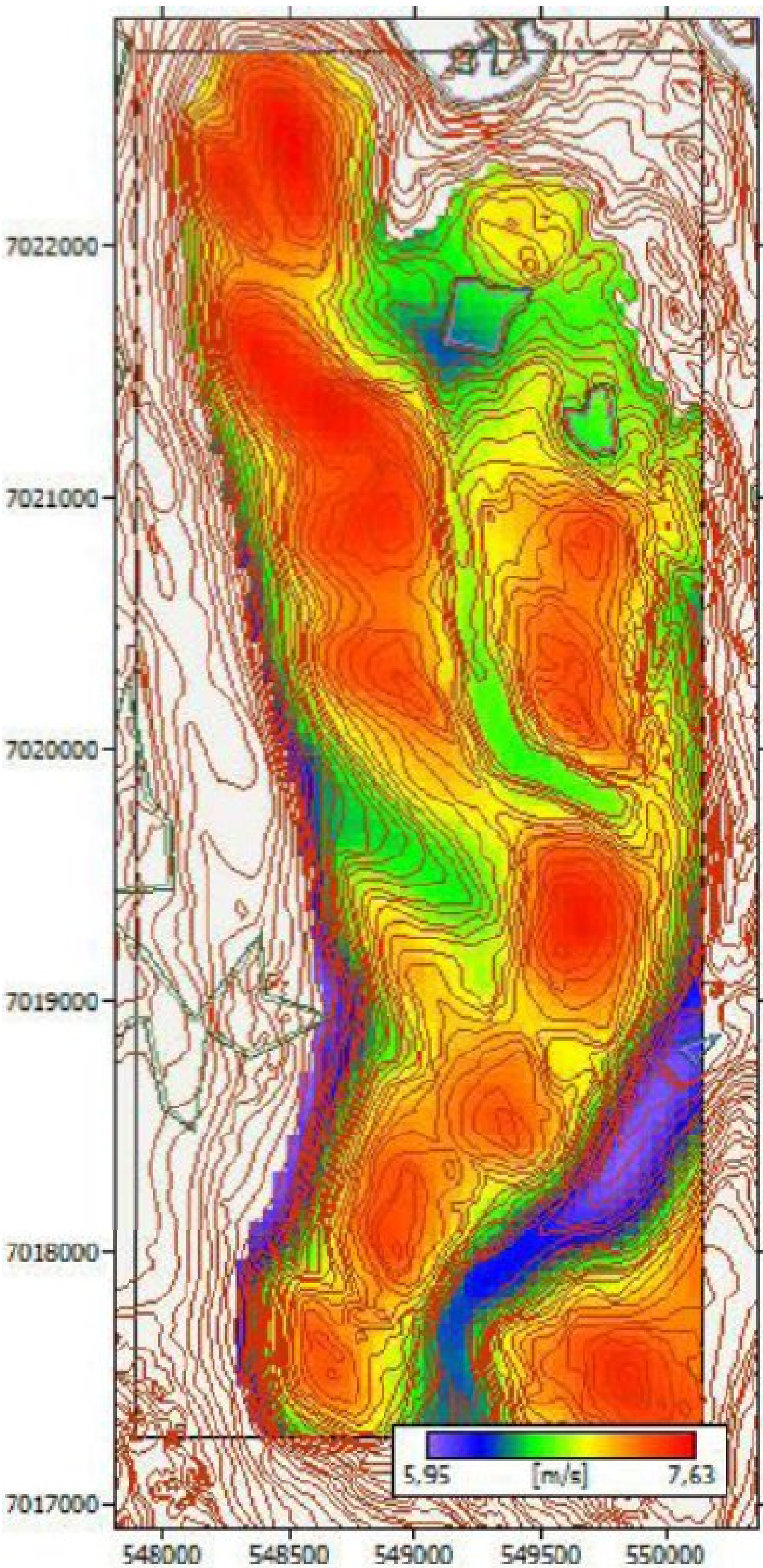
Suojelu- ja Natura-alueet

Huutavanholman Natura-alue 1,5 km:n etäisyydellä. Lähistöllä ei muita suojelualueita.

Virkistysalueet ja – reitistöt

Alue rajoittuu tehokkaassa virkistyskäytössä olevaan alueeseen. Tuulivoimalat eivät kuitenkaan harkitusti sijoitettuina aiheuttane sanottavaa häiriötä virkistyskäytölle.

Rahasmäki - teknistaloudellinen analyysi



Tuulisuus	5,9-7,6 m/s
Tuotanto/voimala	10,7-12,9 GWh
Kannattavuusraja	1,8 M€/MW
Verkkoliitynnän kustannukset	2,5 M€
Tuulipuiston maksimikoko	39 MW

Ympäröivä maasto

Alue on kokonaisuudessaan ympäristöään huomattavasti korkeammalla vaaran laella. Kaakossa Tahkomäki kohoaa samalle korkeudelle ja Välimäki hieman korkeammalle. Syvärin järvi avautuu alueesta sektorissa pohjoisesta kaakkoon. Maasto on metsäpeitteistä.

Sähköverkko

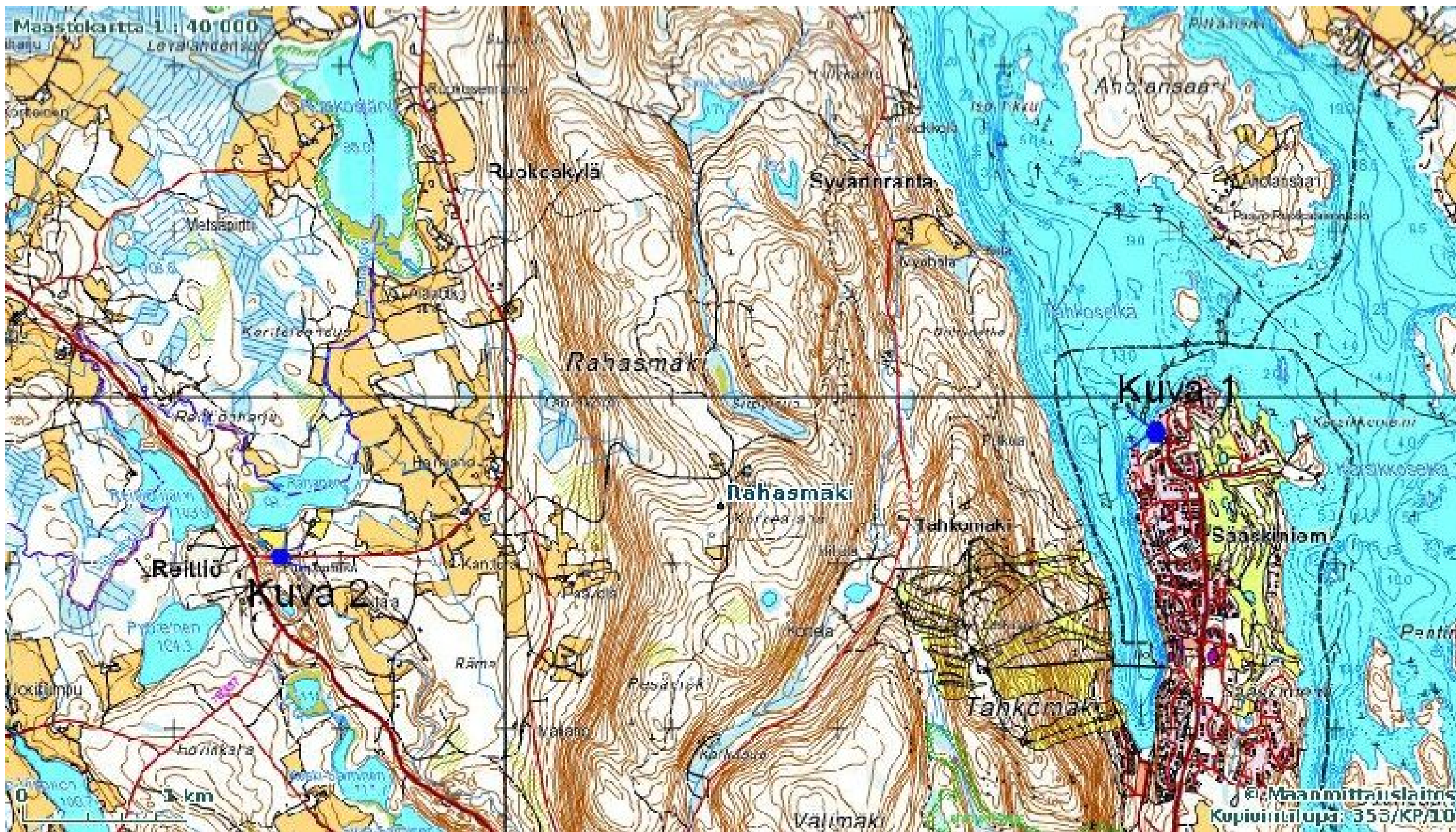
Mahdollisia liittymäsuuntia ovat länteen Savon Voima Verkko Oy:n 110 kV:n sähköverkkoon tai sitten suoraan Fingridin Nilsiänsä sähköasemalle, jonne voidaan kytkeä

isompikin tuulipuisto. Etäisyyttä sähköasemalle tulee noin 10 km.

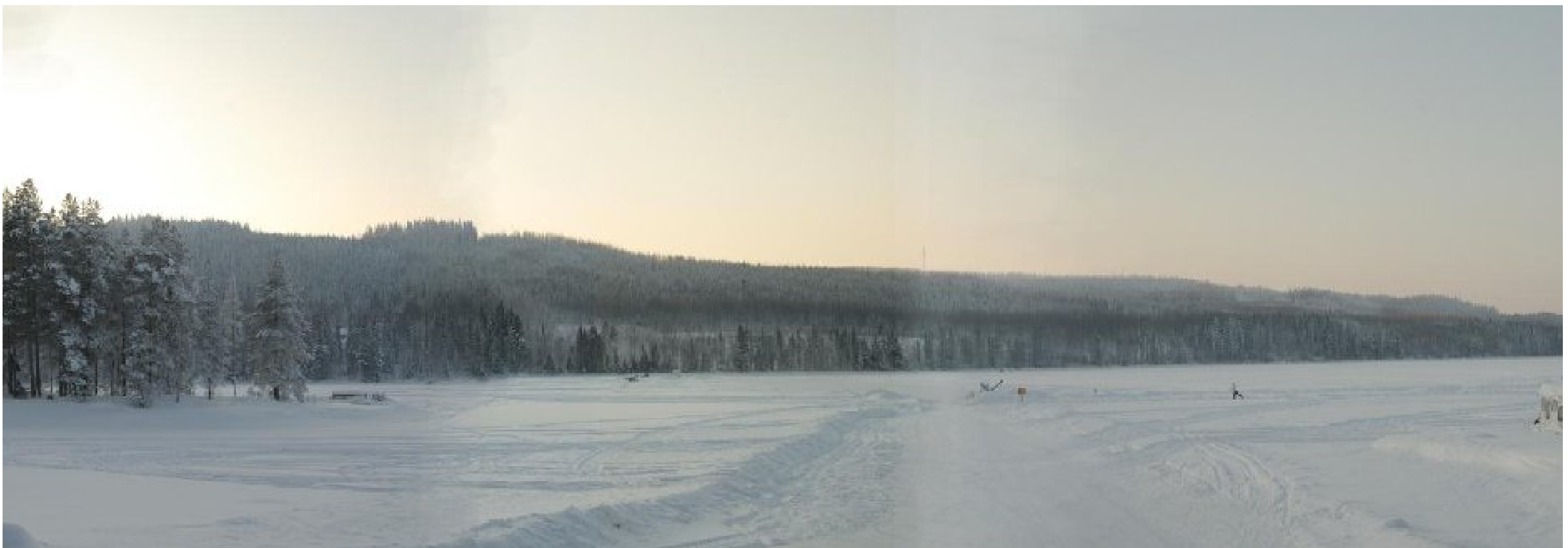
Tieverkko

Aivan korkeimmille huipuille ei tieyhteyttä ole, mutta Rahasmäen poikki kulkee metsäautotie muutamin sivuhaaroin.

Rahasmäki – kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Rahasmäki kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



Rahasmäki kuva 1 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,3–4,3 km.



Rahasmäki kuva 2 ilman tuulivoimaloita.



Rahasmäki kuva 2 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 2,5–3,3 km.

Varkaus, Takunkorpi

Kriteeri	Tieto
Tuulisuus Tuuliatlaksen mukaan 100 m:n korkeudessa	6,4-6,6 m/s
Etäisyys 110 kV:n voimajohtoon	3 km
Tiestö	kattava
Maksimi korkeuserot	<50 m
Tuulivoimaloiden lukumäärä	10

Tuulisuus ja korkeuserot

Alue sijaitsee Unnukan järven välittömässä läheisyydessä Riihirannan maantien varressa. Alue mahdollistaa parhaimmillaan 5–6 tuulivoimalan rakentamisen. Alue on maastonmuodoiltaan varsin tasaista. Hyvät tuulilukemat johtuvat laajan vesistöalueen läheisyydestä. Tuuliatlaksen mukaan tuulennopeus alueella on keskimäärin 6,5–7,0 m/s 100 m:n korkeudessa. Alue on pinta-alaltaan 320 ha.

Alueella on voimassa olevat kaavat:

Pohjois-Savon maakuntakaavassa alueelle ei ole osoitettu aluevarauksia. Alueella ei ole yleiskaavaa.

Rakennettu ympäristö

Asutusta on ainoastaan Riihirannan tien eteläpuolella. Samoin loma-asutus sijoittuu tien eteläpuolelle Unnukan rantaan. Alueen läheisyydessä kulkee 110 kV:n sähkölinja ja hyvä maantietasoinen tie (Riihirannan tie, mt 5341).

Lentoturvallisuus

Ei vaikutusta.

Linnusto

Ei linnustovaikutuksia.

Suojelu- ja Natura-alueet

Ei suojelu- tai Natura-alueita lähistöllä.

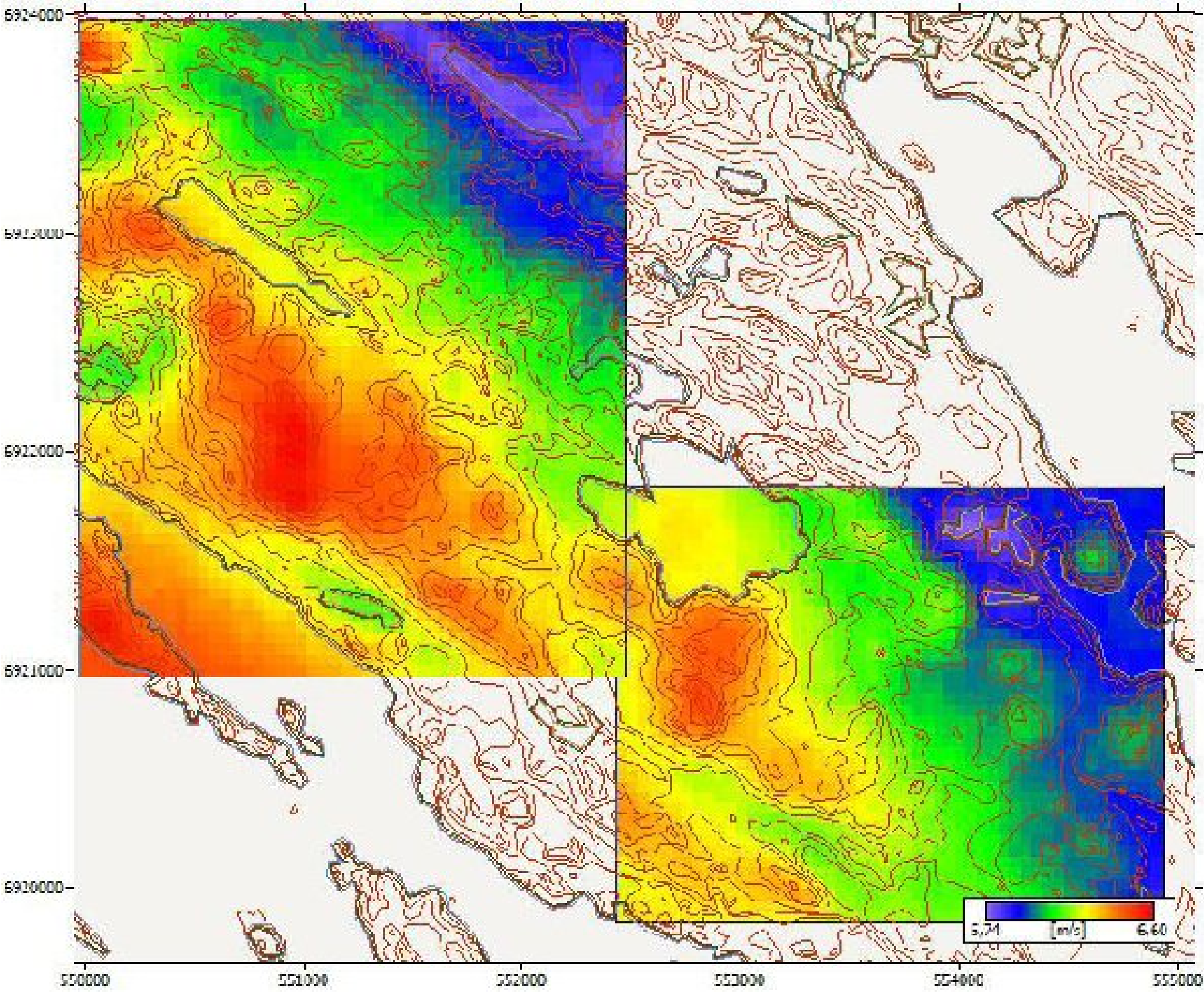
Virkistysalueet ja – reitistöt

Viereisen Unnukan järven kautta kulkee laivaväylä ja suunniteltu veneilyreitti.

Elinkeinoelämä ja erityisesti matkailu

Ei matkailullista merkitystä.

Takunkorpi – teknistaloudellinen analyysi



Tuulisuus	5,7-6,6 m/s
Tuotanto/voimala	7,8-8,8 GWh
Kannattavuusraja	1,24 M€/MW
Verkkoliitynnän kustannukset	1,4-3,5 M€
Tuulipuiston maksimikoko	30 MW

Ympäröivä maasto

Sijaitsee Unnukka-järven itärannalla. Järvi sijoittuu länsi-lounaaseen, myös koillisessa pienempiä järviolueita. Maasto on metsäpeitteistä, ja sitä rikkovat muutamat peltoalueet.

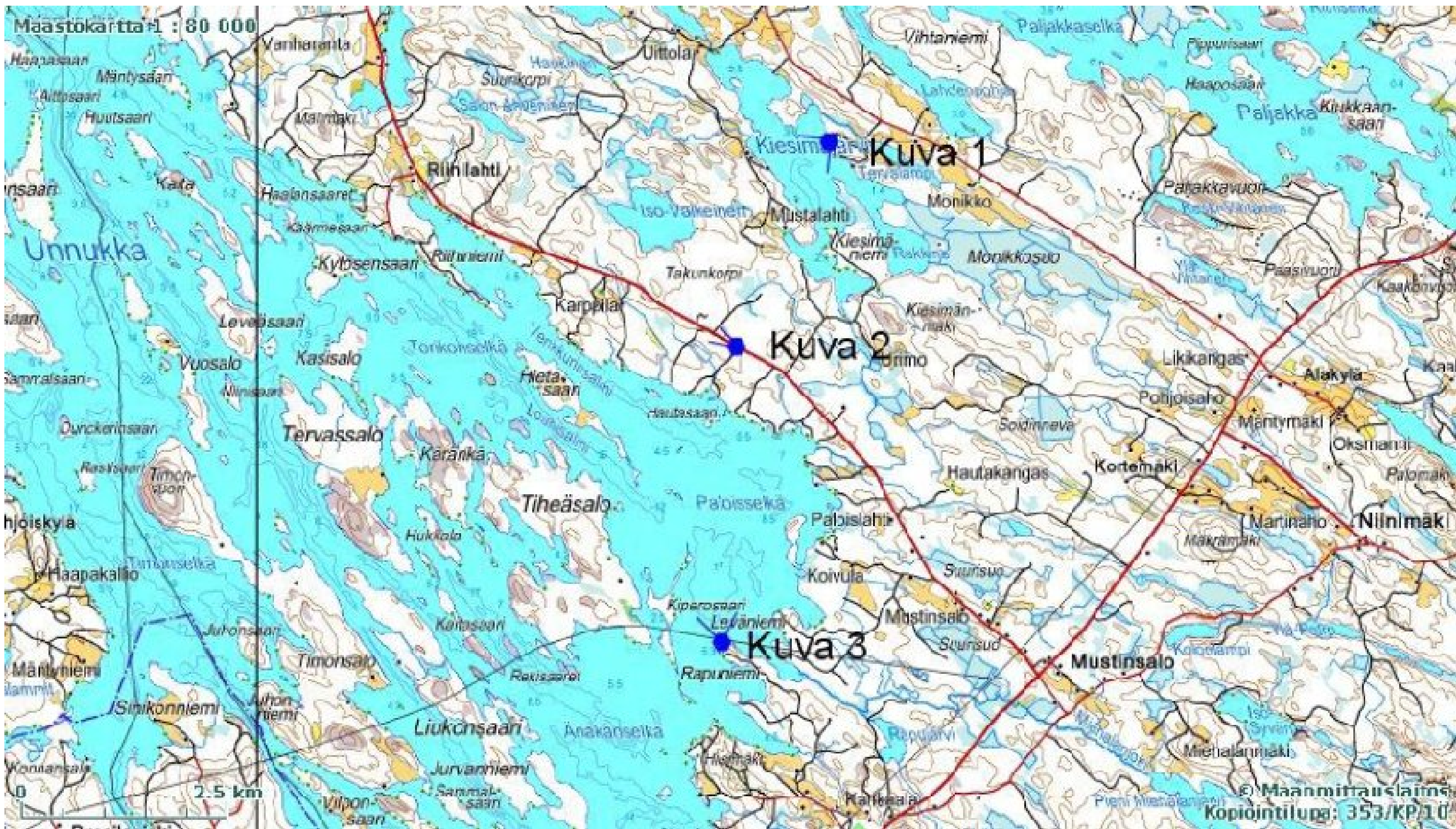
Sähköverkko

Fingidin 110 kV:n kantaverkko sijaitsee noin 3 km:n päässä alueesta etelään. Yli 25 MW:n tuulipuiston kytkeminen vaatii oman kytkinlaitoksen. Toinen vaihtoehto suuremman tuulipuiston kytkennälle on jatkaa linjaa Varkauden sähköasemalle, jonne tulee etäisyyttä noin 13 km alueen eteläpäästä.

Tieverkko

Alueen vierestä kulkee leveä hiekkatie, josta haarautuu muutamia pienempiä metsäautoteitä. Kullekin tuulivoimalalle joutuu jonkin verran rakentamaan uutta tieyhteyttä, mutta muuten tieverkko on kattava.

Takunkorpi – kuvasovitteet



Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupanro 262/MML/11



Takunkorpi kuva 1 ilman tuulivoimaloita.



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



Takunkorpi kuva 2 ilman tuulivoimalaa.



Takunkorpi kuva 2 tuulivoimalan kanssa. Etäisyys voimalaan 790m.



Takunkorpi kuva 3 ilman tuulivoimaloita.

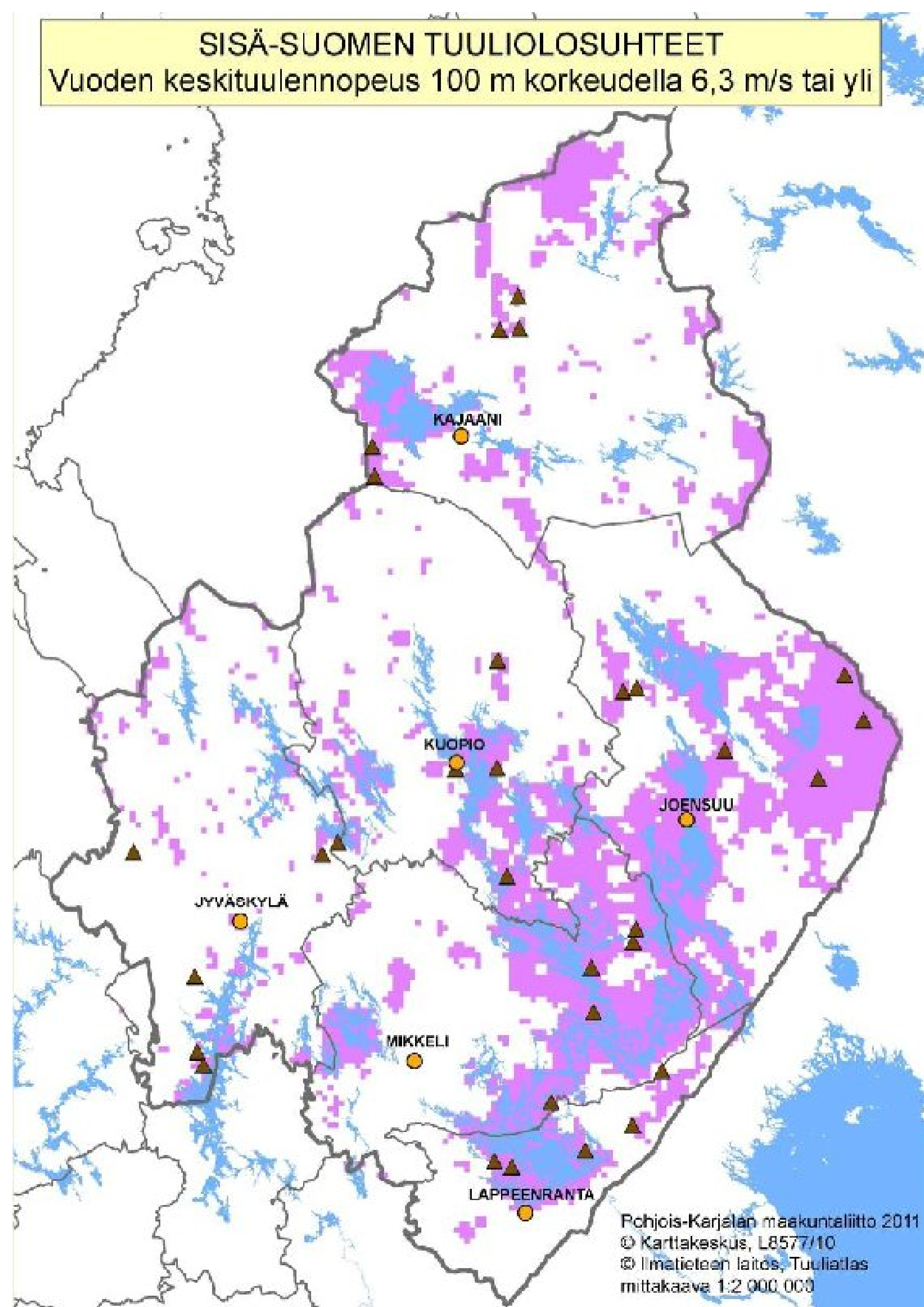


Takunkorpi kuva 3 tuulivoimaloiden kanssa. Etäisyys voimaloihin 4–8,2 km.

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 48. Potentiaaliset tuulivoima-alueet Sisä-Suomen maakunnissa.

Taulukko 17. Yhteenveto 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€]
Etelä-Karjala	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
Etelä-Savo	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	Syvälahti/ 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
Keski-Suomi	Konnevesi	Keulatniemi	6,3-6,4	5,7-7,7	9-12	36	1,74	20	4,8
	Konnevesi	Häähninmäki	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
Pohjois-Savo	Jämsä	Vekkula	5,8	5,9-7,2	7,2-8,3	24	1,48	13	3
	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
	Nilsjä	Rahasmäki	6.6-7	5,9-7,6	10,7-12,9	39	1,8	8	2,5
Pohjois-Karjala	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
	Ilomantsi	Repovaara	6.7-7.1	5,2-6,1	5,6-7,1	30	1,12	5	1,4-3,5
	Kainuu	Hyrynsalmi	6.5-6.6	5,6-7,7	9-11,7	27	1,65	5	1,5-4
Kainuu	Hyrynsalmi, 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, Hyrynsalmi, 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. huoltoseisokit 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.

Kannattavuusrajalla 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 hyvä vertailuperuste 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 25 MW: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 tosiasiallisesti 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:lle alueelle sekä tuulivoimalakohtaiset tuotantolaskelmat sekä teknistaloudelliset analyysit 31 jatkoon valitulle alueelle. Nämä tiedot hyödyntävät jatkosuunnitelmien teossa esimerkiksi mietittäessä tarkempia aluerajauksia.