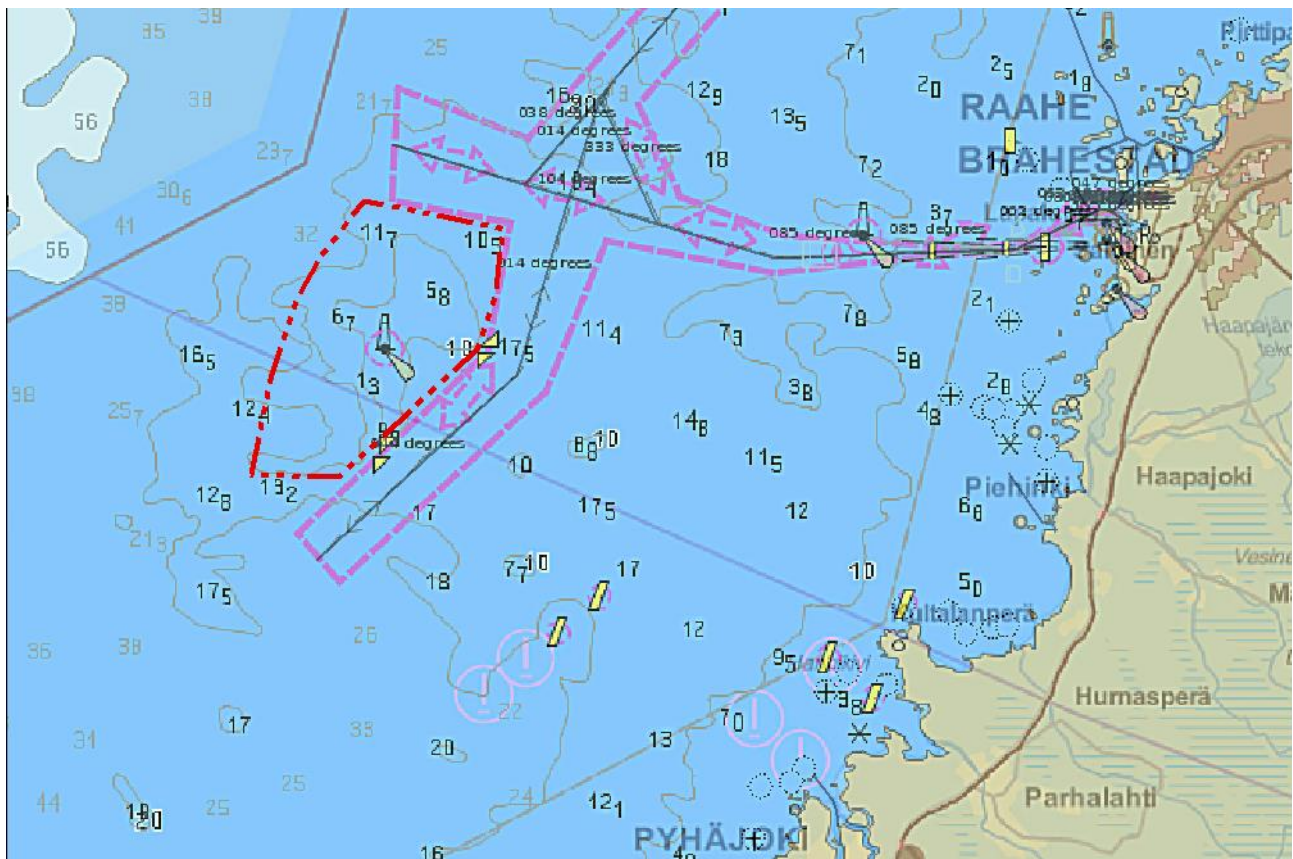


Ulkonahkiaisen merituulivoima-alueen selvitys



15.9.2016

SISÄLLYSLUETTELO

KÄSITTEITÄ	3
1 JOHDANTO	4
2 TEKNISTALOUDELLINEN TARKASTELU.....	4
2.1 Sijainti.....	5
2.2 Pohjaolosuhteet	6
2.3 Aalto- ja jääolosuhteet	7
2.4 Tuuliolosuhteet	9
2.5 Etäisyys rantaan.....	9
2.6 Liittäminen sähköverkkoon	9
2.7 Huoltoon ja ylläpitoon liittyviä näkökulmia	10
3 KAAVATILANNE.	10
3.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT).....	10
3.2 Maakuntakaavat.....	11
4 VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	14
4.1 Maisema ja kulttuuriympäristö	14
4.2 Muinaisjäännökset	22
4.3 Luonnonympäristö	23
4.3.1 Natura- ja luonnonsuojelualueet	23
4.3.2 Vedenalainen luonto.....	24
4.3.3 Kalasto	25
4.3.4 Linnusto	27
4.4 Melu	31
4.5 Välke.....	33
4.6 Ilmasto.....	33
4.7 Asumiseen ja ihmisten elinoloihin kohdistuvat vaikutukset	33
4.8 Meriliikenteeseen kohdistuvat vaikutukset.....	34
4.9 Turvallisuuteen kohdistuvat vaikutukset	35
4.10 Elinkeinoin kohdistuvat vaikutukset	37
5 YHTEENVETO.....	38
LÄHDELUETTELO.....	40

Käsitteitä

Tuulivoimalaitos	Yksi laitekokonaisuus, joka koostuu muun muassa tornista, generaattorista ja lavoista.
Voimajohto	Voimajohdot voivat olla ilmajohtoja tai kaapeleita. Ilmajohdoissa johtimet ripustetaan pylväiden varaan. Kaapelit voidaan kaivaa maahan tai upottaa veteen. Voimajohto voi koostua useammasta avojohtimesta tai se voi olla päällystetty yksi johto.
Sähköasema	Sähköasemat ovat sähköverkon solmukohtia, joissa sähkön siirto voidaan jakaa eri johdoille. Sähköasemat voidaan luokitella kytkinasemiin ja muuntoasemiin, joista kytkinasema yhdistää vain saman jännitetason johtoja ja muuntoasema kahden eri jännitetason johtoja. Muuntoasemalla on yksi tai useampi muuntaja. (Fingrid Oyj 2014. Perustietoa sähkösiirron rakenteista)

1 Johdanto

Pohjois-Pohjanmaan liitto valmistelee 3. vaihemaakuntakaavaa. Tuulivoima on yksi maakuntakaavassa käsiteltävistä teemoista. Tämän selvityksen tavoitteena on tuottaa Ulkonahkiaisen merituulihankealueesta riittävät tiedot maakuntakaavoituksen tueksi.

Selvityksessä hankealueesta on tehty teknistaloudellinen tarkastelu ja vaikutusten arviointi. Vaikutuksia on arvioitu maiseman, luonnon, ihmisten elinolojen ja ympäristön, melun ja välkkeen, meriliikenteen, turvallisuuden ja elinkeinojen osalta. Lisäksi on tarkasteltu hankkeen yhteisvaikutuksia lähiseudun muiden tuulivoimahankkeiden kanssa.

Selvitykset on laadittu maakuntakaavoituksen tarkkuustasolla, ja ne tarkentuvat jatkosuunnittelun yhteydessä.

Selvityksen on tehnyt Sito Oy, jossa työtä ovat tehneet seuraavat henkilöt:

- DI Timo Huhtinen (projektipäällikkö, maankäyttö, vaikutusten arviointi)
- FM Aappo Luukkonen (luontoselvitykset, erityisesti linnusto- ja kalastoselvitykset sekä luontovaikutusten arviointi)
- Maisema-arkkit. Hanna-Maria Piipponen (maisemaselvitykset ja maisemavaikutusten arviointi)
- KTM, merikapteeni AMK Hanna Askola (vaikutukset meriliikenteeseen, turvallisuustarkastelut)
- DI Jarno Kokkonen (meluselvitykset ja meluvaikutusten arviointi)
- DI Saara Peltonen (sähkönsiirron selvitykset ja voimajohtojen suunnittelu)
- FM Lauri Erävuori (selvityksen laadunvalvonta)

2 Teknistaloudellinen tarkastelu

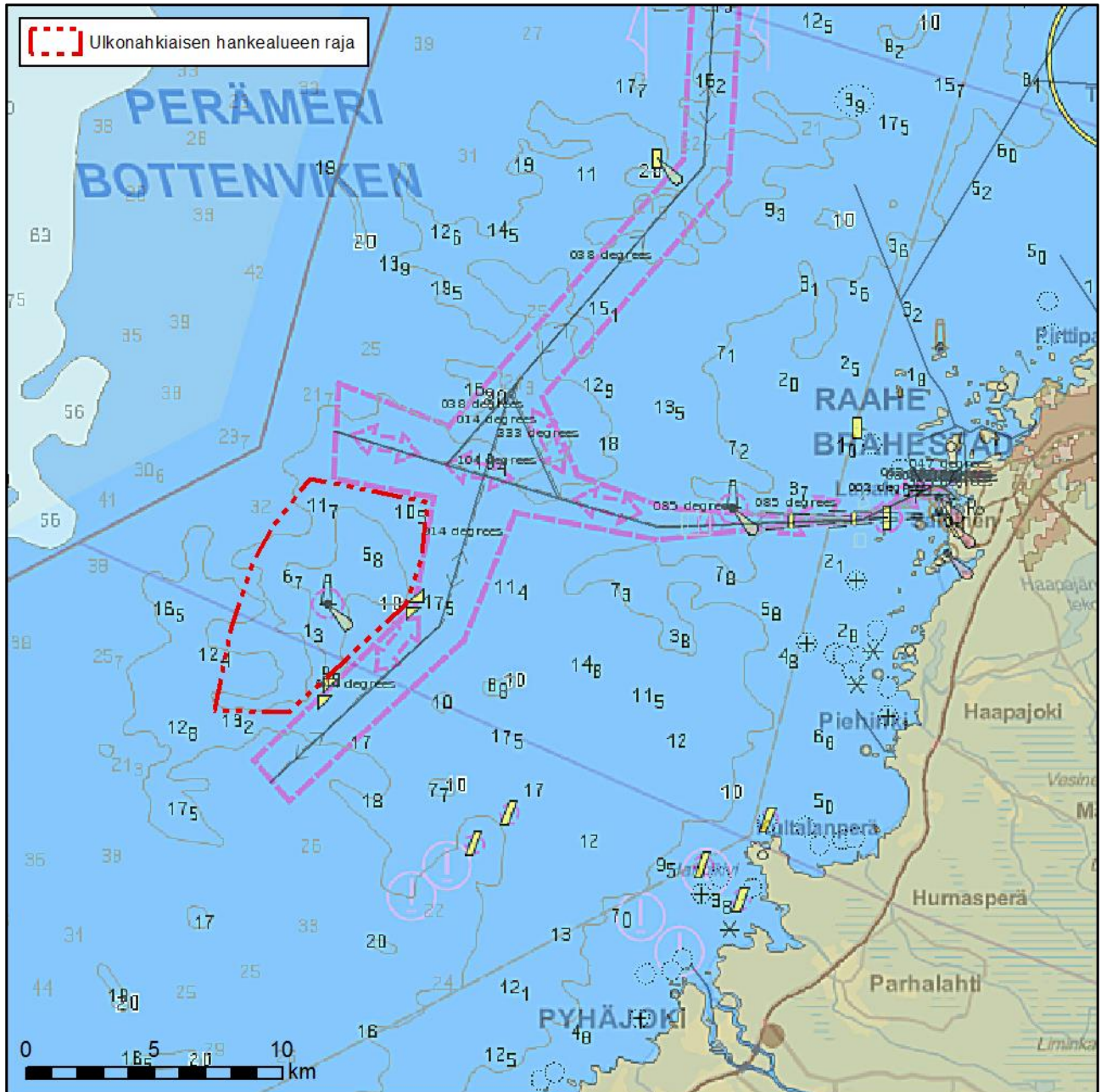
Tuulivoimalaitosten tekniikka on kehittynyt koko ajan ja laitosten koko on kasvanut. Siksi teknistaloudellisen tarkastelun lähtökohtana on käytetty mahdollisimman suuria tuulivoimalaitoksia, jotta tarkastelu kattaa myös nykyistä suuremmat tuulivoimalaitokset. Selvityksessä on käytetty lähtökohtana seuraavia tuulivoimalaitoksen teknisiä määrittelyjä:

- Napakorkeus 140 metriä
- Roottorin halkaisija 200 metriä
- Kokonaiskorkeus 240 metriä
- Teho 8 MW

Tässä selvityksessä on lähtökohtana käytetty 98 voimalan sijoitus suunnitelmaa, jossa voimalat on sijoitettu tasavälein (700 metriä) alueelle. Tällöin hankkeen kokonaiskapasiteetti olisi 784 MW. Alueelle sijoitettavien voimalaitosten lopullinen määrä ja sijoittelu tarkentuvat jatkosuunnittelussa ja saattavat erota tässä selvityksessä käytetyistä.

2.1 Sijainti

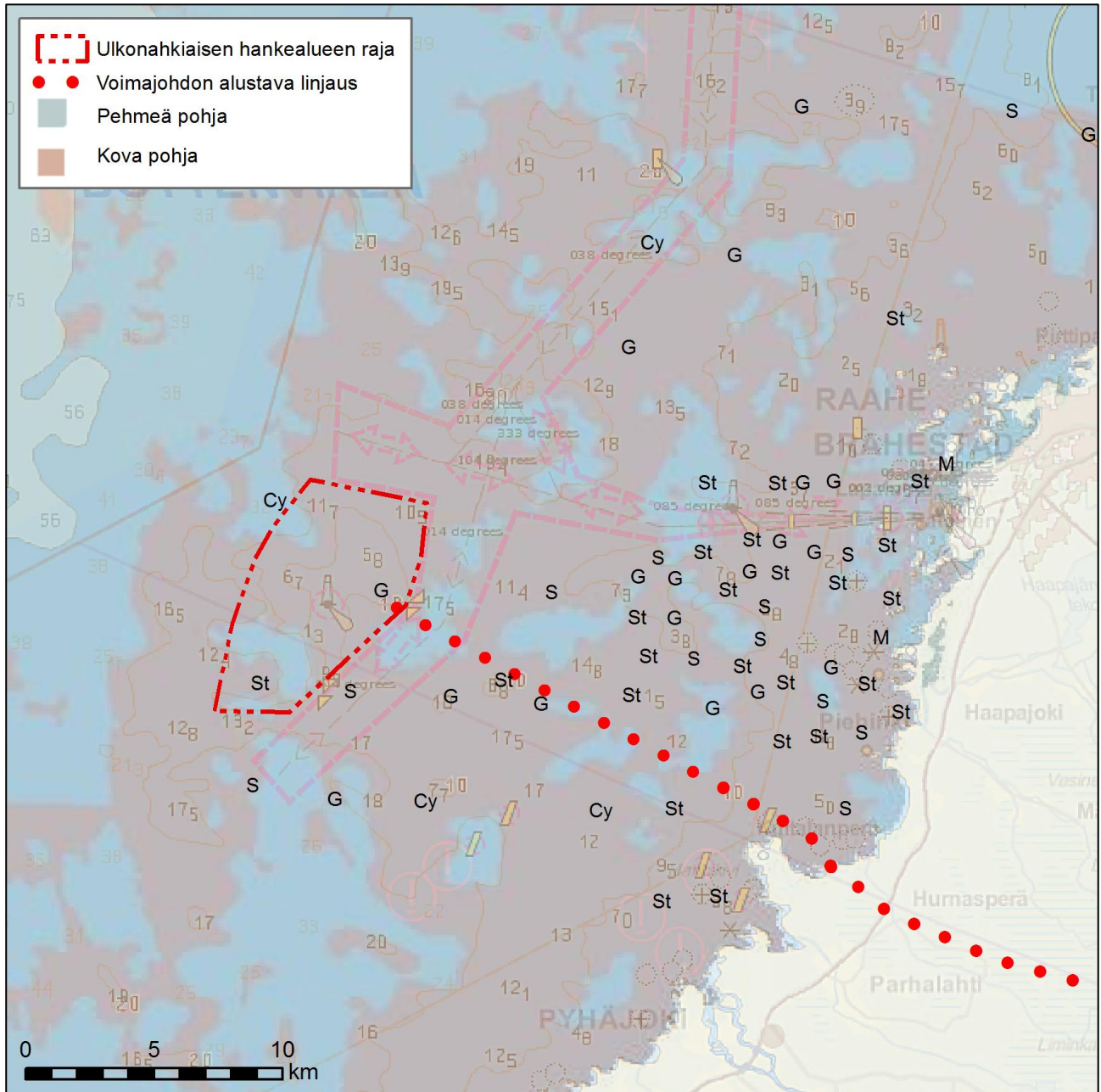
Hankealue sijaitsee Pohjois-pohjanmaalla Raahen ja Pyhäjoen rajalla. Hankealue sijoittuu Perämeren merialueelle noin 20 kilometriä Raahen keskustasta länteen ja Pyhäjoelta noin 17 kilometriä luoteeseen.



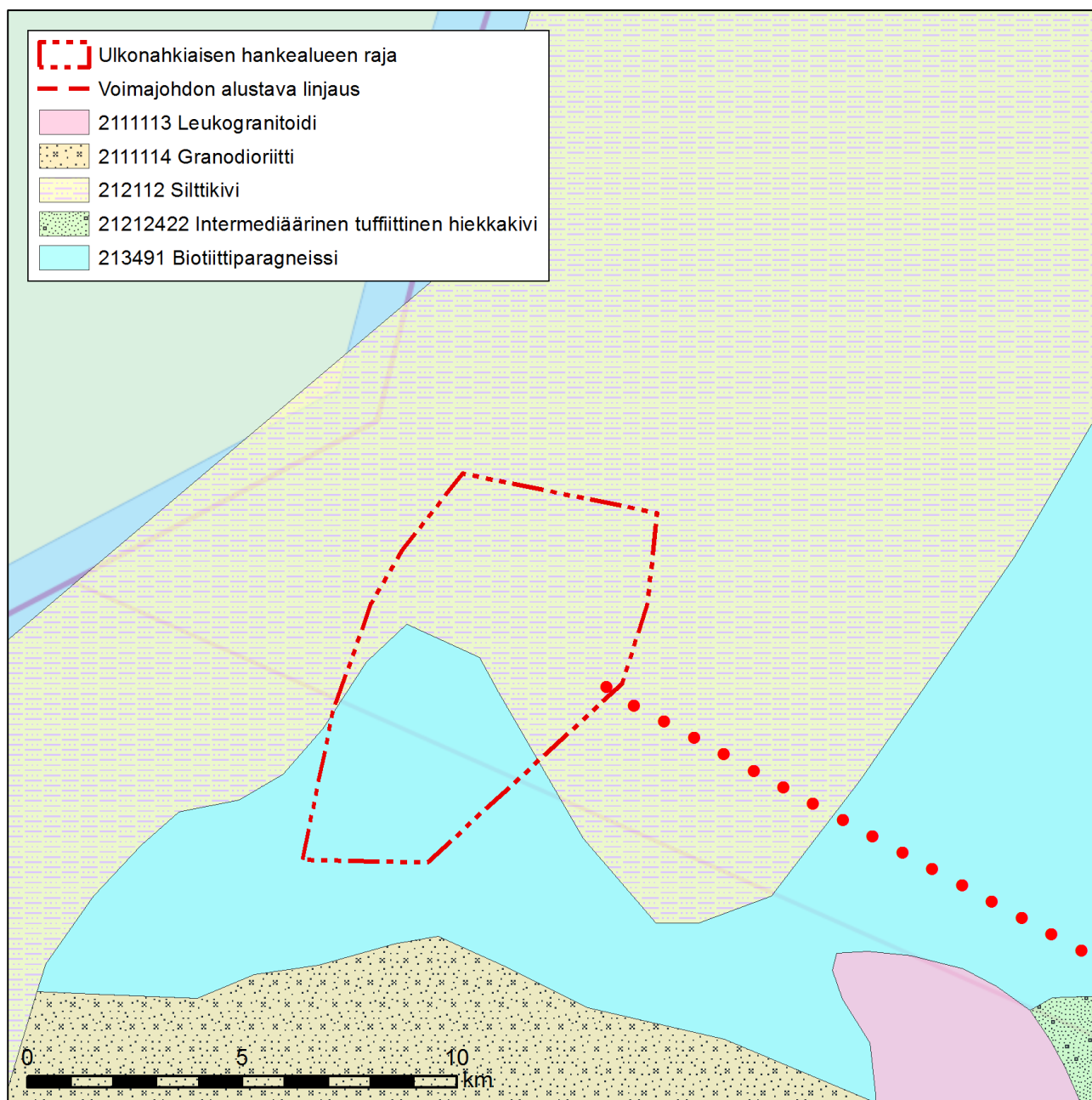
Kuva 2.1. Hankealueen sijainti.

2.2 Pohjaolosuhteet

Hankealueen syvyys on pääosin 1 – 12 metriä. Matalimmalla kohdalla on majakka. Suurin osa hankealueen merenpohjasta on kovaa (kallio, lohkareet, kivet, sora, hiekka) ja pieni osa pehmeää (savi, muta, orgaaniset aineet).



Kuva 2.2. Merenpohjan laatu. Kartalle on esitetty VELMU-aineiston pohjalta kovat ja pehmeät pohjat sekä kirjainkoodeina merikortin pohjanlaatutiedot (S=hiekka, G=sora, Cy=savi, St=kiviä ja M=muta).



Kuva 2.3. Kalliojärvi. (GTK)

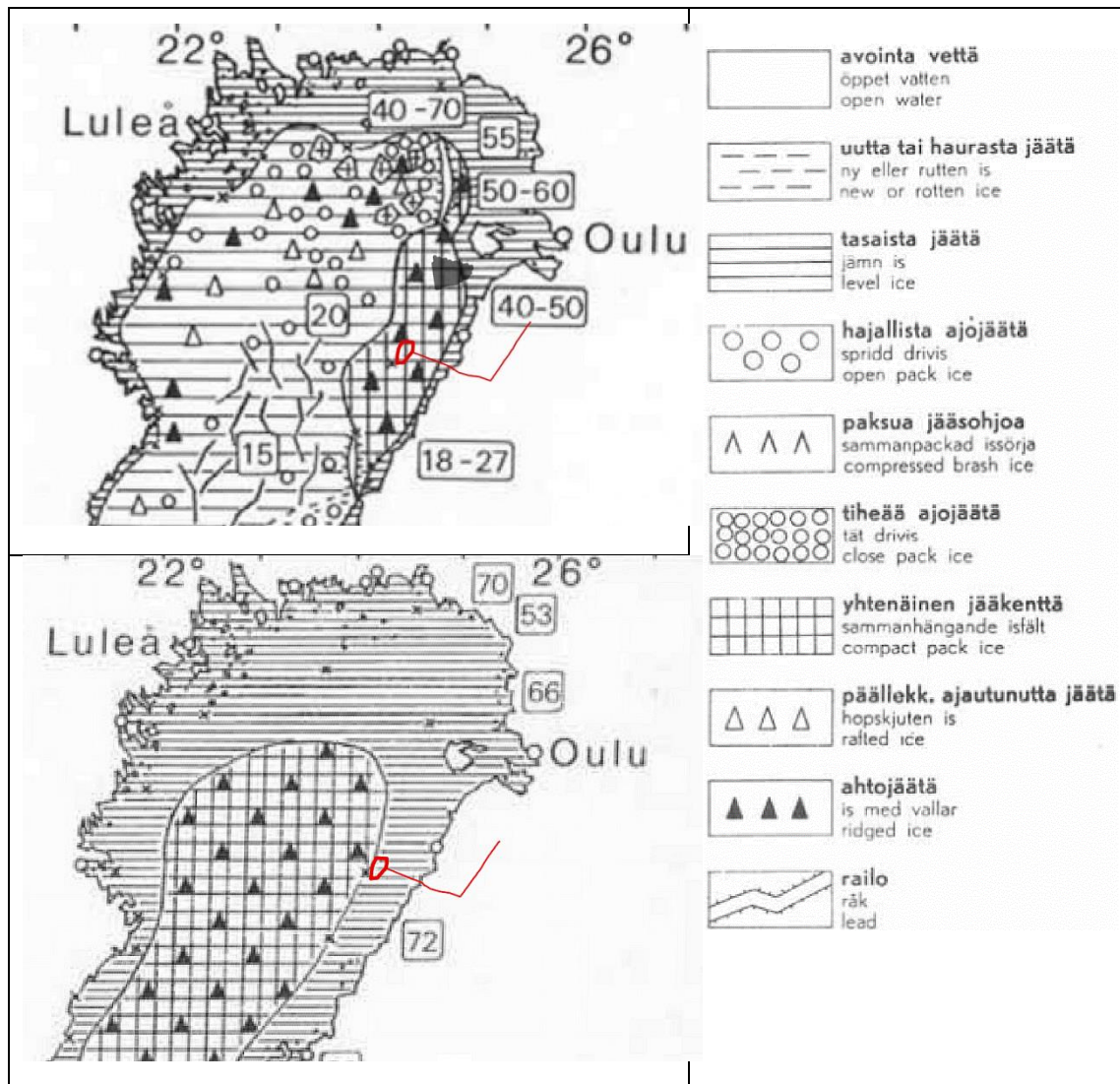
Hankealueen pohjoisosan kallioperä on silttikiveä ja eteläosa biotiittiparagneissia. Gneissi on kova kivilaji, joka soveltuu hyvin rakentamiseen. Silttikivi on gneissia pehmeämpi kivilaji, mutta soveltuu myös hyvin rakentamiseen.

2.3 Aalto- ja jääolosuhteet

Hankealue on avomerellä ja sen keskellä on matalikko ja majakka, jotka toimivat jääkenttiä stabiloivina elementteinä. Alueen syvyys vaihtelee noin yhdestä kahteentoista metriin. Hankealueeseen kohdistuu suuria jäävalli- ja aaltokuormia.

Alue on avomerta ja suojaaton kaikilla tuulen suunnilla, merenkäynti voi olla voimakasta. Jäät liikkuvat alku- ja loppupalvesta koko alueella, ja keskitalvella alueella esiintyy yleensä ahtautunutta jäätä. (Liikennevirasto, 2016a.)

Alueella jäätalven pituus on keskimäärin 6 kuukautta marraskuusta toukokuuhun ja jään suurin vuotuinen paksuus on 45–115 cm. Alueen länsipuolelta alkaa ulkomeren ajojääkenttä, ja muissa suunnissa jääkansi vahvistuu kiintojääksi (Kuva 2.4). Kiintojää ankuroituu saariin ja matalikoihin ja liikahtelee hyvin vähän sydäntalven aikana. Tuulet ja virtaukset saavat merellisen jään liikkeeseen, jolloin jäätä voi ajautua rannikolle, saariin ja luotoihin. Voimakkaan tuulen vallitessa jää voi työntyä maan päälle. Tuolloin voi myös syntyä ahtojäätä, jota voi muodostua kiintojään reunaan tai rannan lähelle, kun tuuli pääsee keräämään riittävästi työntövoimaa. Rannikon tuntumassa ja saaristossa on kiintojäävyöhyke, jonka reuna siirtyy jään vahvistuessa ulommaksi avomerelle. Jään sulaminen puolestaan alkaa kiintojäävyöhykkeen rannan puolelta. Viimeiseksi keväällä sulavat kiintojään reunaan muodostuneet suuret ahtojäävallit. (Rintamäki, 2011.)



Kuva 2.4. Perämeren jääkenttä leutona talvena (yllä) ja ankarana talvena (alla). Kuvissa jään paksuus on esitetty laatikoissa lukuarvoina (cm) ja paksuusluokkina. (lähde: Merentutkimuslaitoksen jääkartat; Rintamäki 2011). Ulkonahkiaisen hankealue ja voimajohto on merkitty kuviin punaisella.

Hankealueella jäät aiheuttavat voimakasta rasitusta tuulivoimalaitoksiin. Suomessa on kokemusta, että vastaavat jääolot eivät estä rakentamista. Voimalaitosten meriperustukset pystytään rakentamaan niin vahvoiksi, että ne kestävät jäiden aiheuttaman rasituksen.

2.4 Tuuliolosuhteet

Tuuliatlaksen mukaan hankealueen keskituulennopeus 100 metrin korkeudessa on noin 8,8 m/s ja 150 korkeudella 9,3 m/s, joten se soveltuu tuuliolosuhteiltaan hyvin tuulivoiman tuotantoon.

2.5 Etäisyys rantaan

Mantereelle etäisyyttä lähimmistä tuulivoimalaitoksista on noin 16 km (Pyhäjoen Hanhikivi).

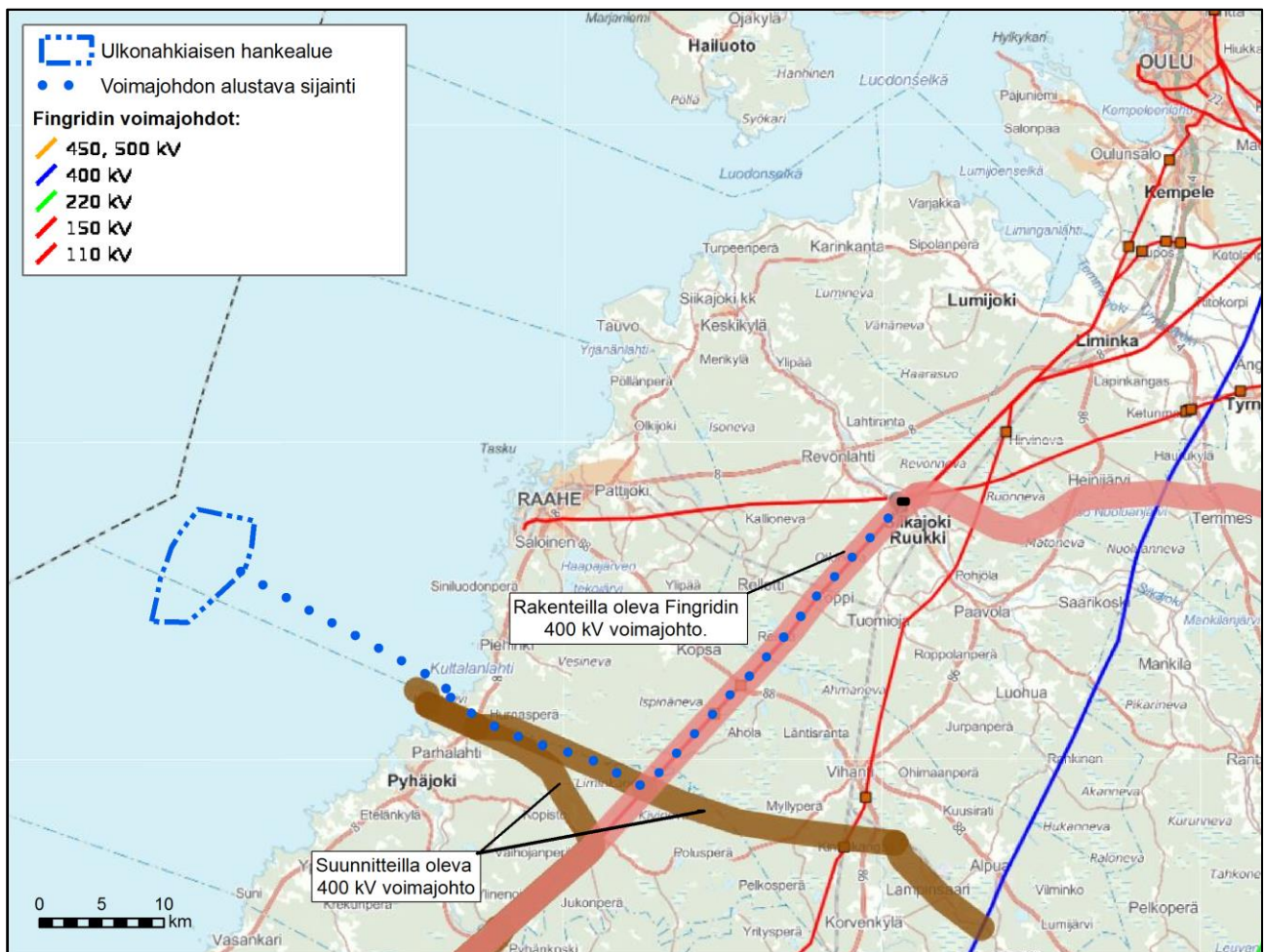
2.6 Liittäminen sähköverkkoon

Tuulivoimalaitokset kytketään toisiinsa merikaapeleilla, jotka yhdistetään merelle rakennettavaan sähköasemaan. Sieltä sähkö johdetaan merikaapelilla rannalle rakennettavaan kytkinasemaan tai sähköasemaan. Hanke yhdistetään Fingridin kantaverkkoon Siikajoen sähköasemalla (Kuva 2.5). Sähköverkkoliityntäsuunnitelma tarkentuu suunnittelun edetessä.



Kuva 2.5. Sähkönsiirtoyhteys tuulivoimalaitoksesta kantaverkkoon.

Seudun monien tulivoimahankkeiden ja Hanhikiven ydinvoimalaitoksen takia seudun kanta-verkkoa vahvistetaan. Fingrid rakentaa parhaillaan uutta Siikajoen sähköaseman kautta kulkevaa 400 kV voimajohtoa. Hanhikiven ydinvoimalaitoksen yhteyteen on suunnitteilla kaksi 400 kV voimajohtoa. (Kuva 2.6).



Kuva 2.6. Sähkönsiirtoverkko. (Fingrid)

2.7 Huoltoon ja ylläpitoon liittyviä näkökulmia

Hankealue sijaitsee noin 16 kilometrin päässä rannasta. Raahen Lapaluodon sataman nosturit ja muu infrastruktuuri mahdollistaa raskaidenkin komponenttien ja huoltokaluston siirteilyn. Huoltoetäisyys Raahen lapaluodon satamasta on 20 – 29 kilometriä.

3 Kaavatilanne.

3.1 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet (VAT)

Valtioneuvoston hyväksymät tarkistettut valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulivat voimaan 1.3.2009. Seuraavat valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet tulee huomioida maakuntakaavan suunnittelussa hankealueella:

Maakuntakaavoituksessa on osoitettava tulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet.

Tulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetysti useamman voimalan yksiköihin.

Alueidenkäytössä on varmistettava, että valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvot säilyvät. Viranomaisten laatimat valtakunnalliset inventoinnit otetaan huomioon alueidenkäytön suunnittelun lähtökohtina. Maakuntakaavoituksessa on osoitettava valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöt ja maisemat. Näillä alueilla alueidenkäytön on sovellettava niiden historialliseen kehitykseen.

Alueiden käytön suunnittelussa on otettava huomioon maanpuolustuksen ja rajavallvonnan tarpeet ja turvattava riittävät alueelliset edellytykset varuskunnille, ampuma- ja harjoitusalueille, varikkotoiminnalle sekä muille maanpuolustuksen ja rajavallvonnan toimintamahdollisuuksille. Samalla on huomioitava muun yhdyskuntarakenteen, elinympäristön laadun ja ympäristöarvojen asettamat vaatimukset.

Lentoasemien ympäristön maankäytössä tulee ottaa huomioon lentoliikenteen turvallisuuteen liittyvät tekijät, erityisesti lentoesteiden korkeusrajoitukset. Lisäksi alueiden käytössä on turvattava lentoliikenteen nykyisten varalaskupaikkojen ja lennonvarmistusjärjestelmien kehittämismahdollisuudet sekä sotilasilmailun tarpeet.

3.2 Maakuntakaavat

Hankealueella on voimassa Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaava, jonka Maakuntavaltuusto hyväksyi 11.6.2003. Ympäristöministeriö on vahvistanut sen 17.2.2005 ja kaava on tullut lainvoimaiseksi Korkeimman hallinto-oikeuden 25.8.2006 tekemällä päätöksellä.

Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan uudistaminen on aloitettu syksyllä 2010. Kaavan tarkistaminen ja täydentäminen on katsottu tarpeelliseksi mm. jo toteutuneiden ja vireillä olevien lainmuutosten, tarkistettujen valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden, uuden maakuntasuunnitelman ja liiton muiden strategioiden toteuttamiseksi. Maakuntakaavan uudistamisen pääteemana on energia. Siihen sisältyy sekä energian tuotantoon että kulutukseen liittyvä alueidenkäytön yleispiirteinen ohjaus: mm. energian tuotantoalueet (maa- ja merituulivoima, turve, bioenergian tuotanto), energiansiirtoyhteydet sekä energiatehokas alue ja yhdyskuntarakenne.

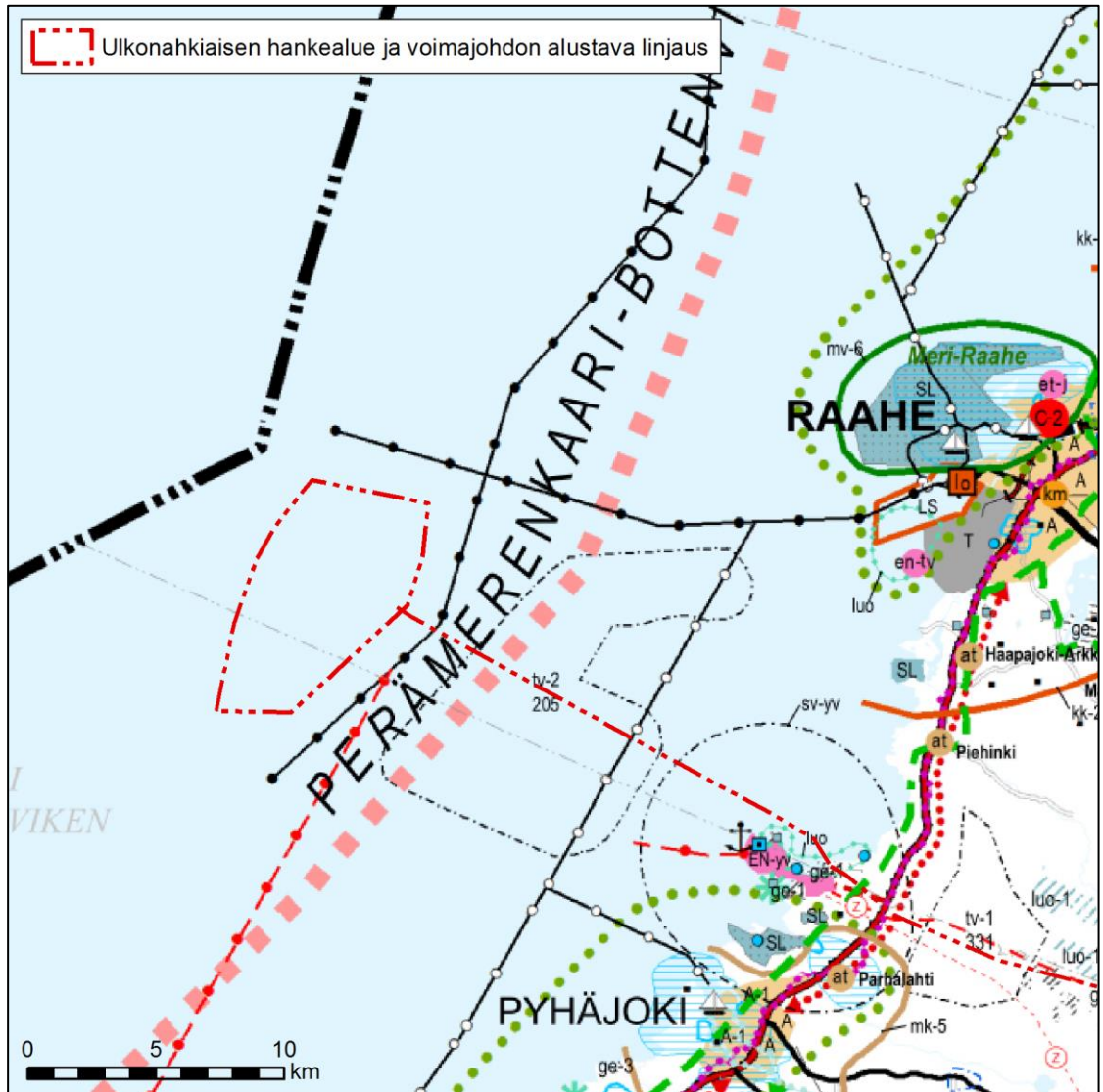
Maakuntakaavan uudistaminen etenee vaiheittain. 1. vaihemaakuntakaava on hyväksytty maakuntavaltuustossa 2.12.2013 ja vahvistettu ympäristöministeriössä 23.11.2015. 1. Vaihemaakuntakaava käsiteltävät aihepiirit olivat energiantuotanto ja -siirto (manneralueen tuulivoima-alueet, merituulivoiman päivitykset, turvetuotantoalueet), kaupan palvelurakenne ja aluerakenne, taajamat, luonnonympäristöt (soiden käyttö, suojelualueiden päivitykset, geologiset muodostumat) sekä liikennejärjestelmä ja logistiikka.

Lisäksi vireillä ovat 2. ja 3. vaihemaakuntakaavat. 2. vaihemaakuntakaava on tullut vireille vuonna 2003. Maakuntahallitus on 11.4.2016 päättänyt pyytää lausunnot Pohjois-Pohjanmaan 2. vaihemaakuntakaavan ehdotuksesta kunnilta, keskeisiltä viranomaisilta ja yhteisöiltä sekä ministeriöiltä. Lausuntojen ja viranomaisneuvottelun perusteella kaavaehdotusta tarkistetaan, minkä jälkeen se asetetaan nähtäville syksyllä 2016. 2. vaihemaakuntakaavan teemana ovat kulttuuriympäristöt, maaseudun asutusrakenne, virkistys ja matkailu sekä jätteenkäsittely.

Pohjois-Pohjanmaan maakuntahallitus on 18.1.2016 päättänyt 3. vaihemaakuntakaavan vireille tulosta. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma on ollut julkisesti nähtävillä 26.1. – 26.2.2016. 3. vaihemaakuntakaavassa käsitellään maakunnan alueidenkäyttöä seuraavien teemojen osalta:

- Pohjavesi- ja kiviainesalueet
- Mineraalipotentiali- ja kaivosalueet

- Oulun seudun liikenne ja maankäyttö
- **Tuulivoima-alueiden tarkistukset**
- Vaalan ja Himangan kaavamerkintöjen tarkistukset
- Muut maakuntakaavamerkintöjen päivitykset



Kuva 3.1. Maakuntakaavojen yhdistelmäkartta 23.11.2015. Kuvaan on lisätty hankealue ja alustava voimajohdon sijainti.

Maakuntakaavojen yhdistelmäkartassa 23.11.2015 on esitetty lainvoimaiset maakuntakaavat (Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaava (2006), Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava (2010), Keski-Pohjanmaan 1. vaihekaava (2003), Keski-Pohjanmaan 2. vaihekaava (2007) sekä Pohjois-Pohjanmaan 1. vaihekaavamaakuntakaava (vahvistettu 23.11.2015)).

Hankealueella ei ole maakuntakaavamerkintöjä. Hankealueen itä ja pohjoispuolella kulkee laivaväylä (musta palloviiva), josta lähtee etelään uusi tai merkittävästi parannettava laivaväylä (punainen katkopalloviiva). Lisäksi hankealueen itäpuolella on kansainvälinen kehittämisvyöhyke: Perämerenkaari (punainen katkoviiva), tuulivoimaloiden alue (tv-2) sekä veneväylä (musta viiva, valkoisilla pisteillä).

Raahen edustalla on matkailun vetovoima-alue/matkailun ja virkistämisen kehittämisen kohdealue Meri-Raahe (mv-6, vihreä viiva), joka on myös osin luonnonsuojelualue (SL), Natura 2000 – verkostoon kuuluvaa aluetta (pistealue) sekä kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta maakunnallisesti tärkeää aluetta (sininen vaakaraidoitus). Lisäksi alueella on satamia (purjevene), ja jätevedenpuhdistamo (et-j).

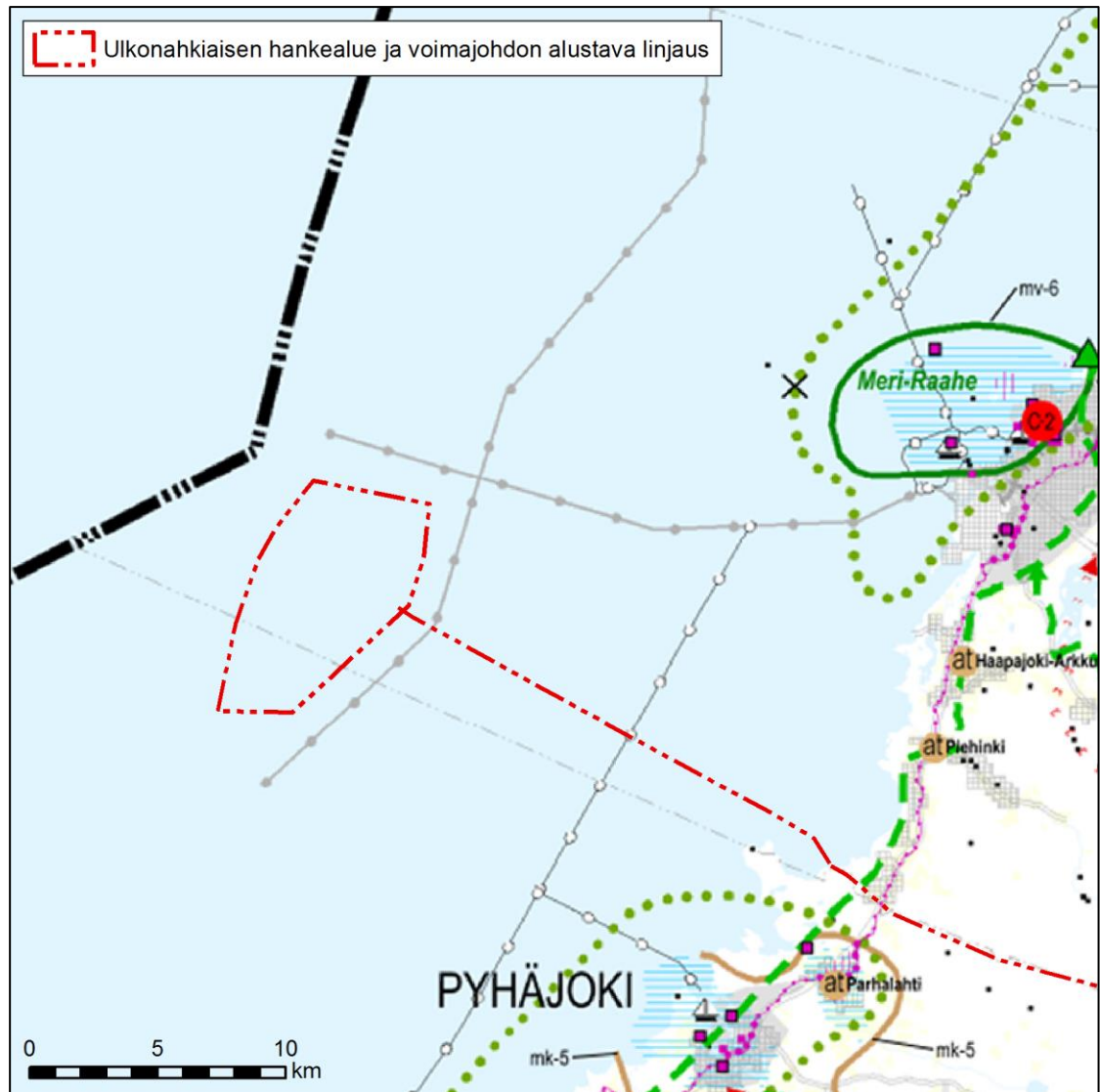
Meri-Raahen pohjoispuolelle on osoitettu teollisuusalue (T), satama-alue (LS), logistiikka-alue (lo), luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue (luo, turkoosi palloviiva), tuulivoimaloiden alue (en-tv) sekä perinnemaisemakohde (sininen pallo).

Raahen keskusta on osoitettu taajamatoimintojen alueeksi (A). Lisäksi sinne on osoitettu alueellinen keskustoimintojen alue (C-2), pohjavesialue (sininen katkoviiva) sekä kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta valtakunnallisesti tärkeä alue (paksumpi sininen vaakaraidoitus).

Rantaa pitkin kulkee viheryhteystarve (vihreä katkoviiva) ja rannan suuntaisesti kulkee kulttuurihistoriallisesti tai maisemallisesti merkittävä tie tai reitti (pinkki palloviiva) sekä kevyen liikenteen yhteystarve (punainen pisteviiva). Lisäksi siellä sijaitsee kyläalueita (at).

Raahen ja Pyhäjoen rajalla on ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke (sv-yv), joka kuuluu Hanhikiven ydinvoimamaakuntakaava-alueeseen. Alueella on energihuollon alue, ydinvoimala (en-yv), satama (ankkuri), maisemakallioalueita (ge-1), luonnonsuojelualueita (SL), valtakunnallisesti merkittävä muinaismuistokohde (sininen neliö), luonnon monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeä alue (luo) sekä perinnemaisemakohteita (sininen pallo).

Hanhikiven ydinvoima-alueesta itään on tuulivoimaloiden alue (tv-1). Etelässä on maaseudun kehittämisen kohdealue: Pyhäjokilaakso (mk-5, ruskea viiva), taajamatoimintojen alue (A), satama (purjevene) sekä kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta maakunnallisesti tärkeä alue (sininen vaakaraidoitus).



Kuva 3.2. Pohjois-pohjanmaan 2. vaihemaakuntakaavan ehdotus, MRA 13 § mukainen lausuntoaineisto 11.4.2016. Kuvaan on lisätty hankealue ja alustava voimajohdon sijainti.

2. vaihemaakuntakaavan ehdotuksessa on esitetty poistettavaksi luonnon monikäyttöalueen raja Raahen puolelta.

Ehdotukseen on lisätty maakunnallisesti arvokkaita rakennetun kulttuuriympäristön kohteita (pinkki neliö).

4 Vaikutusten arviointi

4.1 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maiseman yleiskuvaus

Hankealue sijaitsee avomerellä, eikä sen läheisyydessä ole saaria tai rantaa.

Selvitysalue kuuluu maisemamaakuntajaossa (Ympäristöministeriön maisema-alue työryhmän mietintö 1992) Pohjois-Pohjanmaan jokiseutu ja rannikko alueeseen. Alueelle tyypillisiä piirteitä ovat Perämereen kohtisuoraan laskevat joet, jokilaaksoissa sijaitsevat kapeat viljelyvyöhykkeet sekä niiden väleihin rajautuvat karut selännealueet. Maasto on seudulla suhteellisen tasaista laajaa alankoa. Maaston loivan topografian takia maankohoamisen

seurauksena paljastuvat rantavyöhykkeet sekä muinaiset rantavallikentät ovat hyvin laajoja. Rannoille on myös syntynyt kovan tuulen altistamina laajoja dyynikenttiä.

Selvitysalue kuuluu keskiboreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen. Kasvillisuuden yleisilme on karu, mutta seudulla on paljon erikoisia kasvillisuustyppejä. Metsät ovat enimmäkseen puolukatyyppin männikköä. Rannikkoalueet ovat avoimia ja niissä näkyvät maankohomaisen myötä muodostuneet kasvillisuusvyöhykkeet. Tyypillisiä ovat erityisesti erilaiset laidunnetut rantaniityt.

Selvitysalueen maisemallisia erityispiirteitä ovat jokien suistoalueiden ja jokilaaksojen asutus ja viljelysmaisemat, lakeuden alueen laajat viljelysmaisemat ja rantaniityt, rannikkoalueen maankohoamisalueet, rantakerrostumat ja dyynikentät.

Kulttuuriympäristö

Osa maamme kulttuuriympäristöistä on määritelty arvokkaiksi ja osa suojeltu. Tässä työssä on huomioitu hankealueelle ja sen ympäristöön noin 35 kilometrin säteelle sijoittuvat valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet sekä valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt. Kohteet on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 4.1).



Kuva 4.1. Arvokkaat maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt.

Vaikutusten arviointimenetelmät

Arvioinnissa on tarkasteltu suunnittelualueen toimintojen ja näistä johtuvien, alueen ulkopuolelle ulottuvien tekijöiden vaikutuksia maisemaan ja kulttuuriympäristöön. Arvioinnissa on huomioitu suunnitellun hankkeen käytön aikaisia vaikutuksia. Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa on painotettu fyysisessä maisemassa tapahtuvien muutoksien visuaalista merkittävyyttä eli vaikutuksia maisemakuvaan.

Arvioinnin pohjaksi on analysoitu maiseman perusrakennetta, painottaen erityisesti avointen ja sulkeutuneiden maisemien vaihtelua, alueen maisemakuvaa ja maisemakuvaltaan herkimpiä alueita sekä tärkeimpiä maisemallisia kokonaisuuksia. Analyysissä on kartoitettu myös tarkastelualueen maisemallisesti arvokkaat alueet sekä olemassa olevat maisemavauriot. Tarkempi maisema-analyysi on tehty noin 10 kilometrin säteellä hankealueesta sijoittuville rannikkoalueille (Kuva 4.2). Tällä tarkastelualueella tuulivoimalaitokset voivat laajassa avoimessa maisematilassa näkyä selvästi tai olla jopa hallitsevia.

Tarkastelualueen rajaus

Maisemaan ja kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointi on ulotettu koko sille alueelle, johon suunnittelualueen on visuaalisesti arvioitu näkyvän. Tarkastelun lähtökohtana voidaan pitää teoreettisen näkyvyyden vyöhykettä. Visuaalisten vaikutusten arvioinnin apuna on käytetty etäisyysvyöhykkeitä, joiden avulla pyritään antamaan kuva vaikutusten voilyymistä. Vaikutusten merkittävyys ja maisemavaikutusten kokeminen ei riipu kuitenkaan pelkästään etäisyydestä vaan myös alueiden ominaispiirteistä sekä maiseman sietokyvystä. Etäisyysvyöhykkeissä on sovellettu Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa - julkaisussa (Ympäristöministeriö 2016) esitettyjä ohjeellisia etäisyysvyöhykkeitä (Taulukko 4.1).

Taulukko 4.1 Maiseman visuaalisten vaikutusten arvioinnin apuna käytetyt etäisyysvyöhykkeet (Mukaillen Ympäristöministeriö 2016).

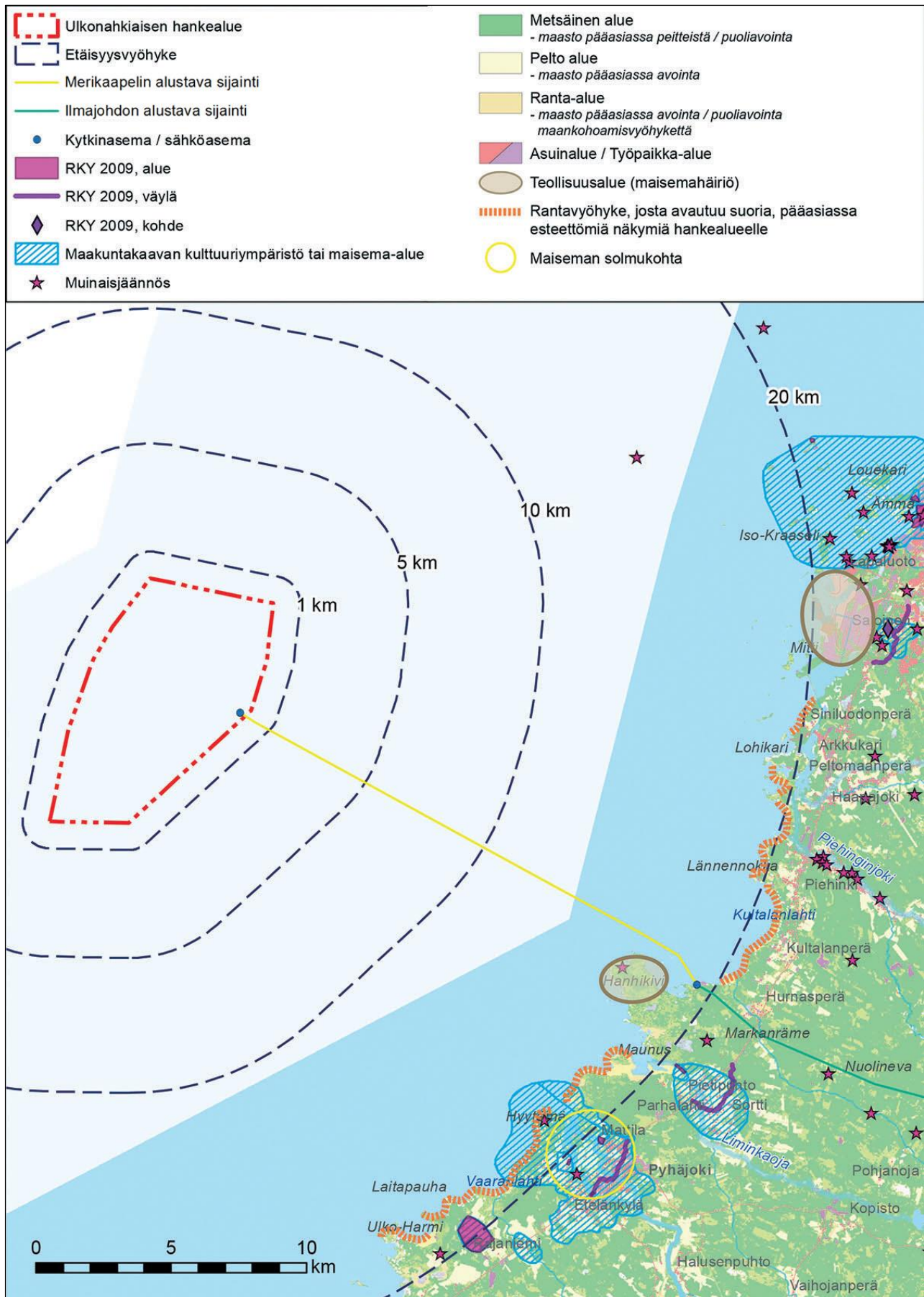
ETÄISYYSVYÖHYKKEET		
Hankealue ja sen välitön lähiympäristö	0 ... 1-2 km voimaloista	- Tuulivoimalat voivat hallita visuaalisesti täysin. - Maiseman luonteeseen ja laatuun kohdistuvat vaikutukset ovat välittömiä.
Lähivaikutusalue	noin 1-2 ... 4-6 km voimaloista	- Alue, jolla visuaaliset vaikutukset voivat olla niin merkittäviä, että ne voivat vaikuttaa maiseman luonteeseen ja laatuun. - Tuulivoimalat voivat olla maisemakuvassa hallitsevia.
Ulompi vaikutusalue	noin 4-6 ... 10-15 km voimaloista	- Alue, jolle voimalat voivat näkyä selvästi, mutta jolla niiden mahdolliset vaikutukset maiseman luonteeseen ja laatuun vähenevät etäisyyden kasvaessa. - Voimalat ovat osa laajempaa maisemakokonaisuutta. - Voimaloiden kokoa ja etäisyyttä voimaloille voi olla vaikea hahmottaa.
Kaukovaikutusalue	noin 10-15 ... 20-25 km voimaloista	Alue, jolle voimalat voivat näkyä, mutta jolla niillä ei välttämättä enää ole merkitystä maiseman luonteen ja laadun kannalta; poikkeuksena laajat avoimet alueet kuten erämaat tai maatalousympäristöt
Teoreettinen maksiminäkyvyysalue	noin 20-25 ... 35 km voimaloista	Voimalat voi hyvissä sää- ja valaistusolosuhteissa erottaa paljaalla silmällä; todennäköisesti ei merkitystä maiseman luonteen tai laadun kannalta.

Vaikutusten merkittävyys

Merituulivoimaloiden visuaaliset vaikutusalueet sekä maiseman sietokyky huomioiden Hankealueen soveltavuus merituulivoimarakentamiseen on luokiteltu Tuulivoimatuotantoon soveltuvat alueet Merenkurkussa ja Perämerellä -julkaisussa (Ympäristöministeriö 2004) esitetyjä kriteerejä mukaillen (Taulukko 4.2).

Taulukko 4.2. *Kriteerit hankealueen soveltuvuudesta merituulivoimarakentamiseen (Mukaillen Ympäristöministeriö 2004).*

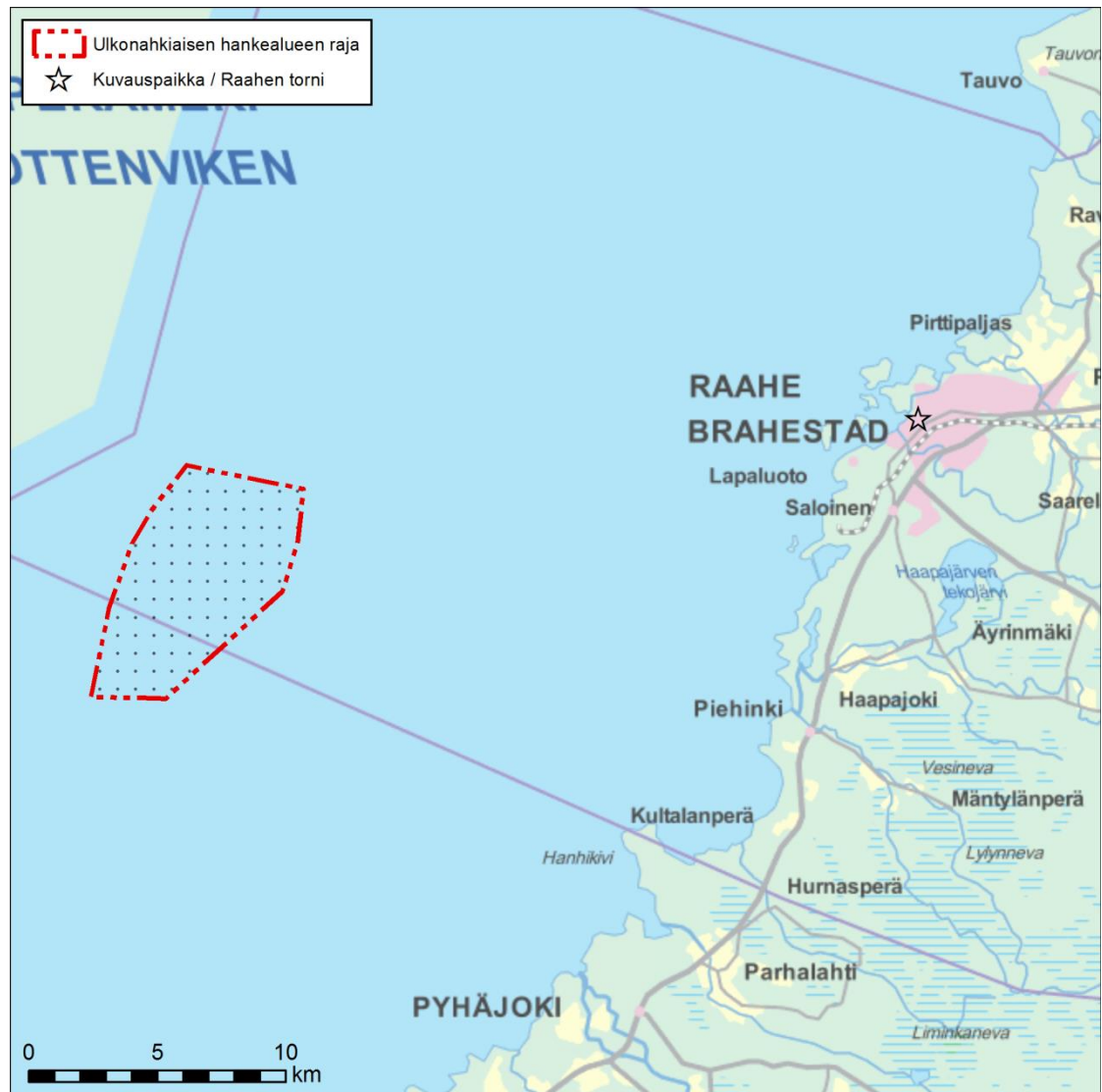
ALUEIDEN SOVELTUVUUS MERITUULIVOIMARAKENTAMISEEN	
Soveltuu hyvin merituulivoimarakentamiseen	- Hankealue sijaitsee vähintään 10 kilometrin etäisyydellä maisemallisesti tai kulttuurihistoriallisesti arvokkaista ympäristöistä. - Hankealue on havaittavissa, mutta ei hallitse rannalta avautuvaa merinäköalaa.
Soveltuu melko hyvin merituulivoimarakentamiseen	- Hankealue sijaitsee vähintään 5 kilometrin etäisyydellä maisemallisesti tai kulttuurihistoriallisesti arvokkaista ympäristöistä. - Hankealue ei peitä hallitsevasti rannalta avautuvaa merinäköalaa tai hankealue sijoittuu nykyiselle teollisuus- / satama- / tuulivoima-alueelle.
Soveltuu varauksin merituulivoimarakentamiseen	Kapasiteettia pienentämällä ja hankealuetta supistamalla alue soveltuu hyvin tai melko hyvin tuulivoimarakentamiseen.
Soveltuu melko huonosti merituulivoimarakentamiseen	- Hankealueen lähivaikutusalueelle sijoittuu maisemallisesti tai kulttuurihistoriallisesti arvokkaita ympäristöjä. - Hankealue muuttaa laajojen rantaosuuksien merinäköalän tuulivoiman tuotantoalueeksi.



Kuva 4.2. Selvitysalueen maisema-analyysi noin kymmenen kilometrin säteellä hankealueesta.

Maisemavaikutusten arviointi

Ulkonahkiaisen hankealue sijaitsee avomerellä lähimmillään noin 20 kilometrin etäisyydellä rannikosta. Raahen kaupunki sijaitsee noin 25 kilometrin etäisyydellä hankealueen koillispuolella ja Pyhäjoen kunta noin 20 kilometriä hankealueesta kaakkoiseen. Hankealueelle avautuvat ranta-alueet ovat puoliavoimia ja osittain rakennettuja. Avoimilta rannoilta avautuu suoria näkymiä kohti hankealuetta ja tuulivoimalaitokset voivat näkyä hyvin etenkin selkeällä säällä. Voimalaitosten kokoa ja etäisyyttä on kuitenkin vaikea hahmottaa pitkästä etäisyydestä johtuen ja visuaalisia vaikutuksia maisemaan voidaan pitää pääosin vähäisenä. Raahen kaupungista ja Pyhäjoen suulta tarkasteltuna näkymäalueet ovat pistemäisiä, eivätkä tuulivoimalaitokset ole hallitsevia maisema- ja kaupunkikuvassa.



Kuva 4.3. Kuvaan on merkattu tähdellä kuvasovitteiden pohjakuvan kuvauspaikka Raahen torni. Etäisyys lähimmistä voimaloista on noin 25 kilometriä.



Kuva 4.4. Kuvasovitteet Raahen tornista 48 metrin korkeudesta kohti Ulkonahkiaisen hanketta. Kuvaspaikka on merkitty edelliseen kuvaan (Kuva 4.3). Kuvanottohetkellä sää oli pilvinen ja sateinen joten voimaloiden näkyvyyttä on ylikorostettu ylemmässä kuvassa sijainnin havainnollistamiseksi. Alempi kuva vastaisi todellista näkyvyyttä kuvanottohetkellä. Ulkonahkiaisen voimalaitokset on mallinnettu teknis-taloudellisen tarkastelun mukaisena tasavälisenä hilana. Lähimmät voimalaitokset sijaitsevat vajaan 25 kilometrin etäisyydellä kuvaspaikasta.

Hankealueen lähiympäristössä ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaiksi luokiteltu maisema-alueita tai kulttuuriympäristöjä. Lähimmät arvokohteet sijaitsevat noin 18-20 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Useimmat kohteista sijaitsevat kokonaan tai osittain kauempana rannikosta sisämaassa, jolloin olemassa oleva kasvillisuus ja maaston topografinen vaihtelu katkaisevat näkymiä tehokkaasti. Lähimmiltä maisema-alueilta avautuu paikoin näkymiä hankealueelle. Tuulivoimalaitokset eivät kuitenkaan hallitse visuaalisesti täysin ja maiseman laadun ja luonteen muutoksia voidaan pitää vähäisinä

Alueen lähimaisemassa sijaitsee Nahkiaisen majakka. Voimalat muuttavat täysin "merimajakka" -näkömänn luonteen, majakan jäädessä suurten voimaloiden varjoon. Kaukana merellä sijaitsevan, vuonna 1956 rakennetun majakan merkitys rannikkomaisemaan on kuitenkin vähäinen (Ympäristöministeriö 666/2004). Majakkaa ei ole luokiteltu valtakunnallisissa tai maakunnallisissa kulttuuriympäristöinventoinneissa.

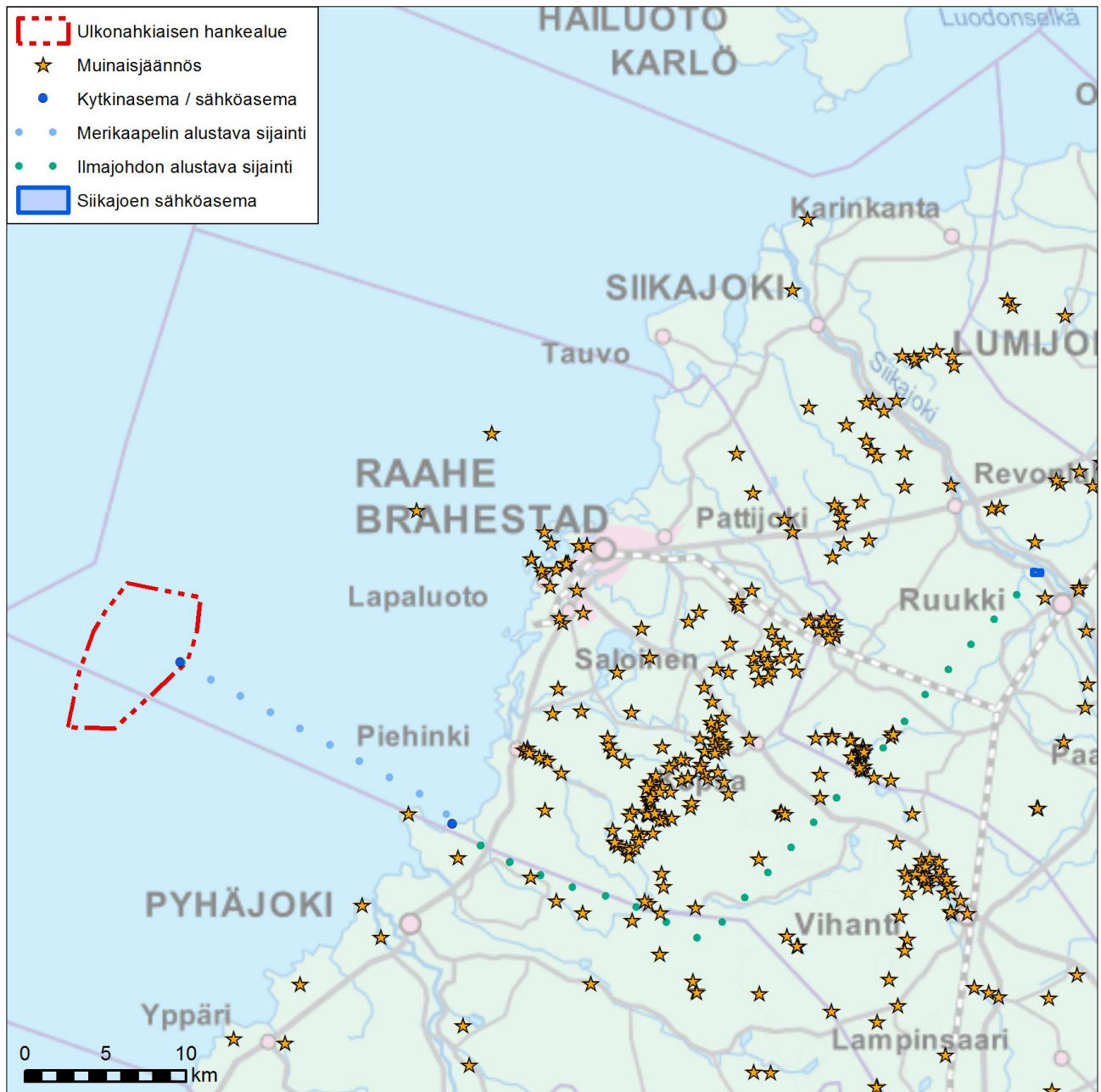
Maiseman kannalta hankealue soveltuu hyvin merituulivoimalaitosten rakentamiseen.

Tuulivoimahankkeessa sähkönsiirron vaatimat voimajohdot voivat myös aiheuttaa maisema-vaikutuksia. Alustavan suunnitelmien mukaan voimajohdoilla ei ole välittömiä vaikutuksia valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille ja rakennetuille kulttuuriympäristöille. Erityisesti ilmajohtoista voi kuitenkin aiheutua vaikutuksia maiseman rakenteeseen, luonteeseen ja laatuun muilla alueilla.

4.2 Muinaisjäännökset

Hankealueelle ei sijaitse inventoituja kiinteitä muinaisjäännöksiä. Lähimmät muinaisjäännöskohteet sijaitsevat hankealueen kaukovaikutusalueella, noin 15-20 kilometrin etäisyydellä hankealueesta. Ulkonahkaisen merituulivoima-alueesta ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia muinaisjäännöksille.

Tuulivoimahankkeen sähkönsiirron vaatima voimajohtolinja liittyy alustavien suunnitelmien mukaan nykyisiin rakenteilla tai suunnitteilla oleviin ilmajohtoihin. Ilmajohdon lähietäisyydellä sijaitsee useita muinaisjäännöksiä. Kaikki muinaisjäännöskohteet tulee huomioida tarkemmassa hankesuunnitelmassa. Kohteiden arvot voidaan säilyttää esimerkiksi pylvässijoittelulla.

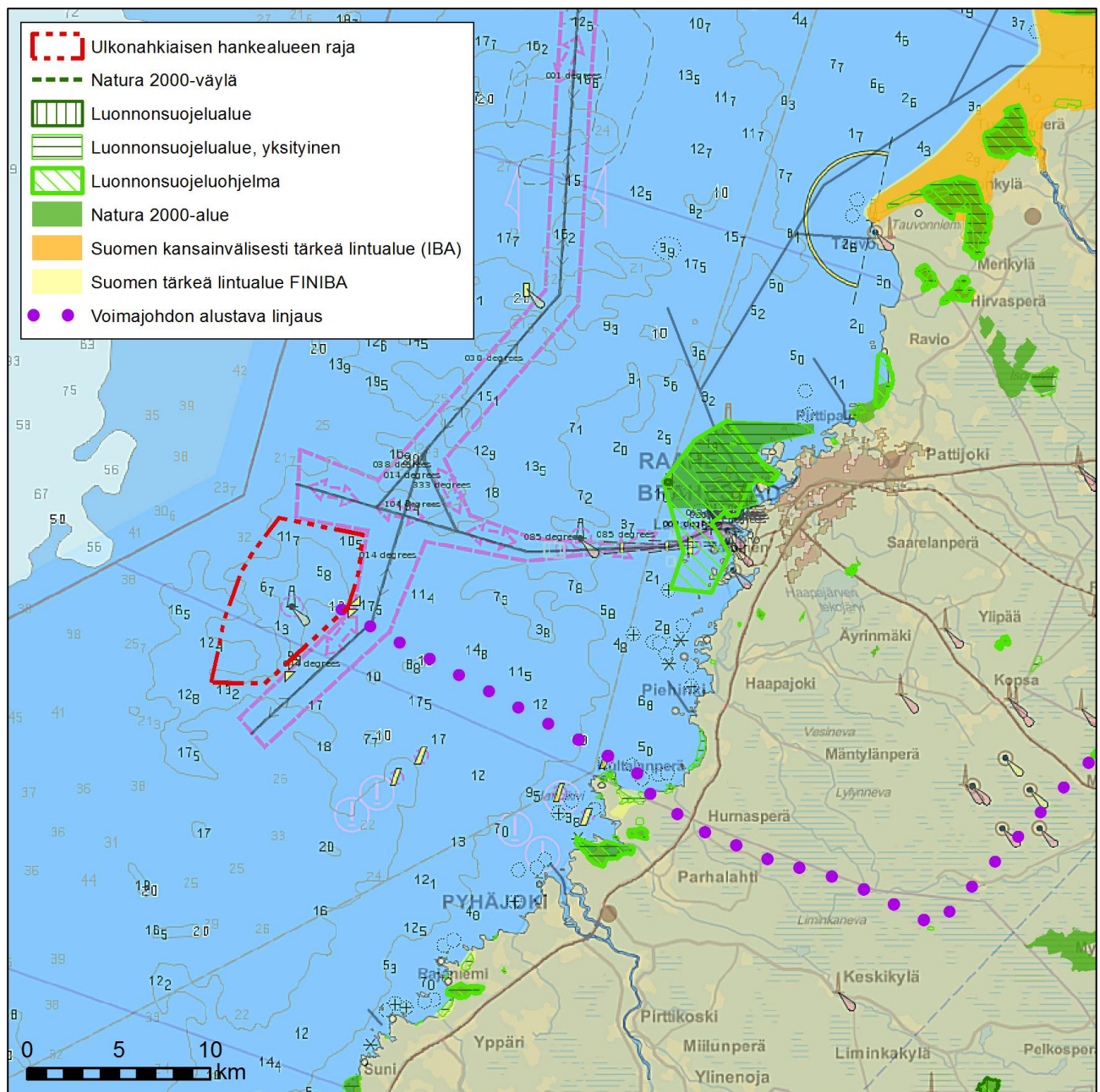


Kuva 4.5. Muinaisjäänne.

4.3 Luonnonympäristö

4.3.1 Natura- ja luonnonsuojelualueet

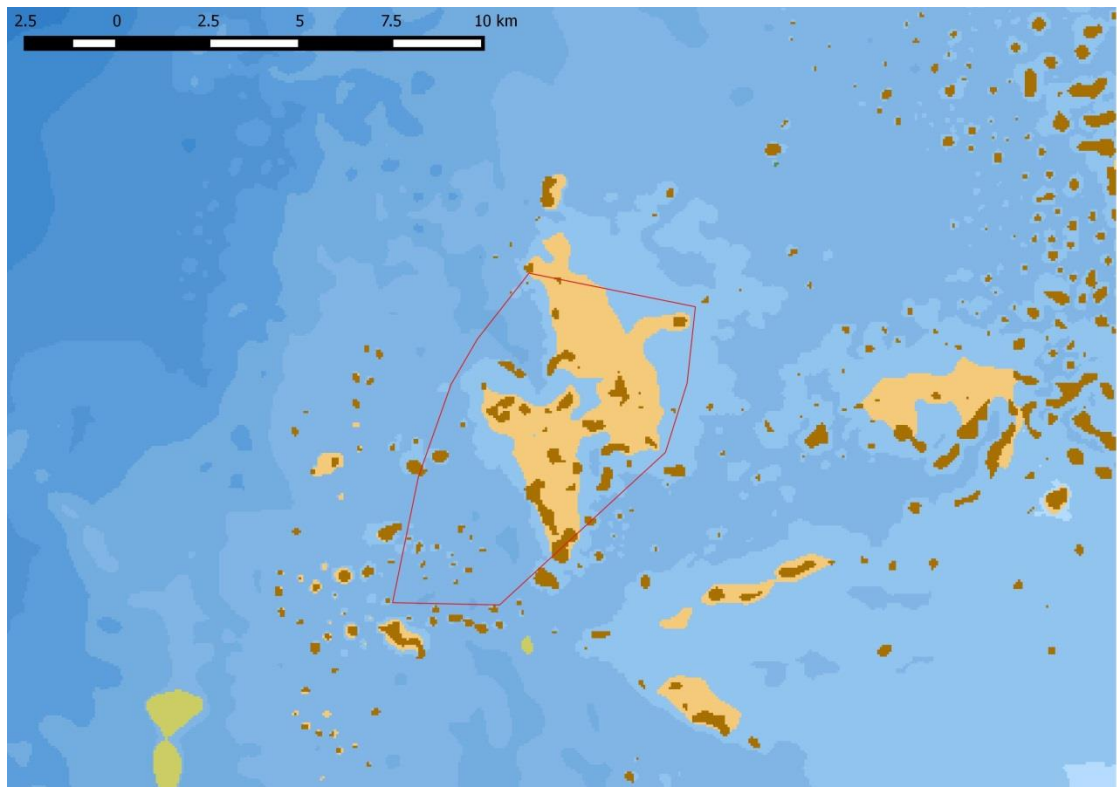
Seuraavassa kuvassa on esitetty hankealueen ja voimajohdon sijainti suhteessa luonnonsuojelu- ja luonnonsuojeluohjelma-alueisiin sekä Natura 2000 -alueisiin. Hankealueen läheisyydessä ei ole luonnonsuojelu- tai Natura 2000 -alueita. Hankkeella ei ole merkittävää vaikutusta luonnonsuojelu- ja Natura 2000 -alueisiin.



Kuva 4.6. Natura-, luonnonsuojelu- ja lintualueet.

4.3.2 Vedenalainen luonto

Tuulivoimahankkeen rakentamisvaiheessa tehtävien ruoppaustöiden haitallinen vaikutus vedenalaiseen luontoon on lyhytkestoista ja aiheutuu veden samentumisesta ja kiintoainepitoisuuksien noususta. Lisäksi perustusten rakentaminen tuhoaa paikallisesti rakennustöiden alle jäävän pohjakasvillisuuden. Perämerellä vallitsevina pohjatyyppeinä ovat hiekkapohjat ja pohjan kasvillisuus on harvaa ja laikukasta kovasta aallokosta ja jäiden liikkeistä johtuen ja paikoin esiintyy täysin kasvittomia alueita (FINMARINET -projekti). Suurin osa kasvillisuudesta on keskittynyt rannikon laguuneihin, riutoille ja särkille (ahdinparta, punahelmilevä, näkinpartaislevät ja erilaiset putkilokasvilajit) (FINMARINET -projekti). Pohjaeläimistö koostuu mm. kotiloista, simpukoista ja harvasukamadoista (FINMARINET -projekti).



Kuva 4.7. Vedenalaiset potentiaaliset riutat (tumman ruskea) sekä potentiaaliset riuttaympäristöt (vaalean ruskea) VELMU –portaalin mukaan. Hankealue on merkitty kuvaan punaisella.

Vedenalaisen luonnon osalta arviointi perustuu läheisen Raahen Maanahkaisen tuulivoimahankkeen YVA –selostukseen (Rajakiiri Oy 2010). Selostuksessa todetaan:

*”Hankealueella ja sen läheisyydessä olevilla tutkimuskohteilla tavattiin pelkästään rihmaleviin kuuluvia, todennäköisesti pilvi- (*Ectocarpus siliculosus*) ja lettiruskolevää (*Pilayella littoralis*) 57 kohteella. Selvityksessä ei tehty tarkempaa lajimääritystä. Näistä 23 paikalla niiden peittävyys oli ≥ 50 %. Putkilokasveja tutkimusalueilla ei havaittu lainkaan. 95 kohteella ei havaittu lainkaan kasvillisuutta.”*

”YVA-menettelyn yhteydessä tutkitut pohjaeläinten näytteenottopaikat osoittivat lajiston olevan tyypillistä Perämeren lajistoa. Kahdella näytepisteellä RA 100 ja S 14 ei pohjaeläimiä ollut näytteissä lainkaan. Näytteistä havaittiin harvasukasmatoja, monisukasmatoja, äyriäisiä, surviaissääskiä ja päivänkorentoja”

Maanahkaisen YVA –selostuksessa todetaan, että hankkeella ei ole merkittäviä käytön aikaisia haittavaikutuksia vedenalaiseen luontoon. Rakentamisvaiheen haittavaikutukset arvioitiin merkittäviksi vaihtoehdossa, jossa rakentaminen tapahtuisi alle 10 metrin syvyyssyöhykkeessä. Haittavaikutukset arvioitiin kuitenkin lyhytkestoisiksi tässäkin vaihtoehdossa.

Hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia hankealueen lajistoon tai olosuhteisiin. Vedenalaista luontoa selvitetään tarkemmin hankkeen jatkosuunnittelun yhteydessä.

4.3.3 Kalasto

Tuulivoimahankkeen perustusten rakentaminen tuhoaa paikallisesti rakennustöiden alle jäävän pohjakasvillisuuden. Karuissa olosuhteissa valmiiksi vähäisen pohjakasvillisuuden väheneminen voi vaikuttaa haitallisesti pohjakasvillisuudesta riippuvaisten selkärangattomien määrään ja sitä kautta esim. kalojen ravinnon saantiin. Lisäksi veden samentuminen ja kiin-

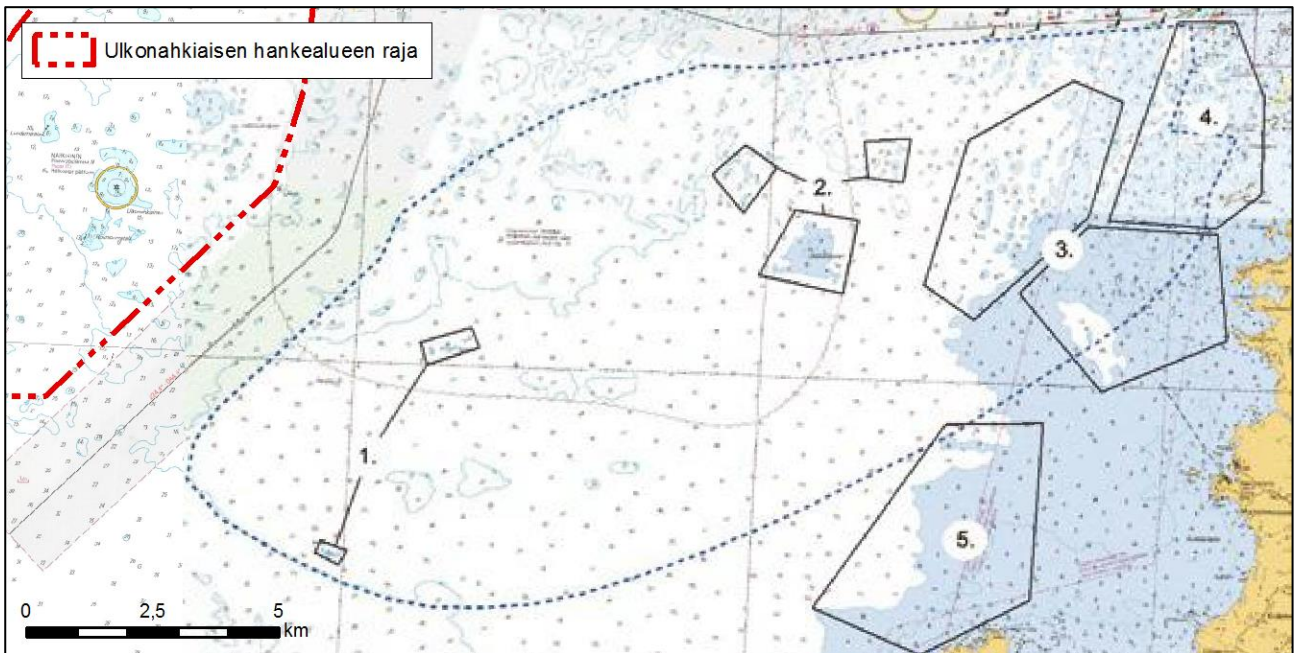
toainepitoisuuksien kasvu voi haitata kalojen lisääntymistä. Rakentamisvaiheessa tehtävistä töistä syntyvä melu ja häirintä karkottaa kaloja. Edellä mainitut haittavaikutukset ovat kuitenkin lyhytkestoisia.

Kalaston arviointi perustuu läheisen Raahen Maanahkiaisen tuulivoimahankkeen YVA –selostukseen (Rajakiiri Oy 2010). Maanahkiaisen tuulivoimahanke sijaitsee samankaltaisella alueella, ja sen arviointiselostus soveltuu yleispiirteisesti myös tämän hankkeen käyttöön. Selostuksessa todetaan:

”Alueen kalasto koostuu siiasta, taimenesta, lohesta, hauesta, ahvenesta, lahnasta, kuhasta, silakasta, särjestä, säynestä, kuoreesta, simpusta ja mateesta. Tutkimusalueella esiintyvä kalasto edustaa Perämeren rannikolle tyypillisiä lajeja. Suunnittelualueen matalikot ja Hanhikiven nokka lähialueineen ovat tärkeitä kalojen lisääntymis- ja syönnösalueita Raahen ja Pyhäjoen edustan merialueella. Matalikoilla kuteva silakka houkuttelee paikalle syönnöstävää kalaa, mm. karisiikaa, vaellussiikaa ja ahventa.”

”Silakkaparvet kokoontuvat kevätkesällä rannikon läheisiin syvänteisiin ja nousevat kutemaan selvitysalueen nopeasti lämpeneville matalikoille jo kesäkuun alkupuolella. Silakan kuteaika jatkuu läpi kesän siirtyen veden lämpenemisen myötä ulommas rannikolta. Tärkeimmät silakan kutualueet ovat Maanahkiainen ja siitä suoraan itään rannikolle nouseva penkka eli Hohve ja Lipinä sekä Hanhikiven edusta. Myöhemmin kesällä silakka kutee myös Matin ja Sumun matalikoilla. Silakan kutu jatkuu aina heinäkuun lopulle saakka. Toinen merkittävä alueella lisääntyvä laji on karisiika.”

”Tärkeimmät karisiikan kutualueet sijaitsevat Hanhikiven nokalla, Hohvessa ja Maanahkiassa. Lisäksi matalikoilla kutevat ainakin muikku ja ahven. Em. lajien lisääntyminen tapahtuneen pitkälti samoilla alueilla, kuin silakankin kutu, eli matalikkoja ympäröivillä kivikoilla. Kevätkutuisten kalojen esim. hauen, ahvenen, kuoreen ja särkikalojen kutualueet sijoittuvat enimmäkseen ranta-alueille saaristoon, jokisuille ja lahtiin, siis varsinaisen suunnittelualueen ulkopuolelle.”



Kuva 4.8. Kalojen tärkeimmät kutupaikat. 1. Matin ja Sumun matalikot, 2. Maanahkiaisen matalikko, 3. Hohve ja Lipinä ja 4. Peltomatala, Selkämatala, Akanmatala ja Keski-Heikki, 5. Hanhikiven edusta. (Rajakiiri Oy 2010).

"Lohen pääasialliset vaellusreitit tutkimusalueella sijoittuvat Nahkaisen ja Sumun matalikon väliselle merialueelle, sekä rannikon läheisyyteen Maanahkaisen itäpuolelle. Oletettavasti kuitenkin pääosa pohjoiseen matkaavista lohista vaeltaa ulompana rannikosta, Ulko-Kallan ja Nahkaisen länsipuolelta ja siitä edelleen Hailuodon länsipuolelta. Lohen esiintyminen selvitysalueella on voimakkaasti riippuvaista vaellusaikaan vallitsevista tuulista ja virtauksista. Syksyisin rannikkoalueella vaeltaa runsaasti Pyhäjokeen sekä mahdollisesti myös Siikajokeen nousevaa vaellussiikaa. Molempiin edellä mainittuihin jokiin nousee vuosittain tuhansia vaellussiikoja. Siikakantoja ylläpidetään luonnon mätiä keräämällä. Alueen kalastoa hoidetaan istutuksin. Raahan edustalle istutetaan vuosittain merkittäviä määriä vaellussiian ja meritaimen poikasia. Myös kuhaa, harjasta, haukea ja madetta on istutettu alueelle."

"Töiden ajoittamisella tärkeimpien talouskalojen lisääntymiskauden ulkopuolelle haittoja voidaan estää tai minimoida. Mahdollisten ruoppausten ja kaivujen aiheuttama lisääntynyt sedimentaatio voi, riippuen ajankohdasta, häiritä myös kalojen lisääntymistä. Jos kaivualueella on kalojen kutupohjia, ne häviävät ainakin väliaikaisesti. Ulompana merialueella kutevista taloudellisesti arvokkaista kalalajeista silakka ja siika ovat tärkeimmät lajit. Mikäli kutualueilla ruopataan, saattaa kalojen lisääntyminen häiriintyä paikallisesti useamman vuoden ajan. Tämän vuoksi ruoppausta kutualueilla tulisi välttää. Kalastajilta saadun arvion mukaan hankealueella sijaitsevat Matin ja Sumun matalikot, Maanahkaisen matalikko, Hohve ja Lipinä sekä hankealueen ulkopuolella sijaitseva Hankikiven edusta ovat silakan ja karisiian tärkeitä kutualueita."

Maanahkaisen ympäristövaikutusten arvioinnissa todetaan, että haitallisimmat vaikutukset syntyisivät vaihtoehdossa, jossa rakennetaan kalojen kutualueille. Nämäkään vaikutukset eivät kuitenkaan olisi merkittäviä koko Perämeren alue huomioiden.

Ulkonahkaisen hankealueella saattaa olla kalojen kutualueita. Mahdolliset samentumisesta aiheutuvat haitat ovat kuitenkin väliaikaisia. Näillä perusteilla voidaan arvioida, ettei hankkeella ole merkittäviä haittavaikutuksia alueen kalalajistolle.

4.3.4 Linnusto

Tuulivoimatuotannon linnustovaikutukset voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen: suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin (Kuva 4.9). Suorat vaikutukset ovat tappavia, törmäyskuolleisuudesta johtuvia vaikutuksia. Epäsuorat vaikutukset näkyvät lajistokoostumuksessa ja yksilömäärissä pidemmällä aikavälillä. Epäsuoria vaikutuksia ovat häirintä, estevaikutus ja elinympäristömuutokset (esim. Hötker ym. 2006, Drewitt & Langston 2006, Langston & Pullan 2003 sekä Fox ym. 2006). Vaikutukset jakautuvat myös ajallisesti rakennusvaiheen ja tuotantovaiheen erityyppisiin vaikutuksiin (Pearce-Higgins ym. 2012). Vaikutusten kohteena voivat olla joko tuulipuiston vaikutuspiirissä talvehtivat ja levähtävät lajit tai pesimälajisto.

Tehokkaan tuulivoimatuotannon varmistamiseksi tuulivoimalaitosten on sijaittava tuulisilla alueilla. Suomessa näitä seutuja ovat erityisesti vaarojen ja tuntureiden lakialueet sekä rannikko ja merialueet. Erityisesti rannikkoalueilla sijaitsevat potentiaaliset tuulivoima-alueet sijoittuvat usein myös linnustollisesti arvokkaille muutonaikaisille levähdysalueille sekä pesimisalueille ja jopa muuttoreiteille.

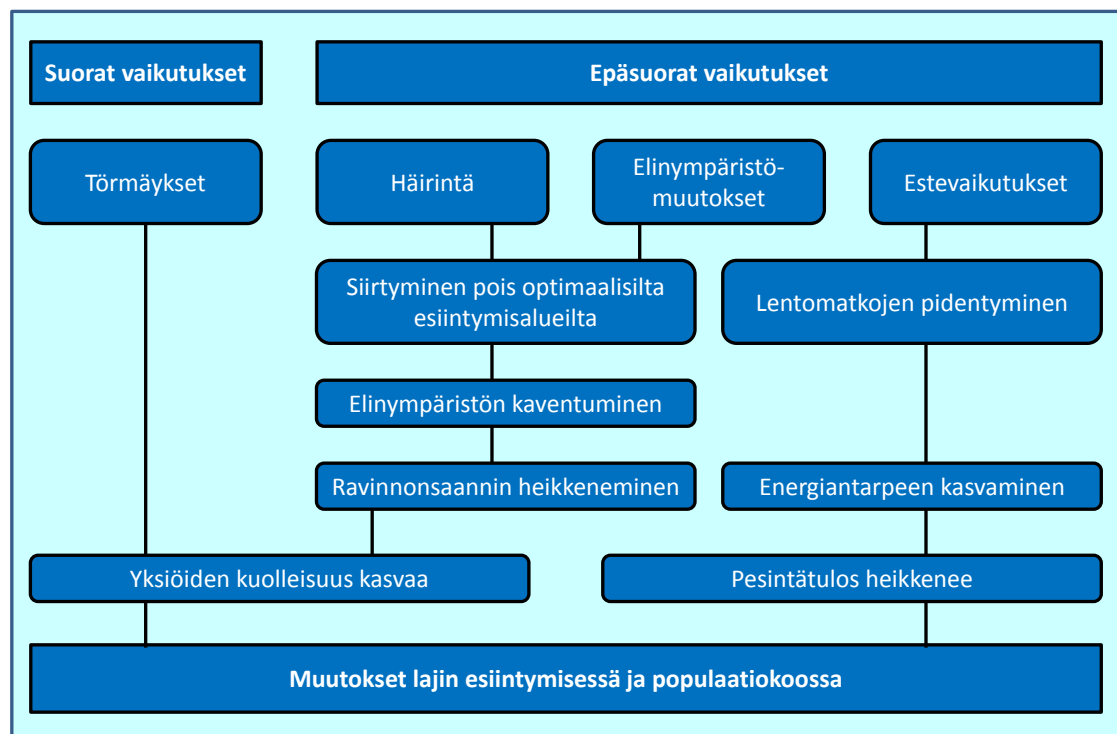
Tuulivoimatuotannon linnustovaikutukset ovat usein hyvin vaihtelevia ja riippuvat hankkeen mittasuhteista, teknisistä ratkaisuista, maantieteellisestä sijainnista sekä ympäröivän alueen topografiasta ja alueen linnuston koostumuksesta. Lisäksi vaikutukset ovat pääsääntöisesti laji- ja paikkakohtaisia (Drewitt & Langston 2006).

Stewart ym. (2007) osoittivat metatutkimuksessaan, että yleisesti ottaen tuulivoima-alueilla on merkittäviä kielteisiä vaikutuksia linnuston runsauteen tuulivoimaloiden alueella, ja lin-

nustovaikutuksissa on huomattavia eroja tuulivoima-alueiden ja lajikohtaisten vaikutusten välillä. Tutkimuksesta ei käynyt ilmi, johtuivatko kielteiset muutokset lintujen esiintymisessä tuulivoima-alueiden välttelystä vai populaatiotason kielteisistä vaikutuksista. Tutkimuksessa vaikutusten arvioinnissa mukana olivat myös talvehtivat linnut, jotka voivat olla alttiimpia reagoimaan häiriötekijöihin verrattuna pesiviin lintuihin (vertaa Pearce-Higgins ym. 2012 ja Hötter ym. 2006). Vaikutuksille alttiimpia lajiryhmiä järjestyksessään olivat sorsalinnut (Anseriformes), kahlaajat (Charadriiformes), haukat (Falconiformes, Accipitriformes) ja varpuslinnut (Passeriformes). Mitä kauemmin tuulivoima-alue oli ollut toiminnassa, sitä suuremmat olivat kielteiset vaikutukset, mutta voimaloiden lukumäärällä tai koolla ei ollut juurikaan merkitystä (Stewart et al. 2007).

Toisaalta Pearce-Higgins ym. (2012) osoittivat tutkimuksessaan, että suurimmat pesimälinnustovaikutukset syntyivät rakennusvaiheessa ja häiriötila palautui joidenkin lajien osalta normaalitasolle rakennusvaiheen jälkeisinä vuosina tuotannon jo alettua. Tutkimuksessa oli mukana kymmenen lajia: nummiriekko, kapustarinta, töyhtöhyppä, suosirri, taivaanvuohi, kuovi, niittykirvinen, kiuru, kivitasku ja pensastasku.

Eri elinympäristöissä sijaitsevien tuulivoima-alueiden vaikutukset voivat olla hyvinkin erilaisia ja kohdistua eri lajeihin. Merituulivoimaloiden mainittavimpia vaikutuksia ovat estevaikutukset, häirintä ja elinympäristömuutokset. Avomailla edellä mainittujen lisäksi usein myös törmäysvaikutukset nousevat merkittävimmiksi haittavaikutuksiksi.

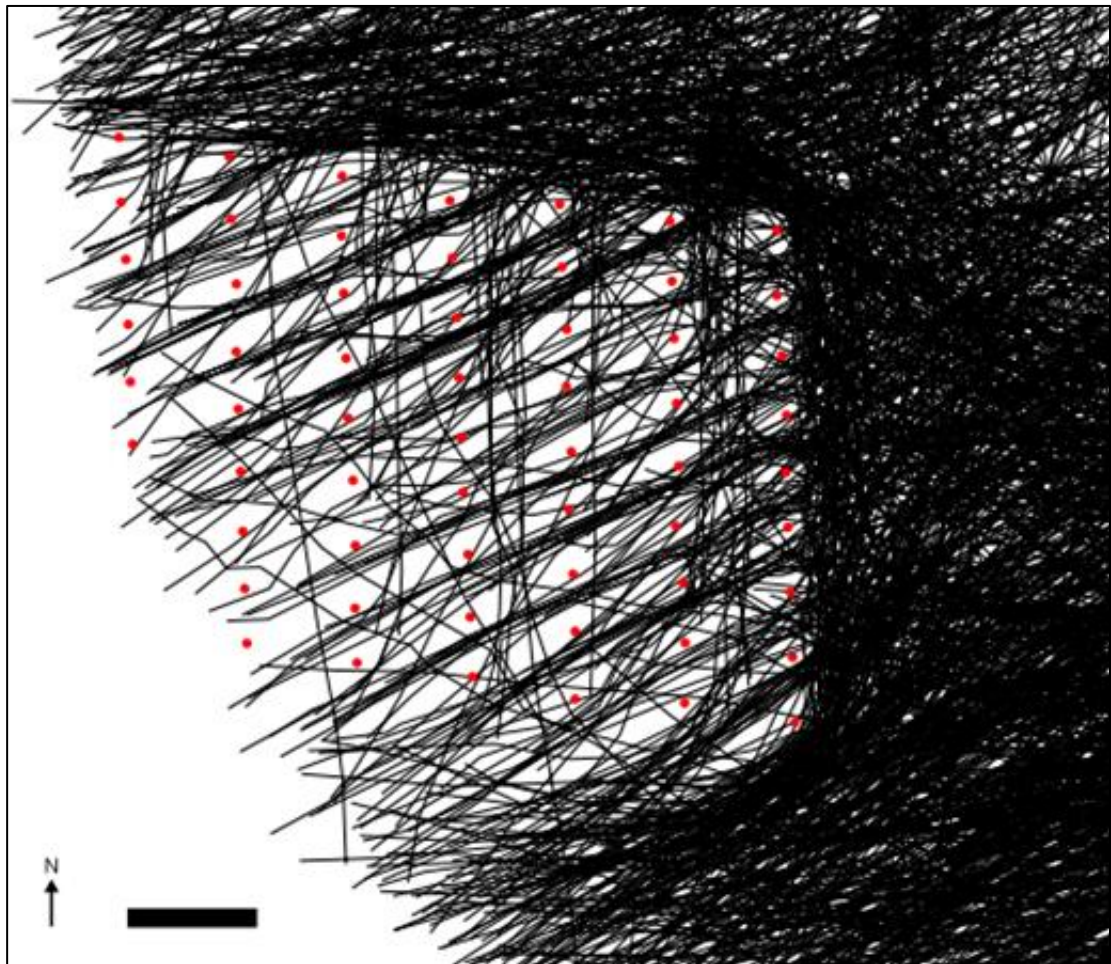


Kuva 4.9. Yleistetty kaavio tuulivoimatuotantoalueiden linnustovaikutuksista.

Törmäysvaikutukset saattavat osoittautua merkittäväksi uhkatekijäksi muuttolinnuille, jos tuulivoima-alue sijoittuu keskeiselle muuttoreitille tai kerääntymisalueiden läheisyyteen. Pesimälinnusto saattaa kärsiä törmäysvaikutuksista, jos tuulivoima-alue sijoittuu saalistusalueelle (petolinnut) tai tärkeiden ruokailualueiden läheisyyteen (lokit, tiirat). Pesimälinnustolle merkittävimmät vaikutusmekanismit näyttäisivät olevan häirintävaikutus sekä elinympäristön muuttuminen. Estevaikutusten merkittävyys lintujen elinkykyyn nousee kohtalaiseksi vain, jos tuulivoima-alueet sijoittuvat saalistus- ja ruokailualueiden sekä pesäpaikan väliin ja

vaikutukset kohdistuisivat näin ollen pääsääntöisesti pesimälinnustoon. Muuttolintujen lisääntyneeseen energiantarpeeseen estevaikutuksilla ei liene suurta merkitystä.

Merialueille rakennettavien (off-shore) tuulivoima-alueiden linnustovaikutuksista on varsin hyvin tietoa Suomen kaltaisista olosuhteista (Tanska, Ruotsi). Tutkimustulosten perusteella voidaan arvioida, että törmäyskuolleisuus ei todennäköisesti nouse keskeiseksi demografiaan haitallisesti vaikuttavaksi tekijäksi, jos tuulivoima-alue ei sijoitu tulpaksi esimerkiksi saarten tai rannikkolinjan väliselle rannikkoalueelle, jossa lintujen muutto pääosin kulkee. **Avomerellä, etäällä rantaviivasta sijaitsevat tuulivoimapuistot eivät muodosta kovin suurta riskiä lintujen törmäyskuolemille lintujen väistäessä niitä.** Keskeisille ruokailualueille (matalikot, saariryhmät ja luodot/karikot) sijoittuvat tuulivoimapuistot saattavat aiheuttaa ruokailualueiden suhteen muutoksia lintujen käyttäytymisessä. Yhtäältä tuulivoima-alueiden tiedetään houkuttelevan lintuja lisäämällä saalisravinnon määrää keinotekoisien riuttojen takia (voimaloiden perustukset), toisaalta joidenkin lajien (alli, kuikkalinnut) on havaittu vierastavan tuulivoima-alueita. Tuulivoima-alueet saattavat vaikuttaa talvehtiviin lintuihin paikallisella tasolla lintujen vältellessä niitä, mutta laajempia muutoksia talvehtivien lintujen esiintymisessä ei havaittu Ruotsin Öresundissa tehdyssä pitkäaikaisessa seurantatutkimuksessa.



Kuva 4.10 Lintujen muutto (mustat viivat) Nystadin tuulivoimaloiden (punaiset pisteet) vaikutusalueella tutkahavaintojen mukaan piirrettyä. Desholm, 2006.

Muutonaikaiseen lajistoon kohdistuvia merkittäviä este- ja häiriövaikutuksia syntyisi ainoastaan merkittävimpien kerääntymisalueiden vaikutusalueelle rakennettavien tuulivoima-alueiden osalta. On kuitenkin huomattava se, että kaikkia kerääntymisalueita ei vielä tarkasti tiedetä. Esimerkiksi etelä- ja länsirannikon matalikot ja merialueiden sulkasatoalueet ovat osin selvittämättä. Estevaikutuksen seurauksena tietynlaisilla alueilla paikalliset alueella pe-

sivät ja saalistelevat linnut saattavat kärsiä pidentyneistä ruokailumatkoista. Muuttoreittien varrelle sijoittuvat tuulivoima-alueet saattavat muodostaa yhteisvaikutustensa kautta jopa merkittäviä populaatiotason vaikutuksia (FCG & Pöyry Finland Oy 2012).

Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu –oppaassa määritellään maakuntakaavoituksen rooli tuulivoimarakentamisen ohjauksessa seuraavasti:

”Maakuntakaavoituksen tehtävänä on tuulivoimarakentamisen kokonaisuuden ohjaaminen. Tuulivoimarakentamisen keskittäminen maakuntakaavassa osoitetuille tuulivoima-alueille edistää valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden toteuttamista, vähentää tuulivoimarakentamisen ympäristövaikutuksia ja helpottaa tuulivoimarakentamisen ja muun alueiden käytön yhteensovittamista. Tuulivoimarakentamisen keskittämistä voidaan edistää myös osoittamalla maakuntakaavoissa sellaisia maakunnallisesti arvokkaita alueita, joille tuulivoimarakentamista ei tulisi suunnitella.”

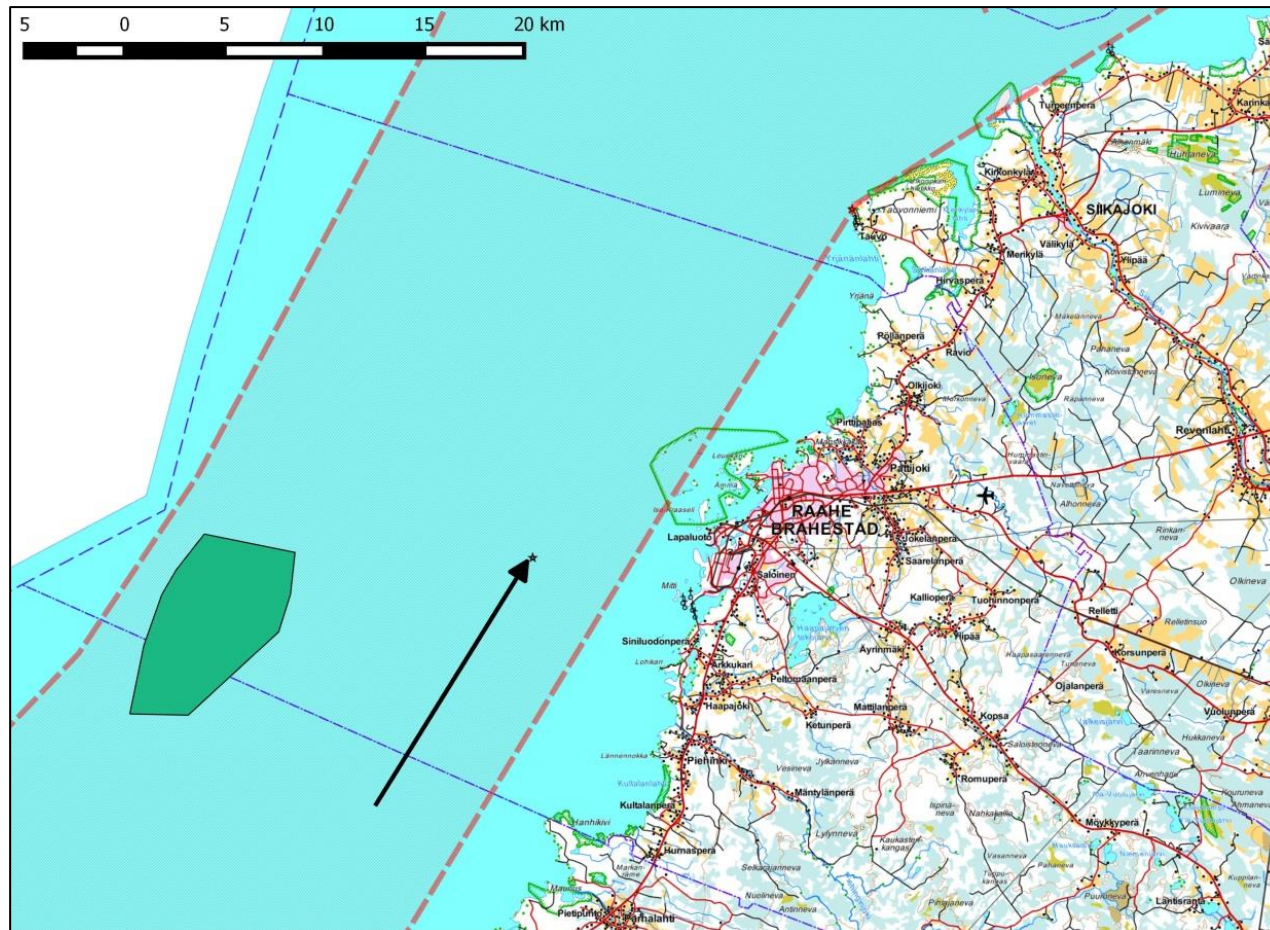
Tällaisia maakunnallisesti arvokkaita alueita, joille tuulivoimarakentamista ei tulisi linnustollisista tai muista syistä suunnitella, ovat esimerkiksi nimetyt kansainvälisesti, kansallisesti tai maakunnallisesti tärkeät lintualueet tai alueet, jotka selvityksien perusteella täyttävät ko. arvot sekä muut luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaat alueet, kuten luonnonsuojelualueet ja pääosa Natura 2000-verkoston alueista. Lisäksi lintujen valtakunnalliset päämuuttoreitit, joita pitkin muuttaa merkittävä osa Suomen tai laajemman maantieteellisen alueen populaatiosta, on myös otettava maakuntakaavoituksessa erityisesti huomioon.

Pesimälinnusto ja lepäilevä linnusto

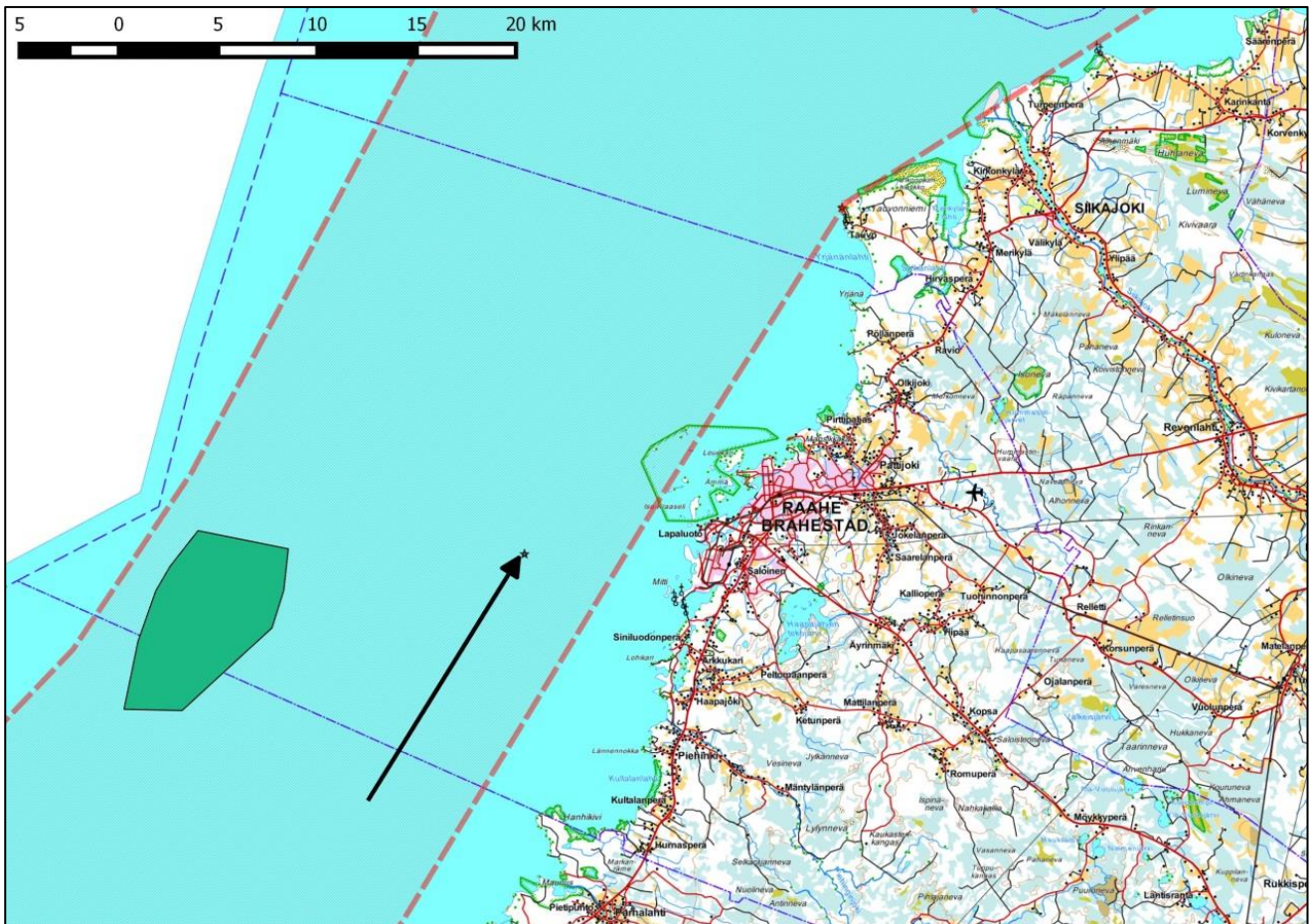
Ulkonahkiaisien hankealueella ei sijaitse lintujen pesimäluotoja. Hankealue ei ole merkittävä lintujen ruokailu- tai kerääntymisalue. Näiden vuoksi hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä haittavaikutuksia alueen pesivään tai siellä lepäilevään linnustoon törmäys-, este- tai häiriövaikutusten kautta.

Muuttolinnusto

Ulkonahkiaisien hankealue sijaitsee valtakunnallisesti merkittävän lintujen päämuuttoreitin varrella (



Kuva 4.11). Hankealueen kautta muuttaa merkittäviä määriä arktisia vesilintuja (alli, pilkkasiipi, mustalintu) ja kuikkalintuja (BirdLife Suomi 2014, Hölttä 2013). Suunnitteilla oleva tuulivoima-alue ei kuitenkaan muodosta lintujen muuttoväylälle sellaista estettä, jota linnut eivät kykenisi kiertämään. Lisäksi muuttoreitin painopiste on lähempänä rantaviivaa (nuolella kuvassa). Tutkimusten mukaan (esim. Desholm 2006, Kuva 4.10) muuttolinnut kiertävät sellaiset tuulivoimapuistot, jotka sijaitsevat avovesialueilla. Laskennallinen törmäysriski Band ym. (2007) mukaisella metodilla on 0.00009 (alli, mustalintu ja pilkkasiipi) - 0.0001 (kuikka) kun väistökertoimena käytetään 99 %:a ja muuttoväylän leveytenä 22 km:a sekä korkeutena 1000 metriä. Näiden vuoksi voidaan törmäysriski arvioida vähäiseksi.



Kuva 4.11. Arktisten vesilintujen (alli, mustalintu, pilkkasiipi) ja kuikkalintujen kevätmuuttoreitti BirdLife Suomen aineiston mukaan. Nuoli osoittaa muuttoväylän painopisteen. Hankealueen rajausta sinivihreällä.

Koska linnut väistävät tuulivoimalaitokset, hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä linnustovaikutuksia eikä merkittäviä vaikutuksia luonnonsuojelu- tai Natura 2000 –alueisiin.

4.4 Melu

Valtioneuvosto on antanut asetuksen tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista (VNa 1107/2015), jonka mukaan pysyvän asutuksen, loma-asutuksen, leirintäalueiden ja kansallispuistojen kohdalla yöajan melutaso ei saa ylittää 40 dB LAeq.

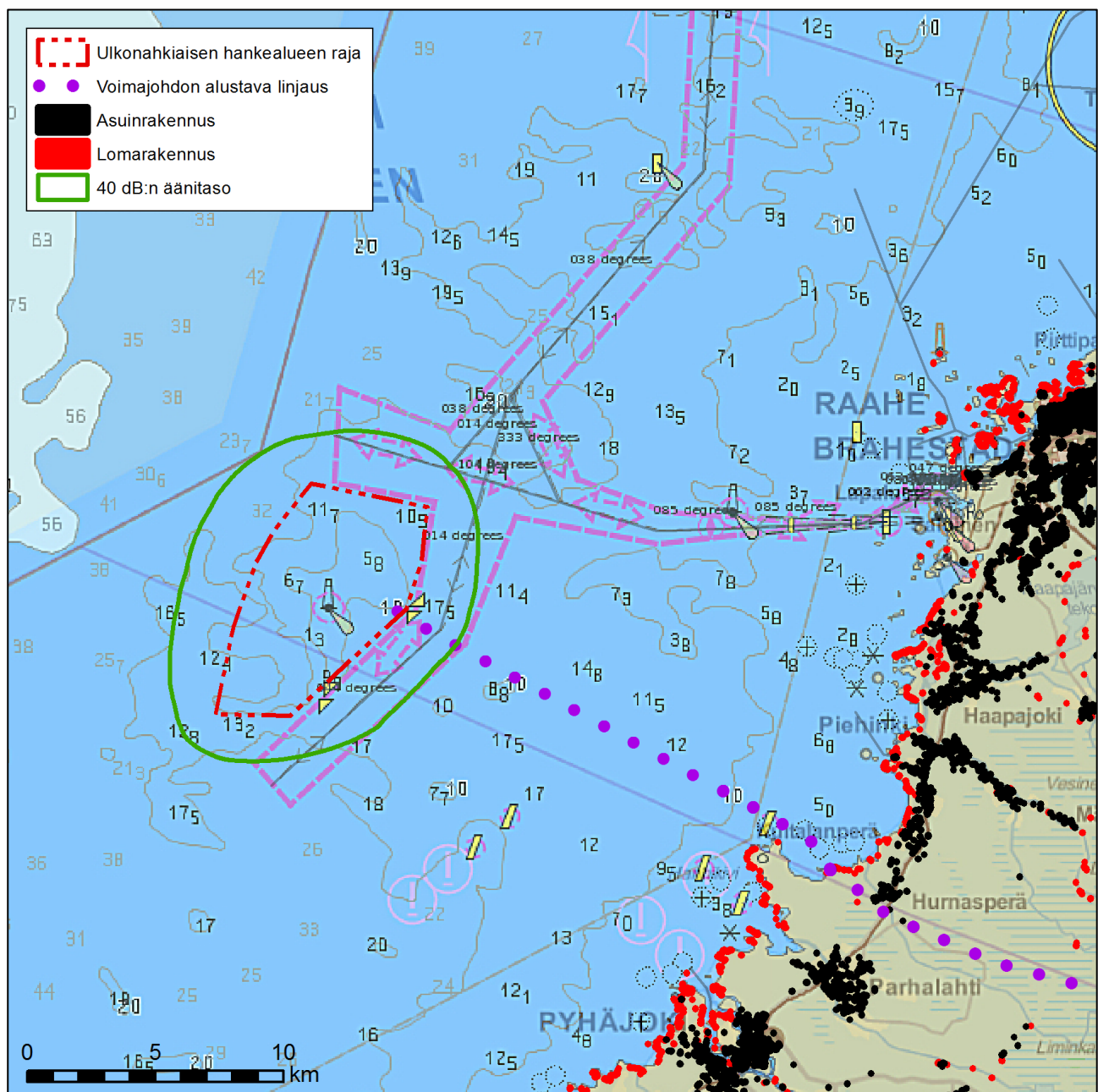
Tässä selvityksessä laskettiin, kuinka kaukana hankealueesta sijaitsee 40 dB:n vyöhyke. Laskenta tehtiin sijoittelemalla voimalaitokset säännölliseen hilan muotoon suorakulmaisesti SoundPlan-melumallinnusohjelmaan. Laskennassa on otettu huomioon se, että vesi on akustisesti kova pinta, jolla ääni kantautuu kauemmaksi kuin pehmeällä pinnalla.

Voimaloiden aiheuttama äänitason lähtöarvo määriteltiin niin, että seuraavan taulukon mukaiseen 107,5 dB lähtömelutasoon lisättiin 2,5 dB varmuuskerroin, jolloin kunkin voimalan lähtömelun suuruus mallinnuksessa on 110 dB.

Taulukko 4.3. Äänitasojen määrittelyssä käytetyt lähtöarvot, joihin lisättiin varmuuskerrointa 2,5 dB, jolloin lähtömelun suuruus on 110 dB.

	Oktaavikaistat, Hz									
Voimalatyyppi	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L _{WA}
V126, 3.3 MW, L _w [dB]	119	116	112	107	104	102	100	94	85	107,5

Seuraavaan kuvaan (**Error! Reference source not found.**) on piirretty mallinnuksen tuloksen pohjalta 40 dB:n melukäyrä vihreällä viivalla.



Kuva 4.12. Voimaloiden äänitaso sekä asuin- ja lomarakennukset. Vihreällä käyrällä on esitetty 40 dB äänitaso, kun kunkin tuulivoimalaitoksen lähtömeluna on käytetty 110 dB.

Pysyvä asutus ja loma-asutus ovat yli 15 kilometrin päässä hankealueesta, eikä voimaloiden ääni kuulu sinne asti. Siten tuulivoimalaitosten ääni ei aiheuta haittaa pysyvälle asutukselle tai loma-asutukselle.

4.5 Välke

Auringon paistaessa matalalta saattaa pyörivän roottorin varjo aiheuttaa ns. vilkkumista tai välkettä. Ulkonahkiaisen hankealueen etäisyys pysyvään asutuksen on niin pitkä, että voimalaitoksen lavat eivät peitä aurinkoa taakseen asutuksen kohdalla. Siten hanke ei aiheuta välkehaittoja.

4.6 Ilmasto

Tuulivoimalaitokset tuottavat päästötöntä kotimaista sähköä ilman hiilidioksidipäästöjä. Hankkeella on siten myönteisiä vaikutuksia ilmastoon.

4.7 Asumiseen ja ihmisten elinoloihin kohdistuvat vaikutukset

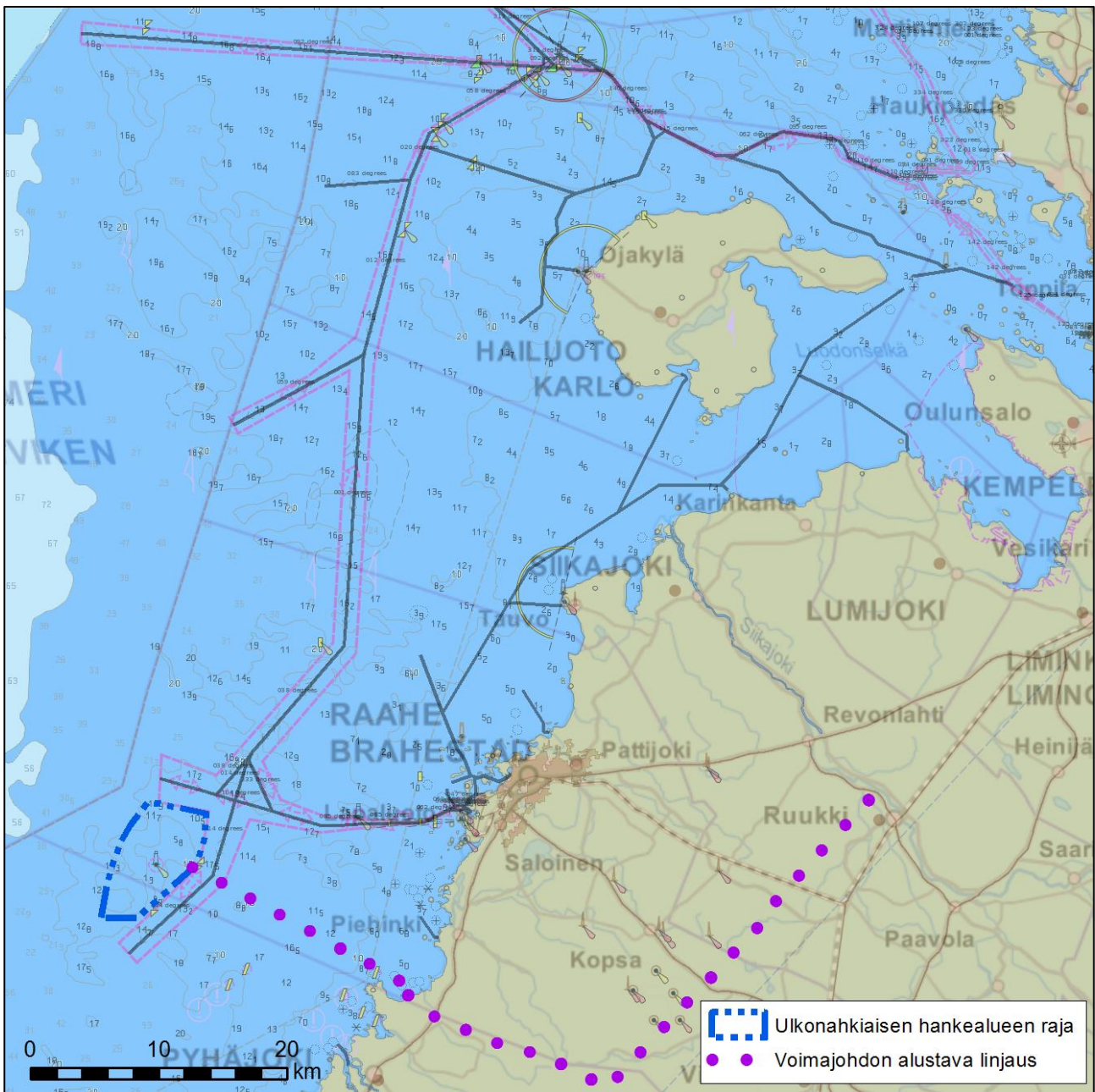
Hankealueen läheisyydessä ei sijaitse asuin- tai lomarakennuksia. Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat mantereella Raahessa yli 21 kilometrin etäisyydellä ja Pyhäjoella noin yli 18 kilometrin etäisyydellä lähimmistä voimalaitoksista. Lähin lomarakennus sijaitsee Pyhäjoella noin 17 kilometrin etäisyydellä lähimmistä voimalaitoksista. (Kuva 4.12)

Tuulivoimalaitokset näkyvät kaukana horisontissa ja näin ollen muuttavat merellistä maisemaa hieman. Vaikutukset asuin- ja lomarakennuksiin jäävät kuitenkin hyvin vähäisiksi johtuen suuresta etäisyydestä ja melko kapeasta näkymäsektorista.

Tuulivoimalaitokset eivät aiheuta haittoja asumiseen ja ihmisten elinoloihin.

4.8 Meriliikenteeseen kohdistuvat vaikutukset

Merituulivoimalaitoksista voi aiheutua häiriöitä meriliikenteenohjaukselle, merenkululle ja alusten navigoinnille. Liikenneviraston tuulivoimalaohjeessa todetaan, että tuulivoimaloiden sallittu etäisyys laivaväylään määritellään tapauskohtaisesti. Yleisten kulkuväylien väyläalueille, niiden välittömälle jatkeelle, reittijakojärjestelmän mukaisille väylille tai erillisille ankkurointialueille ei ole mahdollista sijoittaa tuulivoimaloita. (Liikennevirasto, 2012.)



Kuva 4.13. Meriväylät hankealueen läheisyydessä.

Vedensyvyys Ulkonahkaisen alueella vaihtelee yhdestä noin 12 metriin. Hankealueen välittömässä läheisyydessä sen itäpuolella on Raahe-Oulu-Kemi-rannikkoväylä jonka kulkusyvyys on 10,0 m. Väylään ei liity erillisiä ankkurointialueita. Väylä on avomerta ja suojaaton kaikilla tuulen suunnilla, merenkäynti voi olla voimakasta. Jäät liikkuvat alku- ja loppupalvesta koko väyläalueella, jolloin poijut voivat olla jään alla. Keskitalvella väylällä esiintyy yleensä ahtautunutta jäätä. (Liikennevirasto, 2016.)

Tuulivoimalaitosten etäisyydestä meriväyliin ei ole olemassa metrimääräisiä ohjeita. Esimerkiksi vuonna 2017 valmistuvassa Suomen hyötytuuli Oy:n Tahkoluodon merituulipuistossa Liikennevirasto ohjeisti, että tuulivoimalaitoksia ei saa sijoittaa alle 250 metrin etäisyydelle laivaväylän väyläalueen reunasta eikä alle 200 metrin etäisyydelle veneväylän navigointilinjasta. Riittävä etäisyys liikenneväyliin selviää hankkeen mahdollisessa jatkosuunnittelussa muun muassa viranomaisten antaminen lausuntojen perusteella.

Hanke ei aiheuta haittaa meriliikenteelle, kun voimalaitokset sijoitetaan riittävän etäälle väylästä.

4.9 Turvallisuuteen kohdistuvat vaikutukset

Merenkulun turvallisuus

Hankealue sijaitsee kauppamerenkulun väylän välittömässä läheisyydessä (Raahe-Oulu-Kemi-rannikkoväylä). Väylää käyttää vuosittain noin 170 alusta (Liikennevirasto, 2016b). Väylän ja tuulivoimala-alueen välinen vähäinen etäisyys voi jonkin verran lisätä aluksen törmäämisen riskiä tuulivoimalaitokseen.

Tuulivoimalaitokset tulee merkitä IALAn (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) ohjeiden mukaisesti, eivätkä niiden valot ja merkinnät saa aiheuttaa sekaannusta alueen muihin turvalaitteisiin (Liikennevirasto 2012).

Hankealueella sijaitsee Nahkiaisen majakka ja merenkulun turvalaitteita (sektoriloistot, pöijut, ym.) Tuulivoimala-alue vaikuttaa Nahkiaisen majakan näkyvyyteen Raahen väylälle sekä Raahe-Oulu-Kemi-rannikkoväylälle. Majakan toiminta voi käydä tarpeettomaksi, jos hanke toteutetaan, koska hanke ja sen valot osoittavat matalikon sijainnin.

Tuulivoimalaitokset ovat uusia maamerkkejä, ja niin ollen niitä on mahdollista hyödyntää navigoinnissa. Tuulivoimalaitokset merkitään niin, että ne näkyvät hyvin veneistä ja laivoista. Sopivat merkinnät sovitaan viranomaisten kanssa tarkemmassa suunnittelussa.

Radiosignaali-perusteisia tutkia käytetään merenkulussa alusten pääasiallisena navigointivälineenä, minkä lisäksi niillä on keskeinen merkitys talvimerenkulussa ja liikenteenohjauksessa (Liikennevirasto 2012: 9). Tuulivoimalat voivat aiheuttaa signaalihäiriöitä sekä merenkulun tutkille että kiinteille ilma- ja merivalvonnan sekä Liikenneviraston tutka-asemille. Tuulivoimalaitokset voivat heikentää tutkien suorituskykyä aiheuttaen signaalin vaimennusta, joka voi lyhentää tutkan kantamaa ja aiheuttaa virrehavaintoja (TEM, 2012.).

Ulkonahkiaisen hankealue sijaitsee kauppamerenkulun väylän läheisyydessä, joten alusten tutkavastaanottimissa voi esiintyä vähäisiä ja lyhytaikaisia häiriöitä.

Tuulivoimalaitosten voimajohdot vesiliikennealueilla sijoitetaan ja merkitään Liikenneviraston ohjeiden mukaisesti (Liikennevirasto 2012: 9). Alueelle laskettavat kaapelit voivat vaikuttaa pienveneiden mahdollisiin ankkurointikäytäntöihin. Ankkurointi alueella on kuitenkin poikkeuksellista alueen suojattomuuden takia.

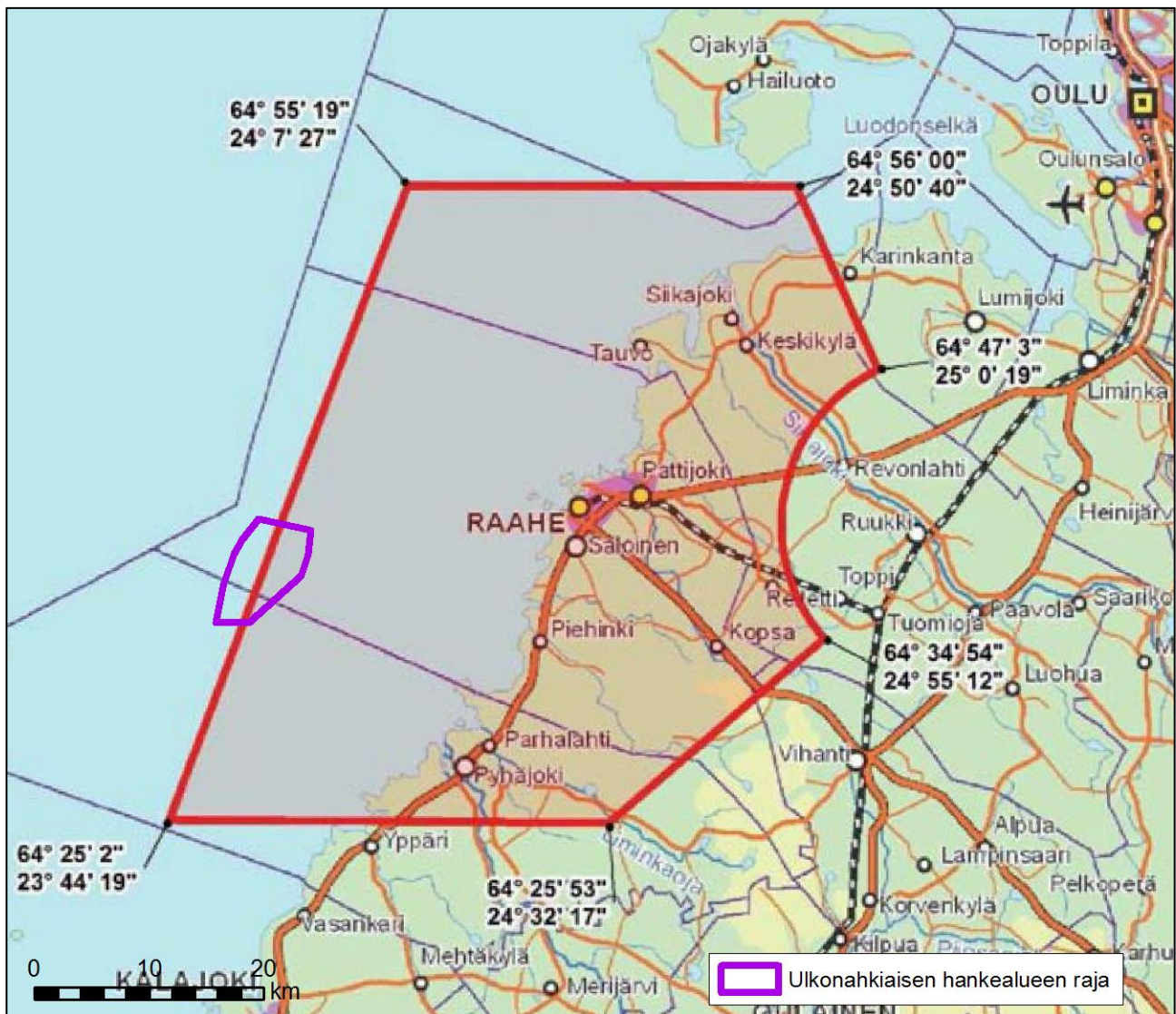
Lentoturvallisuus

Hankealue sijaitsee noin 72 kilometrin etäisyydellä Oulunsalon lentokentästä. Lentokentän läheisyyteen on määritelty rakennelmien maksimikorkeutta rajoittava korkeusrajoitusalue. Ulkonahkiaisen hankealue sijaitsee korkeusrajoitusalueen ulkopuolella, eikä lentokentän toiminta aiheuta rajoituksia tuulivoimaloiden rakentamiselle.

Puolustusvoimien valvontajärjestelmät

Osa hankealueesta sijaitsee ns. kompensatioalueella, jota koskee laki tuulivoiman kompensatioalueista (Kuva 4.14 **Error! Reference source not found.**). Lain 4 § säännös on seuraava.

Tuulivoiman kompensatioalueella puolustusvoimien valvontajärjestelmää on kehitetty teknisillä tai muilla ratkaisulla siten, että tuulivoimalan rakentaminen ja käyttöönotto alueella ei edellytä, että puolustusvoimat selvittää enää erikseen tuulivoimalan vaikutuksia Suomen aluevalvontaan, puolustusvoimien alueellisiin toimintaedellytyksiin ja sotilasilmailuun.



Kuva 4.14. Perämeren tuulivoima-alue (punainen rajaus), jonka alueella on voimassa laki tuulivoiman kompensatioalueista.

Kompensatioalueen ulkopuolelle jäävästä hankealueesta Pääesikunta on lausunnossaan 1.4.2016 todennut Ulkonahkaisen merituulivoimahankkeen hyväksyttävyydestä seuraavaa:

”Perämeren Ulkonahkaisen alueen merituulivoimahankkeen rakentamista koskevassa suunnittelussa on selvitetty hankkeen vaikutukset puolustusvoimien toimintaan. Tämän perusteella Pääesikunta toteaa, että hankkeen suunnitelman mukaisilla tuulivoimaloilla ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia puolustusvoimien valvonta- ja asejärjestelmien suorituskykyyn, joukkojen ja järjestelmien koulutukseen ja käyttöön eikä sotilasilmailuun. Puolustus-

voimat ei vastusta suunnitelman mukaisten tuulivoimaloiden rakentamista Perämeren Ulkonahkiaisen alueelle.”

Hankkeen tuulivoimalaitokset eivät aiheuta haittaa puolustusvoimien toiminnalle.

4.10 Elinkeinoiniin kohdistuvat vaikutukset

Vaikutukset energiantuotantoon

Hanke lisää tuulivoimalla tuotetun päästöttömän ja kotimaisen sähkön määrää, millä on myönteisiä ilmastovaikutuksia. Fingrid on vahvistanut ja vahvistaa seudun kantaverkkoa, kun se varautuu Pyhäjoen ydinvoimalaitoksen sekä lukuisten alueen tuulivoimahankkeiden sähkönsiirtoon. Hankkeella on myönteisiä vaikutuksia energiantuotantoon.

Vaikutukset merenkulkuun

Tuulivoimalaitokset sijoitetaan niin, että ne eivät sijaitse väylällä, väyläalueella tai niiden välittömässä läheisyydessä. Hankkeella ei siten ole kielteisiä vaikutuksia merenkulkuun.

Vaikutukset kalastukseen

Hanke saattaa rajoittaa kalastusta erityisesti rakentamisaikana sekä kalojen karkottumisen että estevaikutuksen vuoksi. Troolaukseen soveltuvien korvaavien alueiden runsaus vähentää haitallisten vaikutuksen merkittävyyttä. Muille kalastusmuodoille kuten verkko- ja rysäpyynnille alueella on vähäisempi merkitys.

Vaikutukset matkailuun

Hankkeella voi olla vaikutuksia matkailuun lähinnä maisemavaikutusten kautta. Hankkeen voimalat sijaitsevat niin kaukana rannoista, eikä hankkeella ei ole haitallisia vaikutuksia matkailuun.

5 Yhteenveto

Hankealueen tuulisuus on hyvä ja perustamissyyvyys sopiva. Tuulivoimalaitokset sijaitsevat kohtuullisella etäisyydellä rannasta ja sähkönsiirto- sekä huoltoyhteydet ovat melko lyhyet, joten hanke on alustavien selvitysten perusteella teknis-taloudellisesti toteuttamiskelpoinen.

Aluerakenteen kannalta kohdealue on toteuttamiskelpoinen, tuulivoimatuotanto ei ole ristiriidassa maakuntakaavassa osoitettujen alueellisten alueidenkäyttöperiaatteiden kanssa.

Tuulivoimalla on myönteisiä vaikutuksia ilmastoon ja energiantuotantoon. Hankkeella on vaikutuksia maisemaan, koska tuulivoimalaitokset näkyvät rantavyöhykkeeltä. Ne eivät kuitenkaan ole hallitsevia maisemakuvassa eivätkä muuta alueen luonnetta merkittävästi. Hankealueella ei sijaitse inventoituja kiinteitä muinaisjäännöksiä. Voimajohtolinjalla sijaitsevat muinaisjäännökset voidaan ottaa huomioon tarkemmassa reitti- ja pylvässuunnittelussa.

Hankkeella ei ole merkittävää vaikutusta luonnonsuojelu- ja Natura 2000 -alueisiin. Hankkeella ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia vedenalaiseen luontoon, kalastoon tai linnustoon. Luontoarvot eivät siis alustavan selvityksen mukaan vaaranna hankealueella ja sen lähiympäristössä.

Elinkeinovaikutuksista voidaan tiivistää, että hankkeella on myönteisiä vaikutuksia energiantuotantoon. Hankkeella voi olla vaikutuksia matkailuun lähinnä maisemavaikutusten kautta, vaikutusten ei kuitenkaan etäisyyden vuoksi arvioida olevan merkittäviä. Hanke saattaa rajoittaa kalastusta erityisesti rakentamisaikana sekä kalojen karkottumisen että estevaikutuksen vuoksi. Hankkeella ei arvioida olevan kielteisiä vaikutuksia merenkulkuun.

Hankealueen sijaitessa merellä etäällä loma- ja vakiasutuksesta jäävät melu- ja välkevaikutukset mantereella ja asutuksessa hyvin vähäisiksi. Etäisyyden vuoksi eivät tuulivoimalaitokset myöskään aiheuta haittoja ihmisen asumiseen ja elinoloihin.

Hanke ei aiheuta haittaa merenkulun turvallisuudelle sillä tuulivoimalaitokset sijoitetaan riittävän etäälle väylistä ja niiden merkitsemisessä noudatetaan olemassa olevaa ohjeistusta.

Hankkeella voi olla yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa lähinnä maisemaan sekä linnustoon ja kalastoon liittyen. Näiden yhteisvaikutusten ei arvioida muodostuvan merkittäviksi.

Tämän selvityksen perusteella ei ole estettä merkitä Ulkonahkiaisien aluetta maakuntakaavaan tuulivoima-alueena.

Seuraavaan taulukkoon on tiivistetty hankkeen vaikutukset.

Taulukko 5.1. Yhteenveto hankkeen vaikutuksista

Vaikutuskohteet	Arvio
Maisema- ja kulttuuriympäristöt	Tuulivoimalaitokset voivat näkyä hyvin ranta-vyöhykkeeltä, mutta pitkän etäisyyden takia ne eivät ole hallitsevia maisemakuvassa eivätkä muuta alueen luonnetta merkittävästi.
Muinaismuistot	Ei vaikutusta.
Natura- ja luonnonsuojelualueet	Ei merkittävää vaikutusta.
Vedenalainen luonto	Ei merkittävää vaikutusta.
Kalasto	Ei merkittävää vaikutusta
Linnusto	Ei merkittävää vaikutusta
Elinkeinot	Myönteisiä vaikutuksia energiantuotantoon, ei kielteisiä vaikutuksia elinkeinoin.
Asuminen ja ihmisten elinolot	Ei merkittäviä vaikutuksia.
Meriliikenne	Ei vaikutusta.
Melu- ja välke	Ei haitallisia vaikutuksia.
Ilmasto	Myönteisiä vaikutuksia ilmastoon.
Turvallisuus	Ei aiheuta turvallisuusriskiä.
Yhteisvaikutukset	Ei merkittäviä yhteisvaikutuksia.

Lähdeluettelo

Band, W., Madders, M. & Whitfield, D. P. 2007: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa: de Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. (toim.) 2007: Birds and Wind Farms. Risk assessments and mitigation. Lynx editions, Barcelona. s. 259–275.

BirdLife Suomi 2014: Lintujen päämuuttoreitit Suomessa.

Desholm, M. 2006: Wind farm related mortality among avian migrants – a remote sensing study and model analysis. PhD thesis. Dept. of Wildlife Ecology and Biodiversity, NERI, and Dept. of Population Biology, University of Copenhagen. National Environmental Research Institute, Denmark. 128 pp.

Drewitt, A. & Langston, R. 2006: Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29–42.

FCG & Pöyry 2012: Kalajoki-Raahe tuulivoimapuistot – muuttolinnustoon kohdistuva yhteisvaikutusten arviointi.

Fox, A., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T. & Petersen, I. 2006: Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. Ibis, 148: 129–144.

Höltkä, H. 2013: Lintujen muuttoreitit ja pullonkaula-alueet Pohjois-Pohjanmaalla tuulivoimarakentamisen kannalta.

Hötter, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, M. 2006: Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Langston, R. & Pullan, J. 2003: Windfarms and Birds: An Analysis of the Effects of Windfarms on Birds, and Guidance on Environmental Assessment Criteria and Site Selection Issues. RSPB/Birdlife International Report. Strasbourg, France.

Liikennevirasto, 2012. Tuulivoimalaohje. Ohje tuulivoimalan rakentamisesta liikenneväylien läheisyyteen, 8/2012.

Liikennevirasto, 2016a. Väyläkortti. Raahen – Oulun - Kemin rannikkoväylä. Saatavilla: <http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/134114/RAAHEN-OULUN-KEMIN+RANNIKKOV%C3%84YL%C3%84.pdf/78d8e65a-f64b-410e-9b39-9ef2790cb910> [viitattu 1.6.2016]

Liikennevirasto. 2016b. Kotimaan vesiliikennetilasto 2015. Liikenneviraston tilastoja 1/2016. Saatavilla: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2016-01_kotimaan_vesiliikennetilasto_web.pdf [viitattu 1.6.2016]

Pearce-Higgins, J., Stephen, L., Douse, A. & Langston, R. 2012: Greater impacts of wind farms on bird populations during construction than subsequent operation: results of a multi-site and multi-species analysis. Journal of Applied Ecology. 49:386–394.

Rajakiiri Oy 2010: Maanahkiaisien merituulivoimapuisto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Rintamäki, Heimo. 2011. Destia Oy. Jääeroosioselvityksen täydentäminen. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja. Saatavilla: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/84875/Jaaeroosioselvityksen%20taydentaminen%20-%20Oulunsalon%20ja%20Hailuodon%20valille%20suunnitteilla%20olevan%20tuulipuiston%20ja%20liikenneyhteyden%20kehitt%C3%A4minen.pdf?sequence=1> [viitattu 1.6.2016]

Stewart, G., Pullin, A. & Coles, C. 2007: Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation*, 34: 1-11.

TEM. 2012. Työ- ja elinkeinoministeriö. Tuulivoiman edistämistä ja tutkavalvontaa yhteensovittavan työryhmän loppuraportti. TEM/1006/00.04.01/2012. Saatavilla: https://www.tem.fi/files/37110/TEMrap_24_2013.pdf [viitattu 1.6.2016]