Vastaanottaja
Energiequelle GmbH

Asiakirjatyyppi
Ympäristöselvitys

Päivämäärä
16.5.2019

ENERGIEQUELLE
LIIMATTALAN TUULI-VOIMAPUISTON YMPÄ-RISTÖSELVITYS

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

ENERGIEQUELLE
LIIMATTALAN TUULIVOIMAPUISTON YMPÄRISTÖSELVITYS

Päivämäärä	16.5.2019
Laatija	Timo Laitinen, Arttu Ruhanen, Eeva-Riitta Jänönen ja Johanna Korkiakoski
Tarkastaja	Jussi Mäkinen
Hyväksyjä	Energiequelle GmbH
Kuvaus	Ympäristöselvitys YVA-tarveharkintaa varten

Viite	1510047865

Ramboll Finland Oy
Y-tunnus 0101197-5, ALV rek.
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	2
2.	HANKKEEN KUVAUS	2
2.1	Hankkeen sijainti	2
2.2	Tuulivoimahankkeen kuvaus	3
3.	YMPÄRISTÖN NYKYTILA JA VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	4
3.1	Maankäyttö ja kaavoitus	4
3.2	Maisema ja kulttuuriympäristö	13
3.3	Luonnonympäristö	18
3.4	Melu	21
3.5	Välke	24
3.6	Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa	26
4.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YVA:N TARVE	26
5.	LÄHTEET	27

LIITTEET

Liite 1	Näkymäalueanalyysikartta
Liite 2	Kuvasovitteet (2 kpl)
Liite 3	Meluraportti
Liite 4	Välkeraportti

1. JOHDANTO

Energiequelle Oy suunnittelee enintään yhdeksän tuulivoimalan rakentamista Liimattalan alueelle. Matkaa Äänekosken kaupunkiin on noin 10 kilometriä ja Konginkankaan kirkonkylälle noin 5 kilometriä.

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017) edellyttää ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamista tuulivoimalahankkeille, kun yksittäisten laitosten lukumäärä on vähintään 10 kappaletta tai kokonaisteho vähintään 45 megawattia. Arviointimenettelyä voidaan lisäksi tarvittaessa soveltaa hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia. Päätöksen YVA-menettelyn soveltamisesta tekee alueellinen ELY-keskus.

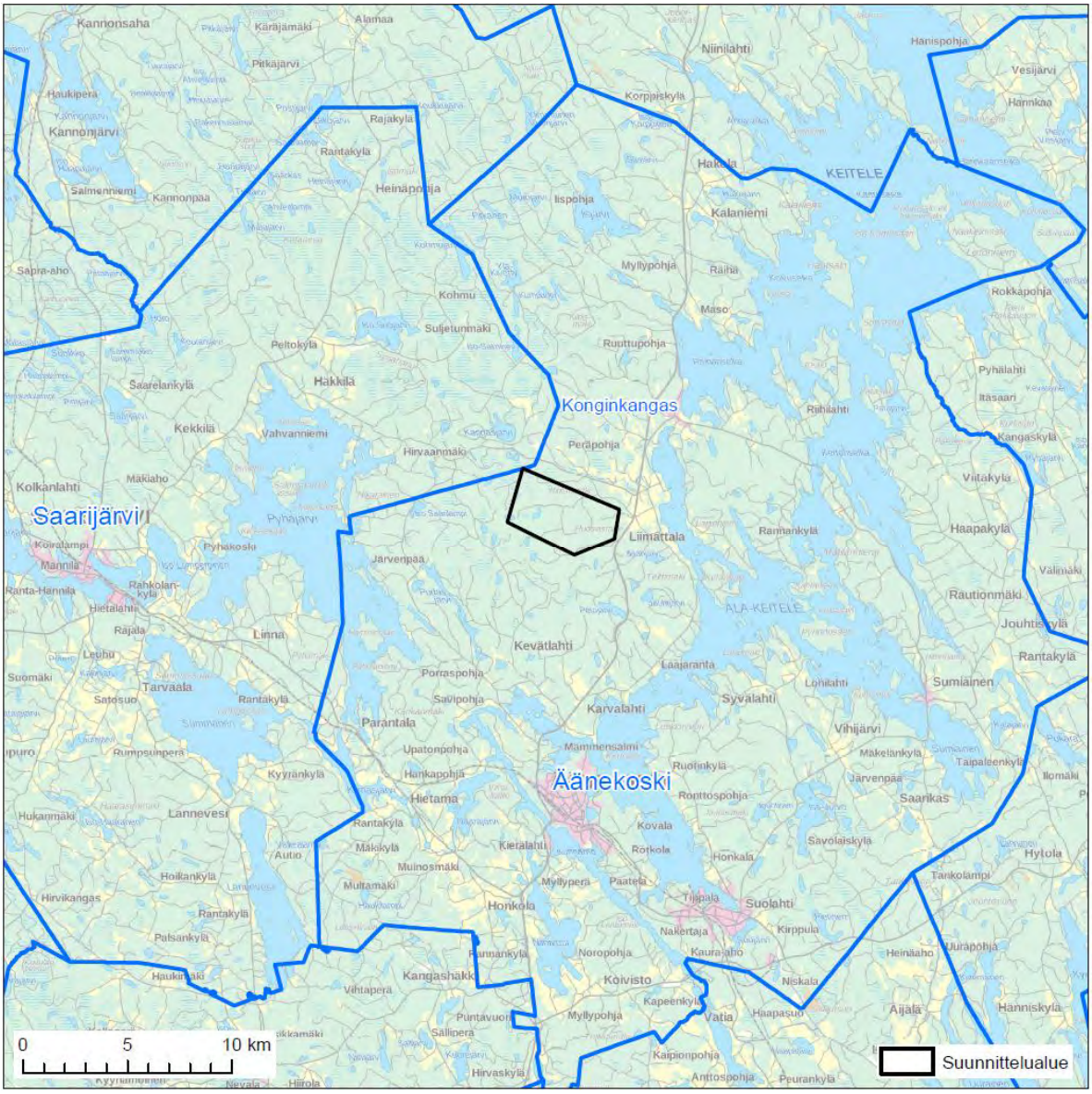
Tässä selvityksessä tarkastellaan Liimattalan tuulivoimahankkeesta muodostuvia ympäristövaikutuksia erityisesti maankäyttöön ja kaavoitukseen, maisemaan ja kulttuuriympäristöön, linnustoon ja luonnonsuojeluun sekä meluun ja välkkeeseen liittyen. Selvitys on laadittu YVA-menettelyn soveltamispäätöksen laatimista varten ja se perustuu ensisijaisesti olemassa olevaan lähtöaineistoon. Melu- ja välkevaikutuksia arvioidaan lisäksi alustavien melu- ja välkemallinnusten perusteella. Tuulivoimahankkeen maisemaan kohdistuvien vaikutusten arviointia varten on myös laadittu paikkatietopohjainen näkemäalueanalyysi sekä kaksi havainnekuvaa.

2. HANKKEEN KUVAUS

2.1 Hankkeen sijainti

Suunnittelualue sijaitsee Liimattalan kylän länsipuolella, noin 10 kilometriä Äänekosken kaupungista pohjoiseen (Kuva 2-1). Suunnittelualue rajautuu luoteisimmasta osastaan Saarijärven ja Äänekosken väliseen kuntarajaan. Alueen koillispuolella noin 5 kilometrin etäisyydellä sijaitsee Konginkankaan kirkonkylä. Etäisyyttä Saarijärven keskustaan kertyy noin 20 kilometriä.

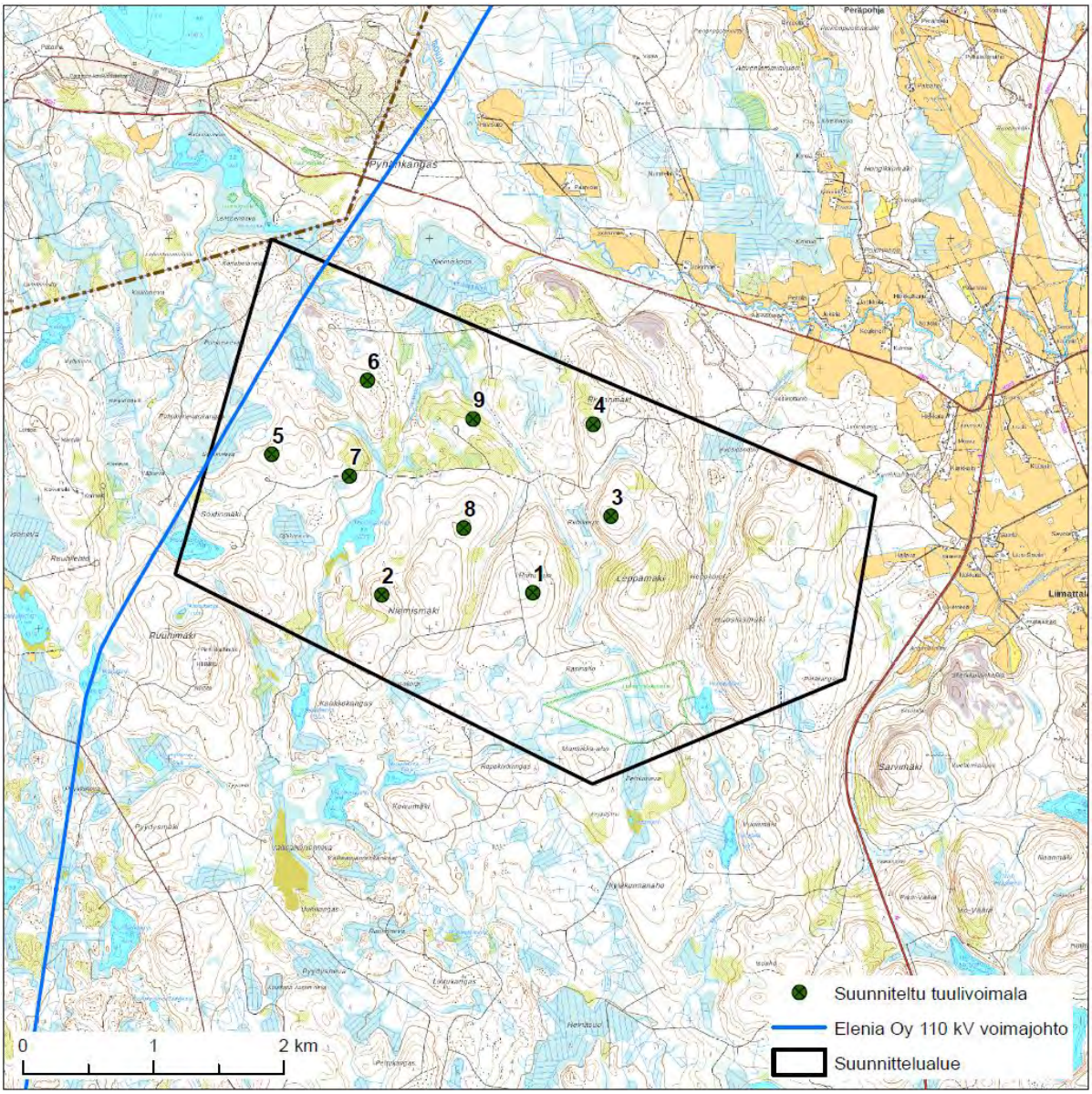
Suunnittelualue on yksityisten maanomistuksessa.



Kuva 2-1. Suunnittelualueen sijainti.

2.2 Tuulivoimahankkeen kuvaus

Suunniteltu tuulivoimapuisto koostuu enintään yhdeksästä tuulivoimalasta (Kuva 2-2) perustuksineen ja nostoalueineen, tuulivoimaloiden välisistä huoltoteistä ja tuulivoimaloiden välisistä maakaapeleista. Tuulivoimalat on tarkoitus liittää maakaapelein alueen länsipuolella kulkevan 110 kV linjan varrelle rakennettavalle uudelle sähköasemalle. Suunnitteilla olevien tuulivoimaloiden tornien napakorkeus on noin 160–190 metriä ja roottorin halkaisija noin 160–190 metriä. Voimaloiden kokonaiskorkeus on kuitenkin enintään 270 metriä. Tuulivoimaloiden yksikköteho on noin 4–5 MW kuitenkin niin, että tuulipuiston kokonaisteho on alle 45 MW.



Kuva 2-2. Tuulivoimaloiden sijoitussuunnitelma. Hankealueen länsipuolitse kulkee 110 kV voimajohto.

3. YMPÄRISTÖN NYKYTILA JA VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

3.1 Maankäyttö ja kaavoitus

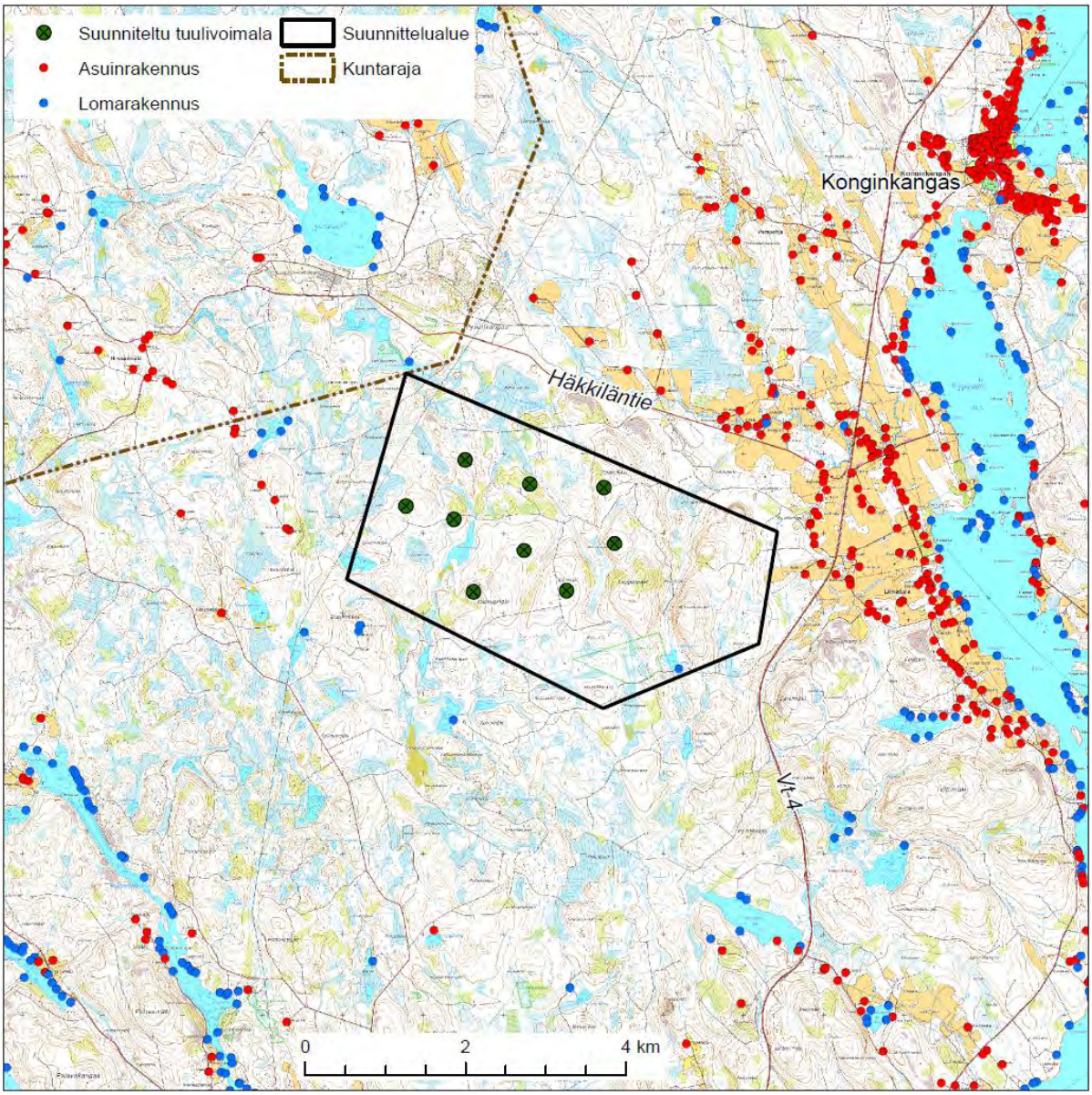
Maankäyttö

Suunnittelualueen pinta-ala on noin 1300 hehtaaria ja se on pääasiassa metsätalouskäytössä. Alustavan aluevarauksen sisäpuolelle sijoittuu yksi lomarakennus Huosiasjärven läheisyyteen suunnittelualueen kaakkoisosiin. Etäisyyttä lähimmästä suunnitellusta voimalasta lomarakennukseen kertyy noin 1,7 kilometriä. Lähin asuinrakennus suunnittelualueen rajasta sijaitsee noin 500 metriä itäpuolella Liimattalan kylässä, jossa sijaitsee myös useita muita asuinrakennuksia (Kuva 3-1). Suunniteltua voimalaitosta lähinnä oleva asuinrakennus sijaitsee noin 1,4 kilometrin etäisyydellä Häkkiläntien pohjoispuolella, jonka varressa on lisää asutusta.

Suunnittelualueen itäpuolinen Liimattalan kylä on levittäytynyt Pyyrinlahdesta nousevalle peltoalueelle. Alueen rakennuskanta on sijoittunut pääosin Liimattalantien ja pienempien teiden varsille sekä Pyyrinlahden rannoille. Loma-asutus on keskittynyt järven rannoille. Konginkankaan taajama sijoittuu suunnittelualueesta noin viiden kilometrin etäisyydelle koilliseen.

Noin kilometrin etäisyydellä suunnitellun Riutanmäen tuulivoimalan koillispuolella sijaitsee Ala-Keiteleen Hevosystäväinseuran omistama harjoitusravirata (suunnittelualueen rajasta noin 500 m). Raviradan alueelle on suunniteltu Konginkankaan hevosurheilukeskusta.

Alueen elinkeinoja ovat maa- ja metsätalous. Suunnittelualueen itäpuolella sijaitsevan Kurikkaharjun alueella on ollut pienimuotoista maa-ainestenottoa esimerkiksi raviradan läheisyydessä. Saarijärven puolelle suunnittelualueen luoteispuolella 1,4 km etäisyydellä sijaitsee Pataman keskustaimitarha ja Pyhäkankaan alueella on laaja-alaista maa-ainestenottoa.



Kuva 3-1. Suunnittelualueen läheisyydessä noin viiden kilometrin vyöhykkeellä suunnitelluista tuulivoimaloista sijaitsevat asuin- ja lomarakennukset (Maanmittauslaitos 2019).

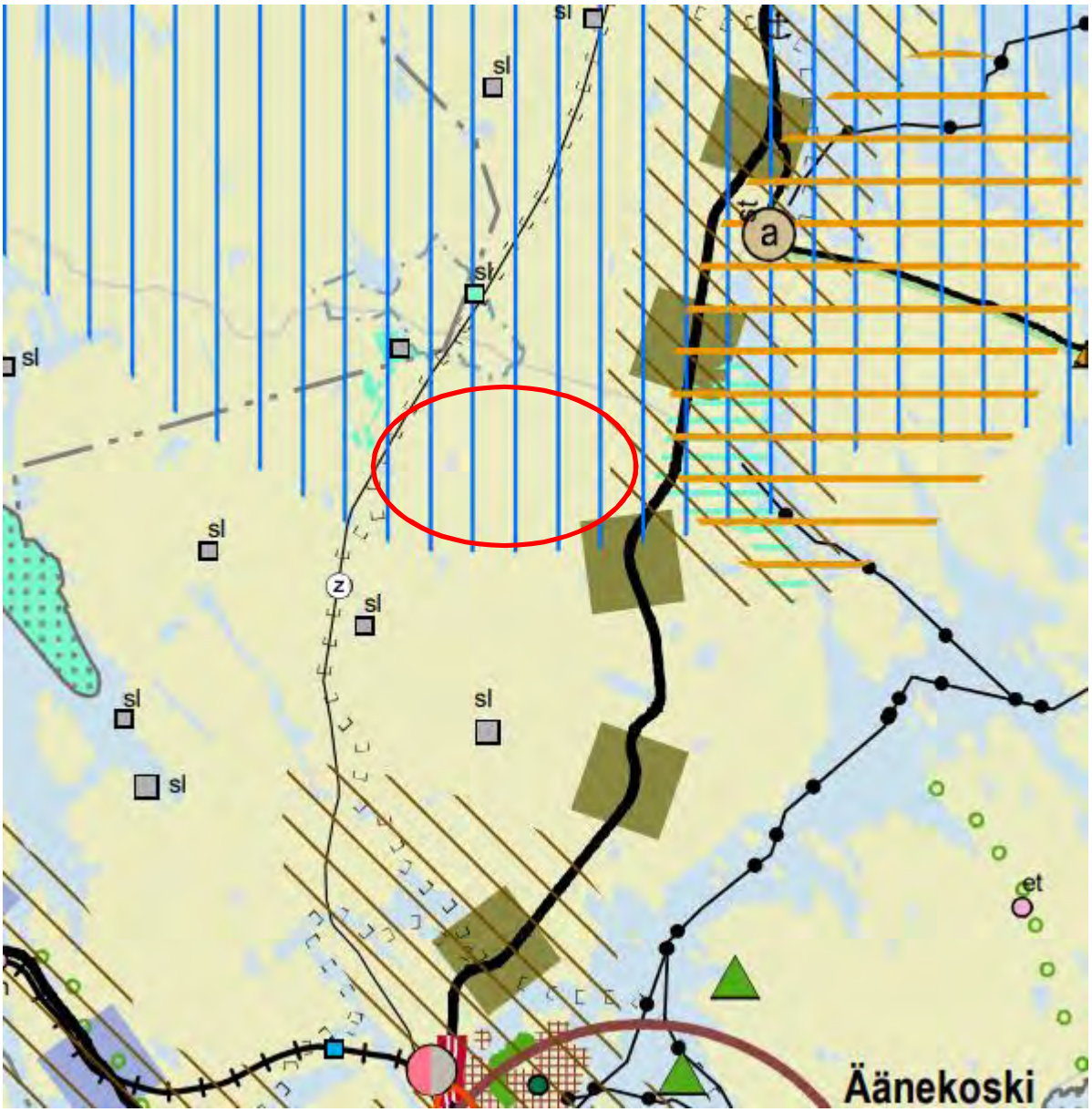
Suunnittelualue sijoittuu valtatie 4 (Ouluntie) länsipuolelle ja Häkkiläntien eteläpuolelle. Valtatien 4 keskimääräinen vuorokausiliikenne vuonna 2018 oli 6 561 ajoneuvoa vuorokaudessa ja Häkkiläntien 264 ajoneuvoa vuorokaudessa. Suunnittelualueen länsipuolella kulkee Kapustantie. Muut alueen tiet ovat joko pienempiä yksityisteitä tai metsäautoteitä.

Lähin lentoasema ovat Jyväskylän lentoasema (Tikkakoski) noin 30 km etelään. Noin 50 kilometrin etäisyydellä luoteessa sijaitsee lähinnä paikallisten varjoliitäjien käytössä oleva Kivijärven lentokenttä.

Maakuntakaavoitus

Suunnittelualueella on vahvistettu 14.4.2009 maakuntakaava, joka sai lainvoiman 10.12.2009. Kyseisen maakuntakaavan tarkistus aloitettiin 13.3.2015, maakuntavaltuusto hyväksyi tarkistetun kaavan kokouksessaan 1.12.2017 ja maakuntahallituksen päätöksellä tarkistettu kaava astui voimaan 26.1.2018. Voimaan tullessaan Keski-Suomen tarkistettu maakuntakaava kumosi Keski-Suomen maakuntakaavan, 1., 2., 3., ja 4. vaihemaakuntakaavat sekä Jämsän Länkipohjan osalta Pirkanmaan 1. maakuntakaavan.

Voimassa olevassa tarkistetussa Keski-Suomen maakuntakaavassa suunnittelualue sijoittuu biotaulouteen tukeutuvalle alueelle sekä matkailun ja virkistyksen vetovoima-alueelle. Suunnittelualueen länsipuolelta kulkee voimalinja sekä moottorikelkkareitti. Suunnittelualueen itäpuolella Liimattalan kylän alue sijoittuu asumisen ja vapaa-ajan asumisen sekä kulttuuriympäristön vetovoima-alueelle. Lisäksi kylän alue on maakunnallisesti arvokas maisema-alue. Maakuntakaavaan on osoitettu myös valtatien 4 kehittämisakseli.



Kuva 3-2. Ote Keski-Suomen tarkistetusta maakuntakaavasta. Suunnittelualueen likimääräinen sijainti on lisätty otteeseen punaisella ympyrällä.

Suunnittelualueen ja lähialueen merkinnät sekä aluevaraukset Keski-Suomen maakuntakaavassa:

	Biotalouteen tukeutuva alue Merkinnällä osoitetaan pääasiassa maa- ja metsätalouskäyttöön tarkoitettuja alueita. Suunnittelumääräys: Alueen suunnittelussa varmistetaan maa- ja metsätalouden ja muiden maaseutuelinkeinojen toiminta- ja kehittämisedellytykset sekä turvataan hyvien ja yhtenäisten metsä- ja peltoalueiden säilyminen maaseutuelinkeinojen käytössä.
	Asumisen ja vapaa-ajan asumisen vetovoima-alue Merkinnällä osoitetaan sekoittuneen vakituisen asumisen, vapaa-ajan asumisen sekä matkailun ja virkistyksen vetovoima-alue.

	Suunnittelumääräys: Kehittämisvyöhykkeellä on mahdollista ympäröivää maaseutua tiiviimpi vapaa-ajan ja pysyvän asumisen toisiaan täydentävä rakentaminen. On varmistettava yhdyskuntateknisen huollon järjestäminen ja lähipalvelujen saatavuus. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee edistää luonto- ym. matkailuelinkeinojen ja virkistyksen palvelujen sijoittumista alueelle ja turvattava luontoarvot. Biotalouden toimissa on vetovoima-alue otettava huomioon ja kiinnitettävä erityistä huomiota yhteensovitukseen. Alueen käytön suunnittelussa on huolehdittava, ettei hanke tai suunnitelma yksinään tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa merkittävästi heikennä Natura 2000 -verkoston perusteena olevia luonnonarvoja.
	Valtatien 4 kehittämisakseli Merkinnällä osoitetaan Keski-Suomen Strategiassa määritelty toiminnallisesti merkittävä liikennekäytävä, jonka runkona toimiva valtatie on osa EU:n TEN–T-ydinliikenneverkkoa. Suunnittelumääräys: Alueidenkäytön suunnittelussa on kehittämisakselilla varauduttava tavoitetilaan, joka mahdollistaa valtatien kehittämisen TEN–T-ydinliikenneverkon vaatimusten mukaisena. Sillä tulee kiinnittää huomiota pitkämatkaisen liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen sekä liikenteen ja matkailun palveluihin ja yritystoiminnan edistämiseen. Tien kehittämisen tulee perustua matkojen ja kuljetusten käyttäjälähtöiseen palvelutasoajatteluun. Kehittämisakseli on myös joukkoliikenteen laatukäytävä, jonka liityntäyhteyksiä ja -pysäköintiä tulee kehittää.
	Matkailun ja virkistyksen vetovoima-alue Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti tärkeät matkailu- ja virkistyskäytössä olevat tai siihen soveltuvat alueet. Suunnittelumääräys: Alueidenkäytön suunnittelussa turvataan toimivat reitistöt ja virkistysalueet ja niiden maisema- ja ympäristöarvot sekä matkailullinen hyödyntäminen. Alueen käytön suunnittelussa on huolehdittava, ettei hanke tai suunnitelma yksinään tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa merkittävästi heikennä Natura 2000 -verkoston perusteena olevia luonnonarvoja. Metsien hoito ja käyttö perustuu voimassa olevaan metsälainsäädäntöön.
	Moottorikelkkailureitti Merkinnällä osoitetaan moottorikelkkailun runkoreitistö ohjeellisena.
	Voimalinja (z) Merkinnällä osoitetaan olemassa olevat sekä suunnitelmiltaan riittävän valmiit (voimajohtohankkeelle tehty YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointimenettely tai sähkömarkkinalain mukainen ympäristöselvitys) 110 kV, 220 kV ja 400 kV voimalinjat. Linjalla on voimassa MRL 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus.
	Maakunnallinen tärkeä pohjavesialue Merkinnällä osoitetaan maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeä pohjavesialue. Suunnittelumääräys: Pohjavesialueille ei tule sijoittaa pohjaveden pilaantumis- ja muuttamisriskejä aiheuttavia laitoksia ja toimintoja eikä maa-ainesten ottoa.
	Kulttuuriympäristön vetovoima-alue Merkinnällä osoitetaan maakunnan kulttuuriympäristön monimuotoiset aluekeskittymät. Suunnittelumääräys: Alueen kehittämisessä tulee hyödyntää kulttuuriympäristön monimuotoisuutta. Alueidenkäytön suunnittelulla edistetään kulttuuriympäristöjen kestävää käyttöä ja hoitoa. Alueilla metsien hoito ja käyttö perustuu voimassa olevaan metsälainsäädäntöön.
	Valtakunnallisesti (v) ja maakunnallisesti arvokas maisema-alue Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston periaatepäätöksen mukainen valtakunnallisesti arvokas maisema-alue sekä maakunnallisesti arvokas maisema-alue.

	Suunnittelumääräys: Alueella tulee edistää kestävän maatalouden harjoittamista. Alueen suunnittelussa on otettava huomioon arvokkaan maisema-alueen kokonaisuus, ominaispiirteet ja identiteetti. Alueilla metsien hoito ja käyttö perustuu voimassa olevaan metsälainsäädäntöön.
	Natura 2000 -alue Merkinnällä osoitetaan Natura 2000 -verkostoon kuuluva alue.
sl	Luonnonsuojelualue Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojeltu tai suojeltavaksi tarkoitettu alue. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen ehdollinen rakentamisrajoitus. Suojelumääräys: Alueella ei saa ryhtyä sellaisiin toimenpiteisiin, jotka saattavat vaarantaa alueen suojeluarvoja. Suojelumääräys on voimassa, kunnes suojelualue varsinaisesti perustetaan. Naturaan tai suojeluohjelmiin kuulumattomat alueet on eritelty alueluettelossa ja niiden toteutus perustuu vapaaehtoisuuteen.

Keski-Suomi on kokonaisuudessaan maakuntakaavoitettu ja jatkossa Keski-Suomen maakuntakaavaa päivitetään jatkuvasti (ns. rullaava maakuntakaavoitus). Tämä tarkoittaa sitä, että maakuntakaavaa muutetaan tarvittaessa kertyneiden muutostarpeiden mukaan ilman, että kyseessä olisi puhtaasti kokonaiskaavan tarkistus. Rullaavaan maakuntakaavoitukseen kuuluvat ikuinen osallistumis- ja arviointisuunnitelma (I-OAS), sen liite ja karttapalautepalvelu.

Yleiskaavoitus

Suunnittelualueella on voimassa kaupunginvaltuuston 3.11.2008 hyväksymä oikeusvaikutukseton Äänekosken rakenneyleiskaava 2016. Strategian päivitys on hyväksytty kaupunginvaltuustossa 10.3.2014. Rakenneyleiskaava laadittiin oikeusvaikutuksettomana strategisena suunnitelmana tilanteessa, jossa Äänekosken ja Suolahden kaupungit sekä Sumiaisten kunta olivat muodostaneet uuden Äänekosken kaupungin. Osana Äänekosken kaupungin strategiatyön päivittämistä on samanaikaisesti kaupunkistrategian kanssa käyty läpi rakenneyleiskaavan 2016 sisältö. Rakennemalli 2022 nimettyä maankäytön kehityskuvaa on työstetty Äänekoski 2016 rakenneyleiskaavan pohjalta yleiskaavan karttaa ja merkintöjä päivittämällä.

Kuva 3-3. Ote oikeusvaikutuksettomasta Äänekosken rakenneyleiskaavasta 2016.

Suunnittelualueella tai sen läheisyydessä on seuraavia merkintöjä:

MERKITTÄVÄ EKOLOGINEN YHTEYS

Yhteydet / Yhteystarpeet, jotka liittävät ekologisesti merkittävät alueet toisiinsa. Yhteydet ovat tarpeellisia joko luonnon monimuotoisuuden kannalta, lajien liikkuvuuden kannalta tai luonnossa liikkujien kannalta.

EKOLOGISESTI JA LUONTOMATKAILUN KANNALTA MERKITTÄVÄ VYÖHYKE

Ekologiset vyöhykkeet ja yhteystarpeet ovat luontoselvityksen mukaisia alueita, joita tulee kehittää vastapainona taajamille ja muille rakennetuille palveluille. Osasta ekologisia vyöhykkeitä voidaan tehdä ns. hiljaisia alueita.

MERKITTÄVÄ KULTTUURIMAISEMA-ALUE

Maisemaselvityksen mukaiset valtakunnallisesti ja maakunnallisesti merkittävät maisema-alueet. Alueet ovat mielenkiintoisia asumisympäristöjä, joilla on myös matkailullista ja virkistyksellistä arvoa.

MOOTTORIKELKKAILUREITTI

Moottorikelkkailureitit yhdistävät kyliä, taajamia ja matkailukeskuksia toisiinsa. Merkinnät tarkoittavat joko olevia, kehitettäviä yhteyksiä tai uusia tarpeita.

KEHITETTÄVÄ PÄÄLIIKENNEYHTEYS

Valtatietä 4 kehitetään Äänekosken taajamasta pohjoiseen korkealaatuisena pääliikenneväylänä.

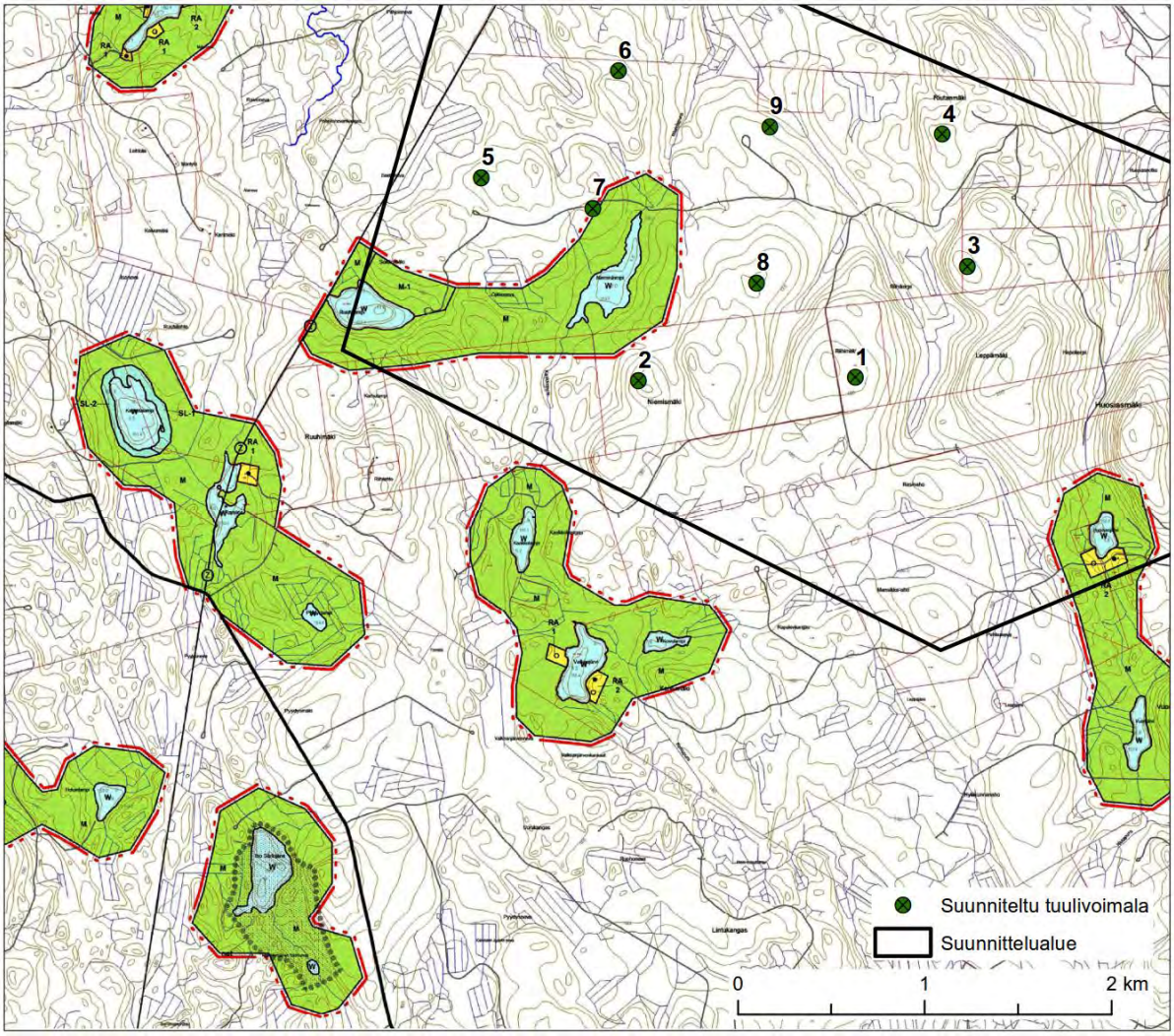
VANHA KYLÄKESKUS

Vanhat kyläkeskukset ovat asumisen alueita, jotka tukeutuvat palvelukyliin ja näin vahvistavat niiden asemaa. Vanhoissa kyläkeskuksissa voi sijaita yksittäisiä palveluja, kuten koulu ja kaupallinen palvelu. Osa palveluista tuodaan kyliin kuljetuspalveluina. Kyläkeskuksiin voi syntyä matkailupalveluja, mutta ne ovat pääasiallisesti tärkeimpiä asumisen ja alkutuotannon alueita.

VIRKISTYS- TAI KEVYEN LIIKENTEEN YHTEYSTARVE

Virkistysyhteystarpeet yhdistävät kyliä ja taajamia toisiinsa. Merkinnät tarkoittavat joko olevia, kehitettäviä yhteyksiä tai uusia tarpeita. Yhteys voi olla esimerkiksi pyöräilyreitti, ulkoilureitti tai vesistöyhteys.

Osa suunnittelualueella sijaitsevista lammista ja järvistä kuuluvat oikeusvaikutteiseen Äänekosken rantayleiskaavaan (Kuva 3-4). Näitä ovat Niemislampi ja Ruuhilampi suunnittelualueen länsiosassa ja Huosiasjärvi suunnittelualueen kaakkoisosassa. Huosiasjärvelle on osoitettu kaksi rakennus-paikka, joista toinen on toteutunut ja toinen ei. Suunnittelualuetta ympäröivät muut lammet ja järvet kuuluvat myös kyseiseen Äänekosken rantayleiskaavaan.



Kuva 3-4. Ote Äänekosken oikeusvaikutteisesta rantayleiskaavasta (karttalehti 3).

Suunnittelualueella tai sen läheisyydessä on seuraavia merkintöjä:

RA-2 X	Loma-asuntoalue Alue on tarkoitettu loma-asumiseen. Rakennuspaikalle saa rakentaa yhden kaksiasuntoisen loma-asunnon, erillisen sauna-rakennuksen sekä talousrakennuksia siten, että rakennusten yhteenlaskettu kerrosala on enintään 250 m². Vesistöön tai vesijättöön rajoittuvan rantaviivan pituuden tulee olla vähintään 25 metriä. Numero osoittaa alueen rakennuspaikkojen enimmäismäärän.
M	Maa- ja metsätalousvaltainen alue Alue on tarkoitettu maa- ja metsätalouden harjoittamiseen sekä maaseutumaiseen rakentamiseen. Asutusta ei saa sijoittaa 150-200 metriä lähemmäksi rantaviivaa. Pysyvän asutuksen talousrakennukset on sijoitettava asunnon välittömään läheisyyteen. Maankäyttö ja rakennuslain 72 §:n 1 ja 2 momentissa tarkoitetun ranta-alueen rakennusoikeus on maanomistajakohtaisesti siirretty RA- tai A-alueille tai s-merkinnällä osoitettuihin kohtiin.

M-1	Maa- ja metsätalousvaltainen alue, jolle voi sijoittaa rantarakentamista Alue on tarkoitettu maa- ja metsätalouden harjoittamiseen sekä haja-asutusluonteiseen lomarakentamiseen. Aluetta voidaan käyttää myös tavanomaista tehokkaampaan rakentamiseen, mikä edellyttää yksityiskohtaisemman suunnitelman laatimista. Suunnitelmassa tulee vähintään 15 % rantaviivasta osoittaa rakentamattomaksi alueeksi.

Asemakaavoitus

Alueella ei ole voimassa olevia asemakaavoja.

Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Liimattalan tuulivoimahankkeen rakentamisella ei ole merkittäviä alue- tai yhdyskuntarakenteellisia muutoksia sijoittuessaan pääosin metsätalousalueelle. Tuulivoimahanke rajoittaa asuin- ja lomarakentamista tuulivoimapuiston alueella ja sen välittömässä läheisyydessä. Uusia asuin- ja lomarakennuksia ei voida rakentaa alueille, joilla niitä koskevat melun ohjearvot ylittyvät.

Niemislampi ja Ruuhilampi suunnittelualueen länsiosassa ja Huosiasjärvi suunnittelualueen kaakkoisosassa kuuluvat oikeusvaikutteiseen Äänekosken rantayleiskaavaan. Niemislammen ja Ruuhilammen rannoille ei ole osoitettu rakennuspaikkoja, joihin tuulivoimahankkeesta kohdistuisi vaikutuksia. Huosiasjärvelle on osoitettu kaksi rakennuspaikka, joista toinen on toteutunut ja toinen ei. Melu- ja välkemallinnusten mukaan näille rakennuspaikoille ei aiheudu ohjearvojen ja suositusten ylityksiä. Hankkeen jatkosuunnittelussa tullaan huomioimaan kyseiset rakennuspaikat.

Voimassa olevassa maakuntakaavassa suunnittelualue sijoittuu laajalle matkailun ja virkistyksen vetovoima-alueelle sekä asumisen ja vapaa-ajan asumisen sekä kulttuuriympäristön vetovoima-alueen läheisyyteen. Tuulivoimahankkeen mahdolliset vaikutukset kyseisten maakuntakaavamerkintöjen toteutumisen edellytyksiin liittyvät lähinnä tuulivoimaloista aiheutuvaan meluun, välkkeeseen ja maisemavaikutuksiin. Melu- ja välkevaikutukset kohdistuvat vain hankkeen läheisyyteen. Melu- ja välkevaikutuksia on käsitelty luvuissa 3.4 ja 3.5. Hankkeen lähialueelle kohdistuvia maisemavaikutuksia sekä Liimattalan maisema-alueelle kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu luvussa 3.2. Tuulivoimahankkeen toteuttamisella ei luoda estettä maakuntakaavassa osoitettujen merkintöjen toteuttamiselle.

Tuulivoimahankkeen suunnittelussa otetaan huomioon, että tuulivoimaloiden ja hankealueen länsiosan voimajohdon välille jää riittävän suuri etäisyys. Voimajohtokäytävässä kulkevaan moottorikelkkareittiin ei kohdistu vaikutuksia. Hankkeen rakentaminen ei estä mahdollista valtatie 4 kehittämistä tulevaisuudessa.

Oikeusvaikutuksettomassa Äänekosken rakenneyleiskaavassa suunnittelualueen länsiosan poikki on osoitettu merkittävä ekologinen yhteys, joka liittää ekologisesti merkittävät alueet toisiinsa. Hankkeen toteutuminen ei katkaise ekologista yhteyttä, jolloin lajien liikkuminen ja luonnossa liikkuminen on edelleen mahdollista.

3.2 Maisema ja kulttuuriympäristö

Maisema

Maisemallisessa maakuntajaossa suunnittelualue sijoittuu Itäisen järvi-Suomen maisemamaakuntaan ja Keski-Suomen järviseutuun. Keski-Suomen järviseutua luonnehtivat pitkät kaakko-luode suuntautuneet murroslinjojen järvialtaat, kuten suunnittelualueesta itään sijoittuva Keitele, vesireitit, suot, moreenikumpareet ja kuusimetsät. Keski-Suomen maakunnallisessa maisemaselvityksessä (Muhonen 2005) maisemaseutujakoa on tarkennettu jakamalla maakunta maisematyyppeihin. Maisematyyppijaossa suunnittelualue sijoittuu maatalouden, teollisuuden ja kaupungistumisen ydinalueeseen. Kyseinen maisematyyppi sijaitsee luonnonpiirteiden solmukohdassa, missä mannerjään kulku on muuttanut suuntaansa. Maaston muodot ovat peräisin Sisä-Suomen reunamuodostumasta, harjuista, Päijänteen pohjoisosien kallioista, kumpumoreenista sekä drumliinimäistä. Näiden muodostamien metsäisten selänteiden välissä on kapeita toisiinsa yhdistyviä vesireittejä sekä laajoja yhtenäisiä savikoita.

Suunnittelualueella ja sen ympäristössä maasto on voimakkaasti kaakko-luode suuntautunutta ja suhteelliset korkeuserot ovat suuria. Suunnittelualue sijoittuu laajalle metsäiselle selännealueelle. Alueen itäpuolella on peltoalueelle sijoittuva Liimattalan kylä. Ala-Keiteleen Pyyrinlahti sijoittuu suunnittelualueesta itään, edelleen Liimattalan kylän itäpuolelle. Vilkkaasti liikennöity valtatie neljä halkoo Liimattalan peltomaisemaa kyläkeskuksen länsipuolelta. Lukuun ottamatta Liimattalan avointa peltoaluetta, laajempia avoimia ja pitkiä näkymiä avautuu pääasiassa vain hankkeen vaikutusalueella sijaitsevilta vesialueilta.

Arvokkaat kulttuuriympäristöt ja maisema-alueet

Suunnittelualueelle ei sijoitu valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita tai kulttuuriympäristöjä. Lähin valtakunnallisesti merkittävä rakennetun kulttuuriympäristön alue *Markkamäen omakotialue* (RKY 2009) sijoittuu noin 12 kilometrin etäisyydelle etelään. Lähimpään suunnittelualueesta kaakossa olevaan valtakunnallisesti arvokkaaseen maisema-alueeseen *Sumiaisten kirkonkylään* kertyy matkaa noin 17,4 kilometriä. Sumiaisten kirkonkylään sisältyy myös RKY 2009 aluetta.

Keski-Suomen tarkistetussa maakuntakaavassa suunnittelualueesta itään Liimattalan alue on osoitettu maakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi. Etäisyyttä lähimmästä suunnitellusta tuulivoimalasta maisema-alueen rajaan on noin 2,3 kilometriä. *Liimattalan* peltoaukeat ovat Keski-Suomessa harvinaisen avaraa ja tasaista viljelymaisemaa. Liimattalan kylä on ollut aikansa mahtikylä Keski-Suomessa. Liimattalan leimaa-antavinta rakennuskantaa edustavat nykyisin yksityisomistuksessa olevan käsin sahatusta lankusta rakennetun koulun lisäksi rintamamiestalot ja vaurastyyppiset talonpoikaistilat. Tilakeskukset sijaitsevat peltoaukealla.

Maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet *Rahkola*, *Honkola-Hietala* ja *Saarikas* sijoittuvat lähimmillään noin 14,2, 14,3 ja 20,2 kilometrin etäisyyksille länteen, etelään ja kaakkoon.

Konginkankaan kirkko noin kuuden kilometrin etäisyydellä koillisessa on suojeltu kirkkolailla.

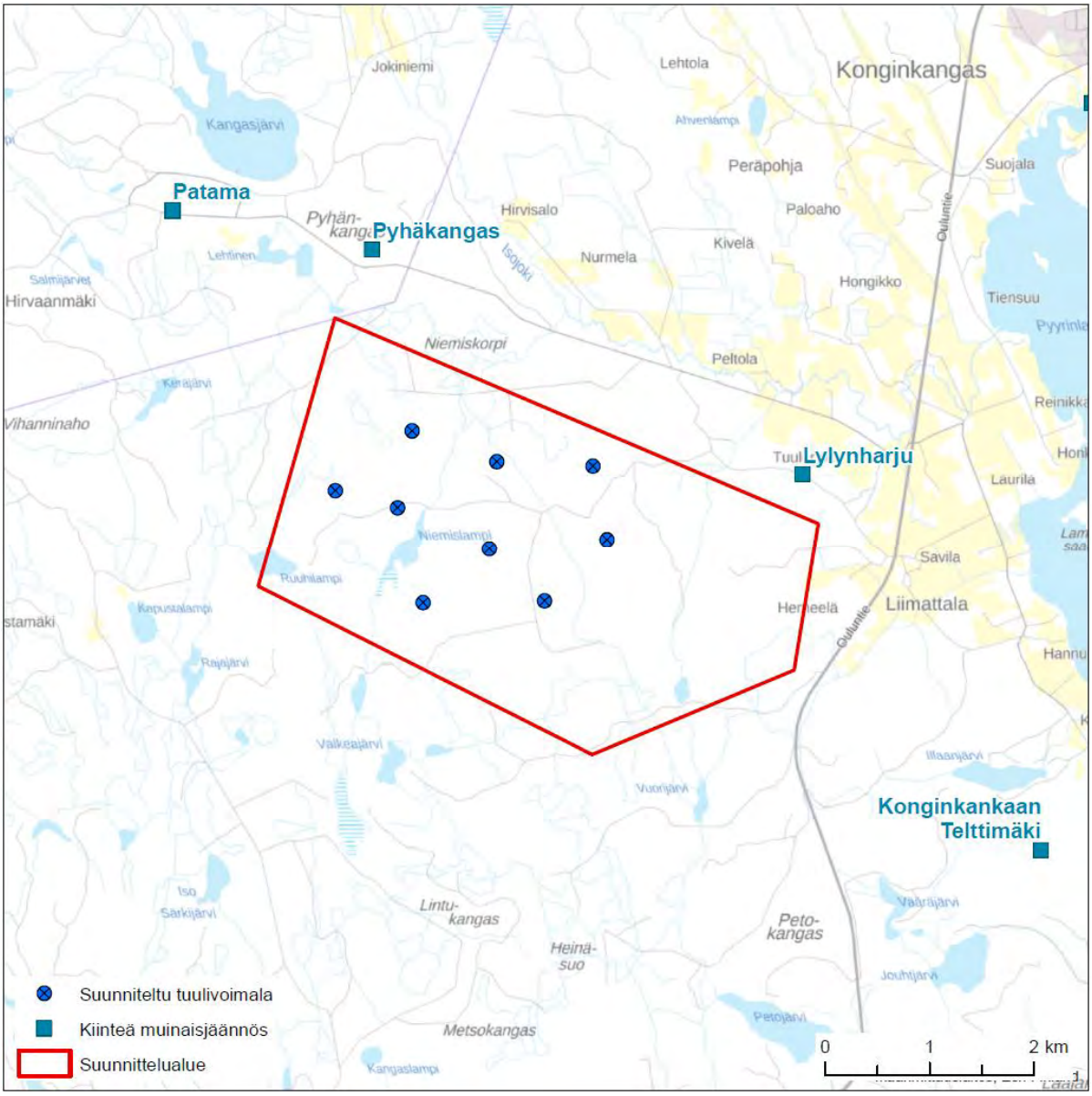
Kuva 3-5. Suunnittelualueen ympäristössä olevat maisema-alueet ja kulttuuriympäristöt.

Muinaisjäännökset

Suunnittelualueella tai sen läheisyydessä ei ole Museoviraston muinaisjäännösrekisterin mukaisia kiinteitä muinaisjäännöksiä. Lähimmät kiinteät muinaisjäännökset sijoittuvat hankealueesta pohjoiseen ja itään (Taulukko 3-1).

Taulukko 3-1. Lähimmät muinaisjäännökset ja etäisyydet suunnittelualueelle sekä lähimpiin voimaloihin.

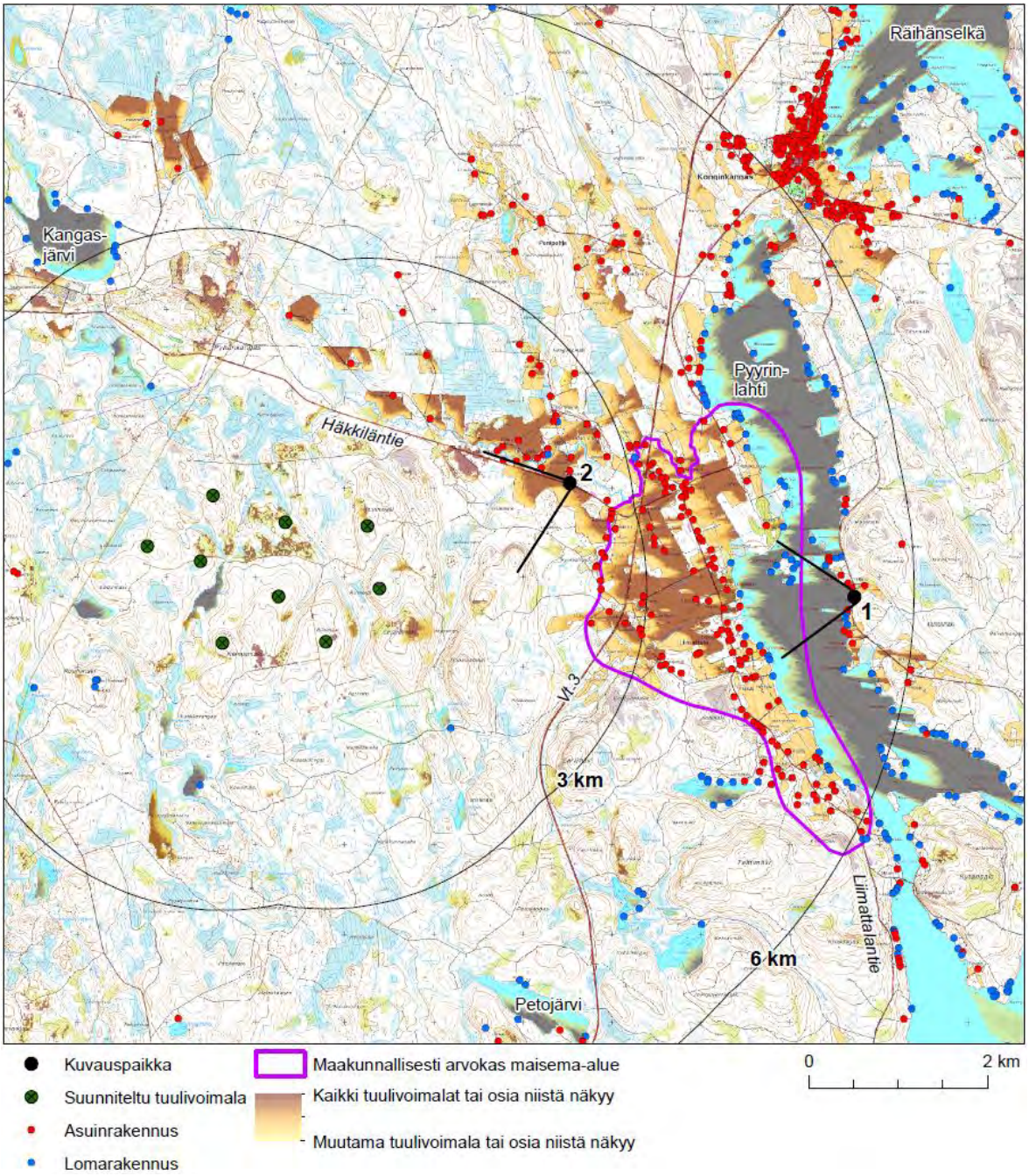
Nimi (muinaisjäännöstunnus)	Etäisyys suunnit-telualueesta, km	Etäisyys lähimmästä suunnitellusta tuuli-voimalasta, km	Tyyppi
Lylynharju (1000023309)	0,4	2,0	Historiallinen hautapaikka
Pyhäkangas (1000019134)	0,7	1,8	Historiallinen karsikkopaikka
Patama (1000019135)	1,9	3,1	Historiallinen taistelukaivanto
Konginkankaan Telttimäki (1000016007)	2,9	5,1	Historiallinen hakkaus



Kuva 3-6. Suunnittelualueen ympäristössä sijaitsevat kiinteät muinaisjäännökset (Museovirasto 2019).

Vaikutukset maisemaan ja kulttuuriympäristöön

Suunnittelualueen ympäristö on valtaosaltaan metsäistä, maisematilaltaan sulkeutunutta aluetta, jolta ei avaudu näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan. Suunnitelluille tuulivoimaloille laaditun paikkatietopohjaisen näkyvyysanalyysin (Kuva 3-7, Liite 2) ja alueelle toteutetun maastokäynnin perusteella suunnittelualueen itäpuoliselta Liimattalan kyläalueelta avautuu monin paikoin esteettömiä näkymiä tuulivoimahankkeen suuntaan länteen. Liimattalan alue on osoitettu maakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi. Kylän rungon muodostaa Liimattalantie. Liimattalan eteläosista ei avaudu näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan (Kuva 3-7). Tällä alueella päänäkymät suuntautuvat Pyyrinlahden suunnalle. Liimattalan keskiosissa avoimet pellot mahdollistavat avoimien näkymien avautumisen tuulivoimaloiden suuntaan. Tällä alueella päänäkymät suuntautuvat peltoalueiden suuntaisesti, ei niinkään Pyyrinlahdelle päin. Tuulivoimaloita on nähtävissä osassa päänäkymistä.



Kuva 3-7. Tuulivoimaloiden näkymäalueet hankkeen itä-/koillispuolisille alueille ja kuvasovitteiden kuvauspaikat.

Esteettömiä näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan avautuu myös Liimattalan kylän itäpuolisen Pyyrinlahden itärannoilta. Pyyrinlahden itäinen rantavyöhyke on metsäistä ja peitteistä, näkymiä tuulivoimaloille avautuu pääsääntöisesti vain rantaviivan tuntumasta. Pyyrinlahden itärannalta Lapinniementien varrelta laaditusta havainnekuvasta käy ilmi, miten tuulivoimalat sijoittuvat lännen suunnalle tiiviiseen ryhmittymään (Kuva 3-8, liite 1). Korkea metsäinen selännealue toimii jalustana korkealle nouseville tuulivoimaloille.

Kuva 3-8. Kuvasovite Pyyrinlahden itärannalta Lapinniementien varrelta kohti länttä. Etäisyys lähimpään tuulivoimalaan 5,3 kilometriä. Kuvattu 50 mm polttovälillä. Kuvasovite suuremmassa koossa liitteessä 1 ja kuvauspaikka kuvassa 3-6.

Suunnittelualueen pohjoispuolisen Häkkiläntien osalta, joka sijoittuu pelloille, avautuu näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan. Häkkiläntien varrelta laaditusta havainnekuvasta käy ilmi, miten tuulivoimalat sijoittuvat lännen suunnalle (Kuva 3-9, liite 1). Kohtiin, jossa tarkastelupaikan ja tuulivoimaloiden väliin jää pitkä avoin alue, tuulivoimalat näkyvät selvästi metsänrajan yläpuolella.

Kuva 3-9. Kuvasovite Häkkiläntien varrelta kohti länttä. Etäisyys lähimpään tuulivoimalaan 2,3 kilometriä. Kuvattu 50 mm polttovälillä. Kuvasovite suuremmassa koossa liitteessä 1 ja kuvauspaikka kuvassa 3-6.

Näkyvyysanalyysin mukaan tuulivoimaloita on nähtävissä myös Konginkankaan taajamassa. Näkyvyysanalyysi ei kuitenkaan huomioi alueen rakennuskantaa eikä yksittäisiä puita. Todellisen näkyvyyden varmistamiseksi taajamasta avautumat näkymät tarkistettiin maastokäynnillä, jolloin voitiin todeta, että taajamasta ei avaudu näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan. Myöskään Konginkankaan kirkkoympäristöstä ei avaudu näkymiä tuulivoimaloiden suuntaan.

Tuulivoimaloita tai osia niistä on nähtävissä hankealueen ympäristön avoimilta vesialueilta reilusta kuudesta kilometristä aina yli 20 kilometrin etäisyydelle saakka ulottuvalle alueelle (Liite 2). Pitkän

etäisyyden vuoksi tuulivoimalat eivät näkyessään hallitse maisemaa, vaan asettuvat maiseman taustalle kapealle sektorille.

Tunnettuihin kiinteisiin muinaisjäännöksiin ei kohdistu vaikutuksia. Hankealueen luoteispuolella sijaitsevan Pyhäkankaan karsikkometsään ei avaudu näkymiä, sillä vanhojen karsikkopuiden ympärillä on säästettynä nuorempaa puustoa.

Hankkeen voimakkaimmat maisemalliset vaikutukset kohdistuvat hankkeen itä- ja koillispuoliselle alueelle. Niille Liimattalan ja Häkkiläntien varren sekä Pyyrinlahden alueille, joilta avautuu esteetön näkymä tuulivoimaloiden suuntaan, tuulivoimalat voivat aiheuttaa suuruudeltaan kohtalaisia maisemallisia vaikutuksia. Tuulivoimalat eivät sijoitu maakunnallisesti tai valtakunnallisesti arvokkaille maisema-alueille tai rakennetun kulttuuriympäristön alueille. Liimattalan kylä hankkeen itäpuolella on arvotettu maakunnallisesti arvokkaaksi maisema-alueeksi. Voimalat sijoittuvat Liimattalasta tarkasteltuna omaksi erilliseksi kokonaisuudekseen selännealueelle sivuun kyläalueesta, eivätkä tuulivoimalat muodostu hallitseviksi elementeiksi maisema-alueen sisäisessä maisemassa tai tiemaisemassa alueella liikuttaessa. Tuulivoimalat eivät uhkaa maisema-alueen historiallisia arvoja.

3.3 Luonnonympäristö

Suunnittelualue sijoittuu keskiboreaalisen ja eteläboreaalisen vyöhykkeen rajalle. Alue on maastoltaan vaihtelevaa, jossa vuorottelevat korkeammat yli 200 metriä merenpinnan yläpuolelle (m mpy) kohoavat mäet sekä näiden välissä notkot korpineen ja puroineen. Aluetta hallitsevat pääasiassa eri-ikäiset metsätaloustoimin hoidetut havupuuvaltaiset metsiköt. Alueelle sijoittuu joitakin pieniä järviä ja lampia mm. Huosiasjärvi, Niemislampi ja Ruuhilampi. Maaperä on pääasiassa sora- ja hiekkamoreenia ja kallioperä joko porfyyristä graniittia tai granodioriittia.

Lähin pohjavesialue, vedenhankintaa varten tärkeä Kurikkaharju (0999208) sijaitsee suunnittelualueen välittömässä läheisyydessä pohjois- ja itäpuolella. Riutanmäen laelle sijoitettavasta tuulivoimalasta on noin 600 metriä pohjavesialueen rajaan. Pohjavesialueella sijaitsee Äänekosken Energia Oy:n Liimattalan vedenottamo, josta johdetaan verkostovesi Liimattalan ja Konginkankaan alueelle. Vedenottamolta lähimpään suunniteltuun tuulivoimalaan on noin 1,3 km. Suunnittelualueen pohjoispuolella Äänekosken ja Saarijärven kaupunkien rajalla sijaitsee vedenhankintaan soveltuva Pyhänkankaan (0972951) pohjavesialue noin 1 kilometrin etäisyydellä lähimmästä voimalasta.

Suunnittelualueen eteläosiin sijoittuu Mansikka-ahon yksityinen luonnonsuojelualue (YSA), johon etäisyyttä lähimmästä Riihimäen laelle sijoitettavasta tuulivoimalasta kertyy noin 860 metriä.

Lehtisennevan Natura-alue (FI0900137, SAC) sijoittuu suunnittelualueen luoteispuolelle noin 1,2 kilometrin päähän lähimmästä voimalasta. Lehtisenneva on melko monipuolinen suo- ja pienvesikokonaisuus (28,7 ha), johon kuuluu Lehtisenlammen etelärantaan rajoittuva neva puronvarsikorpineen. Alueelta löytyy mm. luhtanevaa, pensaikkoluhtaa, harvapuustoista rämettä-nevarämettä, korpia ja korpirämeitä sekä rehevämpää ruoho- ja heinäkorpea (FCG 2018).

Maakuntakaavassa on suunnittelualueen länsipuolelle osoitettu SL-alue, Pyhäkankaan lähteikkö (arvoluettelon kohde 219). Kyse on Natura 2000 -verkostoon tai suojeluohjelmiin kuulumattomasta alueesta, joka on kasvillisuudeltaan arvokas. Pyhäkankaan lähteikkö yhdistyy Lehtisennevan Natura-alueeseen.

Hankealueen itäpuolella Liimattalan peltoaukealla on maakunnallisesti tärkeä lintualue (MAALI) toimien muuttolintujen levähdys- ja ruokailualueena. Peltoalueelle kerääntyy keväisin etenkin kapus-

tarintoja, töyhtöhyyppiä, suokukkoja, kuoveja, kalalokkeja ja sepelkyyhkyjä. Syksyisin peltoalueella levähtää runsaammin etenkin kurkia, suokukkoja ja kalalokkeja (Keski-Suomen lintutieteellinen yhdistys 2013).

Suunnittelualueen eteläpuolelle sijoittuvat pienet metsälammet saattavat olla kaakkurin pesimälampia. Kaakkuri on luokiteltu uusimmassa uhanalaisuusluokituksessa elinvoimaiseksi lajiksi, mutta melko suurikokoisena lajina lajia pidetään yleisesti tuulivoimatuotannolle herkkänä lajina sen ravinnonhakulentojen vuoksi.

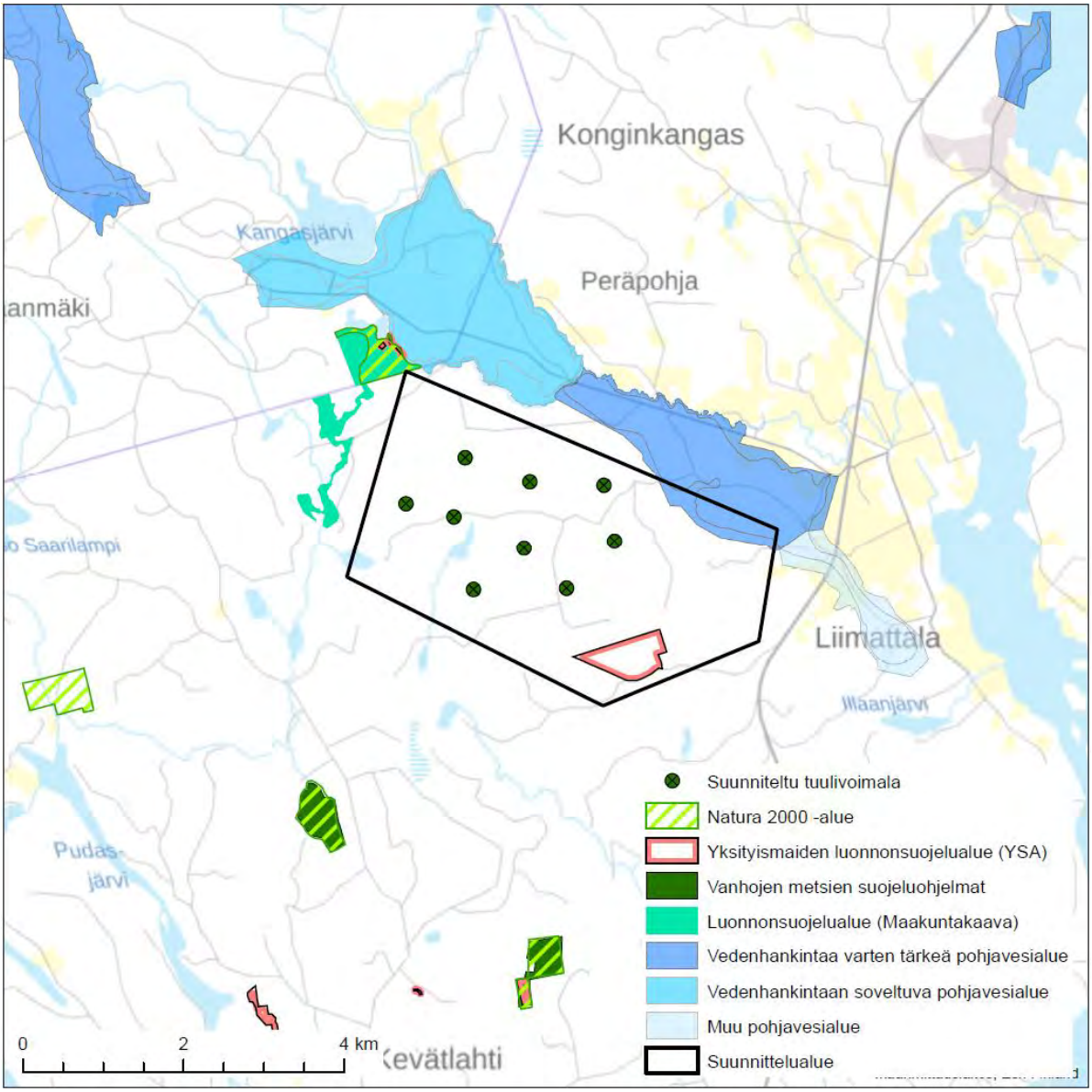
Keväällä 2019 on käynnistetty alueen osayleiskaavoittamiseen liittyvät luontoselvitykset. Maastokartoituksin selvitettäviä asiakokonaisuuksia ovat mm. liito-oravat, metsäkanalintujen soidinalueet, kevät- ja syysmuuttolinnusto, pesimälinnusto, lepakot ja kasvillisuus- ja luontotyyppiselvitykset. Selvitykset kohdennetaan etenkin voimaloiden, huoltoteiden ja muiden rakenteiden suunnitelluille rakennuspaikoille.

Selvitysten alustavien tulosten perusteella suunnittelualueella esiintyy liito-oravaa ja metsoja. Liito-oravan lisääntymis- ja levähdyspaikat eivät sijoitu suunniteltujen voimaloiden alueelle, eikä metsojen soidinkeskuksia havaittu voimaloiden alueilta. Lintujen kevätmuutonseurannan perusteella muuttajamäärät alueella ovat Keski-Suomen alueelle tavanomaisia, eikä suunnittelualueen kautta havaittu kulkevan säännöllisiä lintujen reittejä levähdysalueiden välillä.

Vaikutukset luonnonympäristöön

Tuulivoimahankkeen rakentamisen aikana vaikutukset luontotyyppeihin ja kasvillisuuteen kohdistuvat pääasiallisesti alueille, joille tehdään rakentamistoimia. Puusto kaadetaan ja kasvillisuus poistetaan tuulivoimaloiden perustusten, nosto- ja asennusalueen sekä huoltoteiden alueilta. Suunnittelualue on lähinnä eri-ikäistä talousmetsää, jonka puustoa on metsätaloustoimin käsitelty ja joille tuulivoimalat ja tiestö tulee pääosin sijoittumaan. Suunnittelualueella sijaitseva suojelualue sijaitsee rakentamisalueiden ulkopuolelle, eikä siihen siten kohdistu vaikutuksia. Lähimmät Natura-alueet eivät ole lintudirektiivin mukaisia kohteita, eivätkä linnut ole siis niiden suojeluperusteina. Natura-alueiden suojeluperusteet ja etäisyys huomioiden niihin ei arvioida kohdistuvan merkittäviä vaikutuksia. Vaikutukset linnustollisesti tärkeään MAALI-alueeseen arvioidaan linnustoselvitysten valmistumisen jälkeen yleiskaavan laatimisen yhteydessä.

Alueella tehdään kattavat luonto- ja lajistoselvitykset osayleiskaavoituksen tarpeisiin maastokauden 2019 aikana. Tuolloin tutkitaan tarkemmin rakennettavan alueen kasvillisuus ja luontotyypit ja suunnittelussa huomioitava eläinlajisto. Luontoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan tarkemmin osayleiskaavoituksen vaikutusarvioinnin yhteydessä, jolloin laaditut selvitykset ovat käytettävissä.



Kuva 3-10. Suunnittelualueen läheisyydessä sijaitsevat luonnonsuojelualueet sekä pohjavesialueet.

3.4 Melu

Tuulivoimahankkeen rakentamisen aikana melua syntyy lähinnä voimaloiden perustusten sekä huoltoteiden ja maakaapeleiden maarakennustöistä (kaivu, louhinta, kuljetukset jne.). Varsinainen tuulivoimaloiden pystytysvaihe vastaa meluvaikutuksiltaan normaalia rakennus- ja asennustyötä.

Tuulivoimalan toiminnasta syntyvä ääni on pääosin laajakaistaista jaksollisesti voimistuvaa ja heikentyvää "kohinaa" tai "huminaa", joka aiheutuu roottorin lapojen liikkumisesta ilman läpi. Äänen havaitsemiseen ja häiritsevyyteen vaikuttavat merkittävästi alueen taustamelu ja luontaiset ääniolosuhteet (liikenne, tuulen humina puustossa, maaston muodot jne.).

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 (voimaantulopäivä 1.9.2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä, joista merkittävin on sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 (ns. asumisterveysasetus), jossa on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle.

Taulukko 2. Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 mukaiset ohjearvot.

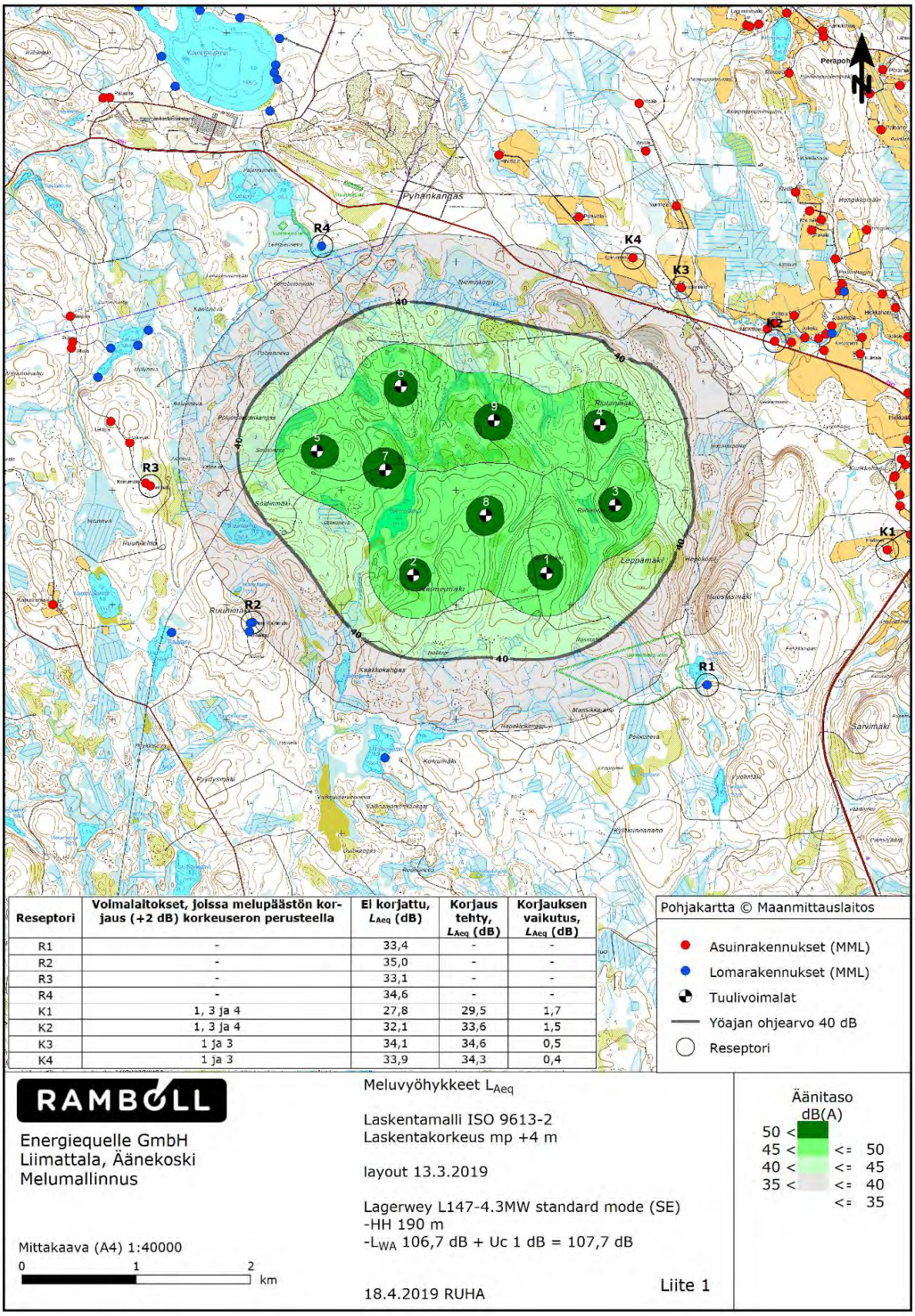
	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Hankkeen melumallinnus on tehty ympäristöhallinnon ohjeen 2/2014 *"Tuulivoimaloiden melun mallintaminen"* mukaisesti. Meluvyöhykelaskenta ja reseptoripistekohtaiset mallinnukset on tehty SoundPlan 8.0 mallinnusohjelmalla, ISO 9613-2 laskentamallia käyttäen. Pienitaajuisen melun laskennat on tehty 2/2014 mallinnusohjeen mukaisesti erillislaskentana. Mallinnuksesta laadittu raportti on tämän selvityksen liitteenä (Liite 3), jossa on esitetty tarkemmin mallinnusmenettely, lähtötiedot ja tulokset.

Meluvaikutukset

Mallinnuksen mukaan (Kuva 3-11) ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien suunnittelualueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Vaikka melutasot jäävät ohjearvojen alle, voi tuulivoimalaitosten melu olla kuitenkin kuultavissa tietyissä olosuhteissa ympäristön asutuksella.

Ulkomelutaso on enimmillään 35 dB ympäristön loma- ja asuinrakennusten kohdalla, joten arvion mukaan melutasot sisällä ovat asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisen sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB alle, koska lähes kaikkien tavanomaisten seinärakenteiden ääneneristävyys on vähintään 20 dB.

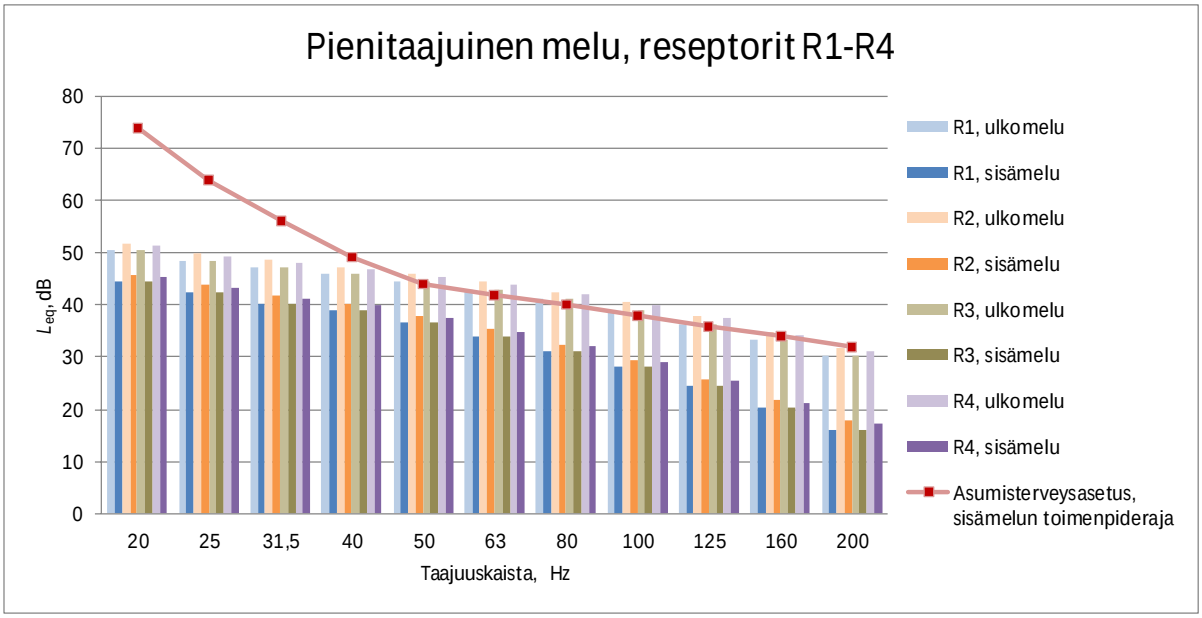


Reseptori	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2 dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L_{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L_{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L_{Aeq} (dB)
R1	-	33,4	-	-
R2	-	35,0	-	-
R3	-	33,1	-	-
R4	-	34,6	-	-
K1	1, 3 ja 4	27,8	29,5	1,7
K2	1, 3 ja 4	32,1	33,6	1,5
K3	1 ja 3	34,1	34,6	0,5
K4	1 ja 3	33,9	34,3	0,4

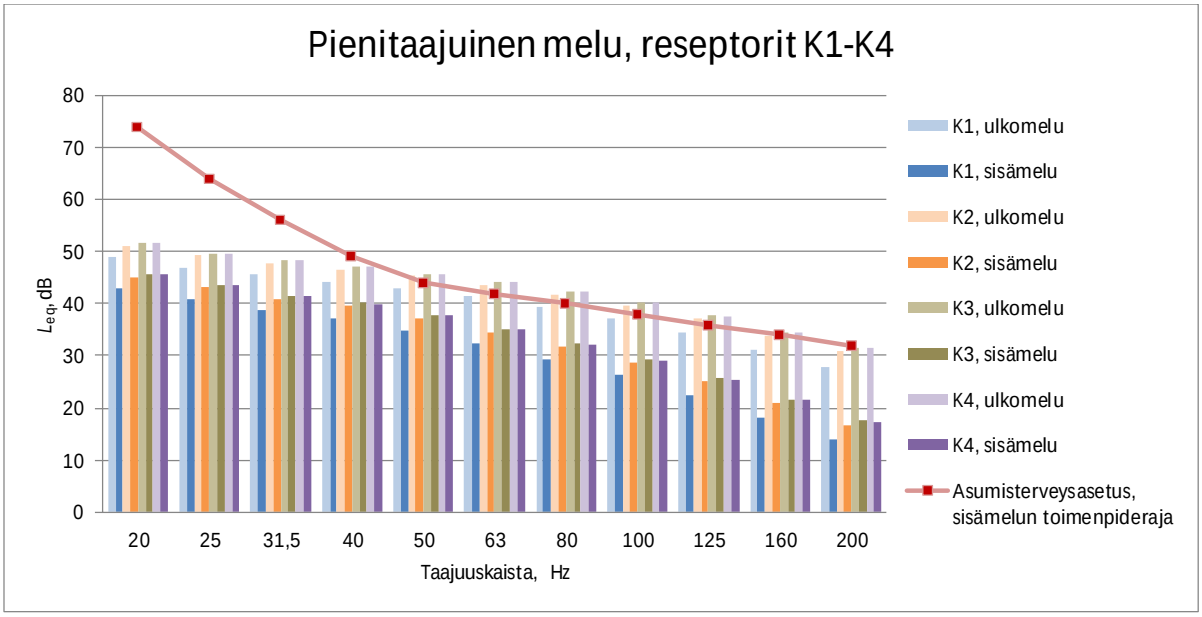
Kuva 3-11. Mallinnetut meluvyöhykkeet ja reseptoripistelaskentojen tulokset.

Sisätiloihin arvioidut pienitaajuiset melutasot alittavat sisätiloihin annetut asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla (Kuva 3-12, Kuva 3-13).

Osaan reseptoreista on tehty maanpinnan korkeuteen perustuva korjaus tiettyjen tuulivoimaloiden melupäästöihin. Meluvyöhykkeet on laskettu Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti ilman melupäästöihin tehtäviä korjausta. Perusteet maanpinnan muodon vaikutuksesta johtuvalle melupäästön korjaamiselle on esitetty laaditussa melumallinnusraportissa (Liite 3) sekä ympäristöhallinnon 2/2014 mallinnusohjeen kohdassa 4.1.6.



Kuva 3-12. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoreihin R1-R4.



Kuva 3-13. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoreihin K1-K4.

3.5 Välke

Toiminnassa olevat tuulivoimalat voivat aiheuttaa liikkuvaa varjoa eli välkettä ympäristöönsä, kun auringon säteet suuntautuvat tuulivoimalan lapojen takaa tiettyyn katselupisteeseen. Tällöin roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon ympäristöön ja varjojen liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta. Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tietyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täyttyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta.

Tuulivoimaloista aiheutuvan liikkuvan varjon (välkeilmiön) esiintymisen määrälle ei ole Suomessa määritelty raja- tai ohjearvoja. Ympäristöministeriön julkaisemassa *"Tuulivoimarakentamisen suunnittelu"* -oppaassa (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) suositellaan käyttämään apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. Tavanomaisesti sovelletaan vuotuisia 8 tunnin (rajana Ruotsissa ja Saksassa) tai 10 tunnin (rajana Tanskassa) välkemäärän arvoja todelliselle (Real case) välketilanteelle altistuvissa kohteissa.

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.0 -ohjelman Shadow-moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa.

Mallinnuksissa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta, jotka voivat rajoittaa merkittävästi välkkeen esiintyvyyttä maanpinnan tasolla.

Mallinnuksesta laadittu raportti on tämän selvityksen liitteenä (Liite 4), jossa on esitetty tarkemmin mallinnusmenettely, lähtötiedot ja tulokset.

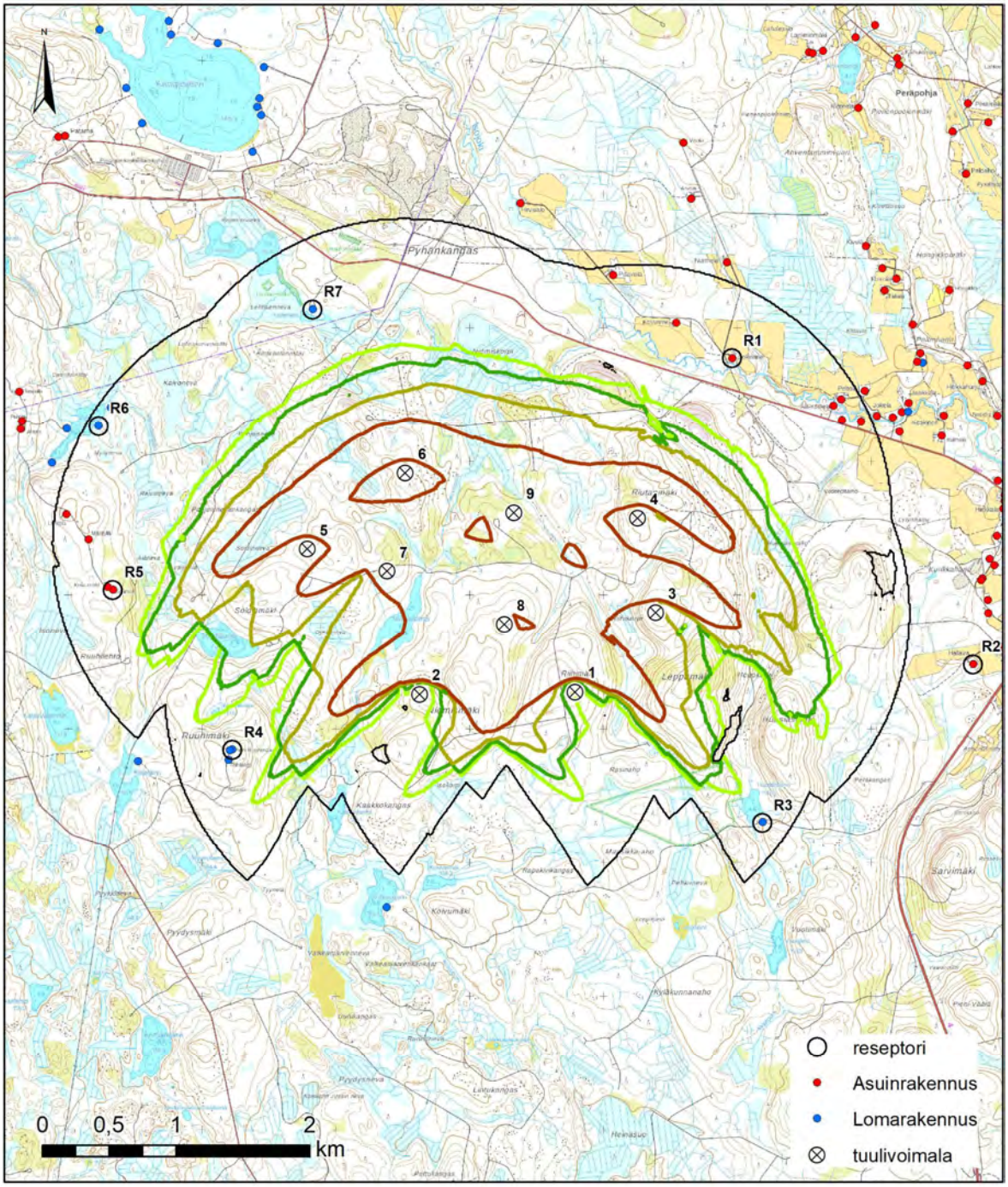
Välkevaikutukset

Real case -mallinnuksen mukaan lähimmillä asuin- tai lomarakennuksilla välkettä ei esiinny lainkaan tai vuotuinen välkemäärä jää alle kahdeksaan tuntiin vuodessa, ollen enimmillään reseptorin R3 kohdalla 6 tuntia 14 min. Mallinnuksen mukaan suunnittelualueen ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla vuotuinen välkemäärä on alle 8 h (rajana Saksassa ja Ruotsissa).

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta (Kuva 3-14). Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Puustoa tai ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei ole huomioitu mallissa, mutta jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu. Välkkeen esiintymistä voidaan arvioida välkemallinnuksen lisäksi näkemäanalyysin tulosten avulla, mistä nähdään mihin tuulivoimalat eivät näy (ks. Kuva 3-7).

Taulukko 3. Reseptoripistelaskennan tulokset.

Reseptoripiste	Real Case, tuntia vuodessa
R1	2:01
R2	0:00
R3	6:14
R4	4:07
R5	3:02
R6	1:05
R7	3:09



Liite 1

RAMBOLL

Energiequelle GmbH
Liimattala, Äänekoski

Layout 13.3.2019

Välkemallinnus
(WindPro 3.0)

-napakorkeus (HH) 190 m
-roottorin halkaisija (RD) 160 m
-maksimivälke-etäisyys (max dist.) 1900 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

A.Ruhanen 18.4.2019

Kuva 3-14. Välkemallinnuksella saadut välkevyöhykkeet.

3.6 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Liimattalan tuulivoimahankkeen läheisyydessä ei ole suunnitteilla tai olemassa muita tuulivoimahankkeita. Lähimmät suunnitellut hankkeet sijoittuvat lähimmillään noin 18 km päähän Liimattalasta. Tällaisia tiedossa olevia tuulivoimahankkeita ovat:

- Saarijärvi, Haapalamminkangas: enintään 5 voimalaa, yhteensä korkeintaan 30 MW, Winda Power Oy. Etäisyys Liimattalasta noin 24 km luoteeseen.
- Saarijärvi, Riekko: enintään 9 voimalaa, yhteensä korkeintaan 30 MW, Ilmatar Windpower Oyj. Etäisyys Liimattalasta noin 29 km länteen.
- Saarijärvi, Soidinmäki ja laajennus: enintään 8 voimalaa, yhteensä korkeintaan 27 MW, Megatuuli Oy. Etäisyys Liimattalasta noin 38 km länteen.
- Äänekoski, Honkakangas: enintään 4 voimalaa, Greenwatt Honkakangas Oy Ab. Etäisyys Liimattalasta 18 km pohjoiseen.

Keski-Suomen maakuntakaavassa osoitetut tuulivoimatuotantoon soveltuvat alueet Vehkoo ja Ilosjoki sijoittuvat noin 50 kilometrin etäisyydellä lounaaseen ja 56 kilometrin etäisyydelle pohjoiseen Multialle ja Pihtiputaalle.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YVA:N TARVE

Liimattalan alueelle suunnitteilla olevien tuulivoimaloiden rakentaminen ei aiheuta ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain 4 §:n 1 momentissa tarkoitettujen hankkeiden tai niiden muutosten vaikutuksiin rinnastettavia merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Liimattalan tuulivoimahankkeen rakentaminen ei myöskään yhdessä muiden seudulle jo rakennettujen tai suunnitteilla olevien tuulivoimapuistojen kanssa aiheuta merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia. Ympäristöselvitys ei tuonut esille sellaisia seikkoja, joiden vuoksi YVA-menettely olisi tarpeen.

Liimattalan tuulivoimahankkeen rakentaminen edellyttää osayleiskaavan laatimista alueelle. Tuulivoimahankkeen ympäristövaikutukset tulevat arvioiduksi maankäyttö- ja rakennuslain mukaisessa menettelyssä osayleiskaavoituksen yhteydessä. Osayleiskaavoituksen aikana suunnittelualueelle laaditaan kattavat luonto-, lajisto- ja maisemaselvitykset, joista luontoon kohdistuvat selvitykset on käynnistetty keväällä 2019. Myös osallisten ja viranomaisten kuulemismenettely toteutetaan osayleiskaavan laatimisen yhteydessä laajana.

5. LÄHTEET

FCG Suunnittelu ja Tekniikka Oy (2018). Pienvesistöjen rantaosayleiskaava – Natura-arviointi. Saarijärven kaupunki. 5.11.2018.

Hämeenlinnan hallinto-oikeus (2016). Hallinto-oikeuden päätös 25.11.2016 (16/0543/2).

Keski-Suomen Liitto (2019). Rullaava maakuntakaavoitus. https://www.keskisuomi.fi/rullaava_maakuntakaavoitus

Keski-Suomen Liitto (2017). Keski-Suomen maakuntakaavan tarkistus. Kaavaselostus.

Keski-Suomen Liitto (2016). Keski-Suomen valtakunnallisesti ja maakunnallisesti arvokkaat maisema-alueet 2016.

Keski-Suomen Lintutieteellinen Yhdistys (2013). Keski-Suomen maakunnallisesti tärkeät lintualueet.

Keski-Suomen Ympäristökeskus (2005). Keski-Suomen maakunnallinen maisemaselvitys.

Museovirasto (2019). Kulttuuriympäristön palveluikkuna. https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx. Tiedot tarkistettu 5.4.2019.

Tuulivoimayhdistys (2019). Tuulivoimahankkeet Suomessa. http://ethawind.com/map/

Ympäristöministeriö (2016). Maisemavaikutusten arviointi tuulivoimarakentamisessa. Suomen ympäristö 1/2016. Helsinki 2016.

Ympäristöministeriö (2013). Kulttuuriympäristö vaikutusten arvioinnissa. Suomen ympäristö 14/2013. Helsinki 2013.

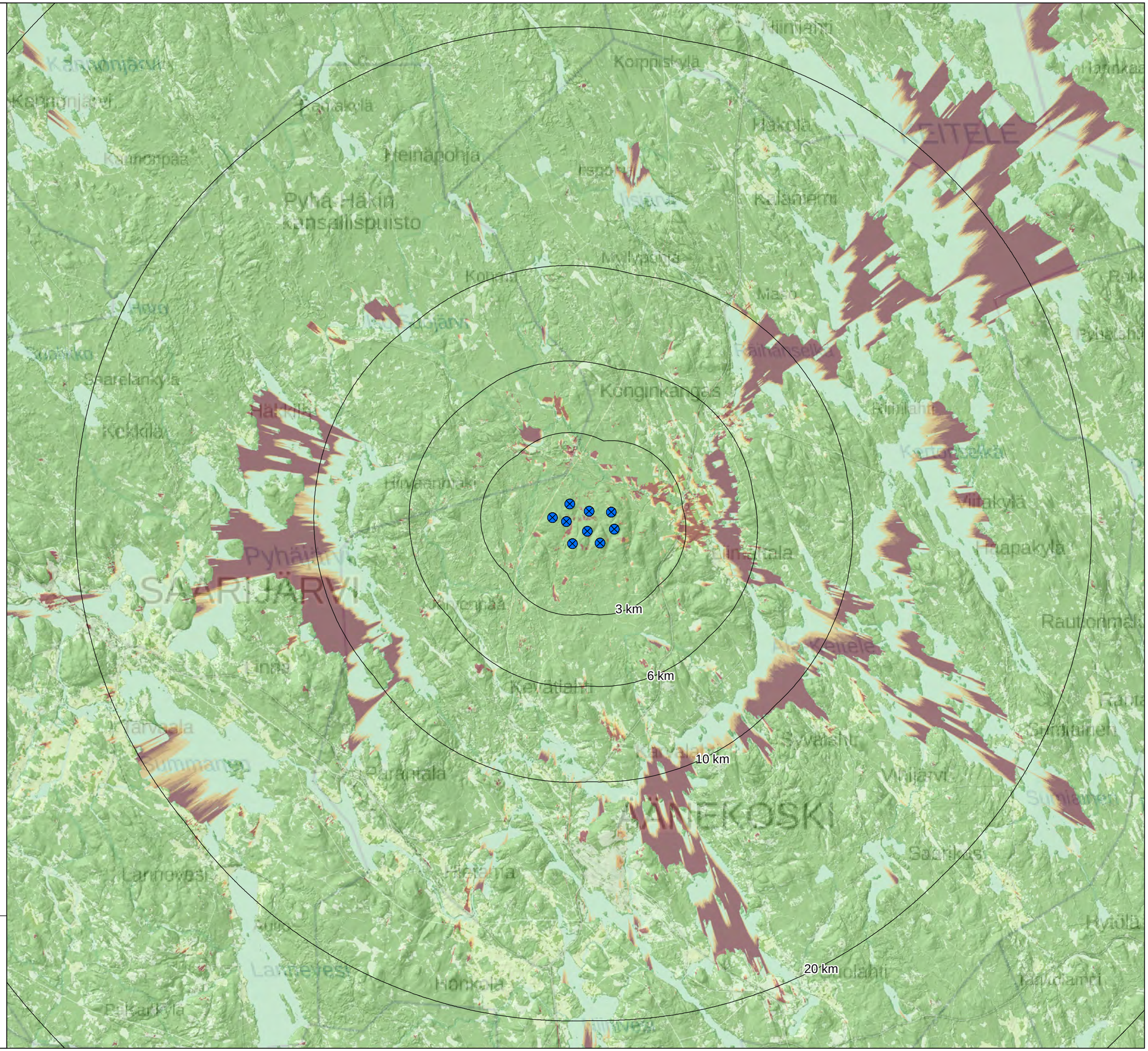
Ympäristöministeriö (1992). Arvokkaat maisema-alueet, maisema-aluetyöryhmän mietintö II. Ympäristöministeriö 66/1992.

Äänekosken kaupunki (2008). Rakenneyleiskaava Äänekoski 2016. https://www.aanekoski.fi/files/asuminen/kaavat/RAKENNE_YK_A3_web_1.pdf

Äänekosken kaupunki (2013). Äänekosken rantayleiskaava. https://www.aanekoski.fi/files/asuminen/kaavat/rantayleiskaava180614/Lehti3%20netti.pdf

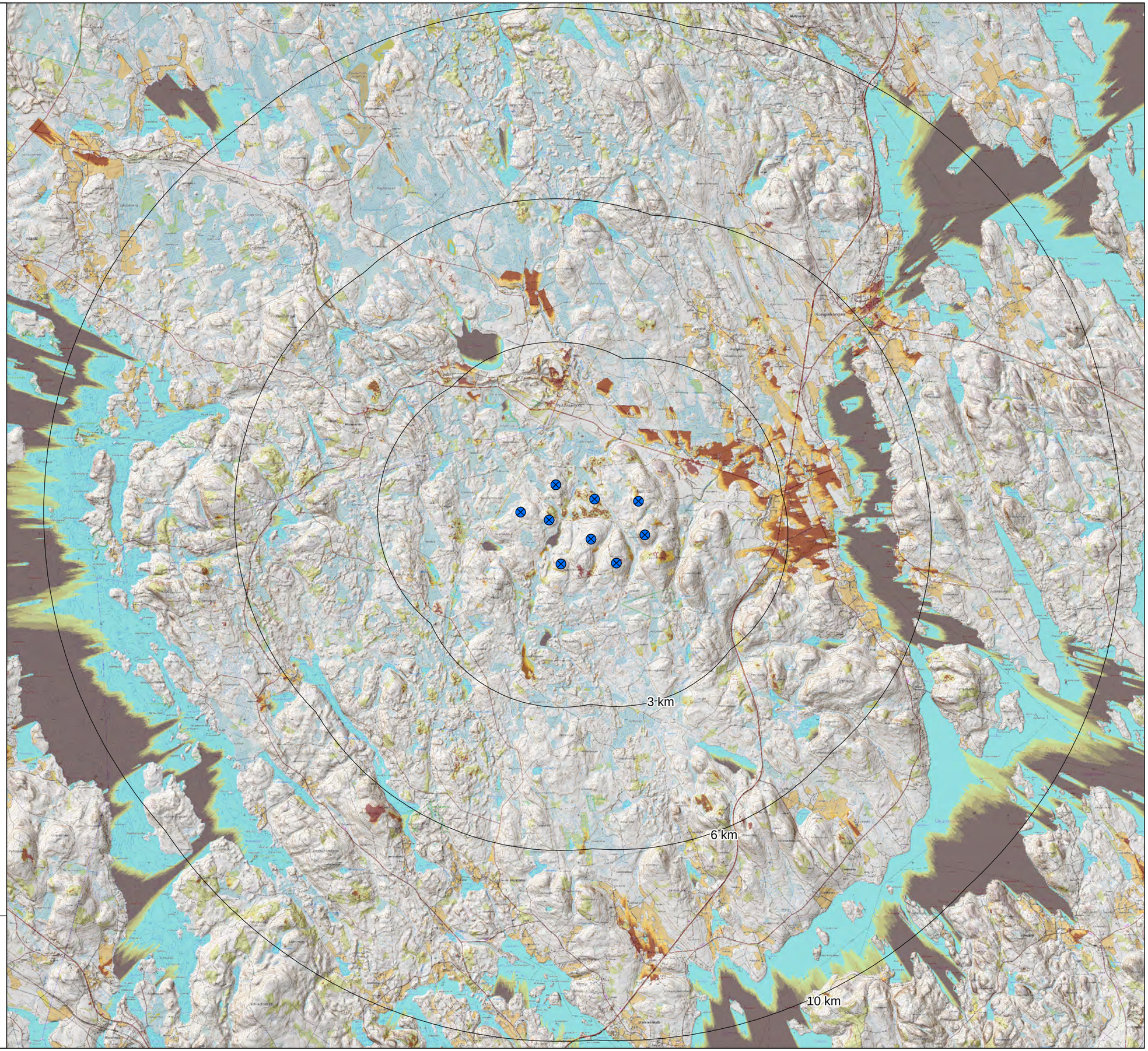
Äänekosken Liimattalan tuulivoimahankkeen näkyvyysanalyysi

Voimaloiden kokonaiskorkeus (torni+lavat) 270 m



Äänekosken Liimattalan tuulivoimahankkeen näkyvyysanalyysi

Voimaloiden kokonaiskorkeus (torni+lavat) 270 m



Suunniteltu tuulivoimala

Etäisyysvyöhyke tuulivoimaloista

Kaikki tuulivoimalat tai osia niistä näkyy

Muutama tuulivoimala tai osia niistä näkyy

RAMBOLL

4.4.2019/TL

0 2 4 km

N

1
2
3
8
7
5
4
9
6

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Vastaanottaja
Energiequelle GmbH

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
16.5.2019

Viite
1510047865

LIIMATTALAN TUULIVOIMA-HANKE, ÄÄNEKOSKI
MELUMALLINNUS

RAMBOLL

LIIMATTALAN TUULIVOIMAHANKE, ÄÄNEKOSKI
MELUMALLINNUS

Päivämäärä	16.5.2019
Laatija	Ville Virtanen
Tarkastaja	Arttu Ruhanen

Tuulivoimahankkeen melumallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2019 aineistoa.

Viite 1510047865

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
T +358 20 755 611
F +358 20 755 7801
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	YLEISTÄ	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista	1
2.2	Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa	1
3.	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT	2
3.1	Tuulivoimalatiedot	2
3.2	Melulaskenta	2
3.3	Maastomalli	5
4.	TULOKSET	5
4.1	Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset	5
4.2	Pienitaajuinen melu	6
5.	TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	7
5.1	Melun erityspiirteet ja häiritsevyyskorjaukset	7
5.2	Melutasot verrattuna ohjearvoihin	7
5.3	Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun	8

LIITTEET

Liite 1	Meluvyöhykekartta
Liite 2	Tuulivoimalan akustiset tiedot

1. YLEISTÄ

Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää Liimattalan alueelle suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamat meluvaikutukset. Selvitys liittyy hankealueesta laadittavaan ympäristöselvitykseen, joka on tehty YVA-menettelyn soveltamispäätöksen laatimista varten.

Mallinnus on tehty ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 *"Tuulivoimaloiden melun mallintaminen"* ohjeen *"Melumallinnus ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä ja yksityiskohtaisessa kaavoituksessa"* käytettävän mallinnusmenettelyn mukaisesti.

Työ on tehty Energiequelle GmbH:n toimeksiannosta, josta yhteyshenkilö on ollut Tore Regnell. Meluselvityksen laadinnasta on vastannut projektipäällikkö ins. (AMK) Arttu Ruhanen.

2. MELUN OHJEARVOT

2.1 Valtioneuvoston asetus tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 (voimaantulopäivä 1.9.2015) on annettu tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu absoluuttisina lukuarvoina, joissa ei huomioida taustamelua. Asetusta sovelletaan maankäyttö- ja rakennusalan mukaisessa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, lupamenettelyissä ja valvonnassa sekä ympäristönsuojelulain mukaisessa lupamenettelyssä ja valvonnassa.

Tuulivoimalan toiminnasta aiheutuvan melupäästön takuuarvon perusteella määritelty laskennallinen melutaso ja valvonnan yhteydessä mitattu melutaso eivät saa ulkona ylittää melulle altistuvalla alueella melun A-taajuuspainotetun keskiäänitason (ekvivalenttitason L_{Aeq}) ohjearvoja.

Taulukko 1. Valtioneuvoston asetuksen mukaiset tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvot 1107/2015.

	Ulkomelutason L_{Aeq} päivällä klo 7-22	Ulkomelutason L_{Aeq} yöllä klo 22-7
Pysyvä asutus	45 dB	40 dB
Loma-asutus	45 dB	40 dB
Hoitolaitokset	45 dB	40 dB
Oppilaitokset	45 dB	-
Virkistysalueet	45 dB	-
Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa suunniteltaessa ja järjestettäessä sekä tällaista toimintaa harjoitettaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä.

Valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen tehdään 5 dB lisäys, mikäli tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista altistuvalla alueella.

2.2 Asumisterveysasetuksen melutason toimenpiderajat asuntojen sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 (voimaantulopäivä 15.5.2015) on annettu toimenpiderajoja asuntojen ja muiden oleskelutilojen sisämelulle (ns. asumisterveysasetus).

Asuinhuoneistojen asuinhuoneisiin (paitsi keittiö ja muut tilat) toimenpiderajoiksi on annettu päiväajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 7\text{-}22}$ 35 dB ja yöajan keskiäänitasolle $L_{Aeq\ 22\text{-}7}$ 30 dB. Selvästi taustamelusta erottuvalle melulle, joka voi aiheuttaa unihäiriötä, on toimenpiderajana nukkumiseen käytettävissä tiloissa yöaikaan (klo 22-7) yhden tunnin keskiäänitaso $L_{Aeq,1h}$ 25 dB. Lisäksi on huomioitava melun erityisominaisuudet eli mahdolliset kapeakaistaisuus- ja impulssimaisuuskorjaukset. Asetus sisältää toimenpiderajat pienitaajuiselle melulle, jotka on annettu taajuuspainottamattomina tunnin keskiäänitasoina $L_{eq,1h}$.

Taulukko 2. Yöaikaisen pienitaajuisen sisämelun toimenpiderajat terssikaistoittain (Asumisterveysasetus). Päiväaikana sallitaan 5 dB suurempia arvoja.

Kaista / Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
L_{Leq}, 1h/dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3. MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

3.1 Tuulivoimalatiedot

Mallinnus tehtiin tilaajan toimittaman laitosdokumentin tietojen mukaisesti Lagerwey L147-4.3MW -laitosmallille. Melutietojen lähdedokumenttina oli:

- Data curves L147-4.3MW SE; Document number: SD291ENR0; 13.4.2018

Laitoksen suurin äänitehotaso (L_{WA}) on 106,7 dB. Äänitehotaso on arvo Mode 0 -ajoasetukselle (eli moodissa ei vaimenneta melua esim. pyörimisnopeutta tai lapakulmaa säätämällä) ja kun lavoissa on jättöreunalla ns. sahalaidoitus (serrated edges).

Jotta tuulivoimalan päästö on IEC 61400-14 mukaisen luottamusvälin sisällä, eli melupäästöarvo vastaa mallinnusohjeen 2/2014 vaatimuksen mukaista äänitehotason takuuarvoa (L_{WAd}, declared value), lisättiin ennen mallinnusta melupäästöön Lagerweyn meludokumentissa esitetty 1 dB epävarmuustaso (U_c). Mallinnuksessa käytetty äänitehotaso (L_{WA}) oli siis 106,7 dB + 1 dB = 107,7 dB.

Koska mainittu takuu ei koske terssikaistoja, on ennen pienitaajuisen melun laskentaa terssikaista-arvoihin tehty +2 dB korjaus, jolloin myös terssikaista-arvot vastaavat mallinnusohjeen mukaista takuuarvomäärittelyä. Korjauksen suuruus 2 dB on tavanomainen mittauksen kokonaisepävarmuustaso (U_c).

Tuulivoimaloiden tarkemmat akustiset tiedot on esitetty liitteessä 2.

Tuulivoimaloiden napakorkeus mallinnuksessa oli 190 m. Taulukossa 3 esitetyissä tuulivoimalaitoksen koordinaateissa Z-koordinaatti kertoo maaston korkeuden metreissä merenpinnan yläpuolella tuulivoimalan sijaintipaikalla. Sijoitussuunnitelmana käytettiin 13.3.2019 päivättyä suunnitelmaa.

Taulukko 3. Tuulivoimalaitoksen koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Nimi	X	Y	Z
1	433790	6956275	194
2	432629	6956260	188
3	434390	6956869	195
4	434256	6957575	183
5	431787	6957344	172
6	432521	6957914	166
7	432384	6957178	164
8	433260	6956780	181
9	433332	6957617	147

3.2 Melulaskenta

Melulaskennat tehtiin ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014 *"Tuulivoimaloiden melun mallintaminen"* raportin mukaisilla laskentaparametreilla ja -menetelmillä.

<u>Meluvyöhykelaskenta</u>

Melumallinnukset on tehty SoundPlan 8.0 -melulaskentaohjelmaa ja siihen sisältyvää ISO 9613-2 -melulaskentamallia käyttäen. SoundPlan-ohjelmistosta saa lisätietoa internet-sivustolta *www.soundplan.eu*.

Meluvyöhykelaskennat on tehty laskentapisteverkkoon ja ohjelma interpoloi melutasot laskentapisteiden välisille alueille. Esitetyt melutasot ovat suoraan mallinnuksen tuloksia, eikä niihin ole lisätty mitään mahdollisia häiritsevyyskorjauksia.

Taulukko 4. Meluvyöhyke- ja reseptoripistelaskennassa käytetyt parametrit.

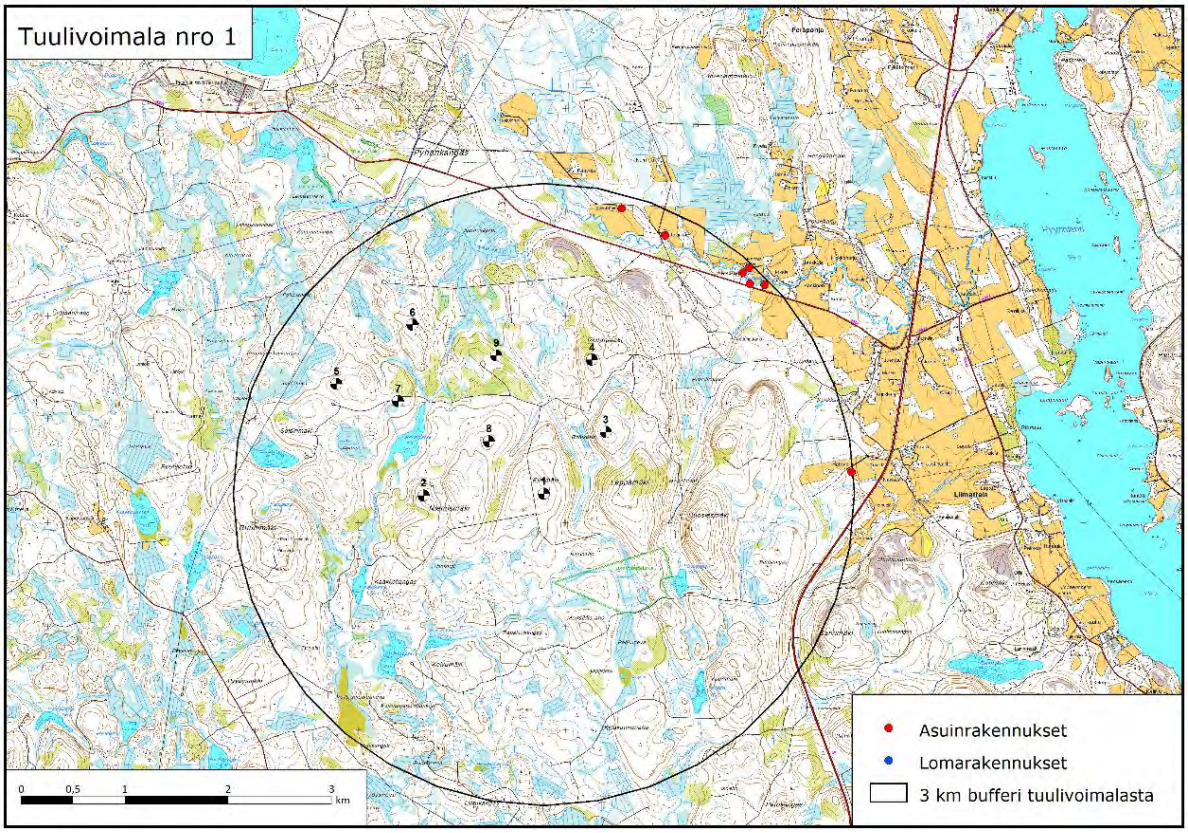
Laskentamalli	ISO 9613-2
Laskentaverkko	20 x 20 m välein 4 m korkeudella pinnasta
Laskentaetäisyys	max 5000 m melulähteestä
Heijastusten lukumäärä	3
Maanpinnan absorptio	maaperän vaikutuskerroin maa-alueella 0,4 (akustisesti puolikova) ja vesialueilla vaikutuskerroin 0 (akustisesti kova)
Ilman absorptio	standardin ISO 9316 mukainen
Äänen suuntaavuus ja vaimentuminen	vapaa avaruus
Ilmakehän stabiilius laskennassa / meteorologinen korjaus	0 neutraali – stabiili sääolosuhde
Sääolosuhteet	- ilmanpaine 1013,25 mbar - suhteellinen kosteus 70 % - lämpötila 15 °C

Reseptoripistelaskenta

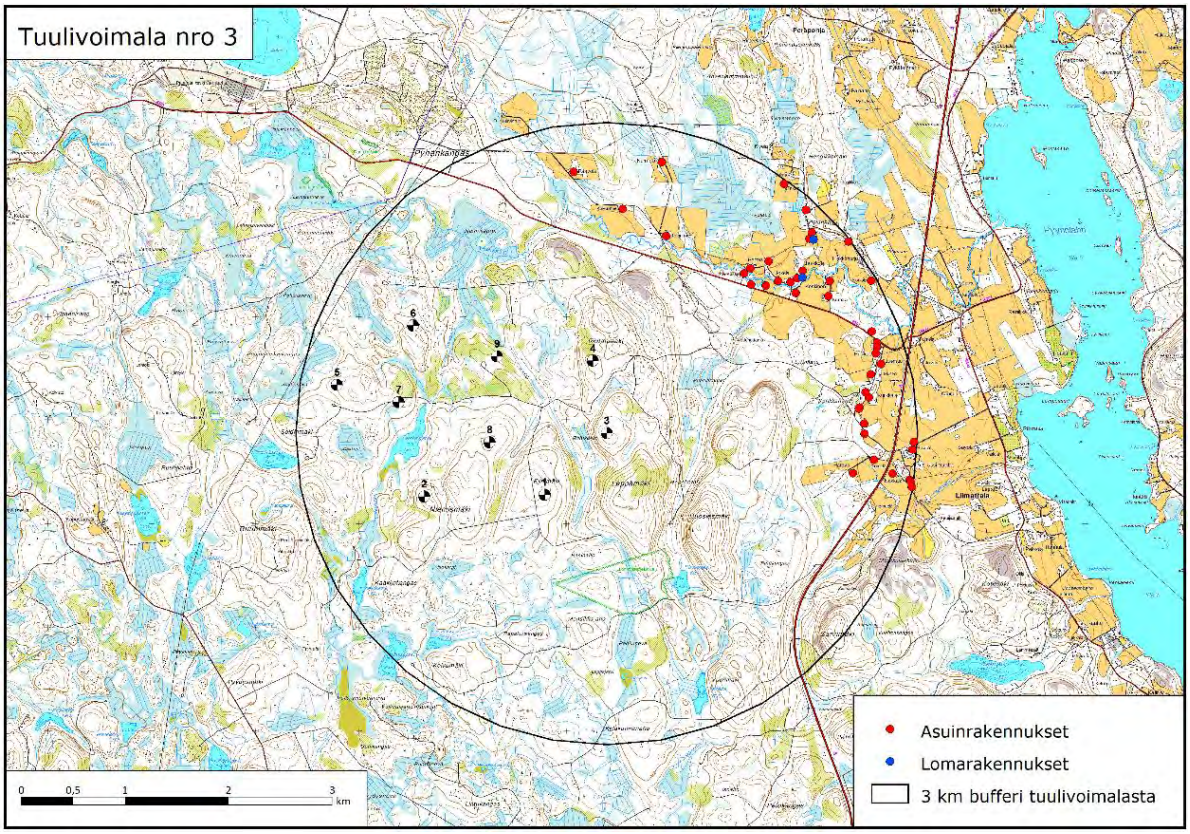
Suunniteltujen tuulivoimalaitosten ympäristössä sijaitsee kolmen kilometrin säteellä asuin- ja lomarakennuksia, joiden sijainnin korkeusero suhteessa 1-3 tuulivoimalaan on enemmän kuin 60 metriä. Kyseiset rakennukset on esitetty kuvissa 1-3. Ympäristöministeriön ohjeen (2/2014) mukaisesti näiden rakennusten kohdalle tehdyissä reseptoripistelaskennoissa korkeuserokorjattavien (voimalan perustus 60 m korkeammalla kuin rakennuksen maanpinta) tuulivoimaloiden melupäästöön tulee lisätä 2 dB.

Reseptoripistelaskenta tehtiin 8 asuin-/lomarakennuksen kohdalle. Reseptoreihin R1–R4 ei ole tarpeen tehdä korkeuserokorjausta. Reseptoreihin K1 ja K2 korjaus on tehty voimaloihin 1, 3 ja 4. Reseptoreihin K3 ja K4 korjaus on tehty voimaloihin 1 ja 3.

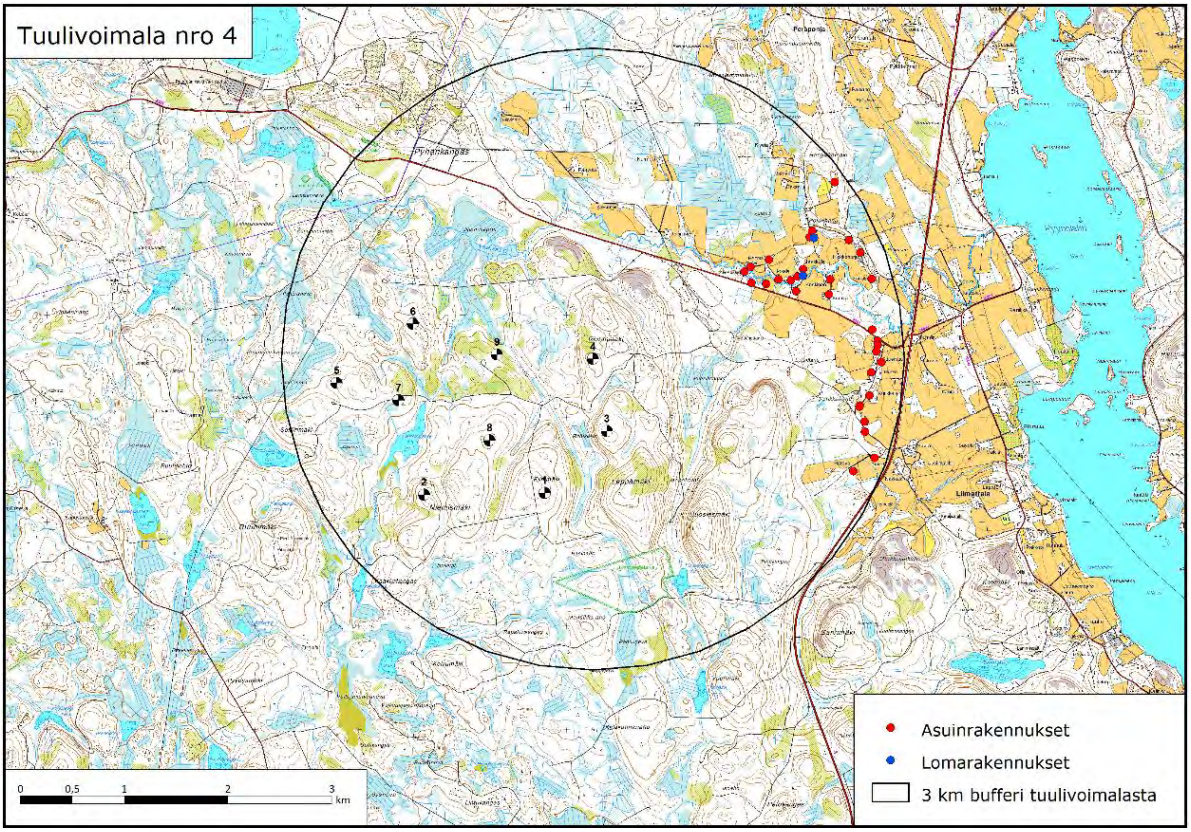
Meluvyöhykkeet on laskettu Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaisesti ilman melupäästön korjausta. Tällöin laskenta ei yliarvioi melutasoja niiden rakennusten kohdalla, jossa korkeusero on kaikkiin tuulivoimalaitoksiin alle 60 metriä. Korkeuserojen vuoksi tehtävien korjausten vaikutusta altistuvien kohteiden melutasoon arvioidaan reseptoripistelaskentojen kautta.



Kuva 1. Rakennukset jotka ovat 60 m alempana kuin voimalan 1 perustukset



Kuva 2. Rakennukset, jotka ovat 60 m alempana kuin voimalan 3 perustukset.



Kuva 3. Rakennukset, jotka ovat 60 m alempana kuin voimalan 4 perustukset.

Pienitaajuisen melun laskenta

Pienitaajuisen melun (20-200 Hz) tarkastelu tehtiin YM:n ohjeessa 2/2014 esitetyn mukaisesti. Taajuuspainottamattomien terssikaistakohtaisten melutasojen laskenta tehtiin 8 reseptoripisteeseen (R1-R4 ja K1-K4). Laskennoissa tehtiin korkeuserokorjaus tarvittaviin voimaloihin.

Rakennusten sisälle aiheutuvia pienitaajuisia melutasoja arvioitiin Turun ammattikorkeakoulun tekemässä *"Pientalojen ääneneristävyys ympäristömelua vastaan taajuuksilla 5–5000 Hz -infraäänitutkimus, Keränen et. al."* tutkimuksessa esitettyjen pientalojen julkisivun äänitasoeroarvojen avulla.

3.3 Maastomalli

Laskennassa käytetty maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen Korkeusmalli 2 m — aineistosta. Laskennassa ei huomioitu rakennuksia.

Mallissa ei ole huomioitu metsäkasvillisuutta melua vaimentavana tekijänä. Metsäkasvillisuus (puusto yms.) voi vaimentaa melua, mikäli kasvillisuusvyöhyke on riittävän korkea ja syvyys on suuri. Ympäristömeluarvioinneissa kasvillisuuden vaikutusta ei kuitenkaan pääsääntöisesti oteta huomioon, koska kasvillisuusvyöhykkeiden pysyvyydestä ei voida olla varmoja (esim. puuston avohakkuut). Laskentamallien kyvystä huomioida luotettavasti puuston vaikutusta melun etenemiseen ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa.

4. TULOKSET

4.1 Meluvyöhyke- ja reseptoritulokset

Laskennalliset tuulivoimamelun meluvyöhykkeet (A-painotettu keskiäänitaso) on esitetty melukartassa liitteessä 1. Melukarttaan on merkitty rakennukset värikoodein Maanmittauslaitoksen tietojen pohjalta.

Mallinnustulokset ovat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulivoimalaitokset tuottavat suurimman mahdollisen melupäästön koko päivä- tai yöajan ja myötätuuliolosuhde vallitsee samanaikaisesti kaikkiin ilmansuuntiin.

Taulukossa 5 on esitetty mallinnetut ulkomelutasot kuvassa 1 esitetyissä reseptoripisteissä.

Taulukko 5. Keskiäänitasot reseptoripisteissä .

Reseptori	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2 dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L_{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L_{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L_{Aeq} (dB)
R1	-	33,4	-	-
R2	-	35,0	-	-
R3	-	33,1	-	-
R4	-	34,6	-	-
K1	1, 3 ja 4	27,8	29,5	1,7
K2	1, 3 ja 4	32,1	33,6	1,5
K3	1 ja 3	34,1	34,6	0,5
K4	1 ja 3	33,9	34,3	0,4

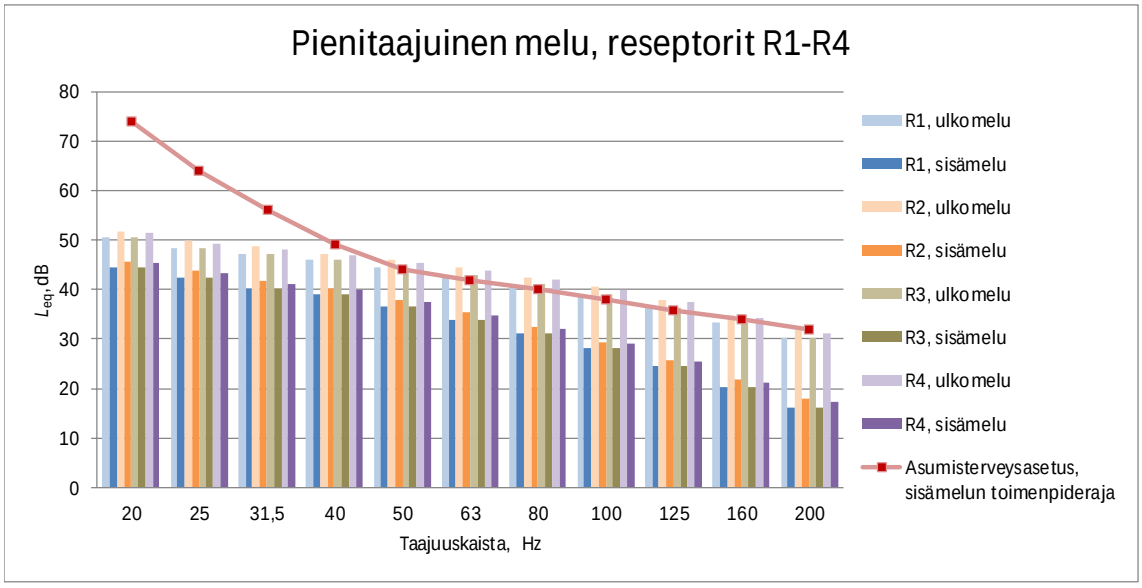
Käytännöllisesti katsoen kaikki tavanomaiset rakenteet täyttävät 20 dB:n eristävyysvaatimuksen (RIL 129-2009 Ääneneristyksen toteuttaminen). Reseptoreihin lasketut ulkomelutasot ovat 30-35 dB:n välillä, joten arvio sisämelutasosta on 10-15 dB.

4.2 Pienitaajuinen melu

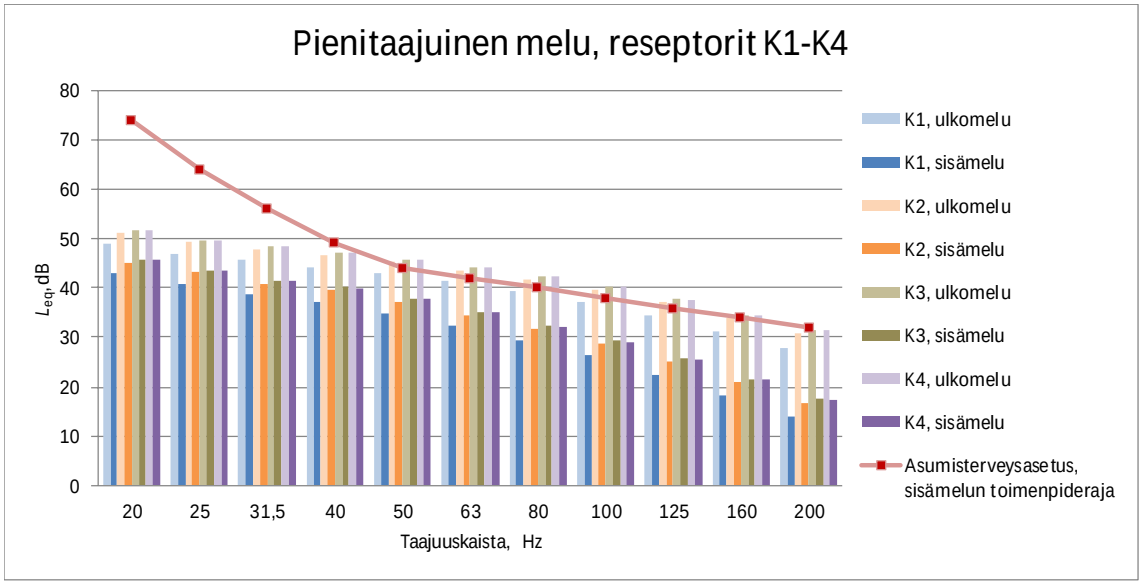
Suunnitellun tuulivoimalaitoksen aiheuttamaa pienitaajuista melua tarkasteltiin reseptoripisteisiin R1-R4 ja K1-K4.

Taulukko 6. Lineaariset terssikaistakohtaiset äänitasot reseptoripisteissä ulkona.

Taajuus-kaista, Hz	Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Ulkomelu L_{Leq}, dB	R1	50	48	47	46	45	43	41	39	36	33	30
	R2	52	50	49	47	46	44	42	40	38	35	32
	R3	50	48	47	46	45	43	41	39	36	33	30
	R4	51	49	48	47	45	44	42	40	37	34	31
	K1	49	47	46	44	43	41	39	37	35	31	28
	K2	51	49	48	47	45	44	42	40	37	34	31
	K3	52	50	48	47	46	44	42	40	38	34	32
	K4	52	50	48	47	46	44	42	40	38	34	31
Asumisterveysasetuksen yöajan sisämelun toimenpideraja		*74*	*64*	*56*	*49*	*44*	*42*	*40*	*38*	*36*	*34*	*32*



Kuva 4. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoreiden R1-R4 osalta.



Kuva 5. Pienitaajuisen melun laskentatulokset reseptoreiden K1-K4 osalta.

Verrattaessa laskentatuloksia Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisiin pienitaajuisen melun yöajan toimenpiderajoihin, ovat reseptoripisteiden kohdalla olevien rakennusten ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot (ΔL) enimmillään taulukossa 7 esitetyn mukaiset.

Taulukko 7. Rakennusten ulkovaipalta vaadittavat äänitasoerot

Reseptori	Taajuusalue	Vaadittava äänitasoero
R1	50-100 Hz	1 dB
R2	50-160 Hz	1-2 dB
R3	50-100 Hz	1 dB
R4	50-125 Hz	1-2 dB
K1	-	-
K2	50-125 Hz	1-2 dB
K3	50-125 Hz	2 dB
K4	50-125 Hz	2 dB

Kun huomioidaan ulkoseinän ääneneristävyys *"Pientalojen ääneneristävyys ympäristömelua vastaan taajuuksilla 5–5000 Hz -infraäänitutkimus"* julkaisussa esitetyn mukaisesti, alittavat terssikohtaiset melutasot toimenpiderajat jokaisessa reseptoripisteessä kaikkien terssikaistojen osalta.

Tulokset osoittavat, että ympäristön rakennusten kohdalla normaalia rakentamistapaa vastaava ilmaääneneristys riittää vaimentamaan tuulivoimalaitosten pienitaajuisen melun toimenpiderajojen alle. Tulosten perusteella voidaan myös todeta, että pienitaajuinen melu alittaa toimenpiderajat myös kauempana tuulivoimaloita, koska laskennan periaatteiden mukaan pienitaajuinen melu vaimenee etäisyyden kasvaessa.

5. TULOSTEN TULKINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Melun erityspiirteet ja häiritsevyyskorjaukset

Valtioneuvoston asetuksessa 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutasoista ei mallinnusvaiheessa edellytetä korjauksia tai kannanottoa mahdollisesta impulssimaisuudesta tai kapeakaistaisuudesta. Mahdollinen häiritsevyyskorjaus +5 dB tehdään valvonnan yhteydessä tehtävään mittaustulokseen, mikäli melun todetaan olevan kapeakaistaista ja/tai impulssimaista. Impulssimaisuuden ja kapeakaistaisuuden määrittäminen mittaustuloksesta tehdään YM:n ohjeessa *"Tuulivoimaloiden melutason mittaaminen altistuvassa kohteessa"* 4/2014 esitetyn mukaisesti.

1107/2015 asetus ei sisällä korjausta merkityksellisestä sykinnästä (EAM, Excess amplitude modulation), koska sen määrittämiseen ei ole standardisoitua menetelmää. Tavanomainen tuulivoimalan äänitason vaihtelu (NAM, Normal amplitude modulation) on osa tuulivoimalaitoksen toimintaa ja sisältyy ohjearvoihin.

5.2 Melutasot verrattuna ohjearvoihin

YM:n mallinnusohjeen (2/2014) mukaan ohjearvovertailussa ei huomioida epävarmuutta, kun laskenta tehdään ohjeessa mainituilla parametreilla ja käyttäen valmistajan takaamia melupäästöarvoja (declared value tai warranted level). Tällöin melupäästön takuuarvoon on sisällytetty koko laskennan epävarmuus. Tässä mallinnuksessa on käytetty mallinnusohjeen tarkoittamaa takuuarvoa.

Mallinnuksen mukaan ulkomelutaso alittaa Valtioneuvoston asetuksen 1107/2015 ulkomelun päiväajan ohjearvon 45 dB ja yöajan ohjearvon 40 dB kaikkien hankealueen ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

Valtioneuvoston asetuksessa velvoitetaan noudattamaan sisätilojen melun osalta Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuja sisätilojen melun toimenpiderajoja. Tuulivoiman ulkomelun ohjearvoilla pyritään varmistamaan sisämelun osalta sallittujen arvojen täyttyminen.

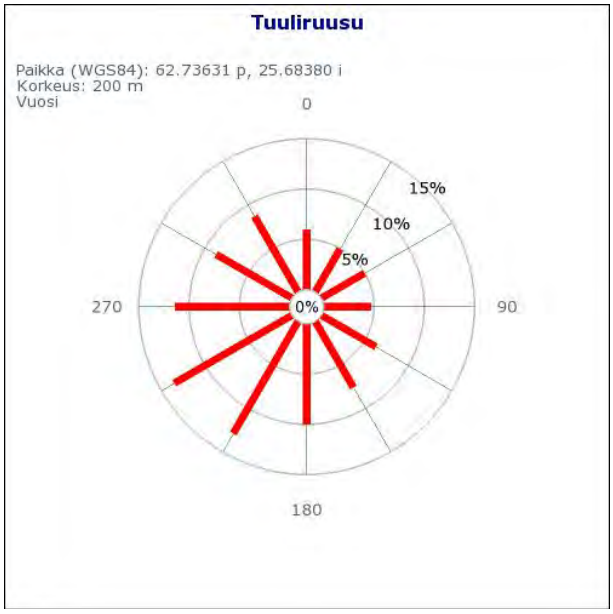
Sisätiloihin arvioidut pienitaajuiset melutasot alittavat sisätiloihin annetut 545/2015 mukaiset toimenpiderajat ympäristön rakennusten kohdalla.

Arvioidut sisämelun kokonaistasot ovat 545/2015 sisämelun toimenpiderajan $L_{Aeq\ 1h}$ 25 dB alle.

5.3 Alueen tuuliolosuhteet ja niiden vaikutukset meluun

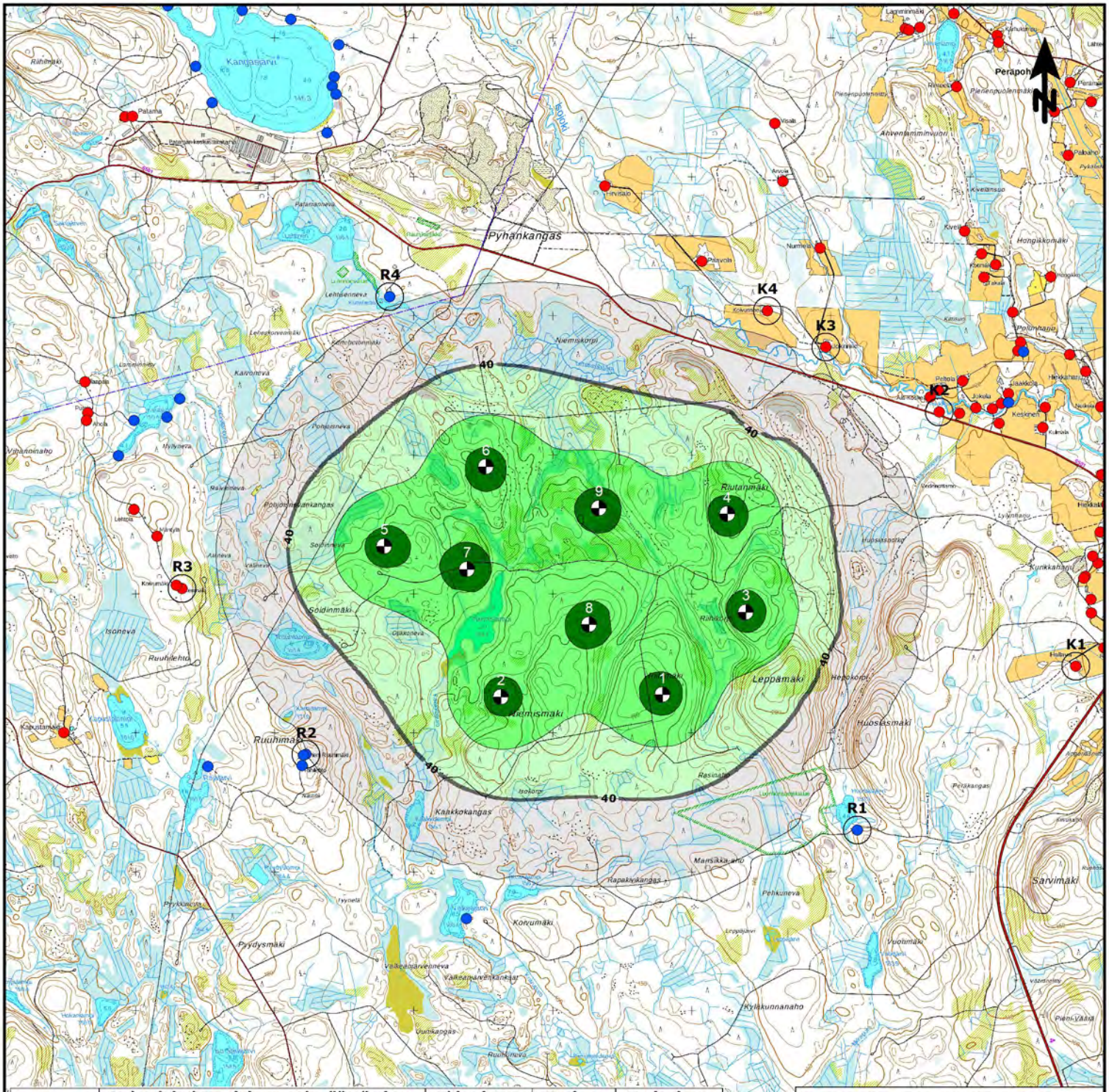
Tuuliolosuhteet vaikuttavat tuulivoimalaitoksen meluntuottoon. Tyypillisesti tuulivoimalaitosten meluntuotto ei kasva lineaarisesti tuulennopeuden mukana, vaan äänitehotason voimistuminen pysähtyy tai äänitehotaso saattaa pienentyä tuulen nopeuden kasvaessa.

Tuulennopeus vaihtelee päivä- ja yöaikana ja hetkittäinen äänitaso vaihtelee sen mukaisesti. Mallinnuksen tulokset vastaavat keskiäänitasoja tilanteessa, jossa tuulennopeus on koko päivä- tai yöajan erittäin voimakasta ja voimalat tuottavat suurimman melupäästön. Todellinen päivä- ja yöajan keskiäänitaso laitosten ympärillä riippuu tarkastelujakson tuulisuudesta ja muista sääolosuhteista.



Kuva 6. Tuuliruusu Suomen Tuuliatlaksesta.

Mallinnuksessa oletetaan olevan myötätuuli tuulivoimaloista kaikkiin ilmansuuntiin. Koska alueen vallitseva tuulensuunta on lounaan suunnasta, toteutuu mallinnuksen mukainen melutaso useimmin hankealueen koillispuolella. Vastaavasti hankealueen lounaispuolella mallinnuksen mukaisten melutasojen esiintyminen on harvinaisempaa.



Reseptori	Voimalaitokset, joissa melupäästön korjaus (+2 dB) korkeuseron perusteella	Ei korjattu, L_{Aeq} (dB)	Korjaus tehty, L_{Aeq} (dB)	Korjauksen vaikutus, L_{Aeq} (dB)
R1	-	33,4	-	-
R2	-	35,0	-	-
R3	-	33,1	-	-
R4	-	34,6	-	-
K1	1, 3 ja 4	27,8	29,5	1,7
K2	1, 3 ja 4	32,1	33,6	1,5
K3	1 ja 3	34,1	34,6	0,5
K4	1 ja 3	33,9	34,3	0,4

Pohjakartta © Maanmittauslaitos

- Asuinrakennukset (MML)
- Lomarakennukset (MML)
- Tuulivoimalat
- Yöajan ohjearvo 40 dB
- Reseptori

RAMBOLL

Energiequelle GmbH
Liimattala, Äänekoski
Melumallinnus

Meluvyöhykkeet L_{Aeq}

Laskentamalli ISO 9613-2
Laskentakorkeus mp +4 m

layout 13.3.2019

Lagerwey L147-4.3MW standard mode (SE)
-HH 190 m
-L_{WA} 106,7 dB + Uc 1 dB = 107,7 dB

Äänitaso dB(A)

50 <			
45 <		<=	50
40 <		<=	45
35 <		<=	40
		<=	35

Mittakaava (A4) 1:40000

0 1 2 km

18.4.2019 RUHA

Liite 1

Laatija: Arttu Ruhanen, Ramboll Finland Oy
Päivämäärä: 23.4.2019

Hankevastaava: Energiequelle GmbH
Hankealue: Liimattala, Äänekoski

Tuulivoimaloiden perustiedot ja akustiset tiedot

Tuulivoimalan valmistaja:	Tyyppi:	Sarjanumero:	
Lagerwey	L147-4.3MW	-	
Nimellisteho:	Napakorkeus:	Roottorin halkaisija:	Tornin tyyppi:
4,3 MW	190 m	147 m	-

Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun

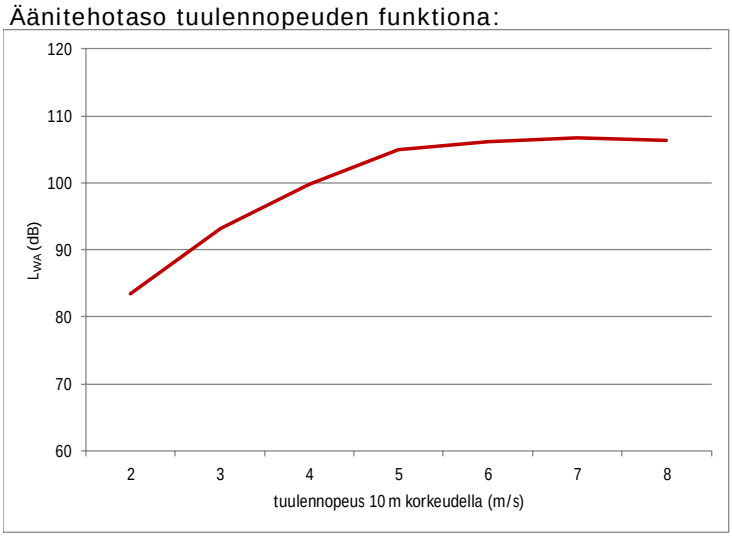
Lapakulman säätö:	Pyörimisnopeus:	Muu, mikä:
☐ Kyllä	☐ Kyllä	Eri vaimennusmoodeja raportoitu
☐ Ei	☐ Ei	menetelmää ei ole raportoitu
☑ Ei ilmoitettu	☑ Ei ilmoitettu	

Suurin äänitehotaso L_{WA} :

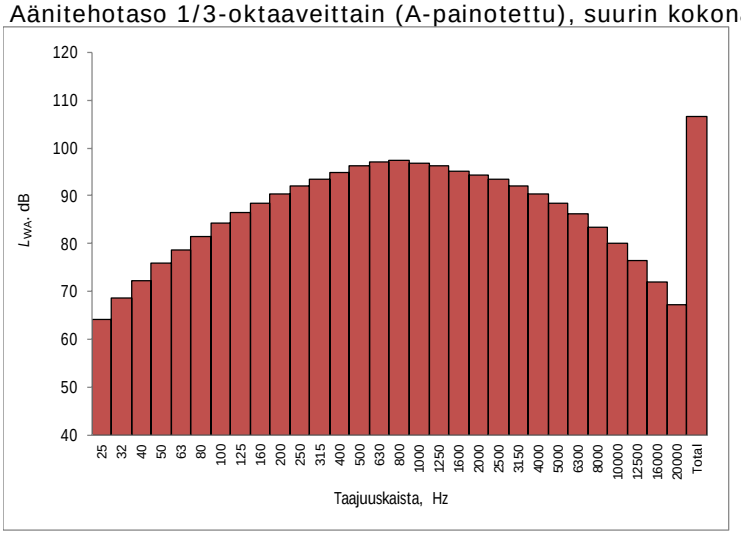
106,7 dB standard mode, serrated edges laskennassa lisätty + 1 dB pienitaajuisen laskennassa + 2 dB ☑ Tunnus-/takuuarvo

Lähdedokumentti:
Data curves L147-4.3MW SE; Document number: SD291ENR0; 13.4.2018

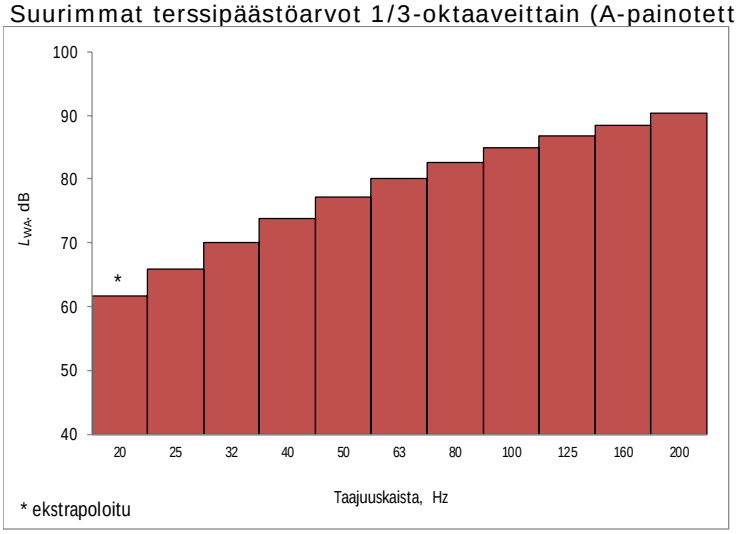
Äänitehotaso tuulennopeuden funktiona:



Äänitehotaso 1/3-oktaaveittain (A-painotettu), suurin kokonaisäänitehotaso:



Suurimmat terssipäästöarvot 1/3-oktaaveittain (A-painotettu) pienillä taajuuksilla:



Melun erityspiirteiden mittaus ja havainnot:

Kapeakaistaisuus / Tonaalisuus	Impulssimaisuus	Merkityksellinen sykintä (amplitudimodulaatio)
☐ Kyllä	☐ Kyllä	☐ Kyllä
☐ Ei	☐ Ei	☐ Ei
☑ Ei ilmoitettu	☑ Ei ilmoitettu	☑ Ei ilmoitettu

Vastaanottaja
Energiequelle GmbH

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
16.5.2019

Viite
1510047865

LIIMATTALAN TUULIVOI-MAHANKE, ÄÄNEKOSKI
VÄLKEMALLINNUS

RAMBOLL

LIIMATTALAN TUULIVOIMAHANKE, ÄÄNEKOSKI
VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä	16.5.2019
Laatija	Arttu Ruhanen
Tarkastaja	Ville Virtanen

Tuulivoimahankkeen välkemallinnus

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 04/2019 aineistoa.

Viite 1510047865

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
T +358 20 755 611
F +358 20 755 7801
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Vertailuarvot	1
3.	Vaikutusmekanismit	1
4.	Mallinnusmenetelmä ja lähtötiedot	2
4.1	Mallinnusohjelma ja laskentamalli	2
4.2	Välkelaskenta	2
4.3	Laskentojen epävarmuus	3
4.4	Maastomalli	3
4.5	Tuulivoimalatiedot	3
5.	Mallinnustulokset	4
6.	Yhteenveto ja johtopäätökset	4
	LÄHTEET	5

LIITTEET

Liite 1	Real Case -laskennalliset välkevyöhykkeet
Liite 2	Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista resepto-ripisteissä

1. YLEISTÄ

Energiequelle GmbH suunnittelee tuulivoimapuiston sijoittamista Äänekosken Liimattalan alueelle.

Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää suunniteltujen tuulivoimalaitosten aiheuttamaa liikkuvan varjostuksen (Shadow flicker) vaikutukset ympäristöselvitystä varten, joka tehdään YVA-menettelyn soveltamispäätöksen laatimista varten. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Energiequelle GmbH:n toimeksiannosta, josta yhteyshenkilö on ollut Tore Regnell. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Rambollissa ins. (AMK) Arttu Ruhanen.

2. VERTAILUARVOT

Tuulivoimaloista aiheutuvalle välkkeelle ei ole määritelty Suomessa raja- tai ohjearvoja. Ympäristöministeriön julkistamassa Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaassa suositellaan käyttämään apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. [1]

Eri maissa on annettu suunnitteluarvoja tai raja-arvoja välkkeen määrälle asutukselle tai muille altistuville kohteille. Saksassa on annettu ohjeistus (WEA-Schattenwurf-Hinweise) mallintamiseen sekä raja-arvot maksimivälketilanteessa sekä todellisessa tilanteessa [2]. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen [3]. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuinen todellinen välkemäärä tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin vuodessa [4].

Taulukko 1. Esimerkkejä muiden maiden suosituksista ja raja-arvoista välkkeen esiintymiselle.

Maa	Real Case	Worst Case
Saksa	8 tuntia/vuosi	30 tuntia/vuosi 30 min/päivä
Ruotsi	8 tuntia/vuosi 30 min/päivä	-
Tanska	10 tuntia/vuosi	-

3. VAIKUTUSMEKANISMIT

Toiminnassa olevat tuulivoimalat voivat aiheuttaa liikkuvaa varjoa eli välkettä ympäristöönsä, kun auringon säteet suuntautuvat tuulivoimalan lapojen takaa tiettyyn katselupisteeseen. Tällöin roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon ja varjojen liikkumisnopeus riippuu roottorin pyörimisnopeudesta.

Välkevaikutus syntyy sääolojen, vuodenajan ja vuorokauden ajan mukaan, joten välkettä on havaittavissa tietyssä katselupisteessä vain tiettyjen valaistusolosuhteiden täyttyessä ja tiettyinä aikoina vuorokaudesta ja vuodesta. Välkettä ei esiinny, kun aurinko on pilvessä, tai kun tuulivoimala ei ole käynnissä, tai auringon asema on välkkeen muodostumiselle epäedullinen. Myös tuulen suunnalla on vaikutusta varjon muodostukselle. Poikittain aurinkoon oleva voimala aiheuttaa erilaisen varjon kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

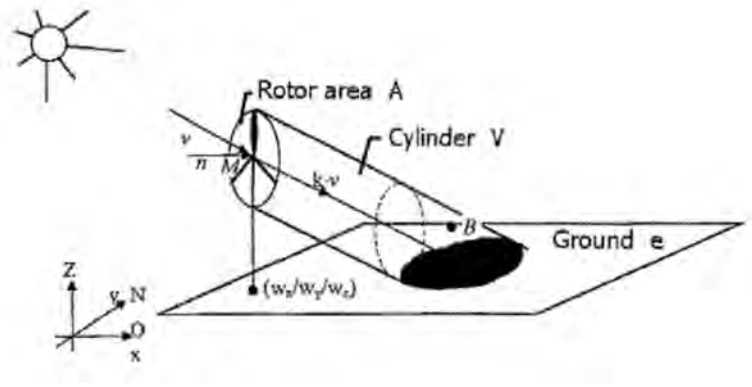
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan muodosta sekä alueellisista sääolosuhteista ja maasto-olosuhteista (metsä, mäki jne.).

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 3.0 -ohjelman Shadow-moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta *http://www.emd.dk/* löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

Ohjelmalla voidaan tehdä kahdentyyppisiä laskentoja, ns. pahin tilanne (*Worst Case)* ja todellinen tilanne (*Real Case)* -laskelmia. Välkevyöhykekartan lisäksi ohjelmalla voidaan laskea yksittäisiin reseptoripisteisiin kohdistuvaa välkevaikutusta.



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue. [5]

4.2 Välkelaskenta

Laskentapisteiden väliseksi etäisyydeksi määritettiin 10 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 1,5 metriä. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeistuksen (joka on yleisesti käytössä oleva laskentatapa) mukaan välkevaikutusta laskettaessa auringonpaistekulman raja horisontista on kolme astetta, jonka alle menevää auringon säteilyä ei oteta huomioon ja laskennassa roottorin lavan tulee peittää vähintään 20 % auringosta [2]. Laskenta tehtiin 1 minuutin tarkkuudella.

Mallinnuksissa ei huomioida puuston ja rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta, jotka voivat rajoittaa merkittävästi välkkeen esiintyvyyttä maanpinnan tasolla.

Worst Case –laskenta antaa teoreettisen maksimivälkemäärän. Laskenta olettaa auringon paistavan koko ajan (auringonlaskusta auringonnousuun) ja tuulivoimaloiden oletetaan käyvän koko ajan sekä tuulen suunnan seuraavan aurinkoa siten, että välkettä syntyy tarkastelupisteeseen aina maksimaalinen määrä. Worst Case -laskennan vuosiarvot eivät siten vastaa tulevaa todellista vuosittaista välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympäristössä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot tekemällä Worst case -tuloksista vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen. Auringonpaisteisuustietoina käytettiin Ilmatieteen laitoksen Jyväskylän lentoaseman sääaseman keskiarvoisia arvoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuinen toiminta-aika 96 % perustuu Suomen Tuuliatlaksen tietoihin hankealueelta. Toiminta-aikaa laskettaessa on oletettu, että tuulivoimalat toimivat tuulen nopeuden ollessa napakorkeudella vähintään 3 m/s [7].

Taulukko 2. Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit päivässä eri kuukausina.

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
0,94	2,61	4,06	6,23	8,26	8,23	8,48	6,42	4,00	1,90	0,83	0,45

Taulukko 3. Real Case -laskennassa käytetty vuotuinen toiminnallinen aika (tuntia vuodessa) tuulensuuntasektoreittain

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
507	414	395	371	500	635	865	1114	1162	975	735	732	8404

Real Case -välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja myös yksittäisiin reseptoripisteisiin hankealueen ympäristössä, joiden sijainnit on esitetty liitteenä olevassa välkevyöhykekartassa.

4.3 Laskentojen epävarmuus

Koska Worst Case -laskenta perustuu auringon asemaan suhteessa tuulivoimalaitokseen ja tarkastelupisteeseen, voidaan laskennan tarkkuutta pitää hyvinkin luotettavana, kun määritetään välkkeen mahdollisia esiintymisajankohtia. Kun tarkoituksena on ennustaa todellista välkkeen esiintyvyyttä alueella vuoden aikana, ei Worst Case -mallinnus vastaa todellisuutta.

Real Case –mallinnuksessa käytetään keskimääräisiä auringonpaisteisuustietoja ja Tuuliatlaksen mukaan määritettyjä tuulen suuntien toiminnallisia aikoja. Mallinnuksen mukainen Real case -tulos kuvaa tavanomaisen vuoden tilannetta. Välkevaikutusten todellinen tilanne siis vaihtelee eri vuosina, koska välkkeen esiintyminen tietyssä katselupisteessä tietyllä hetkellä edellyttää, että

- aurinko paistaa tuulivoimalaitosten roottorin takaa tarkastelupisteeseen
- tuulivoimala pyörii ja tuulivoimalan roottorin asento mahdollistaa liikkuvan varjon syntymisen takana olevaan tarkastelupisteeseen
- ilman kirkkaus mahdollistaa varjon syntymisen

Real Case -mallinnuksessa tuotetaan paras mahdollinen ennuste tulevasta välketilanteesta alueella. Mallissa ei kuitenkaan huomioida rakennusten ja puuston peitevaikutusta. Jos tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia.

4.4 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan korkeusaineistolla, jossa korkeuskäyrät ovat 2,5 metrin välein. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.5 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin 9 tuulivoimalaitosta 13.3.2019 päivätyn layoutin mukaisilla sijainneilla. Mallinnus tehtiin Enercon E-160 tuulivoimalamallilla, jonka napakorkeus on 190 metriä ja roottorin halkaisija 160 metriä eli kokonaiskorkeus oli 270 metriä. Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen. Laitosmallille käytettiin seuraavia lapatietoja:

- Max blade width = 4,4 m
- Blade width for 90 % radius = 1,2 m

Dimensioiden mukaan mallinnusohjelma laskee maksimivälke-etäisyydeksi n. 1 900 m.

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

Tunnus	E / lon	N / lat
1	433790	6956275
2	432629	6956260
3	434390	6956869
4	434256	6957575
5	431787	6957344
6	432521	6957914
7	432384	6957178
8	433260	6956780
9	433332	6957617

5. MALLINNUSTULOKSET

Real Case –laskennan mukainen välkekartta on esitetty liitteessä 1. Vuotuinen välketuntien määrä alittaa 8 h/v kaikkien ympäristön asuintalojen ja lomarakennusten kohdalla.

Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja reseptoripisteisiin, joiden sijainnit on esitetty liitteenä 1 olevassa välkekartassa. Reseptoripistekohtaiset Real Case välkemäärät on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskennan tulokset

Reseptoripiste	Real Case, tuntia vuodessa
R1	2:01
R2	0:00
R3	6:14
R4	4:07
R5	3:02
R6	1:05
R7	3:09

Välkkymisen mahdollinen ajankohta reseptoripistekohtaisena kalenterina on esitetty liitteessä 2. Ajankohdat on esitetty kalentereissa teoreettisina maksimivälkeaikoina.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin yhdeksän Äänekosken Liimattalan alueelle suunnitellun tuulivoimalan välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Mallinnus tehtiin laitosmallilla, jonka napakorkeus on 190 m ja roottorin halkaisija 160 m.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan hankealueen ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla vuotuinen välkemäärä on alle 8 h (rajana Saksassa ja Ruotsissa).

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta. Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi. Puustoa tai ympäristön asuin- ja lomarakennuksia ei ole huomioitu mallissa. Rakennusten ohella myös puustovyöhykkeet rajoittavat välkevaikutuksia ympäristössä, mutta puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella, jolla tuulivoimala pysäytetään tarvittaessa. Järjestelmän avulla välkkeen muodostumista tietyssä kohteessa monitoroidaan voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla, jotka laskevat muodostumisen mahdollisuutta tietyssä suunnassa valoisuuden ja roottorin asennon mukaan.

LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016

2. Hinweise zur Ermittlung und Beurtelung der optischen Immissionen von Windenergianlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise

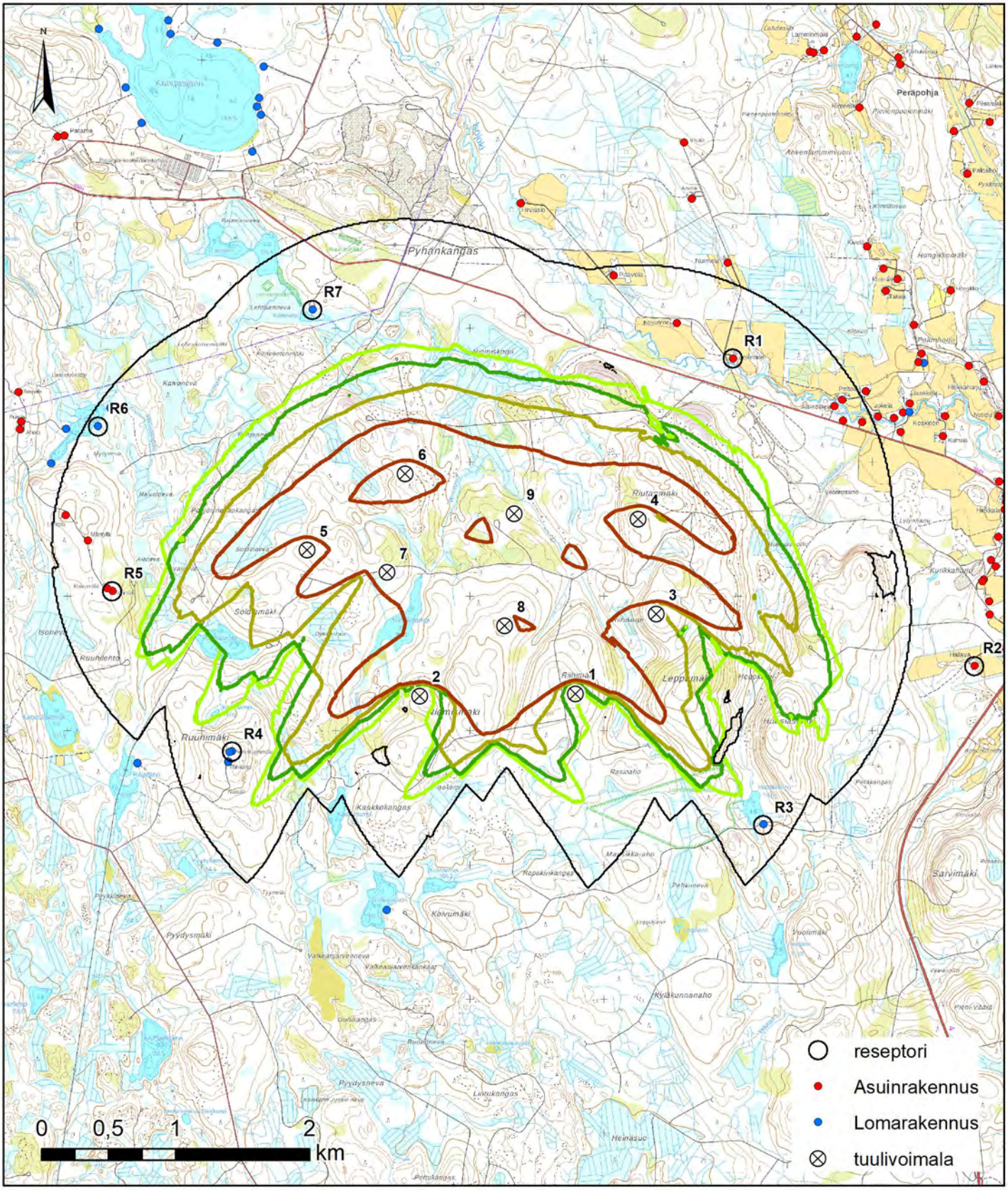
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009

4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015

5. WindPRO 3.0 User Manual

6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja 2012:1

7. Suomen Tuuliatlas



Liite 1

RAMBOLL

Energiequelle GmbH
Liimattala, Äänekoski

Layout 13.3.2019

Välkemallinnus
(WindPro 3.0)

-napakorkeus (HH) 190 m
-roottorin halkaisija (RD) 160 m
-maksimivälke-etäisyys (max dist.) 1900 m

Välketuntia vuodessa
Real Case -mallinnus

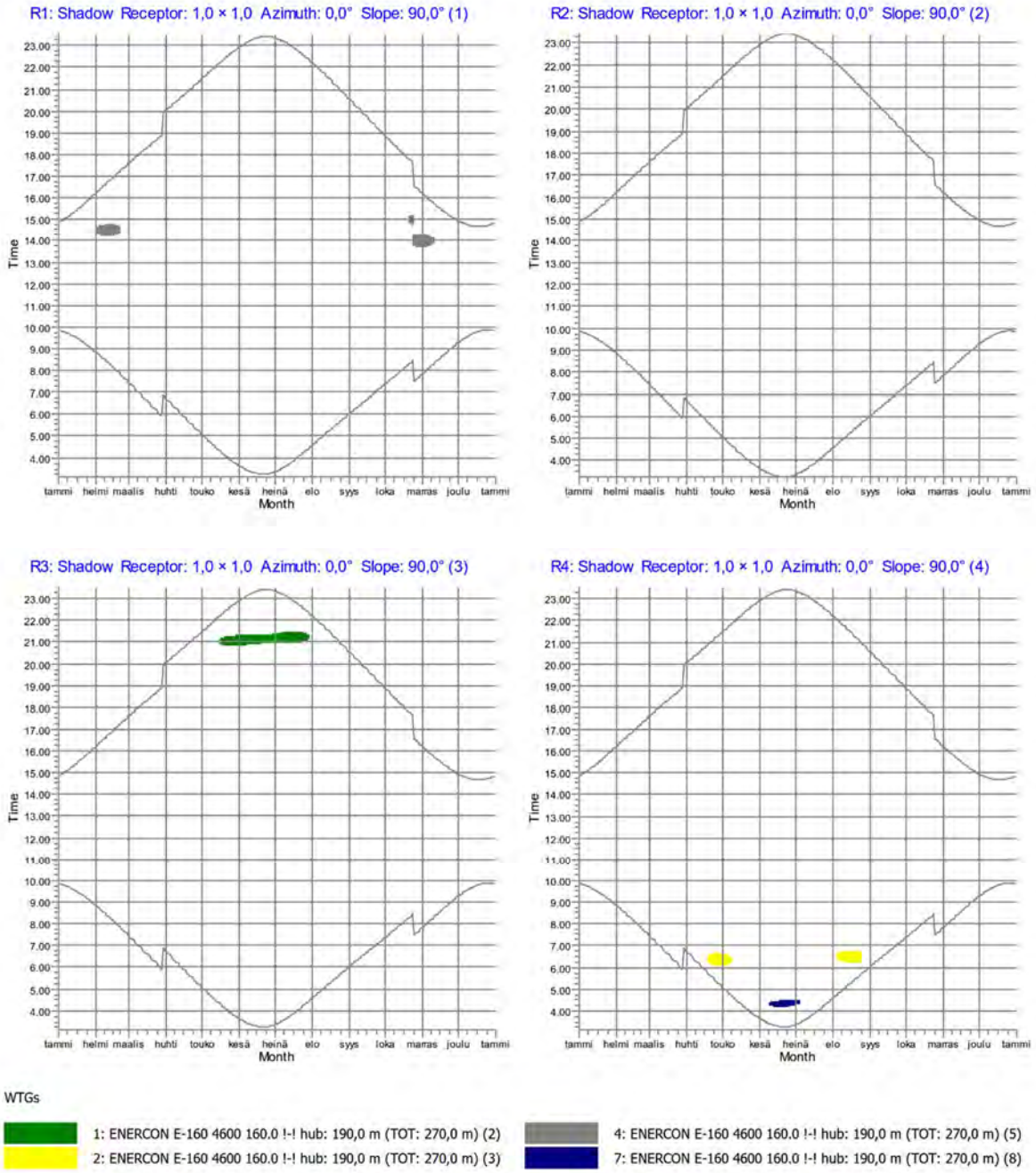
- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

A.Ruhanen 18.4.2019

LIITE 2 (1/2), AJANKOHTAKAAVIOT

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Res H190 D160 2019-03-13

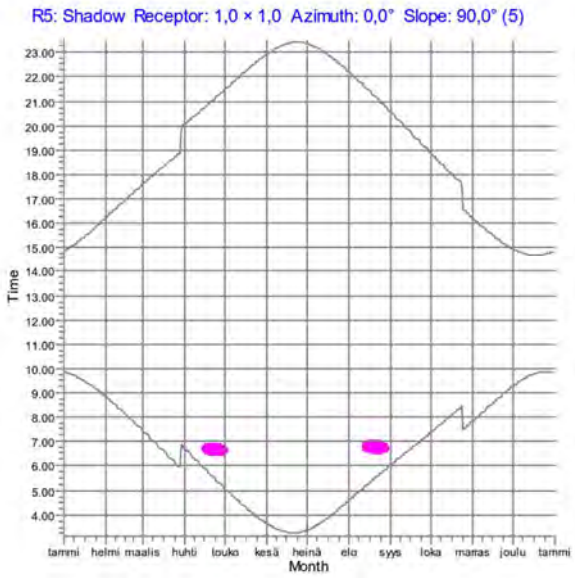


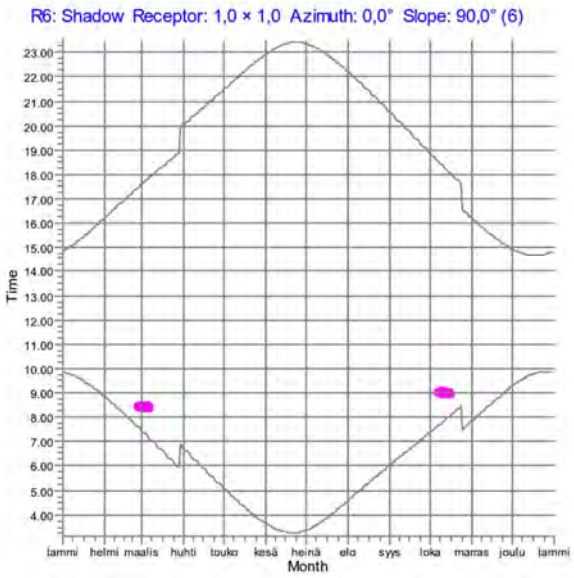
Vuoden – ja kellonajat, jolloin välkettä voi teoriassa esiintyä määritellyissä reseptoripisteissä. Kaavioissa ei ole otettu huomioon tuulettomia tai pilvisiä päiviä. Välkettä aiheuttavat voimalat on esitetty eri värillä.

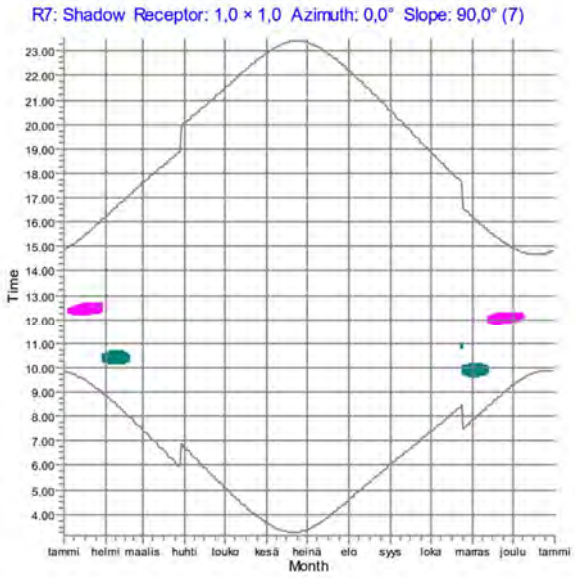
LIITE 2 (2/2), AJANKOHTAKAAVIOT

SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Res H190 D160 2019-03-13







WTGs

5: ENERCON E-160 4600 160.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 270,0 m) (6)

6: ENERCON E-160 4600 160.0 !-! hub: 190,0 m (TOT: 270,0 m) (7)

Vuoden – ja kellonajat, jolloin välkettä voi teoriassa esiintyä määritellyissä reseptoripisteissä. Kaavioissa ei ole otettu huomioon tuulettomia tai pilvisiä päiviä. Välkettä aiheuttavat voimalat on esitetty eri värillä.