

RAMBOLL

RAPORTTI 2012



**UUSIUTUVAT ENERGIAVARAT
JA NIIDEN SIJOITTUMINEN
POHJANMAALLA**



**Österbottens förbund
Pohjanmaan liitto**



RAPORTTI
2012

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	4
2.	POHJANMAAN MAAKUNTA	5
3.	LÄHTÖKOHDAT JA KÄYTETTY AINEISTO	6
3.1	Ennustettu väestönkehitys vuoteen 2030	6
3.2	Kysely ja sen tulokset	6
3.3	Tuuliatlas ja muu lähtömateriaali	9
3.4	Tarkentava asiantuntijakysely	9
3.5	Maastoselvitykset	10
3.6	Tuulivoimatuotannon skenaario ja tavoitemitoitus	10
4.	TUULIVOIMATUOTANNON NYKYTILA	12
5.	SUUNNITTEILLA OLEVAT TUULIVOIMA-ALUEET	12
6.	MUUT UUSIUTUVAA ENERGIAA KÄYTTÄVÄT LAITOKSET JA HANKKEET	15
6.1	PVO- Lämpövoima Oy:n voimalaitos, Kristiinankaupunki	15
6.2	Alholmens Kraft Ab	15
6.3	Vaskiluodon Voima Oy	16
6.4	UPM-Kymmene Oyj	16
6.5	Muut hankkeet	16
7.	TUULIVOIMASELVITYS	17
7.1	Selvityksen tavoitteet ja vaiheet	17
7.2	Tarkastellut ympäristötekijät ja keskeiset epävarmuudet	17
7.3	Soveltumattomien alueiden analyysi	18
7.4	Luokitus teknistaloudellisten tekijöiden perusteella	19
7.4.1	Tuulisuus	19
7.4.2	Pinta-alan vaikutus	20
7.4.3	Tuulivoimapuiston liittäminen kantaverkkoon	20
7.4.4	Alueen teiden määrä	22
7.4.5	Maanomistusolosuhteet	22
7.4.6	Toteutusvalmius	23
7.5	Luokitus ympäristövaikutusriskin perusteella	23
7.6	Suosittelvat tuulivoima-alueet	24
7.6.1	Maatuulivoima-alueet	24
7.6.2	Erytiskohteet	27
7.6.3	Merituulivoima-alueet	27
8.	MUUT UUSIUTUVAT ENERGIAMUODOT	28
8.1	Lähtökohdat	28
8.2	Bioenergia (pl. turve)	28
8.3	Jätteet ja kierrätyspolttoaineet	29

8.4	Maalämpö, sedimenttilämpö ja lämpöpumput	29
8.5	Aurinkoenergia	30
8.6	Biokaasu	30
8.7	Peltobiomassa	31
8.8	Tuulisähkön säätöenergia Pohjanmaalla	32
8.9	Energiatehokkuuden parantaminen osana energiatasetta	32
9.	KOKONAISVAIKUTUKSET	32
9.1	Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön	34
9.1.1	Melu ja välke	34
9.2	Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön	35
9.2.1	Maisema	35
9.2.2	Kulttuuriperintö	36
9.3	Vaikutukset kasvi- ja eläinlajeihin sekä luonnon monimuotoisuuteen	38
9.3.1	Linnusto	38
9.3.2	Muu linnusto ja uhanalaiset eliölajit	44
9.3.3	Vaikutukset Natura 2000-verkoston alueisiin	46
9.4	Vaikutukset liikenteeseen	48
9.4.1	Maaliikenne	48
9.4.2	Lentoliikenne	48
9.5	Vaikutukset viestintäyhteyksiin, tutkatoimintaan ja maanpuolustukseen	49
9.6	Vaikutukset ilmastoon ja energiatalouteen	50
9.7	Vaikutukset aluetalouteen ja elinkeinoihin	50
9.8	Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin sekä maa- ja kallioperään	53
9.9	Vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakenteeseen	53
9.10	Yhteisvaikutukset	53
9.11	Arvioinnin epävarmuustekijät	55
9.12	Vaikutusten yhteenveto	56
10.	ENERGIATASE, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	58
11.	LÄHTEET	61

LIITTEET:

1. KOHDEKUVAT
2. ALUSTAVA LIITYNTÄSUUNTASELVITYS SÄHKÖVERKKOON

JOHDANTO

Ympäristöministeriö vahvisti Pohjanmaan maakunta-kaavan 21.12.2010. Kaava on ns. kokonaismaakunta-kaava, jota päivitetään vaihemaakuntakaavoilla. Kun Pohjanmaanliiton maakuntavaltuusto 29.9.2008 hyväksyi maakunta-kaavan, se antoi myös ponnin kahden vaihemaakunta-kaavan laadinnan aloittamisesta. Toisessa kaavassa käsitellään kaupallisia palveluja ja toisessa energiahuoltoa.

Tämä selvitys liittyy Pohjanmaan energiahuoltoa koskevaan maakunta-kaavan toiseen vaihekaavaan, joka käynnistettiin syksyllä 2009. Julkaisu sisältää 23.11.2010 valmistuneen raportin päivityksen ja lisäselvityksessä tutkitut uudet alueet. Tavoitteena on vähentää maakunnan riippuvuutta uusiutumattomista energialähteistä ja lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä.

Selvitys on laadittu koko maakunnan kattavana. Siinä on kartoitettu, mitä uusiutuvia energiamuotoja Pohjanmaalla on mahdollista ottaa käyttöön ja niiden sijoittumista sekä verkostoitumista alueella. Painopiste on tuulivoimatuotannossa ja selvityksen tavoitevuosi on 2030. Tarkemmin työlle asetettiin seuraavat tavoitteet:

- määritellä energiahuollon kehityskulku Pohjanmaalla vuoteen 2030 saakka,
- kuvata riittävällä tarkkuudella nykyinen energiahuolto, sähkönjakeluverkosto ja energiahuoltoa tukeva infrastruktuuri,
- selvittää mahdollisuudet uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen erityisesti tuulivoiman osalta,
- selvittää vireillä olevat energiahankkeet, esittää vaihtoehtoisia sijaintipaikkoja ja ratkaisuja energiahuollon toiminnoille vuoteen 2030 saakka,
- selvittää tuulivoimalle parhaiten soveltuvat alueet,
- selvittää tuulivoiman vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, liikenteeseen, ympäristöön, maisemakuvaan, asutukseen ja yhdyskuntatalouteen.

Selvitys laadittiin kaksiosaisena. Vuonna 2010 laadittiin väliraportti kaavaluonnosvaiheessa. Selvitystä täydennettiin lisäselvityksin 2012 kaavaehdotusvaiheessa. Tämä julkaisu on yhteenveto molempien vaiheiden keskeisistä tuloksista.

Selvitys vastaa omalta osaltaan myös valtioneuvoston energiapolitiittisen selonteon tavoitteisiin koskien Suomen energiatuotannon tulevia linjauksia. Selonteossa tavoitteena on lisätä uusiutuvia energiamuotoja 20 % vuoteen 2020 mennessä. Suomessa tuulivoimatuotannon kapasiteetti oli vuonna 2010 noin 150 megawattia (MW) ja tavoitetasoksi vuonna 2020 on asetettu 2 000 MW. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää vuositasolla voimakasta lisärakentamista (150–200 MW/vuosi eli 50 – 70 kpl 3 MW voimaloita vuosittain). Myös valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (valtioneuvosto 13.11.2008) edellyttävät uusiutuvien energialähteiden hyödyntämismahdollisuuksien edistämistä.

Vaikka selvitys antaakin sekä lähtötietoja että suosituksia maakunta-kaavoitukseen, ei sillä ole itsessään maankäyttö- ja rakennuslain mukaista juridista asemaa. Lopulliset aluevaraukset ja ratkaisut määräytyvät maakunta-kaavan toisen vaiheen kaavaprosessissa. Selvityksen on laatinut Ramboll Finland Oy Pohjanmaan liiton toimeksiannosta. Työn projektipäällikkönä on toiminut toimistopäällikkö Jouni Laitinen, tuulivoimatuotannon selvitysten vastuuhenkilönä erikoissuunnittelija Hannu Tikkanen ja muiden uusiutuvien energiamuotojen osalta erikoissuunnittelija Jussi-Pekka Aittola. Lisäksi työhön on osallistunut laaja asiantuntijajoukko. Työtä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet Pohjanmaan liitosta kaavoitusjohtaja Saini Heikkuri-Alborzi, suunnitteluinsinöörit Pirjo Niemi ja Jan Wikström, kaavoitusinsinööri Ann Holm sekä kuntien edustajia. Pohjanmaan liitto laati aluekohtaiset esimerkit voimaloiden näkyvyydestä suunnittelija Simo Turusen toimesta. Selvityksen on kääntänyt ruotsiksi Marita Storsjö.

Laajemmin työtä on ohjannut erillinen ohjausryhmä, johon ovat lisäksi kuuluneet yhteistyötahojen ja ELY -keskuksen edustajat.

Vaasassa 10.12.2012

Pohjanmaan Liitto

Ramboll Finland Oy

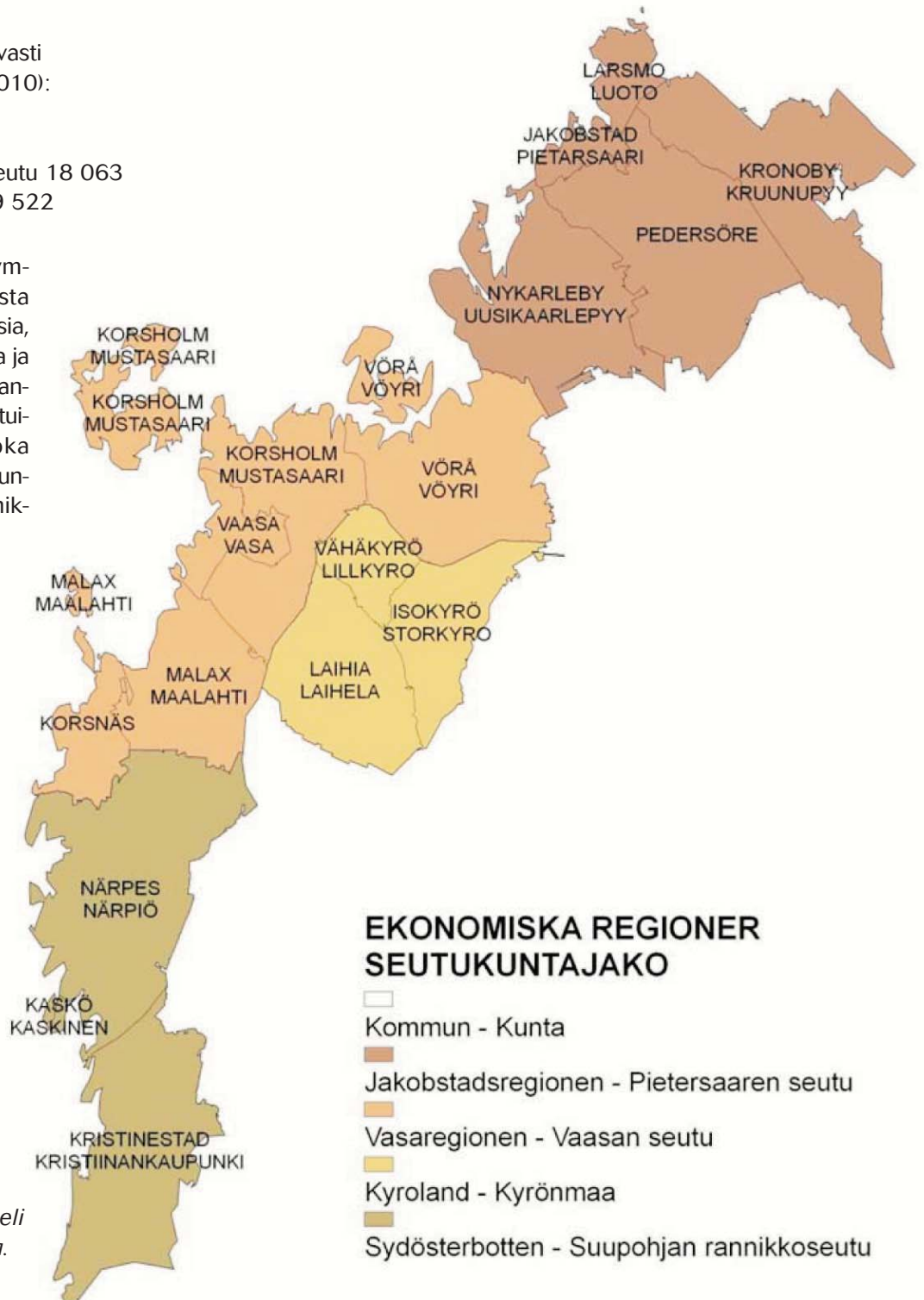
2. POHJANMAAN MAAKUNTA

Suomen länsirannikolle sijoittuva Pohjanmaan maakunta koostuu 16 jäsenkunnasta, jotka jakautuvat neljään seutukuntaan. Asukkaita maakunnassa oli 179 000 vuonna 2011 asukastiheyden ollessa noin 23 as/km² (Suomessa keskimäärin 17,5 as/km²). Maakunnan keskus on Vaasa (60 400 asukasta 31.12.2011). Kuvassa 1 esitetään selvitysalue.

Asukkaat jakautuvat seutukunnittain seuraavasti (Tilastokeskus 31.10.2010):

- Kyrönmaa 17 556
- Vaasan seutu 92 729
- Suupohjan rannikkoseutu 18 063
- Pietarsaaren seutu 49 522

Pohjanmaan luonnonympäristö on ainutlaatuista sisältäen merta, lakeuksia, metsää, upeaa saaristoa ja uljaita jokimaisemia. Maankohoaminen on ainutlaatuinen luonnonilmiö, joka muuttaa jatkuvasti maakunnan rantaviivaa ja rannikkoa.



Kuva 1. Selvitysalue eli Pohjanmaan maakunta.

3. LÄHTÖKOHDAT JA KÄYTETTY AINEISTO

3.1 Ennustettu väestönkehitys vuoteen 2030

Pohjanmaan liitto on teettänyt kolme selvitystä maakunnan väestömäärän ja asutusrakenteen ennustamiseksi vuoteen 2030 mennessä. Ne ovat Vaasanseudun aluerakennesuunnitelma 2030, Pietarsaaren seudun aluerakennesuunnitelma 2030 ja Suupohjan rannikkoseudun aluerakennesuunnitelma 2030. Selvityksien ennusteet liittyvät Pohjanmaan liiton yhdyskuntarakennesuunnitelmien laatimiseen ja palvelevat tausta-aineistona erityisesti liikenneverkon ja maankäytön suunnittelua. Pohjanmaan väestön katsotaan lisääntyvän edellä mainittuna aikana noin 10 000 asukkaalla.

Selvitysten mukaan sekä Vaasan että Pietarsaaren seuduilla asutus keskittyy hajasijoittuneisiin taajamiin ja maaseutujen haja-asutusalueilla väki vähenee. Koko Vaasanseudun ennustetaan kuuluvan väkiluvultaan positiivisen kehityksen alueisiin ja kasvu kanavoituu lähinnä Vaasaan ja Mustasaareen. Vaasan vaikutus tuntuu laajalla alueella, erityisesti Vaasan lähisukkulointialueella ja välittäjäkunnissa muillakin kuin keskustaaajamilla on kehittymisen edellytyksiä. Vaasan seudun asutusrakenteen kehitys näyttää johtavan ns. keskitet-

tyyn malliin. Suupohjan rannikkoseudun väki vähenee maaseudun haja-asutusalueilta ja keskittyy harvenevaan joukkoon taajamia.

Pohjanmaalla väestönkehitys on ollut positiivisempaa kuin tehdyt väestöennusteet arvioivat. Voimakkainta kasvu olisi Vaasan seudulla, mutta myös Pietarsaaren ja Kyrönmaan seudut kasvavat.

3.2 Kysely ja sen tulokset

Alkuvuodesta 2010 energiayhtiöille ja kunnille suunnatun tiedustelun tavoitteena oli kerätä tietoa nykyisistä ja suunnitelluista energiahankkeista ja infrastruktuurista sekä saada eri tahojen näkemyksiä teknistaloudellisista suunnittelukriteereistä. Kuntien osalta tiedusteltiin myös periaatteellista kantaa uusiutuviin energiamuotoihin.

Kyselyjä lähetettiin 61 kpl ja vastauksia saatiin 18 kpl. Lopullinen vastausprosentti oli siis noin 30 %. Kyselyjen perusteella saatiin hyvää taustatietoa selvityksen pohjaksi. Taulukossa 1 on tiivistelmä kyselyn tiedoista.

Taulukko 1. Kyselyvastausten tiivistelmä:

<p>• EPV Alueverkko Oy</p>	<p>Vastauksen liitteenä on materiaalia mm. johtoverkoista ja sähköasemista, myös suunnitelmia vireillä olevien tuulivoimapuistojen liittämiseksi nykyiseen verkkoon.</p>
<p>• EPV Tuulivoima Oy</p>	<p>Yrityksellä ei ole alueella nykyisiä voimaloita, mutta vireillä on kahdeksan tuulivoimahanketta, joista kuusi on YVA- ja viisi kaavoitusvaiheessa sekä yksi rakennuslupavaiheessa. Lisäksi on kolme tulevaa hanketta. Useat kunnat ja yksityishenkilöt ovat tarjonneet alueita tuulivoimaloille. Tuulimittaukset on tehtävä. Suositukset: etäisyys valtatiehen 100–300 m, yleiseen tiehen 50–200 m ja voimalinjaan yli 200 m. Tuulivoimarakentamista tulisi suosia kohteissa, missä ei ole rakentamista poissulkevia tekijöitä, kuten luontoarvoja ja asututusta.</p>
<p>• Esse Elektro-Kraft Ab</p>	<p>Yrityksellä ei ole laajoja uusia verkostotarpeita tiedossa. Tuulivoimaa ei nykyisin ole, mutta sitä tutkitaan (opiskelijatyö). Kokonaistaloudellisesti on suositeltavaa varata laajempia alueita, joihin useat eri toimijat voivat sijoittaa voimaloita, jolloin voidaan minimoida kustannuksia ja ongelmia sähköverkolle.</p>
<p>• Fingrid Oy</p>	<p>Vastauksessa on kuvattu periaatteet tuulivoimapuiston liittämiseksi kantaverkkoon (maakuntakaavataso suunnittelussa), lisäksi verkostokuvat ja asemat MapInfo –muodossa.</p>

• Fortum Oyj	Yrityksellä ei ole alueella nykyisiä voimaloita, mutta kolme hanketta on vireillä (yksi YVA, kaksi ei-julkista hanketta). Tuen ja sähkön hinnan lisäksi kannattavuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät: tuulisuus, hankealueen koko, etäisyys sähköasemaan tai sähköjohtoon, johon puisto liitettävissä, sekä puistosta verkkoyhtiölle aiheutuvat investoinnit (Fingridin ja alueverkkoyhtiöiden osallistumien jatkotyöhön olisi tärkeää), olemassa oleva tiestö (läheisyys, kantavuus, leveys), perustamis- ja tienrakennusolosuhteet, kiinteistöjen koko (pienet kiinteistöpinta-alat nostavat hankkeen kehityskuluja), telekommunikaatiomastot ja niihin liittyvät signaalikatut, ilmailurajoitukset.
• Hiirikosken Energia Oy	Yrityksellä ei ole omia tuulivoimahankkeita. Vähänkyrön hanke (EPV Tuulivoima Oy) on erinomainen. Sisämaan hankkeet varteenotettavia, kun lupakäsittelyt ja infran rakentamiskulut ovat halvemmat. Myös yleisön vastustus hanketta kohtaan on todennäköisesti selvästi pienempää verrattuna loma-asutusalueiden läheisyydessä oleviin hankkeisiin. Yrityksellä on 1,5 km 110 kV linjaa, 2 kpl sähköasemia ja yksi suunnitteilla. Hiirikosken voimalaitos. Karttaliitteet.
• Jeppo Kraft Andelslag	Ei omia tuulivoimahankkeita. Tiedossa on yksityisten pienempi hanke 110 kV linjan lähellä ja pari muuta hanketta. Yleensä etäisyys asutukseen on tärkeä. Biokaasulaitos (3 MW) on suunnitteilla.
• Oy Katternö Ab	Olemassa oleva voimala on Larsmo Fränsviken 1 MW, suunnitteilla on Klubbskataniin Monäsiin 6 x 5 MW tuulipuisto. Bio- ja vesienergiaa hyödyntävien laitosten tehostaminen ja kehittäminen.
• Korsnäsän kunta	Maan ensimmäinen tuulivoimapuisto sijoittuu Bredskäretille Moikipäähän (lähellä Bergön lauttalaituria), jonka omistaa VS Tuulivoima Oy. Puistossa on neljä tuulivoimalaa (200 kW / voimala). Suunnitteilla on kaksi voimalaa Bredskäretille. Saba Windillä on suunnitelma noin kahdeksalle tuulivoimalaitokselle. Kunta suunnittelee hakelämpölaitoksen rakentamista.
• Kristiinankaupungin kaupunki	Kaupungilla on positiivinen yleisnäkemyks tuulivoimaan ja uusiutuviin energialähteisiin, joskin vastustustakin ilmenee. Pori Energia Oy:llä on meneillään keskustassa laitoshanke.
• Laihian kunta	Kunta suhtautuu hyvin myönteisesti tuulivoimaan ja uusiutuviin energiamuotoihin ja pyrkii myötävaikuttamaan hankkeiden syntymiseen. Rajavuoren alue soveltuu hyvin tuulivoimatuotantoon, yhteistyökumppani EPV Tuulivoima. Kunta on osallistunut usean vuoden ajan Biomode -hankkeeseen.
• Maalahden kunta	Kunnalla on hyvin positiivinen asenne tuulivoimaa ja uusiutuvia energiamuotoja kohtaan. Vastaus on seikkaperäisesti pohdittu ja siinä on reunaehtoajatuksia ja pistepainotuksia voimala-alueille. Suojavyöhykkeet vastaavat likimain tämän selvityksen arvoja tai ovat pienempiä. Biokaasupanostus Brinkenin lähelle (ympäristölupa ja rakennuslupa on).
• Mustasaaren kunta	Kunnalla ei ole virallista kantaa tuulivoima-asiassa. Eri keskusteluissa esiin tulleina alueina Länsi-Raippaluodon (Vallgrund) lisäksi ovat koillinen Björköby, Fjärdsjär, Iskmo sekä yritysalueet, kuten Stormossen ja Vaasan logistiikkakeskus. Tuulivoiman kannalta oleellista ovat tuulisuhteet, suojelualueet/-arvot sekä mahdollisuus liittyä olevassa olevaan toimin-

	<p>taan. Westenergy rakentaa 2009–2012 Stormossenin jätteenkäsittelyalueen viereen 120 000 tonnia jätettä vuosittain polttavan laitoksen (200 GWh lämpöä, joka vastaa kolmasosaa kaukolämpöverkon energiatarpeesta Vaasan seudulla). Samalla saadaan 70 GWh sähköä, joka vastaa 4 % siitä sähköstä mitä Vaasan Sähkö hankkii. Kunta ostaa lämpöä paikallisilta kaukolämpölaitoksilta (Sepänkylä, Koivulahti, Sulva), jotka kokonaan tai osittain tuottavat lämpöä uusiutuville energialähteillä (biokaasu, hake). Kunta käyttää itse uusiutuvaa energiaa lämmitykseen (kalliolämpö, lämpöpumppu).</p>
<p>• Närpiön kaupunki</p>	<p>Närpiön yleinen asenne sekä tuulivoimalle että uusiutuville energiamuodoille on positiivinen. Monta potentiaalista aluetta tuulivoimapuistoille on selvityksen alla. Liitekartassa on esitetty kuusi aluetta. Rantayleiskaavassa merenrannoille on aluevaraus kahdelle tuulivoimalalaitokselle, joista toinen on rakennettu. Ei tuulivoimalalaitoksia asutuksen läheisyyteen tai alueille, jotka ovat maisemallisesti herkkiä, esim. Närpiön jokilaakso. Kaupunki osallistuu biopolttoaineen projektiryhmään. Tavoite on voida rakentaa muutama mädätyslaitos alueelle. Keskustassa on kaukolämpöjohtoverkostoa runsas 20 km. Uutta pienempää kaukolämpöverkostoa biokeskuksella suunnitellaan Pirttikylään.</p>
<p>• Puolustusvoimat</p>	<p>Valtion tekninen tutkimuslaitos (VTT), Energiateollisuus ry (ET) ja Suomen Tuulivoimayhdistys (STY) ovat aloittamassa tutkimusta, jolla selvitetään tuulivoimaloiden vaikutuksia muun muassa Puolustusvoimien valvontajärjestelmien toimintaan. Tutkimus valmistuu vuonna 2010. Puolustusvoimat ei vastusta tuulivoiman rakentamista, mutta on kuitenkin tärkeää, että tuulivoimaloiden sijoittaminen ei haittaa Puolustusvoimien normaali- ja poikkeusolojen lakisääteisten tehtävien toteuttamista.</p>
<p>• Suomen tuulivoimayhdistys ry</p>	<p>Vastauksessa on liitteenä tiedossa olevat nykyiset ja suunnitellut voimala-alueet lisätietoineen. Ehtoja voimaloiden kannattavuudelle: esim. tuulisuus, etäisyys tiestöön ja voimalinjoihin, maaperän laatu, vesisyvyys merialueella yms.</p>
<p>• Vaasan Sähkö Oy</p>	<p>Westenergyn ja Vaasan Sähkön yhteishankkeena on rakenteilla Mustasaareen syntypaikkalajiteltua polttokelpoista jätettä hyödyntävä polttolaitos, joka valmistuu vuonna 2012. Laitoksen nimellinen sähköteho on 15 MW ja kaukolämpöteho 38 MW. Kaukolämmön huippu- ja varakapasiteetti käyttää polttoaineenakevyttä ja raskasta öljyä. VS Tuulivoimalla on vuonna 1991 valmistunut tuulipuisto Korsnäsin Bredskäretissä. Tuulipuiston voimaloiden teho on 4x200 kW ja ne on liitetty Vaasan Sähköverkko Oy:n 20 kV:n jakeluverkkoon. Tuulivoimalat alkavat olla teknistaloudellisen käyttöikänsä lopulla ja VS Tuulivoima on käynnistänyt suunnitelmat vanhojen voimaloiden korvaamiseksi. Puiston suunniteltu kokonaisteho on 2 MW. Liitteenä verkostokuvat.</p>
<p>• Vöyri-Maksamaan kunta</p>	<p>Kunnalla on positiivinen kanta tuulivoimalle ja uusiutuville energiamuodoille. Rantayleiskaavassa on osoitettu tuulivoima-alue Västerössä, joka on Vöyriin seurakunnan omistuksessa. Seurakunta neuvottelee tällä hetkellä eri tuulivoimayhtiöiden kanssa koskien suunnitelmien toteuttamista (karttaliite). Kunnassa on myös kallioalueita, jotka voisivat soveltua tuulivoimatuotannolle. Keskeinen kriteeri tuulivoima-alueen valinnassa on, että alueen väestö suhtautuu positiivisesti tuulivoimaloiden sijoittamiseen alueelle ja ettei se häiritse asutusta. Kunta on maatalousvaltainen kunta, jossa on useita suursikaloita. Edellytyksiä biopolttoaineen tuotannolle pitäisi olla.</p>

3.3 Tuuliatlas ja muu lähtömateriaali

Tuuliatlas on tietokonemallinnukseen perustuva tuulisuuskartoitus. Tuuliatlastyön tuloksena on valmistunut www-pohjainen karttaliittymä, johon on tuotettu tietoa Suomen tuuliolosuhteista.

Karttaliittymän avulla voidaan tarkastella paikkakohittaisia tuuliolosuhteita koko Suomen alueelta. Tuuliatlas on tuottanut mahdollisimman tarkan kuvauksen tuuliolosuhteista, kuten tuulen voimakkuudesta, suunnasta ja turbulentsisuudesta alkaen 50 metrin korkeudesta aina 400 metriin saakka vuosi- ja kuukausikeskiarvoina.

Tulokset on ilmoitettu 2,5 x 2,5 neliökilometrin kartta-ruuduissa. Rannikoilla ja muilla tuulisilla alueilla mallinnus on tehty vielä tarkemmalla 250 metrin tarkkuudella. Tämä tarkempikin aineisto on ollut myös tässä selvityksessä käytettävissä, vaikkakaan se ei ulotu maakunnan itäisiin osiin.

Tuuliatlasaineistosta on laskettu odotettavissa oleva vuoden keskituuli (m/s) sekä energian tuotto-odotus (MWh/v). Käytössä tässä selvityksessä on ollut laajalti myös muita paikkatietoaineistoja potentiaalisten alueiden etsinnän ja luokittelun apuna. Keskeiset aineistot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Keskeinen lähtömateriaali.

Pohjanmaan liitto	Maakuntakaava, merkinnät ja määräykset
Ympäristöhallinnon OIVA-paikkatietopalvelun aineistot	mm. suojeleohjelmat, yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmän YKR-aineisto
Museovirasto	Muinaismuistot, rakennetut kulttuuriympäristöt (RKY)
Helsingin yliopiston eläinmuseo ja WWF:n merikotkatyöryhmä	Merikotkan ja kalasääsken pesimispaikat
Maanmittauslaitoksen maastotietokanta	mm. tiet, asunnot, korkeussuhteet, kartat
Fingrid	Suurjännitelinjat ja sähköasemat

3.4 Tarkentava asiantuntijakysely

Loppukesästä 2010 lähetettiin muutamalle keskeiselle yhteystaholle kommenttiluonteinen, tarkentava kysely,

jolla pyrittiin saamaan tahojen näkemyksiä voimaloiden vaikutuksista sekä julkaisematonta tietoa paikallisista olosuhteista

Taulukko 3. Ympäristötarkastelun asiantuntijatahot ja heiltä tiedustellut asiat.

ASIAANTUNTIJATAHOT	TIEDUSTELLUT ASIAT
LINTUTIETEELLISET YHDISTYKSET - Suupohjan Lintutieteellinen Yhdistys ry - Merenkurkun Lintutieteellinen Yhdistys ry - Keski-Pohjanmaan Lintutieteellinen Yhdistys ry	<ul style="list-style-type: none"> Eri linturyhmien muuttoreitit (johtolinjat) rannikolla, havaitut lintujen päivämaksimäärät sekä arvio alueen kautta muuttavista lintujen kokonaismääristä Merkittävimmät lepäily-/ruokailualueet Merkittävimmät lintujen pesimisalueet
WWF:n Merikotkatyöryhmä	<ul style="list-style-type: none"> Merikotkien talvehtimisalueet ja muuтонаikaiset kerääntymisalueet Muuttoreitit Vertailualueiden lähistön pesimisreviirien määrät
Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus	<ul style="list-style-type: none"> Uhanalaiset lajit suunnittelualueilla
Metsähallitus	<ul style="list-style-type: none"> Suojelealueille kohdistuvat vaikutukset ja suojavyöhykkeiden tarpeellisuus suojelealueiden ympärillä

Puolustusvoimat	<ul style="list-style-type: none"> • Harjoitusalueiden suojavaoähykkeet, meri- ja maavalvonnalle koituvat vaikutukset (tutka-havainnointi), helikopteriliikenteen asettamat rajoitukset voimaloiden sijoittelulle
Ilmailulaitos	<ul style="list-style-type: none"> • Lentoliikenteen huomioimisen vaikutukset suunnitteluun
Teleoperaattorit	<ul style="list-style-type: none"> • Tuulivoimaloiden vaikutukset langattomalle viestiliikenteelle, tukiasemien sijainnit
Pohjanmaan luonnonsuojelupiiri	<ul style="list-style-type: none"> • Tiedossa olevat herkät luonto- yms. kohteet alueilla tai niiden läheisyydessä

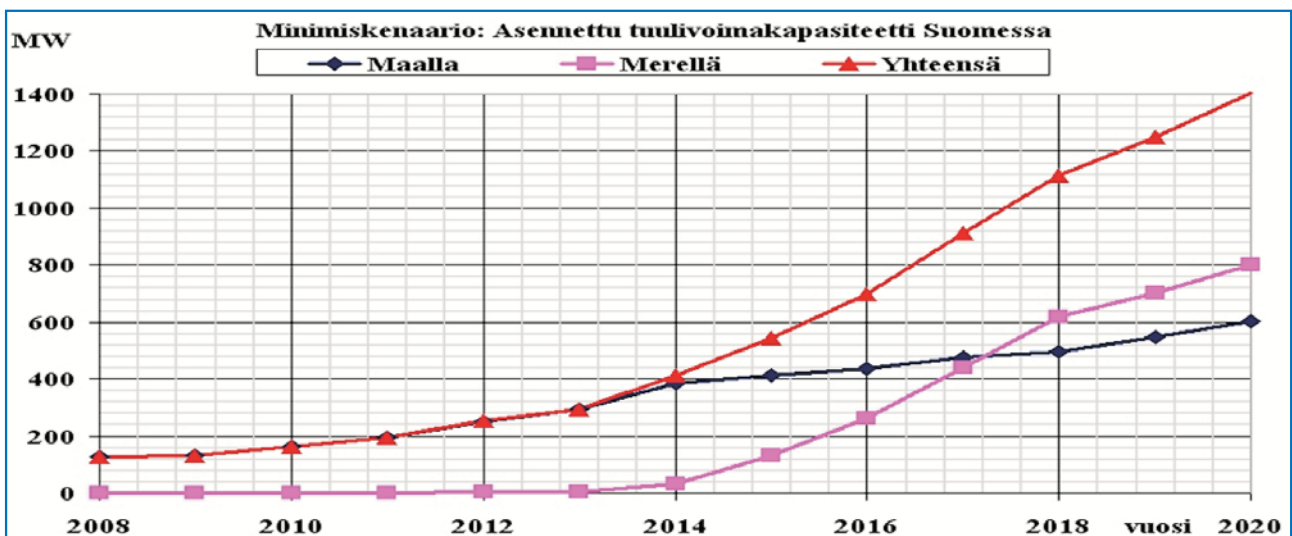
3.5 Maastaselvitykset

Edellä mainittuja tietoja on tarkistettu ja täydennetty yleispiirteisillä maastaselvityksillä kesän 2010 ja 2012 aikana. Maastokäynneillä on kerätty kuvamateriaalia etenkin maisemavaikutusten hahmottamiseksi. Kuvauspaikoiksi on valittu lähtötietojen perusteella kriittisiksi paikoiksi arvioituja kohteita.

3.6 Tuulivoimatuotannon skenaario ja tavoitemitoitus

Suomessa tuulivoimatuotannon kapasiteetti vuonna 2012 on noin 250 MW. Tavoitetasoksi vuonna 2020 on asetettu 2 000 MW. Asetetun tavoitteen saavuttaminen edellyttää vuositasolla voimakasta lisärakentamista, 150–200 MW/vuosi. Tämä vastaa n. 50–70 kpl 3 MW tuulimyllyn käyttöönottoa vuosittain. Tavoitetaso on haasteellinen mutta mahdollinen, sillä tuulivoimasta kiinnostuneiden yritysten suunnitteleminen rakennus-

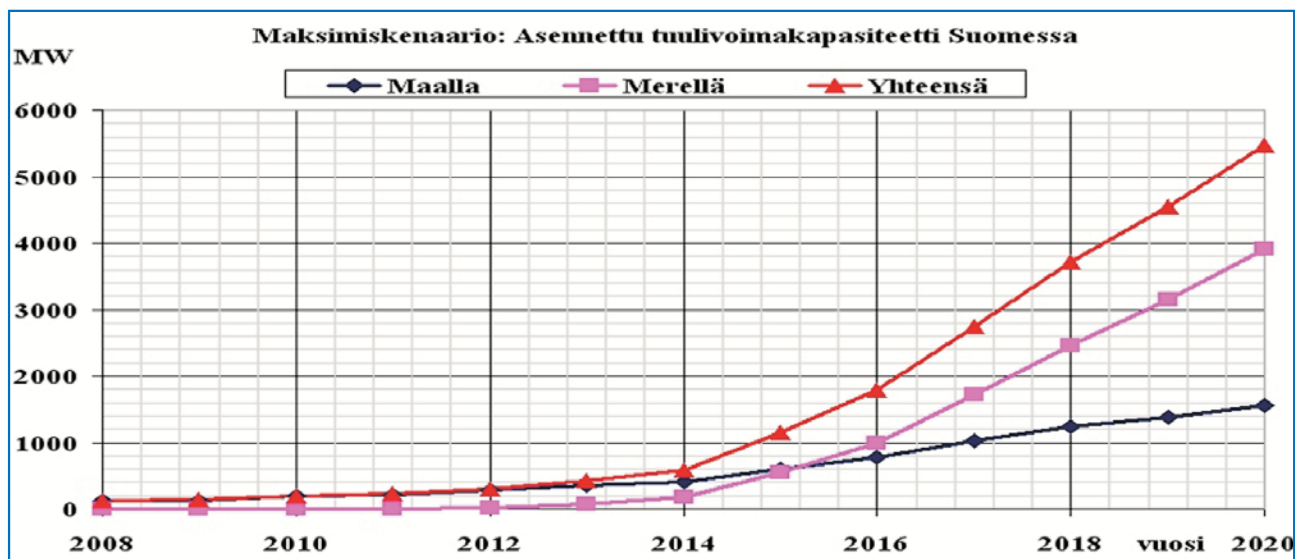
hankkeiden yhteenlaskettu tuulivoimakapasiteetti on asetettuun rakentamistavoitteeseen verrattuna moninkertainen. Tuulivoimarakentamista rajoittavat käytävissä olevan kaluston niukkuus, kaavoitus- ja rakennuslupaprosessit sekä ympäristövaikutusten arviointi (YVA)- ja ympäristölupaprosessi. Tuulivoimarakentamisen minimistrategiassa oletetaan, että energiantuotannon tukitaso pysyy nykyisellään ja että EU:n vaatimukset uusiutuvan energian tuotannon osalta pysyvät voimassa vähintään nykytasolla. Tuulivoimalle oletetaan edelleen jaettavan niukkaa tukea, joskin hieman runsaammin ja säännöllisemmin kuin tähän asti. Tuulivoimatehon minimiskenaariossa (kuva 2) oletetaan, että maa- ja merituulivoiman perusratkaisut on kyetty tekemään siten, että tuulivoimatuotantoa päästään rakentamaan vuoden 2011 aikana. Ratkaisut edellyttävät hankkeelle tuotekehitys- ja demonstrointitukea sekä yritysten yhteistyötä tuulivoimaloiden valmistajien kanssa tarvittavien tyyppihyväksyntöjen hankkimiseksi. Asennettuna tehona tämä merkitsee n. 1 400–2 000 MW tuulivoimatehoa vastaten yhteensä n. 4 000 GWh/a.



Kuva 2. Minimiskenaarion mukaan laskettu Suomen tuulivoimatehon (MWe) kehitys vuoteen 2020.

Maksimiskenaariossa (kuva 3) oletetaan, että suunnitteilla oleva energiantuotannon tukitaso on liiketaloudellisesti kannattavaa. Tämän skenaarion mukaan yritysten suunnitteilla olevista tuulivoimahankkeista toteutetaan suurin osa. Suurimmalle osalle suunnitellusta kapasiteetista on jo varattu maa- tai vesialueet

ja rakennuslupaprosessin ja kaavoituksen tarvitsemat selvitykset ovat monissa yrityksissä meneillään. Asennettuna tehona (kuvan 3 perusteella) tämä merkitsee n. 5 000–6 000 MW tuulivoimatehoa vastaten yhteensä n. 15 000 GWh/a.



Kuva 3. Maksimiskenaarion mukaan ennakoitu tuulivoimatehon (MWe) kehitys Suomessa. Kuvaan on kerätty eri yritysten strategioissa mukana olevat hankkeet.

Kuten jäljempänäkin todetaan, kohdistuu yritysten ja toimijoiden kiinnostus korostetusti Pohjanmaan liiton alueeseen. Vireillä olevien hankkeiden osuus tehomäärin laskettuna täällä on noin 30 % kaikista Suomen hankkeista. Tämän voidaan olettaa kuvaavan myös tuulivoimatuotannon edellytyksiä maakunnan alueella. Edellä mainitut skenaariot voitaisiinkin siirtää liiton skenaarioksi, jonka mukaan valtakunnan tasolla minimiskenaario saavutettaisiin vuoteen 2020 mennessä ja maksimi vuoteen 2030 mennessä. **Täten vuonna 2030 Pohjanmaan maakunnassa olisi asennettuna tehona n. 1 500–1 800 MW tuulivoimaa vastaten yhteensä n. 5 000 GWh/a.**

Varsinaisena maakuntakaavan mitoitusperusteena edellisiä arvoja ei kuitenkaan voida pitää, koska kaavan tulee mahdollistaa myös vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja ja osoitettavilla alueilla saattaa tulla tarkemmissa selvityksissä vastaan ongelmia, jotka myös supistavat aluerajauksia. **Siten tämän selvityksen ja sen jälkeen laadittavan maakuntakaavan lähtökohtaisena mitoituksena esitetäänkin noin kaksinkertaista mitoitusta eli 3 000 MW.** Tehon muuntamista suoraan pinta-alaksi on vaikea arvioida tarkasti, koska voimaloiden tehot vaihtelevat ja niiden pitkän ajan kehitys saattaa olla merkittäväkin. Useimmat toimijat ovat kuitenkin laskeneet hankkeensa 3 MW–5MW:n voi-

maloilla, joten maankäytön suunnittelun näkökulmasta alempaa tehorajaa voidaan hyvin käyttää laskennallisena lähtöarvona. Näin vuonna 2030 Pohjanmaan liiton alueella toimisi noin 500 tuulivoimalaa. Tämä vastaa hyvin myös Teknologiakeskus Merinova Oy:n Pohjanmaan maakuntaan tekemää energiastrategiataavoitteita 2010-2040:

Pohjanmaa julistetaan tuulivoimamaakunnaksi oli sitten kysymys tekniikasta, tietämyksestä tai tuotantopotentiaalista, tuulivoiman hyväksyttävyyttä edistetään ylläpitämällä neutraalia tietoa ja faktaa, tuulivoimatuotannon suunnitteluprosessia yksinkertaistetaan ja nopeutetaan.

Muun kuin tuulivoiman osalta voidaan myös nojata Merinovan tulevaisuuden skenaarioon. Tässä skenaariorissa suurimittakaavainen energiatuotanto Pohjanmaan liiton alueella jatkuu ja liiketoiminta on kansainvälistä ja yli maakuntarajojen tapahtuvaa. Yhtiöt investoivat uuden tekniikan energiantuotantolaitoksiin alueella. Omien polttoaineiden, puun ja turpeen, käyttö yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa korvaa markkinoilta suurelta osin fossiilisen öljyn. Hiilellä on edelleen rooli poikkeustilanteiden turvaavana polttoaineena. Ydinvoimalla on osuutensa Pohjanmaan käytettävissä olevassa energiapaletissa (Pohjanmaan Energiastratogia 2010–2040 / Merinova Oy).

4. TUULIVOIMATUOTANNON NYKYTILA

Pohjanmaan maakunnassa oli vuoden 2012 lokakuun lopussa yhteensä viisi tuulivoimala-aluetta, joilla sijaitti kymmenen voimalaa. Tuulivoimatuotannon kokonais-

teho oli 9,1 MW, joka vastaa noin 4 % Suomen tuulivoimatuotannosta. Nykyiset voimala-alueet on esitetty taulukossa 4 sekä jäljempänä kuvassa 4.

Taulukko 4. Pohjanmaan tuulivoimala-alueet lokakuussa 2012.

Kunta	Laitos	Teho [kW]	Toiminta aloitettu [kk/vv]
Luoto	Fränsviken 1	1 000	06/06
Korsnäs	Korsnäs 1	200	11/91
Korsnäs	Korsnäs 2	200	11/91
Korsnäs	Korsnäs 3	200	11/91
Korsnäs	Korsnäs 4	200	11/91
Närpiö	Öskata 1	750	09/99
Kristiinankaupunki	Kristiina T1	1 000	12/03
Kristiinankaupunki	Kristiina T2	1 000	12/03
Kristiinankaupunki	Kristiina T3	1 000	12/03
Vaasa	Öjen, Sundom	3 600	15/12
Yhteensä		9 100	

5. SUUNNITTEILLA OLEVAT TUULIVOIMA-ALUEET

Suomessa on lokakuussa 2012 vireillä hieman yli 205 tuulivoimapuistohanketta, joiden suunniteltu teho on 8 900 MW. Merelle suunniteltujen hankkeiden osuus on noin 3 000 MW. (Tuulivoimayhdistys 2012).

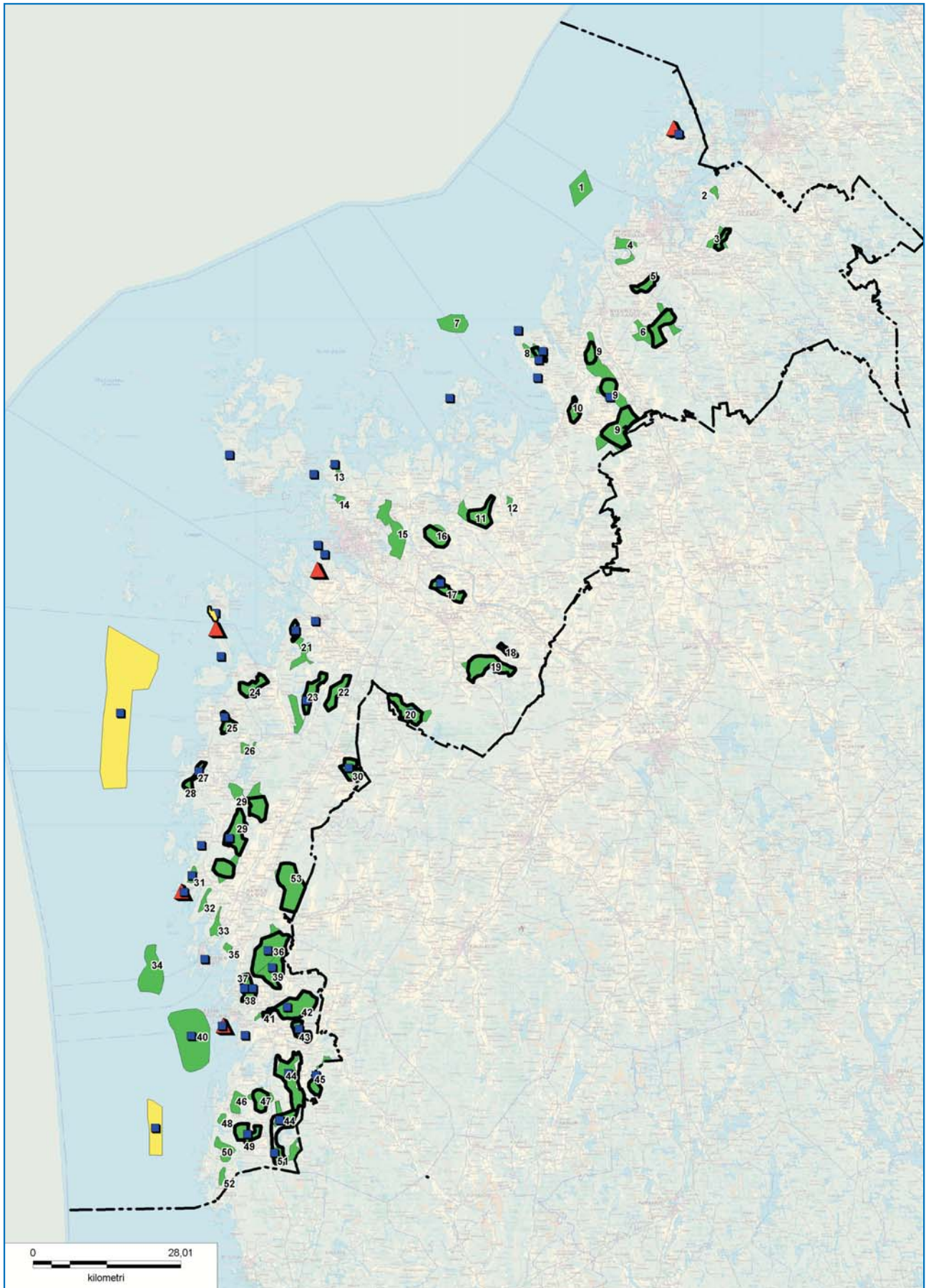
Toteutuessaan nämä hankkeet tuottavat yli 20 TWh/a energiaa, millä vältetään noin 20 miljoonan tonnin CO₂-päästöt. Voimakkain kasvu tulee olemaan vuosina 2014–2016, jolloin rakentamisessa odotetaan päästävän täyteen vauhtiin. Sen jälkeen on mahdollista, että rakentamista hillitsevät tarvittavan rakennuskaluston niukkuus ja mahdollisesti rajallinen tuulienergiasta maksettava hintataso. (Asplund ym. 2009).

Pohjanmaan maakunnassa keväällä 2012 oli suunnittelun eri vaiheissa yhteensä 35 tuulivoimala-aluetta.

Useimmat alueet olivat ympäristövaikutusten arviointi- ja kaavoitusprosessissa. Suunnitteilla olevissa hankkeissa kokonaisteho mantereella (OnShore) oli 663–1 152 MW ja merellä (OffShore) 1 059–1 565 MW. Suomessa vireillä olevista hankkeista noin 30 % sijoittuu Pohjanmaan maakunnan alueelle. Aikaisemmin mainitusta 3 000 MW:n mitoituksellisesta lähtökohdasta voimassa olevat hankkeet kattaisivat noin 2/3. Lisätarvetta on noin 1 000 MW:n tuotantoaluevaraukselle nykyisten hankealueiden ulkopuolelle. Suunnitteilla olevat voimala-alueet on esitetty taulukossa 5 sekä kuvassa 4.

Taulukko 5. Suunnitteilla olevat tuulivoimala-alueet Pohjanmaan liiton alueella keväällä 2012 (Suomen tuulivoimayhdistys ry).

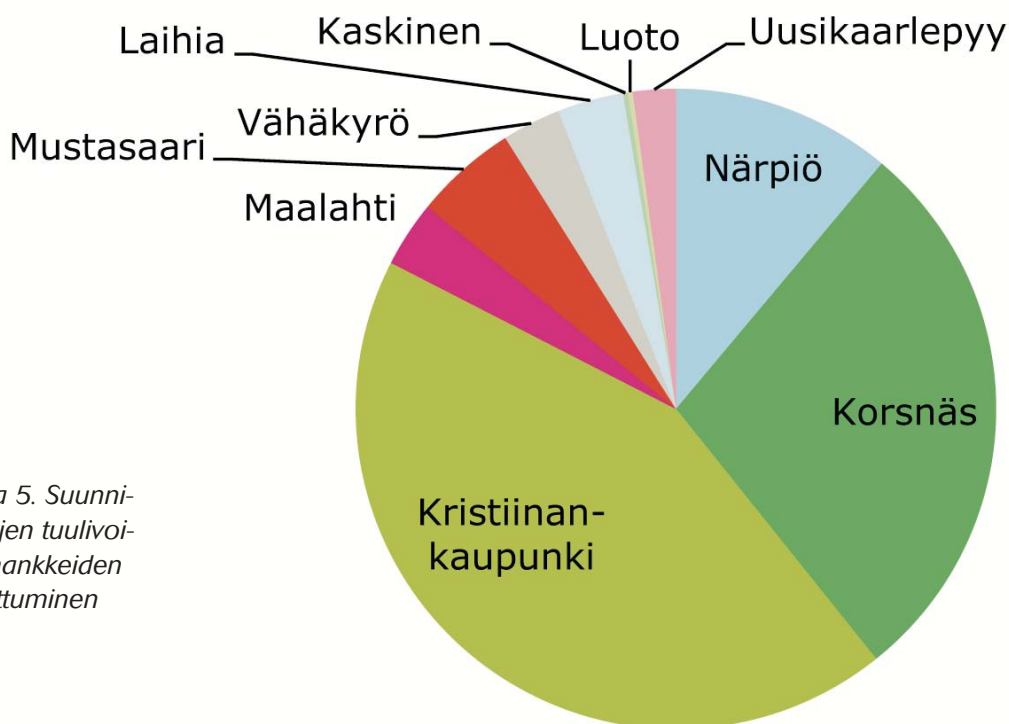
ONSHORE	Yhteensä	1247	2391
Närpiö, Finnsätret	EPV Tuulivoima Oy	12	20
Närpiö, Norrskogen	EPV Tuulivoima Oy	56	140
Närpiö, Öskata	Öskata Vind	1	1
Närpiö, Nämpnäs	SaBa Vind	36	54
Korsnäs, Bredskäret	VS Vindkraft Ab	2	2
Korsnäs, Bredskäret	SaBa Vind	60	90
Korsnäs, Harrström	Smålands Miljöenergi	90	110
Korsnäs, Soptippen	Smålands Miljöenergi	35	50
Kristiinankaupunki, Tiukka	Smålands Miljöenergi	12	22
Kristiinankaupunki, Västervik	Smålands Miljöenergi	38	57
Kristiinankaupunki, Uttermossa	Oy Uttermossan tuulivoimapuisto	18	45
Kristiinankaupunki, Metsälä	EPV Tuulivoima Oy	90	225
Kristiinankaupunki, Lakiakangas ja Lappfjärd	CPC Finland Oy	100	300
Kristiinankaupunki, Vanha Närpiöntie	Innower	18	18
Kristiinankaupunki, Karhusaari	Innower	5	21
Kristiinankaupunki, Lappfjärd	Suomen Hyötytuuli Oy	100	300
Kristiinankaupunki, Kullen	O2	45	65
Kristiinankaupunki, Peninkylä	O2	150	210
Maalahti, Sidlandet	EPV Tuulivoima Oy	51	86
Maalahti Bergö	Fortum	15	20
Maalahti, Yttermalax	Suomen Hyötytuuli Oy	5	18
Luoto, Fränsviken	Luodon tuulivoimayhtiö	9	9
Mustasaari Raippaluoto	EPV Tuulivoima Oy	110	180
Mustasaari, Fjärdskär	Kansallistuuli	3	4
Mustasaari, Iskmo	Smålands Miljöenergi	5	10
Vähäkyrö	EPV Tuulivoima Oy	40	110
Laihia, Rajavuori	EPV Tuulivoima Oy	75	125
Kaskinen	Pohjanmaan Voima	6	9
Luoto, Fränsviken	Luodon tuulivoimayhtiö	9	9
Uusikaarlepyy, Klubbskatan	Herrfors Katternö	9	9
Uusikaarlepyy, Kantlax	Smålands Miljöenergi	30	60
Uusikaarlepyy, Vexala	Smålands Miljöenergi	12	12
Vaasa, Vaskiluoto	Winside production		
OFFSHORE	Yhteensä	1070	1600
Kristiinankaupunki, Siipyy	Suomen Merituuli	240	400
Kristiinankaupunki / Närpiö	Innower	230	400
Korsnäs	WPD Finland	600	800



Kuva 4. Nykyiset tuulivoimalat (punainen), suunnitellut hankkeet (sininen), vahvistetun maakuntakaavan tuulivoima-alueet (keltainen), tässä selvityksessä tutkitut tuulivoima-alueet (vihreä) ja alustavan kaavaehdotuksen mukaiset alueet (musta reunaviiva).

Hankkeiden lukumäärä ei ole suoraan verrannollinen kunnan pinta-alaan. Selvästi kiinnostavimmalta vaikuttavat eteläiset rannikkokunnat hyvien tuuliolosuhteiden, saariston vähäisyyden sekä rannikon läheisten asuuttomien metsäalueiden runsaan määrän vuoksi.

Suunnitellusta tuulivoimakapasiteetista lähes 40 prosenttia sijoittuu Kristiinankaupunkiin. Myös Korsnäsiin ja Närpiöön tuulivoimaloita on suunniteltu runsaasti (kuva 5).



Kuva 5. Suunniteltujen tuulivoimahankkeiden sijoittuminen

6. MUUT UUSIUTUVAA ENERGIAA KÄYTTÄVÄT LAITOKSET JA HANKKEET

Lähteenä tässä osiossa on käytetty julkaisua: "Uuden energian Pohjanmaa – Pohjanmaan energiastrategia 2010 – 2040", Johan Wasberg, Esa Pekkola, Pohjanmaan liitto 2010.

6.1 PVO- Lämpövoima Oy:n voimalaitos, Kristiinankaupunki

Lämpövoima Ab:n voimantuotantoalueella Kristiinankaupungissa on kaksi sähköntuotantoyksikköä: vuonna 1974 rakennettu öljylauhdevoimalaitos, jonka sähköteho on 210 MW ja vuonna 1989 rakennettu hiililauhdevoimalaitos, jonka sähköteho on 242 MW. Näiden voimalaitosten yhdistetty polttoainetarve vastaa suurin piirtein maakunnan metsien kokonaisvuosikasvua – toisin sanoen 2,1 miljoonaa m³ tai 4,2 TWh.

Ajanjaksolle 2010–2020 suunnitellaan biomassan kaasutuslaitosta 100 MW polttoaineteholla ja suurta monipolttoainelaitosta 500–600 MW polttoaineteholla. Lisääntyvä polttoainetarve saattaa tehdä kannattavaksi rautatien rakentamisen alueelle. Jotta polttoaineen tuonti suuremmilla aluksilla tulisi mahdolliseksi, pitäisi syväväylä voimalaitosalueelle syventää 15 metriin. Nykyiset tieyhteydet Kristiinankaupungin voimalaitokselle mahdollistavat joustavat kuljetukset.

6.2 Alholmens Kraft Ab

Alholmens Kraft Ab:n voimalaitos toimii UPM-Kymmenen tehtaiden yhteydessä Pietarsaareissa. Voimalaitos muodostuu kahdesta yksiköstä: AK1:stä

eli selluloosatehtaan kuorikattilasta ja monipolttoainekattila AK 2:sta, joka otettiin käyttöön vuonna 2001. Voimalan kattiloita lämmitetään puunkuorella, metsähakkeella, yhdyskuntajätteellä ja edelleen mm. biopolttoaineella sekä esilajitellulla jätteellä, turpeella ja kivihiilellä. Voimalaitos on vuosittain tuottanut noin 1 600–1 800 GWh sähköä ja 220–250 GWh kaukolämpöä Pietarsaaren sekä 100–300 GWh prosessihöyryä selluloosatehtaalte. Koska suuri osa Alholmens Kraftin polttoaineista on biomassaa, merkittävä osa hiilidioksidipäästöistä on neutraalia kasvihuonekaasuihin nähden. Alholmens Kraftin hiilidioksidipäästöt fossiilista polttoaineista olivat 1 062 000 tonnia vuonna 2005 ja 768 000 tonnia vuonna 2008.

6.3 Vaskiluodon Voima Oy

Vaskiluodon Voima Oy:n voimalaitos Vaasan Vaskiluodossa suunnittelee tällä hetkellä biopolttoaineen ja turpeen käytön lisäämistä 100–200 MW:n tehoisella kaasuttimella. Turpeen ja biomassan käyttömäärät jakaantuisivat tasan 50/50 %. Nykyisestä kivihiilen käytöstä korvattaisiin 15–30 % näillä polttoaineilla. Kaasuttimen investoinnit toteutuisivat aikaisintaan 2012. Nykyisen laitoksen elinkaaren on kaavailtu päättyvän vuonna 2026, mutta Vaasan kaukolämmön tuotannon varmistamiseksi arvioidaan alueella olevan senkin jälkeen yhdistettyä sähköä ja kaukolämmön tuotantokapasiteettia. Todennäköisesti se pohjautuisi suurimmalta osin uusiutuviin polttoaineisiin.

6.4 UPM-Kymmene Oyj

Kuten muutkin selluloosatehtaat, tuottaa UPM-Kymmenen Pietarsaaren tehtaasuurimman osan energiatarpeestaan mustalipeästä ja muista puupohjaisista polttoaineista. Mustalipeä sisältää ne ligniiniaineet, jotka erotetaan raakapuusta selluloosakuituja tuottaessa. UPM-Kymmenen osuus alueen kasvihuonekaasupäästöistä suhteessa laitosten kokoon ja energian käyttöön on pienehkö. Vuonna 2008 oli UPM-Kymmene Oyj:n hiilidioksidipäästöt fossiilista polttoaineista 30 640 tonnia.

6.5 Muut hankkeet

Alueen kuntien pienkattiloiden puunkäytöstä on kerätty yhteenvetoa taulukkoon 6. Taulukko osoittaa selvästi, että suurten käyttäjien merkitys korostuu siinäkin tapauksessa, että pienkäyttäjien lukumäärän odotetaan merkittävästi kasvavan seuraavan vuosikymmenen aikana. Olettaen, että pienimuotoisen aluelämmityksen rakentaminen lisääntyy esim. asennetulta polttoaineteholtaan tasolle 100 MW–150 MW, on sen osuus kuitenkin nykyisestä ja suunnitellusta biomassan suurimittakaavaisesta käytöstä alle 10 %.

Taulukko 6. Alueen puuenergian käyttö pienkattiloissa (irto - m³).

Kunta	Teho [kW]	Kulutus [irto-m ³ /vuosi]
Vöyri	8500	29 500
Pedersöre	5 720	22 750
Närpiö	2 550	27 300
Kruunupyy	2 510	6 100
Uusikaarlepyy	4 850	22 000
Maalahti	1 480	4 700
Mustasaari	1 550	4 800
Kristiinankaupunki	150	1 200
Luoto	300	800
YHTEENSÄ	27 650	119 150

7 TUULIVOIMASELVITYS

7.1 Selvityksen tavoitteet ja vaiheet

Selvityksen tavoitteena oli tuulivoimatuotantoon parhaiten soveltuvien alueiden tunnistaminen Pohjanmaan maakunnasta sekä teknistaloudelliset että ympäristötekijät huomioiden. Pääpaino tarkasteluissa oli alueiden keskinäisessä vertailussa, ei yksityiskohtaisten ympäristövaikutusten todentamisessa. Nämä tiedot tulevat tarkentumaan myöhemmin, hankkeiden YVA-, kaavoitus- ja lupavaiheissa.

Alueiden valinta tehtiin pääpiirteissä seuraavien vaiheiden mukaisesti:

Vaihe 1.

- Poissulkeva menettely: teknistaloudellisten ja ympäristötekijöiden reunaehtojen määrittely, minkä lopputuloksena saatiin noin 65 reunaehtojen ulkopuolelle jäävää "valkoista" aluetta,
- Edellisistä potentiaalisten alueiden valinta teknistaloudellisen edullisuuden mukaan ja tuloksena saatiin 28 jäljelle jäänyttä parasta aluetta,
- Kohteiden luokitus ja kuvaus

Vaihe 2.

Vaikutustarkastelun täydentämiseksi ja kaavaluonnosvaiheessa saatujen kommenttien perusteella selvitystä täydennettiin. Lisäselvitys koostui seuraavista osioista:

- Linnustovaikutukset
- Vedenalaiset vaikutukset
- Uusien kaavaprosessiin otettujen alueiden arviointi
- Taloudelliset vaikutukset
- Kokonaisvaikutukset
- Natura-arvioinnin tarve
- Finavian lentoestealueet
- Aluekohtaiset näkymäanalyysit

7.2 Tarkastellut ympäristötekijät ja keskeiset epävarmuudet

Selvityksen pääpaino oli tuulivoimatuotannon vaikutuksille herkkien alueiden ympäristötekijöiden ja alueidenkäyttömuotojen kartoittamisessa. Tarkastelu suoritettiin haitallisten vaikutusten esiintymisen todennäköisyyksien arviointina. Mikäli muutoksille herkkiä tekijöitä esiintyy vaikutusalueella, on myös haitallisten vaikutusten esiintymisen mahdollisuus suurempi.

Käytettävissä olevan tiedon ja tarkasteltavien alueiden

ominaispiirteiden vuoksi soveltuvuuden arvioinnissa ja alueiden keskinäisessä vertailussa huomioitiin mahdollisia vaikutuksia etenkin seuraaviin tekijöihin:

- maisema- ja kulttuuriperintö,
- luonnonympäristöt (suojelualueet, merikotka, uhanalaiset lajit, linnusto),
- asumisviihtyisyys ja virkistyskäyttö.

Tarkasteltujen tekijöiden lisäksi tuulivoimaloista voi aiheutua vaikutuksia myös muilla tavoin sekä välittömästi että välillisesti. Tekijöitä, joita alueiden soveltuvuuden vertailussa ei tässä yhteydessä käsitelty, mutta jotka hankekohtaisissa tarkasteluissa tulee ottaa huomioon, ovat mm. sähkökaapeleiden ja -linjojen sekä mahdollisten uusien teiden rakentamisen vaikutukset eri tekijöihin kuten asutukseen, maisemaan, alkupe räiseen luontoon.

Keskeiset syyt rajauksiin olivat:

1. osasta vaikutuskohteista, herkkyydestä ja voimaloiden vaikutuksista ei ollut riittävästi vertailukelpoista tietoa saatavilla (esim. kohteiden luontotyyppi) ja
2. tässä vaiheessa ei ollut mahdollista arvioida vasta hankesuunnitelmien yhteydessä selviävien teknisten ratkaisujen (esim. voimaloiden, teiden ja sähkölinjojen sijainti) vaikutuksia (esim. lopulliset näkymä-analyysit ja meluvyöhykkeet).

Epävarmuutta vertailuun ja vaikutusten arviointiin toivat myös tehtyjen tarkastelujen yleispiirteisyys ja tarkempien maasto- yms. selvitysten puute. Esimerkiksi muuttolinnustoon kohdistuvien vaikutusten luotettavuampi arviointi edellyttäisi käytettävissä olleita tietoja yksityiskohtaisempia selvityksiä lintujen muuttoreiteistä ja kerääntymisalueista. Yksityiskohtaiset tiedot suunnittelualueiden sisältä olivat myös vähäiset, kyselyyn vastanneiden tahojen tietoihin perustuvia. Siten esim. tiedot virkistykseen kannalta merkittävistä kalliomaisemista, uhanalaisista luontotyypeistä ja lajeista ovat puutteellisia.

Tarkastelun yleispiirteisyydestä johtuen selvityksessä on noudatettu tiettyä varovaisuutta siten, että mahdollisuus haitallisten vaikutusten esiintymiseen on vähentänyt soveltuvuutta maakuntakaavavaraukseksi. Tästä periaatteesta huolimatta hankekohtaiset tarkastelut tuovat lisää uusia näkökohtia, jotka heikentävät yksittäisten alueiden soveltuvuutta tuulivoimarakentamiseen. Toisaalta hankekohtaiset inventoinnit voivat osoittaa

voimaloiden täsmäsijoittelun mahdollistavan rakentamisen kohteille, jotka yleispiirteisessä tarkastelussa ovat vaikuttaneet soveltumattomilta paikoilta.

7.3 Soveltumattomien alueiden analyysi

Selvityksen ensimmäisessä vaiheessa etsittiin ne alueet, jotka soveltuvat huonosti tai eivät sovellu lainkaan maakuntakaavan tuulivoima-alueiksi. Paikkatietoaineistoista kerättiin kohteet ja alueet, joilla tuulivoimatuotanto on todennäköisesti ongelmallista eli ympäristövaikutukset ovat todennäköisiä tai mahdollisia.

Selvityksessä päädyttiin huomioimaan neljän eri luokan soveltumattomat alueet (ns. EI-ALUEET):

- lait ja säädökset estävät rakentamisen (esim. perustetut suojelualueet tai lentokentän suoja-alueet),

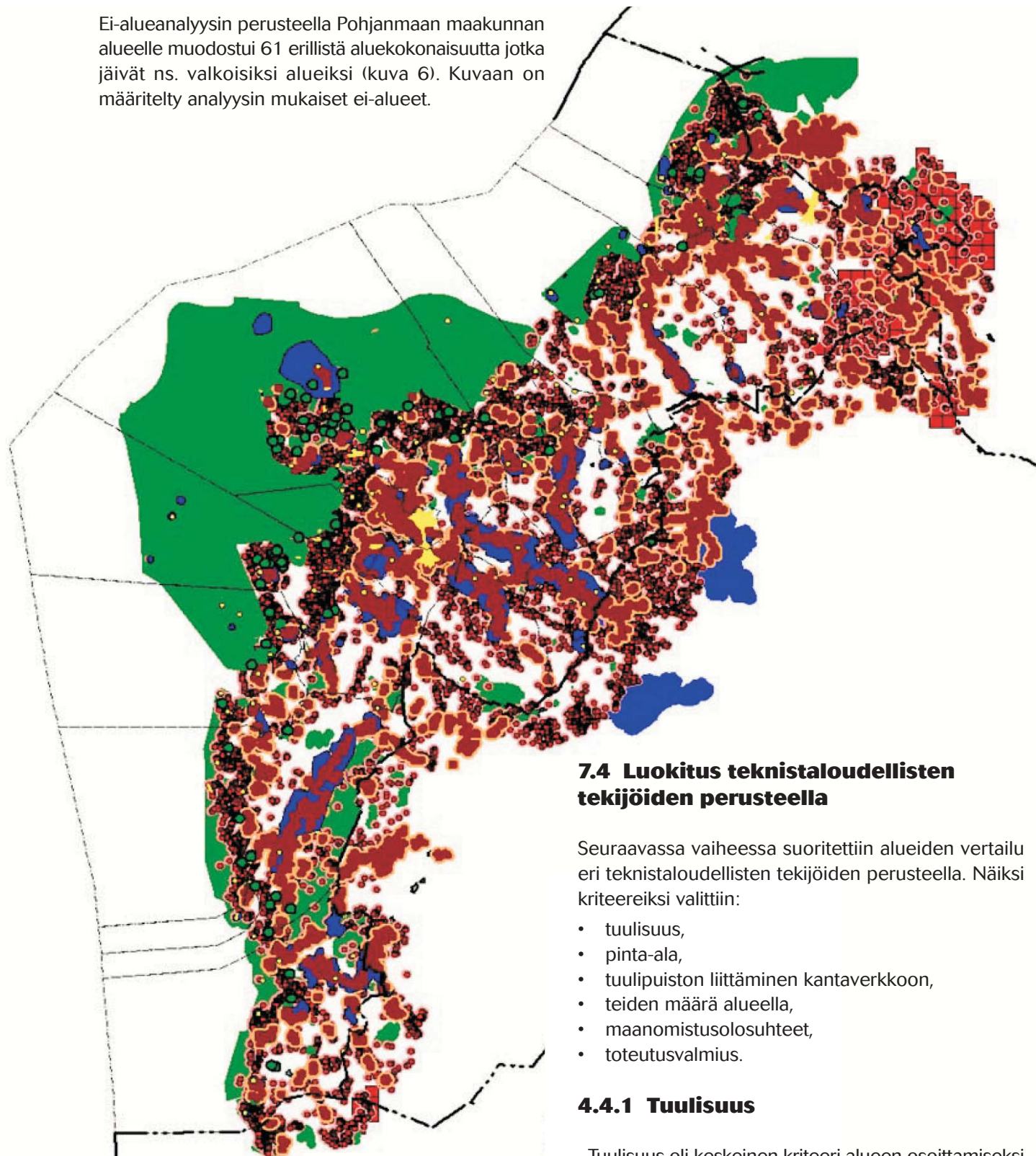
- riski merkittävien ympäristövaikutusten esiintymiseen on suuri (esim. asutus, tärkeät lintualueet),
- tiedossa oli jo etukäteen, että tässä työssä käytössä oleva aineisto ei ole riittävä alueiden osoittamiseksi tuulivoimatuotantoon (esim. Natura-alueet, maisema-alueet),
- teknistaloudelliset kriteerit eivät täyty (esim. tuulisuus, maaperän rakennettavuus).

Varovaisuusperiaate edellytti myös, että soveltumattomille alueille määrättiin tietyt puskurit eli suojavyöhykkeet. Nämä on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tuulivoimatuotannolle herkkien alueiden ja riskialttiiden maankäyttömuotojen määrittely (ns. Ei -alueanalyysin aineisto).

AINEISTO	PUSKURIN LEVEYS
Natura-alueet	500 m
Suojeluohjelma-alueet	200–500 m
Harjut	100 m
Pohjavesialueet	100 m
Arvokkaat kalliot ja muut geologiset kohteet	100 m
Maailmanperintöalue	500 m
IBA ja FINIBA	500 m
Perinnebiotoopit	100 m
Taajamat, kylät ja pienkylät (YKR)	1 000 m
Asunnot em. ulkopuolella	1 000 m
Valtakunnallisesti ja alueellisesti arvokkaat maisema-alueet	500 m
Arvokkaan rakennetun kulttuuriympäristön kohteet (RKY 2009)	500 m
Virkistysalueet maakuntakaavassa	500 m
Virkistyskohteet maakuntakaavassa	500 m
Lentokentät ja niiden suoja-alueet	500 m
Heikkotuuliset alueet (keskituuli < 6 m/s)	

Ei-alueanalyysin perusteella Pohjanmaan maakunnan alueelle muodostui 61 erillistä aluekokonaisuutta jotka jäivät ns. valkoisiksi alueiksi (kuva 6). Kuvaan on määritelty analyysin mukaiset ei-alueet.



Kuva 6. Tuulivoimatuotannolle herkkien alueiden ja riskialttiiden maankäyttömuotojen esiintyminen Pohjanmaalla (soveltumattomien alueiden analyysin tulos, taulukossa 7 kuvattujen maankäyttömuotojen sijainti).

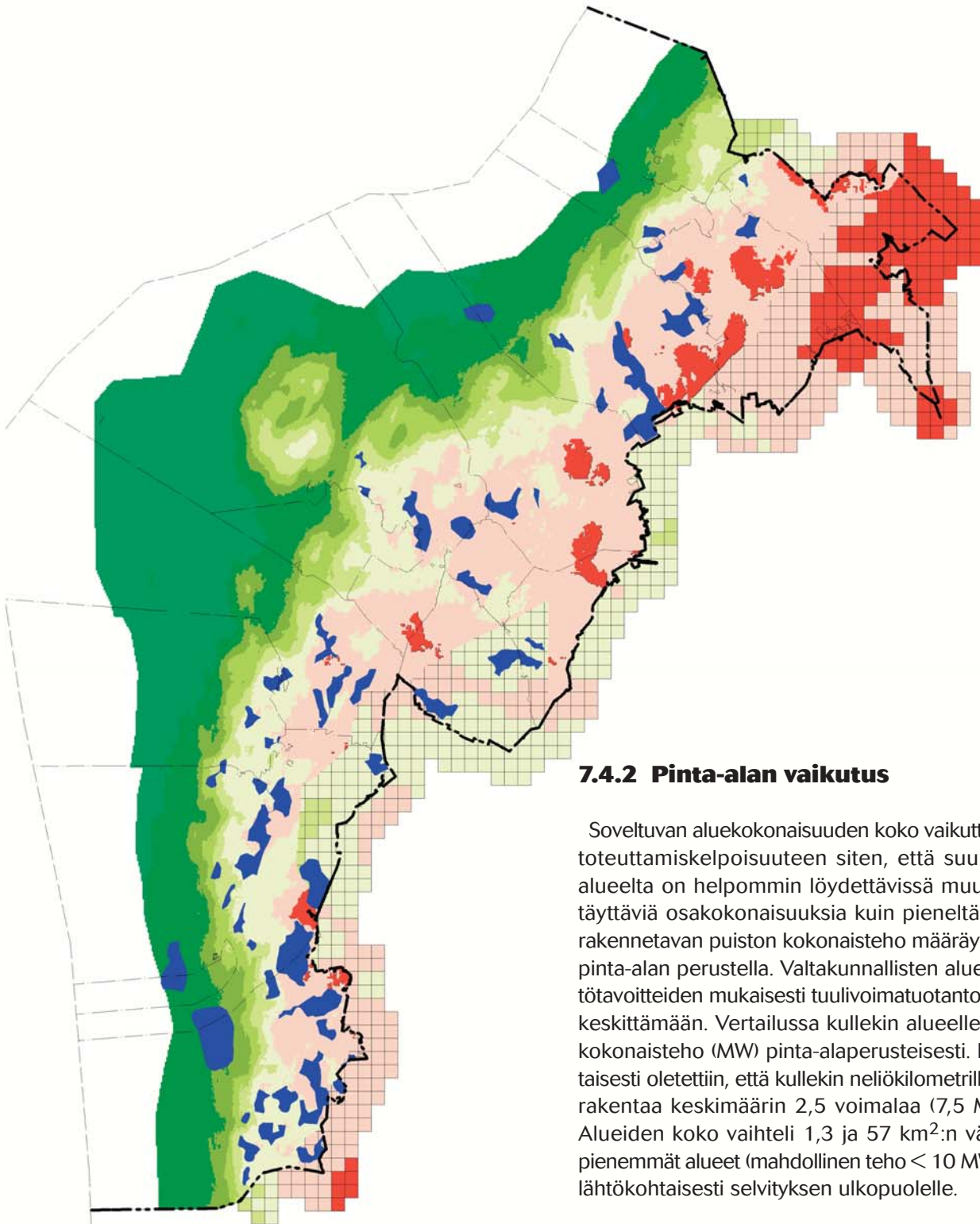
7.4 Luokitus teknistaloudellisten tekijöiden perusteella

Seuraavassa vaiheessa suoritettiin alueiden vertailu eri teknistaloudellisten tekijöiden perusteella. Näiksi kriteereiksi valittiin:

- tuulisuus,
- pinta-ala,
- tuulipuiston liittäminen kantaverkkoon,
- teiden määrä alueella,
- maanomistusolosuhteet,
- toteutusvalmius.

4.4.1 Tuulisuus

Tuulisuus oli keskeinen kriteeri alueen osoittamiseksi tuulivoimatuotantoon. Tuulisuutta tutkittiin sekä tuulen nopeuden että tuotto-oletuksen osalta. Alueiden keskinäisessä vertailussa käytettiin muuttujina tuuliatlasaineistosta saatua vuoden keskituulennopeutta sekä 3 MW:n voimalan tuotto-odotusta 100 metrin korkeudella 250 metrin ruuduittain. Alueiden vuotuinen keskituuli vaihteli 6-7,2 m/s välillä (kuva 7). Heikotuu-lisemmat alueet (alle 6 m/s) rajattiin lähtökohtaisesti selvitysalueiden ulkopuolelle.



Kuva 7. Tutkittujen alueiden jakautuminen tuulisuusvyöhykkeille (vuotuinen keskituuli 100 m korkeudella). Vyöhykkeiden väri vaihtuu 0,5 m/s välein (vaihteluväli alle 6 m/s – yli 8 m/s). Kuvassa näkyvillä myös tarkemman tuulisuusaineiston (ruudun koko 250 x 250 m) raja-alueet. Tumman vihreä = yli 8 m/s ja punainen = alle 6 m/s.

7.4.2 Pinta-alan vaikutus

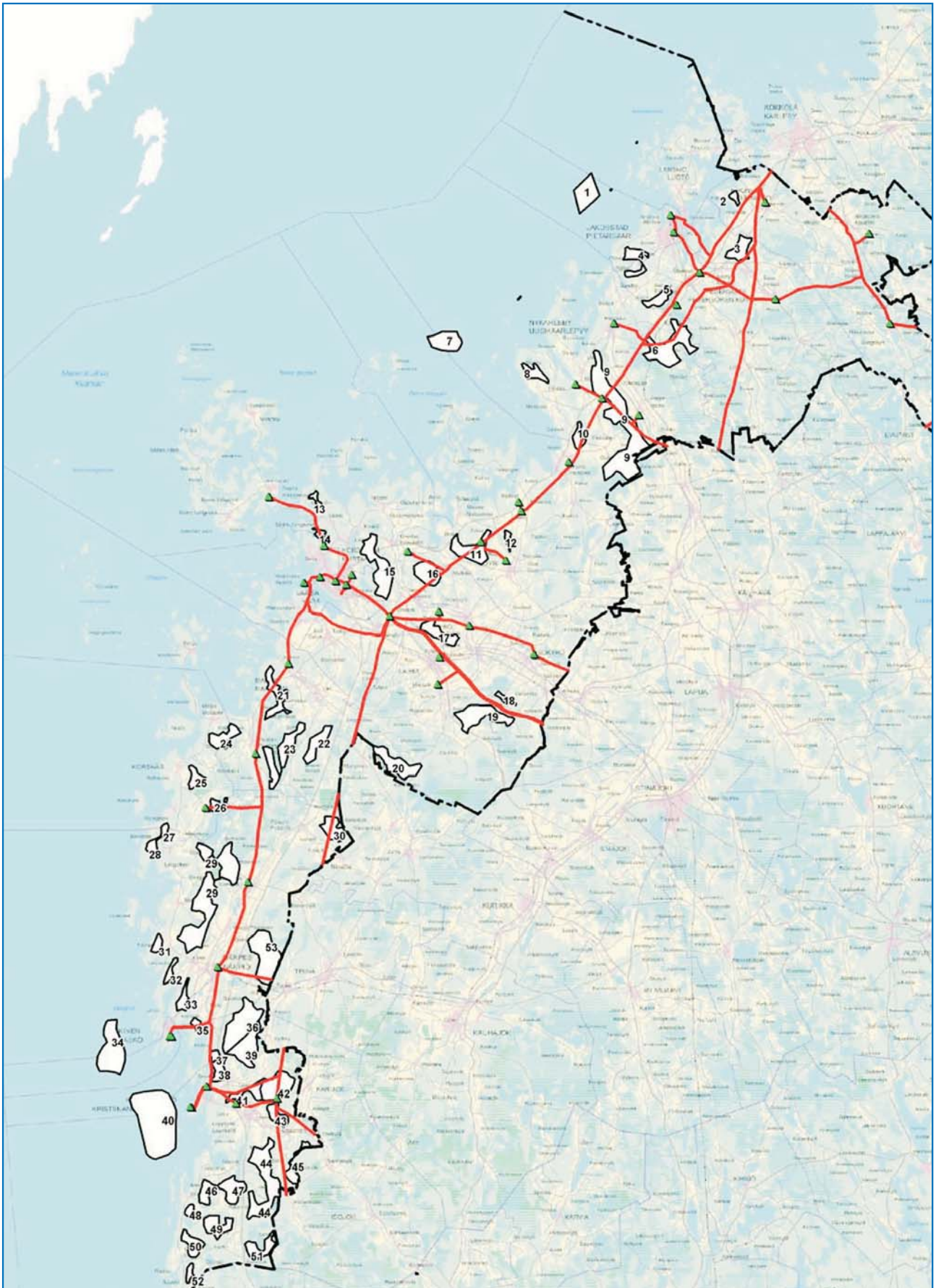
Soveltuvan aluekokonaisuuden koko vaikuttaa alueen toteuttamiskelpoisuuteen siten, että suuremmalta alueelta on helpommin löydettävissä muut kriteerit täyttäviä osakokonaisuuksia kuin pieneltä. Alueelle rakennettavan puiston kokonaisteho määräytyy pitkälti pinta-alan perustella. Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaisesti tuulivoimatuotantoa pyritään keskittämään. Vertailussa kullekin alueelle laskettiin kokonaisteho (MW) pinta-alaperusteisesti. Lähtökohteisesti oletettiin, että kullekin neliökilometrille voidaan rakentaa keskimäärin 2,5 voimalaa (7,5 MW/km²). Alueiden koko vaihteli 1,3 ja 57 km²:n välillä. Tätä pienemmät alueet (mahdollinen teho < 10 MW) jätettiin lähtökohtaisesti selvityksen ulkopuolelle.

7.4.3 Tuulivoimapuiston liittäminen kantaverkkoon

Selvityksessä tuulivoimala-alueen liittäminen kantaverkkoon tutkittiin laskemalla etäisyys sekä nykyiseen verkkoon että sähköasemaan.

Uusien voimaloiden liittäminen periaatteet ovat seuraavat (Fingrid / konsultille 13.4.2010 luovutettu PP -esitys):

Kuvassa 8 on esitetty Pohjanmaan alueen johtoverkko (yli 110 kV) ja sähköasemat.



Kuva 8. Alueen johtoverkko ja sähköasemat suhteessa tutkittuihin tuulivoimala-alueisiin.

Alustava selvitys liityntäpaikoista on liitteenä 2 (Fingrid / lausunto 7.9.2010).

Liityntä 400 kV jännitteiseen verkkoon, kun

- tuulivoimapuisto ≥ 250 MW
- tuulivoimapuisto 100–250 MW ja tuulivoimapuistoa ei ole verkkotekniset näkökulmat huomioiden järkevää liittää 110 kV verkkoon

Liityntä 110 kV jännitteiseen verkkoon, kun

- tuulivoimapuisto 100–250 MW ja tuulivoimapuisto on verkkotekniset näkökulmat huomioiden järkevää liittää 110 kV verkkoon
- tuulivoimapuisto ≤ 100 MW (verkon siirtokyvyn riittävyys on tarkistettava).

7.4.4 Alueen teiden määrä

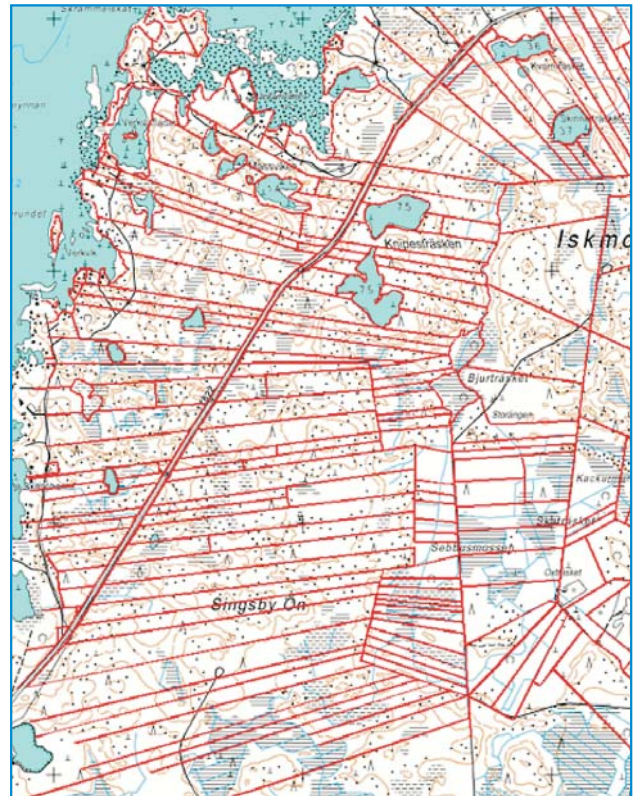
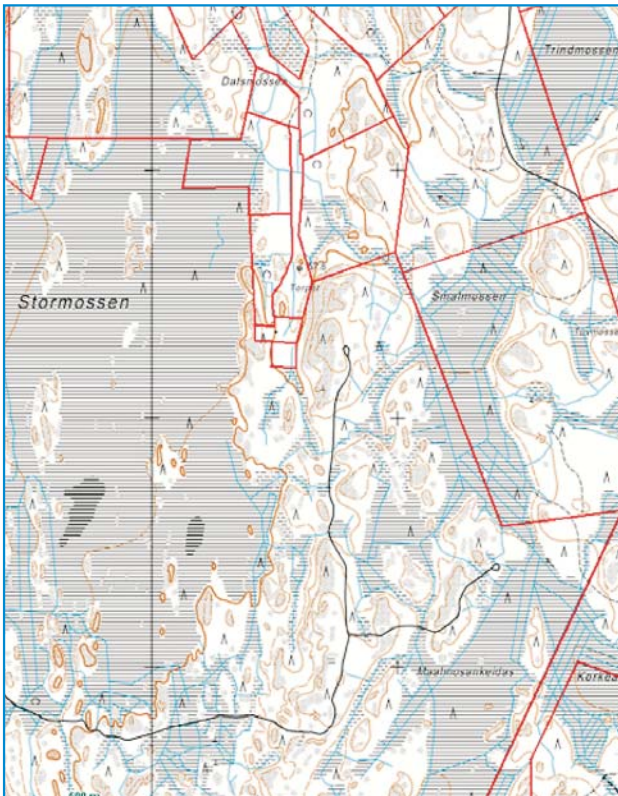
Tuulivoimala-alueen tiestön osalta toteutettavuuteen vaikuttavat sekä alueelle pääsy että alueella liikkuminen.

Jokaiselle voimalalle tulee olla tai sille tulee rakentaa metsäautotie -luokkainen yhdystie, jolla on kantavuuden lisäksi rakennusaikaisia vaatimuksia pituus- ja pystygeometrian osalta. Selvityksessä onkin otettu yhdeksi kriteeriksi yhdystieverkon määrä alueiden vertailemiseksi. Vertailussa käytettiin teiden määrää neliökilometrillä.

7.4.5 Maanomistusolosuhteet

Suurten kiinteistökokojen alueella voimaloiden sijoittaminen sekä maanvuokrasopimusten tai maakauppojen toteuttaminen on selvästi helpompaa kuin pienten kiinteistöjen alueella. Alueiden keskinäinen vertailu toteutettiin maanmittauslaitokselta saadun tilakiinteistöjen määrätiedon avulla. Tämän arvioitiin kuvaamaan riittävän luotettavasti myös maanomistajien määrää. Kullekin alueelle laskettiin indeksi maanomistuksen keskittyneisyydelle (tilarajojen määrä/km²).

Kuvassa 9 on esitetty esimerkki kiinteistötiheyden huomattavista eroista tutkimusalueilla.



Kuva 9. Kuvaesimerkit maanomistuksen jakautumisesta.

7.4.6 Toteutusvalmius

Toteutusvalmiudella tarkoitetaan tässä selvityksessä suunnitteilla tai rakenteilla olevan tuulivoimapuiston tilannetta. Mitä pitemmällä suunnittelu- ja selvitystyö on, sitä varmempaa tietoa alueelta on saatavilla ja siten epävarmuustekijät voidaan huomioida paremmin.

Toteutusvalmiuden osalta alueet voivat olla seuraavissa vaiheissa:

- aluetta harkitaan tutkittavaksi,
- alueella on käynnistetty YVA tai vastaava selvitys,
- alueella on käynnistetty yleiskaavoitus (tai asemakaavoitus) tuulivoimatuotantoa varten,
- YVA tai kaavaprosessit ovat valmiit,
- tekninen suunnittelu ja/tai toteutus ovat käynnissä.

Konkreettisen hankkeen käynnistäminen alueella kuvastaa teknistaloudellisten lähtökohtien edullisuutta toimijan kannalta katsottaessa. Ennen edellä mainittuihin vaiheisiin siirtymistä on yleensä tehty ainakin alustavat sopimukset maanomistajien kanssa ja yleensä myös esiselvitykset vaikutusriskeistä. Hankkeen käynnistäminen on siten vahva osoitus monien tuotannon käynnistämisedellytysten täyttymisestä. Tällä perusteella suunnitellut hankealueet lisäsivät alueen edullisuutta teknistaloudellisessa vertailussa.

Tutkituista 61:sta alueesta valittiin selvityksen ensivaiheessa teknistaloudellisten kriteereiden perusteella 28 parasta aluetta jatkotarkasteluun. Selvityksen toisessa vaiheessa, kaavaluonnoksesta saatujen näkemysten perusteella otettiin 24 uutta aluetta tarkastelemaan.

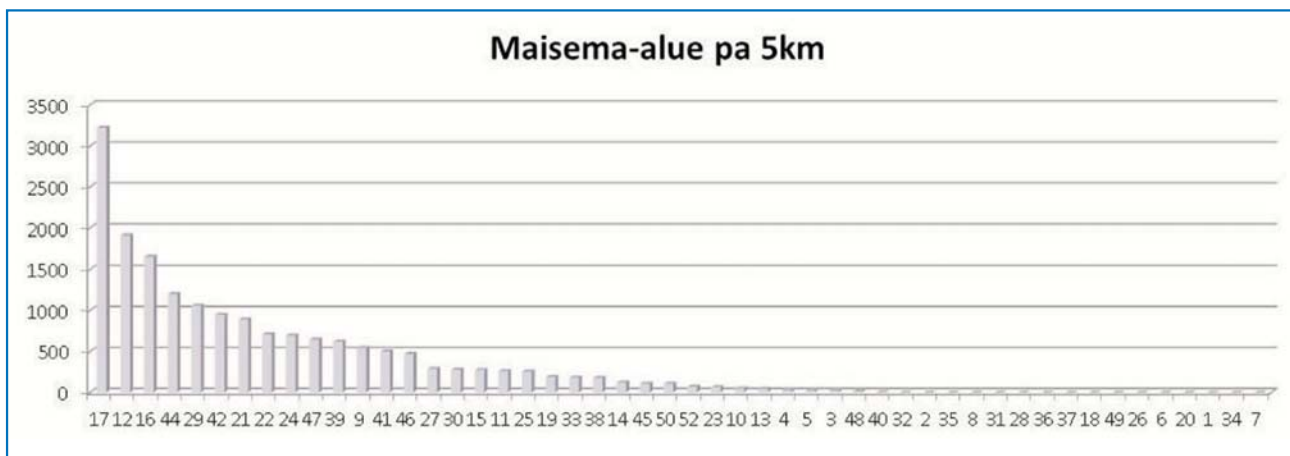
7.5 Luokitus ympäristövaikutusriskin perusteella

Vertailun ja kohteiden luokittelun avuksi kehitettiin ns. ympäristövaikutusriski / MW-indeksi. Laskenta tehtiin seuraavien muuttujien avulla:

- asuntojen määrä lähialueella (< 2 km),
- arvokkaiden maisema-alueiden pinta-ala näkymäalueella (< 5 km),
- asuntojen määrä näkymäalueella (< 5 km),
- luonto- ja virkistyskohteiden määrä alueen lähialueella (< 1 km),
- uhanalaisten ja harvalukuisten lajien (mm. liito-oravat, harvalukuiset petolinnut) määrä alueen sisällä,
- merikotkien ja kalasääskien pesäpaikat lähialueella (< 3 km),
- rikkonaisten saaristoalueiden ja järvien määrät visuaalisella lähivälialueella (< 5 km),
- sijoittuminen tarkasteltujen lintulajien päämuuttoreiteille.

Indeksi laskettiin jakamalla em. muuttujien arvot alueelle mahtuvien voimaloiden määrällä. Alueet luokiteltiin kunkin muuttajan perustella neljään luokkaan indeksin suuruuden mukaan. Alueen kokonaisindeksi saatiin laskemalla yhteen sijoitukset kunkin muuttujan suhteen ilman painotuksia luokkien välillä. Indeksien suuruus on sitä suurempi mitä todennäköisemmin merkittäviä vaikutuksia esiintyy.

Seuraavissa kaavioissa on esimerkit alueiden eroavaisuuksista eri tekijöiden suhteen.



Kuvat 10 ja 11. Esimerkit alueiden eroavaisuuksista eri tekijöiden suhteen. Yläkuvassa niiden, alle 5 km:n etäisyydellä sijaitsevien huviloiden ja asuntojen määrät, joille voimalat näkyvät. Alakuvassa alle 5 km:n etäisyydellä sijaitsevien arvokkaiden maisema-alueiden pinta-ala, joille voimalat näkyvät. Vaakaakselilla alueiden numerot (kts. taulukko 8).

7.6 Suositeltavat tuulivoima-alueet

7.6.1 Maatuulivoima-alueet

Tutkitut maatuulivoima-alueet jaoteltiin edellisessä osiossa esiteltyä ympäristövaikutusriski-indeksiä apuna käyttäen neljään luokkaan:

Luokka A

Ensisijaisesti suositeltava alue, riski merkittäville ympäristövaikutuksille on pieni,

Luokka B

Toissijaisesti suositeltava alue, alue soveltuu varauksin maakuntakaavan tuulivoimaa-alueeksi,

Luokka C

Ympäristövaikutuksiltaan riskialtis alue tai ympäristövaikutukset vaativat lisäselvityksiä tai suunnittelua.

Luokka A/C tai A/B

Supistetulla aluerajauksella joko ensisijaisesti tai toissijaisesti suositeltava alue.

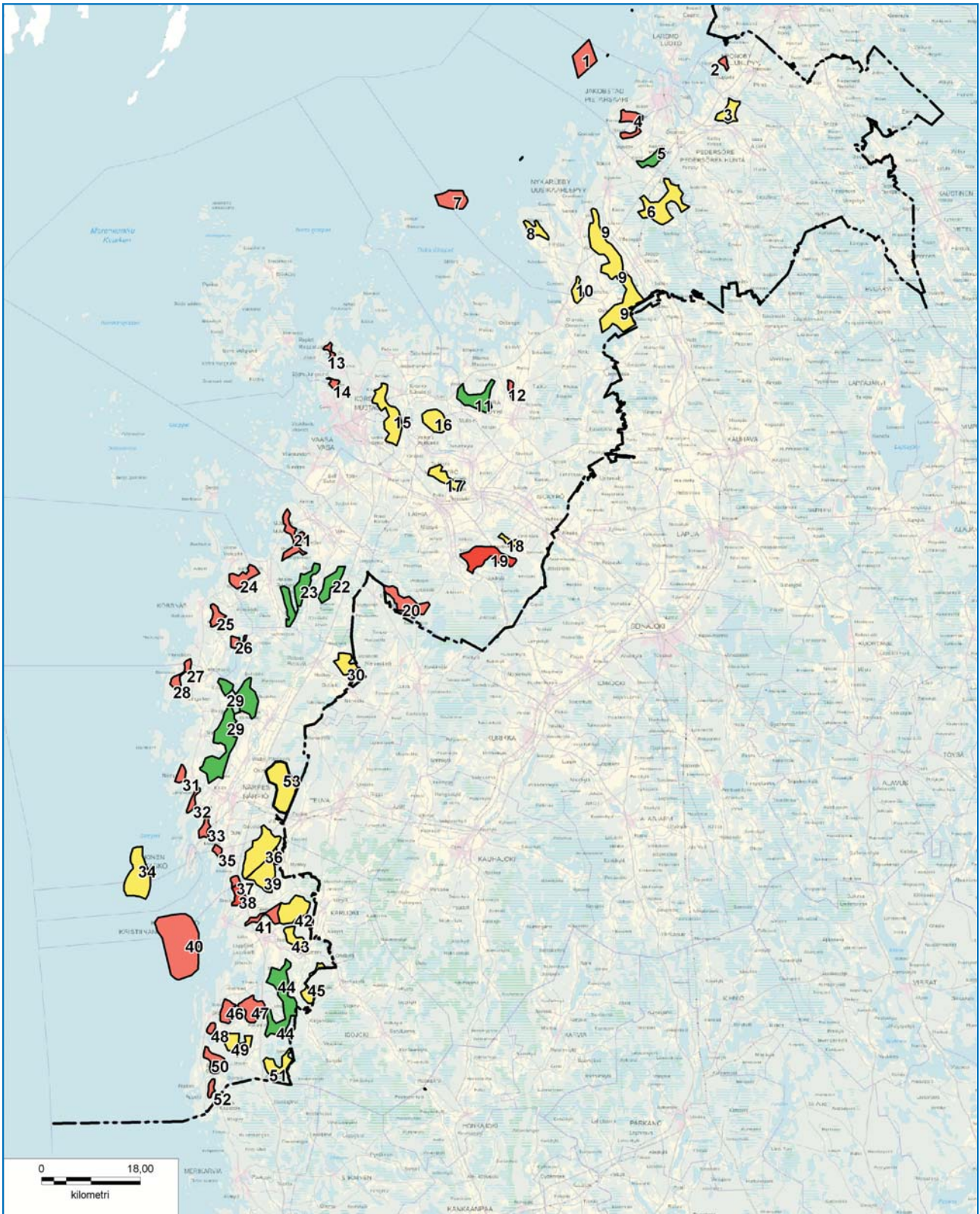
Huomioitava on, että selvityksellä ei tutkittu varsinaista alueiden soveltuvuutta tuulivoimatuotantoon, vaan pyrittiin löytämään teknistaloudellisesti soveliaita alueita, joilla merkittävien vaikutusten ilmenemisen todennäköisyys olisi vähäisin. Todellisten vaikutusten esiintyminen, merkittävyys ja muut toteutuskelpoisuuteen vaikuttavat tekijät selviävät vasta hankkeiden eri suunnitteluvaiheissa. Luokittelu kohteiden osalta on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Tutkitut alueet, perustiedot ja vaikutusriski-indeksi (mitä suurempi luku, sitä suurempi on vaikutusten todennäköisyys).

Alue nro	KUNTA	ALUEEN NIMI	LUOKITUS	Pinta-ala (km ²)	Vuotuinen keski-tuuli (m/s)	Tuotto-odotus / 3 MW (MWh)	Pot. Teho (MW)	Pisteiden summa
1	PIETARSAARI	PIETARSAAREN EDUSTA	C	16,3	8,8	12419	122	3
2	KRUUNYPYY	HÄSTÖ	c	2,2	7,1	8267	16	19
3	PEDERSÖRE	LÅNGSKOGEN	B	10,4	6,3	6087	78	16
4	PIETARSAARI	FÄBODA	c	9,4	7,0	7784	71	15
5	PEDERSÖRE	STORMOSSEN	A	7,5	6,6	6887	57	11
6	UUSIKAARLEPPY	LÅNGMOSEN	B/C	29,8	6,3	5933	224	5
7	UUSIKAARLEPPY-VÖYRI	MIKKELINSAARET	c	15,4	8,9	12665	115	6
8	UUSIKAARLEPPY	MONÄS	B/C	7,3	7,8	9929	55	14
9	UUSIKAARLEPPY	BJÖRKBÄCKEN	B/C	68,3	6,9	7667	512	12
10	UUSIKAARLEPPY-VÖYRI	GUNILACK	B	6,1	7,1	8123	46	15
11	VÖYRI	SÖDESKOGEN	A/C	18,3	7,3	8536	137	14
12	VÖYRI	LÅLAX	c	2,2	7,3	8696	16	19
13	MUSTASAARI	ISKMO	c	2,4	8,0	10318	18	24
14	MUSTASAARI	JUNGSUND	c	2,5	7,5	9144	19	21
15	MUSTASAARI	SIDLÄNDET	B/C	25,1	6,9	7656	188	15
16	MUSTASAARI	BOBACKEN	B/C	13,8	7,2	8296	104	13
17	VÄHÄKYRÖ	TORKKOLA	c	11,4	7,2	8209	86	17
18	ISOKYRÖ	NAARAJOKI	B	3,2	6,7	7058	24	8
19	ISOKYRÖ	KATTIHARJU	A/C	23,2	6,7	6943	174	6
20	LAIHIA	RAJAVUORI	c	18,3	6,2	5814	137	5
21	MAALAHTI	SIDLÄNDET	c	13,4	7,5	8940	101	18
22	MAALAHTI	TAALI	B	12,2	6,4	6227	91	10
23	MAALAHTI	FLATBERGEN	A	21,8	6,6	6688	163	9
24	KORSNÄS	MOIKIPÄÄ	c	11,1	7,3	8463	83	17
25	KORSNÄS	POIKEL	c	5,9	7,3	8595	44	25
26	KORSNÄS	PULKAR	c	3,1	6,9	7635	23	16
27	NÄRPIÖ	BLACKSNÄS	c	3,6	7,7	9687	27	20
28	NÄRPIÖ	TÖJBY	c	3,4	8,1	10455	26	19
29	NÄRPIÖ	NORRSKOGEN	A/C	58,0	7,0	7874	435	12
30	NÄRPIÖ	PILKBÄCKEN	B/C	9,9	6,8	7361	74	10
31	NÄRPIÖ	NÄMPNÄS	c	3,9	8,2	10655	29	20
32	NÄRPIÖ	TJÄRLAX	c	3,7	7,9	9936	28	26
33	NÄRPIÖ	BOSKOGEN	c	5,2	7,5	9215	39	22
34	KASKINEN-NÄRPIÖ	KASKISEN EDUSTA	B	30,1	8,9	12432	226	5
35	NÄRPIÖ	PJELAX	c	2,1	7,7	9564	16	23
36	NÄRPIÖ	SVEDAN	B/C	29,8	6,8	7156	223	15
37	NÄRPIÖ	SVALSKULLA	c	2,4	7,2	8281	18	24
38	KRISTIINANKAUPUNKI	GILLERMOSSEN	c	6,9	7,1	7870	52	26
39	KRISTIINANKAUPUNKI	LÅNGMARKEN	B	19,4	6,5	6607	145	17
40	KRISTIINANKAUPUNKI	KRISTIINANKAUPUNGIN I	c	68,8	8,6	11748	516	9
41	KRISTIINANKAUPUNKI	TIUKKA	c	7,9	6,5	6539	59	23
42	KRISTIINANKAUPUNKI	PENINKYLÄ	B	19,7	6,3	6110	148	17
43	KRISTIINANKAUPUNKI	KULLEN	B	7,6	6,2	5892	57	21
44	KRISTIINANKAUPUNKI	METSÄLÄ-NORRVIKEN	A/C	35,7	6,2	5574	268	15
45	KRISTIINANKAUPUNKI	LAKIAKANGAS	B	6,5	6,2	5653	49	16
46	KRISTIINANKAUPUNKI	HENRIKSDAHL	c	7,0	7,0	7789	52	22
47	KRISTIINANKAUPUNKI	ARSTU	c	13,0	6,3	6183	98	18
48	KRISTIINANKAUPUNKI	SKOÄNG	c	2,2	7,8	9797	17	27
49	KRISTIINANKAUPUNKI	VÄSTERVIK	B	12,2	6,5	6676	91	11
50	KRISTIINANKAUPUNKI	SIIPPY MANNER	c	9,3	7,0	7699	70	15
51	KRISTIINANKAUPUNKI	KALLTRÄSK	B	10,6	6,3	5991	80	10
52	KRISTIINANKAUPUNKI	APPELÖ	c	2,8	7,3	8641	21	22
53	NÄRPIÖ	BREDÅSEN	B	30,7	6,9	7270	230	7

Kohteiden luokitusta ei ole tehty suoraan vaikutusriskiindeksin perusteella vaan siihen ovat vaikuttaneet myös eri vaikutustekijöiden painotukset ja myös indeksin laskennan huomioimattomat tekijät. Esimerkiksi Laihia Rajavuori on luokassa C vaikka vaikutusriskiindeksi on toiseksi pienin johtuen mahdollisista lentoesterajoituksista ja Natura-vaikutuksista. Toisena esi-

merkinä mainittakoon Pietarsaaren edustan merialue joka on luokassa C pienestä indeksistä huolimatta, johtuen sijoittumisesta laivaväylän lähestymisalueelle. Merenkulun turvallisuuden huomioiminen todennäköisesti pienentää oleellisesti tuulivoimaloille soveliaan alueen pinta-alaa. Tutkitut alueet ja niiden luokitus on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Tutkitut alueet ja niiden luokitus (Vihreä A tai AC, keltainen B tai BC ja punainen C).

7.6.2 Erityiskohteet

Edellä kuvattujen laajojen maalle sijoittuvien kohteiden lisäksi löytyy tarkastelualueen ja nykyisten tuulivoimala-aluevarausten ulkopuolelta useita pienempiä tuulivoimalalle soveltuvia alueita. Valtakunnallisten alueiden käyttötavoitteiden mukaisesti kuitenkin on suositeltavaa voimaloiden keskittäminen useamman voimalan yksiköihin. Tällöin myös vaikutukset kohdentuvat rajatummille alueille. Useimpien vaikutuskohteiden osalta vaikutusten määrä ei ole suoraan verrannollinen voimaloiden määrään. Tällöin suurimmat vaikutukset muodostuvat ensimmäisestä voimalasta.

Poikkeuksen muodostavat jo muutoin voimakkaasti rakennetut, maisemakvaltaan muuttuneet kohteet. Tällaisia tuulivoimatuotantoon suositeltavia kohteita ovat etenkin sellaiset laaja-alaiset teollisuusalueet ja satama-alueet, joille sijoittuu laajalti maisemaa muokkaavia, korkeita rakenteita ja teollinen toiminta on luonteeltaan sellaista, joka estää herkkien maakäyttömuotojen kuten asutuksen sijoittumisen alueen välittömään läheisyyteen.

Pohjanmaalla näitä erityiskohteita ovat:

- Kristiinankaupungin satama- ja teollisuusalue,
- Kaskisen satama- ja teollisuusalue,
- Vaasan Vaskiluodon satama- ja teollisuusalue,
- Pietarsaaren satama- ja teollisuusalue.

Kohteiden käyttöönottoa puoltavat myös tarvittavan infrastruktuurin läheisyys ja kohteiden rannikon läheisen sijainnin vuoksi hyvät tuuliolosuhteet. Vaikutusriskiä toisaalta kasvattavat alueiden sijoittuminen herkkien saaristokohteiden läheisyyteen. Vaikutusten merkittävyyteen vaikuttaa ratkaisevasti se, kuinka voimat voidaan sijoittaa suhteessa nykyisiin maisemakuvaa muuttaviin rakenteisiin. Parhaimmillaan voimat "sulautuvat" olemassa olevaan teollisuusmaisemaan ja pahimmillaan laajentavat teollisuusalueen visuaalista vaikuttavuutta uusille, maisemakvaltaan eheänä säästyneille alueille. Vaikutusten arvioinnissa on huomioitava myös sijoittuminen tuulivoimalle herkkien lintujen, kuten merikotkan, suosimille muuttoreiteille.

7.6.3 Merituulivoima-alueet

Pohjanmaan rannikolle laadittiin merituulivoimalaselvitys vuonna 2002 osana laajempaa selvitystä (Ympäristöministeriö ym. 2002. Tuulivoimatuotannolle soveliaat alueet Perämeren ja Merenkurkun rannikko- ja merialueella). Tutkituista laajoista merikohteista kuusi sijoittuu Pohjanmaan rannikolle.

Selvityksen lopputuloksena maakuntakaavalliseen jatkosuunnitteluun suositeltiin seuraavat kohteet:

• Mustasaaren Raippaluoto	25 MW
• Maalahti Bergö	25 MW
• Korsnäsin edusta	2 000 MW
• Kristiinankaupungin Siipyyn edusta	400 MW
• Kristiinankaupungin Siipyyn mannerranta	25 MW

Siipyyn mannerrannan kohdetta lukuun ottamatta alueet on esitetty vahvistettavana olevassa maakuntakaavassa.

Maakuntakaavan tuulivoima-alueiden lisäksi merituuvoiman rakentamista tutkitaan YVA- ja kaavoitusmenettelyn avulla Siipyyn edustalla kaava-rajasta laajemmalla alueella sekä Kristiinankaupungin edustalla kahdella erillisellä alueella. Em. ympäristöministeriön ja maakuntaliittojen selvitykseen alueita ei tutkittu. Varovaisuusperiaatteiden mukaisesti tutkittavilta alueilta edellytettiin mm. pitkä, 5-8 km:n etäisyyttä lähimpään asutukseen ja sijoittumista suojelualueiden ulkopuolelle. Em. hankealueilla reunaehdot eivät kaikilta osin täytyneet. Selvityksen kriteereiden mukaisessa tarkastelussa mantereen läheiset alueet sopisivat huonosti ja uloimmat osat varauksin maakuntakaavan tuulivoimala-alueiksi. Huomattavaa on, että myös aiemman selvityksen tavoitteena oli maakuntakaavan tuulivoimala-alueiden ja parhaiten tuulivoimatuotantoon sopivien alueiden etsintä, ei kokonaan soveltumattomien alueiden osoittaminen. Selvityksessä todetaan että: "Hankekohtaiset investoinnit voivat osoittaa voimaloiden täsmäsijoittelun mahdollistavan rakentamisen kohteille, jotka yleispiirteisessä tarkastelussa ovat vaikuttaneet soveltumattomilta paikoilta."

Aiemman selvityksen kriteeristöt tarkastettiin tässä selvityksessä ja tutkittiin voisiko jotkut alueet nousta suositeltaviksi tuulivoimala-alueiksi mahdollisesti muuttuneiden olosuhteiden ja tekniikan kehityksen myötä. Mitään tällaista oleellista muutosta lähtökohdissa ei ole kuitenkaan tapahtunut. Esim. tarkasteltu tuulivoimalakoko (3-5 MW) ja maksimisyvyys (20 m) ovat edelleen hyviä ja suositeltavia lähtökohtia. Sähköverkon tuleva vahvistuminen ja suurjännitelinjaston laajeneminen lisäävät joidenkin alueiden teknistaloudellista edullisuutta, mutta ei muuta kokonaistarkastelun lopputuloksia. Kokemukset tuulivoimarakentamisesta Suomen merialueen haastavissa jääolosuhteissa ovat vieläkin hyvin vähäisiä, eikä merkittäviä teknistaloudellisten reunaehtojen tarkastusta ole mielekäästä tehdä.

Mikäli uusia tuulivoimala-aluevarauksia haluttaisiin "löytää" liiton merialueelta, se edellyttäisi ympäristö-

vaikutuksiin liittyvien reunaehtojen uudelleen määrittelyä ja lieventämistä. Esimerkiksi em. asutukselle asetetun 5-8 km:n vähimmäisetäisyyden supistaminen 3 km:iin toisi tarkastelun piiriin runsaasti tuulisia, sopivan matalia rannikko-osuuksia samalla lisäten tiheään asutetulle saaristomaisemalle ja esim. meri-

kotkalle kohdistuvia vaikutuksia. Tällaisen selvityksen tarve määräytyy pitkälti siitä millaisiin pitkän tähtäimen tuotantotavoitteisiin alueella pyritään.

Alla olevassa taulukossa 9 on esitetty maakuntakaavan tuulivoima-alueet.

Taulukko 9. Pohjanmaan maakuntakaavan tuulivoima-alueet.

Kunta	Alue	Tyyppi	Pinta-ala [km ²]
Maalahti	Bergö	Maatuuli	1,8
Korsnäs	Korsnäs	Merituuli	180
Kristiinankaupunki	Siipyy	Merituuli	25,4

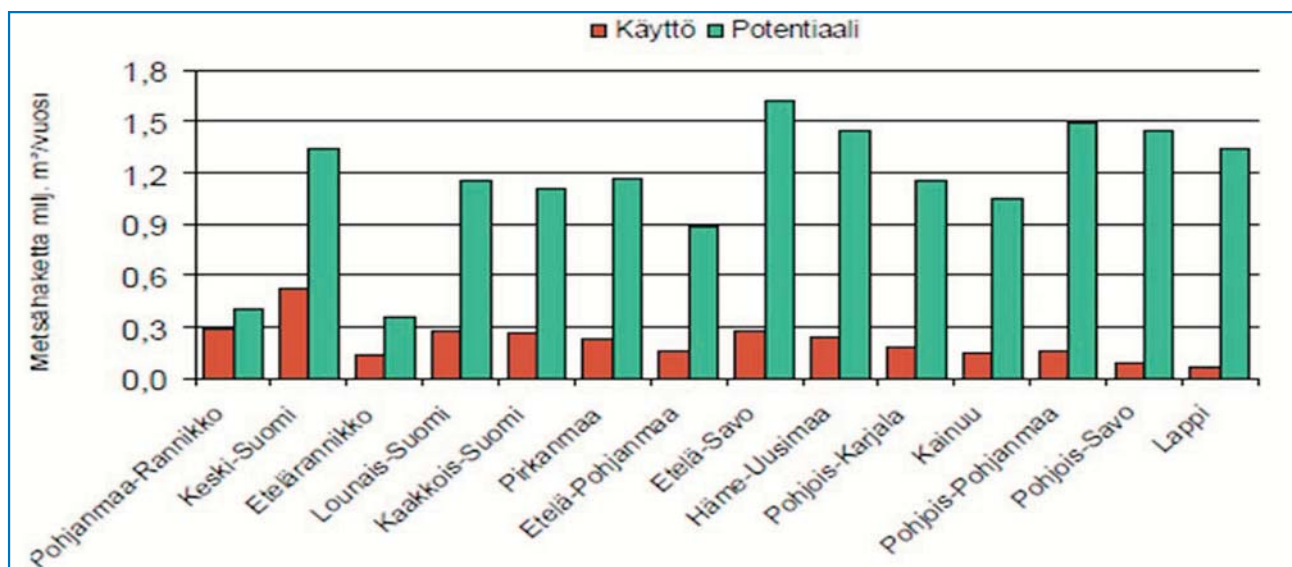
8. MUUT UUSIUTUVAT ENERGIAMUODOT

8.1 Lähtökohdat

Vuonna 2005 uusiutuvan energian osuus Suomessa oli 28,5 % loppukulutuksesta ja vuodelle 2020 tavoite on 38 %. Asetetun tavoitteen saavuttaminen edellyttää uusiutuvan energian käytön merkittävää kasvattamista. Toisaalta on myös kyettävä pitämään primäärienergian ja sähkön kulutuksen kasvu samanaikaisesti mahdollisimman pienenä. EU:n Suomelle asettaman tavoitteen (38 %) saavuttaminen edellyttää uusiutuvan energian käytön lisäämistä noin 40 TWh:lla vuoteen 2005 verrattuna.

8.2 Bioenergia (pl. turve)

Suomessa metsähake muodostaa suurimman käytettävällisen biomassavaran. Metsähakkeen teknistaloudellisen potentiaalin on arvioitu olevan noin 32 TWh. Vuonna 2007 metsähakkeen käyttö oli lämpö- ja voimalaitoksissa noin 2,7 milj. m³ (noin 5,4 TWh). Metsäteollisuuden sivutuotteet tullaan jatkossakin hyödyntämään täysin. Kuvassa 11 "Pohjanmaa-Rannikko"-alueelta saatava metsähakkeen käyttö vastaa jo nyt vuositasolla kutakuinkin sen potentiaalia. Metsien



Kuva 13. Metsähakkeen käyttö ja korjuupotentiaali lämpö- ja voimalaitoksissa v. 2006 (Tapio, METLA).

vuotuinen kasvupotentiaali asettaa siis kestävän kehityksen periaatteen mukaisen hyödyntämiskrajan tämän vuosikasvun käytölle. Merkittävimmät metsähakkeen kasvupotentiaalit sijoittuvatkin sisämaahan.

Pohjanmaan maakunnan metsien kokonaisvuosikasvun arvioidaan olevan n. 2,1 miljoonaa kuutiometriä tai 4,2 TWh. Mikäli tämä vuosikasvu hyödynnetään kokonaisuudessaan energiantuotannossa, vastaa tämä PVO Lämpövoima Ab:n Kristiinankaupungin kahden sähköntuotantoyksikön (210 MWe öljylauhe ja 242 MWe hiililauhe) vuotuista polttoainetarvetta.

8.3 Jätteet ja kierrätyspolttoaineet

Suomessa jätteiden energiakäyttö on ollut vähäistä lähinnä siksi, että kaatopaikkatilaa on ollut käytettävissä kohtuullisin kustannuksin. Yhdyskuntajätteestä, jota vuonna 2010 syntyi lähes 2,5 Mt, kaatopaikalle sijoitettiin noin 55 %, materiaalina hyödynnettiin n. 33 % ja energiana noin 12 %. EU-lainsäädäntö edellyttää biohajoavan ja polttokelpoisen jätteen kaatopaikkasijoituksen merkittävää vähentämistä (käytännössä lopettamista) vuoteen 2016 mennessä. Suomessa on pitkään ollut toiminnassa vain yksi jätteenpolttolaitos (Turku, käytössä vuodesta 1975). Vuosina 2007 ja 2008 valmistuivat ja otettiin käyttöön Kotkan ja Riihimäen syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä energiantuotannossa hyödyntävät laitokset.

Parhailtaan Suomeen rakennetaan uusia syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä ja kierrätyspolttoaineita hyödyntäviä energiantuotantolaitoksia (CHP -laitoksia) mm. Mustasaareen, pääkaupunkiseudulle, Lahteen ja Ouluun. Biomassaa sisältävien jätteiden energiayhdyntämisen odotetaan lisääntyvän selvästi lähivuosina. Suunnitelmissa on rakentaa ko. polttoaineen hyödyntämiseen energiantuotantolaitoksia mm. Riihimäelle (laajennusyksikkö), Pietarsaareen, Tampereelle, Poriin ja Turkuun. Näiden laitosten yhteinen jätteenpolttokapasiteetti on n. 1,5 – 1,8 Mt/a ja vastaava energiantuotantopotentiaali n. 5 - 6 TWh/a.

Mustasaari, Westenergy Oy Ab

Westenergy Oy Ab on rakentamassa syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä polttoaineena hyödyntävää sähköä ja lämpöä tuottavaa laitosta (CHP) Stormossenin jätteenkäsittelykeskuksen alueelle Mustasaareen. Polttoaine (n. 150 000 – 160 000 t/a) tähän CHP -laitokseen kerätään yli 50 kunnasta Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan alueilta. Kun laitos on valmis v. 2013 alussa, tulee se toimittamaan

noin 230 GWh kaukolämpöä Vaasan Sähkön kaukolämpöverkkoon. Tuotettu kaukolämpö vastaa noin 1/3 nykyisestä kaukolämpötarpeesta Vaasassa ja Mustasaaressa. Westenergy Oy Ab:n tuottama kaukolämpö korvaa kaukolämpöä, joka aikaisemmin on tuotettu raskaalla polttoöljyllä ja kivihiehellä. Westenergy Oy Ab:n tuottama sähkö, noin 85 GWh vuodessa, menee Vaasan Sähkölle ja vastaa noin 5 % yhtiön nykyisestä sähkönhankinnasta. Laitoksen tekninen käyttöikä on n. 25 - 30 vuotta, joten laitos muodostaa kulmakiven ko. polttoainejakeen hyödyntämiseen Pohjanmaan liiton alueella aina n. vuoteen 2040.

8.4 Maalämpö, sedimenttilämpö ja lämpöpumput

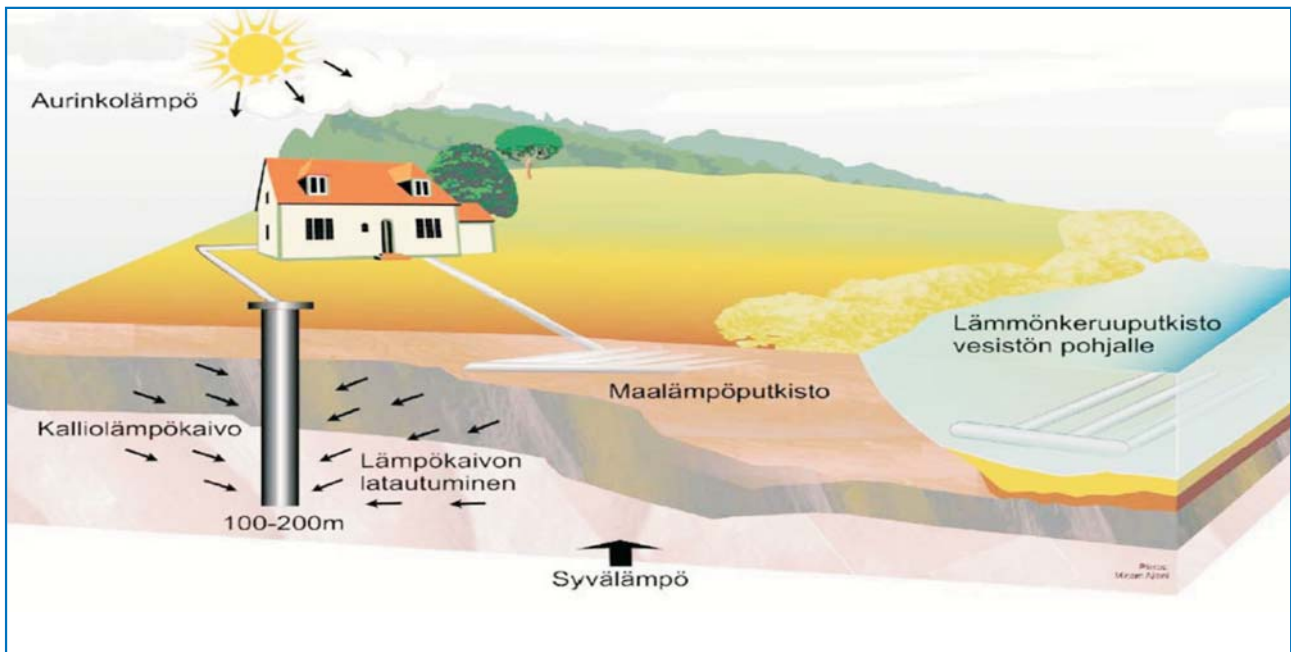
Muita mahdollisia energialähteitä ovat esimerkiksi geotermisen- ja maalämpö sekä sedimenttilämpö. Suomessa on tällä hetkellä asennettuna n. 50 000 kallio- tai maalämpöjärjestelmää ja vuotuiset asennusmäärät kasvavat voimakkaasti. Esimerkki uudesta maahan varastoituneen lämmön hyödyntämismenetelmästä on verkostomainen sedimenttilämpöä hyödyntävä lämmitysratkaisu, joka otettiin käyttöön Vaasan asuntomessuilla vuonna 2008. Geotermisen lämmön tekninen potentiaali Pohjanmaalla on 130 PJ eli 36,1 TWh/a (Lampinen 2006). Tämä on n. 18-kertainen laskennalliseen maakunnan rakennuskannan lämmöntarpeeseen nähden.

Maa- ja kallio- sekä sedimenttilämpöä voidaan hyödyntää useista eri lähteistä:

- maaperästä (irtaimet maalajit), jolloin energia on pääosin peräisin auringosta (tyypillisesti pienkohteita),
- kallioperästä (kiteinen kallioperä),
- matalista porakaivoista 50–200 m, energia myös pääosin auringosta ja edelleen pieni lisä myös geotermisestä lämmöstä (suurten energiatarpeiden ratkaisu),
- olemassa olevista tunneleista tai suljetuista kaivoksista,
- vesimassoista ja järvi- sekä merisedimenteistä, syvistä kalliorei'istä (ns. geotermisistä rei'istä korkean lämpötilagradientin kallioperäalueilla, ei Suomessa).

Aluerakentajat ja energiayhtiöt eri puolilla Suomea ovat huomioineet maalämmön hyödyntämisen mahdollisuudet uusien pientaloalueiden lämpötalouden järjestämisessä (esim. Tuusula, Nupurinkartano, Vaasa, jne.).

Kuvassa 14 on esitetty maa- ja kallio- sekä sedimenttilämmön pääasialliset lähteet.



Kuva 14. Kallio-, maa- ja sedimenttilämmön lähteet (GTK / Geofoorumi –lehti 1/2008).

Kaikki edellä mainitut ratkaisut edellyttävät lämpöpumpun kytkemistä kokonaisratkaisuun.

8.5 Aurinkoenergia

Globaalisti on arvioitu, että yhdessä tunnissa maapallolle tuleva auringon säteilyenergia vastaa ihmiskunnan vuodessa kuluttamaa energiamäärää. Tästä potentiaalista kyetään tällä hetkellä hyödyntämään vain murto-osa. Suomen aurinkoenergiamarkkinat ovat tällä hetkellä EU-maiden pienimmät ja lähtövolyyymi on hyvin alhainen (noin 0,01–0,03 % globaalista kapasiteetista).

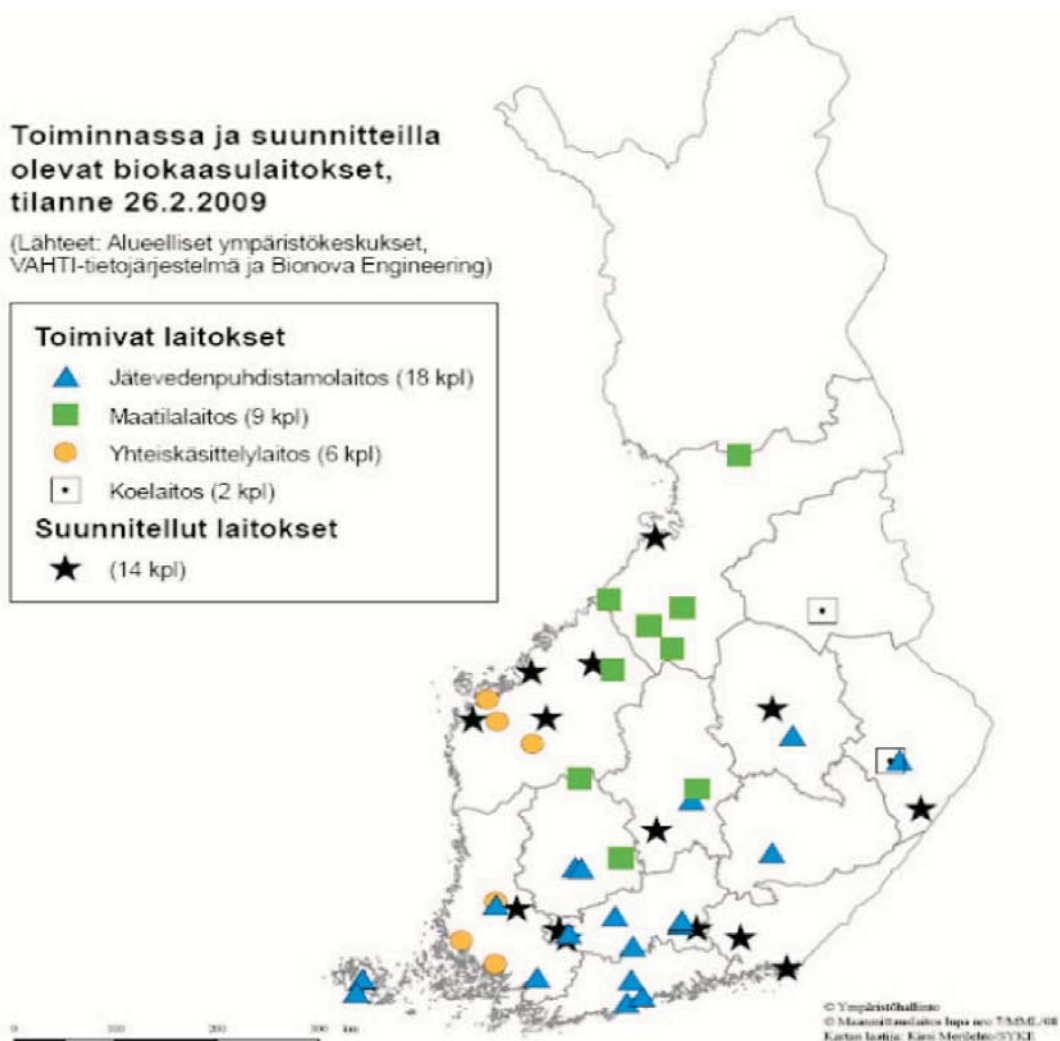
Valtakunnallisena mittavana tavoitteena on, että aurinkosähkön tuotanto kasvaa vuoteen 2020 mennessä tasolle n. 160 - 170 MW (n. 120 – 130 GWh/a) ja aurinkolämpö tasolle n. 250 MW (n. 130 GWh/a). Aurinkolämpökapasiteetti voisi siten olla luokkaa n. 18 -kertainen ja aurinkosähkö n. 33 -kertainen vuoteen 2007 verrattuna. Kasvun lähtöoletta on, että aurinkoenergian tuottaminen on taloudellisesti täysin kannattavaa, mikä edellyttää käytännössä julkista tukea ja merkittävää markkinoiden avaamista (mm. koulutusta, informaatiota).

Karkeasti arvioiden Pohjanmaan sähkön kulutusta vastaava määrä sähköä voitaisiin tuottaa noin 26

km²:llä aurinkopaneelia (hyötysuhde 10 %). Tämä 26 km² vastaa noin 1,9 prosenttia maakunnan peltopinta-alasta. Aurinkosähkön käytännön potentiaalın suuruutta valaisee myös seuraava laskelma: mikäli asuinrakennuksista valitaan ne, joiden katot suuntautuvat etelään (oletus 40 % taloista) ja niiden katoille asennetaan aurinkopaneelit, joiden tuotto olisi keskimäärin 2850 kWh/a, niin sähköä syntyisi 2,3 prosenttia maakunnan vuoden 2004 kulutuksesta. Aurinkoenergialla voi olla siis roolinsa myös lämmöntuotannossa. Koko maakunnan rakennuskannan lämmöntarvetta vastaava määrä lämpöä voitaisiin tuottaa aurinkokeräimillä, joiden yhteispinta-ala olisi noin 4,3 km². Keskimäärin aurinkokeräimiä tulisi olla 96 m² asuintaloa kohti.

8.6 Biokaasu

Suomessa toimi vuoden 2008 lopussa jätevedenpuhdistamoilla 18 biokaasulaitosta. Yhteiskäsittelylaitoksia oli toiminnassa 6 ja maatilalaitoksia 9 (kuva 15). Suurten yhteiskäsittelylaitosten konsepti näyttäisi olevan yleistymässä. Näissä laitoksissa voidaan käsitellä yhdessä laadultaan erilaisia lietteitä teollisuudesta ja jätevedenpuhdistuksesta, erilliskerättyä ja esikäsiteltyä biojätettä, kasvibiomassaa sekä maatalouden (mm. sikalat) lietteitä jne.



Kuva 15. Toiminnassa ja suunnitteilla olevat biokaasulaitokset v. 2009 (Alueelliset ympäristökeskukset, VAHTI-tietojärjestelmä 2009).

Pohjanmaan liiton alueella tai sen välittömässä läheisyydessä toimii kolme yhteiskäsittelylaitosta (Ilmajoki, Vaasa ja Laihia) ja alueelle on suunnitteilla neljä erityyppistä ja -kokoista laitosta (Maalahti, Uusikaarlepyy, Kaustinen, Nurmo/Lapua).

8.7 Peltobiomassa

Peltobiomassojen tuotanto- ja käyttö ovat Suomessa vielä alkuvaiheessaan. Suomen peltoala on 2,3 milj. ha (2006) mistä 6,1 % eli 1360 km² sijoittuu Pohjanmaan maakuntaan (Levon instituutti 2004). Viljaa viljellään 1,17 milj. hehtaarilla ja rehunurmikasveja 0,64 milj. hehtaarilla. Runsaan 0,1 milj. hehtaarin viljasato on viety jalostamattomana ulkomaille ja määrä

on vastaava öljykasvien viljelyssä. Kesannon määrä on EU- aikana ollut 10 - 11 % peltoalasta.

Suomessa ravinnon ja rehujen tuotantoon tarvitaan noin 1,7 - 1,8 miljoonaa hehtaaria peltoa. Energiataroituksiin voitaisiin käyttää näin ollen noin 0,5 - 0,7 milj. hehtaaria ilman, että Suomen elintarviketuotanto vaarantuisi (Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos 2006). Tämä viljelyala 500 000 ha, viljeltyä esim. ruokohelvellä ja olettaen satotasoksi 20 MWh/ha, vastaa potentiaalina vuositasolla n. 10 TWh. Suomessa viljellään ruokohelpeä energiakasvina noin 20 000 ha alueella. Valtaosa viljelypinta-alasta on hyvin nuorta. Vuotuiset käyttömäärät voimaloissa ovat vielä hyvin vähäisiä, yhteensä alle 100 GWh. Ruokohelven viljelyala on viime vuosina lisääntynyt nopeasti. Suomen Bio-

energiayhdistys, Finbio, on asettanut viljelyalan tavoitteeksi 150 000 ha vuodeksi 2020, mikä vastaa parhaimmillaan 4,5 TWh vuosittaista energiantuotantoa.

Oljen käyttö polttoaineena on ollut Suomessa hyvin marginaalista. Suomen olkisadoksi on arvioitu noin 2,1 milj. tonnia vuodessa. Tästä kokonaismäärästä noin 20 % voidaan arvioida teknisesti taloudelliseksi potentiaaliksi, eli noin 400 000 t, joka vastaa energiasisällöltään 1,5 TWh.

8.8 Tuulisähkön säätoenergia Pohjanmaalla

Massiivinen tuulivoimatuotanto asettaa painetta sähkönsaannin varmistamiselle tilanteessa jossa tuulivoimatuotanto pysähtyy tai laskee merkittävästi sähkötarvehuipun (talvi) aikana. Talviaikana myös aurinkoenergian saatavuus on vähäistä. Vaikka muut uusiutuvat energialähteet ovatkin käytössä vuoden ympäri, ne eivät tämän selvityksen mukaisessa laajuudessa tule riittämään ko. tilanteessa. Käytännössä ns. säätoenergiana tulee tällöin varmistaa lähinnä ydinenergian saatavuus ja riittävyys myös Pohjanmaan maakunnan tarpeisiin.

8.9 Energiatohokkuuden parantaminen osana energiatasetta

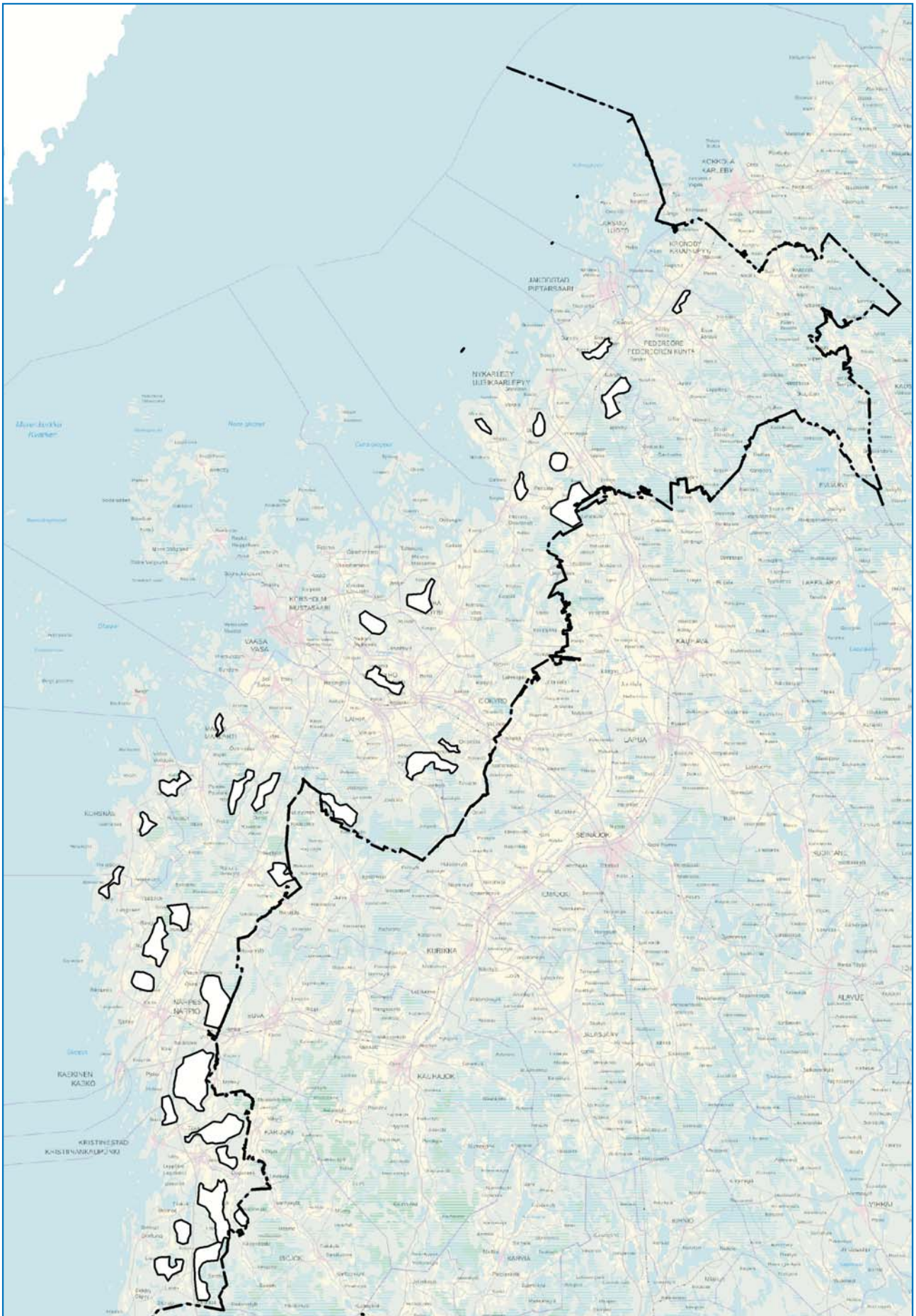
Rakennusten osuus energiankulutuksesta ja hiilidioksidipäästöistä EU:ssa ja Suomessa on 40 %. EU:n alueella liikenteen, rakennusten, palvelujen, pienten teollisuuslaitosten, maatalouden ja jätehuollon pääosin pienet päästölähteet aiheuttavat nykyään noin 60 prosenttia kaikista kasvihuonekaasupäästöistä.

Euroopan parlamentti hyväksyi 18.5.2010 uudistetun rakennusten energiatohokkuutta parantavan direktiivin. Direktiivi tuli voimaan alkukesästä 2010 ja kansallisten säädösten tulee olla valmiina kesällä 2012. Uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2020 loppuun mennessä, myös korjausrakentamiseen tulee energiatohokkuusmääräyksiä. Uuden direktiivin toimilla arvioidaan saavutettavan 5-6 prosentin vähennys EU:n loppuenergian kulutuksessa ja 4-5 prosentin vähennys hiilidioksidipäästöissä vuonna 2020. Suomi siirtyi matalaenergiarakentamisen suuntaan jo vuoden 2010 alusta 30 prosenttia tiukentuneilla rakentamismääräyksillä. Määräyksiä kiristetään edelleen 20 prosentilla vuonna 2012.

9 KOKONAISVAIKUTUKSET

Selvityksessä tarkasteltujen tuulivoimakohteiden vaikutusten arviointi on esitetty kohdekohtaisesti liitteen kohdekorteissa. Tässä luvussa esitetään yhteenvetona valmisteltavana olevaan maakuntakaavaehdotukseen valittujen (28.11.2012) tuulivoimavaraus-alueiden vaikutustarkastelu. Tarkastelussa on yhteensä 34

erillistä tv-alueita, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 460 km² (kuva 16). Alueille on teoriassa mahdollista toteuttaa noin 3600 MW tuulivoimatuotantoa. Tarkastelun lähtökohtana on se, että alueista toteutuisi pitkällä aikavälillä noin puolet (1 500–2 000 MW).



Kuva 16. Kokonaistarkasteluun valitut tuulivoima-alueet (alustava kaavaehdotus 28.11.2012).

Tuulivoimarakentamisen vaikutuksia voivat olla (YM 2012):

- globaalit ympäristövaikutukset (päästöjen väheneminen muualla),
- vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön,
- arkeologiset ja historialliset vaikutukset,
- ekologiset vaikutukset,
- vedenalaiset ja hydrologiset vaikutukset,
- vaikutukset viestintäyhteyksiin (telekommunikaatioon),
- meluvaikutukset,
- vaikutukset elinkeinoihin ja paikalliseen talouteen,
- vaikutukset alueiden käyttöön (asutus, virkistys, liikenne, puolustusvoimat).

Vaihe- ja vaikutusarvioinnin toteuttamisen kokonaisvaikutukset on arvioitu maankäyttö- ja rakennusasetuksen 1 §:ssä esitetyn ryhmittelyn mukaan seuraavasti:

- ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön
- maa- ja kallioperään, veteen, ilmaan ja ilmastoon
- kasvi- ja eläinlajeihin, luonnon monimuotoisuuteen ja luonnonvaroihin
- alue- ja yhdyskuntarakenteeseen, yhdyskunta- ja energiatalouteen sekä liikenteeseen
- kaupunkikuvaan, maisemaan, kulttuuriperintöön ja rakennettuun ympäristöön

9.1 Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja elinympäristöön

9.1.1 Melu ja välke

Viihtyisyyteen voimat voivat vaikuttaa keskeisimmin melun, varjostuksen ja maisemamuutosten kautta.

Tuulivoimalan ääni syntyy roottorilapojen aerodynaamisesta äänestä sekä voimalan koneiston osien aiheuttamasta äänestä. Lapojen pyörimisestä aiheutuva ääni on näistä kahdesta haittavaikutustensa kannalta yleensä merkittävämpi. Lisäksi aerodynaaminen äänen osuus kokonaisäänentuotosta lisääntyy tuulivoimalan koon kasvaessa. Äänen ominaisuudet, kuten voimakkuus, taajuussisältö ja ajallinen vaihtelu, riippuvat tuulivoimaloiden lukumäärästä, niiden etäisyyksistä tarkastelupisteeseen, sekä tuulen nopeudesta ja etenemisestä, ympäröivästä maastosta ja sääoloista. Taustaaäni, kuten tuulen tai aaltojen tuottama kohina, vaikuttaa käyntiäänien kuultavuuteen ja samalla sen synnyttämään häiriövaikutukseen. Pienitaajuisia komponentteja sisältäessään ääni voi edetä pitkiä etäisyyksiä vain vähän vaimentuen. Tuulivoimalan ääni koetaan usein häiritseväksi eli se on melua. Melu koetaan yksilöllisesti, mutta sen vaikutuksella esim. lepoon ja unen saantiin tai sen laatuun on kuitenkin merkittäviä terveyttä heikentäviä vaikutuksia ja tuulivoimaloiden melun on useissa maissa raportoitu aiheuttavan uni-häiriöitä. (YM 2012)

Ympäristöministeriö on antanut suositukset suunnittelussa käytettävistä melun ohjearvoista (taulukko 10). Ne perustuvat pääosin muiden maiden kokemuksiin tuulivoimaloiden tuottaman äänen häiriövaikutuksista ja muissa maissa käytössä oleviin tuulivoimalamelulle annettuihin ohjearvoihin. Tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjearvot ovat riskienhallinnan ja suunnittelun apuväline. Niiden avulla voidaan tunnistaa tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvat alueet.

Taulukko 10. Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot (YM 2012).

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason suunnitteluohjearvot	L_{Aeq} päiväajalle (klo 7–22)	L_{Aeq} yöajalle (klo 22–7)	Huomautukset
• asumiseen käytettävillä alueilla, loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamissa, virkistysalueilla	45 dB	40 dB	
• loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamien ulkopuolella, leirintäalueilla, luonnonsuojelualueilla*	40 dB	35 dB	* yöarvoa ei sovelleta luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä
• muilla alueilla	ei sovelleta	ei sovelleta	

Auringon paistaessa tuulivoimalan takaa voi aiheutua ihmisiä häiritsevää valon ja varjon vilkkumista, jolloin roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon jopa 1-3 kilometrin päähän tuulivoimalasta. Välkevaikutus syntyy sääolojen mukaan, yleensä kuitenkin vain tiettyinä vuorokauden aikoina, eikä läheskään kaikkina vuoden päivinä. Tuulivoimaloiden merkitseminen lentoestevaloilla voi myös aiheuttaa häiritsevää valon ja varjon vilkkumista, mikä koskee lähinnä yli 150 m tuulivoimaloille vaadittavia suuritehoisia valkoisia valoja.

Kaavaehdotuksen alueiden laajuudesta ja sijainnista johtuen suorat melu- ja varjostusvaikutukset on mahdollista ehkäistä jättämällä riittävät, yli kilometrin suojavyöhykkeet asutukseen ja maakunnallisesti tärkeisiin virkistyskohteisiin.

Suojaetäisyyden tarve kuitenkin vaihtelee kohdekohtaisesti ympäristön ja myös sääolojen mukaan. Mm. meluasioita tullaan kuitenkin tarkastelemaan vielä tarkemmin jatkosuunnittelussa, sillä YVA -menettelyssä ja yksityiskohtaisessa kaavoituksessa laaditaan melu- selvitys sekä määritetään sen perusteella meluohjeet hyödyntäen riittävä suojaetäisyys tuulivoimaloille. Tavoitteena on, että melun aiheuttama haittavaikutus estyy tai minimoituu ja sen katsotaan minimoituvan, kun suunnitteluohjeet alittuu melulle häiriintyvissä kohteissa. Tämän toteutuminen ei kuitenkaan takaa sitä, että kaikissa tapauksissa tuulivoimalan ääni ei olisi hetkittäin kuultavissa. Tarvittaessa YVA -menettelyssä tai yksityiskohtaisessa kaavoituksessa selvitetään myös tuulivoimaloiden varjostus- ja välkevaikutuksia laskennallisesti.

Paikallisesti merkittävien lähiulkoilukohteiden viihteyttä voimalat voivat heikentää. Todennäköisyyttä tällaisiin vaikutuksiin lisää voimaloiden sijoittaminen tyypillisesti ympäröivästä maastosta kohoaville kallio- kumpareille, joilla voi olla maisemallisesti vetovoimaisia kohteita myös virkistyskäyttöarvoa.

Alueet ovat lähtökohtaisesti sijoitettu riittävän etäälle asutusalueista, jotta voimalat voidaan rakentaa siten, ettei suoraa melu- ja välkevaikutuksia esiinny. Rajauksesta huolimatta voimaloiden lähialueella asuu merkittäviä määriä väestöä. Alle kahden kilometrin etäisyydelle sijoittuu kaikkiaan 6 000–7 000 loma- tai vakituista asuntoa. Alueiden välillä on suuria eroja. Mikäli oletuksena on, että pitkällä aikavälillä alueista toteutuisi noin puolet (1800 MW, 600 voimalaa) asuntojen määrä lähialueella vaihtelisi välillä 2000–4000 alueiden sijoittumisesta riippuen.

Visuaalisella lähialueella (<5 km) sijaitsevien asuntojen määrä vaihtelee vieläkin enemmän. Mikäli alueet

sijoittuisivat tiheimmin asutetuille alueille, voimalat näkyisivät noin 15 000 pihapiiriin ja harvemmin asutuilla seuduilla noin 2 000 pihapiiriin. Asuntojen määrästä voidaan arvioida, että voimaloiden visuaalisella vaikutusalueella asuisi 10 000 – 15 000 ihmistä.

9.2 Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriperintöön

9.2.1 Maisema

Voimaloiden korkeus ja roottoreiden pyöriminen tekevät rakennelmista maisemallisesti hallitsevia elementtejä. Suurimpien Suomeen suunnitteilla olevien voimaloiden (4,5 MW) napakorkeus on noin 140 metriä ja kokonaiskorkeus yli 200 metriä. Myös voimaloihin asennettavat lentoestevalot aiheuttavat visuaalista vaikuttavuutta.

Selvityksen lähtökohtana olleet 3 MW:n voimalat ovat yli 180 metrin korkuisia rakennelmia. Rakennelmien hallitsevuus on riippuvainen alueen maisemallisesta luonteesta kuten avoimuudesta, pienpiirteisyydestä ja ihmistoiminnan määrästä. Elinympäristössä tapahtuvat maisemalliset muutokset voidaan kokea elinoloja ja viihtyvyyttä heikentävinä tekijöinä. Toisaalta tuulivoimalat voidaan hyvin sijoiteltuna mieltää myös positiiviseksi maisemalliseksi elementiksi. Vaikutukset ovat vähäisimpinä silloin, kun voimalat sijoittuvat korkeiden teollisuusrakennusten yhteyteen.

Tasaisella Pohjanmaalla voimaloiden näkymiseen vaikuttavat keskeisimmin maaston peitteisyys ja peltoalueiden määrä. Yli 10 kilometrin näkymiä on mahdollista katsella vain puuston yläpuolelle rakennetuista muutamista näköalatorneista, laajimmilta peltoalueilta sekä mereltä. Avoimilla jokilaaksojen viljelyalueilla voimalat näkyvät laajalti, mutta sielläkin vesistöjen varsien puusto ja asutuksia ympäröivä puusto rajaavat näkymistä suuresti.

Voimala-alueista laadittiin esimerkkejä rakenteiden näkymisestä ympäristöön. Näkyvyysanalyysit tehtiin paikkatiedon avulla (Arc Gis /Spatial Analyst) ottaen huomioon alueen topografia ja metsän peitteisyys. Analyysin tulokset on esitetty kohdekuvausten kartoilla. Kartoilla näytetään punaisella ne alueet, joihin näkyy jokin osa alueen reunoille sijoitetuista tuulivoimaloista. Puuston korkeuden on oletettu olevan 15 metriä. Voimaloiden kokonaiskorkeutena on käytetty 180 metriä.

Maisemavaikutuksia voi pitää merkittävimpana mikäli ne kohdistuvat arvokkaaksi ja herkäksi luokiteltuihin

maisemakohteisiin, joita ovat erityisesti valtakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet, maakuntakaavan alueellisesti arvokkaat kulttuurimaisemat, kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet, rikkonaiset saaristomaisemat ja muut maisemallisesti eheät vesistömaisemat sekä erämaisemat luonnonmaisemat, kuten suojellut laajat avosuot.

Voimala-alueet on sijoitettu siten, että valtaosa maisema-alueista ja rakennushistoriallisesti arvokkaista kohteista sijoittuu yli 1 km:n etäisyydelle, mikä ehkäisee merkittävimmät vaikutukset. Kaavaehdotuksen mukaisen alueiden läheisyyteen, alle 5 km:n etäisyydelle sijoittuu kuitenkin runsaasti maisema-alueita ja/tai rakennettua kulttuuriympäristöä (RKY). Maisema-alueet ovat lähes kaikki melko avoimia viljelysalueita, joten vaikutukset ovat mahdollisia useilla kohteille. Etäisyydestä, puustoisuudesta ja paikallisista pinnanmuodoista johtuen vaikutukset jäävät kuitenkin todennäköisesti useimmilla kohteilla vähäisiksi. Suurimmat vaikutusriskit muodostuvat Vähäkyrön Torkkolan (alue nro 17), Mustasaaren Bobackenin (16) ja Kristiinankaupungin Kullenin (43) kohteilla. Torkkola ja Bobacken sijoittuvat Kyrönjokilaakson valtakunnallisesti arvokkaan maisema-alueen ja Kullen Isojoen kulttuurimaisema-alueen läheisyyteen. Näkyvyysanalyysin mukaan voimaloiden visuaaliselle vaikutusalueelle (< 5 km) sijoittuu molemmilla alueilla yli 15 km² maisema-alueita. Yli 10 km² maisema-alueita sijoittuu myös Kristiinankaupungin Metsälä-Norrvikenin (44) ja Närpiön Norrskogenin (29) läheisyyteen.

Luonnonmaisemaan kohdistuvia vaikutuksia on ehkäisty sijoittamalla tuulivoima-alueet pääosin sellaisille metsäalueille, jotka eivät ole virkistyskäytön, matkailun tai loma-asutuksen suhteen erityisen herkkiä. Laajempia

tuulivoima-alueita ei ole myöskään sijoitettu rannikolle rantaviivan tuntumaan, vaan ne sijoittuvat selvemmin sisämaahan. Korkeina rakennelmina lähimpänä rantaa sijaitsevat kohteet muuttavat kuitenkin myös saaristomaisemaa. Vaikutukset ovat merkittävimpiä rikkonaisilla maisemaltaan eheillä rannikko-osuuksilla, missä maisemaa muuttavia elementtejä kuten satama- ja teollisuusrakennuksia ei esiinny. Merkittävimmin rannikon maisemaa muuttavat saaristojen läheiset mannerkohteet kuten Maalahden Sidlandet (21), Korsnäsin Moikipää (24) ja Pulkar (26), Närpiön Svaskulla (37) ja Kristiinankaupungin Gillerrossen (38).

Myös luonnontilaista suo- ja järvimaisemaa voimalat muuttavat useilla kohteilla teknistyneempään suuntaan, mm. Blomträsketilla, Stora Sandjärvellä (alue 44, Metsälä-Norrviken) ja Sanemosseniilla (30, Pilckbacken), Risnäsmosseniilla (alue 29, Norrskogon), Degermosseniilla (alue 25, Poikel) ja Hanhikeitaalla (alue 45, Lakiakangas).

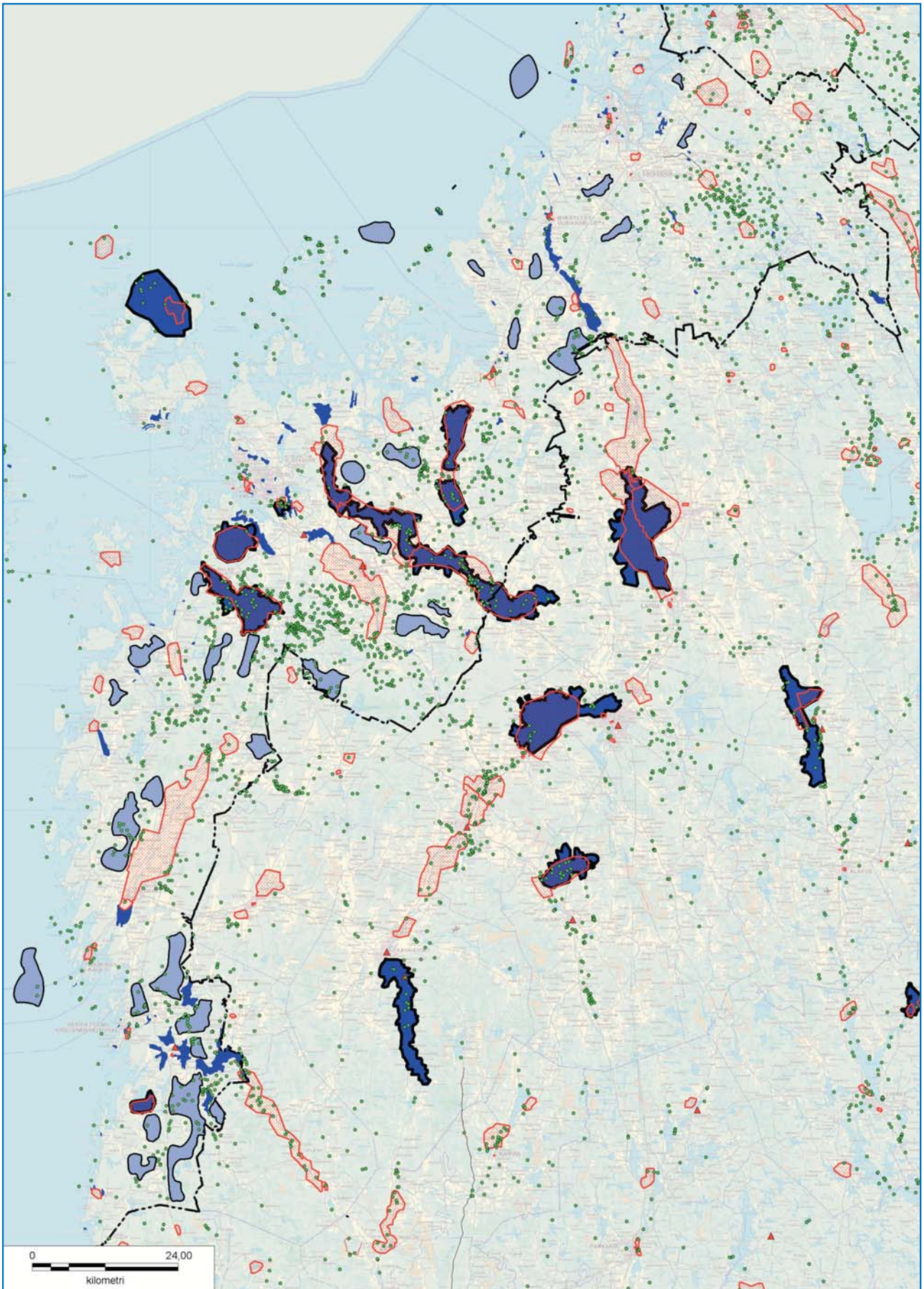
Kaikkiaan tuulivoimarakentaminen tulee muuttamaan mittavasti maakunnan maisemakuvaa. Laajat tuulivoima-alueet muuttavat laajalti viljeltyjä jokilaaksoja, niiden välisiä metsäalueita ja rannikon saaristomaisemia.

9.2.2 Kulttuuriperintö

Useilla tv-alueista sijaitsee muinaismuistoja ja todennäköisesti muitakin historiallisia kohteita, kuten kiviaitoja ja tervahautoja. Museoviraston rekisterissä on alueilta tiedossa yhteensä yli 80 muinaisjäännöskohdetta. Oletuksena on, että nämä kohteet on mahdollista löytää hankekohtaisissa selvityksissä ja huomioida niiden säilyminen. Kohteiden maisemakuva ja historiallinen ilme voivat muuttua rakentamisen seurauksena.



Kuva 17. Vanha ja uusi kohtaavat Vaasan Sundomin kylässä.



Kuva 18. Kaavaehdotuksen tv-alueet (vaalean sininen) suhteessa maisema-alueisiin (tumman sininen), valtakunnallisesti arvokkaisiin maisema-alueisiin (musta reunaviiva) sekä valtakunnallisesti arvokkaisiin rakennettuihin kulttuuriympäristöihin (punainen) ja muinaisjäänneksiin (vihreä).

9.3 Vaikutukset kasvi- ja eläinlajeihin sekä luonnon monimuotoisuuteen

9.3.1 Linnusto

Linnustovaikutuksista selvitettiin tuulivoimaloille herkimpiin muuttolintulajeihin sekä pesivistä petolinuista kalasääsken ja merikotkaan. Selvitetyt kohteet ovat:

- merikotkan ja sääksen pesimisreviirit, ruokailualueet ja talvehtimisalueet
- merikotkan päämuuttoreitti
- suurten vesilintujen (hanhet, joutsenet) ja kurjen muutonaikaiset, tärkeimmät levähdysalueet
- suurten vesilintujen päämuuttoreitit
- arktisten vesilintujen päämuuttoreitit sekä levähdysalueet (kuikka, kaakkuri, mustalintu, pilkkasiipi, merimetso, haahka)
- Muiden huomionarvoisten lajien erityisen merkittävät esiintymisalueet (IBA, FINIBA, MAALI)

Keskeisenä aineistona on lintutieteellisiltä yhdistyksiltä (Keski-Pohjanmaa, Merenkurku sekä Suupohja) saadut tiedot lintujen määrästä, kerääntymisalueista ja päämuuttoväylistä. Merikotkatiedot saatiin WWF:n merikotkatyöryhmältä (Koivusaari 2012) ja kalasääskitiedot Helsingin yliopiston eläinmuseolta. Tiedot pohjautuvat em. asiantuntijajärjestöjen hallussa olevaan, pitkäaikaiseen havaintoaineistoon, julkaisuihin sekä lintuharastajien Tiira-havaintorekisteriin kirjaamiin tietoihin.

Tuulivoimarakentamisen vaikutukset linnustoon voidaan jakaa lintujen törmäyksiin tuulivoimaloihin ja pesimis- ja elinympäristöihin (häirintä- ja estevaikutus) kohdistuviin vaikutuksiin. Yleisesti törmäysriski tuulivoimaloihin on melko pieni. Normaalioloissa linnut näkevät ja kuulevat tuulivoimalat kaukaa, ja väistäminen tapahtuu jo satoja metrejä ennen voimaloita. Törmäysalttiimpia lajeja ovat suuret päiväpetolinnut (esim. merikotka, maakotka, sääksi), joiden muutto ei ole niin suoraviivasta etenemistä kuin monilla muilla lajeilla.

Maakuntakaavan valmistelussa pyrkimyksenä on ollut tuulivoimarakentamisen sijoittaminen linnustollisesti arvokkaimpien alueiden ulkopuolelle paria poikkeusta lukuun ottamatta. Huomioon on otettu Natura 2000 -verkoston SPA-alueet (lintudirektiivi), Finiba-, (Finnish Important Bird Areas), IBA-, (Important Bird Areas) ja lintuvesiensuojeluohjelman mukaiset alueet sekä selvityksessä tarkasteltujen petolintujen (maakotka, merikotka, muuttohaukka, kalasääksi) pesä, tiedossa olleet merkittävimmät lintujen kerääntymisalueet. Kaikkiin em. herkkiin linnustokohteisiin on jätetty

etäisyyttä vähintään kilometri. Poikkeuksena on Suupohjan arvokkaiden metsien Finiba-alue, mille sijoittuu kolme kaavaehdotuksen aluetta. Alueiden sijoittelussa on huomioitu myös maakunnan merkittävimmät muuttavien lintujen muuton tiheentymät ns. muuton pullonkaulat. Näistä valtakunnallisesti merkityksellisin on Suupohjan eteläosan saareton rantaosuus, minkä kautta muuttavat monet huomioarvoiset lintulajit.

Muuttolinnut

Muuttolintuselvityksessä tarkasteltiin kookkaimpia vesi- ja petolintuja, yhteensä 15 eri lajia. Kustakin lajista arvioitiin alueen kautta muuttavien yksilöiden määrät ja päämuuttoreittien keskimääräinen sijainti. Huomattavaa on, että eri vuosien välillä on suuria eroja ja että paikallisista oloista ja tuulesta ym. säätekijöistä johtuen muuttomäärät voivat olla selvästi arvioitua suurempia.

Selvityksen mukaan Pohjanlahden rannikko on kansallisesti erittäin merkittävä muuttokäytävä useille lintulajeille. Meri pakkaa monien maalintulajien muuton rannikon läheisyyteen ja manner vastaavasti vesilintujen muuton rantaviivan läheisyyteen. Lintuvirtojen tiheys on suurimmillaan avoimilla rannikko-osuuksilla. Saaristot hajauttavat muuton laajemmalle alueelle.

Mantereella linnustotiheydet ovat merkittävästi pienempiä jo muutamien kymmenien kilometrien etäisyydellä rannasta. Muuttolintutiheydet ovat selvästi keskimääräistä suurempia maakunnan eteläosassa, Suupohjan rannikolla. Lintumäärät ovat suuret myös Merenkurkussa, mutta johtuen laajasta saaristosta ja rannikon kaareutumisesta kohti Perämerta, lintutiheydet ovat useimpien lajien kohdalla matalampia kuin Suupohjassa. Poikkeuksena tästä ovat lajit, jotka muuttavat laajana rintamana mantereen yllä ja ylittävät Pohjanlahden Merenkurkun kohdalla. Tällaisia lajeja ovat mm. kurki ja piekana. Useimmilla tarkastelluilla lajeilla muutto keskittyy selkeästi rannikon läheisyyteen, mutta kullakin lajilla on kuitenkin hieman toisistaan poikkeavat päämuuttoreitit.

Tarkastellut alueet poikkeavat suuresti toisistaan suhteessa päämuuttoreiteihin. Enimmillään tuulivoimala-alue sijoittui tarkastelluista 15 lajista kymmenen lajin päämuuttoreitille (Kristiinankaupungin edustan merialue, alue nro 40). Kaavaehdotukseen ei valittu näitä kaikkein riskialttiimmiksi arvioituja alueita. Useat alueet sijoittuvat silti monien lajien muuttoreiteille. Eniten päämuuttoreittejä (6-7 lajia) sijoittuu Kristiinankaupungin eteläosan kohteille (alueet 46-52). Kolme aluetta sijoittui kokonaan päämuuttoreittien ulkopuolelle (alueet 18-20).

Muuttolintuihin on eri tuulivoimala-alueilla selkeä yhteisvaikutus. Muuttomatallaan samat lintuyksilöt voivat kohdata useita voimala-alueita. Yhteisvaikutusten arvioimiseksi laskettiin kohteille teoreettinen törmäysmääräarvio matemaattisella mallilla (ns. Bandin malli).

Mallissa käytetyt keskeiset oletukset:

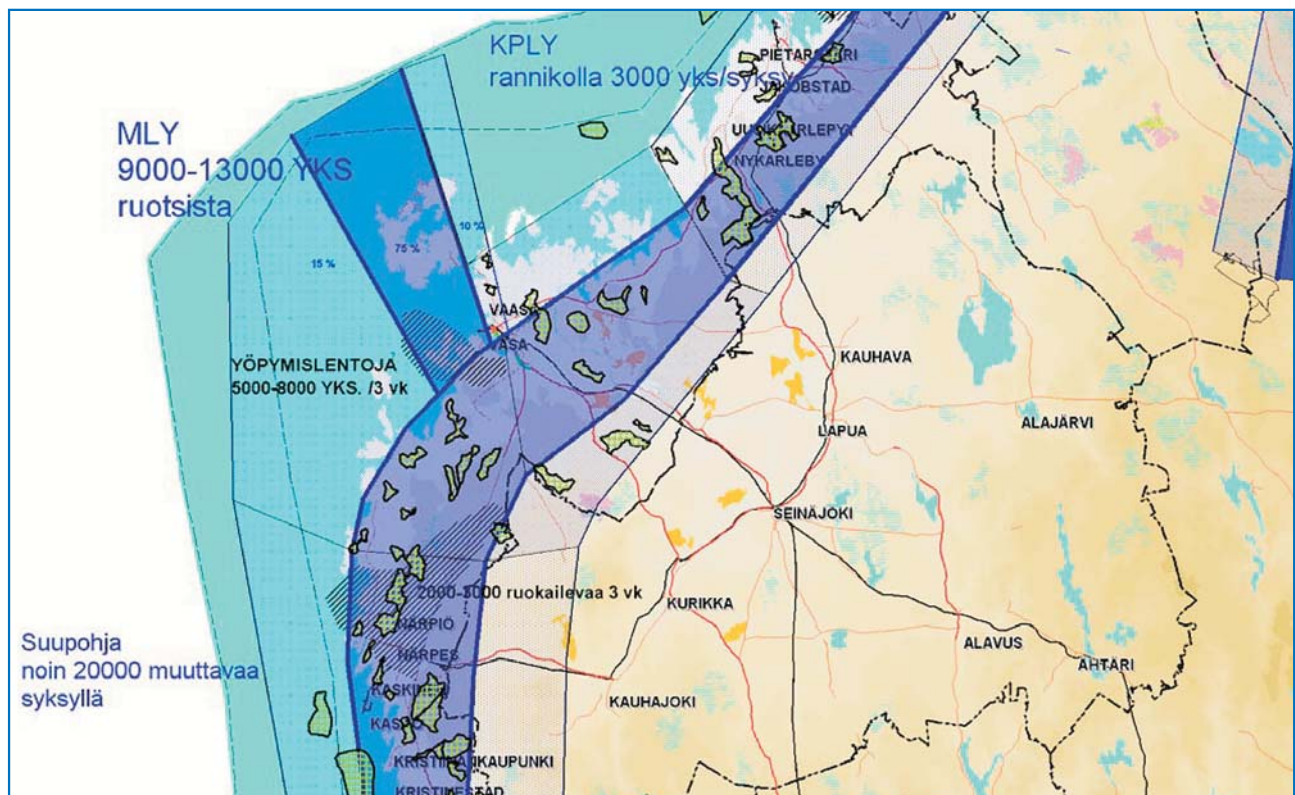
- linnustotiheydet ja alueiden kautta lentävät yksilömäärät arvioitu alueittain em. tiedoista (lintujen kokonaismäärät ja muuttokäytävän leveys ko. alueen kohdalla)
- mallinnus tehty YVA-arvioinneissa käytetyllä menetelmällä (Band 2007)
- tarkastellut alueet niputettu yhteen ja laskettu mallin mukainen törmäysten määrä
- oletettu, että linnusta noin 60 % lentäisi roottorien korkeudella ja että vesilinnuista 95 % ja kuikkalinnuista sekä petolinnuista 90 % väistäisi voimalat
- voimalat sijoittuvat 50 %:sti toistensa suojaan (eivät lisää kohtaamis-pinta-alaa) ja voimalat toimivat 75 % käyttöasteella
- voimaloiden tiheydeksi alueilla arvioitu keskimäärin 2,5 voimalaa/km²
- voimaloiden roottoreiden pituutena käytetty 62,5 metriä.

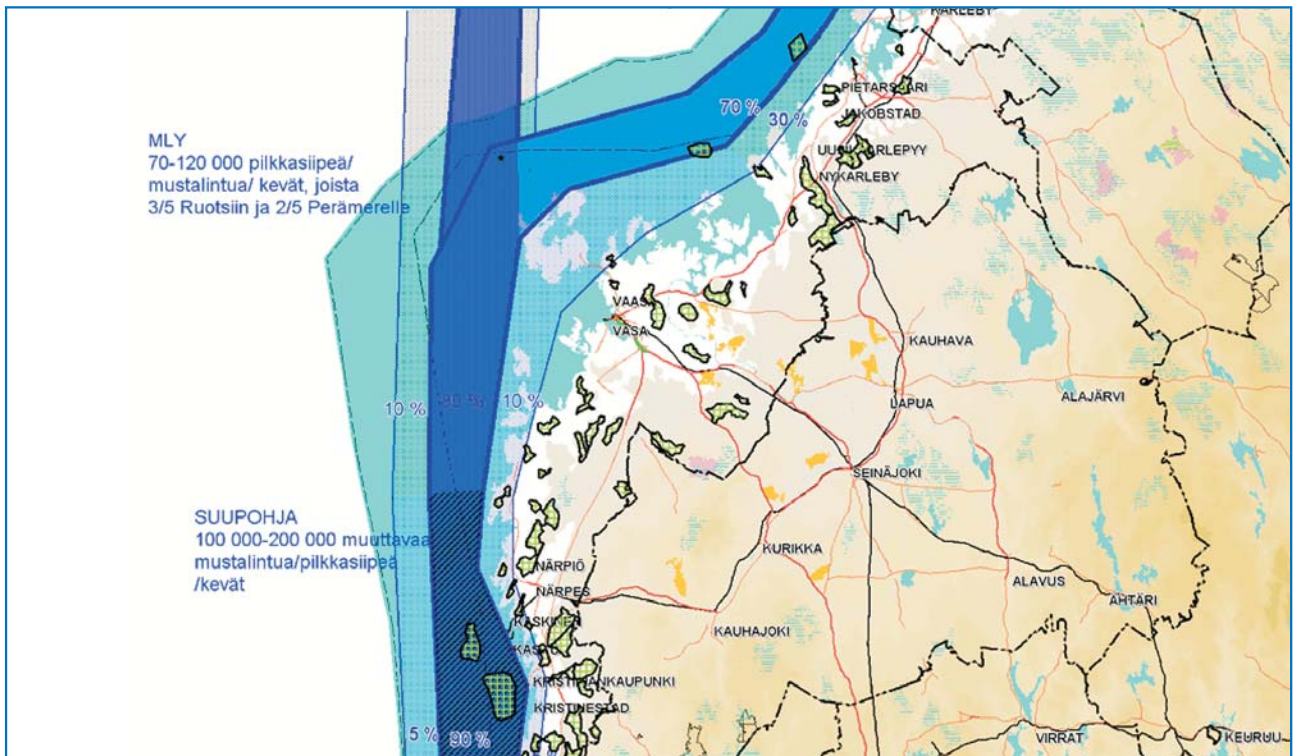
Kaikille voimala-alueille laskettiin teoreettinen muuttolintutiheys lintutieteellisiltä yhdistyksiltä saatujen lukumäärien ja päämuuttoreitin sijaintitietojen perusteella. Muuttolinnuston tiheysarvoista laskettiin edelleen läpilentävien lintujen määrä kullekin alueelle huomioiden voimala-alueen leveys päämuuttosuunnasta katsoen.

Törmäävien lintujen arviointi laskettiin seuraavasti:

Törmäävien lintujen määrä =
 Roottori-ikkunan läpi lentävien lintujen määrä
 (Stage 1)
 x
 Lapaan törmäämisen
 todennäköisyys roottori-ikkunassa
 (Stage 2)
 x
 Korjauskerroin, mikä huomioi
 mm. voimaloiden väistämisen
 (Stage 3)

Kuvissa 19-20 esitetään esimerkit laadituista lajikartoista.

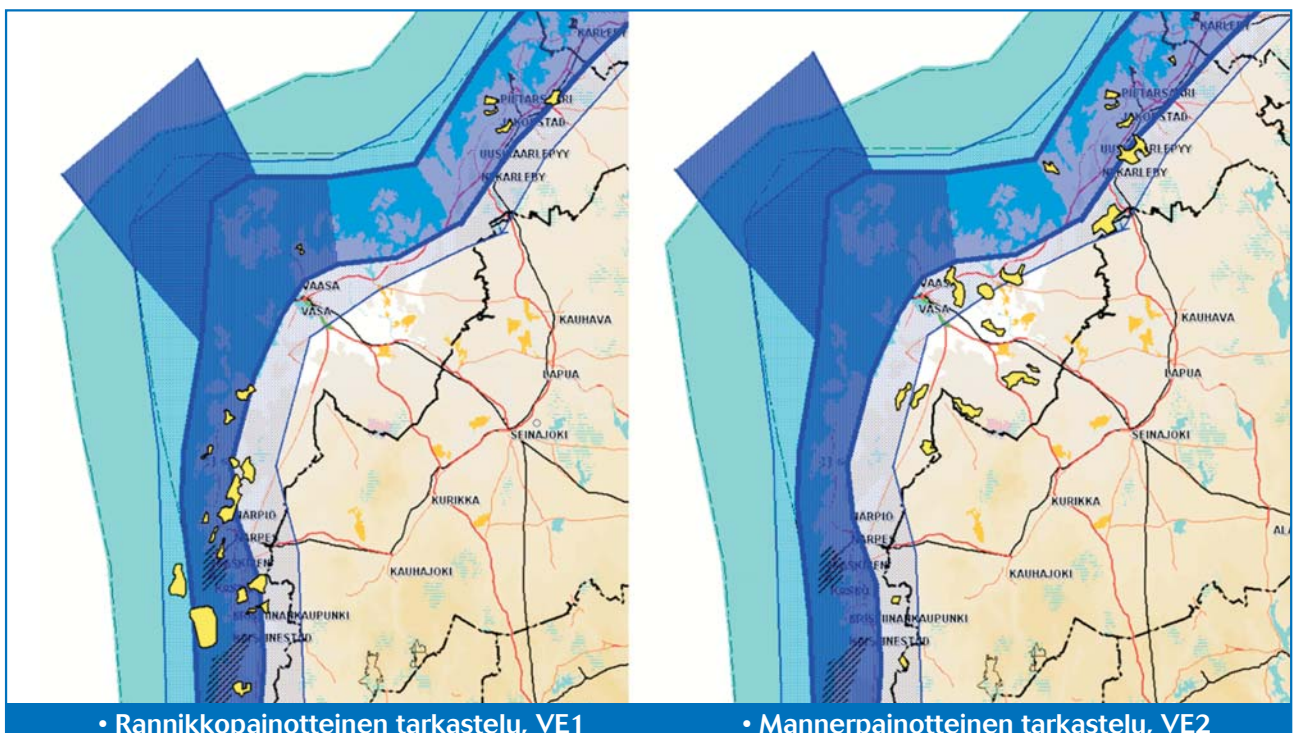




Kuvat 19-20. Esimerkki laadituista lajikartoista: kurjen syysmuuton (kuva 19) sekä mustalinnun ja pilkkasiiven (kuva 20) kevätmuuton määrät ja sijoittuminen Pohjanmaan rannikolla. Kuvassa myös tarkastellut tuulivoimala-alueet esitettynä vihreällä rasterilla.

Laskennan lähtöoletuksena oli se, että pitkän tähtäimen toteuma Pohjanmaalla olisi noin 2000 MW tuuli-voimaa (noin 700 voimalaa). Arviot laskettiin kahdella skenaariolla: VE1= rannikkopainotteinen tarkastelu, missä voimalat sijoittuisivat lintujen muuton kannalta

epäedullisille alueille ja VE2 = mannerpainotteinen tarkastelu, missä voimalat sijoittuisivat muuttolintujen kannalta edullisimmille alueille (kuva 19). Edullisuusvertailu tehtiin sen perusteella, kuinka monen tarkastellun lajin päämuuttoreitille voimala-alue sijoittuu.



• Rannikkopainotteinen tarkastelu, VE1

• Mannerpainotteinen tarkastelu, VE2

Kuva 21. Tarkastellut vaihtoehdot törmäysmallinnuksessa.

Taulukkoon 11 on koottu arvio muuttavien lintujen törmäysmääristä rannikkopainotteisessa (VE1) ja mannerpainotteisessa (VE2) vaihtoehdossa.

Taulukko 11. Arvio muuttavien lintujen törmäysmääristä rannikkopainotteisessa (VE1) ja mannerpainotteisessa (VE2) vaihtoehdossa.

Laji	Alueiden läpi lentävien määrä	Alueiden läpi lentävien määrä	Törmäyksiä väistöllö	Törmäyksiä väistöllä
	VE1	VE2	VE1	VE2
Kurki	53000	57000	63	63
Laulujoutsen	54000	61000	68	47
Metsähanhi	93000	43000	92	26
Merikotka	8800	3000	22	4,4
Merihanhi	79000	46000	78	28
Merimetso	132000	1000	105	0,5
Mustalintu***	32000	1600	30	0,9
Haahka*	144000	560	109	0,3
Naurulokki*	25000	0	40	0
Piekana****	450	420	0,8	0,5
Kuikka**	78000	3300	67	1,8
Yht.	699250	216880	674,8	172,4
* arvio vain suupohjasta				
** sis. myös kaakkurit				
*** sis. myös pilkkasiivet				
**** arvio vain merenkurkusta				

Taulukosta huomataan, että eri alueiden kautta lentäneiden yhteenlasketut määrät vaihtelevat suuresti ollen rannikkopainotteisessa vaihtoehdossa lähes 700 000 läpilentoa ja mannerpainotteisessa vaihtoehdossa noin 220 000 läpilentoa. Vastaavasti törmäysmäärät vaihtelivat 170 ja 670 välillä.

Törmäysten vaikutuksia lajien kannankehitykseen selvitettiin arvioimalla voimaloiden aiheuttaman kuolleisuuden vaikutusta lajin viime tiedossa olevaan, nykyiseen kantojen kehittymiseen (taulukko 12).

Oletukset populaatiotarkastelulle ovat:

- Populaatiokokona on käytetty merikotkaa lukuun ottamatta rannikon kautta muuttavien lintujen kokonaismäärää puolitettuna = (kevätmuuttokanta + syysmuuttokanta)/2

- Merikotkalla, jonka muutto ei ole niin suoraviivaista kuin muilla tarkastelluilla lajeilla, populaatiokokona on käytetty lintujen kokonaismäärän neljänneestä = (kevätmuutto + syysmuutto)/4
- Törmäysmääristä ja populaatiokoosta on laskettu kuolleisuus-% ja sen vaikutus arvioituun populaation kasvukertoimeen
- Populaation kasvukerroin on saatu kirjallisuudesta esitetyistä viime vuosikymmenien kannan vaihteluiden suuruudesta (Suurhiekan tuulivoimala-YVA, Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys 2008 ja Lintuatlas 2011)

Taulukko 12. Arvio voimaloiden aiheuttaman kuolleisuuden vaikutuksista lajien kannankehitykseen.

Laji	Populaatio koko yks.	Populaa tion kasvu %	Populaa tio 10 v kuluttua	Tuulivoima		Populaa	Populaa	P ₁₀ (Muutos %/10v)	P ₁₀ (Muutos %/10v)
				laiden aiheuttama kuolleisuus s % VE1	oiden aiheuttama kuolleisuus % VE2	10 v tuulivoi maloilla VE1	10 v tuulivoi maloilla VE2		
Kurki	13500	4,3	20548	0,5	0,5	19646	19646	4,4	4,4
Laulujoutsen	16000	5,7	27853	0,4	0,3	26753	27088	3,9	2,7
Metsähanhi	20000	-3,4	14151	0,5	0,1	13492	13962	4,7	1,3
Merikotka	500	5,8	875	4,4	0,9	572	804	34,6	8,0
Merihanhi	11500	3,0	15455	0,7	0,2	14467	15094	6,4	2,3
Naurulokki	70000	0,0	70000	0,2	0,0	68957	69995	1,5	0,0
Merimetso	10000	0,2	10243	0,3	0,0	9940	10233	3,0	0,1
Mustalintu	200000	-1,4	173700	0,1	0,0	172742	173697	0,6	0,0
Haahka	35000	-2,4	27367	0,1	0,0	27048	27367	1,2	0,0
Piekana	2000	-0,1	1978	0,0	0,0	1970	1973	0,4	0,2
Kuikka	60000	-1,0	54208	0,1	0,0	53600	54192	1,1	0,0

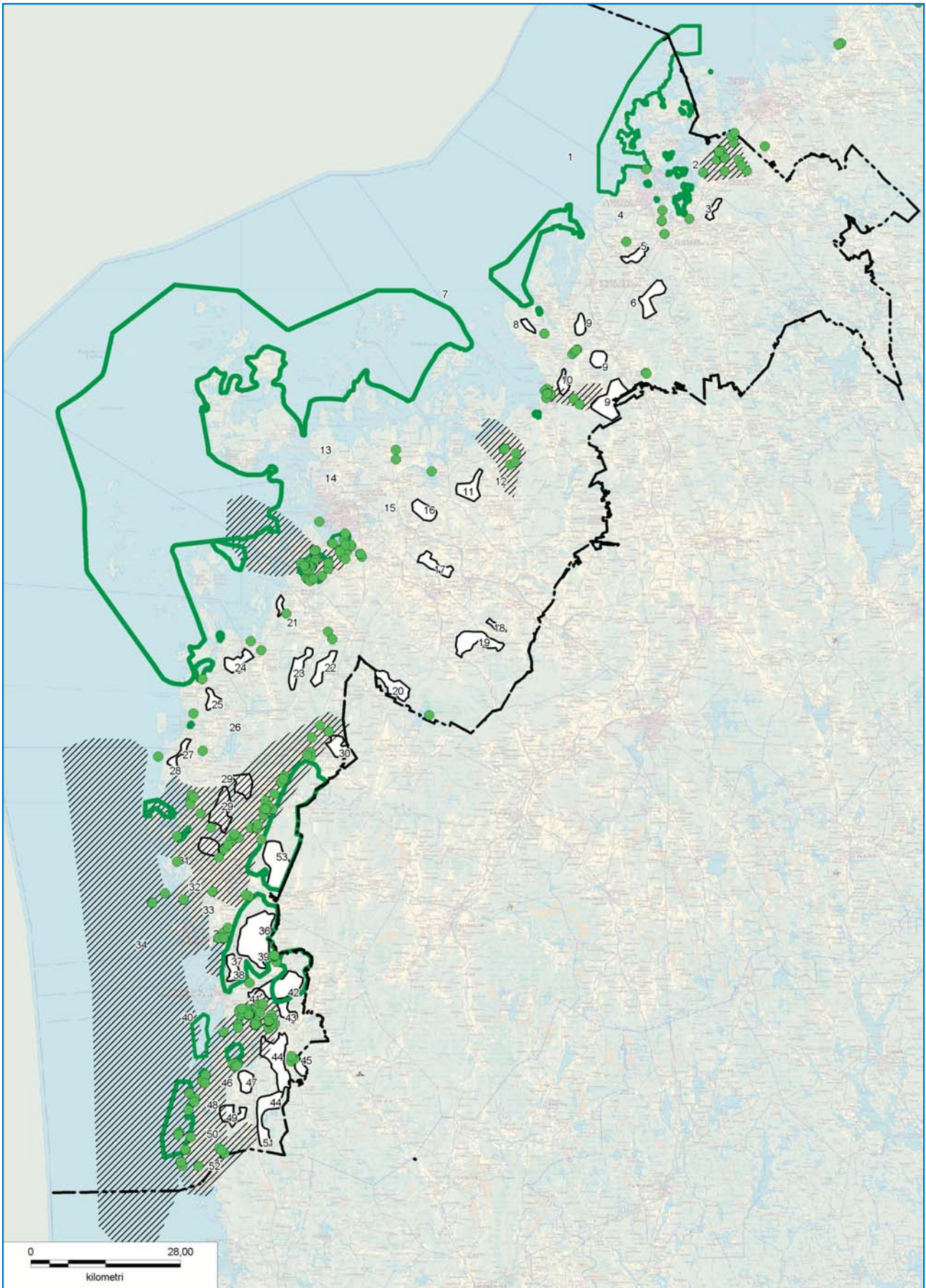
Selvityksen mukaan merkittävimmät populaatiovaikutukset kohdistuvat merikotkaan pienen populaatioon ja lajin erityisen törmäysalttiuden vuoksi. Skenariossa VE1 merikotkan muuttokanta olisi kymmenen vuoden kuluttua noin 35 % pienempi kuin mitä se olisi ilman tuulivoimaa. Lajin nopean kannankasvun vuoksi kotkia olisi silti runsaammin kuin tällä hetkellä. Kurjella, laulujoutsenella ja merihanhella tuulivoimaloilla ei näyttäisi olevan dramaattisia kokonaisvaikutuksia johtuen lajien vahvasta kannan kasvusta. Merkityksellisimpiä vaikutukset ovat taantuville lajeille kuten metsähanhelle ja haahkalle, joiden kantojen hiipumista voimat voivat kiihdyttää. Näidenkin lajien tuulivoiman aiheuttama kuolleisuus näyttäisi jäävän vähäiseksi verrattuna muihin tekijöihin kuten metsästyksen. Kannaltaan vakaille lajeille vähäinen kuolleisuuden lisäys voi johtaa kannan taantumiseen, mikäli muut tekijät säilyvät ennallaan.

Muuttolinnuston kannalta riskialttiimpia alueita ovat maakunnan eteläosan rannikon läheisimmät kohteet, jotka sijoittuvat merkittävälle muuttolinnuston "pullonkaula-alueelle". Kaavaehdotuksessa riskialttiita kohteita on osoitettu vähän. Rannikolle on jätetty 5-10 km:n

tuulivoimaloista vapaa vyöhyke, mikä mahdollistaa voimaloiden kiertämisen molemmilta puolilta. Joitakin voimala-alueita sijoittuu kuitenkin muuttolinnuston kannalta riskialttiimmalle vyöhykkeelle, tällaisia ovat esim. Kristiinankaupungissa valtatie 8 länsipuolelle sijoittuvat alueet.

Vaikutukset kerääntyviin lintuihin

Maakunnassa esiintyy useita huomattavia lintujen kerääntymisalueita. Tuulivoimaloiden sijoittamisen kannalta huomionarvoisia ovat etenkin hanhien, kurkien, joutsenten ja merikotkien kerääntymisalueet. Lintujen kerääntyminen tietyille seudulle ja mahdolliset ruokailu- ja lepäilypaikkojen väliset lennot voivat moninkertaistaa lintujen lentoliikenteen määrän joillakin alueilla verrattuna muuttolintumääriin. Törmäysalttiutta lisää lintujen liikkuminen kerääntymisalueilla myös pimeään aikaan ja huonoissakin näkyvyysolosuhteissa. Tunnetuin kerääntymisalue on Vaasan Söderfjärden, mihin kerääntyy syksyisin tuhansia kurkia useiden viikkojen ajaksi. Maakunnassa on useita muitakin merkittäviä kerääntymisalueita (kuva 22).



Kuva 22. Kaavaehdotuksen voimala-alueet (valkoinen) suhteessa linnuston kerääntymisalueisiin (vihreät pallot), kerääntymisalueiden läheisiin lintujen liikkumisalueisiin (musta vinoviivoitus) ja arvokkaisiin lintualueisiin, FINIBA JA IBA (vihreä aluerajaus).

Vaikutusten lepäileviin ja kerääntyviin lintuihin oletetaan jäävän melko pieniksi. Kaavaehdotuksen alueet on sijoitettu tiedossa olevien kerääntymisalueiden ulkopuolelle. Mantereella sijaitsevista kohteista Närpiön Norrskogin (29) sijoittuu tärkeiden kerääntymis- ja lepäilyalueiden väliin missä kookkaiden vesilintujen ja/tai kurkien liikehdintä voi olla ajoittain runsasta.

Vaikutukset merikotkaan ja kalasääkseen

Pohjanmaa on vahvaa merikotkan esiintymisaluetta. Maakunnassa tiedetään olevan noin 80 merikotkareviiriä, joista kullakin on 1-4 pesäpuuta. Merikotka on paikkalintu, joka asustaa valtaosan vuodesta muutaman kymmenen kilometrin etäisyydellä pesimisreviiriltään. Nuoret linnut liikkuvat laajemmalla alueella ja kerääntyvät etenkin talvisin tietyille talvehtimisalueille. Kuten törmäysarviointi osoitti, linnustosta merikotkaan kohdistuu suurin riski merkittävien populaatiotason vaikutusten esiintymiseen. Mikäli mitoituksen mukainen tuulivoima sijoittuisi kotkien kannalta epäedullisimmalla tavalla, merkittävät vaikutukset olisivat mahdollisia. Tämä johtuu lajin törmäysalttiudesta, melko alhaisesta poikuekoosta, kannan pienuudesta ja kannan keskittymisestä tuulivoiman kannalta edullisimmalle rannikkokaistaleelle.

Merikotkan kannalta riskialttiimmiksi paikoiksi arvioitiin pesäpaikat kahden kilometrin säteellä, pesimisreviirien merkittävimmät keskittymät em. laajemmalla alueella, talvehtimisalueet, päämuuttoreitit sekä merkittävimmät ruokailualueet (kuva 23). Kaavaehdotuksessa riskialttiit alueet on huomioitu melko hyvin. Tv-alueita ei sijoitu tiheimmille merikotkan pesimiskeskittymille, eikä pesimisreviirien ja niiden läheisten ruokailualueiden väliin.

Muutamilla alueilla tuulivoimatuotanto voi kuitenkin muodostaa riskin pesiville merikotkille. Tuulivoimala-alueet 8, 21, 27, 28, 37, 38 ja 49 sijoittuvat merikotkapesän läheisyyteen (<2km). Alueiden laajuudesta johtuen voimalat on usealla alueella todennäköisesti mahdollista sijoittaa riittävän etäälle siten, ettei merkittäviä haittoja esiinny. Muutamilla alueilla haittojen ehkäisymahdollisuudet ovat rajallisempia. Esim. alueen 38 keskelle sijoittuu merikotkareviiri ja alueen 37 lähelle sijoittuu kaksi pesimisreviiriä.

Kaavaehdotuksen vaikutukset kalasääkseen oletetaan jäävän vähäiseksi. Kaavaehdotuksen tv-alueista yhdelle sijoittuu kaksi kalasääksen pesää (alue 44). Tämän lisäksi kolme aluetta sijoittuu tiedossa olevien kalasääskien pesimispaikan läheisyyteen (<2km) (alueet

11,36, 42). Kaikki alueet ovat kooltaan suuria ja pesäpaikan läheisyyteen on todennäköisesti mahdollista jättää lajin kannalta riittävät suojavyöhykkeet.

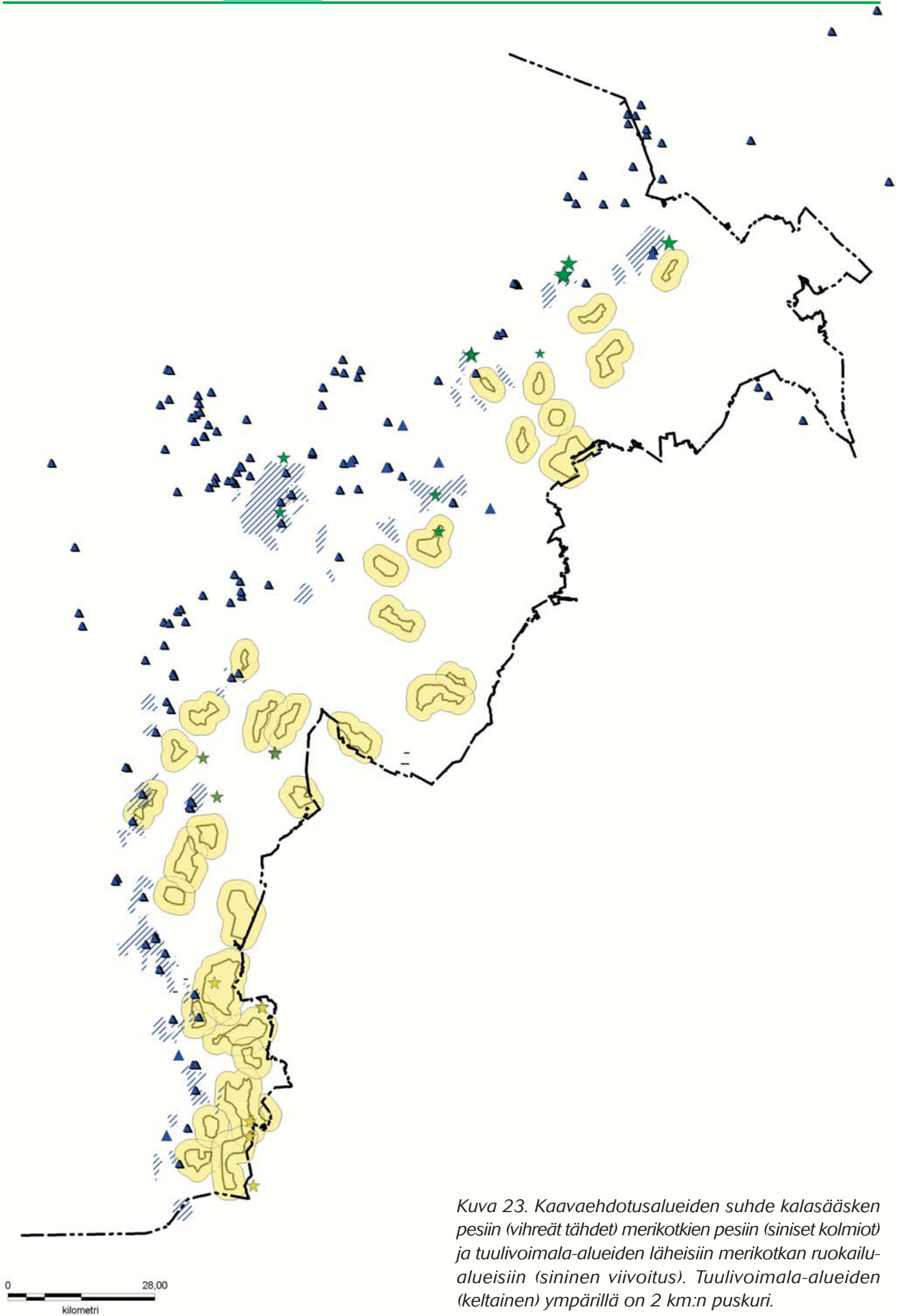
Molempien lajien osalta vaikutusten merkittävyyden arviointia hankaloittaa se, että lintujen liikkeistä ja voimaloiden vaikutuksista on vähän tutkimustietoa Suomen olosuhteissa. Käynnissä olevat kotkien satelliittiseurantatutkimukset tuonevat lisävalaistusta asiaan lähivuosina.

9.3.2 Muu linnusto ja uhanalaiset eliölajit

Tuulivoimaloilla sekä niihin liittyvillä muilla toiminnoilla kuten tiestöllä ja sähkölinjoilla on väistämättä vaikutuksia muihinkin kuin tarkasteltuihin lintulajeihin. Pitkän aikavälin tuulivoimataavoite, noin 1500-1800 MW edellyttää yli 600 voimalan rakentamista. Tämä edellyttää yhteensä satojen kilometrien teiden ja voimalinjojen rakentamista. Voimaloiden pystytys- ja huoltokenttien alle jää lisäksi satoja hehtaareita maata.

Ekologisista vaikutuksista merkittävimpiä voivat olla rakentamisen ja käytön vaikutukset uhanalaisiin luontotyyppeihin ja lajeihin sekä lentäviin lintuihin. Tiedot alueiden sisällä olevista luontoarvoista ovat puutteelliset, joten niihin kohdistuvia vaikutuksia ei voida arvioida luotettavasti. Yhteensä 12 ehdotuksen voimala-alueella tiedetään esiintyvän uhanalaisia lajeja yhteensä 70 eri esiintymää. Valtaosa havainnosta koskee liitoravia ja putkilokasveja, sammalia ja sieniä. Joitakin tietoja on myös uhanalaisista linnuista. Mm. maakunnan eteläosan kuukkelikanta tunnetaan kohtalaisen hyvin (Lillandt 2012). Kuukkelin tärkeimmille esiintymisalueille Pohjanmaan maakunnan eteläosiin ei sijoitu tuulivoimapuistoja. Eniten kuukkeleita tiedetään olevan Närpiössä valtatie 8 itäpuolella Teuvalle menevältä maantieltä pohjoiseen. Joitakin yksittäisiä reviirejä tuulivoimala-alueilla esiintyy mm. kohteilla 29, 31, 36 ja 45. Myös metson soidinpaikkoja, petolintujen pesiä, uhanalaisen kehräjän reviireitä ja lepakoita esiintyy joillakin alueilla. Mm. Norrskogin tv-alueella tiedetään olevan yksi seudun parhaista metson soidinpaikoista. Rakentamisen aikaansaama metsien pirstoutuminen väistämättä vaikuttaa yhtenäisiä metsäalueita suosivien lajien elinoloihin.

Kaikki kaavan tv-alueet ovat laajoja ja sisältävät runsaasti luonnonympäristön kannalta vähämerkityksellisiä metsätalousalueita, jotka soveltuvat hyvin tuulivoimarakentamiseen. Alueiden valinnassa on myös painotettu kohteita, joilla on mahdollisimman hyvä tieverkko ja jotka sijoittuvat edullisesti suhteessa muuhun infrastruktuuriin (mm. päätiet, sähköverkko).



Kuva 23. Kaavaehdotusalueiden suhde kalasääsken pesiin (vihreät tähdet) merikotkien pesiin (siniset kolmiot) ja tuulivoimala-alueiden läheisiin merikotkan ruokailu-alueisiin (sininen viivoitus). Tuulivoimala-alueiden (keltainen) ympärillä on 2 km:n puskuri.

Lähtökohtana on, että hyvällä suunnittelulla voidaan ehkäistä kaikkiin em. lajeihin kohdistuvat merkittävät vaikutukset. Kokonsa puolesta kaikilla alueilla on mahdollisuuksia erilaisiin rakenteiden sijoitusratkaisuihin. Joillakin alueilla luonnonympäristön huomioiminen voi kuitenkin merkittävästi vähentää tuulivoimarakentamiseen soveliaan alueen pinta-alaa.

9.3.3 Vaikutukset Natura 2000-verkoston alueisiin

Luonnonsuojelulaki edellyttää, että hankkeiden ja suunnitelmien vaikutukset Natura 2000-suojelualueverkostoon on arvioitava. Mikäli suunnitelma toteutuessaan ei todennäköisesti merkittävästi heikennä Natura 2000-alueen luonnonarvoja, kaava voidaan hyväksyä ja vahvistaa ilman luonnonsuojelulain 65 §:n tarkoittamaa yksityiskohtaista luontotyyppi- ja lajikohtaista selvitystä.

Natura-alueen suojelun perusteena voi olla joko luontodirektiivin luontotyytit tai lajit (SCI-alue) tai lintudirektiivin lintulajit (SPA-alue) tai molemmat (SCI/SPA).

Natura-luontoarvot, joita SCI ja SPA -perustein Natura verkostoon valitulta alueelta on tarkasteltava, ovat:

- luontodirektiivin liitteen I luontotyytit
- luontodirektiivin liitteen II lajit
- lintudirektiivin liitteen I lajit sekä
- lintudirektiivin 4.2 artiklan tarkoittamat muuttolinnut

Tässä selvityksessä arvioitiin millä alueilla lain edellyttämä Natura-arviointi on tarpeellinen. Tämä ns. tarveharkinta perustui Natura-tietokannassa olemassa olevaan sekä tässä selvityksessä kerättyihin tietoihin. Erillisiä maastokartoituksia ei tehty.

Lähtöoletukset arviointiin olivat:

1. Vaikutukset ovat ennalta arvioiden mahdollisia SCI-alueisiin, mikäli:

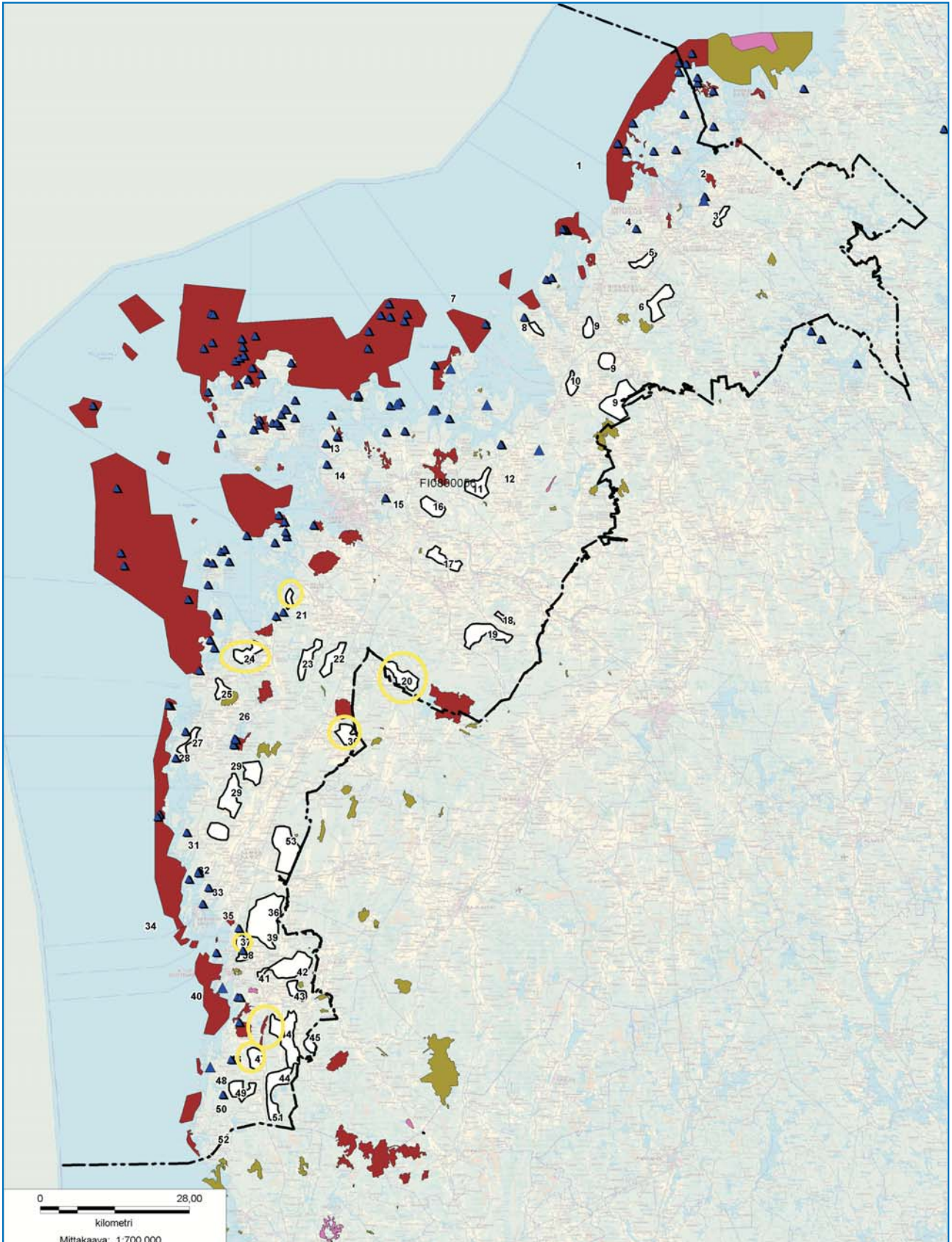
- etäisyyttä voimaloihin ja rakennettavaan tiestöön on alle 0,5 km tai
- etäisyyttä on 0,5-1 km ja karttatarkastelun perusteella voimaloiden ja teiden rakentamisella on todennäköisesti vaikutuksia Natura-alueen vesitalouteen tai
- Natura-alueella tiedetään esiintyvän sellaisia luontodirektiivin eliölajeja joihin voimat voisivat muutoin vaikuttaa.

2. Vaikutukset ovat ennalta arvioiden mahdollisia yksittäisiin SPA-alueisiin, mikäli:

- etäisyyttä voimaloihin ja rakennettavaan tiestöön on alle 2 km tai
- voimala-alue sijoittuu Natura-alueen ja tiedossa olevan alle 5 km:n etäisyydellä sijoittuvan lintudirektiivilajien merkittävän ruokailu-/lepäilyalueen väliin tai
- etäisyyttä Natura-alueella pesivään merikotkaan on alle 3 km tai
- voimala-alue sijoittuu merikotkan pesimäalueen ja ruokailualueena toimivan Natura-alueen väliin tai
- voimala-alue sijoittuu lintujen kerääntymisalueena tärkeän Natura-alueen eteen (< 5 km) lintujen päämuuttoreitit huomioiden.

Selvityksessä mukana olleista 53 erillisestä alueesta moni, lähes puolet, sijoittui Natura-alueen läheisyyteen siten, että jokin em. kriteereistä täyttyi. Kaavaehdotus-alueiden rajauksissa Natura-alueet on huomioitu siten, että merkittävien vaikutusten todennäköisyys on melko pieni. Kaikki ehdotuksen alueet sijoittunevat riittävän etäälle suojelualueista ehkäisemään teiden ja muiden rakenteiden suorat vaikutukset luontotyypeihin. Joillakin alueilla vaikutuksia saattaa ilmetä suojelualueilla pesiviin tai kerääntyviin lintuihin mahdollisten törmäysten kautta. Vaikutusten merkittävyyttä ei tässä yhteydessä arvioida käytettävissä olevan tiedon vähyyden vuoksi. Näille alueille suositellaan tehtäväksi myöhemmissä suunnitteluvaiheissa tarkempi Natura-arviointi. Se edellyttää laji- ja aluekohtaista riskiarviointia törmäyksistä ja populaatiovaikutuksista. Muutamille alueille arviointi on jo tehty tai on tekeillä yleiskaavoituksen tai YVA-tarkastelun yhteydessä.

Kuvassa 24 on esitetty kaavaehdotuksen alueet suhteessa Natura 2000-verkostoon. Kartassa on myös osoitettu kohteet, joille suositellaan tehtäväksi varsinainen luonnonsuojelulain mukainen Natura-arvio. Tarveharkinnassa on huomioitu maakuntaliiton tekemät muutokset aluerajauksiin verrattuna kohdekuvausten rajauksiin. Natura-arvion tarveharkinnan tulokset ja perusteet on kuvattu kohdekuvausten yhteydessä.



Kuva 24. Kaavaehdotuksen alueet (valkoinen) suhteessa Pohjanmaan Natura-alueisiin (punaruskea = SCI ja SPA - alueet, vihreä = SCI-alueet ja violetti = SPA-alueet). Keltaisella ympäröity alueet, joilla tuulivoimalat voivat vaikuttaa Natura-alueiden luontoarvoihin.

9.4 Vaikutukset liikenteeseen

9.4.1 Maaliikenne

Tuulivoiman vaikutukset liikenteeseen syntyvät pääasiassa rakentamisvaiheessa lisääntyneiden maa- ja meriliikenteen kuljetusten seurauksena. Tuulivoiman käytön aikana tuulivoimaloilla voi olla vaikutusta liikenneturvallisuuteen, esimerkiksi mikäli tuulivoimaloista putoaa jäätä ajoradalle tai voimalat häiritsevät tien käyttäjän näkemää tai keskittymistä (YM 2012). Liikenneviraston ohjeiden mukaan suositeltavaa on tuulivoimaloiden sijoittaminen yli 300 metrin etäisyydelle pääteiden keskiviivasta (liikenneviraston ohjeita 8/2012). Kaavaehdotuksen alueet sijoittuvat kaikki yli em. kolmensadan metrin etäisyydelle valtateistä ja kaava-alueiden laajasta koosta johtuen liikenneturvallisuuden kannalta riittävät etäisyydet on mahdollista jättää myös alempiasteisille teille sekä rautateille.

Tehdyn selvityksen (E-P:n ELY ym. 2012) mukaan tieverkostolle ei muodostu merkittäviä muutostarpeita. Nykyinen paikallistie-kantatieverkosto on kelvoinen massiivisten tuulivoimalakomponenttien kuljetukseen. Metsätieverkostolle koituu tuulivoimala-alueilla merkittävä parannus. Metsätieverkosto on vahvistettava ja myös uusia teitä rakennettava runsaasti. Tiet ovat muidenkin elinkeinojen kuten metsätalouteen liittyvien kuljetusten käytettävissä.

Voimaloiden rakentamis- ja purkamisaikana kuljetukset voivat aiheuttaa häiriöitä ja haitata liikenteen sujuvuutta. Haitat ovat kuitenkin paikallisia ja ajallisesti lyhytaikaisia. Mahdollisten haittojen määrä ja kohdentuminen selviävät tarkemman suunnittelun yhteydessä. Kaikki alueet ovat kooltaan laajoja ja niille on todennäköisesti mahdollista ohjata liikennettä usean eri liittymän kautta.

9.4.2 Lentoliikenne

Lentoliikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen liittyvät vaatimukset voivat rajoittaa tuulivoimarakentamista lentokenttien, lentopaikkojen ja varalaskupaikkojen ympäristössä. Tuulivoimaloiden rakentaminen ei pääsääntöisesti tule kysymykseen lentokenttien ns. esterajoituspinnoilla, jotka ulottuvat kansainvälisten ilmailumääräysten (AGA M3-6) mukaan kiitotien suunnassa 15 kilometrin etäisyydelle ja sivuilla kuuden kilometrin etäisyydelle lentokentästä. Lentopaikoilla rajoituspinta ulottuu noin 1,6–2,5 kilometrin päähän kiitoradan suuntaisilla alueilla ja 2,0–2,5 kilometrin päähän kiitoradan sivuilla. Varalaskupaikoilla puolustusvoimat arvioivat tapauskohtaisesti kaikki alle 12 kilometrin

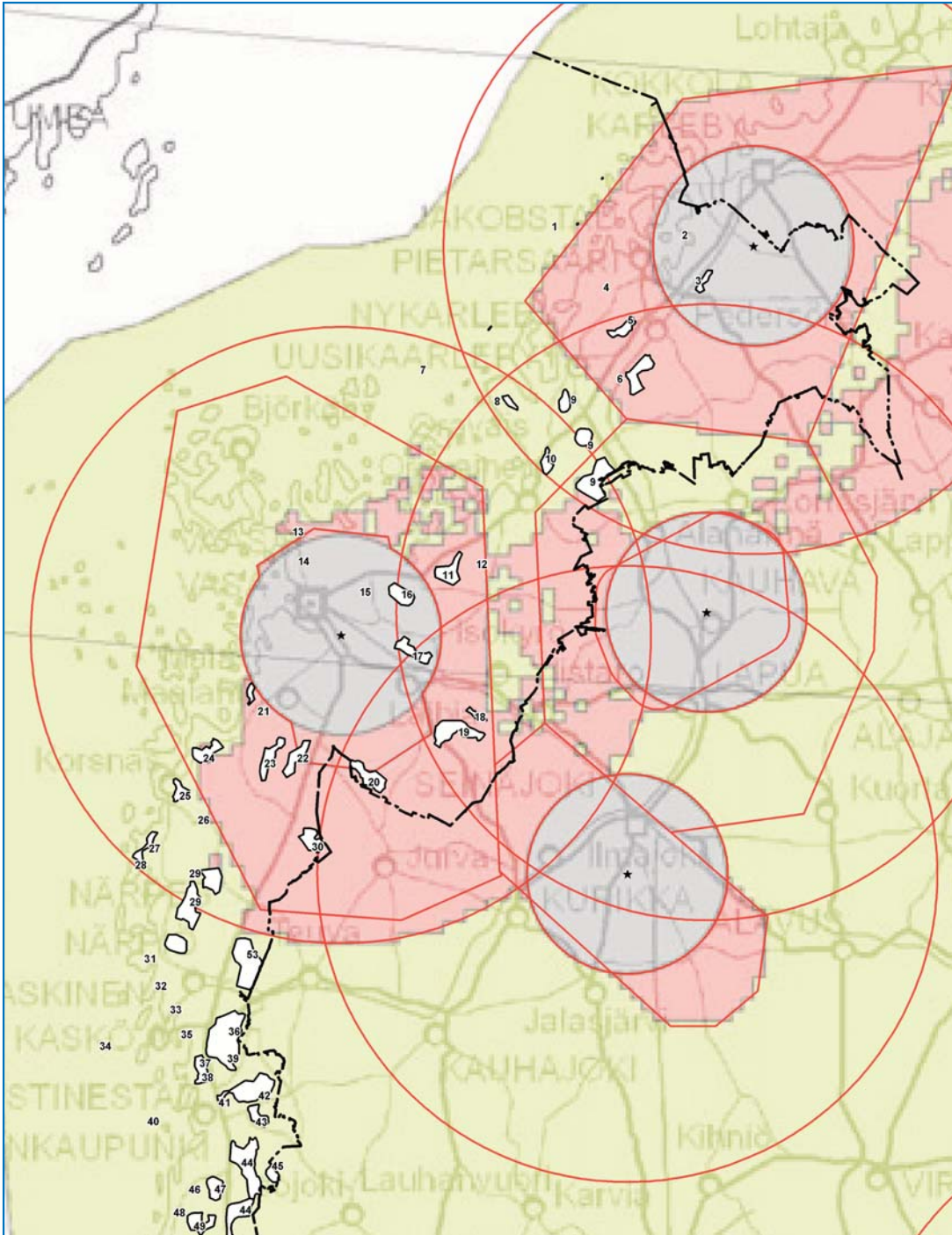
etäisyydelle laskupaikasta sijoittuvien esteiden vaikutukset (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012).

Esterajoituspintojen lisäksi ilmailu rajoittaa tuulivoimarakentamista myös laajemmilla alueilla. Näiden vyöhykkeiden (minimisektorikorkeus = MSA, lentotiedotusvyöhyke = FIZ, lähestymisalue = TMA, valvontaminimikorkeusalue = SMAA) tarkoitus on turvata lentoliikenteen sujuvuus ja säännöllisyys poikkeustilanteissakin. Kyseisillä niin kutsutuilla mittarilentopinnoilla tuulivoimaloiden rakentaminen ei ole täysin kiellettyä, mutta rakentamisessa on otettava huomioon sekä hankealueen maanpinnan korkeus että lentoliikenteen määrittelemät korkeusrajoitukset. Lentokenttien mittarilentopinta ulottuu Suomessa keskimäärin 40 kilometrin säteellä kenttien ympärille.

Maakuntakaavaehdotuksessa sijoittuu neljä aluetta Finavian paikkatietoaineistossa (Finavia 2012) osoitetulle lentokenttien lähialueelle (AGA) sekä 11 aluetta lentoliikenteen turvallisuudesta vastaavan viranomaisen määrittelemille rajoitusalueille (Finavia 2012). Aineiston mukaan kaikilla näillä alueilla voimalan korkeuden rajoitukset ovat mahdollisia ainakin korkeimmilla maastonkohdilla.

Jokaiselle tuulivoimalalle on haettava erikseen lupa liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta. Hakemuksessa määritellään muiden asioiden ohella tuulivoimalan tarkka sijainti ja tuulivoimalan kokonaiskorkeus sekä maan- että merenpinnasta. Lupahakemukseen on liitettävä Finavian kyseiselle tuulivoimalalle antama lentoestelausunto. Lentoestelausunto sisältää Finavian esittämän voimalan maksimikorkeuden, joka voi poiketa lausuntopyyntöä, mikäli esteestä katsotaan olevan haittaa lentoliikenteen sujuvuudelle tai turvallisuudelle. Finavian lentoestelausunto ei sido Trafina päätöksentekoa.

Kuvassa 25 on kuvattu Pohjanmaan tuulivoima-alueiden sijoittuminen lentoestevyöhykkeille.



Kuva 25. Alustavan kaavaehdotuksen tuulivoima-alueiden (valkoinen) sijoittuminen lentoestevyöhykkeille. Punaisella ja harmaalla (lentokenttien lähialueet) on osoitettu alueet, joille Finavian aineiston mukaan voi kohdistua korkeusrajoituksia (< 200 m).

9.5 Vaikutukset viestintäyhteyksiin, tutkatoimintaan ja maanpuolustukseen

Langattomaan tiedonsiirtoon kohdistuvien vaikutusten oletetaan jäävän vähäisiksi. Kohdealueille tai niiden läheisyyteen sijoittuu muutamia linkkimastoja sekä useita mastojen välisiä linkkijäniteitä. Koska linkkijäniteet edellyttävät vain muutamien kymmenien metrien levyistä suojavyöhykettä, voimaloiden sijoittelun suun-

nittelussa voitaneen huomioida jänteiden sijainti siten, ettei vaikutuksia esiinny (Anvia Oy, Projektin kyselyvastaus 2010).

Maanpuolustuksellisia vaikutuksia saattavat olla voimaloiden muodostama fyysinen estevaikutus (matalentotoiminta), ampuma-alueiden rajoitteet ja häiriöt tutkille ja merialueen valvontasensoreille. Puolustusvoimien valvonta- ja asejärjestelmien suorituskyvyn

osalta tuulivoimaloiden tiedetään yleisesti aiheuttavan haittaa erityisesti ilmavälvonnalle, jonka tutkajärjestelmille tuulivoimalat edustavat suuria kohteita. Puolustusvoimien lakisääteisen aluevalvontatehtävän toteuttamisen kannalta saattaa valvontasensoreihin kohdistuvilla häiriöillä olla kauaskantoisia vaikutuksia erityisesti ilma- ja merivalvontaan (Ympäristöministeriö 2012). Joillakin kaavaehdotuksessa esitetyillä alueilla voi olla em. vaikutuksia. Pääesikunta antaa puolustusvoimien lausunnot tuulivoimarakentamisesta. Lausunnot annetaan tuulivoima-aluekohtaisesti tarkemman suunnittelun yhteydessä. Tarvittaessa laaditaan erillinen tutkavaikutusselvitys VTT:llä.

Tuulivoimalat voivat aiheuttaa varjostuksia ja ei-toivottuja heijastuksia Ilmatieteen laitoksen säätutkille. Häiriöt näkyvät virheellisinä sade- ja tuulikenttinä ja ne vaikuttavat tutkahavaintojen käyttöön numeerisissa sääennustusmalleissa. Häiriöt saattavat vaikuttaa Ilmatieteen laitoksen sääennustus- ja varoituspalveluun. Pohjanmaan maakuntaa lähinnä oleva säätutka sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Vimpelissä. Pitkän, 40–180 kilometrin, etäisyyden vuoksi tuulivoimaloilla ei ole vaikutuksia säätutkaan.

9.6 Vaikutukset ilmastoon ja energiatalouteen

Ihmisen tuottamista päästöistä ilmastovaikutuksia aiheuttaa merkittävimmin hiilidioksidi (CO₂), jonka osuus ilmastomuutoksesta on arvioitu olevan noin 60%. Näitä päästöjä syntyy palamisreaktioissa käytetäessä fossiilisia energialähteitä, kuten hiili, öljy ja maakaasu. Poltettaessa syntyy myös rikkidioksidia, typen oksideja sekä hiukkaspäästöjä. Suomessa edelleen noin puolet energiasta tuotetaan fossiililla polttoaineilla (Tilastokeskus 2010).

Uusiutuvien energialähteiden käytön edistäminen on keskeistä ilmastomuutoksen torjunnassa. Fossiilisia polttoaineita voidaan korvata uusiutuvilla energianlähteillä (tuulivoima, bioenergia, jätteet, aurinkoenergia, geoterminen lämpö, vesivoima jne.) sekä ydinvoimalla. (SYKE ym. 2010).

Tuulivoimalla tuotettu sähkö ei tuota toimintavaiheessaan lainkaan kasvihuonekaasupäästöjä. Näin ollen suunnitelluilla tuulivoima-alueilla voidaan hillitä ilmastomuutosta, mikäli niiden avulla pystytään korvaamaan kasvihuonekaasupäästöjä synnyttäviä energianlähteitä. Tuulivoimalalla saavutettavat kasvihuonekaasupäästöjen sekä muiden ilmapäästöjen alenemat ovat riippuvaisia käytössä olevista vaihtoehtoisista energiantuotantotavoista. Yleisesti tuulivoiman voidaan arvioida korvaavan

ensisijaisesti tuotantokustannuksiltaan kalliimpia energiamuotoja, joita ovat erityisesti hiililauhde- tai maakaasupohjainen sähköntuotanto. Esimerkiksi hiililauhdevoimaloiden osalta tuulivoiman on arvioitu vähentävän hiilidioksidipäästöjä keskimäärin 800–900 g CO₂/kWh. Suomessa vähennyksen on arvioitu olevan aluksi n. 700 gCO₂/kWh, kun tuulivoimaa on yli 10 % sähkönkulutuksesta noin 600 gCO₂/kWh ja loppuvaiheessa (tuulivoima korvaa enää vain kaasuvoimaa) noin 300 gCO₂/kWh (Soimakallio & Savolainen 2002, Holttinen & Tuhkanen 2004).

Maakunnan tuulivoimatavoite 1500–1800 MW tuulivoimaa tuottaa 4-5 TWh energiaa. Tämä on lähes kokonaan päästötöntä energiaa. Korvattaessa fossiilisia polttoaineita CO₂ -päästöt vähenevät noin 3 milj. tonnia/v.

Tuulivoimalla on merkittävä rooli luotaessa energiaomavaraista maakuntaa. Tavoitteiden toteuduttua maakunta voi tuottaa energiatarpeensa kokonaan uusiutuvilla energialähteillä. Vuonna 2030 tuulivoiman osuus energian kokonaiskulutuksesta voi olla jopa yli puolet (kts. luku 10).

9.7 Vaikutukset aluetalouteen ja elinkeinoihin

Tuulivoimapuistot ovat merkittäviä rakennushankkeita, jotka vaikuttavat aluetalouteen muun muassa työllisyysvaikutusten ja verokertymän kautta. Hankkeiden rakentamisaikaiset suorat ja välilliset työllisyysvaikutukset ovat suuria, mutta Teknologiateollisuus ry:n (2009) arvion mukaan suurin työllistävä vaikutus liittyy kuitenkin hankkeiden elinkaaren aikaiseen huolto- ja kunnossapitoon. Hankkeet tuottavat alueen kunnille verotuloja ja tuulivoima-alueen maanomistajille vuokratuloja.

Investoinnit

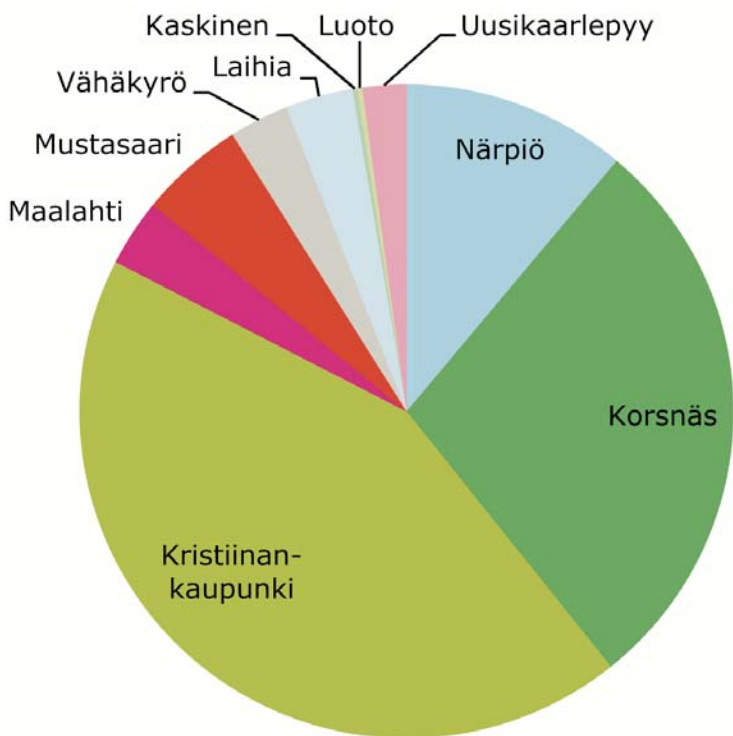
Tuulivoimaloiden rakentaminen edellyttää merkittäviä investointeja. Taulukossa 13, sarakkeessa 2 on esitetty eri työvaiheiden kustannusosuuksia (%) 2 MW:n kokoisien maatuulivoimalan kokonaiskustannuksista. Sarakkeessa 3 on osoitettu investointien suuruusluokkaa Pohjanmaalle, mikäli pitkän tähtäimen tuulivoimatavoitteet (noin 2 000 MW) toteutuisivat. Kokonaisinvestointien suuruus olisi nykyrahassa laskettuna lähes 3 miljardia euroa. Todelliset kustannukset olisivat tätäkin suuremmat, koska merelle perustamisen kustannukset ovat korkeammat, jopa kaksinkertaiset taulukon 13 arvioon nähden.

Taulukko 13. Eri työvaiheiden keskimääräiset kustannukset rakennettaessa 2 MW:n kokoista tuulivoimalaa maalle sekä investoinnin osuus euroina

Kustannusten jakautuminen	Osuus kokonaiskustannuksista [%]	investoinnit Pohjanmaalla (M€)
Turbiini	75,6	2117
Sähköverkkoliitäntä	8,9	249
Perustukset	6,5	182
Maanvuokra	3,9	109
Sähköasennukset	1,5	42
Konsultointi	1,2	34
Rahoituskulut	1,2	34
Tienrakennus	0,9	25
Säätöjärjestelmät	0,3	8
Yhteensä	100	2800
	(kokonaiskustannus n. 1,4 M€ / MW)	

Näistä investoinneista maakunnan alueelle on mahdollisuus jäädä vähintäänkin turbiinien ja rahoituskulujen ulkopuolinen osuus, noin 20 %, 600 M€. Todennäköisesti maakuntaan jää huomattavasti suurempikin osuus investoinneista, alueelle muodostuvan tuulivoimatoiminnan myötä. Lisäksi investointeihin on laskettava rakentamisen jälkeiset investoinnit eli ne, jotka liittyvät käyttöön ja kunnossapitoon. Lisäksi kuntataloudellisia vaikutuksia syntyy työllistymisen seurauksena tuloveroista ja kiinteistöveroista.

Investointien kohdistumisen välillä on huomattavia eroja eri kuntien välillä. Mikäli todellinen jakauma noudattelisi tämän hetken hankkeiden jakautumista (kuva 26), niin valtaosa investoinneista kohdentuisi maakunnan eteläisimpiin rannikkokuntiin Kristiinankaupunkiin, Korsnäsisiin ja Närpiöön.



Kuva 26. Tuulivoimahankkeiden jakautuminen Pohjanmaan kunnissa.

Työllistyvyys

Rakentamisen aikana työllisyysvaikutuksia muodostuu maanrakennustöistä, kuljetuksista, asennustyöstä ja palveluista. Käytön aikana työllistävät huoltoon ja

käyttöön sekä niihin liittyvät palvelut. Teknologiateollisuus ry näkee, että tuulivoima-alan työpaikat syntyvät jatkossakin pääosin teknologiateollisuuteen. Sen arvion mukaan 100 MW tuulivoimapuiston on arvioitu työllistävän rakentamisen ja 20 vuoden käytön aikana

Suomessa jopa yli 1 000 henkilötyövuotta. Tämä jakautuu seuraavasti:

- projektikehitys ja asiantuntijapalvelut 10 henkilötyövuotta
- infrastruktuurin rakentaminen ja asentaminen 70 henkilötyövuotta
- voimaloiden valmistus, materiaalit, komponentit ja järjestelmät 300 henkilötyövuotta
- käyttö- ja kunnossapito 20 vuotta 800 henkilötyövuotta
- yhteensä 1 180 henkilötyövuotta

Tuulivoima-ala voisi työllistää työvoimaa Pohjanmaalla hankkeiden osalta taulukon 14 mukaisesti. Näistä paikallista työvoimaa voisi työllistyä periaatteessa kaikilla osa-alueilla, mikäli alueelle saadaan luotua monipuolista tuulivoimateollisuutta. Paikallisille yrityksille avautuu mahdollisuuksia muun muassa maanrakennuksessa sekä tarvittavien sähkönsiirtoyhteysien rakentamisessa, mutta myös voimaloiden valmistuksessa ja toiminnanaikaisessa huollossa ja kunnossapidossa mikäli alueella on tarvittavaa osaamista.

Taulukko 14. Tuulivoimahankkeiden kokonaistyöllistyvyys (henkilötyövuotta) pitkän tähtäimen tavoitteiden toteutuessa.

	Tuulivoimahankkeet (2000 MW)
Projektikehitys ja asiantuntijapalvelut	200
Infrastruktuuri rakentaminen ja asentaminen	1400
Voimaloiden valmistus, materiaalit, komponentit ja järjestelmät	6 000
Käyttö- ja kunnossapito 20 vuotta	16 000
Yhteensä (noin)	23 600

Pitkän aikavälin tavoitteiden toteutuessa (2 000 MW) hankkeet työllistäisivät tällöin 23 600 htv. Tästä parhaimmillaan noin 75–85 % voisi jäädä alueelle. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että alueelta löytyy runsaasti tuulivoimaosaamista ja että paikalliset yritykset pääsevät osallisiksi hankkeisiin.

Tuulivoimalaitoksista maksetaan kiinteistövero. Kiinteistöverot maksetaan kunnalle, jonka alueella maa-alue sijaitsee. Kiinteistövero määräytyy perustusten ja rakenteiden arvon perusteella. Koneistoista ei kiinteistövero makseta. Kiinteistövero on useita tuhansia euroja vuodessa voimalaa kohden. Lisäksi rakentamisen ja käytön aikana muodostuu tuloveroja hankkeen rakentajien tai projektille palveluja tuottavien työntekijöiden tuloista. Eri selvitysten perusteella vuotuisten verotulojen voidaan arvioida asettuvan välille 3 000–5 000 euroa/MW/v. Yksi 3 MW:n voimala tuottaisi siten 9 000–15 000 euron verokertymän lisäyksen vuositason.

Maapohjan vuokraaja voi saada sopimuksesta riippuen kertakorvauksen, vuosivuokran ja/tai lisäksi osuuden tuotosta. Maanvuokraus tuulivoimatuottajalle on merkittävä lisäansio esimerkiksi maanviljelijöille tai metsänomistajille. Yhdestä voimalasta saatava tulo maapohjan haltijalle saattaa hyvin olla useita tuhansia euroja vuodessa. Korvausta saatetaan maksaa myös vaikutusalueen maanomistajille, joiden kanssa toimija tekee erilliset sopimukset. Lisäksi rakennettavista teistä ja sähkön siirtojohtoista maksetaan erilliset korvaukset.

Voimaloilla voi olla myös negatiivisia vaikutuksia joihinkin elinkeinoihin. Matkailuun voimala-alueet voivat vaikuttaa samaan tapaan kuin virkistyskohteisiin mm. muuttamalla luonnonympäristöön tai perinteiseen kulttuuriympäristöön tukeutuvia matkailualueita luonteeltaan teknistyneemmiksi. Unescon maailmaperintökohteen maisemakuvaan kaavaehdotuksen alueet voivat vaikuttaa Moikipäässä. Usean kilometrin etäisyys kuitenkin ehkäisee merkittävät vaikutukset.

Liikennevirasto hyväksyi vuonna 2010 Pohjanlahden rantatien valtakunnalliseksi matkailutiekse. Rantatie on yhdistänyt länsirannikon jokisuiden kaupunkeja aina keskialalta nykypäivään asti. Voimala-alueet sijoittuvat useassa kohdin tien läheisyyteen, mutta peitteiset metsämaastot ehkäisevät tehokkaasti visuaalisia vaikutuksia.

9.8 Vaikutukset pinta- ja pohjavesiin sekä maa- ja kallioperään

Tuulivoimarakentamisella on rakentamisaikaisia vaikutuksia maa- ja kallioperään. Vaikutukset ovat luonteeltaan paikallisia, aiheutuen voimaloiden rakennuspaikkojen ja niiden lähiympäristön muokkaamisesta sekä tiestön rakentamisesta.

Alueiden toteuttamisen vaikutukset pinta- ja pohjaveteen arvioidaan vähäisiksi. Maakuntakaavaehdotuksen tuulivoima-alueista viisi sijoittuu luokitelluille pohjavesialueille. Kohteet ovat 5, 11, 17, 24, 44. Kaikki edellä mainitut alueet ovat laajoja kohteita ja pohjavesimuodostuma kattaa enimmillään alle 7 % tuulivoimalueen pinta-alasta. Pohjaveden suojelu on näin ollen mahdollista huomioida voimaloita ja muita rakenteita suunniteltaessa.

Mahdolliset arvokkaat pienvedet kartoitetaan yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa, jolloin ne voidaan ottaa huomioon voimaloiden ja muiden rakenteiden sijoittelussa.

Myös maa- ja kallioperään kohdistuvat vaikutukset jäävät paikallisiksi. Voimalat eivät sijoitu arvokkaille kallioalueille, moreenimuodostumille eikä ranta- ja tuulikerrostumille. Paikallisesti voimalat voivat heikentää esimerkiksi kylien läheisten, lähivirkistykseen soveltuvien kallioiden luonnontilaa.

9.9 Vaikutukset alue- ja yhdyskuntarakenteeseen

Kaikki ehdotuksessa osoitetut alueet sijoittuvat erilleen muusta suunnitellusta yhdyskuntarakenteesta. Kohteiden rakentaminen, toiminta ja käyttö muuttavat voimala-alueen aluerakennetta johtuen tiestön, sähkönsiirtoverkon, mahdollisten sähköasemien ja laitosalueiden rakentamisesta. Voimala-alueiden maa- ja metsätalousohjauksen rinnalle tulee teollista energiatuotantoa. Rakenteiden edellyttämä pinta-ala on kuitenkin melko pieni, vain 3-4 prosenttia koko tuulivoima-alueen pinta-alasta, mistä johtuen toiminnallinen muutos maan-

käytössä jää siten melko vähäiseksi. Muutos kohdistuu lisäksi melko harvoihin paikkoihin, koska lähtökohtana on ollut tuotannon keskittäminen isommiksi kokonaisuuksiksi ennalta arvioiden parhaiten soveltuville alueille.

Tuulivoimala-alueen ulkopuolella voimalat voivat rajoittaa lähiympäristön muuta maankäyttöä, kuten haja-asutuksen tulevaa sijoittumista. Ne saattavat ehkäistä mm. asutuksen laajenemista muutoin otollisille laajenemissuunnille. Vaikutusta voi olla muidenkin häiriöille herkkien toimintojen, kuten turkistarhauksen sijoittumiseen. Voimaloiden lisäksi maankäyttöön vaikuttavat myös voimala-alueilta lähtevät sähkölinjat.

Merkittävät vaikutukset voidaan todennäköisesti ehkäistä huomioimalla tiedossa olevat maankäyttötarpeet voimaloiden sijoittelussa. Kaikki kaavaehdotuksessa osoitetut alueet ovat kooltaan sellaisia, että lähiasutukseen voidaan jättää riittävät suojavyöhykkeet ja näin ehkäistä suorat ja melu- ja välkevaikutukset pihapiireihin. Tällöin myöskään merkittäviä vaikutuksia asuinkiinteistöjen arvoon ei ole odotettavissa.

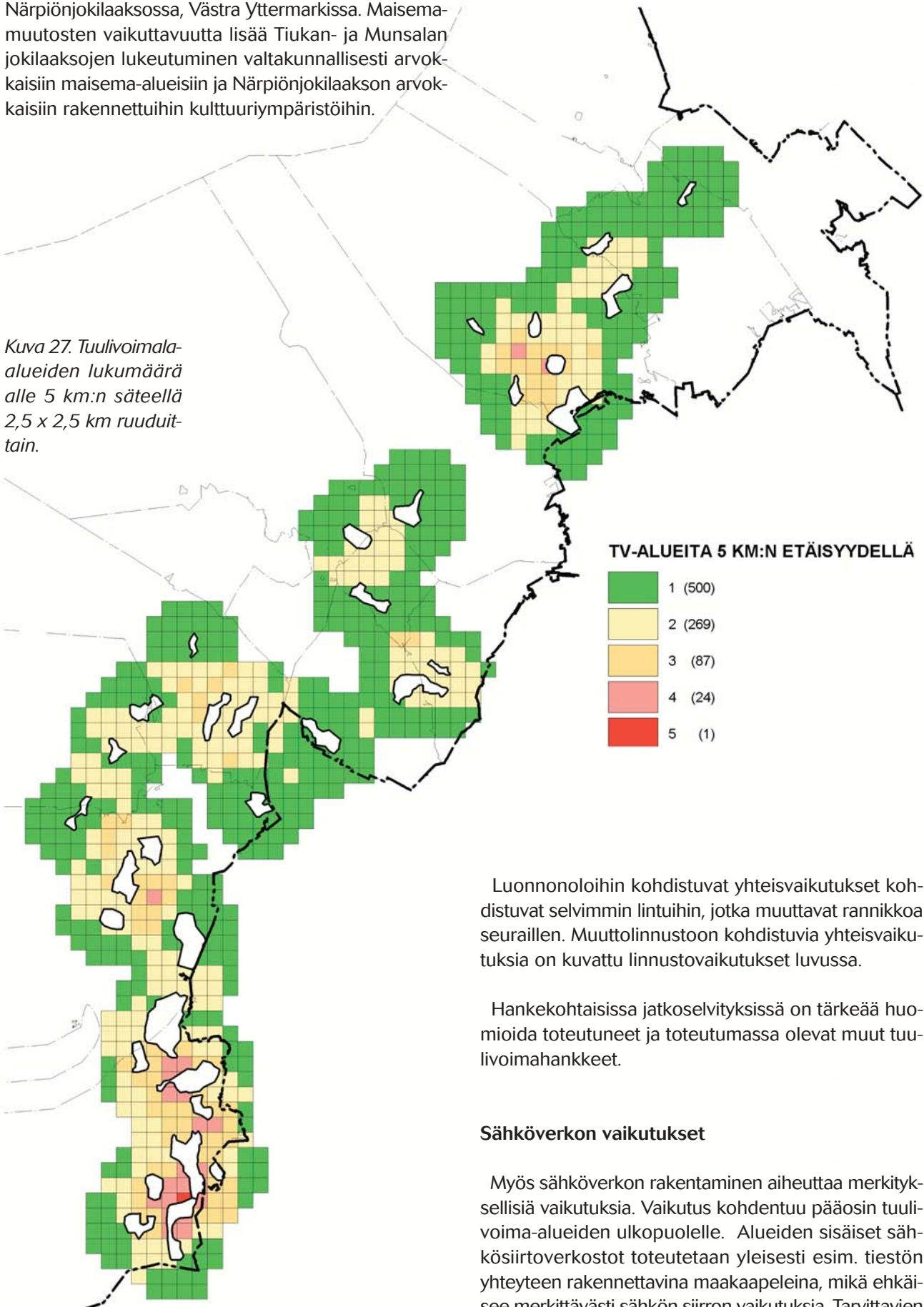
Maakunnallisesti merkittävät virkistysalueet on huomioitu tuulivoimaloiden sijoittelussa jättämällä niiden ympärille riittävät suojavyöhykkeet. Siten suoraa melua tai välkevaikutuksia ja virkistysalueiden laadun merkittävää heikkenemistä ei ole odotettavissa. Maisemamuutosten myötä joidenkin virkistysalueiden luonne voi muuttua teknistyneempään suuntaan. Laajalaisimmat vaikutukset ovat rannikon läheisillä tv-alueilla, jotka muuttavat paikoin hyvin eheitä, luonnonmaisemia voimala-maisemiksi. Monin paikoin voimalat voivat myös muuttaa paikallisesti merkittävien lähivirkistysalueiden luonnetta kylien läheisyydessä.

9.10 Yhteisvaikutukset

Vierekkäisillä tuulivoima-alueilla voi olla myös merkityksellisiä yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutuksia muodostuu etenkin maisemaan sekä luonnonympäristöön. Jotkin alueet sijoittuvat neljän eri tuulivoimalakohteen visuaaliselle lähialueelle (< 5km). Kuvasta 27 laskettuna maakunnassa on noin 2 000 km² alueita, jotka sijoittuvat vähintään kahden tuulivoimala-alueen lähialueelle. Yhteisvaikutusten ilmeneminen määräytyy luonnollisesti sen mukaan mitkä tv-alueet aikanaan toteutuvat ja millaista maankäyttöä ja maisematyyppiä kohdealueilla esiintyy. Valtaosa voimala-alueiden välisistä alueista on peitteistä ja asumatonta metsämaata, mikä ehkäisee merkittävien yhteisvaikutusten esiintymisen. Joillakin viljelysalueilla vaikutuksia todennäköisesti kuitenkin muodostuu. Yhteisvaikutukset ovat mahdollisia etenkin Uudessakaarlepyyssä Munsalan ja Pensalan välisessä

Munsalanjokilaaksossa sekä Kristiinankaupungissa Tiukanjokilaaksossa ja Lapväärtinjokilaaksossa sekä Närpiönjokilaaksossa, Västra Yttermarkissa. Maisemamuutosten vaikuttavuutta lisää Tiukan- ja Munsalan jokilaaksojen lukeutuminen valtakunnallisesti arvokkaisiin maisema-alueisiin ja Närpiönjokilaakson arvokkaisiin rakennettuihin kulttuuriympäristöihin.

Kuva 27. Tuulivoimala-alueiden lukumäärä alle 5 km:n säteellä 2,5 x 2,5 km ruudittain.



Luonnonoloihin kohdistuvat yhteisvaikutukset kohdistuvat selvimmin lintuihin, jotka muuttavat rannikkoa seuraillen. Muuttolinnustoon kohdistuvia yhteisvaikutuksia on kuvattu linnustovaikutukset luvussa.

Hankekohtaisissa jatkoselvityksissä on tärkeää huomioida toteutuneet ja toteutumassa olevat muut tuulivoimahankkeet.

Sähköverkon vaikutukset

Myös sähköverkon rakentaminen aiheuttaa merkityksellisiä vaikutuksia. Vaikutus kohdentuu pääosin tuulivoima-alueiden ulkopuolelle. Alueiden sisäiset sähkösiirtoverkostot toteutetaan yleisesti esim. tiestön yhteyteen rakennettavina maakaapeleina, mikä ehkäisee merkittävästi sähkön siirron vaikutuksia. Tarvittavien

ilmajohtojen määrän ja sijoittumisen arviointi ei ole mahdollista ilman yksityiskohtaista suunnittelua. Osa alueista on todennäköisesti mahdollista liittää säteittäisesti 110 kV:n verkostoon, osa omalla sähköasemalla nykyiseen verkostoon ja osa olemassa oleviin sähköasemiin. Liitteessä kaksi on esitetty alustava liityntäsuuntaselvitys.

Alueiden valinnan yhtenä kriteerinä on ollut nykyisen suurjännitelinjan tai sähköaseman läheisyys, siten yli puolella alueista etäisyys linjaan on < 1,5 km. Kaavaehdotuksen alueiden yhteenlaskettu etäisyys yli 110 kV:n linjoihin on noin 150 km ja etäisyys sähköasemiin noin 300 km. Pitkätähtäimen tavoitemitoituksen (1500-1800 MW) toteutuessa noin puolet alueista rakentuisi, mistä voidaan karkeasti arvioida, että linjojen kokonaispituus tulisi olemaan suuruusluokaltaan noin 100-150 km. Linjojen vaikutusten painopiste on maan kunnan eteläosassa, missä mahdollisia tuulivoimalueita on runsaasti ja etäisyydet sähköasemiin ovat keskimääräistä suuremmat.

Sähkölinjojen keskeiset vaikutuskohteet ovat asutus, luonto ja maisema. Merkittävät vaikutukset on todennäköisesti mahdollista ehkäistä linjojen sijoittelulla sekä käyttämällä tarvittaessa maakaapelointia. Maisemavaikutuksiin on tarpeen kiinnittää huomioita etenkin kohteilla missä mahdollisen kytkentäpisteen ja tuulivoimala-alueen väliin sijoittuu arvokkaita maisemalueita. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi Närpiön Blacksnäs (27) ja Vähäkyrön Torkkola (17).

9.11 Arvioinnin epävarmuustekijät

Arviointiin liittyy monia epävarmuustekijöitä, joiden vuoksi arviointi voi olla joko yli- tai alikorostunut joidenkin vaikutuskohteiden osalta. Keskeinen epävarmuus aiheutuu tarkastelun yleispiirteisydestä.

Selvityksessä on pyritty löytämään maakuntakaavan tuulivoimalueiksi parhaimmin soveltuvat alueet ja siksi on toimittu varovaisuusperiaatteiden mukaisesti. Tästä syystä jo selvityksen alkuvaiheessa määritettiin suojavyöhykkeet herkkien alueiden ympärille. Hankekohtaiset inventoinnit voivat hyvin osoittaa voimaloiden "täsmäsijoittelun" mahdollistavan rakentamisen kohteille, jotka yleispiirteisessä tarkastelussa vaikuttivat soveltumattomilta paikoilta. Vaikka tämänkin selvityksen mukaiset heikkotuulisimmat alueet saattavat olla lähiajan toteutuksen osalta kyseenalaisia, tekniikan kehittyminen saattaa mahdollistaa vieläkin heikkotuulisimpien alueiden hyödyntämisen.

Syöttötariffi tuli voimaan Suomessa tämän selvityksen

aikana keväällä 2011 ja lisäsi merkittävästi kiinnostusta tuulivoimaa kohtaan. Kuitenkin myös muut poliittisluonteiset päätökset voivat muuttaa tämän selvityksen suosituksia. Näistä keskeisimmät liittyvät rakentamattomien alueiden käyttöönottoon sekä kantaverkkoon liittyviin rakentamispäätöksiin. Viime aikoina on varsinkin maakuntakaavataso suunnittelussa tullut esiin tarve osoittaa ns. hiljaisia alueita. Myös laajemmin erämaatyypiset (suojelualueiden ulkopuoliset) aluekokonaisuudet ja niiden säilyminen rakentamattomana ovat olleet mietinnässä. Mikäli tuulivoimatuotannon katsotaan olevan ristiriidassa näiden tavoitteiden kanssa, saattaa se heikentää useammankin tämän selvityksen mukaisen aluekokonaisuuden soveltuvuutta tuulivoimaloiden alueeksi.

Epävarmuutta alueiden vertailuun ja vaikutusten arviointiin tuovat myös tehtyjen tarkastelujen yleispiirteisyys ja tarkkojen maastotarkastelujen puute. Siten esim. tiedot kaikista uhanalaisista luontotyypeistä ja lajeista sekä suojelualueilla että niiden ulkopuolella ovat puutteellisia sekä meri-, että maa-alueilta. Tässä selvityksessä ei myöskään ollut mahdollista arvioida vasta hankesuunnitelmien yhteydessä selviävien teknisten ratkaisujen (esim. voimaloiden, teiden ja sähkölinjojen sijainti) vaikutuksia eri tekijöihin, kuten asutukseen, maisemaan ja alkuperäiseen luontoon.

Keskeisenä epävarmuustekijänä linnuston osalta voidaan pitää merikotkaan kohdistuvien vaikutusten arviointia. Lajin muuttokäyttäytyminen ei ole niin suoraviivaista kuin muilla tarkastelluilla lajeilla, valtaosa vaikutuksista kohdistunee lisäksi paikallisiin ja pesiviin kotkiin, joiden liikkumisen laajuudesta ja kohdentumisesta ei ole tarpeeksi tietoa arvioinnin pohjaksi. Selvitystä tehdessä ei ollut myöskään käytettävissä tietoja parhaillaan käynnissä olevasta Maalihankkeesta, missä etsitään ja osoitetaan maakunnallisesti arvokkaimmat linnustoalueet.

Puolustusvoimien tekemään aluevalvontaan liittyvä tutkatoiminta sekä puolustusvoimien harjoitustoiminta voivat muodostaa esteen tuulivoimarakentamiselle joillakin alueilla. Osoitettujen alueiden vaikutuksia puolustusvoimien toimintaan ei ole toistaiseksi selvitetty kattavasti. Asia täsmentyy kaavaprosessin kuluessa tai viimeistään hankekohtaisen suunnittelun yhteydessä. Liikenteen turvallisuusvirastolla on mahdollisuus rajoittaa tuulivoimaloiden korkeutta lentoturvallisuuteen perustuen tai estää niiden sijoittamisen lentotoiminnan kannalta tärkeille alueille lentoestelupaa haettaessa. Lentoliikenteen sujuvuuteen liittyvät vaatimukset todennäköisesti rajoittavat voimaloiden korkeutta osalla tuulivoimalueita, millä voi olla vaikutuksia alueiden toteuttamisedellytyksiin.

Moniin em. epävarmuustekijöihin on saatavilla lisäselvyyttä parhaillaan käynnissä olevista tutkimus- ja kehityshankkeista, joten tiedon tarkkuutta on mahdollista kasvattaa myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Tärkeää on myös kokemuseräisen tiedon karttuminen Suomen olosuhteista.

9.12 Vaikutusten yhteenveto

Ihmisten elinolot ja elinympäristöt

Voimalat voidaan toteuttaa siten, ettei suoria melu- ja välkevaikutuksia aiheudu asutukselle ja virkistysalueille. Voimala-alueiden läheisyyteen (< 2 km) sijoittuu toteutumisesta riippuen 2 000–4 000 asuntoa. Visuaalisella vaikutusalueella (< 5 km) asuu yli 10 000 ihmistä. Useiden paikallisesti merkityksellisten ulkoilualueiden luonne muuttuu teknistyneempään suuntaan.

Maisema ja kulttuuri-perintö

Kaikkiaan tuulivoimarakentaminen tulee muuttamaan mittavasti maakunnan maisemakuvaa. Laajat tuulivoima-alueet muuttavat laajalti viljeltyjä jokilaaksoja, niiden välisiä metsäalueita ja rannikon saaristomaisemia. Merkittävimmit maisemavaikutukset on kuitenkin ehkäisty sijoittamalla kaikki tuulivoima-alueet arvokaiden maisema-alueiden ulkopuolelle. Visuaaliselle vaikutusalueelle (< 5m) sijoittuu useita maisema-alueita. Neljän voimala-alueen läheisyyteen (< 5km) sijoittuu yli 10 km² arvokkaita maisema-alueita. Laajempia tuulivoima-alueita ei ole sijoitettu rannikolle rantaviivan tuntumaan, vaan ne sijoittuvat selvemmin sisämaahan. Korkeina rakennelmina lähimpänä rantaa sijaitsevat kohteet muuttavat kuitenkin myös saaristomaisemaa.

Linnusto ja muu luonto

Tuulivoimasuunnittelussa on huomioitu pääsääntöisesti hyvin linnustollisesti merkittävät kerääntymisalueet, linnustosuojelualueet (SPA) alueet, IBA- ja FINIBA-alueet, merikotkan reviiitit, ruokailualueet ja talvehtimisalueet. Muutamia alueita sijoittuu em. alueiden läheisyyteen muodostaen paikallisen riskitekijän. Haittoja voi vähentää huomioimalla riskit voimaloiden sijoitussuunnitelmassa. Kaikkiaan mitoituksen mukainen rakentaminen edellyttää satojen kilometrien teiden ja voimalinjojen rakentamista, mitkä osaltaan lisäävät metsäalueiden pirstoutumista. Hyvällä suunnittelulla ja tarvittaessa mitoitusta pienentämällä voidaan ehkäistä merkittävimmit vaikutukset uhanalaisiin lajeihin ja luontotyyppisiin.

Natura-alueet

Alustavan kaavaehdotusalueiden rajauksissa Natura-alueet on huomioitu siten, että merkittävien vaikutusten todennäköisyys on melko pieni. Kaikki ehdotuksen alueet sijoittunevat riittävän etäälle suojelualueista ehkäisemään teiden ja muiden rakenteiden suorat vaikutukset luontotyyppisiin. Joillakin alueilla vaikutuksia saattaa ilmetä suojelualueilla pesiviin tai kerääntyviin lintuihin mahdollisten törmäysten kautta. Vaikutusten merkittävyyttä ei tässä yhteydessä arvioida käytettävissä olevan tiedon vähyyden vuoksi. Näille alueille suositellaan tehtäväksi myöhemmissä suunnitteluvaiheissa tarkempi Natura-arviointi. Se edellyttää laji- ja aluekohtaista riskiarviointia törmäyksistä ja populaatiovaikutuksista. Muutamille alueille arviointi on jo tehty tai on tekeillä yleiskaavoituksen tai YVA-tarkastelun yhteydessä.

Maa- ja lentoliikenne

Tehdyn selvityksen (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus ym. 2012) mukaan tieverkostolle ei muodostu merkittäviä muutostarpeita. Nykyinen paikallistiekantatieverkosto on kelvollinen massiivisten tuulivoimalakomponenttien kuljetukseen. Metsätieverkostolle koituu tuulivoimala-alueilla merkittävä parannus. Metsätieverkosto on vahvistettava ja myös uusia teitä rakennettava runsaasti. Tiet ovat muidenkin elinkeinojen kuten metsätalouteen liittyvien kuljetusten käytettävissä.

Voimaloiden rakentamis- ja purkamisaikana kuljetukset voivat aiheuttaa häiriöitä ja haitata liikenteen sujuvuutta. Haitat ovat kuitenkin paikallisia ja ajallisesti lyhytaikaisia. Mahdollisten haittojen määrä ja kohdentuminen selviävät tarkemman suunnittelun yhteydessä. Kaikki alueet ovat kooltaan laajoja ja niille on todennäköisesti mahdollista ohjata liikennettä usean eri liittymän kautta.

Maakuntakaavaehdotuksessa sijoittuu neljä aluetta Finavian paikkatietoaineistossa (Finavia 2012) osoitetulle lentokenttien lähialueelle (AGA) sekä 11 aluetta lentoliikenteen turvallisuudesta vastaavan viranomaisen määrittelemille rajoitusalueille (Finavia 2012). Aineiston mukaan kaikilla näillä alueilla voimalan korkeuden rajoitukset ovat mahdollisia ainakin korkeimmilla maastonkohdilla

Viestintä ja maanpuolustus

Langattomaan tiedonsiirtoon kohdistuvien vaikutusten oletetaan jäävän vähäisiksi. Kohdealueille tai niiden läheisyyteen sijoittuu muutamia linkkimastoja sekä useita mastojen välisiä linkkijänteitä. Koska linkkijänteet edellyttävät vain muutamien kymmenien metrien

levyistä suojavyöhykettä, voimaloiden sijoittelun suunnittelussa voitaneen huomioida jänteiden sijainti siten, ettei vaikutuksia esiinny.

Joillakin kaavaehdotuksessa esitetyillä alueilla voi olla vaikutuksia maanpuolustuksen tutkavalvonta-, ym. toimintoihin. Pääesikunta antaa myöhemmissä suunnitteluvaiheissa puolustusvoimien lausunnot tuulivoimarakentamisesta. Tarvittaessa laaditaan erillinen tutkavaikutusselvitys VTT:llä

Ilmasto

Maakunnan tuulivoimataavoite 1 800–2 000 MW tuulivoimaa tuottaa 4-5 TWh energiaa, mikä on noin puolet maakunnan energiakulutuksesta. Tämä on lähes kokonaan päästötöntä energiaa. Korvatesaan fossiilisia polttoaineita CO₂ -päästöt vähenevät noin 3 milj. tonnia/v.

Talous ja elinkeinot

2 000 MW tuulivoiman kokonaisinvestointien suuruus Pohjanmaalle olisi nykyrahassa laskettuna lähes 3 miljardia euroa. Hankkeet työllistäisivät elinkaaren aikana tällöin noin 24 000 henkilötyövuotta. Tästä parhaimmillaan noin 75–85 % voisi jäädä alueelle. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että alueelta löytyy runsaasti tuulivoimaosaamista ja että paikalliset yritykset pääsevät osallisiksi hankkeisiin. Kunnille kertyy tuloja hankkeista sekä kiinteistö-, että tuloverotuksen kautta. Maanvuokraus tuulivoimatuottajalle on merkittävä lisäansio maanomistajille.

Pinta- ja pohjavedet

Tuulivoimarakentamisella on lähinnä rakentamisen-aikaisia vaikutuksia maa- ja kallioperään. Vaikutukset ovat luonteeltaan paikallisia, aiheutuen voimaloiden rakennuspaikkojen ja niiden lähiympäristön muokkamisesta sekä tiestön rakentamisesta. Viidelle tuulivoima-alueelle sijoittuu pohjavesialueita. Kaikki alueet ovat laajoja kohteita ja pohjavesimuodostuma kattaa enimmillään alle 7 % tuulivoima-alueen pinta-alasta. Pohja- ja pintavesien suojelu on mahdollista huomioida voimaloita ja muita rakenteita suunniteltaessa.

Alue- ja yhdyskuntarakenne

Tuulivoimala-alueen ulkopuolella voimalat voivat rajoittaa lähiympäristön muuta maankäyttöä, kuten haja-asutuksen tulevaa sijoittumista. Ne saattavat ehkäistä mm. asutuksen laajenemista muutoin otollisille laajenemissuunnille. Vaikutusta voi olla muidenkin häiriöille herkkien toimintojen, kuten turkistarhauksen

sijoittumiseen. Voimaloiden lisäksi maankäyttöön vaikuttavat myös voimala-alueilta lähtevät sähkölinjat. Merkittävät vaikutukset voidaan todennäköisesti ehkäistä huomioimalla tiedossa olevat maankäyttötarpeet voimaloiden sijoittelussa. Kaikki kaavaehdotuksessa osoitetut alueet ovat kooltaan sellaisia, että lähiasutukseen voidaan jättää riittävät suojavyöhykkeet ja näin ehkäistä suorat melu- ja välkevaikutukset pihapiireihin. Tällöin myöskään merkittäviä vaikutuksia asuin-kiinteistöjen arvoon ei ole odotettavissa.

Yhteisvaikutukset

Vierekkäisillä tuulivoima-alueilla voi olla myös merkityksellisiä yhteisvaikutuksia. Yhteisvaikutuksia muodostuu etenkin muuttuvaan maisemaan sekä luonnonympäristöön. Jotkin alueet sijoittuvat neljän eri tuulivoimalakohteen visuaaliselle lähialueelle (< 5km). Yhteisvaikutusten ilmeneminen määräytyy luonnollisesti sen mukaan mitkä tv-alueet aikanaan toteutuvat ja millaista maankäyttöä ja maisematyyppiä kohdealueilla esiintyy. Valtaosa voimala-alueiden välisistä alueista on peitteistä ja asumaton metsämaata, mikä ehkäisee merkittävien yhteisvaikutusten esiintymisen. Joillakin viljelysalueilla vaikutuksia todennäköisesti kuitenkin muodostuu. Yhteisvaikutukset ovat mahdollisia etenkin Uudessakaarlepyyssä Munsalan ja Pensalan välisessä Munsalanjokilaaksossa sekä Kristiinankaupungissa Tiukanjokilaaksossa ja Lapväärtinjakilaaksossa sekä Närpiönjokilaaksossa, Västra Yttermarkissa.

10. ENERGIATASE, JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Selvityksessä tutkittiin uusiutuvat energiamuodot ja niiden sijoittuminen Pohjanmaalla. Tavoitteena on energiatuotannon osalta omavarainen Pohjanmaan maakunta vuonna 2030. Pohjanmaan maakunnan alueella syntyvien energiantuotantoon soveltuvien raaka-aineiden energiasisältö on hyvin suuri ja se vastaa lähes 2/3 koko maakunnan sähkö- ja lämmitysenergian tarpeesta.

Tämän selvityksen perusteella tavoite onkin mahdollinen. Samaan lopputulokseen päätyy myös "Energiaomavaraisuuden kohottaminen Pohjanmaalla" -projekti (Hyttinen & Peura 2009).

Tavoitteen saavuttaminen edellyttää kuitenkin useiden eri tekijöiden yhteisvaikutusta massiivisen tuulivoimatuotannon perustana. Useita osakokonaisuuksia ei tässä selvityksessä ole kuitenkaan ollut mahdollista selvittää tarkemmin. Tällaisia ovat mm. liikennekysymykset ja tulevaisuuden tekniset innovaatiot. Esimerkiksi sähköautojen merkittävä yleistymisen vuoteen 2030 mennessä vähentää jo itsessään tuontiin perustuvan öljyn tarvetta niin Pohjanmaalla kuin muuallakin, mutta vastaavasti lisää sähköntarvetta. Myös turvetuotanto on rajattu selvityksen ulkopuolelle. Selvitys antaa kuitenkin yleispiirteisiin laskelmiin ja arvioihin pohjautuvat yhden mahdollisen kehityskuvamallin **maakuntakaavataso** suunnittelun pohjaksi.

Energiatarpeen määrittäminen Pohjanmaan maakunnassa voidaan tämän selvityksen tarkkuustasolla perustaa laajempiin valtakunnantason laskelmiin. Vuonna 2020 energian tavoitteellinen loppukulutus Suomessa on 310 TWh ja sähkönkulutus 98 TWh. Vastaavasti tavoitteelliset arvot vuodelle 2030 ovat 280 TWh ja sähkön osalta 92 TWh. Kun oletetaan että Pohjanmaa sitoutuu omalla osuudellaan energian säästämiseen ja energiatehokkuuden nostamiseen liittyviin toimiin, olisi tavoitteellinen loppukulutus liiton alueella 9,2 TWh. Perusuran mukainen loppukulutus (eli malli, jossa energiakukutus jatkaa kasvuaan) olisi vastaavasti n. 12 TWh. Nämä arvot vastaavat täysin Pohjanmaan energiatasotason 2010–2040 (Wasberg & Pekkola 2010) tavoitetta, jonka mukaan energiankulutus olisi pysähtynyt tasolle 10 TWh/vuodessa vuonna 2020.

Energiaomavaraisuus ja siirtyminen uusiutuviin energialähteisiin tapahtuvat tämän selvityksen perusteella

ensisijaisesti massiivisen tuulivoimatuotannon avulla. **Vuonna 2030 liiton alueella tuotettaisiin 1500–1800 MW tuulivoimaa. Tehomäärä vastaa viittä TWh eli 54 % tavoitetilan ja 42 % perusuran mukaisesta loppukulutuksesta.** Tämä edellyttää 240 km² alueita, joskin määrä voi vaihdella merkittävästikin riippuen voimaloiden valittavasta tehosta ja tulevaisuuden teknisestä kehityksestä. Selvitys suosittaa maakuntakaavassa varautumista noin kaksinkertaisiin aluevarauksiin, jolloin myös vaihtoehdolle ja epävarmuuskijöille jää riittävästi tilaa. Nämä varaukset saavutetaan esitettyjen alueiden huomioimisena maakuntakaavassa.

Maakuntakaavassa suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti aluemerkitä (tv – pistekatkoviiva) 1:100 000 karttapohjalla. Kohdemerkintä (halkaisija 5 mm) peittäisi alleen vain yhden voimalan alan. Sitä voidaan kuitenkin käyttää nykyisillä, muutaman voimalan alueilla informatiivisena merkintänä. Lisäksi tulee määritellä maakunnallisen tuulivoimapuiston minimikoko, jolloin helpommin jää tilaa kehityskuville, joissa myös pienten kylien tai taloryhmien yhteinen voimala tai voimalat ovat maakuntakaavan hengen mukaisesti mahdollisia. Suositeltava minimikoko on neljän voimalan "puisto", jossa kahden voimalan maksimietäisyys on 1 000 metriä. Tehomäärien tai voimaloiden korkeuden rajoittamiseen maakuntakaavassa tulee suhtautua kriittisesti. Esimerkiksi 3 MW voimalan korvaaminen 5 MW voimalalla nostaa alueen kokonaistehoa yli 60 % ilman, että sillä olisi oleellista vaikutusta muuhun maankäyttöön tai ympäristövaikutuksiin.

Bioenergian osalta metsähake muodostaa myös Pohjanmaalla suurimman käyttämättömän biomassavaran. Maakunnan polttolaitokset (myös pienet ja keskisuuret) siirtyvät vähitellen öljystä bioenergian käyttöön. Tämä tavoitteellinen suuntaus tuli hyvin esille myös selvityksen yhteydessä tehdystä kyselystä. Kuten aiemmin todettiin, vastaa maakunnan metsien kokonaisvuosikasvu 4,2 TWh:a. Mikäli tämä hyödynnetään 70 %:sti energiatuotannossa vuonna 2030 vastaa se 2,9 TWh eli **31.5 % tavoitetilan ja 24 % perusuran mukaisesta loppukulutuksesta.** Kun tähän lisätään biokaasun hyödyntäminen sekä uusissa että suunnitelluissa laitoksissa, voitaneen bioenergialla varsin todennäköisesti tuottaa noin **35 % tavoitetilan ja 27 % perusuran mukaisesta loppukulutuksesta.** Tässä arvioissa ei ole mukana peltobiomassaa. Maakunta-

kaavaan ei tämä osakokonaisuus vaadi uusia merkintöjä. Maakunnallisesti merkittävät laitokset on jo pääosin huomioitu kaavaehdotuksessa.

Syntypaikkalajiteltua yhdyskuntajätettä polttoaineena hyödyntävä Westenergin laitos toimittaa kaukolämpöä 0,23 TWh vuoden 2013 alusta lähtien. Voidaan olettaa, että pitkän aikavälin laajennus ja tehostamistoimet nostavat määrän 0,4 TWh:n vuoteen 2030 mennessä. Tämä vastaa noin **4 % tavoitetilan ja 3 % perusuran mukaisesta loppukulutuksesta**. Vahvistettavana olevassa maakuntakaavaehdotuksessa alue on jo käsitelty asianmukaisesti (aluevaraus "EJ").

Geotermisen (maa-, kallio- ja sedimentti-) lämmön tekninen potentiaali Pohjanmaalla on 36,1 TWh vuodessa, mikä on 18-kertainen laskennalliseen maakunnan rakennuskannan lämpötarpeeseen (2 TWh). Kiinnostus geotermisen lämmön käyttöön onkin voimakkaassa kasvussa. Maakunnan rakennuskannasta uusiutuneen (saneerataan tai korvataan uudella, 50 vuoden olettamalla) vuoteen 2030 mennessä noin 40 %:sti. Mikäli tässä yhteydessä geotermisen lämmön osuus nostetaan 25 %:iin kokonaisenergiasta vastaa se noin **2 % tavoitetilan ja 1,5 % perusuran mukaisesta loppukulutuksesta**.

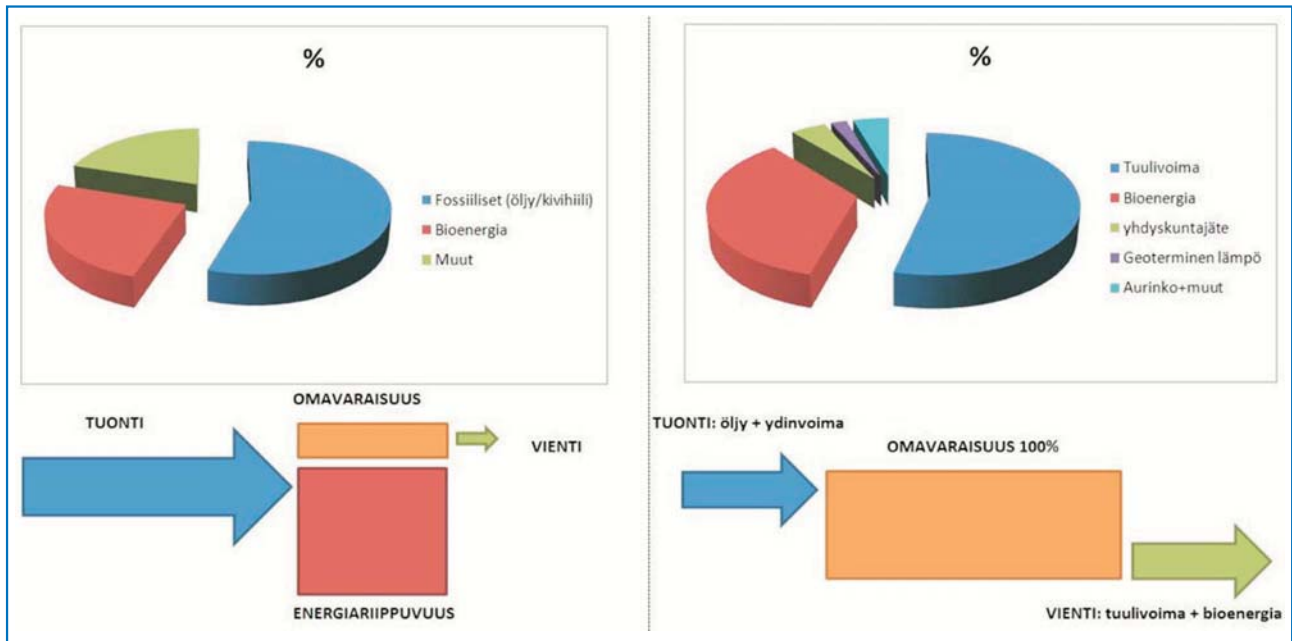
Aurinkoenergian käyttö lisääntyy vuoteen 2030 mennessä merkittävästi nykyisestä. Varsinkin pientaloissa jo nykyisin aktiivisella aurinkolämmön hyödyntämisellä saavutetaan 15–30 %:n säästöt lämmityskuluissa. Rakennuskannan lämpötarpeesta (2 TWh) voitaisiin siis suhteellisen helposti arvioida noin 20 % saavutettavan aurinkolämmöllä vuonna 2030. Vaikka aurinkolämmön hyödyntäminen tehostuu myös Pohjanmaalla, päästäneen sillä yhdessä muiden, aikaisemmin luettelemattomien, uusiutuvien energiamuotojen kanssa realistisesti vain vajaan viiden prosentin osuuteen loppukulutuksesta.

Yllä olevien arvioiden lisäksi uusiutuvaa potentiaalia on vielä mm. **peltobiomassassa**, jonka käyttö Suomessa on alkuvaiheessaan. Suomessa peltopinta-alasta tarvitaan ravinnon ja rehujen tuotantoon noin 80 %. Loppuosa voitaisiin käyttää energiatuotantoon. Suomen tasolla tämä vastaa n. 10 TWh kuten aiemmin on todettu. Pohjanmaan liiton alueelle sijoittuu 6,1 % Suomen peltopinta-alasta eli peltobiomassalla tuotettaisiin vastaavassa suhteessa 0,6 TWh. Tätä ei ole kuitenkaan laskettu taulukon 15 taseeseen koska peltojen varaaminen energiakäyttöön ei ole periaatetasolla laajasti hyväksyttyä.

Taulukko 15. Pohjanmaan energiatase 2030. Tavoitetilassa energian kulutus on käännetty laskuun energiatehokkuuden parantamisen ja säästämisen keinoin. Perusurassa energiatarve on jatkanut kasvuaan.

Energiamuoto / osuus	Tavoitetila TWh 9.2 TWh	Tavoitetila noin %	Perusura TWh 12.0 TWh	Perusura noin %
Tuulivoima	5.0	54	5.0	42
Bioenergia	3.2	35	3.2	27
Yhdyskuntajäte	0.4	4.5	0.4	3
Geotermisen lämpö	0.2	2	0.2	2
Aurinko ja muut uusiutuvat erittelemättömät	0.4	4.5	0.5	3
Energian tuonti	0.0	0	2.8	23

Siirtyminen uusiutumattomista (fossiilisista) polttoaineista uusiutuviin vuodesta 2010 vuoteen 2030 esitetään tapahtuvan kuvan 28 mukaisesti.



Kuva 28. Energiataseen muutosarvio vuodesta 2010 (vasemmalla) vuoteen 2030 (oikealla). Vaikka 100 %:n omavaraisuus vuonna 2030 saavutetaankin, sisältynee maakunnan taseeseen sekä vientiä että tuontia.

Kuvan 28 mukaan on ilmeistä, että uusiutuvia energialähteitä, erityisesti erilaisia biomassoja, käyttävät pienet ja keskisuuret energiantuotantoyksiköt voivat olla taloudellisesti perusteltuja, ja monet ovat liiketaloudellisestikin kannattavia. On nähtävissä, että em. ratkaisut yleistyvät tarkastelujakson aikana. Näin ollen koko energiasektorin rakenne voi uudistua. Edellisen kaltainen rakenne tarkoittaa käytännössä hajautettua energian tuotannon mallia. Hajautetussa tuotantomal-

lissa lähtökohtana on, että esim. erilaisen biomassan kuljettaminen pitkiä matkoja ei ole taloudellisesti perusteltua – resurssit käytetään mahdollisimman lähellä niiden syntypaikkaa. Kuvan 28 mukaisessa energiataeskenaariossa korostuu kuitenkin useiden eri tekijöiden yhteisvaikutus, massiivinen tuulivoimatuotanto ja mittava bioenergian hyödyntäminen taseen perustana ja ydinvoima säätövoimana.

11. LÄHTEET

Muu käytetty aineisto on esitetty osiossa 3: lähtökohdat ja käytetty aineisto.

Anvia Oy (2010). Projektin kyselyvastaus.

Asplund D., Flyktman M. & Uusi-Penttilä P. (2009). Arvio mahdollisuuksista saavuttaa uusiutuvien energialähteiden käytön tavoitteet vuonna 2020 Suomessa. Benet Oy.

Band, W, Madders, M. & Whitefield 2007: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. 2007 (ed.): Birds and wind farms. Risk Assessment and mitigation: 259-275.

Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Pohjanmaan liitto ja Ramboll Finland Oy 2012: Pohjanmaan tuulivoima ja erikoiskuljetukset. Raportti 34 s.

Finavia (2012). Korkeusrajoitukset paikkatietoaineistona. Suomi. Saatavilla 1.6.2012: <http://www.finavia.fi/tietoafinaviasta/lentoesteet/korkeusrajoitukset-paikkatietoaineistona>

Fingrid (konsultille 13.4.2010 luovuttama PP -esitys) s. 18.

Holtinen H. & Tuhkanen S. (2004). The effect of wind power on CO2 abatement in the Nordic Countries. Energy Policy Vol. 32/14 s. 1639-1652.

Levon instituutti (Hyttinen T. & Peura P.) (2009). Energiaomavaraisuuden kohottaminen Pohjanmaalla. Vaasan Yliopisto.

Levon instituutti (Wuori O. ja Vainio A.) (2004). Pohjanmaa ja Etelä-Pohjanmaa, eroja ja yhtäläisyyksiä.

Liikennevirasto (2012). Tuulivoimalaohje. Ohje tuulivoiman rakentamisesta liikenneväylien läheisyyteen. Liikenneviraston ohjeita 8/2012.

Lillandt B-G. (2012). Kirjallinen tiedonanto Pohjanmaan kuukkelihavainnoista.

GTK (2008) Kallio-, maa- ja sedimenttilämmön lähteet. (Geofoorumi –lehti 1/2008).

Kannonlahti J. (2010) Merenkurkun lintutieteellinen yhdistys / projektin kyselyvastaus.

Koivusaari J. (2012). Kirjallinen tiedonanto Pohjanmaan merikotkareviirien sijainneista.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2012). Tuulivoimaloiden vaikutukset liikenneturvallisuuteen. Selvitys etäisyysvaatimuksista tie-, rautatie-, meri- ja lentoliikenteen osalta. Julkaisuja 20/2012.

Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos (2006).

Soimakallio S. & Savolainen I. (toim.) (2002). Technology and Climate Change CLIMTECH 1999-2002. Technology Programme Report 14/2002 Final Report. TEKES. Helsinki.

SYKE, Suomen Ilmatieteen laitos, GTK, Itä-Suomen yliopisto (2010). The climate impacts of peat fuel utilization chains – a critical review of the Finnish and Swedish life cycle assessments (Version 3.6.2010). Saatavissa (20.10.2010): <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=118513&lan=fi>

Teknologiakeskus Merinova Oy, Pohjanmaan Energiastrategia 2010–2040.

Teknologiateollisuus ry. Tuulivoima-tiekartta 2009. Saatavissa 3.1.2011: <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/tuulivoima-tiekartta-2009.html>

Tilastokeskus (2009). Ennakkotieto väestömääristä. Lähteestä: Pohjanmaan liitto. Pohjanmaa lukuina (2009). Saatavissa (25.10.2010): http://www.pohjanmaa.fi/medialibrary/data/pohjanmaa_lukuina_2009_vers1-%7Bvnfcv-pyiy-xowrt%7D.pdf

Tilastokeskus (2010). Energiatilastot.

Ympäristöministeriö ja rannikon liitot (2002). Tuulivoimatuotannolle soveliaat alueet Perämeren ja Merenkurkun rannikko- ja merialueella.

Ympäristöministeriö (2012). Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2012.

Wasberg J. & Pekkola E. (2010). Uuden energian Pohjanmaa – Pohjanmaan energiastrategia 2010 – 2040. Pohjanmaan liitto.

KOHDEKUVAUKSET

Alue nro	ALUEEN NIMI
1	PIETARSAAREN EDUSTA
2	HÄSTÖ
3	LÄNGSKOGEN
4	FÄBODA
5	STORMOSSEN
6	LÄNGMOSSEN
7	MIKKELINSAARET
8	MONÄS
9	BJÖRKBACKEN
10	GUNILACK
11	SÖDERSKOGEN
12	LÅLAX
13	ISKMO
14	JUNGSUND
15	SIDLÄNDET
16	BOBACKEN
17	TORKKOLA
18	NAARAJOKI
19	KATTIHARJU
20	RAJAVUORI
21	SIDLANDET
22	TAALI
23	FLATBERGEN
24	MOIKIPÄÄ
25	POIKEL
26	PULKAR
27	BLACKSNÄS
28	TÖJBY
29	NORRSKOGEN
30	PILKBACKEN
31	NÄMPNÄS
32	TJÄRLAX
33	BOSKOGEN
34	KASKISEN EDUSTA
35	PJELAX
36	SVEDAN
37	SVALSKULLA
38	GILLERMOSSEN
39	LÄNGMARKEN
40	KRISTIINANKAUPUNGIN EDU
41	TIUKKA
42	PENINKYLÄ
43	KULLEN
44	METSÄLÄ-NORRVIKEN
45	LAKIAKANGAS
46	HENRIKSDAHL
47	ARSTU
48	SKOÅNG
49	VÄSTERVIK
50	SIIPY MANNER
51	KALLTRÄSK
52	APPELÖ
53	BREDÅSEN

15,00
kilometri