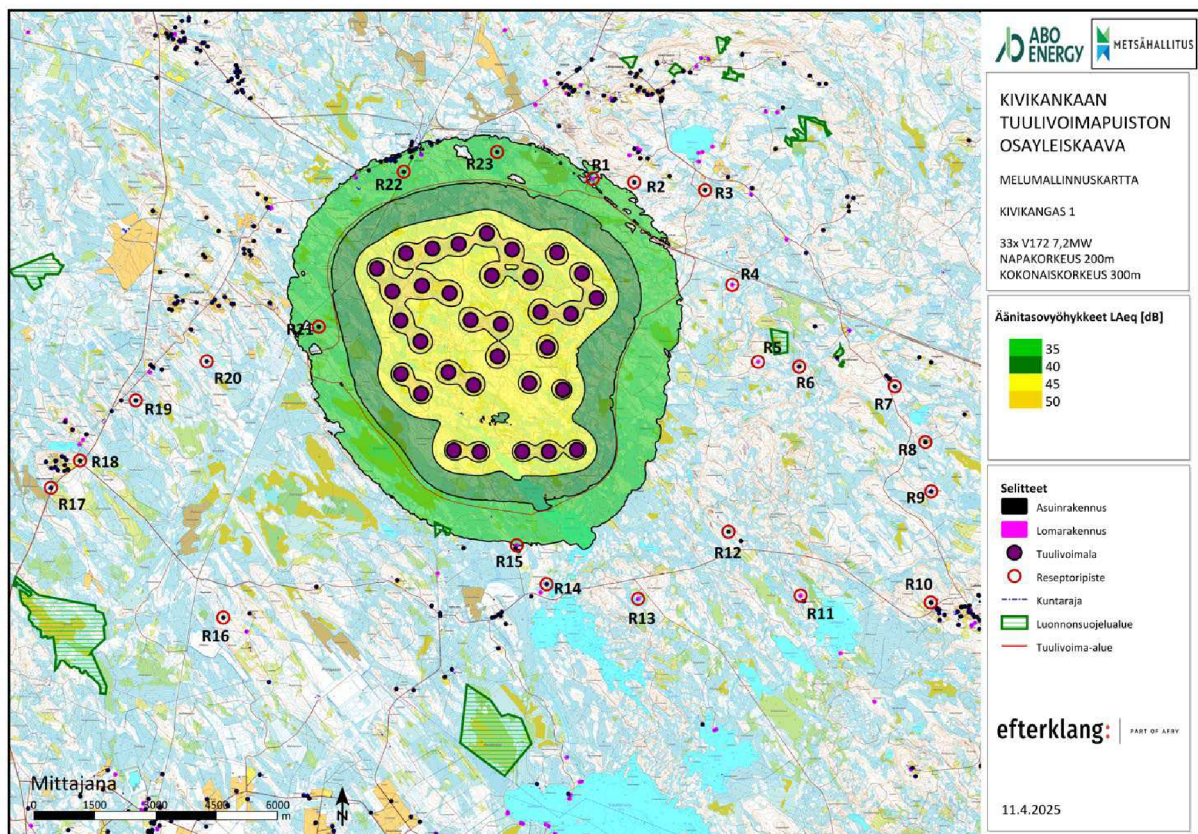


TIIVISTELMÄ

ABO Energy Suomi Oy suunnittelee yhteistyössä Metsähallituksen kanssa tuulivoimapuiston rakentamista Kajaanin kaupunkiin Murtomäen ja Lehtovaaran eteläpuolelle lähelle Sonkajärven kunnanrajaa. Tuulivoimapuistoalueelle suunnitellaan enintään 33 tuulivoimalan rakentamista. Kunkin tuulivoimalan yksikköteho on enintään 10 MW ja tuulivoimaloiden kokonaiskorkeus enimmillään 300 metriä. Kaava-alueen pinta-ala on noin 52,6 km².

Tässä raportissa käsitellään suunnitellun tuulivoimapuiston melun laskennallista leviämistä alueen ympäristöön. Raportti on valmisteltu Kivikankaan tuulivoimapuiston osayleiskaavoitusta varten. Melumallinnuksissa otetaan huomioon myös Kivikankaan melun yhteisvaikutukset Kivikangas 2:n, Sivakkalehdon, Kukkokankaan ja Katajamäen tuulivoimapuistojen kanssa. Vertailuarvoina käytetään tuulivoimameluasetuksen 1107/2015 ohjearvoja, ja mallinnusohjeena käytetään ympäristöministeriön ohjetta YM OH 2/2014.

ISO 9613-2 melumallinnuksella toteutetun ylärajalaskennan mukaan lasketut ulkomelutasot eivät ylitä VNa 1107/2015 säädettyjä tuulivoimamelun keskiäänitason LAeq ohjearvoja lähimpien asuin- tai lomarakennuksen piha-alueilla hankealueen ympärillä. Melun yhteisvaikutuksissa keskiäänitaso LAeq yöajan ohjearvo 40 dB ylitystä ei esiinny reseptoris- teissä.



Pientaajuisen melun erillislaskennan perusteella lähimpien asuin- ja lomarakennusten sisätilan toimenpiderajat alittuvat. Pientaajuisen melun yhteisvaikutus Kivikangas 2:n, Sivakkalehdon, Kukkokankaan ja Katajamäen hankkeiden kanssa eivät ylitä sisätilan melun toimenpiderajoja. Pientaajuisen melun laskennassa on nyt hyödynnetty suomalaisten

pientalojen mukaisia ilmastuieristävyyden tilastollisia arvoja vuoden 2017 mittauhankkeen tuloksista.

Vaikutusten seuranta voidaan tarvittaessa suorittaa melumittauksin, joista ohjeistetaan YM:n oppaissa 3-4/2014. Ohjeiden lisäksi suositellaan huomioimaan uusien kotimaisten tutkimustulosten tiedot mittauhulosten analyysissä.

TERMIT JA LYHENTEET

Tässä raportissa on käytetty seuraavia termejä ja lyhenteitä.

Termi	Selite
dB, desibeli	Äänenvoimakkuuden yksikkö. Kymmenen desibelin nousu melutasossa tarkoittaa äänen energian kymmenkertaistumista. Melumittauksissa käytetään eri taajuuksia eri tavoin painottavia suodatuksia. Yleisin on niin sanottu A-suodatin, jonka avulla pyritään kuvaamaan tarkemmin äänen vaikutusta ihmiseen.
A-painotus	Äänenpaine määritettynä A-taajuuspainotusta käyttäen, yleensä tehollisarvona, esim. LWA.
Äänitehotaso LWA	Äänienergian tehollinen arvo (yksikkönä dB tai Watti). Ääniteho toimii mallinnusten yhtenä syöttöarvona. Yleisesti käytetään äänitehon taajuuskais-toja, joiden logaritminen summa muodostaa äänitehotason.
Melupäästön takuuarvo	Valmistajan ilmoittama tuulivoimalan tuottaman melupäästön (ääniteho-taso) takuuarvoa, jossa varmuus melupäästön mahdollisessa verifiointissa on noin 95 %. Melupäästöarvo on kaksiosainen muodostuen äänitehotasojen keskiarvosta ja varmuusarvosta.
Varmuusarvo	Tuulivoimalan laitteiston valmistajan ilmoittamaa saman tuulivoimalatyyppin melupäästön hajonnasta johtuvan epävarmuuden huomioivaa varmuusarvoa
Oktaavikaista	Oktaavikaista käsittää kahden asetuspuheen välisen taajuusalueen. Esimerkiksi oktaavikaista 125 Hz kattaa taajuudet 88–176 Hz.
1/3 oktaavikaista	1/3-oktaavikaista käsittää kahden asetuspuheen välisen taajuusalueen. Esimerkiksi 1/3-oktaavikaista 125 Hz kattaa taajuudet 111–140 Hz. 1/3-oktaavikaista-analyysi antaa yksityiskohtaisempaa tietoa kuin oktaavikaista-analyysi.
Kapeakaistaisuus	Melu on kapeakaistaista, kun melun ääni sisältää kuulohavainnolle selvästi erotettavia haitallisia lisä-ääneksiä tai tonaalisia komponentteja.
Sykintä	Melu on merkityksellisesti sykkivää eli amplitudimoduloitunutta, jos siinä on kuulohavainnoin erotettavissa olevia melun haitallisuutta lisääviä äänenvoimakkuuden ajallisia jaksollisia vaihteluja melulle altistuvalla alueella.
Impulssimaisuus	Melu on impulssimaista, jos siinä on kuulohavainnoin erotettavissa olevia melun haitallisuutta lisääviä lyhytkestoisia äänihuippuja (transientteja) melulle altistuvalla alueella.
Reseptoripiste	Melun vastaanottopiste mallinnuksessa, josta saadaan äänilähteiden meluvaikutus (yksiköllä dB) tietylle alueelle tai rakennukselle.
LWA,d	Melumallinnuksessa käytettävä teknisen spesifikaation IEC TS 61400-14 mukainen turbiinin melupäästön tunnusarvo.

1 JOHDANTO

ABO Energy Suomi Oy suunnittelee yhteistyössä Metsähallituksen kanssa tuulivoimapuiston rakentamista Kajaanin kaupunkiin Murtomäen ja Lehtovaaran eteläpuolelle lähelle Sonkajärven kunnanrajaa. Tässä raportissa käsitellään suunnitellun tuulivoimapuiston melun laskennallista leviämistä alueen ympäristöön. Raportti on valmisteltu Kivikankaan tuulivoimapuiston osayleiskaavoitusta varten.

Voimaloiden sijainnit on esitetty karttapohjalla (Kuva 2-1) ja koordinaatit ovat taulukoituna liitteessä 1. Yhteismelukartassa (Kuva 3-2) on esitetty myös Kivikankaan länsi- ja luoteispuolelle suunnitellun Katajanmäen ja Kukkokankaan sekä kaakkoispuolelle suunnitellun Kivikangas 2:n ja Sivakkalehdon voimalasijoittelu sekä maanmittauslaitoksen maastotietokannan mukaiset asuin- ja lomarakennusten sijainnit.

1.1 Ympäristömelu

Ääni on aaltoliikettä, joka tarvitsee väliaineen välittyäkseen eteenpäin. Ilmassa äänellä on nopeus, joka on riippuvainen ilman lämpötilasta. Eri väliaineissa ääniaalto kulkee eri nopeuksilla väliaineen ominaisuuksien mukaan. Normaali ympäristömelu sisältää useista kohteista peräisin olevaa yhtäaikaista ääntä, jossa äänen taajuudet ja aallonpituudet ovat jatkuvassa muutoksessa.

Melu on subjektiivinen käsite, jolla viitataan äänen negatiivisiin vaikutuksiin. Sitä käytetään puhuttaessa ei-toivotusta äänestä, josta seuraa ihmisille haittaa ja jonka havaitsemisessa kuulijan omilla tuntemuksilla ja äänenenerotuskyvyllä on suuri merkitys. Melua voidaan mitata sen fysikaalisten ominaisuuksien perusteella.

Ympäristömelu koostuu ihmisen toiminnan aiheuttamasta melusta, joka vaihtelee ajan ja paikan mukaan. Äänen voimakkuutta mitataan käyttäen logaritmista desibeliasteikkoa (dB), jossa äänenpaineelle käytetään referenssipainetta 20 μPa (mikropascal) ilmalle sekä 1 μPa muille aineille. Tällöin 1 Pa:n paineenmuutos ilmassa vastaa noin 94 dB:ä. (ISO 226:2003). Vertailun vuoksi ilmanpaineen normaaliarvo merenpinnalla on 101 325 Pa.

Kuuloaistin herkkyyys vaihtelee eri taajuisille äänille, jolloin vaihtelevat myös melun haitallisuus, häiritsevyys sekä kiusallisuus. Nämä tekijät on otettu huomioon äänen taajuuskomponentteja painottamalla. Yleisin käytetty taajuuspainotus on A-painotus, joka perustuu kuuloaistin taajuusvasteen mallintamiseen.

Melun ekvivalenttitaso, minkä symboli on L_{eq} ja A-taajuuspainotettuna L_{Aeq} , tarkoittaa samanarvoista jatkuvaa äänitasoa kuin vastaavan äänienergian omaava vaihteleva äänitaso.

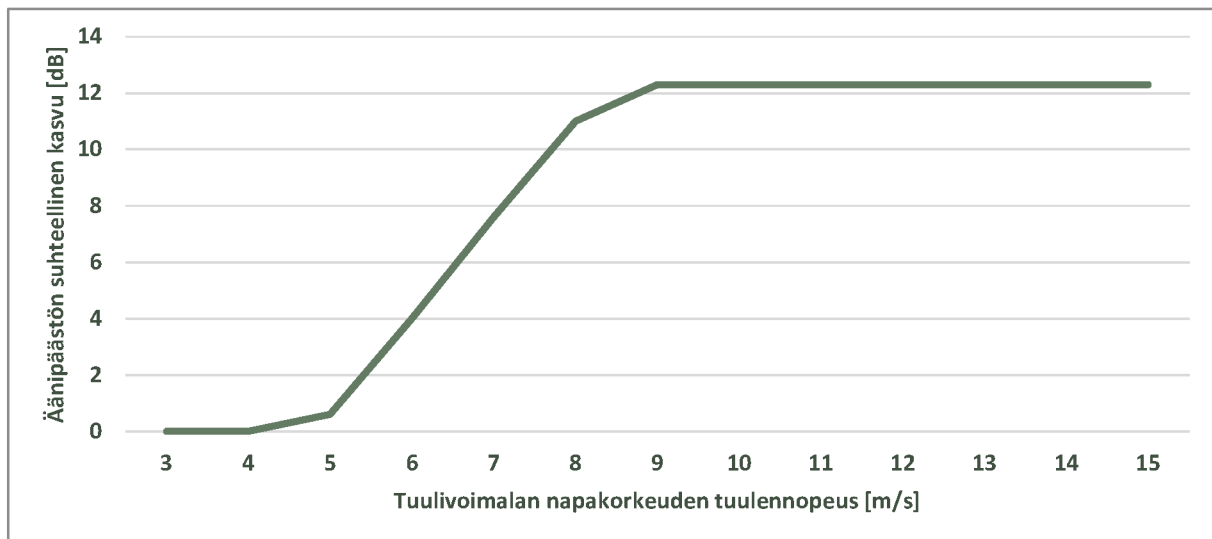
1.2 Tuulivoimamelu

Tuulivoimalaitosten käyntiääni koostuu pääosin laajakaistaisesta lapojen aerodynaamisesta melusta sekä hieman kapeakaistaisemmasta sähköntuotantokoneiston yksittäisten osien aiheuttamasta melusta, johon kuuluvat muun muassa vaihteisto, generaattori sekä jäähdytysjärjestelmät. Tuulivoimaloiden aerodynaaminen melu on hallitsevin äänilähde, joka kattaa noin 90 prosenttia kokonaisäänienergiasta lapojen suuren vaikutuspinta-alan vuoksi (Gupta, M. Madsen, K., 2019). Tuulivoimamelu on A-taajuusjakaumaltaan painotunut tyypillisesti 200–1000 Hz:n väliin.

Modernit kolmilapaiset tuulivoimalaitokset ovat ylävirtalaitoksia, joissa roottori sijaitsee tuulen etupuolella suhteessa voimalan torniin. Katsottaessa aerodynaamisen melun

suuntaavuutta ylhäältä käsin, on voimalan äänitaso sivutuulen puolelta noin 4–6 dB alhaisempi kuin tuulen ylä- ja alapuolilla samalla etäisyydellä (Oerlemans, S. Schepers, J.G., 2009).

Vaihtuvanopeuksisen tuulivoimalan äänipäästö on suoraan verrannollinen tuulennopeuteen siten, että alhaisilla tuulilla eli hitaalla roottorin pyörimisnopeudella ja lähellä käyntiä lähtönopeutta, lähtöäänitaso on usein noin 10–15 dB alhaisempi kuin voimalan nimellisteholla, jossa roottori saavuttaa suurimman kierrosnopeuden (ks. kuva 1-1).



Kuva 1-1. Esimerkkikuva äänipäästön kasvusta napakorkeuden tuulennopeuden mukaan. Äänitason nousu tasoittuu n. 10 m/s voimalan napakorkeudella mitatun tuulennopeuden jälkeen.

Äänipäästön LWA huipputaso saavutetaan tyypillisesti voimalan nimellistehotasolla, joka tarkoittaa yli 10 m/s tuulennopeutta napakorkeudella voimalamallista ja etenkin tornikorkeudesta riippuen. Tuulennopeuden edelleen kasvaessa tuulivoimalan siipi-kulmasäätö tasoittaa äänitehotason nousun roottorin pyörimisnopeuden pysyessä ennallaan (ks. Kuva 2).

Taustamelu esim. liikennemelu ja teollisuusmelu sekä tuulen tuottama aallokko- ja puustokohina peittävät tuulivoimaloiden melua, mutta peittoäännet ovat ajallisesti ja tasoltaan vaihtelevia. Tuulikohina esim. puustossa on taajuuskaistaltaan laajakaistaista ja tuulensuunnasta, puulajeista, vuodenajasta ja tuulennopeudesta riippuva. Puustokohinan äänitaso mittauskorkeudella 1,5 m voi nousta kuitenkin tuulennopeuden mukaan kokemuksellisesti jopa yli 60 dB:n tasolle (Halstead, D. Tam, N., 2019).

Ilmakehän pystysuuntaisen stabiilisuuden ja ilmapirran turbulenssin vaihtelut eri vuorokauden aikoina voivat vaikuttaa tuulisuuden tasoon eri korkeuksilla (Bolin, K, 2012). Ilmakehän neutraalin stabiilisuuden vallitessa 8 m/s tuulennopeus 10 metrin korkeudella vastaa noin 12,5 m/s modernin voimalan napakorkeudella 200 m (G.P. van den Berg, 2006).

Moderneissa tuulivoimalaitoksissa melun lähtöäänitasoa voidaan kontrolloida erillisellä optimointisäädöllä, jonka avulla kellonajan, tuulensuunnan ja tuulennopeuden mukaan säädetään lapakulmaa haluttuun pyörimisnopeuteen ja melutasoon. Tällä säädöllä on kuitenkin vaikutuksia voimalan sen hetkiseen tuotantotehoon. Modernit voimalamallit sisältävät usein myös siiven jättöreunan sahalaudoituksen, joka vähentää melupäästöä

nimellisteholla tällä hetkellä noin 2–4 dB ja tulevaisuudessa vieläkin enemmän jättöreunan serraatioiden tuotekehityksen takia (Arce León, C., 2017).

1.3 Tuulivoimamelun ohjearvot YM 1107/2015

Valtioneuvosto asetus 1107/2015 tuulivoimamelun ohjearvoista tuli voimaan 1.9.2015. Oheisessa taulukossa on esitetty uuden asetuksen mukaiset keskiäänitason LAeq ohjearvot tuulivoimamelulle päivällä ja yöllä.

Taulukko 1-1. Tuulivoimamelun ohjearvot, YM 1107/2015 asetuksen mukaan, LAeq.

Tuulivoimamelun ohjearvot	LAeq päiväajalle (klo 7–22)	LAeq yöajalle (klo 22–7)
Pysyvä asutus, loma-asutus, hoitolaitokset, leirintäalueet	45 dB	40 dB
Oppilaitokset, virkistysalueet	45 dB	-
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Jos tuulivoimalan melu on impulssimaista tai kapeakaistaista melulle altistuvalla alueella, valvonnan yhteydessä saatuun mittaustulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista asetuksen 3 §:ssä säädettyihin arvoihin.

Tuulivoimarakentamisen ulkomelutason ohjearvot määritetään A-taajuuspainotettuna keskiäänitasona LAeq erikseen yhden vuorokauden päiväajan ja yöajan osalta. Kyse ei ole hetkellisistä enimmäisäänitasoista. Kunkin vuorokauden päiväajan 15 tunnin (klo 7–22) keskimääräisen ulkomelutason (LAeq) tulee pysyä annetun päiväajan ohjearvon mukaisena. Vastaavasti kunkin vuorokauden yöajan osalta 9 tunnin (klo 22–7) keskimääräisen ulkomelutason (LAeq) tulee pysyä annetun yöajan ohjearvon mukaisena. (Ympäristöministeriö, 2016). Melumallinnuksessa ei erotella päivä- tai yöajan tilanteita, vaan melun leviämislaskennan tulosvertailu tehdään vain yöajan alempaan 40 dB:n ohjearvoon nähden.

1.4 Äänitason toimenpiderajat sisätiloissa

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus 545/2015 asettaa sisätilojen äänitasoille toimenpiderajat erityisesti yöajan äänitasoille nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa sekä pientaajuisten melulle taajuusvälillä 20–200 Hz.

Taulukko 1-2. Äänitason toimenpiderajat STM 545/2015 asumisterveysasetuksen mukaan.

Huoneisto ja huonetila	Päivällä klo 07–22	Yöllä klo 22–07
asuinhuoneet ja oleskelutilat	35 dB	30 dB (25 dB)
muut tilat ja keittiö	40 dB	40 dB
huonetila, jossa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänen- vahvistuslaitteiden käyttöä	35 dB	-

Huoneisto ja huonetila	Päivällä klo 07–22	Yöllä klo 22–07
muut kokoontumistilat	40 dB	-
asiakkaiden vastaanottotilat ja toimisto-huoneet	45 dB	-

Yöaikainen (klo 22–7) musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona LAeq, 1h (klo 22–7) mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Taulukko 1-3. Pienitaajuuden sisämelun tunnin keskiäänitason Leq, 1h toimenpiderajat taajuuksvälillä 20-200Hz nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa yöaikaan klo 22-07.

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

2 LÄHTÖTIEDOT JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Laskennan lähtötiedot on koottu tilaajan lähettämästä aineistosta, Maanmittauslaitoksen digitaal kartta-aineistosta sekä kirjallisuudesta.

2.1 Mallinnusohjeistus

Ympäristöministeriö on julkaissut 28.2.2014 ohjeen tuulivoimaloiden melun mallintamiseen. Ohjeessa on annettu tietoja mallinnusmenettelyistä arvioitaessa tuulivoimaloiden aiheuttamaa melukuormitusta ympäristösuojelulain täytäntöönpanossa ja soveltamisessa sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa menettelyissä. Ohjeissa määritellään yksityiskohtaisesti käytettävät mallit, niiden parametrit ja lähtötiedot sekä tulosten esittämistavat. Yksityiskohtainen ohjeistus on koettu tarpeelliseksi, jotta mallinnustulokset olisivat aina tekijöistä riippumatta vertailukelpoisia keskenään. Tämän raportin melumallinnus on toteutettu ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisesti.

Melumallinnuksen lähtötietona tulisi käyttää teknisen spesifikaation IEC TS 61400-14 mukaista turbiinin melupäästön tunnusarvoa LWA,d. Se määritellään standardin IEC 61400-11 mukaisissa mittauksissa äänitehotasoksi, jonka varmuus melupäästön mahdollisessa verifiointissa on 95 %. Tunnusarvo koostuu mitatusta keskimääräisestä äänitehotasosta LWA sekä varmuusarvosta K, joka vastaa turbiinityyppien melutason vaihteluväliä 95 %:n varmuudella.

Äänitehotasot on ilmoitettava 1/3-oktaaveittain keskitaajuuksilla 20–10000 Hz ja oktaaveittain keskitaajuuksilla 31,5–8000 Hz, ja ne tulee olla saatavilla 10 m:n referenssikorkeutta vastaavilla tuulen nopeuksilla 8 m/s ja 10 m/s. Melumallinnuksen epävarmuus on tarkastelussa ja ohjeistuksessa sisällytetty laskennassa käytettyyn tuuliturbiinien melupäästön arvoon, jolloin mallinnustuloksia voidaan suoraan verrata suunnitteluohjearvoihin ilman erillistä epävarmuustarkastelua, ja äänen etenemisen ja ympäristöolosuhteiden mallinnukseen voidaan käyttää vakioituja sää- ja ympäristöolosuhtearvoja.

Melun häiritsevyyteen vaikuttaa äänitasojen lisäksi melupäästöön mahdollisesti liittyvät erityisen häiritsevät melukomponentit: melun kapeakaistaisuus, melun impulssimaisuus ja merkityksellinen sykintä (nk. amplitudimodulaatio). Melun impulssimaisuuden ja

merkityksellisen sykinän vaikutukset oletetaan sisältyvän valmistajan ilmoittamiin melupäästön tunnusarvoihin, eikä mallinnusohjeistuksessa edellytetä niiden erillistä tarkastelua.

Äänen etenemislaskennassa käytetään ohjeen mukaisia standardiin ISO 9613-2 perustuvia sää- ja ympäristöolosuhdearvoja. Maaston pinnan laatu ja muoto otetaan mallinnuksessa erillisinä huomioon. Lisäksi pienitaajuisen äänen eteneminen tulee mallintaa erikseen ohjeistuksessa määritellyn erillislaskennan avulla, joka perustuu Tanskassa annettuun ohjeistukseen, jonka parametreja on mukautettu Suomen olosuhteisiin (Jakobsen, J. 2012). Laskennassa otetaan huomioon geometrinen etäisyysvaimennus sekä ohjeistuksen mukaiset ilmakehän absorption ja maastovaikutuksen parametrit. Pienitaajuisen melun tarkastelu tehdään erikseen 1/3-oktaaveittain taajuusalueella 20–200 Hz melulle merkittävimmin altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella. Laskennan tarkoituksena on tuottaa tieto ulkomelutasoista terssikaistoittain, ja niiden perusteella voidaan arvioida rakennuksen sisämelutaso oletetulla ääneneristävyydellä.

2.2 Digitaalikartta-aineisto

Melumallinnus on suoritettu digitaalikartalle (Kuva 2-2), jonka topografian korkeusväli on enintään 0,5 m. Kartassa on kuvattu topografian ja tuulivoimaloiden paikkatiedon lisäksi rakennusten paikkatiedot sekä niiden käyttötarkoitus siten kuin se on esitetty Maanmittauslaitoksen aineistossa. Maa-alueille akustinen kovuuskerroin on ohjeen mukaisesti 0,4 ja vesialueille 0.

Ohjeen mukaan yli 60 m korkeuserot tuulivoimalan ja altistuvan kohteen maanpinnan korkeuden välillä 3 km säteellä voimalasta reseptoripisteeseen päin laskevasti katsotaan sel-laiseksi, että sillä olisi vaikutusta laskentaparametreihin (+2 dB lisäys äänipäästöön LWA). Tässä tapauksessa lisäystä ei tehdä, sillä 60 m korkeuserovaatimus ei täyty yhdenkään tuulivoimalan ja reseptoripisteen välillä 3 km:iin asti (ks. kuva 2-1) ja liitteessä 1 esitetyt maaston korkeudet).

2.3 Tuulivoimalamalli

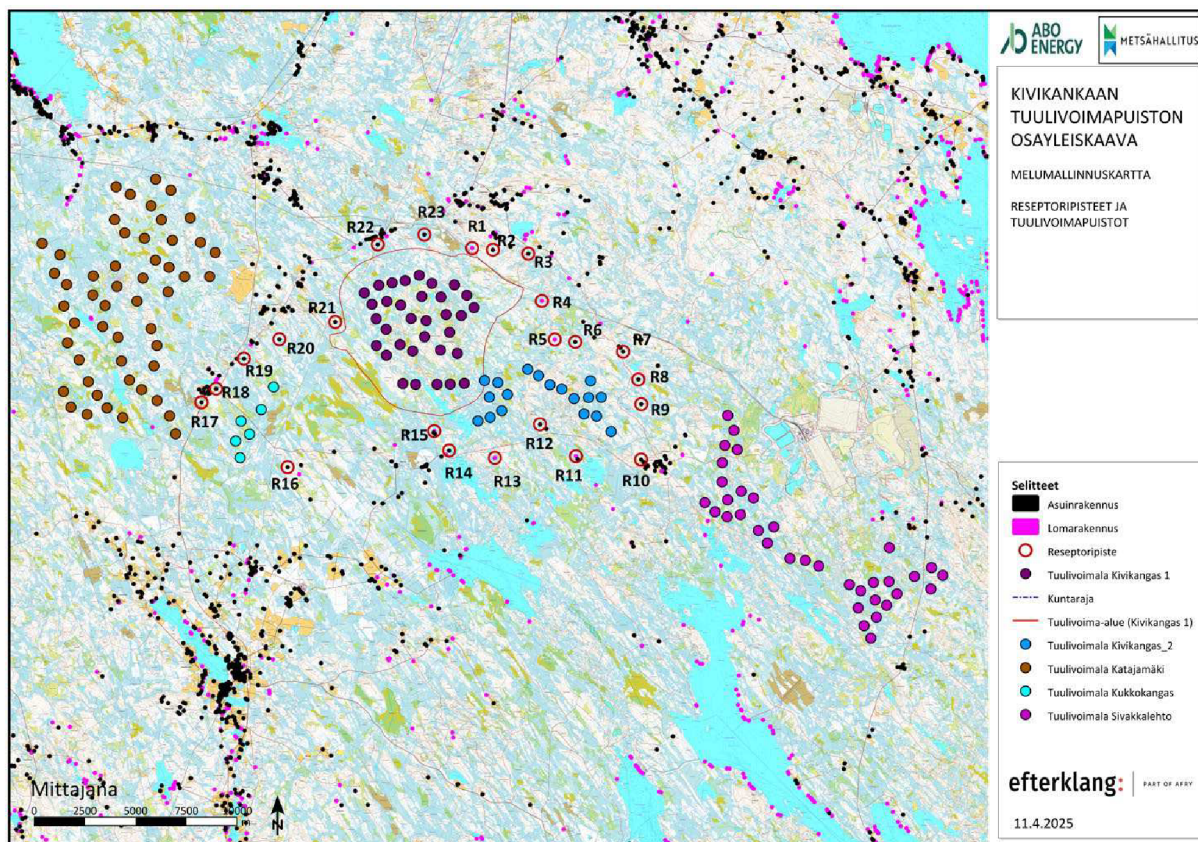
Mallinnus suoritettiin yhdelle voimalamallille, jolle käytettiin Vestas V172 7,2 MW:n kokoluokan ja serraatiosiiiven mukaista äänipäästötasoa 107,8 dB sekä + 2 dB:n varmuusarvoa K (ks. YM9/5511/2016 mukainen lisäohje, Ympäristöministeriö, 2016). Pistemäisen äänilähteen kokonaisäänipäästön tunnusarvo LWA,d melumallissa on siten 109,8 dB.

Kivikangas 1, Kivikangas 2, Kukkokankaan, Sivakkalehdon ja Katajamäen mallinnetun voimalan napakorkeudeksi on valittu 200 m ja kokonaiskorkeuden ylärajaksi 300 m. Mallinnuksen äänipäästön lähtötietoina on käytetty voimalamallin taajuusjakaumaa 1/3 oktaaveittain taajuusvälillä 6,3 Hz–10 000 Hz lisättynä yllä mainituilla korjauksilla sekä varmuusarvolla.

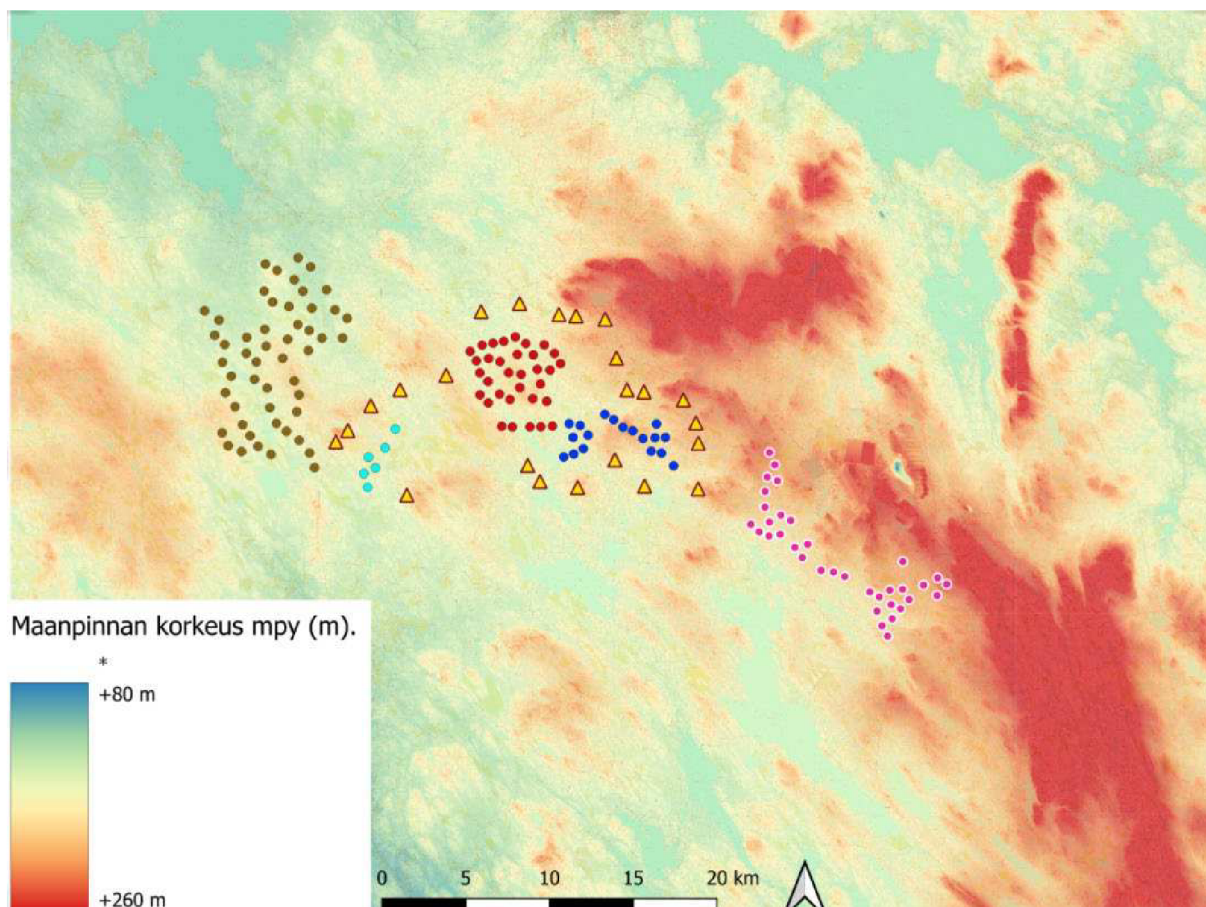
2.4 Tuulivoimaloiden ja reseptoripisteiden sijainnit

Alla olevassa kuvassa on esitetty mallinnettujen tuulivoimaloiden sekä lähimpien asuin- ja lomarakennusten sijainnit. Lomarakennukset on kuvattu kartalla punaisella pisteellä ja asuinrakennukset mustalla pisteellä. Lähialueen asuin- ja lomarakennuksista määriteltiin kaksikymmentäkolme vertailurakennusta, ns. reseptoripisteet R1-R23, joiden kohdalle tarkasteltiin tarkemmin keskiääni- (L_{Aeq}) ja pienitaajuisen melun tasoja. Reseptoripisteiden

kohdalle laskettiin erikseen tulokset melumallinnuskartan lisäksi. Liitteessä 1 on esitetty reseptorisijainteja vastaavat koordinaatit ETRS-TM35FIN tasokoordinaatistossa.



Kuva 2-1. Melumallinnusalue, Kivikankaan voimaloiden sijainnit (viininpunaiset pisteet), lähiympäristön tuulivoimapaistot ja reseptoripisteet (punaiset ympyrät).



Kuva 2-2. Alueen topografiakartta, jossa on näkyvissä reseptoripisteet (kolmiot) sekä Kivikangas 1:n (punaiset pisteet), Kivikangas 2:n (siniset pisteet), Kukkokankaan (turkoosi pisteet), Katajamäen (ruskeat pisteet) ja Sivakkalehdon (pinkin pisteet) tuulivoimalat, mpy [m].

2.5 Melumallinnuksen laskentaparametrit

Melun leviäminen maastoon havainnollistettiin käyttäen tietokoneavusteista melulaskentaohjelmistoa SoundPlan v 9.1, missä äänilähteestä lähtevä ääniaalto lasketaan digitaaliseen karttapohjaan äänenpaineeksi vastaanottopisteessä. Mallinnusalgoritmina käytettiin standardia ISO 9613-2, jonka parametrusointi on ohjeistettu Ympäristöministeriön melumallinnusohjeessa kappaleessa 4.1.

Mallissa otetaan huomioon kunkin tuulivoimalan äänipäästö 1/3 oktaavikaistan resoluutiolla, äänen geometrinen leviämismuutuminen, maaston korkeuserot sekä maanpinnan ja ilmakehän melun vaimennusvaikutukset. Mallinnus laskee tilanteen aina myötätuuliolosuhteeseen joka suuntaan.

Rakennusten aiheuttamaa äänen varjostusvaikutusta ei laskennassa huomioida eli melun leviäminen lasketaan nk. vapaakenttään. Melumallinnus piirtää keskiäänitason käyrät 5 dB:n välein vakioituilla laskentaparametreilla, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-1) ja jotka poikkeavat esim. tieliikennemelun vastaavista.

Kaikkiaan tuulivoimamelun laskennan parametrit ovat konservatiivisempia kuin teollisuustai tieliikennemelussa yleisesti käytetyt melun leviämislaskennan parametrit: (Ympäristöministeriö, 2007).

1. Vakioitu maa-alueiden absorptiovakio tuulivoimamelun leviämislaskelmissa on luokarvoltaan pienempi kuin tieliikenne- ja teollisuusmelulaskennoissa tarkoittaen myös pienempää äänen leviämisvaimentumista.
2. Tuulivoimamelun laskennassa käytetään äänipäästön takuu-/tunnusarvoa LWA/LWA,d joka vastaa voimalan tuottamaa suurinta äänipäästöä lisättynä äänipäästöarvon varmuusarvolla K. Tieliikennemelussa se on vuotuinen keskivuorokausiliikenne KVL ilman epävarmuuksia. Teollisuusmelussa voidaan hyödyntää äänipäästöissä mm. laitteiden toiminta-aikojen aikakorjauksia, joita ei tuulivoimamelulaskennassa voi hyödyntää.

Melumallinnuksessa käytetyt laskentaparametrit on esitetty alla olevassa taulukossa. Parametrit ovat ohjeen YM OH 2/2014 mukaisia ympäristövaikutusten arvioinnin ja kaavoituksen hankevaiheessa.

Taulukko 2-1. Melun leviämislaskennan parametrit.

Lähtötieto	Parametrit
Laskentalogiikka	ISO 9613-2 ylärajatarkastelu (YM OH 2/2014 kpl 4.1)
Mallinnusalgoritmit	Keskiäänitaso LAeq ulkona: ISO 9613-2. YM OH 2/2014 kpl 4.1. Pientaajuisen melun etenemisvaimennus, YM OH 2/2014 kpl 4.1.9 sekä suomalaisten pientalojen äänitasoeron 84 %:n ja 90 %:n persentiilit (Keränen et al., 2017, 2019a)
Topografiakartta	Maanmittauslaitos, laserkeilausaineisto ja maastotietokanta (© MML, 2025), topografian pystyresoluutiona on 0,5 m. Laskentaohjelmassa muodostetaan maanpinta erillisen kolmioverkkolaskennan kautta. (YM OH 2/2014 kpl 4.1.8)
Sääolosuhteet	Ilman lämpötila 15 °C, ilmanpaine 101,325 kPa, ilman suhteellinen kosteus 70 prosenttia (YM OH 2/2014 kpl 4.1.4)
Tuulennopeus	n.12,5 m/s 200 m:n korkeudella (napakorkeus), myötätuuli joka suuntaan, joka vastaa 8 m/s 10 m:n referenssikorkeudella maanpinnan karheudella 0,1 m (YM OH 2/2014 kpl 4.1.1)
Äänilähde	Pistelähde (YM OH 2/2014 kpl 4.1.4)
Äänipäästön tunnusarvo	ks. kpl 2.3
Mallinnuksen äänipäästö	1/3 oktaaveittain 6,3 Hz – 10 000 Hz (YM OH 2/2014 kpl 4.1.1)
Häiritsevyysskorjaukset	ks. luku 2.1
Topografiakorjaus	Ei korjausta, ks. kappale 2.2 Kuva 2-1 (YM OH 2/2014 kpl 4.1.6)
Laskentaverkko	Laskentapiste viisi kertaa viiden metrin (5x5 m) välein laskentaverkolla neljän metrin (4 m) korkeudella seuraten digitaaliskartan maanpintaa (YM OH 2/2014 kpl 4.1.2)
Maanpinnan akustinen kovuus	0,4 (maa-alueet), 0 (vesialueet sekä laajat kallioalueet) (YM OH 2/2014 kpl 4.1.5 sekä 4.1.9)

Lähtötieto	Parametrit
Laskentavyöhykkeet, LAeq	35 dB, 40 dB, 45 dB ja 50 dB

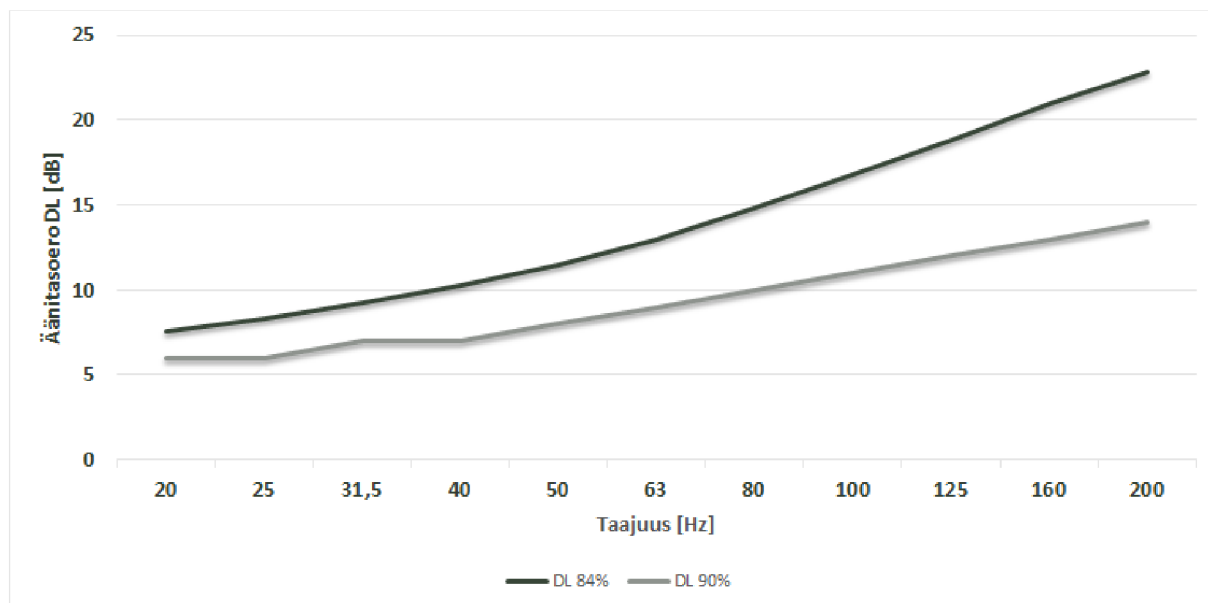
2.6 Pienitaajuisen melun laskenta

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annetaan matalien taajuuksien 20–200 Hz tunnin keskiäänitasojen (Taulukko 1-3) lisäksi toimenpiderajat päivä- ja yöajan kokonaismelutasoille sisätiloissa. Päiväaikainen (klo 07–22) keskiäänitaso ei saa ylittää 35 dB(A) ja yöaikainen (klo 22–07) keskiäänitaso 30 dB(A). Lisäksi yöaikainen musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona Leq,1h mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Ympäristöministeriön melumallinnusohjeet eivät sisällä erillisiä ohjeita sisämelun kokonaismelutason mallintamiseksi. Yöajan sisämelun toimenpiderajojen oletetaan kuitenkin alittuvan, mikäli melumallinnuksen antamat ulkomelutasot sekä pienitaajuisen sisämelun tasot alittavat valtioneuvoston asetuksen ohjearvot ja asumisterveysasetuksen toimenpidearvot. Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaan uudisrakennusten ulkovaipan ääneneristyksen on oltava vähintään 30 dB. Jos tuulivoimaloiden aiheuttama ulkomelutaso alittaa 40 dB(A), niin sisämelutaso pysyy uudisrakennuksilla selkeästi toimenpiderajan alapuolella. Vanhemmat rakennukset eivät kuitenkaan välttämättä toteuta uuden asetuksen vaatimustasoa.

Suomalaisten asuinrakennusten ääneneristävyttä on tutkittu Turun AMK:n hankkeessa (Keränen et al. 2019 a ja b), jossa on esitetty taajuuskohtaiset äänitasoerot matalille taajuuskaistoille 20–200 Hz. Artikkelin arvot (Kuva 2-3) on määritetty tilastollisesti niin, että ne ylittyvät 84 % todennäköisyydellä suomalaisissa pientaloissa, ja niitä on käytetty tässä selvityksessä pienitaajuisen sisämelutasojen arviointiin. Rakennusten ilmaäänieristyksen keskimääräinen profiili kasvaa korkeammille taajuuksille mentäessä, jonka perusteella mallinnusohjeistuksen mukainen sisämelujen arviointi tehdään vain matalille taajuuksille. Jos pienitaajuisen sisämelun tasojen todetaan pysyvän annetuissa toimenpiderajoissa, myös kokonaismelun tasot pysyvät todennäköisesti raja-arvojen alapuolella.

Pientaajuisen melun leviämislaskennassa on lisäksi hyödynnetty uusinta suomalaista tutkimustietoa pientalojen ilmaäänieristävyiden arvoista, jotka ovat aiempaa DSO 1284 ohjetta alhaisempia. Pientalojen ilmaäänieristävyiden tutkimuksen tulokset on julkaistu julkisivurakenteiden äänitasoeron vähimmäisarvon estimaatin persentiiliarvona DL84% ja DL90% (Keränen et al., 2017, 2019a). Persentiilit kuvaavat arvoa, jolla tietty (x)% ylittää äänitasoeron arvon eli mitä suurempi persentiili niin sen heikompi on julkisivurakenteiden äänieristävyys. Tässä laskennassa hyödynnettiin vähimmäisarvon estimaattia DL84% asuinrakennuksille ja vähimmäisarvon estimaattia DL90% loma-asuinrakennuksille.



Kuva 2-3. Äänitasoeron DL vähimmäisarvon estimaatit 84 %:n ja 90 % persentileille Turun AMK:n julkaisujen mukaan.

Lähtökohtaisesti nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa LAeq ekvivalenttitulosten 30 dB yöaikaan tai erityistapauksissa 25 dB yöaikaan oletetaan alittuvan, mikäli melumallinnuksen tulos ulkona sekä pientaajuisen melun tulokset alittavat VNa 1107 sekä STM:n asumisterveysasetuksen toimenpiderajat. Tätä tukevat myös tehdyt tuulivoimamelun sisätilamittaukset Suomessa sekä ilmastuieristuksen keskimääräinen profiili, joka kasvaa korkeammille taajuuksille mentäessä.

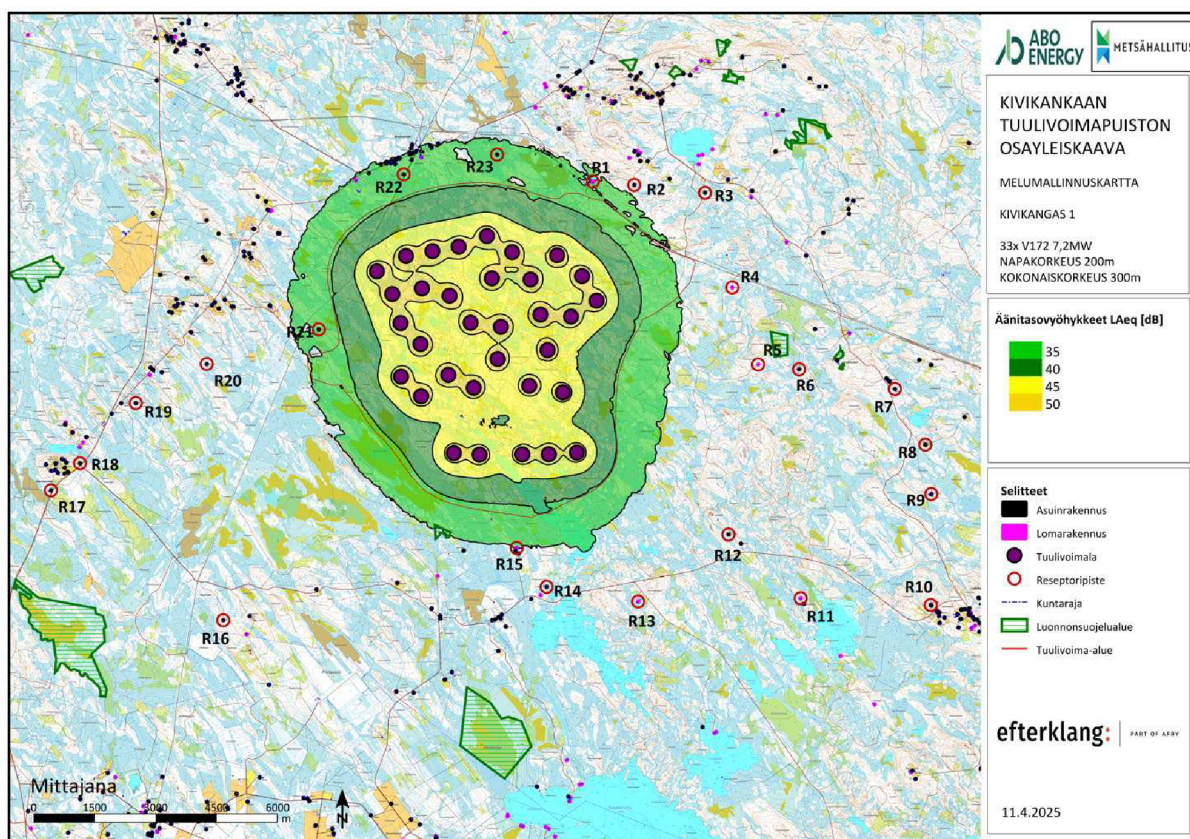
3 MALLINNUSTULOKSET

Melun leviäminen on esitetty kappaleessa 3.1 suurempina kuvina. Pientaajuisen melun laskentatulokset lähimmille altistuville kohteille on esitetty kaaviokuvan avulla kappaleessa 3.2 sekä yksityiskohtaisemmin numeerisina tuloksina liitteessä 2.

3.1 Ulkomelumallinnus

3.1.1 Kivikangas 1

Kivikankaan melumallinnuksen keskiäänitason LAeq tulokset on laskettu 35 dB:n vyöhykkeelle asti. Seuraavissa kuvissa on esitetty keskiäänitason LAeq leviämiskartat Kivikankaan hankealueen 33:lle suunnitellulle voimalalle. Meluvyöhykkeet on esitetty 5 dB:n välein siten, että vaaleanvihreän alueen raja vastaa LAeq 35 dB:n tasoa ja tummanvihreän alueen raja 40 dB:n tasoa.



Kuva 3-1. Kivikangas 1 melumallinnuskartta, keskiäänitaso LAeq.

Melun leviämislaskennan perusteella 40 dB:n melukäyrä ulkona ei ulotu lähimpiin asuin- ja loma-asuinrakennuksiin asti. Reseptoripistelaskennan perusteella (Taulukko 3-1) korkein keskiäänitaso LAeq 35,2 dB saavutetaan reseptoripisteessä R21, jonka käyttötarkoitukseksi on merkitty asuinrakennus. Yöajan ohjearvoja 40 dB alitetaan kaikissa reseptoripisteissä.

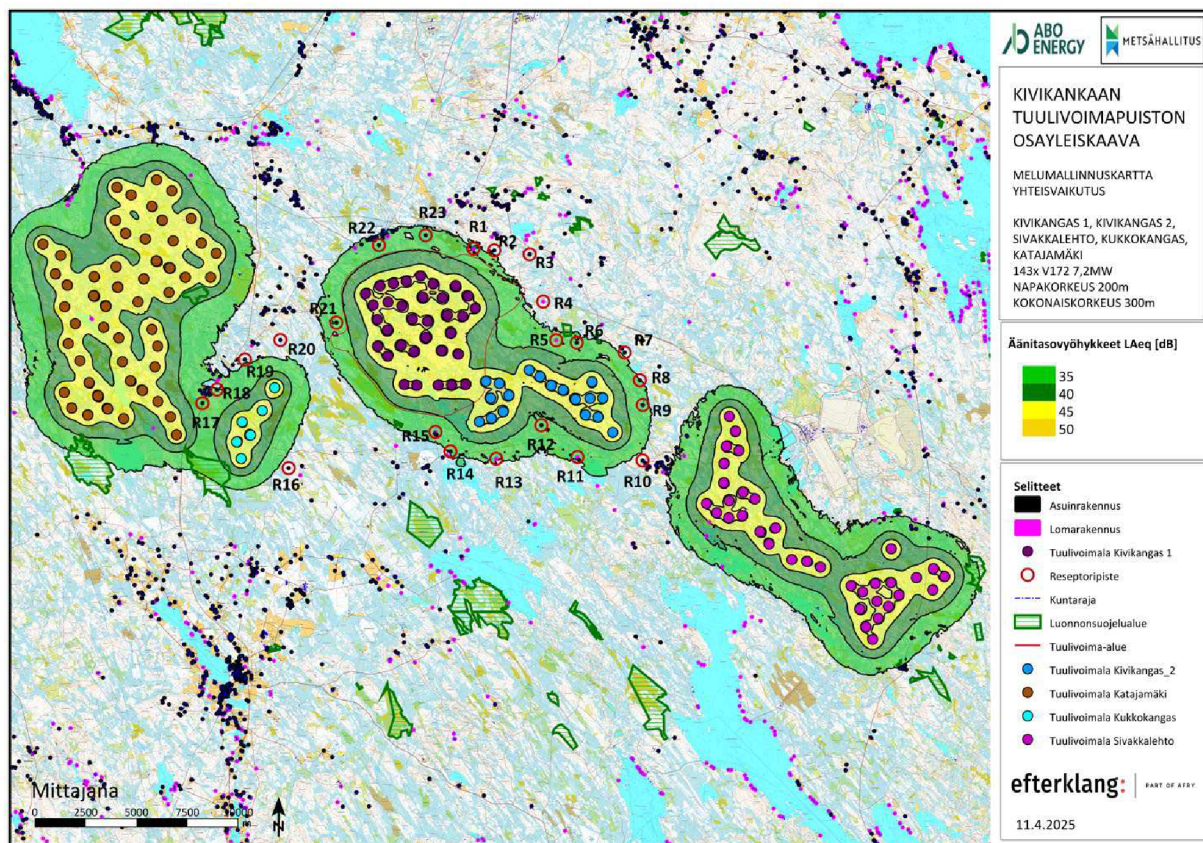
Alla olevassa taulukossa on esitetty vielä yksittäisten reseptoripisteiden laskentatulokset ulkomelun osalta.

Taulukko 3-1. Kivikangas 1 melumallinnuksen ulkomelun reseptoripistetulokset.

Reseptori- piste	Rakennuksen käyttötarkoitus	Tulokset	Reseptori- piste	Rakennuksen käyttötarkoitus	Tulokset
Nimi	MML.2025	Keskiäänit- taso LAeq	Nimi	MML.2025	Keskiäänit- taso LAeq
R1	Lomarakennus	33,0	R13	Lomarakennus	26,4
R2	Asuinrakennus	31,8	R14	Asuinrakennus	29,0
R3	Asuinrakennus	28,2	R15	Lomarakennus	32,6
R4	Lomarakennus	28,5	R16	Asuinrakennus	15,9
R5	Lomarakennus	25,5	R17	Asuinrakennus	11,2
R6	Asuinrakennus	23,0	R18	Asuinrakennus	18,7
R7	Asuinrakennus	17,5	R19	Asuinrakennus	22,8
R8	Asuinrakennus	14,8	R20	Asuinrakennus	25,3
R9	Asuinrakennus	11,2	R21	Asuinrakennus	35,2
R10	Asuinrakennus	7,1	R22	Asuinrakennus	34,6
R11	Lomarakennus	19,5	R23	Asuinrakennus	34,0
R12	Asuinrakennus	23,8			

3.1.2 Yhteismeluvaikutus (Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki)

Yhteismelumallinnuksen keskiäänitason LAeq tulokset on laskettu 35 dB:n vyöhykkeelle asti. Seuraavassa kuvassa on esitetty keskiäänitason LAeq leviämiskartta Kivikangas 1:n hankealueen 33:lle suunnitellulle voimalalle sekä viereisten tuulipuistojen yhteisvaikutukselle (Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki). Meluvyöhykkeet on esitetty 5 dB:n välein siten, että vaaleanvihreän alueen raja vastaa LAeq 35 dB:n tasoa ja tummanvihreän alueen raja 40 dB:n tasoa.



Kuva 3-2. Kivikangas 1 melumallinnuskartta sekä yhteisvaikutus Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki tuulivoimaloiden kanssa, keskiäänitaso LAeq.

Taulukko 3-2. Kivikangas 1 yhteismelumallinnuksen ulkomelun reseptoripistetulokset.

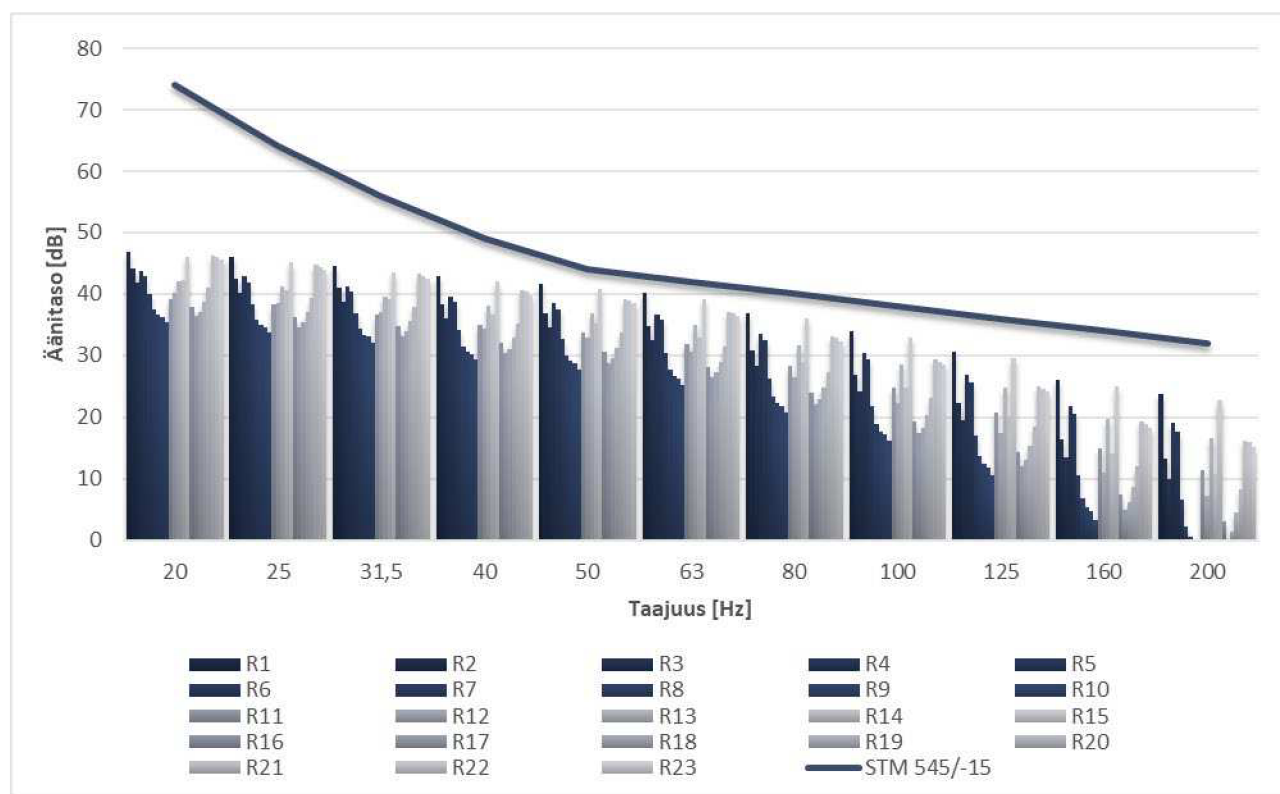
Reseptori-piste	Rakennuksen käyttötarkoitus	Tulokset	Reseptori-piste	Rakennuksen käyttötarkoitus	Tulokset
Nimi	MML.2025	keskiääni-taso LAeq	Nimi	MML.2025	keskiääni-taso LAeq
R1	Lomarakennus	33,2	R13	Lomarakennus	33,7
R2	Asuinrakennus	32,2	R14	Asuinrakennus	33,3
R3	Asuinrakennus	29,5	R15	Lomarakennus	34,8
R4	Lomarakennus	31,4	R16	Asuinrakennus	31,9
R5	Lomarakennus	34,5	R17	Asuinrakennus	35,5
R6	Asuinrakennus	34	R18	Asuinrakennus	33,5
R7	Asuinrakennus	32,2	R19	Asuinrakennus	32,3
R8	Asuinrakennus	33,1	R20	Asuinrakennus	30,8
R9	Asuinrakennus	33,6	R21	Asuinrakennus	35,6
R10	Asuinrakennus	31,5	R22	Asuinrakennus	34,8
R11	Lomarakennus	33,8	R23	Asuinrakennus	34,1
R12	Asuinrakennus	36,5			

Melun leviämislaskennan perusteella 40 dB:n melukäyrä ulkona ei ulotu lähimpiin asuin- ja lomarakennuksiin, kun ottaa huomioon yhteismeluvaikutukset lähimpien tuulivoimapuistojen kanssa. Reseptoripistelaskennan perusteella (Taulukko 3-2) korkein keskiäänitaso LAeq 36,5 saavutetaan reseptoripisteessä R12, jonka käyttötarkoitukseksi on merkitty asuinrakennus.

3.2 Pienitaajuinen melu rakennusten sisätiloissa

Tuulivoimalaitosten pientaajuinen melu laskettiin käyttäen painottamattomia äänitehotason 1/3 oktaavikaistatietoja taajuusvälillä 20–200 Hz. Laskenta suoritettiin YM:n laskentaohjeen mukaisesti käyttäen suomalaistutkimuksen antamia pientalojen julkisivurakenteiden äänitasoeron estimaattiarvoja DL84% ja DL90%, jotka ovat aiempaa DSO 1284 ohjetta alhaisempia (Keränen et al. 2017, 2019a). Mallinnetut pientaajuisten melujen tasot Kivikankaan tuulivoimaloille on havainnollistettu seuraavassa kuvassa (Kuva 3-5). Yhteisvaikutuksista Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki hankkeiden kanssa on esitetty omat pientaajuisten melun tulostulokuvaa (Kuva 3-7).

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus 545/2015 asettaa sisätilojen äänitasoille toimenpiderajat erityisesti yöajan äänitasoille nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa sekä pientaajuisten melulle taajuusvälillä 20–200 Hz (STM asetus 545/2015).

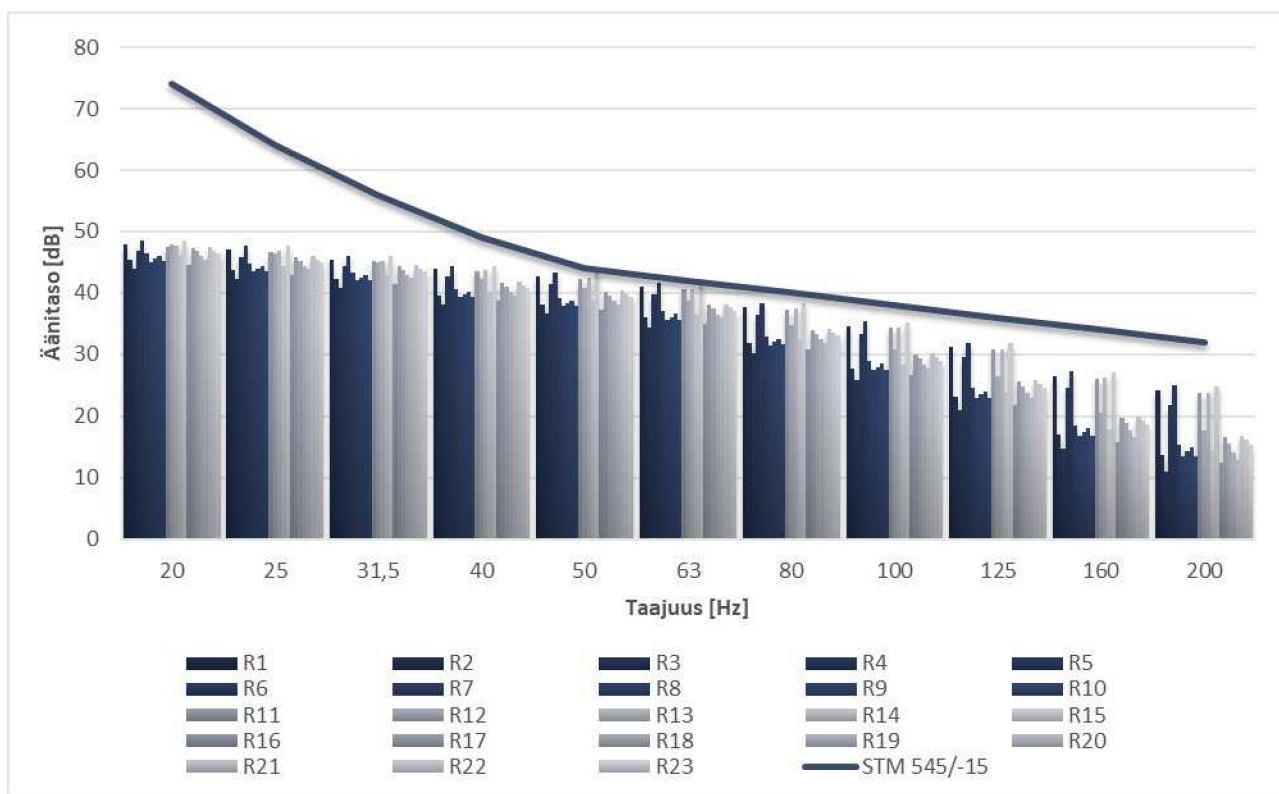


Kuva 3-3. Kivikangas 1 hankkeen pientaajuisten melulaskennan tulostulokuvaa.

Taulukko 3-3. Kivikangas 1 pientaajuisten (20–200 Hz) melun vertailu toimenpidearvoihin STM 545/2015. Negatiivinen arvo tarkoittaa toimenpiderajan alittumista.

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	-27,1	-18,0	-11,5	-6,1	-2,3	-1,9	-3,1	-4,0	-5,4	-8,0	-8,2
R2	-30,0	-21,6	-15,0	-10,7	-7,1	-7,2	-9,3	-11,2	-13,7	-17,6	-18,8
R3	-32,2	-23,8	-17,3	-13,0	-9,4	-9,6	-11,7	-13,8	-16,5	-20,6	-22,2
R4	-30,3	-21,2	-14,7	-9,3	-5,6	-5,3	-6,6	-7,7	-9,3	-12,2	-12,9
R5	-31,2	-22,1	-15,7	-10,3	-6,5	-6,3	-7,6	-8,7	-10,4	-13,5	-14,4
R6	-34,1	-25,7	-19,2	-15,0	-11,4	-11,7	-13,9	-16,1	-18,9	-23,4	-25,3
R7	-36,5	-28,2	-21,7	-17,5	-14,0	-14,4	-16,7	-19,2	-22,3	-27,3	-29,8
R8	-37,4	-29,1	-22,6	-18,4	-14,9	-15,4	-17,7	-20,3	-23,5	-28,7	-31,5
R9	-37,8	-29,5	-23,0	-18,8	-15,3	-15,8	-18,2	-20,8	-24,1	-29,3	-32,2
R10	-38,6	-30,3	-23,9	-19,7	-16,3	-16,8	-19,2	-21,9	-25,4	-30,8	-34,0
R11	-34,8	-25,8	-19,4	-14,1	-10,4	-10,2	-11,7	-13,2	-15,3	-18,9	-20,6
R12	-33,8	-25,5	-19,0	-14,7	-11,1	-11,4	-13,6	-15,8	-18,6	-23,0	-24,8
R13	-31,9	-22,8	-16,4	-11,0	-7,2	-7,0	-8,3	-9,5	-11,3	-14,4	-15,3
R14	-31,7	-23,3	-16,8	-12,5	-8,9	-9,1	-11,1	-13,2	-15,8	-19,8	-21,3
R15	-28,0	-18,9	-12,4	-7,0	-3,2	-2,9	-4,1	-5,0	-6,4	-9,1	-9,4
R16	-36,1	-27,8	-21,2	-17,0	-13,5	-13,9	-16,1	-18,6	-21,7	-26,5	-28,9
R17	-37,6	-29,4	-22,9	-18,7	-15,2	-15,7	-18,0	-20,6	-23,9	-29,1	-32,0
R18	-36,9	-28,6	-22,1	-17,9	-14,4	-14,8	-17,1	-19,7	-22,9	-27,9	-30,6
R19	-35,3	-27,0	-20,5	-16,2	-12,7	-13,0	-15,2	-17,6	-20,6	-25,3	-27,5
R20	-33,1	-24,7	-18,2	-13,9	-10,3	-10,6	-12,7	-14,9	-17,6	-21,9	-23,6
R21	-27,7	-19,3	-12,7	-8,4	-4,8	-4,9	-6,9	-8,7	-11,1	-14,8	-15,7
R22	-28,0	-19,6	-13,0	-8,7	-5,1	-5,2	-7,2	-9,1	-11,4	-15,1	-16,1
R23	-28,5	-20,0	-13,5	-9,1	-5,5	-5,7	-7,6	-9,6	-11,9	-15,7	-16,7

Pientaajuismelun laskennan mukaan sisätilan toimenpiderajat alittuvat Kivikangas 1 hankkeessa. Suurimmat arvot ulkona saavutetaan reseptoripisteissä R1, R4, R15 ja R21, jonka pientaajuisten sisämelun laskennassa käytetään julkisivun äänitasoeron vähimmäisarvoa DL84% ja DL90% rakennuksien käyttötarkoituksen perusteella (asuinrakennus R21, loma-asuinrakennus R1, R4 ja R15).



Kuva 3-4. Kivikangas 1 hankkeen pienitaajuisen melulaskennan tulokuvaaja yhteisvaikutus Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki tuulivoimaloiden kanssa.

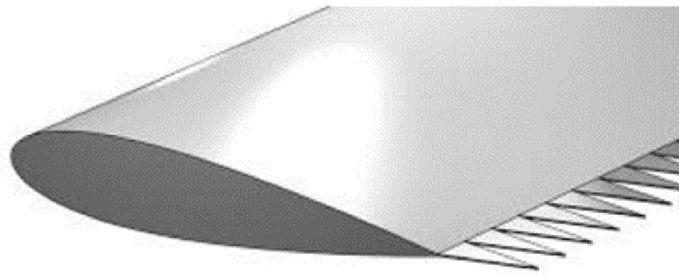
Taulukko 3-4. Kivikangas 1 pientaajuisen (20–200 Hz) melun vertailu toimenpidearvoihin STM 545/2015 yhteisvaikutuksessa Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto, Katajamäki tuulivoimaloiden kanssa. Negatiivinen arvo tarkoittaa toimenpiderajan alittumista.

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	-26,1	-17,0	-10,5	-5,1	-1,3	-1,1	-2,3	-3,4	-4,9	-7,6	-7,9
R2	-28,6	-20,2	-13,7	-9,4	-5,8	-6,1	-8,2	-10,3	-12,9	-16,9	-18,3
R3	-30,0	-21,7	-15,1	-10,9	-7,4	-7,7	-9,9	-12,1	-14,9	-19,3	-21,0
R4	-27,2	-18,1	-11,7	-6,3	-2,6	-2,3	-3,6	-4,8	-6,5	-9,4	-10,1
R5	-25,5	-16,4	-10,0	-4,6	-0,8	-0,5	-1,7	-2,7	-4,2	-6,8	-7,1
R6	-27,6	-19,2	-12,7	-8,4	-4,8	-5,0	-7,0	-9,1	-11,5	-15,4	-16,6
R7	-28,9	-20,6	-14,0	-9,8	-6,2	-6,4	-8,5	-10,6	-13,2	-17,2	-18,5
R8	-28,5	-20,1	-13,6	-9,3	-5,7	-5,9	-8,0	-10,1	-12,6	-16,5	-17,7
R9	-28,0	-19,6	-13,1	-8,8	-5,2	-5,4	-7,5	-9,5	-12,0	-15,9	-17,0
R10	-28,8	-20,5	-13,9	-9,7	-6,1	-6,3	-8,4	-10,5	-13,1	-17,2	-18,5
R11	-26,4	-17,3	-10,9	-5,5	-1,7	-1,4	-2,7	-3,8	-5,3	-8,0	-8,3
R12	-26,0	-17,6	-11,1	-6,7	-3,1	-3,3	-5,3	-7,2	-9,6	-13,3	-14,3
R13	-26,3	-17,2	-10,8	-5,4	-1,6	-1,3	-2,6	-3,6	-5,2	-7,9	-8,3
R14	-28,0	-19,7	-13,1	-8,8	-5,3	-5,5	-7,6	-9,7	-12,2	-16,2	-17,5
R15	-25,5	-16,4	-9,9	-4,6	-0,8	-0,5	-1,7	-2,7	-4,2	-6,9	-7,3
R16	-29,5	-21,1	-14,6	-10,4	-6,8	-7,1	-9,2	-11,4	-14,1	-18,2	-19,6
R17	-26,7	-18,3	-11,7	-7,4	-3,8	-4,0	-6,0	-8,0	-10,4	-14,2	-15,3
R18	-27,2	-18,8	-12,3	-8,0	-4,4	-4,6	-6,7	-8,7	-11,2	-15,1	-16,3
R19	-28,0	-19,6	-13,1	-8,8	-5,2	-5,5	-7,6	-9,7	-12,3	-16,4	-17,9
R20	-28,5	-20,2	-13,6	-9,4	-5,8	-6,1	-8,2	-10,4	-13,1	-17,4	-19,0
R21	-26,5	-18,1	-11,5	-7,2	-3,6	-3,8	-5,8	-7,8	-10,3	-14,2	-15,3
R22	-27,1	-18,7	-12,1	-7,8	-4,2	-4,4	-6,4	-8,5	-10,9	-14,8	-15,9
R23	-27,5	-19,1	-12,6	-8,3	-4,7	-4,9	-7,0	-9,0	-11,5	-15,4	-16,5

Yhteismeluvaikutus Kivikangas 2:n, Kukkokankaan, Katajamäen ja Sivakkalehdon hankkeiden kanssa alittavat sisämelun toimenpiderajat kaikissa reseptoripisteissä. Suurimmat arvot ulkona saavutetaan reseptoripisteissä R1, R5, R11 ja R15, jonka pientaajuisen sisämelun laskennassa käytetään julkisivun äänitasoeron vähimmäisarvoa DL90% rakennuksien käyttötarkoituksen perusteella (loma-asuinrakennus R1, R5, R11 ja R15).

3.3 Vaikutusten ehkäiseminen ja lieventäminen

Meluvaikutuksien laajuuteen voidaan vaikuttaa tuulivoimalamallin sekä siipityypin valinnalla. Uusimmat ja tulevaisuuden tuulivoimaloiden siipimallit sisältävät mm. jättöreunan sahalaoidituksen (Kuva 3-5), jolla voidaan vähentää nimellistehon taattua melupäästöä n. 2–4 dB voimalan tuottamaa sähkötehoa vähentämättä (Arce León, 2017). Kyseinen melupäästön vähentämismenetelmä on otettu huomioon tämän tuulivoimahankkeen melumallintamisessa.



Kuva 3-5. Havainnollistus tuulivoimalan siiven jättöreunan sahalaudoituksesta (Martinez ym. 2019).

Tuulivoimalaitoksia on lisäksi mahdollista ajaa meluoptimoidulla ajolla, jolloin esimerkiksi roottorin pyörimisnopeutta rajoitetaan kovemmilla tuulennopeuksilla siiven lapakulmaa säätämällä. Näitä meluoptimointiajomoodeja on yleensä eritasoisia riippuen tarvittavasta vaimennustarpeesta. Säästöparametreiksi voidaan tyypillisesti valita tuulennopeus, -suunta ja kellonaika. Meluoptimoitu ajo rajoittaa tehontuoton lisäksi myös voimalan äänipäästöä. Muuta merkittävää meluntorjuntaa ei voida suorittaa, ellei voimalaa pysäytetä kokonaan. Melumallinnuksen perusteella tarvetta meluoptimointiajomoodin käytölle tässä hankkeessa ei kuitenkaan ole.

4 LÄHDELUETTELO

Suluissa oleva päivämäärä nettilähteiden perässä kertoo, milloin lähteeseen on viitattu.

Marttunen, M., Grönlund, S., Hokkanen, J., Jantunen, J., Karjalainen, T. P., Luodemäki, S., Mustajoki, J., Neste, J., Saarikoski, H., Vallius, E., Vartia, M., Vehmas, A. & Vienonen, S. 2015. Hyviä käytäntöjä ympäristövaikutusten arvioinnissa. Imperiahankkeen yhteenveto. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 39/2015. (19.9.2024)

Pölönen, I. & Perho, J. 2018. YVA-oikeus. Uudistunut ympäristövaikutusten arviointimenettely. Edita Publishing Oy, Keuruu. (19.9.2024)

Arce León, C. 2017. Trailing Edge Serrations, Effect of Their Flap Angle on Flow and Acoustics. 7th International Conference on Wind Turbine Noise, Rotterdam, 2nd to 5th May 2017.

Bolin, K. 2012. The Influence of Background Sounds on Loudness and Annoyance of Wind Turbine Noise, Acta Acustica united with Acustica 98, 741-748, 2012.

Gupta, M. Madsen, K. 2019. Advancements in continuous learning for tonality free turbine design. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.

Halstead, D., Tam, N. 2019. A study of background noise levels measured during far-field receptor testing of wind turbine facilities. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.

Jakobsen, J. 2012. Danish regulation for low frequency noise from wind turbines, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 31(4), 2012.

Keränen et al. 2019a. The sound insulation of façades at frequencies 5–5000Hz, Building and Environment 156, 2019.

Keränen et al. 2019b. Anojanssi -projektin tulokset: Ympäristömelun häiritsevyys. Turun ammattikorkeakoulu, sisäympäristön tutkimusryhmä, Akustiikkapäivät 2019, s. 276-279.

R. M. Martínez, R. et al. Assessment of the sound quality of wind turbine noise reduction measures. Environmental Science, Engineering, 2019.

Oerlemans, S. Schepers, J.G. 2009. Prediction of wind turbine noise directivity and swish. Proc. 3rd Int. conference on wind turbine noise, Aalborg, Denmark, 2009.

STMa 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.

VNa 1107/2015. Valtioneuvoston asetus 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. Astui voimaan 1.9.2015.

van den Berg, G. P. 2006. The sound of high winds: the effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise. Doctoral Thesis, University of Groningen, Holland, 2006.

YM9/5511/2016. Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. Ympäristöministeriö, YM9/5511/2016.

Ympäristöministeriö 1995. Ympäristömelun mittaaminen. Ohje I 1995.

Ympäristöministeriö 2007. Melutta -hankkeen loppuraportti. Ympäristöministeriön raportteja 20/2007. Ympäristöministeriö, Helsinki, 2007.

Ympäristöministeriö 2/2014. Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2014.

Ympäristöministeriö 2016. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016. Ympäristöministeriö, 2016.

Liite 1. Tuulivoimaloiden ja reseptoripisteiden koordinaatit melumallinnuksen ETRS-TM35FIN tasokoordinaatistossa

Kivikangas 1, Tuulivoimaloiden koordinaatit

No.	Nimi	x	y	z (m)	H (m)
1	TV1	527424,9	7101617,4	174,7	200,0
2	TV2	527801,1	7101060,6	172,8	200,0
3	TV3	528006,0	7100345,0	175,2	200,0
4	TV4	528139,1	7101995,6	166,8	200,0
5	TV5	528511,5	7098551,5	183,4	200,0
6	TV6	528016,8	7099031,1	181,8	200,0
7	TV7	528496,0	7099831,0	178,7	200,0
8	TV8	528532,1	7101199,0	170,8	200,0
9	TV9	528789,8	7102112,7	169,1	200,0
10	TV10	529181,0	7099074,0	176,5	200,0
11	TV11	529211,0	7101016,0	184,8	200,0
12	TV12	529316,4	7097155,2	194,9	200,0
13	TV13	529436,0	7102224,0	184,0	200,0
14	TV14	529727,0	7100356,0	204,9	200,0
15	TV15	529802,5	7098757,0	176,2	200,0
16	TV16	529947,4	7097115,7	171,7	200,0
17	TV17	530129,0	7102485,0	175,6	200,0
18	TV18	530249,0	7101446,0	191,9	200,0
19	TV19	530390,1	7099463,3	206,3	200,0
20	TV20	530470,0	7100256,0	184,7	200,0
21	TV21	530749,0	7102088,0	177,6	200,0
22	TV22	531170,0	7098806,0	195,3	200,0
23	TV23	530999,1	7097121,8	174,2	200,0
24	TV24	531445,0	7100556,0	184,8	200,0
25	TV25	531649,3	7097126,5	169,6	200,0
26	TV26	531620,0	7099681,0	192,1	200,0
27	TV27	531854,0	7102012,0	187,6	200,0
28	TV28	531995,0	7098644,0	193,4	200,0
29	TV29	532195,0	7100506,0	179,0	200,0
30	TV30	532465,0	7101500,0	187,8	200,0
31	TV31	532822,0	7100897,0	185,9	200,0
32	TV32	531199,0	7101417,0	178,5	200,0
33	TV33	532340,7	7097166,3	173,2	200,0

Katajamäki tuulivoimaloiden koordinaatit

No.	Nimi	x	y	z (m)	H (m)
1	TV1	513394,0	7098322,0	187,8	200,0
2	TV2	513847,0	7097251,0	183,5	200,0
3	TV3	514288,0	7096590,0	176,3	200,0
4	TV4	514763,0	7095958,0	168,5	200,0
5	TV5	513785,0	7095645,0	173,9	200,0
6	TV6	517845,0	7095564,0	169,3	200,0
7	TV7	517226,0	7096320,0	171,6	200,0
8	TV8	516462,0	7096860,0	174,2	200,0
9	TV9	515866,0	7097332,0	170,7	200,0
10	TV10	515475,0	7098267,0	165,7	200,0
11	TV11	517075,0	7098024,0	180,3	200,0
12	TV12	517213,0	7099034,0	198,4	200,0
13	TV13	516931,0	7099863,0	198,1	200,0
14	TV14	517144,0	7103226,0	166,4	200,0
15	TV15	517816,0	7102875,0	161,0	200,0
16	TV16	518583,0	7102417,0	153,1	200,0
17	TV17	515909,0	7106459,2	164,8	200,0
18	TV18	516931,1	7105901,0	145,2	200,0
19	TV19	517446,0	7105214,0	147,5	200,0
20	TV20	517980,0	7104206,0	148,8	200,0
21	TV21	518858,0	7105305,0	148,0	200,0
22	TV22	519364,0	7104099,0	155,3	200,0
23	TV23	520088,0	7103598,0	172,1	200,0
24	TV24	519817,0	7102420,0	157,3	200,0
25	TV25	516239,0	7101210,0	191,7	200,0
26	TV26	515249,0	7101935,0	174,9	200,0
27	TV27	516534,0	7102343,0	177,2	200,0
28	TV28	514670,0	7100997,0	170,8	200,0
29	TV29	514555,0	7099960,0	172,2	200,0
30	TV30	515309,0	7099437,0	168,3	200,0
31	TV31	514070,0	7101510,0	163,9	200,0
32	TV32	514093,0	7102453,0	153,2	200,0
33	TV33	512819,0	7099163,0	178,3	200,0
34	TV34	513168,0	7100143,0	162,4	200,0
35	TV35	512646,0	7100974,0	161,7	200,0
36	TV36	512778,1	7102030,0	158,0	200,0
37	TV37	512181,0	7102584,8	153,2	200,0
38	TV38	512622,0	7096766,4	187,6	200,0
39	TV39	512989,0	7095998,0	185,4	200,0
40	TV40	515210,0	7106831,5	165,2	200,0
41	TV41	512446,8	7103491,0	147,5	200,0
42	TV42	511575,6	7104046,0	148,3	200,0
43	TV43	518144,0	7094686,0	177,3	200,0
44	TV44	517771,0	7101673,0	169,7	200,0

45	TV45	517906,0	7106667,0	138,4	200,0
46	TV46	517160,0	7107206,0	142,7	200,0
47	TV47	515539,5	7095479,9	162,6	200,0
48	TV48	516610,1	7104302,2	158,6	200,0
49	TV49	515639,0	7104570,5	165,8	200,0
50	TV50	515136,0	7105218,8	161,4	200,0
51	TV51	515170,5	7102939,9	163,6	200,0

Sivakkalehto tuulivoimaloiden koordinaatit

No.	Nimi	x	y	z (m)	H (m)
1	TV1	545299,0	7095589,0	233,8	200,0
2	TV2	545612,0	7094859,0	220,8	200,0
3	TV3	545161,0	7094122,0	218,0	200,0
4	TV4	545774,0	7093908,0	207,2	200,0
5	TV5	545033,0	7093271,0	210,1	200,0
6	TV6	545022,0	7092324,0	193,5	200,0
7	TV7	545971,0	7091861,0	193,7	200,0
8	TV8	546567,0	7091537,0	195,0	200,0
9	TV9	545294,0	7091441,0	190,1	200,0
10	TV10	544174,0	7091308,0	190,2	200,0
11	TV11	544676,0	7090856,0	186,6	200,0
12	TV12	545268,6	7090607,2	180,4	200,0
13	TV13	545930,0	7090712,0	189,7	200,0
14	TV14	547573,0	7090111,0	200,2	200,0
15	TV15	546806,0	7089926,0	187,7	200,0
16	TV16	548368,0	7088558,0	192,3	200,0
17	TV17	549117,0	7088464,0	199,9	200,0
18	TV18	549779,0	7088188,0	191,9	200,0
19	TV19	551284,0	7087274,0	192,9	200,0
20	TV20	551847,0	7086968,0	194,8	200,0
21	TV21	551717,0	7086127,0	187,1	200,0
22	TV22	552474,0	7087378,0	212,2	200,0
23	TV23	553238,0	7087424,0	218,6	200,0
24	TV24	553628,7	7086820,7	212,3	200,0
25	TV25	552556,0	7086515,0	196,7	200,0
26	TV26	553119,5	7086254,1	202,6	200,0
27	TV27	552616,2	7085670,3	186,4	200,0
28	TV28	552010,5	7085248,8	189,6	200,0
29	TV29	552343,6	7084637,7	196,2	200,0
30	TV30	554489,0	7087675,0	217,9	200,0
31	TV31	555329,6	7088109,4	230,7	200,0
32	TV32	555882,9	7087731,9	239,4	200,0
33	TV33	555295,1	7087056,1	220,5	200,0
34	TV34	553254,0	7089088,0	219,7	200,0
35	TV35	547254,0	7089318,0	189,5	200,0

Kukkokangas tuulivoimaloiden koordinaatit

No.	Nimi	x	y	z (m)	H (m)
1	TV1	521360,0	7095318,0	177,6	200,0
2	TV2	521095,0	7094331,0	164,7	200,0
3	TV3	522355,0	7095878,0	172,7	200,0
4	TV4	522961,0	7096992,0	173,1	200,0
5	TV5	521311,0	7093513,0	162,5	200,0
6	TV6	521775,0	7094674,0	167,8	200,0

Kivikangas 2 tuulivoimaloiden koordinaatit

No.	Nimi	x	y	z (m)	H (m)
1	TV1	533341,1	7097311,1	169,6	200,0
2	TV2	533576,5	7096491,4	172,1	200,0
3	TV3	533012,0	7095326,1	165,6	200,0
4	TV4	533994,0	7097206,0	175,2	200,0
5	TV5	533613,4	7095498,5	169,0	200,0
6	TV6	534465,0	7096624,0	188,1	200,0
7	TV7	534185,0	7095824,0	172,8	200,0
8	TV8	535461,6	7097864,2	185,4	200,0
9	TV9	535994,7	7097547,3	191,6	200,0
10	TV10	536555,2	7097098,2	219,3	200,0
11	TV11	537132,6	7096887,0	221,1	200,0
12	TV12	537740,9	7096420,4	198,9	200,0
13	TV13	538553,1	7097292,0	193,0	200,0
14	TV14	538456,9	7096470,8	193,9	200,0
15	TV15	538230,0	7095666,0	189,5	200,0
16	TV16	539081,0	7096487,0	189,9	200,0
17	TV17	539571,0	7094800,0	187,5	200,0
18	TV18	538846,0	7095554,0	190,2	200,0

Reseptoripisteiden koordinaatit

Nimi	x	y	z (m)	korkeus maan- pinnasta (m)
R1	532727,7	7103821,0	174,9	4
R2	533749,0	7103738,0	205,6	4
R3	535489,7	7103547,3	228,1	4
R4	536158,3	7101221,4	218,9	4
R5	536793,4	7099330,1	198,3	4
R6	537800,7	7099210,1	206,9	4
R7	540154,3	7098727,7	236,0	4
R8	540904,0	7097360,4	225,7	4
R9	541048,4	7096147,8	213,3	4
R10	541035,8	7093421,5	217,1	4
R11	537838,6	7093588,4	184,4	4
R12	536065,2	7095155,9	200,8	4
R13	533845,4	7093507,9	192,8	4
R14	531595,9	7093868,6	172,9	4
R15	530862,2	7094824,6	176,1	4
R16	523649,0	7093049,0	171,7	4
R17	519413,7	7096238,0	191,9	4
R18	520128,5	7096903,6	195,0	4
R19	521499,0	7098382,7	191,6	4
R20	523242,3	7099341,3	171,7	4
R21	525995,0	7100191,3	201,0	4
R22	528084,9	7103999,2	157,3	4
R23	530378,0	7104484,2	171,8	4

Liite 2. Pienitaajuisen melun numeeriset laskentatulokset

Kivikangas 1 tulokset ulkona (dB), taajuus (Hz)

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	52,9	52,0	51,5	49,9	49,7	49,1	46,9	45,0	42,6	39,0	37,8
R2	51,6	50,7	50,2	48,6	48,4	47,8	45,5	43,6	41,1	37,4	36,0
R3	49,4	48,5	47,9	46,3	46,1	45,4	43,1	41,0	38,3	34,4	32,6
R4	49,7	48,8	48,3	46,7	46,4	45,7	43,4	41,3	38,7	34,8	33,1
R5	48,8	47,9	47,3	45,7	45,5	44,7	42,4	40,3	37,6	33,5	31,6
R6	47,5	46,6	46,0	44,3	44,1	43,3	40,9	38,7	35,9	31,6	29,5
R7	45,1	44,1	43,5	41,8	41,5	40,6	38,1	35,6	32,5	27,7	25,0
R8	44,2	43,2	42,6	40,9	40,6	39,6	37,1	34,5	31,3	26,3	23,3
R9	43,8	42,8	42,2	40,5	40,2	39,2	36,6	34,0	30,7	25,7	22,6
R10	43,0	42,0	41,3	39,6	39,2	38,2	35,6	32,9	29,4	24,2	20,8
R11	45,2	44,2	43,6	41,9	41,6	40,8	38,3	35,8	32,7	28,1	25,4
R12	47,8	46,8	46,2	44,6	44,4	43,6	41,2	39,0	36,2	32,0	30,0
R13	48,1	47,2	46,6	45,0	44,8	44,0	41,7	39,5	36,7	32,6	30,7
R14	49,9	49,0	48,4	46,8	46,6	45,9	43,7	41,6	39,0	35,2	33,5
R15	52,0	51,1	50,6	49,0	48,8	48,1	45,9	44,0	41,6	37,9	36,6
R16	45,5	44,5	44,0	42,3	42,0	41,1	38,7	36,2	33,1	28,5	25,9
R17	44,0	42,9	42,3	40,6	40,3	39,3	36,8	34,2	30,9	25,9	22,8
R18	44,7	43,7	43,1	41,4	41,1	40,2	37,7	35,1	31,9	27,1	24,2
R19	46,3	45,3	44,7	43,1	42,8	42,0	39,6	37,2	34,2	29,7	27,3
R20	48,5	47,6	47,0	45,4	45,2	44,4	42,1	39,9	37,2	33,1	31,2
R21	53,9	53,0	52,5	50,9	50,7	50,1	47,9	46,1	43,7	40,2	39,1
R22	53,6	52,7	52,2	50,6	50,4	49,8	47,6	45,7	43,4	39,9	38,7
R23	53,1	52,3	51,7	50,2	50,0	49,3	47,2	45,2	42,9	39,3	38,1

Kivikangas 1 tulokset sisällä (dB), taajuus (Hz)

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	46,9	46,0	44,5	42,9	41,7	40,1	36,9	34,0	30,6	26,0	23,8
R2	44,0	42,4	41,0	38,3	36,9	34,8	30,7	26,8	22,3	16,4	13,2
R3	41,8	40,2	38,7	36,0	34,6	32,4	28,3	24,2	19,5	13,4	9,8
R4	43,7	42,8	41,3	39,7	38,4	36,7	33,4	30,3	26,7	21,8	19,1
R5	42,8	41,9	40,3	38,7	37,5	35,7	32,4	29,3	25,6	20,5	17,6
R6	39,9	38,3	36,8	34,0	32,6	30,3	26,1	21,9	17,1	10,6	6,7
R7	37,5	35,8	34,3	31,5	30,0	27,6	23,3	18,8	13,7	6,7	2,2
R8	36,6	34,9	33,4	30,6	29,1	26,6	22,3	17,7	12,5	5,3	0,5
R9	36,2	34,5	33,0	30,2	28,7	26,2	21,8	17,2	11,9	4,7	-0,2
R10	35,4	33,7	32,1	29,3	27,7	25,2	20,8	16,1	10,6	3,2	-2,0
R11	39,2	38,2	36,6	34,9	33,6	31,8	28,3	24,8	20,7	15,1	11,4
R12	40,2	38,5	37,0	34,3	32,9	30,6	26,4	22,2	17,4	11,0	7,2
R13	42,1	41,2	39,6	38,0	36,8	35,0	31,7	28,5	24,7	19,6	16,7
R14	42,3	40,7	39,2	36,5	35,1	32,9	28,9	24,8	20,2	14,2	10,7
R15	46,0	45,1	43,6	42,0	40,8	39,1	35,9	33,0	29,6	24,9	22,6
R16	37,9	36,2	34,8	32,0	30,5	28,1	23,9	19,4	14,3	7,5	3,1
R17	36,4	34,6	33,1	30,3	28,8	26,3	22,0	17,4	12,1	4,9	0,0
R18	37,1	35,4	33,9	31,1	29,6	27,2	22,9	18,3	13,1	6,1	1,4
R19	38,7	37,0	35,5	32,8	31,3	29,0	24,8	20,4	15,4	8,7	4,5
R20	40,9	39,3	37,8	35,1	33,7	31,4	27,3	23,1	18,4	12,1	8,4
R21	46,3	44,7	43,3	40,6	39,2	37,1	33,1	29,3	24,9	19,2	16,3
R22	46,0	44,4	43,0	40,3	38,9	36,8	32,8	28,9	24,6	18,9	15,9
R23	45,5	44,0	42,5	39,9	38,5	36,3	32,4	28,4	24,1	18,3	15,3

Kivikangas 1 yhteismelu tulokset ulkona (dB), taajuus (Hz)

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	53,9	53,0	52,5	50,9	50,7	49,9	47,7	45,6	43,1	39,4	38,1
R2	53,0	52,1	51,5	49,9	49,7	48,9	46,6	44,5	41,9	38,1	36,5
R3	51,6	50,6	50,1	48,4	48,1	47,3	44,9	42,7	39,9	35,7	33,8
R4	52,8	51,9	51,3	49,7	49,4	48,7	46,4	44,2	41,5	37,6	35,9
R5	54,5	53,6	53,0	51,4	51,2	50,5	48,3	46,3	43,8	40,2	38,9
R6	54,0	53,1	52,5	50,9	50,7	50,0	47,8	45,7	43,3	39,6	38,2
R7	52,7	51,7	51,2	49,5	49,3	48,6	46,3	44,2	41,6	37,8	36,3
R8	53,1	52,2	51,6	50,0	49,8	49,1	46,8	44,7	42,2	38,5	37,1
R9	53,6	52,7	52,1	50,5	50,3	49,6	47,3	45,3	42,8	39,1	37,8
R10	52,8	51,8	51,3	49,6	49,4	48,7	46,4	44,3	41,7	37,8	36,3
R11	53,6	52,7	52,1	50,5	50,3	49,6	47,3	45,2	42,7	39,0	37,7
R12	55,6	54,7	54,1	52,6	52,4	51,7	49,5	47,6	45,2	41,7	40,5
R13	53,7	52,8	52,2	50,6	50,4	49,7	47,4	45,4	42,8	39,1	37,7
R14	53,6	52,6	52,1	50,5	50,2	49,5	47,2	45,1	42,6	38,8	37,3
R15	54,5	53,6	53,1	51,4	51,2	50,5	48,3	46,3	43,8	40,1	38,7
R16	52,1	51,2	50,6	48,9	48,7	47,9	45,6	43,4	40,7	36,8	35,2
R17	54,9	54,0	53,5	51,9	51,7	51,0	48,8	46,8	44,4	40,8	39,5
R18	54,4	53,5	52,9	51,3	51,1	50,4	48,1	46,1	43,6	39,9	38,5
R19	53,6	52,7	52,1	50,5	50,3	49,5	47,2	45,1	42,5	38,6	36,9
R20	53,1	52,1	51,6	49,9	49,7	48,9	46,6	44,4	41,7	37,6	35,8
R21	55,1	54,2	53,7	52,1	51,9	51,2	49,0	47,0	44,5	40,8	39,5
R22	54,5	53,6	53,1	51,5	51,3	50,6	48,4	46,3	43,9	40,2	38,9

R23	54,1	53,2	52,6	51,0	50,8	50,1	47,8	45,8	43,3	39,6	38,3
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Kivikangas 1 yhteismelu, tulokset sisällä (dB), taajuus (Hz)

Reseptori	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	47,9	47,0	45,5	43,9	42,7	40,9	37,7	34,6	31,1	26,4	24,1
R2	45,4	43,8	42,3	39,6	38,2	35,9	31,8	27,7	23,1	17,1	13,7
R3	44,0	42,3	40,9	38,1	36,6	34,3	30,1	25,9	21,1	14,7	11,0
R4	46,8	45,9	44,3	42,7	41,4	39,7	36,4	33,2	29,5	24,6	21,9
R5	48,5	47,6	46,0	44,4	43,2	41,5	38,3	35,3	31,8	27,2	24,9
R6	46,4	44,8	43,3	40,6	39,2	37,0	33,0	28,9	24,5	18,6	15,4
R7	45,1	43,4	42,0	39,2	37,8	35,6	31,5	27,4	22,8	16,8	13,5
R8	45,5	43,9	42,4	39,7	38,3	36,1	32,0	27,9	23,4	17,5	14,3
R9	46,0	44,4	42,9	40,2	38,8	36,6	32,5	28,5	24,0	18,1	15,0
R10	45,2	43,5	42,1	39,3	37,9	35,7	31,6	27,5	22,9	16,8	13,5
R11	47,6	46,7	45,1	43,5	42,3	40,6	37,3	34,2	30,7	26,0	23,7
R12	48,0	46,4	44,9	42,3	40,9	38,7	34,7	30,8	26,4	20,7	17,7
R13	47,7	46,8	45,2	43,6	42,4	40,7	37,4	34,4	30,8	26,1	23,7
R14	46,0	44,3	42,9	40,2	38,7	36,5	32,4	28,3	23,8	17,8	14,5
R15	48,5	47,6	46,1	44,4	43,2	41,5	38,3	35,3	31,8	27,1	24,7
R16	44,5	42,9	41,4	38,6	37,2	34,9	30,8	26,6	21,9	15,8	12,4
R17	47,3	45,7	44,3	41,6	40,2	38,0	34,0	30,0	25,6	19,8	16,7
R18	46,8	45,2	43,7	41,0	39,6	37,4	33,3	29,3	24,8	18,9	15,7
R19	46,0	44,4	42,9	40,2	38,8	36,5	32,4	28,3	23,7	17,6	14,1
R20	45,5	43,8	42,4	39,6	38,2	35,9	31,8	27,6	22,9	16,6	13,0
R21	47,5	45,9	44,5	41,8	40,4	38,2	34,2	30,2	25,7	19,8	16,7
R22	46,9	45,3	43,9	41,2	39,8	37,6	33,6	29,5	25,1	19,2	16,1
R23	46,5	44,9	43,4	40,7	39,3	37,1	33,0	29,0	24,5	18,6	15,5

Liite 5. Melumallinnuksen perustiedot

RAPORTIN TIEDOT		
Mallinnusraportin numero/tunniste: 101011971-004		
MALLINNUSOHJELMAN TIEDOT		
Mallinnusohjelma: SoundPlan v. 9.1	Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2	
TUULIVOIMALAN (TUULIVOIMALOIDEN TIEDOT)		
Tuulivoimalan valmistaja: Geneerinen	Nimellisteho: 7,2 MW	
Roottorin halkaisija: Mallinnuksessa vain napakorkeus	Napakorkeus: <i>Kivikangas: 200 m</i> <i>Kivikangas: 200 m</i> <i>Kukkokangas: 200 m</i> <i>Katajamäki: 200 m</i> <i>Sivakkalehto: 200 m</i>	
Kivikangas 1 lukumäärä: 33 <i>Kivikangas 2:18 kpl</i> <i>Kukkokangas: 6 kpl</i> <i>Katajamäki: 51 kpl</i> <i>Sivakkalehto:35 kpl</i>	Siipityyppi: Serraatio	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön (alentavasti) käytön aikana: Kyllä, noin 0 dB...-8 dB		
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT		
Melupäästötiedot (LWA): 108,9 dB	Varmuusarvo K: +2,0 dB	
Melun erityispiirteet		
Kapeakaistaisuus: Ei	Impulssimaisuus: Ei	Korkeuserokorjaus: Ei
AKUSTISET TIEDOT/LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT		
Laskentakorkeus: 4 m	Suhteellinen kosteus: 70%	Lämpötila: 15 °C
Tuulensuunta: Myötätuuli joka suuntaan		
Maastomallin lähde: MML, 03/2025	Maanpinnan pystyresoluutio: 0,5 m / laserkeilausaineisto	
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet		
Vesialueet:	Maa-alueet:	Muut alueet
0	0,4	Laajat kallioalueet: 0
PIENTAAJUISEN MELULASKENNAN ÄÄNITASOEROT		
Julkisivurakenteen tuottaman äänitasoeron vähimmäisarvon estimaatti loma-asuinrakennuksille DL90% (ylempi taulukko) ja DL84% asuinrakennuksille (alempi taulukko) 1/3 Oktaaveittain [Hz], 20-200Hz [dB]		

Taajuus [Hz]										
20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,0	22,8
LASKENTATULOKSET										
Laskentavaihtoehdot 1 kpl										
Laskentakartat: 2 kpl					Laskentavyöhykkeet [dB]: 4 kpl: 35 dB, 40dB, 45dB ja 50dB					
Pientaajuisen melun laskentataulukot: 2 kpl					Reseptoripisteet: 23 kpl, R1-R23					
Melulle altistuvat asuin- tai loma-asuinkohteet, 0 kpl. (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)										
Yli 40 dB(A):n vyöhykkeellä: 0 kpl					Yli 45 dB(A):n vyöhykkeellä: 0 kpl					
Pientaajuisen melun tulokset: Kaikki tulokset alle asumisterveysasetuksen										



ABO Energy Suomi Oy, Metsähallitus

Kivikankaan tuulivoimapuiston välkeselvitys

101011971-004, 12.05.2025

Tekijä
AFRY Finland Oy
Mika Laitinen

E-mail
mika.laitinen@afry.com

Osasto
Wind and Solar Finland

Raporttiversio
003

Asiakas
ABO Energy Suomi Oy
Metsähallitus

Päivämäärä
12/05/2025

Projektinnumero
101011971-004

Raportin tila
VALMIS

Kivikankaan tuulivoimapuiston välkesselvitys

Raporttihistoria

Versio	Pvm/Laatija	Pvm/Tarkastaja	Merkinnät/Muutokset
001	06.06.2023/ Juulianna Lähteinen, Technical Consultant	06.06.2023/ Mika Laitinen, Senior Consultant	Alkuperäinen
002	30.04.2024/ Juulianna Lähteinen, Technical Consultant	30.04.2024/ Mika Laitinen, Senior Consultant	Layout muutokset puistoissa: Kivikangas, Kivikangas 2 ja Sivakkalehto
003	12.02.2025/ Mika Laitinen, Senior Consultant	12.05.2025/ Erkki Heikkola, Senior Consultant	Layout muuttunut puistoissa Kivikangas ja Sivakkalehto

Aineistojen käyttöoikeudet

Selvityksessä on käytetty Maanmittauslaitoksen ja Ilmatieteen laitoksen avoimien aineistojen käyttöluvien alaista materiaalia, jotka on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen - lisenssillä: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>.

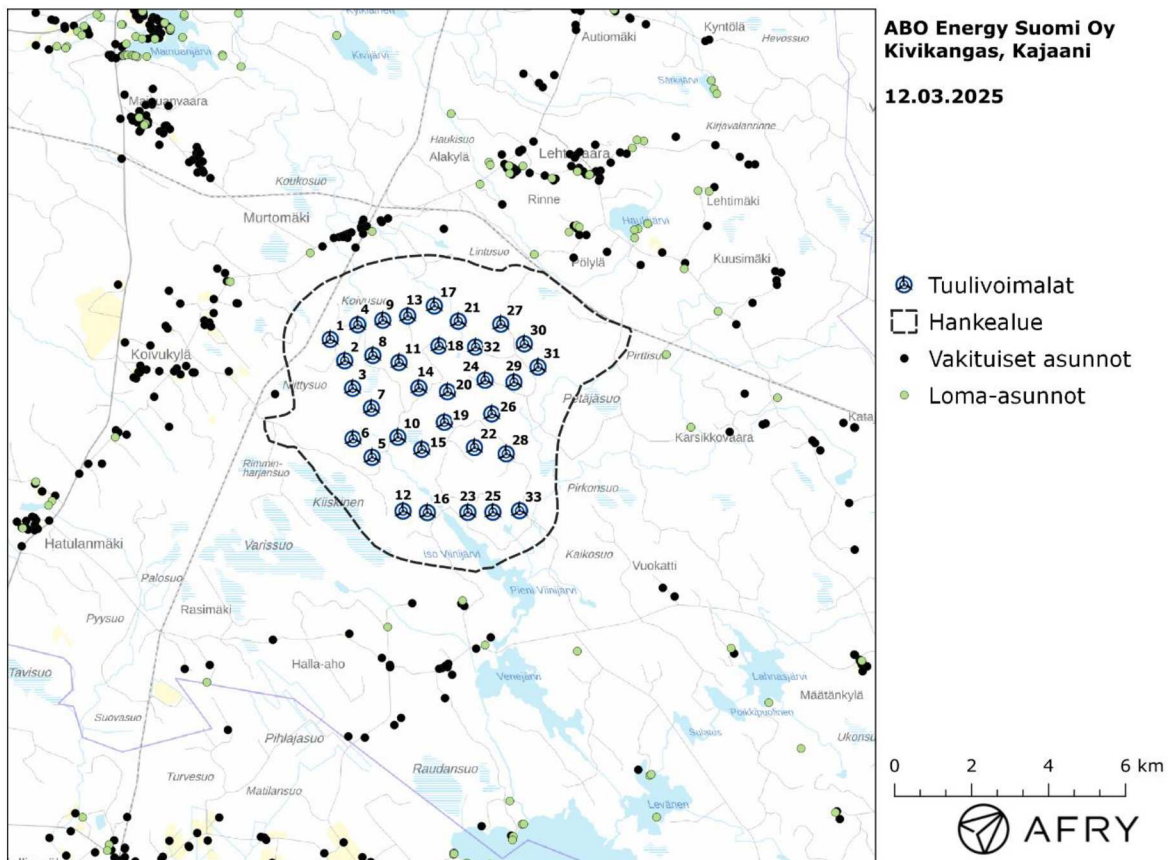
Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Tuulivoimaloiden välke	6
2.1	Välkevaikutus.....	6
2.2	Välkkeen rajoittaminen.....	6
2.3	Arvioinnin epävarmuudet.....	6
2.4	Ohjeavot	7
3	Tuulivoimakohteen välkemallinnus.....	8
3.1	Mallinnusmenetelmä ja lähtöaineisto	8
3.2	Todennäköinen välkevaikutus.....	12
3.3	Teoreettinen välkevaikutus	14
3.4	Kivikankaan ja läheisten tuulivoimapuistojen yhteisvaikutukset	16
4	Yhteenveto	21
5	Välkevaikutuksen laskentamenetelmä	22
6	Viitteet	24

1 Johdanto

Selvityksessä arvioidaan Kajaanin kaupungin alueelle suunnitellun Kivikankaan tuulivoimapuiston aiheuttamaa välkevaikutusta laskennallisten mallien avulla. Arviointi on tehty 33 voimalan sijoitus-suunnitelmalle. Voimaloiden sijainnit on esitetty kuvassa (Kuva 1) ja koordinaatit annettu taulukossa (Taulukko 1).

Selvityksessä arvioidaan myös välkkeen yhteisvaikutuksia Kivikankaan läheisyyteen suunniteltujen naapuripuistojen kanssa. Huomioitavat naapuripuistot ovat Kivikangas 2, Kukkokangas, Katajamäki sekä Sivakkalehto. Näiden tuulivoimapuistojen voimaloiden sijainnit ja yhteisvaikutukset on kuvattu tarkemmin luvussa 3.4.



Kuva 1: Tuulivoimaloiden sijainnit Kivikankaan hankealueella.

Taulukko 1: Kivikankaan tuulivoimaloiden (33 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
01	527425	7101617	175
02	527801	7101061	173
03	528006	7100345	175
04	528139	7101996	168
05	528511	7098551	184
06	528017	7099031	182
07	528496	7099831	178
08	528532	7101199	171
09	528790	7102113	169
10	529181	7099074	176
11	529211	7101016	184
12	529316	7097155	195
13	529436	7102224	184
14	529727	7100356	205
15	529803	7098757	177
16	529947	7097116	172
17	530129	7102485	176
18	530249	7101446	192
19	530390	7099463	206
20	530470	7100256	184
21	530749	7102088	178
22	531170	7098806	196
23	530999	7097122	175
24	531445	7100556	186
25	531649	7097127	170
26	531620	7099681	192
27	531854	7102012	188
28	531995	7098644	193
29	532195	7100506	179
30	532465	7101500	188
31	532822	7100897	186
32	531199	7101417	178
33	532341	7097166	173

2 Tuulivoimaloiden välke

2.1 Välkevaikutus

Välkevaikutuksella tarkoitetaan tilannetta, jossa Auringon paisteen ja tarkastelupisteen väliin jäävän voimalan lavat aiheuttavat välkkyvän varjon. Välke voi ulottua pisimmillään 1–3 km etäisyydelle voimalasta. Välkevaikutuksen etäisyyteen ja keston vaikuttavat tuulivoimalan korkeus ja roottorin halkaisija, vuoden- ja vuorokaudenaika, maaston muodot sekä näkyvyyttä rajoittavat tekijät kuten kasvillisuus ja pilvisuus.

Suomen sijainnin vuoksi yksittäisen tuulivoimalan välkevaikutus kohdistuu valtaosin voimalan pohjoispuolelle (päiväaika) sekä lounais- ja kaakkoispuolille (aamu- ja iltatimet). Suomessa voimala aiheuttaa välkevaikutusta eteläpuolelleen vain pohjoisen napapiirin pohjoispuolella.

Välkevaikutuksen laskenta voi perustua joko teoreettisen maksimivälkkeen tai todennäköisen tilanteen mallinnukseen:

- Teoreettisen maksimivälkkeen laskennassa oletetaan, että päiväaikaan Aurinko paistaa jatkuvasti, tuulivoimalan roottori pyörii jatkuvasti, ja roottori on aina kohtisuorassa Aurinkoa kohden.
- Todennäköisen tilanteen mallinnuksessa otetaan huomioon paikallinen tilastollinen aineisto auringonpaisteen määrästä ja ajoittumisesta sekä tuulen suuntien ja nopeuksien jakautumisesta.

Tämän selvityksen väkelaskenta on tehty mallintamalla sekä todennäköinen välkeaika että teoreettinen maksimivälke.

2.2 Välkkeen rajoittaminen

Välkevaikutusta voidaan vähentää voimalakohtaisella välkkeen hallintatyökalulla (shadow flicker protection system), joka sisältää valoanturin ja välkkeenhallintasovelluksen. Työkalun avulla voimala voidaan pysäyttää joko havaitun auringonpaisteen perusteella ja/tai haluttuina vuoden- ja kellonaikoina. Pysäytetty voimala ei aiheuta välkettä.

2.3 Arvioinnin epävarmuudet

Mallinnettu todennäköinen välkevaikutus perustuu auringonpaisteen ja tuulisuuden tilastolliseen aineistoon. Yksittäisen vuoden sääolosuhteet saattavat poiketa merkittävästi keskimääräisistä olosuhteista, jolloin vuotuinen välkevaikutus voi poiketa mallinnetusta arvosta. Auringonpaisteen aineisto on saatu Siilinjärven sääasemalta, josta etäisyys hankealueeseen on noin 110 km.

Mallinnuksessa ei ole huomioitu paikallisen puuston vaikutusta voimaloiden näkyvyyteen ja välkevaikutukseen. Puusto voi rajoittaa merkittävästi näkyvyyttä turbiineille ja vähentää vuotuista välkevaikutusta. Puuston näkyvyyttä peittävä vaikutus vaihtelee kuitenkin vuosien ja vuodenaikojen suhteen, minkä vuoksi puuston välkettä vähentävää vaikutusta ei pystytä arvioimaan tarkasti.

Rakennuksiin kohdistuvan välkkeen laskennassa käytetään ns. kasvihuone-oletusta, jolloin rakennukseen kohdistuva välkevaikutus huomioidaan riippumatta suunnasta. Välkevaikutuksen laskennallinen arvio kuvaa siis välkevaikutusta ulkona. Rakennusten sisätiloissa välkevaikutus on yleensä vähäisempi, koska välkevaikutus kohdistuu rakennuksen sisätiloihin vain ikkunoiden suunnasta.

2.4 Ohjearvot

Tuulivoimaloiden välkevaikutukselle ei ole Suomessa määritelty ohjearvoja. Ympäristöministeriön ohjeissa tuulivoimapuiston suunnitteluun suositellaan käytettäväksi muiden maiden suosituksia välkemäärien osalta [4]. Tanskassa on määritetty vuotuisen välketuntimäärän suositusarvoksi 10 h. Ruotsissa vastaava suositusarvo on 8 h ja korkeintaan 30 min päivässä [2]. Näiden ohjearvojen käyttö edellyttää todennäköisen välketilanteen laskentaa. Mikäli välketuntien arvioinnissa käytetään laskennallista maksimituntimäärää, voidaan vuotuisen välkevaikutuksen ohjearvona käyttää Saksassa käytettävää 30 h raja-arvoa. Tässä raportissa mallinnettujen välketasojen arvioinnissa käytetään Ruotsin suunnitteluohjeissa annettuja ohjearvoja todennäköisen välkkeen tapauksessa. Teoreettisen maksimivälkkeen arvioinnissa käytetään Saksan 30 tunnin raja-arvoa vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

3 Tuulivoimakohteen välkemallinnus

3.1 Mallinnusmenetelmä ja lähtöaineisto

Tuulivoimaloiden aiheuttama välkevaikutus (shadow flicker) arvioitiin AFRY Numerola -mallinnus-ohjelmistolla, joka huomioi auringon paikan vuoden eri aikoina, tuulivoima-alueen ja sen ympäristön maastonmuodot sekä tuulivoimaloiden dimensiot. Laskennan tuloksena saadaan tietoa siitä, kuinka monta tuntia vuodessa alueen eri kohteet ovat välkevaikutuksen alaisena. Tulosta havainnollistetaan tasa-arvokäyrästä, jonka perusteella voidaan arvioida varjostusvaikutusta tarkastelualueella.

Tarkastelualueiden maanpinnan korkeuserot on saatu Maanmittauslaitoksen aineistosta *Korkeusmalli 10 m*. Korkeusdatan vaakaresoluutio on 10 m ja pystysuorainen tarkkuus 1,4 m. Laskennassa huomioitiin korkeuserot siten, että jos Auringon, tuulivoimalan ja tarkastelupisteen kautta kulkeva jana leikkaa maanpintaa, niin varjostusta ei esiinny. Välkevaikutus laskettiin 2 m korkeudelle. Auringonpaistekulman rajana horisontista käytettiin kolmea astetta, jonka alle menevää säteilyä ei oteta huomioon varjostuksessa.

Tuulivoimalan lapojen aiheuttama varjo heikkenee asteittain liikuttaessa etäämmälle tuulivoimalasta, eikä tietyn etäisyyden jälkeen varjo ole enää ihmissilmin havaittavissa. Tämä etäisyys riippuu tuulivoimalan lavan leveydestä, ja esimerkiksi Ruotsin tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa määritellään, että välkevaikutus huomioidaan, mikäli lapa peittää vähintään 20 % Auringosta. Käytännössä tämä asettaa lavan leveydestä riippuvan maksimietäisyyden yksittäisen tuulivoimalan aiheuttamalle välkevaikutukselle, eikä sen ulkopuolella välkevaikutusta ole.

Yleensä väkelaskennan maksimietäisyyden laskenta perustuu lavan keskimääräiseen leveyteen, joka määrää maksimietäisyyden. Käytännössä tuulivoimalan lapa ei ole vakiolevyinen: Levein kohta sijaitsee lähellä tuulivoimalan napaa, ja lapa kapenee huomattavasti kärkeä kohti liikuttaessa. Tällä perusteella lavan tyven välkevaikutus ulottuu huomattavasti pidemmälle kuin lavan kärjen, mikäli arviointiperusteena käytetään Auringon peittoastetta. Tässä selvityksessä väkelaskennassa ei ole käytetty tavanomaista maksimietäisyyttä, vaan on huomioitu tuulivoimalan muuttuva lapaprofiili.

Väkelaskennassa voimaloille on käytetty napakorkeutta 200 m, roottorin halkaisijaa 200 m ja lapaprofiilia, jonka maksimileveys on 4,8 m ja joka kapenee lineaarisesti arvoon 1,5 m 90 % etäisyydellä lavan tyvestä. Laskentamenetelmän yksityiskohdat on kuvattu luvussa 5.

Todelliseen välkevaikutukseen vaikuttavat tuulivoimaloiden käyttöaste, puusto ja paikallinen säätila (pilvisuus ja tuulisuus). Jos esimerkiksi tuulen suunta on kohtisuorassa auringon ja tarkastelupisteen välistä linjaa vasten, ei varjostusvaikutusta esiinny. Varjostuksen laskennassa tuulivoimalan orientaatio voidaan määrittää, jolloin roottori oletetaan tiettyyn suuntaan asetetuksi ympyrätasoksi. Todennäköisen välkevaikutuksen laskenta on suoritettu kuudella eri tuulivoimalan orientaatiolla. Tämä vastaa 12 tuulen suuntasektorin varjostustuloksia, sillä vastakkaiset tuulensuunnat aiheuttavat välkkeen kannalta efektiivisesti saman roottorin orientaation. Kullakin tuulen suunnalla laskettua välketuntimäärää on skaalattu Suomen tuuliatlaksesta [1] saatavan suuntasektorin esiintymisfrekvenssillä ja suuntakohtaisesta nopeusjakaumasta määritellyn tuulivoimalan käyntinopeuksien ajallisella osuudella. Käynnistysnopeutta alemmissa tai pysäytysnopeutta korkeammissa tuulissa tuulivoimalat ovat paikallaan, jolloin roottorin pyörimisestä aiheutuvaa valon välkkymistä ei esiinny. Suomen tuuliatlaksen tuulisuusestimaatti on otettu tuulivoima-alueen keskeltä korkeudelta 200 m, ja sen perusteella lasketut suuntasektorikohtaiset osuudet tuulivoimalan käyntinopeusvälille osuville tuulille on lueteltu taulukossa (Taulukko 2).

Paikallinen pilvisyys on huomioitu skaalaamalla eri roottoriorientaatioilla laskettuja varjostusaikoja Siilinjärven sääasemalta mitattujen auringonpaistetuntien suhteellisella osuudella teoreettisesta maksimipaistetuntien määrästä [3]. Sääaseman mittausten perusteella lasketut kuukausittaiset auringonpaisteen todennäköisyydet on koottuna taulukkoon (Taulukko 3). Suuntakohtaisesti skaalatut välketuntimäärät yhteen laskien saadaan arvio todellisesta, säätilan huomioonottavasta välketuntimäärästä tarkastelualueella.

Taulukko 2: Suuntasektoriokohtaiset osuudet yli 3 m/s tuulennopeuksille Suomen tuuliatlaksen perusteella.

Suuntasektori	0/180	30/210	60/240	90/270	120/300	150/330
Yli 3 m/s osuus	0,194	0,170	0,129	0,126	0,128	0,187

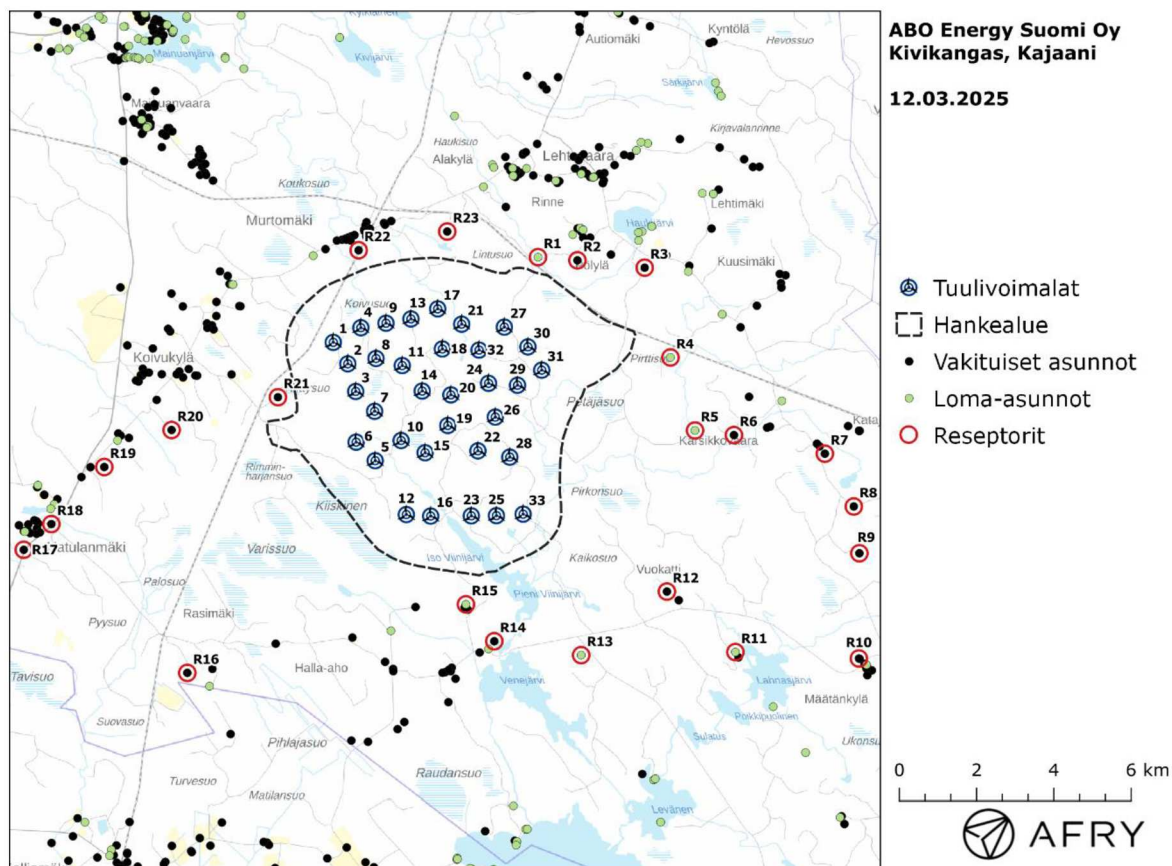
Taulukko 3: Auringonpaisteen kuukausittaiset todennäköisyydet Siilinjärven sääasemalla.

Kuukausi	Auringonpaisteen todennäköisyys
Tammikuu	0,154
Helmikuu	0,262
Maaliskuu	0,332
Huhtikuu	0,432
Toukokuu	0,454
Kesäkuu	0,424
Heinäkuu	0,456
Elokuu	0,406
Syyskuu	0,299
Lokakuu	0,186
Marraskuu	0,108
Joulukuu	0,082

Taulukossa (Taulukko 4) on määritelty tuulivoimaloiden ympäristöstä 23 vertailurakennusta, joiden kohdilla välkevaikutusta tarkastellaan tarkemmin. Sijaintipisteitä kutsutaan reseptoripisteiksi, ja niiden paikat suhteessa tuulivoimaloihin on esitetty karttapohjalla (Kuva 2). Pisteet sijaitsevat lähimmillään 2,0 km etäisyydellä voimaloista. Alueen rakennustieto perustuu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistoon, jossa on eritelty alueen asuin- ja lomarakennukset.

Taulukko 4: Reseptorien koordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa.

Reseptori	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	532728	7103821	175	lomarakennus
R2	533749	7103738	205	vakituinen asuinrakennus
R3	535490	7103547	228	vakituinen asuinrakennus
R4	536158	7101221	219	lomarakennus
R5	536793	7099330	199	lomarakennus
R6	537801	7099210	207	vakituinen asuinrakennus
R7	540154	7098728	236	vakituinen asuinrakennus
R8	540904	7097360	226	vakituinen asuinrakennus
R9	541048	7096148	214	vakituinen asuinrakennus
R10	541036	7093422	217	vakituinen asuinrakennus
R11	537839	7093588	184	lomarakennus
R12	536065	7095156	201	vakituinen asuinrakennus
R13	533845	7093508	193	lomarakennus
R14	531596	7093869	173	vakituinen asuinrakennus
R15	530862	7094825	176	lomarakennus
R16	523649	7093049	192	vakituinen asuinrakennus
R17	519414	7096238	192	vakituinen asuinrakennus
R18	520128	7096904	195	vakituinen asuinrakennus
R19	521499	7098383	192	vakituinen asuinrakennus
R20	523242	7099341	172	vakituinen asuinrakennus
R21	525995	7100191	201	vakituinen asuinrakennus
R22	528085	7103999	157	vakituinen asuinrakennus
R23	530378	7104484	172	vakituinen asuinrakennus



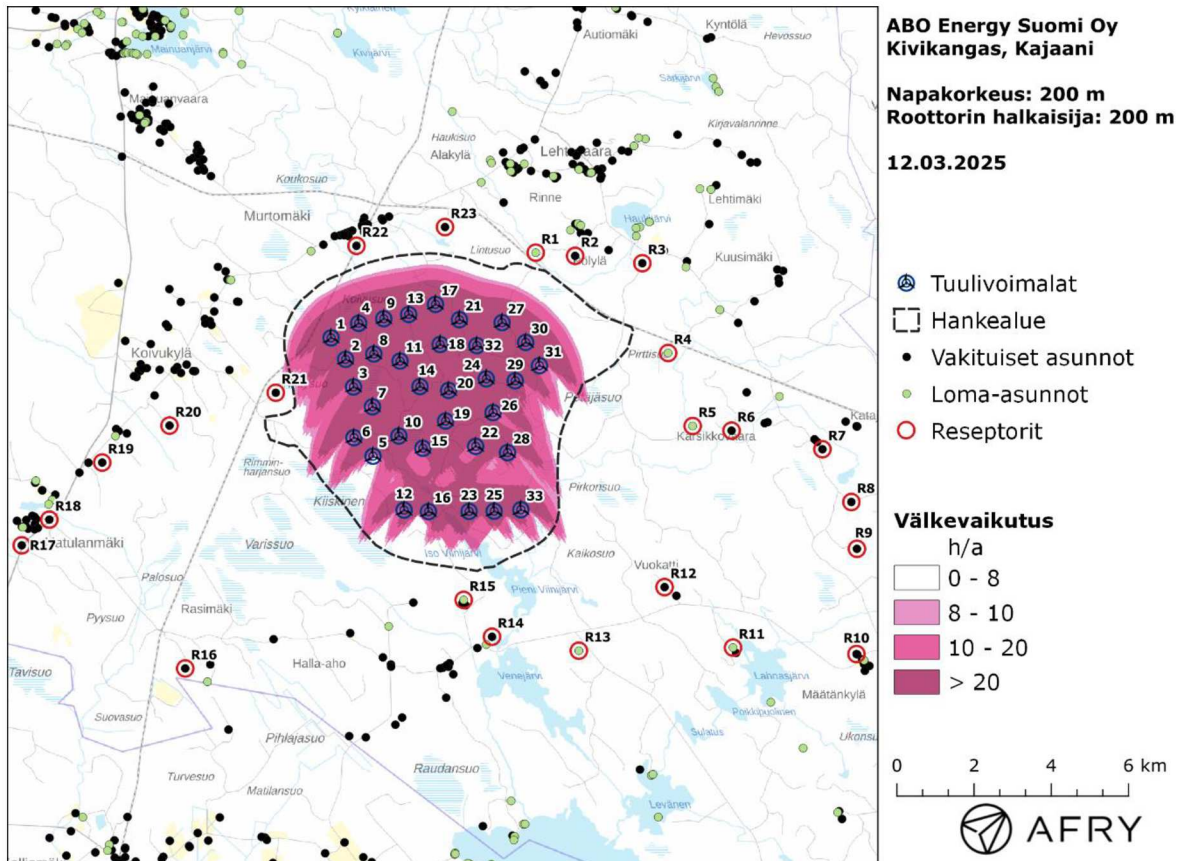
Kuva 2: Reseptoreiden paikat tuulivoimapuiston hankealueella.

3.2 Todennäköinen välkevaikutus

Mallinnetut arviot todennäköisten välketuntien vuotuisesta määrästä on esitetty karttakuvana (Kuva 3). Mallinnuksessa ei ole huomioitu paikallisen puuston vaikutusta tuulivoimaloiden näkyvyyteen ja välkevaikutukseen. Karttoihin on merkitty ympäristössä sijaitsevat loma- ja asuinrakennukset käyttäen lähtötietona Maanmittauslaitoksen maastotietokannan sisältämiä tietoja.

Mallinnusten perusteella vuotuinen todennäköinen välkevaikutus jää alle 8 tunnin ohjearvon kaikkien lähialueen asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Myös päiväkohtainen todennäköinen välke aika alittaa 30 minuutin ohjearvon kaikkien alueen asuntojen kohdalla. Vuotuiset todennäköiset välkevaikutusajat ja suurimmat päiväkohtaiset maksimivälkkeet reseptorien kohdalla on lueteltu taulukossa (Taulukko 5).

Suurin todennäköinen välkevaikutus kohdistuu reseptoriin R21, jonka kohdalla vuotuinen todennäköinen välke aika on 4 tuntia ja 6 minuuttia. Todennäköisen välkkeen tarkempi ajoittuminen kyseisen reseptorin kohdalla on esitetty taulukossa 6. Taulukossa esitetyt kellonajat ovat aika-vyöhykkeen UTC+2 mukaisia (Suomen talviaika).



Kuva 3: Tuulivoimaloiden aiheuttama todennäköisen välkkeen määrä ilman puuston vaikutusta.

Taulukko 5: Todennäköinen vuotuinen välkevaikutus tunteina ja minuutteina [h:min] reseptoreiden kohdilla.

Reseptori	Todennäköinen vuotuinen välkeaika	Todennäköisen välkkeen päiväkohtainen maksimivälkeaika
R1	0:37	0:02
R2	0:00	0:00
R3	0:00	0:00
R4	0:00	0:00
R5	0:00	0:00
R6	0:00	0:00
R7	0:00	0:00
R8	0:00	0:00
R9	0:00	0:00
R10	0:00	0:00
R11	0:00	0:00
R12	0:00	0:00
R13	0:00	0:00
R14	0:00	0:00
R15	0:00	0:00
R16	0:00	0:00
R17	0:00	0:00
R18	0:00	0:00
R19	0:00	0:00
R20	0:00	0:00
R21	4:06	0:05
R22	1:08	0:03
R23	0:44	0:02

Taulukko 6: Todennäköisen välkevaikutuksen ajoittuminen ja kesto tunteina ja minuutteina [h:min] reseptorin R21 kohdalla.

Kellonaika	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	
Tammikuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Helmikuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:04
Maaliskuu	0:00	0:00	0:00	0:04	0:02	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:06
Huhtikuu	0:00	0:00	0:08	0:18	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:26
Toukokuu	0:00	0:18	0:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:35
Kesäkuu	0:00	1:10	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:10
Heinäkuu	0:00	1:01	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:01
Elokuu	0:00	0:00	0:23	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:23
Syyskuu	0:00	0:00	0:03	0:13	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:16
Lokakuu	0:00	0:00	0:00	0:04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:04
Marraskuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Joulukuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Yhteensä	0:00	2:29	0:52	0:39	0:06	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	4:06

3.3 Teoreettinen välkevaikutus

Teoreettisen maksimivälkkeen vuotuiset ja suurimmat päiväkohtaiset välkevaikutusajat reseptoreiden kohdalla on lueteltu taulukossa (Taulukko 7). Mallinnusten perusteella teoreettinen vuotuinen maksimivälke jää alle Saksan 30 tunnin raja-arvon kaikkien alueen asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Myös teoreettinen päiväkohtainen maksimivälke jää alle Saksan 30 minuutin päiväkohtaisen raja-arvon kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdalla.

Suurin teoreettinen välkevaikutus kohdistuu reseptoriin R21, jonka kohdalla maksimivälke on 17 tuntia ja 21 minuuttia. Teoreettisen maksimivälkkeen ajoittuminen kyseisen reseptorin kohdalla on esitetty taulukossa 8. Ajoittumistaulukosta nähdään, että teoreettista välkettä syntyy eniten varhain aamusta. Taulukossa esitetyt kellonajat ovat aikavyöhykkeen UTC+2 mukaisia (Suomen talviaika).

Taulukko 7: Vuotuinen teoreettinen välkevaikutus tunteina ja minuutteina [h:min] reseptoreiden kohdalla.

Reseptori	Teoreettinen vuotuinen välke aika	Teoreettisen välkkeen päiväkohtainen maksimivälke aika
R1	6:27	0:14
R2	0:00	0:00
R3	0:00	0:00
R4	0:00	0:00
R5	0:00	0:00
R6	0:00	0:00
R7	0:00	0:00
R8	0:00	0:00
R9	0:00	0:00
R10	0:00	0:00
R11	0:00	0:00
R12	0:00	0:00
R13	0:00	0:00
R14	0:00	0:00
R15	0:00	0:00
R16	0:00	0:00
R17	0:00	0:00
R18	0:00	0:00
R19	0:00	0:00
R20	0:00	0:00
R21	17:21	0:15
R22	8:01	0:16
R23	8:49	0:21

Taulukko 8: Teoreettisen maksimivälkkeen ajoittuminen ja kesto tunteina ja minuutteina [h:min] reseptorin R21 kohdalla.

Kellonaika	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	
Tammikuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Helmikuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:27	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:27
Maaliskuu	0:00	0:00	0:00	0:21	0:11	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:32
Huhtikuu	0:00	0:00	0:35	1:17	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:52
Toukokuu	0:00	1:06	1:08	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	2:15
Kesäkuu	0:00	4:36	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	4:36
Heinäkuu	0:00	3:39	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	3:39
Elokuu	0:00	0:00	1:44	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:44
Syyskuu	0:00	0:00	0:22	1:16	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	1:38
Lokakuu	0:00	0:00	0:00	0:38	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:38
Marraskuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Joulukuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
Yhteensä	0:00	9:21	3:49	3:33	0:38	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	17:21

3.4 Kivikankaan ja läheisten tuulivoimapuistojen yhteisvaikutukset

Tässä luvussa arvioidaan Kivikankaan voimaloiden ja läheisten tuulivoimapuistojen välkkeen yhteisvaikutuksia. Kivikankaan läheisyyteen on suunnitteilla neljä tuulivoimapuistoa, joiden kanssa voi esiintyä välkkeen yhteisvaikutuksia:

- Kivikangas 2 (18 voimalaa)
- Kukkokangas (6 voimalaa)
- Sivakkalehto (VE1, 35 voimalaa)
- Katajamäki (51 voimalaa)

Naapuripuistojen koordinaatit on annettu taulukoissa 9-12. Välkemallinnuksissa kaikkien puistojen voimaloille on käytetty napakorkeutta 200 m, roottorin halkaisijaa 200 m sekä samaa lapaprofiilia kuin Kivikankaan voimaloille (maksimileveys 4,8 m ja leveys 90 % etäisyydellä tyvestä 1,5 m).

Taulukko 9: Kivikangas 2 tuulivoimaloiden (18 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
K01	533341	7097311	169
K02	533577	7096491	171
K03	533012	7095326	165
K04	533994	7097206	175
K05	533613	7095499	170
K06	534465	7096624	188
K07	534185	7095824	174
K08	535462	7097864	185
K09	535995	7097547	191
K10	536555	7097098	218
K11	537133	7096887	221
K12	537741	7096420	199
K13	538553	7097292	192
K14	538457	7096471	194
K15	538230	7095666	189
K16	539081	7096487	190
K17	539571	7094800	188
K18	538846	7095554	190

Taulukko 10: Kukkokankaan tuulivoimaloiden (6 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
WTG01	521360	7095318	178
WTG02	521095	7094331	164
WTG03	522355	7095878	172
WTG04	522961	7096992	173
WTG05	521311	7093513	161
WTG06	521775	7094674	167

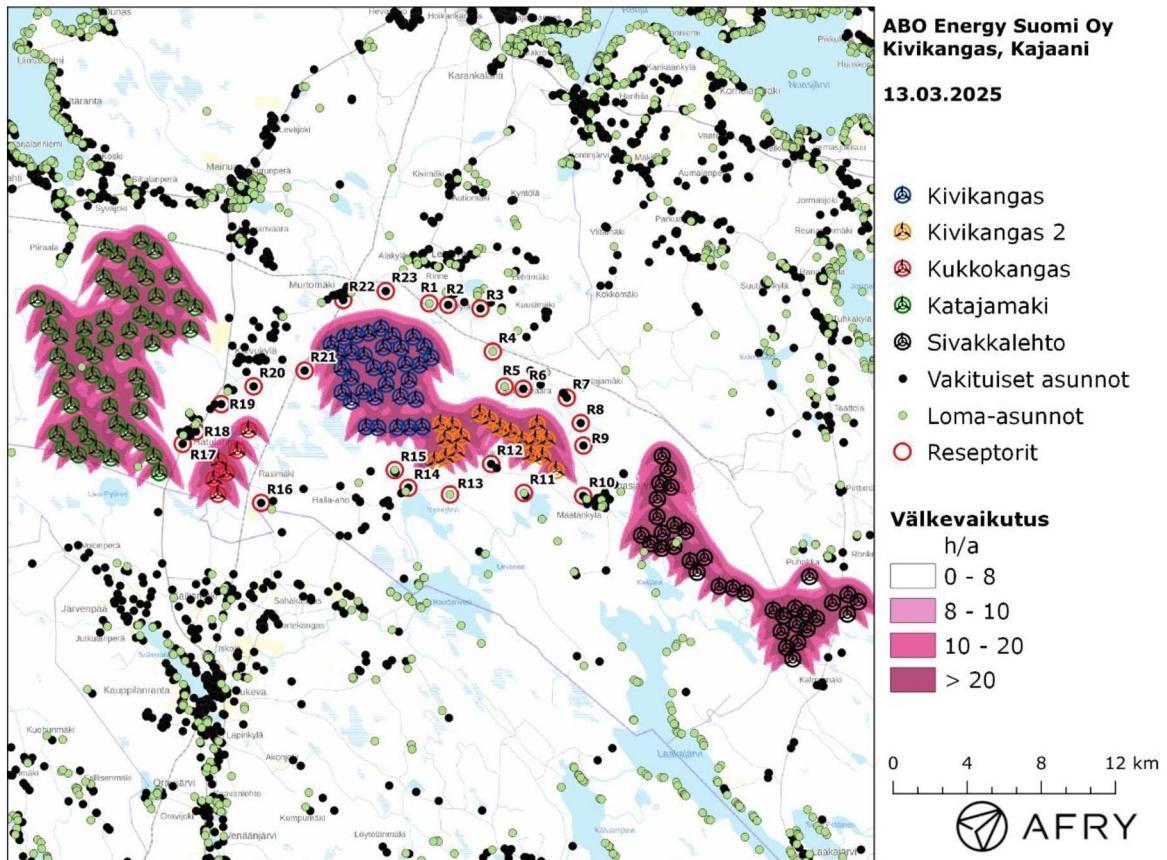
Taulukko 11: Sivakkalehdon tuulivoimaloiden (35 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuuli-voimalat	E	N	Maaston korkeus [m]	Tuuli-voimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
WT01	545299	7095589	234	WT19	549779	7088188	192
WT02	545612	7094859	221	WT20	551284	7087274	192
WT03	545161	7094122	218	WT21	551847	7086968	195
WT04	545774	7093908	208	WT22	551717	7086127	187
WT05	545033	7093271	210	WT23	552474	7087378	212
WT06	545022	7092324	193	WT24	553043	7087112	218
WT07	545971	7091861	194	WT25	553629	7086821	212
WT08	546567	7091537	195	WT26	552556	7086515	197
WT09	545294	7091441	190	WT27	553119	7086254	203
WT10	544174	7091308	191	WT28	552617	7085526	188
WT11	544676	7090856	186	WT29	552010	7085249	189
WT12	545269	7090607	180	WT30	552344	7084638	196
WT13	545930	7090712	190	WT31	554489	7087675	218
WT14	547573	7090111	200	WT32	555330	7088109	231
WT15	546806	7089926	188	WT33	555883	7087732	239
WT16	547182	7089310	189	WT34	555295	7087056	221
WT17	548368	7088558	192	WT35	553254	7089088	220
WT18	549117	7088464	200				

Taulukko 12: Katajamäen tuulivoimaloiden (51 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuuli- voimalat	E	N	Maaston korkeus [m]	Tuuli- voimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
KA1	515909	7106459	165	KA27	512447	7103491	148
KA2	515210	7106831	165	KA28	511576	7104046	148
KA3	516931	7105901	146	KA29	516239	7101210	191
KA4	517160	7107206	143	KA30	516931	7099863	198
KA5	517906	7106667	137	KA31	517213	7099034	198
KA6	517446	7105214	147	KA32	517075	7098024	180
KA7	517980	7104206	148	KA33	515475	7098267	166
KA8	518858	7105305	147	KA34	517226	7096320	172
KA9	519364	7104099	155	KA35	517845	7095564	169
KA10	520088	7103598	173	KA36	518144	7094686	177
KA11	519817	7102420	158	KA37	516462	7096860	175
KA12	517144	7103226	167	KA38	515866	7097332	170
KA13	517816	7102875	161	KA39	514763	7095958	168
KA14	518583	7102417	153	KA40	513785	7095645	174
KA15	517771	7101673	169	KA41	512989	7095998	185
KA16	516534	7102343	178	KA42	512622	7096766	188
KA17	515249	7101935	175	KA43	514288	7096590	176
KA18	514670	7100997	171	KA44	513847	7097251	183
KA19	514555	7099960	173	KA45	513394	7098322	188
KA20	515309	7099437	168	KA46	512819	7099163	179
KA21	514070	7101510	164	KA47	515539	7095480	163
KA22	514093	7102453	154	KA48	515171	7102940	163
KA23	512778	7102030	158	KA49	516610	7104302	158
KA24	512646	7100974	160	KA50	515639	7104571	166
KA25	513168	7100143	163	KA51	515136	7105219	161
KA26	512181	7102585	153				

Todennäköisen välkkeen yhteisvaikutukset on esitetty karttakuvassa (Kuva 4). Yhteisvaikutusten todennäköiset väleajat ja teoreettiset maksimivälkkeet on esitetty reseptorikohtaisesti taulukossa (Taulukko 13). Yhteisvaikutusten mallinnuksen perusteella sekä todennäköinen välekaika että teoreettinen maksimivälke jäävät alle raja-arvojen kaikkien ympäristössä sijaitsevien asuin- ja lomarakennusten kohdilla. Mallinnusten perusteella Kivikankaaseen suunnitelluilla voimaloilla ei ole välkkeen yhteisvaikutuksia naapuripuistojen voimaloiden kanssa ympäröivään asutukseen.



Kuva 4: Kivikankaan ja neljän naapuripuiston (Kivikangas 2, Kukkokangas, Katajamäki ja Sivakkalehto) tuulivoimaloiden aiheuttama todennäköinen välketuntien määrä ilman puuston vaikutusta.

Taulukko 13: Todennäköinen välkevaikutus ja teoreettinen maksimivälke [h:min] reseptoreiden kohdilla, kun mallinuksissa huomioidaan Kivikankaan voimaloiden lisäksi neljän naapuripuiston (Kivikangas 2, Kukkokangas, Sivakkalehto ja Katajamäki) voimalat.

Reseptori	Todennäköinen vuotuinen välke	Todennäköinen päiväkohtainen maksimivälke	Teoreettinen vuotuinen maksimivälke	Teoreettinen päiväkohtainen maksimivälke
R1	0:37	0:02	6:27	0:14
R2	0:00	0:00	0:00	0:00
R3	0:00	0:00	0:00	0:00
R4	0:00	0:00	0:00	0:00
R5	1:18	0:02	12:59	0:18
R6	0:47	0:02	8:22	0:20
R7	0:24	0:02	3:28	0:11
R8	0:34	0:02	3:41	0:13
R9	1:18	0:03	7:15	0:13
R10	2:33	0:05	9:28	0:15
R11	0:58	0:03	3:44	0:14
R12	4:03	0:04	15:58	0:16
R13	0:00	0:00	0:00	0:00
R14	2:02	0:05	7:51	0:18
R15	0:25	0:03	1:46	0:11
R16	0:45	0:02	2:56	0:08
R17	1:49	0:04	11:59	0:22
R18	0:33	0:02	4:23	0:14
R19	0:25	0:02	3:01	0:14
R20	0:13	0:01	2:35	0:09
R21	4:06	0:05	17:21	0:15
R22	1:08	0:03	8:01	0:16
R23	0:44	0:02	8:49	0:21

4 Yhteenveto

Raportissa on esitetty Kajaanin kaupungin alueelle suunnitellun Kivikankaan tuulivoimapuiston ympäristölleen aiheuttaman välkevaikutuksen laskennallinen arvio. Vaikutusten arviointi on tehty 33 voimalan toteutusvaihtoehdolle roottorin halkaisijalla 200 m ja napakorkeudella 200 m. Raportissa on lisäksi esitetty välkkeen yhteisvaikutukset neljän naapuripuiston kanssa.

Tuulivoimaloiden välkevaikutukselle ei ole Suomessa määritelty ohjearvoja, ja ympäristöministeriö suosittelee käyttämään muiden maiden ohjearvoja. Tässä raportissa väketasoja on verrattu Ruotsin suunnitteluohjeissa annettuihin arvoihin todennäköisen välkkeen tapauksessa. Teoreettisen maksimivälkkeen arvioinnissa käytetään Saksan suunnitteluohjeissa annettuja raja-arvoja.

Välkevarjostusmallinnuksen perusteella Kivikankaan voimaloilla on vain vähäistä välkevaikutusta ympäröivään asutukseen. Todennäköinen vuotuinen välkevaikutus jää alle Ruotsin 8 tunnin ohjearvon kaikkien loma- ja asuinrakennusten kohdilla. Myös todennäköinen päiväkohtainen välkeaika alittaa Ruotsin 30 minuutin ohjearvon asutuksen kohdalla. Näiden lisäksi Saksan 30 tunnin raja-arvo vuotuiselle teoreettiselle maksimivälkkeelle sekä 30 minuutin raja-arvo teoreettiselle päiväkohtaiselle maksimivälkkeelle jää alle raja-arvon.

Välkkeen yhteisvaikutusten mallinnuksen perusteella Kivikankaan voimaloilla ei ole yhteisvaikutuksia naapuripuistojen voimaloiden kanssa ympäröivään asutukseen.

5 Välkevaikutuksen laskentamenetelmä

Välkevaikutuksen laskennassa hyödynnetään taivaanpallon käsitettä, joka on maapallon maantieteellistä koordinaatistoa vastaava kuvitteellinen kuori katsottaessa maapallolta taivaalle. Samalla tavoin kuin paikan sijainti maapallolla voidaan ilmoittaa pituus- ja leveyspiirien avulla, voidaan taivaankappaleiden paikat taivaanpallolla ilmoittaa kahden koordinaatin (rektaskensio ja deklinaatio) avulla. Aurinko kulkee vuoden aikana taivaanpallolla kääntöpiirien väliin asettuvalla nauhalla, ja Auringon esiintymistiheys kyseisellä nauhalla voidaan esittää tiheysfunktiona.

Tiettyyn pisteeseen kohdistuvaa vuotuista välkevaikutusta laskettaessa tarkastellaan sitä osaa taivaanpallosta, joka näkyy pisteeseen tuulivoimaloiden roottorikehien läpi. Näkyvyyden arvioinnissa otetaan huomioon paikallinen maaston korkeusaineisto. Mikäli kääntöpiirien väliin asettuva nauha ei näy roottorikehien läpi, tarkastelupisteeseen ei kohdistu välkevaikutusta. Muussa tapauksessa yksittäisen tuulivoimalan aiheuttamien välketuntien määrä saadaan integroimalla tiheysfunktioita tuulivoimalan roottorikehän läpinäkyvällä taivaanpallon osuudella. Tuulivoimaloiden yhteisvaikutus saadaan summaamalla tuulivoimalakohtaiset välketunnit ottaen kuitenkin huomioon mahdolliset päällekkäisyydet roottorikehien peittämässä alueissa. Laskenta suoritetaan erikseen tuulivoimaloiden eri orientaatioille, joita skaalataan suuntakohtaisilla tuulisuusosuuksilla.

Huomioitaessa kuukausittaista (tai muuta lyhytaikaista) vaihtelua auringonpaisteen todennäköisyydessä, taivaanpallon nauha jaetaan vastaaviin osiin Auringon deklinaation mukaan. Tiheysfunktio määritellään näissä osissa erikseen, ja integroinnin tuloksia skaalataan kuukausikohtaisilla todennäköisyyksillä.

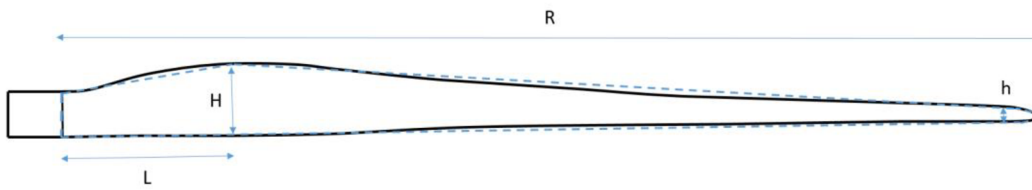
Tuulivoimalan lapojen aiheuttama varjo heikkenee asteittain liikuttaessa etäämmälle tuulivoimalasta, eikä tietyn etäisyyden jälkeen varjo ole enää ihmissilmin havaittavissa. Tämä etäisyys riippuu tuulivoimalan lavan leveydestä, ja esimerkiksi Ruotsin ja Saksan tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa määritellään, että välkevarjostus huomioidaan, mikäli lapa peittää vähintään 20 % Auringosta. Käytännössä tämä asettaa lavan leveydestä riippuvan maksimietäisyyden yksittäisen tuulivoimalan aiheuttamalle välkevaikutukselle, eikä sen ulkopuolella välkevaikutusta ole.

Kun lavan leveys on w metriä, niin 20 % Auringon peittoon perustuvan välkevarjostuksen maksimietäisyyden määrittämiseen voidaan johtaa laskentakaava

$$\text{maksimietäisyys} = (5 * d * w) / 1'097'780,$$

missä d on etäisyys Aurinkoon (150'000'000 km). Yleensä välkelaskennan maksimietäisyyden laskenta perustuu lavan keskimääräiseen leveyteen, joka määrää maksimietäisyyden. Käytännössä tuulivoimalan lapa ei ole vakiolevyinen: Levein kohta sijaitsee lähellä tuulivoimalan napaa ja lapa kapenee huomattavasti kärkeä kohti liikuttaessa. Tällä perusteella lavan tyven välkevaikutus ulottuu huomattavasti pidemmälle kuin lavan kärjen, mikäli arviointiperusteena käytetään Auringon peittoastetta.

Seuraavassa kaaviokuvassa (Kuva 5) on esitetty malli tyypillisestä profiilista, jossa lavan maksimileveys on H etäisyydellä L lavan tyvestä. Lavan kokonaispituus on R ja lavan leveys 90 % etäisyydellä tyvestä on h . Lavan oletetaan kapenevan lineaarisesti arvosta H arvoon h liikuttaessa maksimikohdasta kärkeen. Tavanomaisesti välkelaskennassa tuulivoimalan keskimääräinen leveys on määritetty parametrien H ja h keskiarvona.



Kuva 5: Tuulivoimalan lavan malliprofiili.

Tämän raportin väkelaskennassa käytetään yllä olevan kuvan mukaista yksinkertaistettua profiilia, ja isojen roottorien mallintamiseen soveltuvia mittoja H ja h . Laskennassa huomioitava roottorin säde vaihtelee välillä $[0, R]$ riippuen tarkastelupisteen etäisyydestä turbiineihin sekä lavan leveydestä ja sitä vastaavasta Auringon peittoasteesta. Tällä tavoin väkelaskennassa huomioidaan tuulivoimalan muuttuva lapaprofiili, ja saadaan realistisempia tuloksia kuin olettamalla tietty keskimääräinen lavan leveys ja sitä vastaava kiinteä maksimietäisyys.

6 Viitteet

- [1] B. Tammelin et al.: Production of the Finnish Wind atlas. Wind Energy, 2011.
- [2] Boverket: *Vindkraftshandboken*, Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, 2009.
- [3] P. Pirinen et al.: Tilastoja Suomen ilmastosta 1981-2010, Ilmatieteen laitos, Raportteja 2012:1.
- [4] Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päiväys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5|2016.



ABO Wind Oy ja Metsähallitus kiinteistökehitys

Kajaanin Kivikankaan tuulipuistohankkeen luontoselvitykset 2019-2021

101011971-001

Raportointi

Pvm.

01/03/2022

Projektiivite

101011971-001

Taru Suninen

Biologi, FM

Joel Nyberg

Biologi, FM

Tiia Kiiski

Maantieteilijä, FM

Luontokartoittaja, EAT

Tarkistaja

Ella Kilpeläinen

Biologi, FM

Asiakas

ABO Wind Oy ja Metsähallitus Kiinteistökehitys

Kajaanin Kivikankaan
luontoselvitykset 2019 – 2021

tuulipuistohankkeen



Sisältö

1	Johdanto.....	3
2	Hankealue.....	3
3	Menetelmät.....	5
3.1	Lähtötiedot	5
3.2	Maastokartoitukset.....	5
4	Tuulivoima-alueen kasvillisuus ja luontotyytit	6
4.1	Menetelmät.....	6
4.2	Alueen luonnonoloista.....	7
4.3	Kasvillisuuden yleiskuvaus	7
4.4	Voimalapaikkojen ja tielinjausten kasvillisuus.....	8
4.5	Sisäisen sähkösiirron kasvillisuus.....	8
4.6	Arvokkaat kasvillisuus- ja luontotyyppikohteet	9
4.7	Huomioitavien kasvi- ja sienilajien esiintymät	13
4.8	Yhteenveto	14
5	Pesimälinnusto	14
5.1	Yleistä.....	14
5.2	Pesimälinnustaselvitys	15
5.2.1	Menetelmät	15
5.2.2	Tulokset.....	15
5.3	Pölyselvitys	18
5.4	Kanalintuselvitys.....	18
5.5	Päiväpetolintujen reviiriselvitys	19
5.6	Linnustolle arvokkaat alueet	20
5.7	Yhteenveto	30
5.8	Kevät- ja syysmuuton seuranta.....	31
5.9	Menetelmät.....	31
5.10	Tulokset	32
5.10.1	Kevätmuutto	33
5.10.2	Syysmuutto.....	35
5.11	Yhteenveto	37
6	Muu eläimistö.....	38
6.1	Yleistä.....	38
6.2	Liito-orava	39
6.2.1	Yleistä.....	39
6.2.2	Menetelmät	39
6.2.3	Tulokset.....	40
6.2.4	Yhteenveto.....	41



6.3	Lepakot	41
6.3.1	Yleistä.....	41
6.3.2	Menetelmät	42
6.3.3	Tulokset.....	43
6.3.4	Yhteenvedo.....	43
6.4	Viitasammakko	44
6.5	Saukko ja majava	44
6.6	Suurpedot	45
6.6.1	Susi.....	46
6.7	Hirvi ja metsäpeura.....	47
6.8	Lumijälkilaskenta	48
6.8.1	Menetelmät	48
6.8.2	Tulokset.....	49
6.9	Yhteenvedo	51
7	Voimajohto	52
7.1	Menetelmät.....	52
7.2	Tulokset	53
7.3	Yhteenvedo	59
8	Lähteet.....	60

Liite 1. Hankealueen arvokkaat luontokohteet kartalla (A4)

Liite 2. Voimalapaikkakohtaiset kuvaukset

Liite 3. Pesimälinnustokartta (A3)

Liite 4. **Viranomaisliite** Linnustوسelvitysten tulokset salassapidettävien lajien osalta

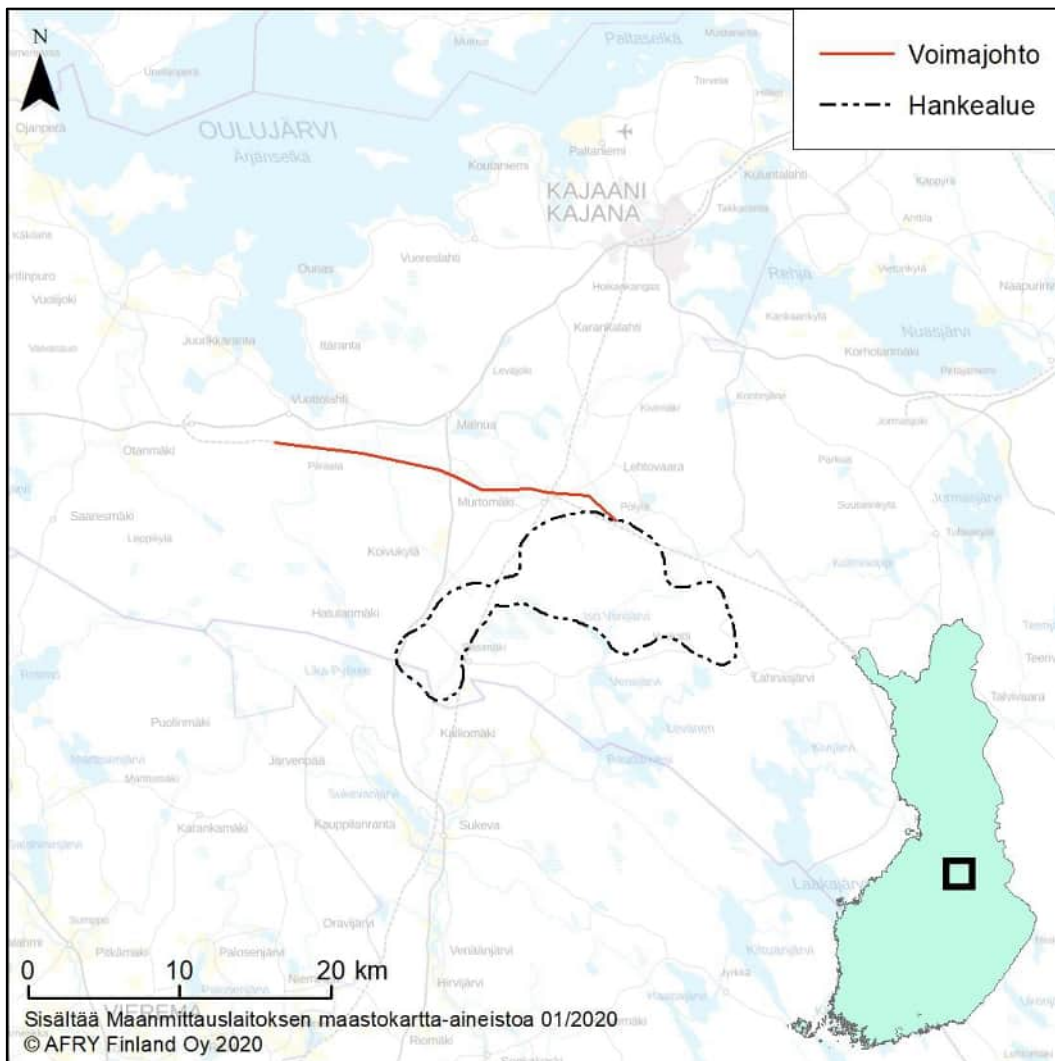


1 Johdanto

ABO Wind Oy ja Metsähallitus suunnittelevat tuulivoimahanketta Kajaanin eteläosiin. Kivikankaan tuulivoimahankkeen YVA- ja osayleiskaavamenettelyä varten tehtiin vuosien 2019–2021 aikana luontoselvityksiä, joiden menetelmät, tulokset ja johtopäätökset on koottu tähän raporttiin. Selvityksistä vastasivat AFRY Finland Oy:n (31.12.2019 asti Pöyry Finland Oy) biologit FM Taru Suninen, FM Joel Nyberg, FM, EAT Tiia Kiiski ja FM Ella Kilpeläinen.

2 Hankealue

Hankealue sijaitsee Kainuun maakunnan kaakkoisosassa noin 25 kilometrin etäisyydellä Kajaanin kaupungista (Kuva 2-1). Hankealueen pinta-ala on noin 100 km².

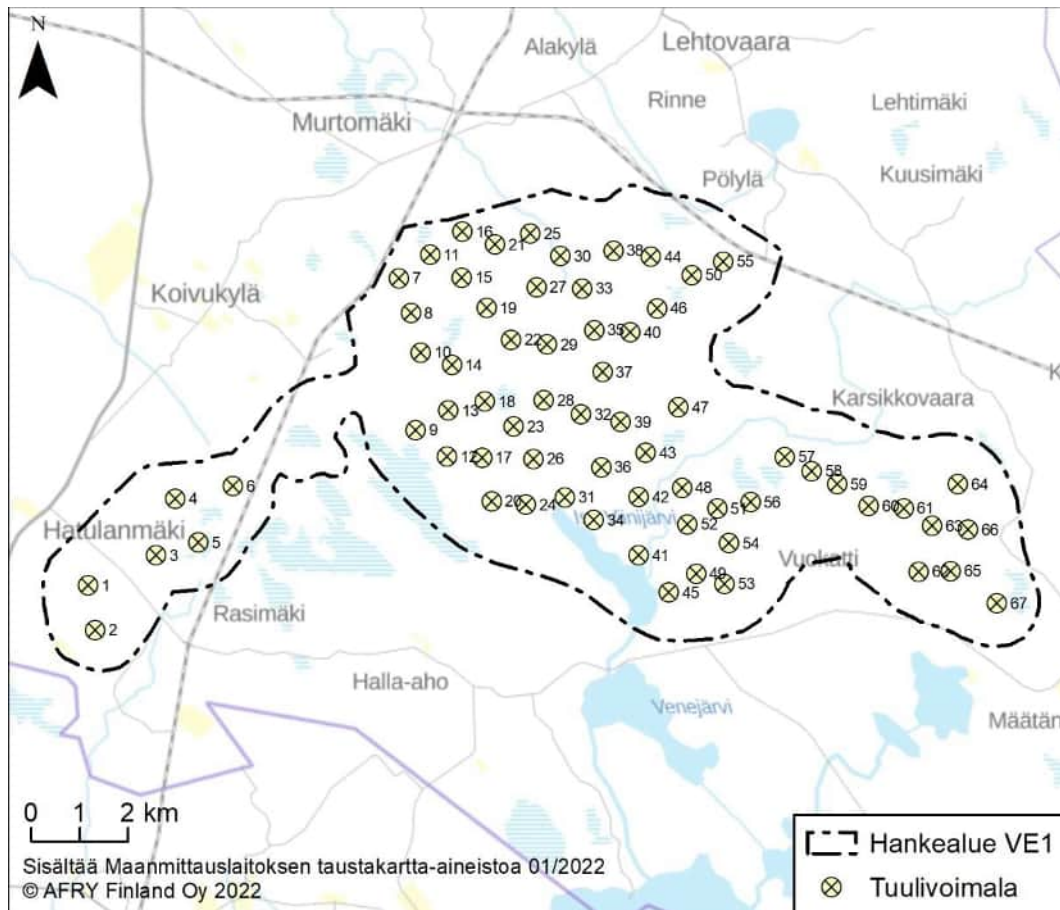


Kuva 2-1. Kivikankaan hankealueen sijaintikartta.



Suunnitelmien mukaan tuulivoima-alueelle sijoittuu enintään 67 tuulivoimalaa. Lisäksi alueelle rakennetaan tuulivoimaloita yhdistävät maakaapelit, huoltotiet, sisäiset ilmajohtot sekä sähköasemat. Huoltotiet ovat osittain uusia rakennettavia teitä ja osittain käytetään alueen nykyisiä tiepohjia. Suunnitellut voimalapaikat hankevaihtoehdon VE1 mukaan on esitetty kartalla (Kuva 2-2). Tuulivoimaloiden sekä muiden rakenteiden sijoittelussa on huomioitu alueelle tehtyjen luontoselvitysten ja muiden saatavilla olevien aineistojen perusteella tunnistetut luontoarvoja omaavat kohteet ja alueet.

Tuulivoimapuiston sähköverkkoon liittymistä on suunniteltu Vuolijoen sähköasemalle, joka sijaitsee hankealueelta länteen noin 26 kilometrin etäisyydellä. Tämän hetkisten suunnitelmien mukaan sähkönsiirto tapahtuu 400 kV voimajohtolla. Kivikankaan voimajohto rakennettaisiin nykyisen Terrafamen 110 kV voimajohtoon vierelle, joka sijoittuu hankealueen pohjoispuolelle. Voimajohtoon sijoittuminen on esitetty kartalla Kuva 2-1.



Kuva 2-2. Suunnitellut voimalapaikat hankevaihtoehdon VE1 mukaan.



3 Menetelmät

3.1 Lähtötiedot

Luontoselvitysten lähtötietoina käytettiin Suomen ympäristökeskuksen avoimen tiedon palveluja (SYKE 2019-2021) sekä Metsäkeskuksen paikkatietoaineistoa metsälakikohteista (Suomen metsäkeskus 2020-2021).

Uhanalaisten lajien esiintymätiedot tarkistettiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä Eliölajit-tietojärjestelmästä (Kainuun ELY-keskus 2020). Petolintujen reviiri- ja pesäpaikkatiedot pyydettiin Metsähallituksen (Metsähallitus 2020a) ja Luonnontieteellisen keskusmuseon (Luomus 2020) rengastustoimiston rekistereistä. Metsähallitukselta tilattiin lisäksi valtion mailla sijaitsevien metson soidinpaikkojen paikkatiedot (Metsähallitus 2020b). Lisäksi vuonna 2021 tarkastettiin lajitietokeskuksen tiedot lajihavainnoista (Laji.fi 2021).

3.2 Maastokartoitukset

Tuulivoima-alueelle ja sähkönsiirtolinjalle tehtiin luontoselvityksiä vuosien 2019 ja 2020 aikana. Hankesuunnitelmien muutosten ja YVA-ohjelmasta saatujen lausuntojen johdosta selvityksiä päivitettiin ja täydennettiin vuonna 2021. Tiedot erillisselvityksistä sekä niiden ajankohdista ja tekijöistä on koottu taulukoihin (Taulukko 3-1 ja Taulukko 3-2). Luontoselvitysten menetelmät on kuvattu tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Taulukko 3-1. Alueelle tehty luontoselvitykset vuosina 2019-2020.

Luontoselvitys	Maastokäynnit
kasvillisuus ja luontotyytit	1.7., 28.-31.7., 3.-6.8.2020 (FM, EAT Tiia Kiiski)
pöllöselvitys	24.-26.2. 19.3., 25.-26.3.2020 (FM Taru Suninen)
kanalintujen soidinpaikkaselvitys	25.-26.3., 14.-16.4. ja 23.4.2020 (FM Taru Suninen)
pesimälinnustoselvitys	26.-29.5., 2.-5.6., 9.-11.6. ja 22.-30.6.2020 (FM Taru Suninen, FM Joel Nyberg)
päiväpetolintuselvitys	28.6., 29.6. ja 1.7.2020 (FM Joel Nyberg)
muuttolinnuston seuranta	14.4.-14.5.2020 (10 päivänä; FM Taru Suninen, Finnature)
kevät ja syksy	9.9.-23.10.2019 (10 päivänä; FM Taru Suninen)
liito-oravaselvitys	27.-28.5., 2.6.2020 (FM Joel Nyberg)
lepakkoselvitys	9.-11.6., 23.-24.6., 30.-31.7. ja 10.8.2020 (FM Joel Nyberg, FM Taru Suninen)
nisäkkäiden lumijälkilaskenta	25.-26.3.2019 ja 19.3.2020 (FM Taru Suninen)
sähkönsiirtoreitin luontoselvitys liito-orava ja luontotyytit	27.-28.5.2020 (FM Ella Kilpeläinen)

Taulukko 3-2. Vuonna 2021 tehdyt luontoselvitykset tuulivoima-alueelle ja sähkönsiirtoreiteille.

Luontoselvitys	Maastokäynnit
liito-oravaselvitys	9.6.2021 (FM, EAT Tiia Kiiski, FM Ella Kilpeläinen)
kasvillisuus ja luontotyytit	28.-31.7.2021 (FM, EAT Tiia Kiiski) 27.-28.7.2021 (FM Ella Kilpeläinen)
päiväpetolintuselvitys	31.5-1.6.2021 ja 24.-27.8.2021 (10 päivänä; FM Joel Nyberg, Finnature Oy)

4 Tuulivoima-alueen kasvillisuus ja luontotyytit

4.1 Menetelmät

Kasvillisuusselvityksen tarkoituksena oli selvittää hankealueen luonnon yleispiirteet ja luonnonarvojen kannalta huomioitava kohteet. Erityistä huomiota kiinnitettiin seuraaviin kohteisiin:

- vesilain 2:11 § kohteet
- metsälain 10 §:n mukaiset metsien monimuotoisuuden kannalta erityisen tärkeät elinympäristöt
- luonnonsuojelulain 29 §:n luontotyytit
- uhanalaiset luontotyytit (Kontula & Raunio v. 2018 mukaan)
- muut selkeät luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeät kohteet kuten harjumuodostumat ja luonnontilaiset suot
- uhanalaisten ja huomioitavien lajien esiintymät

Tuulivoimapuiston alueelta tutkittiin suunniteltujen voimaloiden rakennuspaikat, niiden lähiympäristö, suunnitellut tielinjaukset sekä maakaapeli- ja ilmajohtoreitit.

Suunnitellut voimalapaikat kartoitettiin noin 200 metrin säteellä. Tie- ja maakaapeliyhteydet kartoitettiin voimalapaikkatarkastusten yhteydessä. Tämän lisäksi tuulivoima-alueelta mukaan lukien sisäiset ilmajohtoreitit, valittiin kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella maastossa tarkastettavia, potentiaalisia luontoarvoja käsittäviä kohteita. Kokonaan kartoittamatta jätettiin luonnontilaltaan selvimminkin muuttuneet alueet, kuten hakkuuaukeat ja taimikot. Voimalapaikkakohtaiset kuvaukset on raportin liitteenä 2. Muutamien tuulivoimaloiden ja tielinjausten paikkoja on hieman siirretty vuonna 2021 tehtyjen selvitysten jälkeen, joten kaikilla voimalapaikoilla ei ole käyty. Kohteiden kuvaukset on tehty kartta- ja ilmakuvatarkasteluna.

4.2 Alueen luonnonoloista

Hankealue sijoittuu Kainuun eliömaakuntaan, keskiborealiselle Pohjanmaan metsäkasvillisuusvyöhykkeelle (3 a) ja suokasvillisuutensa puolesta Pohjanmaan ja Kainuun aapasuoalueiden vaihettumavyöhykkeelle (MML 2020).

Hankealueen pohjamaalajina ovat sekalajitteinen maalaji (ei selvitetty tarkemmin), suoalueilla turvamaa sekä paikoin kalliopaljastumat. Pintamaassa tavataan eripaksuisia turvekerroksia. Alueen kallioperä koostuu pääasiassa metamorfisesta kivistä (tonaliittinen migmatiitti, pegmatiittinen graniitti, GTK 2020). Hankealueelle ei sijoitu arvokkaita kallio- tai moreenimuodostumia eikä ranta- tai tuulikerrostumia.

Hankealueen itäosassa virtaa osittain luonnontilaisten soistumien läpi Loutejoki. Lisäksi alueella on lukuisia puroja, joiden luonnontilaisuutta ovat voimakkaasti heikentäneet sekä purojen että ympäröivien suoalueiden tiheät ojitukset. Jokseenkin luonnontilaisena on säilynyt Petäjäpuro Petäjäsuon pohjoispuolella. Hankealueella on pienehköjä järviä ja lampia, kuten Saarijärvi, Murronlammet ja Latvalammet, sekä Ison Viinijärven pohjoisosa.

Hankealueelle ei sijoitu pohjavesialueita. Hankealueelle on karttatarkastelun perusteella merkitty lähteitä, mutta ne, jotka sijoittuvat voimalapaikkojen tai tielinjausten läheisyyteen, ovat hävinneet lähinnä ojitusten johdosta.

4.3 Kasvillisuuden yleiskuvaus

Alueen metsät vaihtelevat tyypiltään karukkokankaista (CIT), kuiviin (ECT), kuivahkoihin (EVT) ja tuoreisiin (VMT) kankaisiin. Vallitsevimpia ovat kuivahkot ja tuoreet mäntykankaat (Kuva 4-1). Alueen metsät ovat lähes kauttaaltaan talouskäytössä. Metsät ovat ikärakenteeltaan pääosin nuoria ja keski-ikäisiä kasvatusmetsiä. Varttunutta ja vanhaa puustoa on paikoin tuulivoima-alueen pohjoisosassa Yppäleellä sekä Loutenvaaralla alueen itäosassa.

Suunnittelualueen kosteikkoja on ojitettu tehokkaasti, lisäksi alueen lounaisosassa sijaitseva Palosuo on osin turvetuotantoalueena. Soista valtaosa on ojitusten takia kuivuneita ja kasvillisuudeltaan muuttuneita rämeitä ja nevoja. Osa kosteikoista on muuttunut pitkälle turvekankaiksi (Kuva 4-1). Tuulivoima-alueella on myös luonnontilaisempia soita, joiden keskeiset osat ovat ojittamatta, ja jotka siten ovat tärkeitä luonnon monimuotoisuuden kannalta. Tällaisia soita ovat esimerkiksi soidensuojelun täydennysehdotuskohteisiin kuuluvat Roninsuo, Heinisuo ja Pirkonsuo. Lisäksi Natura-alueeseen kuuluva Kiiskinen sekä Rytisuo ja Ärväänsuo ovat ainakin keskeisiltä osiltaan luonnontilaisia avosoita. Hankealueella on myös ojittamattomia, pienialaisia puustoisia kosteikkoja.



Kuva 4-1. Kuivahkon kankaan männikköä (vasen kuva). Ojitettua varputurvekangasta (oikea kuva).

4.4 Voimalapaikkojen ja tielinjausten kasvillisuus

Voimalapaikkojen ja niihin liittyvien tielinjausten kasvillisuuskuvaukset ja valokuvat on koottu liitteeseen 2.

Suurin osa suunnitelluista voimalapaikoista ja tielinjauksista sijoittuu talousmetsäkuvioille sekä eriasteisesti muuttuneille, ojitetuille suoalueille. Muutamilla kohteilla on myös ojittamatonta kosteikkoa.

Joihinkin hankkeeseen liittyvien rakenteiden sijoituskohteiden ympäristöihin sijoittuu kasvillisuuden tai kasviston kannalta huomioitavia kohteita. Nämä on mainittu voimalapaikkakuvauksissa. Muita alueella olevia suojeltavia ja luonnon monimuotoisuuden kannalta huomioitavia kohteita on käsitelty seuraavassa luvussa. Nämä kohteet tulee huomioida hankkeen maankäyttösuunnitelmassa.

4.5 Sisäisen sähkönsiirron kasvillisuus

Tuulivoima-alueella on tämän hetkisten suunnitelmien mukaan sisäisiä sähkönsiirtoreittejä noin 18-19 km, riippuen valittavasta vaihtoehdosta. Sähkönsiirto toteutetaan ilmajohtoina joko 110 kV tai 400 kV. Lisäksi tuulivoima-alueelle suunnitellaan 2-3 sähköasemaa, jotka sijoittuvat olemassa olevien teiden läheisyyteen.

Tuulivoima-alueen lounaisosasta sähkönsiirto voimaloilta Kuljunmäen sähköasemalle tapahtuu maakaapelia pitkin. Maakaapelireitti (noin 5,5 km) sijoittuu ojitetuille soille ja metsätalouksikäytössä oleville kankaille. Reitti alittaa luhtarantaiset Niskannevanpuron ja Kivipuron, joka on tältä kohtaa uomaltaan melko luonnontilainen. Rautatien alituksen jälkeen reitti kulkee ojitetun suoalueen poikki ja jatkaa matkaa nykyisen metsätien reunaa kohti sähköasemaa.

Sähköasemien väliset ilmajohdot sijoittuvat metsätalouksikäytössä oleviin metsiin, hakkuille ja ojitetuille kosteikoille. Reittisuunnittelussa on pääosin huomioitu tunnistetut luontoarvokohteet. Ilmajohdot ylittää pienen suolammen Saarijärven kaakkoispuolella, lampi on alle 1 heh-



taarin kokoinen ja kuuluu vesilain 2:11 §:n mukaisiin luontotyyppeihin. Ilmajohto ylittää myös Valkeislammen koillisosan sekä Loutejoen.

Reittien alueilla ei havaittu uhanalaisia tai huomionarvoisia kasvilajeja.

4.6 Arvokkaat kasvillisuus- ja luontotyyppikohteet

Arvokkaat luontokohteet on esitetty liitteen 1 kartalla.

Tuulivoima-alueella ei sijaitse luonnonsuojelulain 29 §:n mukaisia luontotyyppejä. Tuulivoima-alueella sijaitsee lähteitä ja useita pieniä, alle 1 ha:n kokoisia lampia, jotka ovat vesilain 2:11 §:n mukaisia luontotyyppejä. Useat lähteet ovat hävinneet ojitusten takia. Tuulivoima-alueella on seitsemän Metsäkeskuksen rajaamaa metsälain 10 § mukaista erityisen tärkeää elinympäristöä (Suomen metsäkeskus 2020, Taulukko 4-1). Voimalapaikkojen tai tielinjausten läheisyydessä ei sijaitse vesilain mukaisia lampia tai lähteitä eikä Metsäkeskuksen rajaamia metsälain 10 § elinympäristöjä. Tuulivoima-alueen sisäisen sähkönsiirron ilmajohto ylittää yhden alle 1 ha kokoisen lammen.

Taulukko 4-1 Metsäkeskuksen rajaamat metsälain 10 § mukaiset erityisen tärkeät elinympäristöt Kivikankaan tuulivoima-alueella (Metsäkeskus 2020).

Metsälain 10 § erityisen tärkeä elinympäristö	Paikka	Lähimmät suunnitellut rakenteet
Suoelinympäristö, tulvaniitty / luhta	Loutejoen varressa, 3 kuviota	Voimalapaikka 800 m
Pienvesien välittömät lähiympäristöt, lampi	Pieni lampi Kaikonson eteläosassa	Voimalapaikka 250 m
Pienvesien välittömät lähiympäristöt, noro	Noro Ärväänsuon koillisosassa	Voimalapaikka 200 m
Pienvesien välittömät lähiympäristöt, puro	Katajapuro	Voimalapaikka 650 m
Kangasmetsäsaareke	Metsäsaareke Niskannevan eteläosassa	Voimalapaikka 550 m

Suunnittelualueelta tunnistettiin maast selvitysten pohjalta laajempia luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaita alueita sekä pienialaisia metsälain 10 § mukaisiksi erityisen tärkeiksi elinympäristöiksi luettavia kohteita. Luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaat kohteet ovat vanhempaa puustoa sisältäviä metsiä tai luonnontilaisia soita (Taulukko 4-2). Ne poikkeavat alueen pääosin metsätaloustyössä olevista metsistä ja kosteikoista. Kohteilla on useimmissa tapauksessa myös linnustollista arvoa. Hankealueen pohjoisosassa sijaitseva Yppäle on metsäluontokohde. Alueella on varttunutta, korjuukypsää puustoa, iältään 100-170, paikoin yli 170 vuotta vanhaa (MML 2020). Loutenvaara hankealueen itäosassa on



vanhaa kuusikkoa. Alueella on erittäin runsaasti lahoppuuta ja siellä pesii liito-orava (Kuva 4-2). Myös täällä puuston ikä on paikoin yli 170 vuotta. Suokohteet ovat merkittävilta osiltaan ojittamattomia soita (Heinisuo, Rytisuo, Ärväänsuo). Rytisuo on pääosin sararämettä ja saranevaa, pohjoisosiltaan hieman ravinteisempi. Ärväänsuo on saranevaa, jossa on runsaasti pieniä lammikoita ja allikoita; lisäksi maisema on erityisen komea (Kuva 4-3). Suunnittelualueelle sijoittuu osittain myös kolme Natura-aluetta Tavisuo (FI0600060), Kiiskinen ja Varissuo (FI1200100, FI1200106). Tunnistetut luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaat kohteet on huomioitu hankesuunnittelussa, eikä niiden alueelle ole suunniteltu tuulivoimaloita tai muita rakenteita.

Taulukko 4-2 Tuulivoima-alueelle sijoittuvat luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaat kohteet. Kohdenumero viittaa liitteen 1 kartalla esitettyyn numeroon.

Kohde nro liit- teen 1 kartalla	Kuvaus	Lähimmät rakenteet	suunnitellut
1	Yppäleen mäki. Kuusivaltainen järeäpuustoinen metsä, joka on potentiaalinen kohde vanhan metsän lajistolle. Alueella on nykyisellään vain vähän lahoppuuta. Alue myös linnustollisesti arvokas.	Lähin voimalapaikka noin 200 m etäisyydellä	
2	Loutenvaara. Laaja vanhan metsän alue, jossa lahoppuustoista kuusimetsää. Alue on erittäin arvokas useille vanhan metsän lajeille. Liito-oravan elinpiirit. Havaintoja huomioitavista lajista: raidantuoksukääpä ja raidankeuhojäkälä. Alue myös linnustollisesti arvokas.	Lähin voimalapaikka noin 500 m etäisyydellä	
3	Rytisuo ojittamaton avosuo. Suotyyppit: sararäme ja saraneva. Suo on myös linnustollisesti arvokas.	Alueen pohjoispuolelle sijoittuu nykyinen tie, jota tn. parannetaan voimalakuljetuksia varten. Lähin voimalapaikka noin 200 m etäisyydellä.	
4	Isokankaan länsipuolella oleva nimetön suo. Keskiosiltaan vähäpuustoista nevaa, reunoilla puustoisia rämeitä. Suo on myös linnustollisesti arvokas.	Lähin voimalapaikka noin 200 m etäisyydellä.	
5	Heinisuo. Puutonta nevaa ja rimpiä, reunoilla puustoisia soita. Suon keskellä virtaa Ruunapuro, joka laskee Loutejokeen. Puron ja joen reunoilla on luhtaista suota. Suolla myös pieni nimetön lampi. Suo on myös linnustollisesti arvokas.	Lähin voimalapaikka noin 350 m etäisyydellä.	
6	Ärväänsuo. Pääosin avosuota, saranevaa ja rimpinevaa. Suolla useita pieniä lammikoita ja hieman isompi Ärväänlampi. Metsäkeskuksen rajaama metsälakikohde noro.	Lähin voimalapaikka noin 200 m etäisyydellä.	



Kuva 4-2. Loutenvaaran lahopuustoa.



Kuva 4-3 Ärväänsuo.

Maastonselvityksissä havaittiin pienialaista kohteita, jotka voidaan lukea metsälain 10 § mukaisiksi erityisen tärkeiksi elinympäristöiksi. Näitä ovat hankealueella sijaitsevien luonnontilaisen kaltaisten purojen lähiympäristöt (Kuva 4-4), pienten alle 1 ha:n kokoisten lampien lähiympäristöt (Kuva 4-4), pienialaiset metsäkorte- (Kuva 4-5) ja ruohokorvet sekä luhdet (Kuva 4-5). Mikään maastonselvityksissä havaittu kohde ei sijoitu suunnitellun voimalapaikan tai muiden rakenteiden alueelle.

Luonnontilaisten kaltaisten purojen lähiympäristöiksi on rajattu osia Pekonlammesta laskevan ojan/puron varressa, Petäjäpuron ja Kukkopuron varressa. Kaikkiin puroihin laskee oja, joten purojen luonnontila on heikentynyt.



Kuva 4-4. Luonnontilaisen kaltainen puro (vasen) ja pieni suorantainen lampi (oikea).



Kuva 4-5 Metsäkortekorpi (vasen) ja luhtainen suo (oikea).

Hankealue kuuluu uhanalaisten luontotyyppien osalta Etelä-Suomen tarkastelualueeseen (Kontula & Raunio 2018). Maastonselvityksissä havaitut uhanalaiset tai silmälläpidettävät luontotyypit sijoittuvat pääosin luonnontilaisemmille kosteikoille (mm. tupasvillaräme, isovarapuräme, saraneva, mustikkakorpi, sararäme, korpiräme). Loutenvaaran alueella sijaitsevat vanhat havupuuvaltaiset tuoreet kankaat ovat erittäin uhanalainen luontotyyppi. Muuten alueen metsät ovat enimmäkseen talouskäytössä eivätkä kuulu huomioitaviin luontotyypeihin. Alueelta havaitut uhanalaiset kasvillisuustyyppit on listattu taulukkoon 4-3.



Taulukko 4-3. Selvitysalueella esiintyvien kasvillisuustyyppien uhanalaisuus Kontula & Raunion (2018) mukaan. EN= erittäin uhanalainen, VU= vaarantunut, NT= silmälläpidettävä.

Luontotyyppi	Etelä-Suomi	Koko maa
Suotyypit		
Ruohokorvet	EN	VU
Mustikkakorvet	EN	EN
Metsäkortekorvet	EN	EN
Muurainkorvet	EN	EN
Kangasrämeet	EN	VU
Korpirämeet	EN	EN
Pallosararämeet	VU	NT
Isovarpurämeet	VU	NT
Tupasvillärämeet	VU	NT
Sararämeet	EN	VU
Saranevat	VU	NT
Metsät		
Vanhat havupuuvaltaiset tuoreet kankaat	EN	EN
Sisävedet ja rannat		
Havumetsävyöhykkeen purot ja pikkujoet	VU	EN
Suolammet	VU	NT
Metsälammet	VU	NT

4.7 Huomioitavien kasvi- ja sienilajien esiintymät

Tuulivoima-alueelta on aiemmin havaintoja raidantuoksukäävästä (Kainuun ELY 2020). Kesän 2020 maastoselvityksissä havaittiin alueelta silmälläpidettävät suopunakämmekkä ja raidankeuhkojäkäälä (Kuva 4-6). Kesän 2021 maastoselvityksissä alueelta havaittiin rauhoitettu valkolehdokkia. Huomioitavat lajesiintymät on esitetty liitteen 1 kartalla ja lajien suojelustatus on koottu taulukkoon (Taulukko 4-4). Hankealueella ei ole havaintoja vieraslajeista (Vieraslajit.fi 2020).

Taulukko 4-4. Hankealueelta havaitut suojelullisesti huomioitavat kasvi- ja sienilajit (Eliölajit-tietokanta 23.6.2020, maastohavainnot 2020-2021; Uhanalaisuus: Hyvärinen ym. 2019).

Laji	IUCN	rauhoitettu	ELY-tietokanta	maasto-havainto
Valkolehdokki <i>Platanthera bifolia</i>	LC	x		x
raidantuoksukääpä <i>Haploporus odoratus</i>	VU		x	
raidankeuhkojäkäälä <i>Lobaria pulmonaria</i>	NT			x
suopunakämmekkä <i>Dactylorhiza incarnata subs incarnata</i>	NT	x*		x

*rauhoitettu Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakuntien eteläpuolella



Kuva 4-6. Suopunakämmekkä (vasen kuva). Raidankeuhkojäkälä (oikea kuva)

4.8 Yhteenvedo

Hankealueen länsiosan kasvillisuus koostuu pääosin voimakkaasti ojitetuista kosteikoista. Keskiosa on talousmetsäkäytössä olevaa kangasta, jossa on pieniä lampia, ojitettuja ja ojittamattomia soita sekä joitakin puroja. Hankealueen itäosassa on Loutenvaaran vanhat kuumikot sekä ojitettuja kosteikkoja.

Hankealueella on useita metsälain mukaisia erityisen tärkeitä elinympäristöjä, muutoin huomioitavia metsä- ja suoluontokohteita sekä joitakin suojelullisesti huomioitavien lajien esiintymiä.

5 Pesimälinnusto

5.1 Yleistä

Tuulipuistoalueen linnustoa selvitettiin maastoselvityksin vuonna 2019 ja 2020. Selvitysalue kattoi suunnitellun tuulipuiston hankealueen lähiympäristöineen. Maastoselvityksiä täydennettiin olemassa olevilla havaintoaineistoilla: erityisesti suojeltavien päiväpetolintulajien reiviiritiedoilla (Metsähallitus 2020a) ja sääksireviiritiedoilla, muiden petolintujen ja suojelullisesti huomionarvoisten lintulajien rengastustiedoilla (Luomus 2020) sekä valtion mailla sijaitsevien metson soidinpaikkojen tiedoilla (Metsähallitus 2020b). Lisäksi tietoja ja havaintoja saatiin paikallisilta alueen hyvin tuntevilta henkilöiltä. Maastotyöt suorittivat biologi FM Taru Suninen ja biologi FM Joel Nyberg (AFRY Finland Oy).

Suojelusyistä pöllöjen ja muiden suurten petolintujen reiviiri- tai pesätietoja sekä metson soiteiden soidinpaikkoja ei esitetä raportin julkisessa versiossa. Reviiritiedot edellä mainittujen lajien osalta on esitetty erillisessä viranomaisliitteessä (liite 5).



5.2 Pesimälinnustaselvitys

5.2.1 Menetelmät

Pesimälinnustaselvityksen tarkoituksena on muodostaa yleiskäsitys selvitysalueen pesimälinnuston lajistosta ja runsaudesta sekä selvittää etenkin uhanalaisten, EU:n lintudirektiivin liitteen I lajien tai muutoin suojelullisesti huomionarvoisten lintulajien (Neuvoston direktiivi 79/409/ETY, Lehtikoinen ym. 2019) esiintyminen hankealueella ja tunnistaa mahdolliset linnustolle arvokkaat alueet.

Maastonselvitykset keskitettiin tuulivoimaloiden suunnitelluille sijoituspaikoille lähiympäristöineen, niille johtaville tielinjauksille sekä alueille, jotka arvioitiin kartta- ja ilmakuvatarkastelun ja ennakkotietojen perusteella linnustoarvoiltaan merkittäviksi, ja joille arvioitiin voivan aiheutua linnustovaikutuksia. Näiden kohteiden ja alueiden pesimälinnustoa selvitettiin kiertolaskennalla. Kiertolaskenta suoritettiin linnuston seurannan kartoituslaskennan havainnointiohjetta (Koskimies & Väisänen 1988) mukaillen siten, että laskentakierroksia oli kaksi. Alueen laajuuden vuoksi monilla ympäristöltään linnustolle vähäarvoisilla paikoilla, kuten hakkuilla, käytiin kuitenkin vain yhdellä kierroksella. Maastokartoitukset suoritettiin 26.–29.5., 2.–5.6. sekä 9.–11.6.2020 (ensimmäinen laskentakierros) ja 22.–30.6.2020 (toinen laskentakierros & täydentävää maastohavainnointia) kahden kartoittajan työpanoksella. Yhteensä henkilöhavainnointiaamuja kertyi 32. Maastotyöt suorittivat FM Taru Suninen ja FM Joel Nyberg.

Kartoitukset tehtiin havainnoinnille otollisessa säässä ja pääosin aamuyöllä–aamulla ennen kello 9:00, jolloin linnut laulavat aktiivisesti ja ovat helpoiten havaittavissa. Kartoitusalue kattoi kaikkien suunniteltujen voimalapaikkojen ympäristön vähintään 500 metrin säteellä. Vanhat metsät ja luonnontilaiset avosuot kartoitettiin kahteen kertaan ja kartoituksia kohdennettiin myös kulttuuriympäristöihin sekä luonnontilaisen kaltaisille soille, erityisesti korpiin. Luonnontilansa menettäneet kohteet, kuten hakkuut, tasarakenteiset nuoret talousmetsät ja taimikot kartoitettiin tätä väljemmällä tarkkuudella. Suojelullisesti huomionarvoisten lajien havaitsemisen tehostamiseksi yleisimmät ja runsaimmat varpuslinnut jätettiin yksilötasolla kirjaamatta.

Selvitysten yhteydessä kiinnitettiin huomiota myös niihin biotooppeihin, joilla linnustolliset arvot saattaisivat olla merkittävät sekä suunniteltujen voimalapaikkojen ympäristössä että muualla selvitysalueella lähiympäristöineen. Tällaiset kohteet siis kartoitettiin myös mainitun 500 metrin säteen ulkopuolelta. Selvitysten tuloksena pyrittiin tunnistamaan ja merkitsemään kartalle mahdolliset linnustolle arvokkaat kohteet sekä huomionarvoiset lajihavainnot. Muiden selvitysten aikana tarkistettiin lisäksi luonnonkoloja koputtelemalla ja raapimalla puiden runkoja.

5.2.2 Tulokset

Pesimälinnustokartoituksessa hankealueella tai sen lähistöllä havaittiin 81 lintulajia, joiden tulkittiin joko pesivän alueella tai joiden reviiriin alue kuuluu (Taulukko 5-1, kartta liitteenä



3). Alueen pesimälinnusto koostuu pääasiassa seudulle tyypillisistä havumetsälinnuista ja metsän yleislajeista (luokittelu: Väisänen ym. 1998). Myös useita vanhan metsän lajeja ja eri linturyhmien suolajeja pesii alueella.

Havaituista 81 pesimälajista 39 on suojelullisesti huomionarvoisia (Taulukko 5-1). Näistä kolme lajia on arvioitu uhanalaisluokituksessa erittäin uhanalaiseksi (EN), kahdeksan lajia vaarantuneeksi (VU), yksitoista lajia silmälläpidettäväksi (NT) ja kolme alueellisesti uhanalaiseksi (RT, alue 3b) (Birdlife Suomi 2020; Lehikoinen ym. 2019). Havaituissa pesimälajeissa on lisäksi neljätoista EU:n lintudirektiivin liitteen I lajiluettelossa mainittua lajia (EU) ja seitsemäntoista Suomen kansainvälistä vastuulajia (KV).

Taulukko 5-1. Pesimälinnustaselvityksissä havaitut lajit ja parimäärät (yleisimpiä lajeja lukuun ottamatta) sekä niiden suojeluasema. Lyhenteet: EN = erittäin uhanalainen; VU = vaarantunut; NT = silmälläpidettävä; EU = EU:n lintudirektiivin liitteen I laji; KV = Suomen kansainvälinen erityisvastuulaji ja alueellisesti uhanalainen laji (RT, alue 3b).

Laji	Status	Pareja	Lisätiedot	Laji	Status	Pareja	Lisätiedot
Laulujoutsen	EU, KV	2		Tilhi	-	4	
Taigametsähanhi	VU, KV	1	Vähintään 1 pari	Rautiainen	-	-	Harvalukuinen
Sinisorsa	-	1		Punarinta	-	-	Yleinen
Tavi	KV	4		Sinipyrstö	-	6	
Telkkä	KV	10		Leppälintu	KV	61	
Pyy	VU, EU	8		Pensastasku	VU	8	
Riekko	VU	7		Mustarastas	-	-	Harvalukuinen
Teeri	EU, KV	14	Pesiä ja poikueita	Laulurastas	-	-	Melko yleinen
Metso	EU, KV	20	Pesiä ja poikueita	Punakylkirastas	-	-	Melko yleinen
Varpushaukka	-	1		Räkättirastas	-	2	
Kanahaukka	NT	2		Kulorastas	-	-	Melko yleinen
Hiirihaukka	VU	1		Lehtokerttu	-	-	Harvalukuinen
Tuulihaukka	-	1	Pesintä pöntössä	Hernekerttu	-	-	Harvalukuinen
Nuolihaukka	-	1		Pajulintu	-	-	Erittäin yleinen
Kurki	EU	4		Tiltiltti	RT	30	
Töyhtöhyppä	-	1		Sirittäjä	-	4	
Kapustarinta	EU	9		Hippiäinen	-	-	Melko yleinen
Taivaanvuohi	NT	15		Harmaasieppo	-	-	Melko yleinen
Lehtokurppa	-	.	Melko yleinen	Pikkusieppo	EU	1	
Isokuovi	NT, KV	7		Kirjosieppo	-	8	
Pikkukuovi	KV	5		Talitiainen	-	-	Erittäin yleinen
Rantasipi	KV	5		Sinitäinen	-	-	Melko yleinen
Liro	NT, EU,	23		Hömötiainen	EN	24	
Valkoviklo	NT, KV	19		Töyhtötiainen	VU	12	
Metsäviklo	-	15		Puukiiپیج	-	-	Harvalukuinen
Kalalokki	-	2		Isolepinkäinen	-	1	
Sepelkyyhky	-	1		Kuukkeli	NT, RT	1	Hakkuun vieressä
Käki	-	-	Erittäin yleinen	Närhi	NT	7	
Huuhkaja	EN, EU,	1		Varis	-	1	
Viirupöllö	EU	1		Korppi	-	1	
Helmipöllö	NT, EU,	2		Peippo	-	-	Erittäin yleinen
Varpuspöllö	VU, EU,	2		Järripeippo	NT	23	
Tervapääsky	EN	3		Urpainen	-	-	Harvalukuinen
Käpytikka	-	-	Yleinen	Vihervarpunen	-	-	Harvalukuinen
Pohjantikka	EU	8		Punatulkkku	-	15	
Palokärki	EU	3		Pikkukäpylintu	-	-	Harvalukuinen
Metsäkirvinen	-	-	Erittäin yleinen	Isokäpylintu	KV	1	Vähintään 1 pari



Niittykirvinen	-	-	Harvalukuinen	Pajusirkku	VU	1
Västaräkki	NT	16		Pohjansirkku	NT	19
Keltavästaräkki	RT	15		Keltasirkku	-	2
Peukaloinen	-	8				

Suojelullisesti huomionarvoisista lajeista metson, pohjansirkun ja hömötiaisen parimäärät ovat suhteellisen korkeat. Ne ovat vanhoja metsiä tai havumetsiä ilmentäviä lajeja. Myös pikkusieppo, pohjantikka, palokärki, varpuspöllö ja kanahaukka ilmentävät vanhan havumetsän lajistoa. Myös metsän yleislajit leppälintu ja järripeippo ovat suhteellisen runsaita hankealueella, ja molemmat lajit viihtyvät hyvin myös tasaikäisissä mäntyvaltaisissa metsissä ja hakkuiden laidoilla, jollaista suurin osa hankealueesta on. Merkittävimmät linnustoarvot keskittyvät hakkuiden ulkopuolella säilyneisiin luonnontilaisen kaltaisiin metsiin ja niiden rehevimpiin ja kosteimpiin osiin. Kuitenkin esimerkiksi metsoja, teeriä ja hömötiaisia tavattiin melko paljon myös nuorehkoissa talousmetsämänniköissä.

Kevättalvella 2020 Lootukorven hakkuun ollessa käynnissä havaittiin lumijälkilaskennan yhteydessä Kainuussa harvinaistunut kuukkeli (NT, RT), joka on vanhan metsän indikaattorilaji. Kuukkeli on paikkalintu, eikä ylitä aukeita kuten soita tai hakkuita, joten kuukkelin voidaan tulkita pesivän tai ainakin pesineen Lootukorven alueella. Sille soveltuvia vanhoja metsäalueita on hankealueella melko vähän ja voikin olla, että Lootukorvessa keväällä 2020 hakatun järeän metsän alueella oli hankealueen ainoa kuukkelireviiri. Kuitenkin etenkin Loutenvaara voisi metsän rakenteen puolesta sopia kuukkelin elinympäristöksi, mutta siellä ei tehty havaintoja kuukkelista. Toinen kuukkelihavainto tehtiin Yppäleen lähistöllä petolintutarkkailussa. Toinen aarniometsää suosiva laji, sinipyrrstö, oli ennätysmäisen runsas vuonna 2020 Itä- ja Pohjois-Suomessa. Sinipyrrstön reviirejä löydettiin ainakin neljä. Loutenvaara havaittiin vähintään 3 laulavaa sinipyrrstökoirasta. Koko Suomessa sinipyrrstöjä havaittiin maastokaudella 2020 ennätysellisen paljon, ja sinipyrrstöjä havaittiin myös sille heikommin soveltuvilla habitaateilla nuoremmassa kuusikoissa parhaiden metsien ollessa jo varattuja reviireitä. Yksi sinipyrrstö lauloikin hankealueella metsäautotien varressa Raatomäellä, missä ei ole vanhaa metsää, eikä se siten ole sinipyrrstön ensisijaista elinympäristöä.

Pesimälinnustaselvityksissä havaittiin hankealueen soilla ja lammilla useita taigametsähanhipareja (*Anser fabalis fabalis*). Suurin osa hanhista tulkittiin pesimättömiksi pareiksi, sillä niitä ei havaittu hautomassa, eikä enää pesimälinnustaselvityksen toisella kierroksella samoilla paikoilla käytäessä. Ainakin yksi varma pesintä kuitenkin todettiin hankealueella vuonna 2020. Vuoden 2021 petolintutarkkailussa havaittiin ainakin yksi metsähanhipoikue hankealueella. Alueen lammilla ja soilla on metsähanhelle merkitystä ruokailu- ja levähdyspaikkoina. Metsähanhen pesäpaikka on esitetty suojelullisista syistä viranomaisliitteessä.

Pesimälinnustaselvitystä varten tilattiin lisäksi Luonnontieteellisestä keskusmuseosta tiedot hankealueella ja noin kymmenen kilometrin etäisyydellä siitä rengastetuista suojelullisesti huomionarvoisista lajeista, päiväpetolinnuista ja pöllöistä vuosilta 2009–2021 (Lajitietokeskus 2021). Erityisesti suojeltavien lajien (muuttohaukka, maakotka, merikotka) osalta reviiri-



tiedot tilattiin Metsähallitukselta (Metsähallitus 2021). Aineiston mukaan seudulla on viimeisen kymmenen vuoden aikana pesinyt useita haukka- ja pöllölajeja. Hankealueelta oli ennestään tiedossa yksi hiirihaukan ja yksi kanahaukan reviiri. Hankealueen ulkopuolella, lähimmän viiden kilometrin etäisyydellä on useampia edellä mainittujen lajien reviirejä, ja lisäksi tuulihaukan, helmipöllön ja kalasääsksen reviirejä sekä yksi maakotkan reviiri. Pöllöreviirien ja rengastusten suuren määrän perusteella seudulle on viety aikoinaan runsaasti pöllön pönttöjä ja petolintujen tekopesiä. Hankealuetta lähimmät petolintujen tunnetut pesät ja pöntöt käytiin tarkastamassa, mutta vuonna 2020 suurin osa aiemmista petolintujen pesämetseistä oli hakattu, harvennettu, pesäpaikkaa ei löydetty tai pesä ei ollut vuonna 2020 käytössä. Maastoselvityksissä löydettiin kolme kanahaukan, yksi varpushaukan, yksi tuulihaukan, yksi viirupöllön, kaksi helmipöllön, kaksi varpuspöllön ja yksi huuhkajan ennestään Luonnontieteellisen keskusmuseon rekistereissä tuntematonta reviiriä. Tuulivoimalle herkkiä edellä mainituista lajeista ovat ennen kaikkea suurikokoiset päiväpetolinnut eli maakotka, kalasääksi, kanahaukka ja hiirihaukka, sekä suurikokoinen huuhkaja.

Luonnontieteellisen keskusmuseon aineiston mukaan lähimmän viiden kilometrin säteellä hankealueesta on rengastettu pesimälinnustoselvityksessä havaittujen lajien lisäksi naurulokkeja (VU), pikkukuoveja (KV), punajalkavikloja (NT), räystäspääskyjä (EN) ja käenpiika (NT).

5.3 Pöllöselvitys

Hankealueella ja sen lähiympäristössä esiintyvää pöllölajistoa selvitettiin keväällä 2020 pöllöjen pistelaskentamenetelmällä (Korpimäki 1980). Käytännössä alueen metsäteitä pitkin ajettiin autolla tai hiihrettiin ja noin 500 metrin välein pysähdyttiin 3–5 minuutiksi kuuntelemaan pöllöjen soidinhuulua. Hankealueen metsätieverkosto on niin kattava, että selvityksen saattoi tehdä teiltä ja urilta käsin. Käynnit ajoittuivat auringonlaskun ja auringonnousun välille, selvitys tehtiin kuutena yönä 24.–26.2., 19.3. ja 25–26.3.2020. Tämän lisäksi pöllöjä havainnoitiin kanalintu- ja pesimälinnustoselvitysten yhteydessä aamuöinä, jolloin esimerkiksi viirupöllön tiedetään olevan aktiivisimmillaan. Sää oli kaikilla pöllöselvityksen käyntikerroilla otollinen pöllöjen kuunteluun, eli lauha ja tyyni.

Keväällä 2020 tehdyissä pöllö- ja pesimälinnustoselvityksessä hankealueelta tai sen välittömästä lähiympäristöstä löydettiin kaksi helmipöllöreviiriä, yksi huuhkajan reviiri ja varpuspöllön aktiivinen pesä ja aktiivinen reviiri. Lisäksi hankealueella havaittiin yksi viirupöllö päiväsaikaan. Reviirillä tarkoitetaan tässä yhteydessä koiraan huutelupaikan sijaintia sillä tarkkuudella kuin se on ollut maasto-olosuhteissa mahdollista määrittää tai pesäpaikkaa. Reviirien sijainnit on esitetty luottamuksellisessa viranomaisliitteessä.

5.4 Kanalintuselvitys

Metson ja teeren soidinpaikkojen kartoittamiseksi alueen metsärakennetta tarkasteltiin etukäteen kartta-aineistosta ja ilmakuvista. Tulkinta metsolle sopivista soidinalueista tehtiin



Keski-Suomen Metsoparlamentin ohjeen avulla (Keski-Suomen metsoparlamentti 2014) ja tulkinta teeren soidinpaikoista alueen ilmakuvatarkastelun perusteella. Tämän perusteella rajattiin ne alueet, joiden arvioitiin soveltuvan metson ja teeren soidinpaikoiksi. Nämä alueet kierrettiin kahdesti, yhteensä kuutena aamuyönä–aamuna 25.–26.3., 14.–16.4. ja 23.4.2020. Lisäksi kanalintuja havainnoitiin pesimälinnustoselvityksen yhteydessä.

Hankealueelta ei löydetty varsinaisia metson soidinpaikkoja, mutta metson hakomispuita löydettiin ympäri hankealuetta. Alueen metsätalousvaltaisuuden ja viimeaikaisten laajojen hakkuiden vuoksi perinteiset soidinpaikat ovat saattaneet autioitua ja siirtyä. Koska vanhojen metsien kuviot ovat monin paikoin hyvin pieniä ja pirstoutuneita, kasvaa todennäköisyys, että metson soidinpaikka on nuoressa tai varttuneessa kasvatusmetsässä tai rämeellä, joita josta ei alueen laajuuden vuoksi voitu täydellisesti kartoittaa (Keski-Suomen Metsoparlamentti 2014).

Hankealueen metsokanta on tällä hetkellä vahva. Pesimälinnustoselvitysten yhteydessä löydettiin useita metson pesiä ja metsoja havaittiin ainakin kahdellakymmenellä paikalla. Metson ulosteita löytyi läpi hankealueen runsaasti. Paikallisten metsästyseurojen mukaan metsoilla on ollut perinteisesti soittimia useilla selvitetystä alueista, mutta näillä kohteilla ei havaittu soivia metsoja vuonna 2020. Yksi kohteista on nykyisin laajalti hakattu.

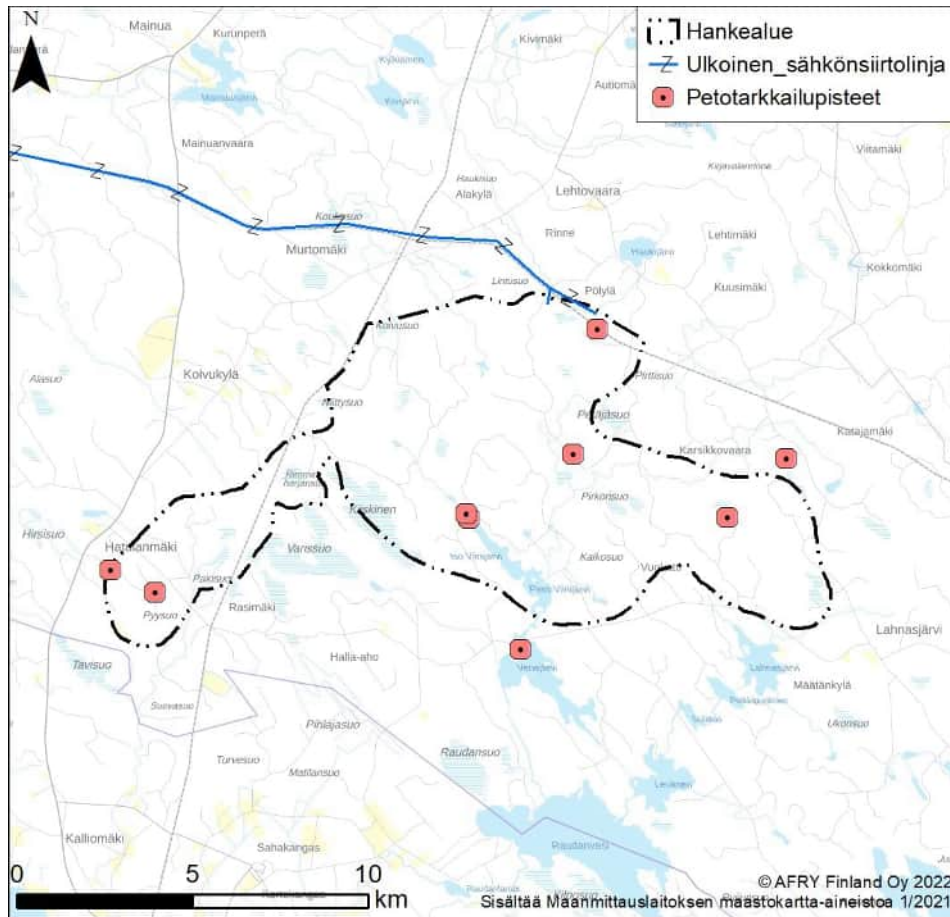
Hankealueelta löydettiin viisi varsinaista teeren soidinpaikkaa ja useita pieniä, muutaman kukon (maks. 5 yksilöä) soittimia oli siellä täällä ympäri hankealuetta hakkuilla ja soilla. Tällaiset soidinpaikat eivät yleensä ole luonteeltaan pysyviä, vaan vaihtelevat vuosittain esimerkiksi metsänhoitotoimenpiteiden mukaan. Riistatoimijoiden tietojen mukaan teeren soittimia on tai on ollut lisäksi hankealueen soilla ainakin kahdella muulla paikalla. Soidinpaikkojen sijainti on suojelusyistä esitetty vain viranomaiskäyttöön olevassa liitteessä.

Paikallisten metsästyseurojen ja maastohavaintojen mukaan hankealueella on tällä hetkellä hyvä kanalintukanta, ja myös riekkoja on tällä hetkellä runsaasti.

5.5 Päiväpetolintujen reviiriselvitys

Koska päiväpetolinnuilla on laajat saalistusreviirit, ei pesimälinnustoselvityksessä käytetty kiertolaskentamenetelmä yksin anna luotettavaa kuvaa alueella pesivästä petolinnustosta. Tämän vuoksi pesimälinnustoselvitystä laajennettiin petolintujen reviiritarkkailulla, jota täydennettiin edelleen vuonna 2021. Vuoden 2021 tarkkailulla pyrittiin ensisijaisesti selvittämään kotkien ja kalasääsken asuttuja pesimäreviirejä ja mahdollista liikkumista hankealueella ja sen lähistöllä. Samalla havainnoitiin myös muita kookkaita petolintuja. Tarkkailu suoritettiin seuraamalla alueen ilmatilaa päivällä–iltapäivällä hyviltä näköalapaikoilta (käytännössä soilta ja hakkuilta), jolloin poikasten ruokinta ja siten petolintujen reviirin käyttö ja liikkuminen ovat vilkkaimmillaan. Tarkkailut tehtiin kolmena päivänä vuonna 2020 (28.6.–1.7.2020) ja kymmenenä päivänä vuonna 2021 (31.5.–1.6. ja 24.–27.8.2021). Havainnointipisteet on esitetty alla kartalla (Kuva 5-1). Tämän lisäksi petolintuhavaintoja saatiin muiden kartoitus-

ten ja muuttolintuselvitysten yhteydessä. Seurantapäivinä havaittiin useita petolintujen revii-
rejä (mm. kanahaukka, hiirihaukka, mehiläishaukka, tuulihaukka). Tarkemmat tiedot revii-
reistä on esitetty viranomaisliitteessä.



Kuva 5-1. Päiväpetolintutarkkailuiden pääasialliset havainnointipisteet. Näiden lisäksi tarkkailupäivinä havainnoitiin petolintuja myös kiertelemällä muualla alueella.

5.6 Linnustolle arvokkaat alueet

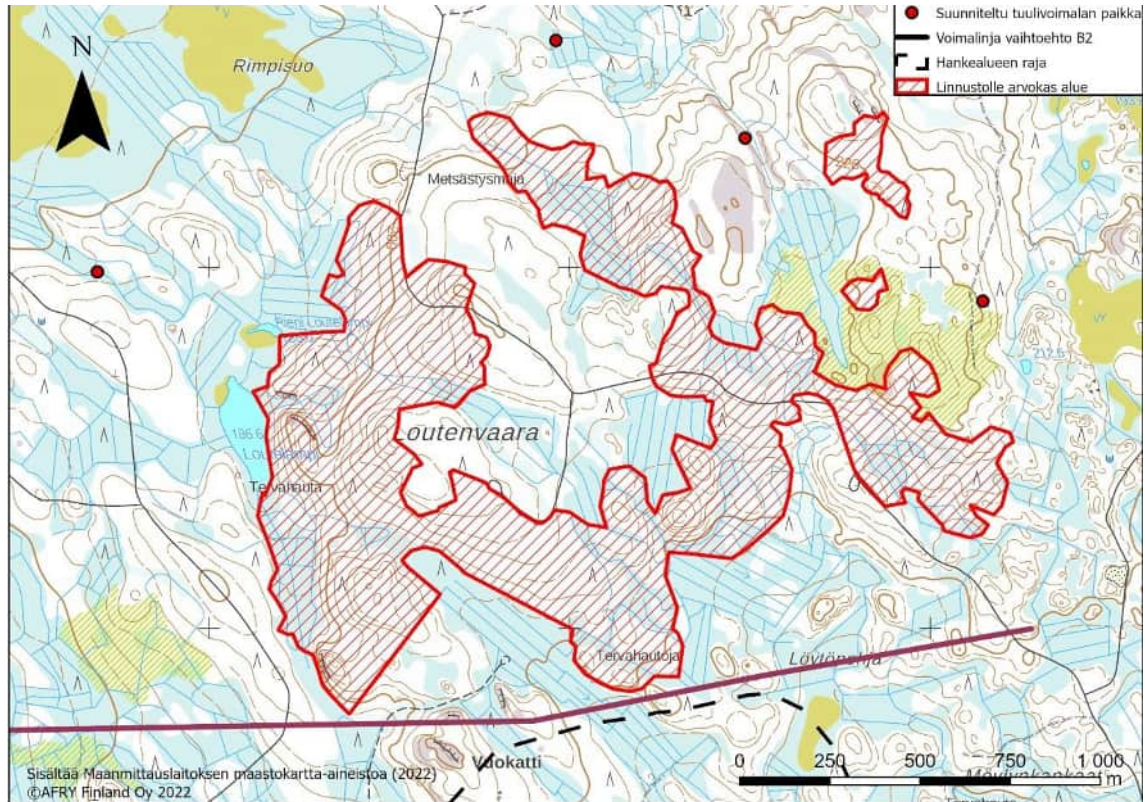
Hankealueella ja sen välittömässä läheisyydessä pesivien lintulajien selvittämisen lisäksi linnustoselvityksissä paikallistettiin alueen linnustollisesti arvokkaat kohteet ja laadittiin karttarajaukset näistä. Luonnontilaiset, lahoppuustoiset vanhat metsät ja ojittamattomat avosuot ovat selvästi hankealueen linnustollisesti arvokkaimmat ympäristöt.

Loutenvaara

Loutenvaaran vanhat, lahoppuustoiset kuusimetsät hankealueen kaakkoisosassa ovat erittäin arvokkaita useille vanhan metsän lajeille. Pesimälinnustoon kuuluvat mm. pikkusieppo ja töyhtö- ja hömötiainen. Järeäpuustoinen metsäalue jatkuu osin rikkonaisena varsinaisen Loutenvaaran itä- ja koillispuolelle, jossa lähimmät suunnitellut voimalapaikat sijoittuvat noin 200-300 metrin päähän arvokkaista metsäalueista. Niiden toteutumisesta nykyisen suunni-

telman mukaan ei todennäköisesti aiheuttaisi haitallisia vaikutuksia Loutenvaaran arvokkaan metsäalueen linnustolle (Kuva 5-2).

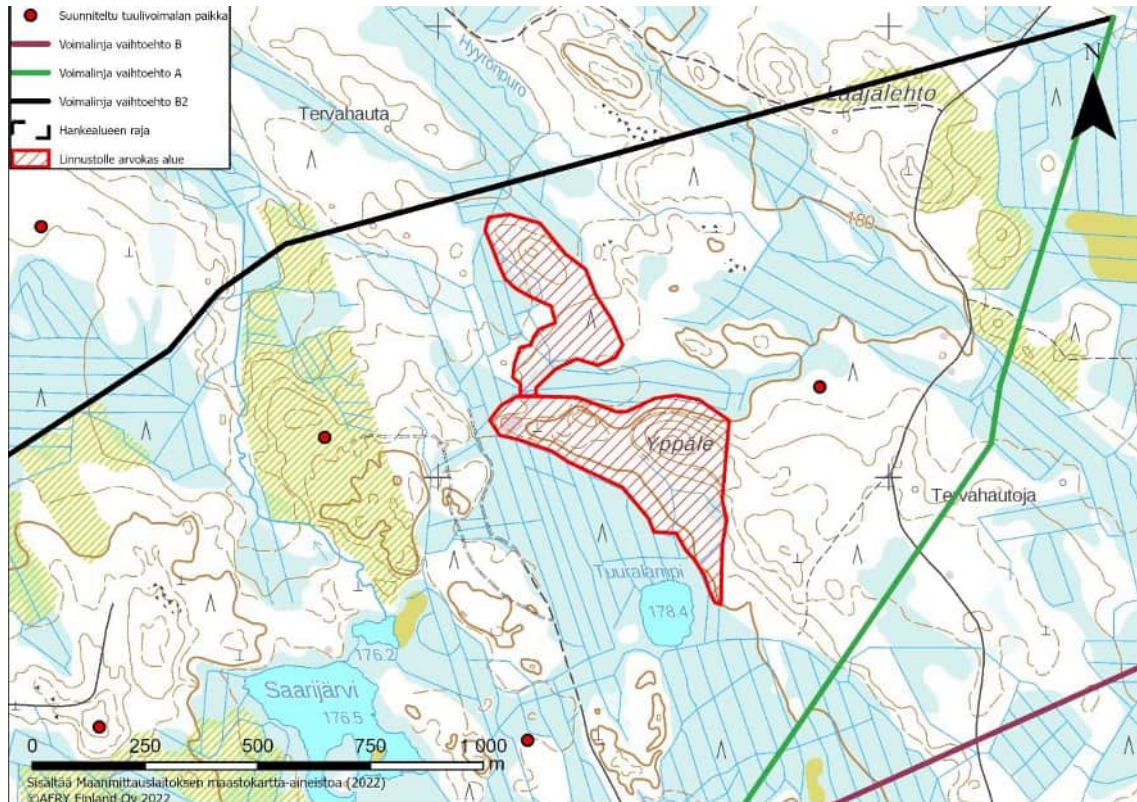
Hankealueen sisäisen voimajohdon linjaus kulkee noin 30 metrin päässä Loutenvaaran yhteisen alueen eteläpuolella. Voimalinjan sijoittuminen alueen välittömään läheisyyteen voi lisätä joidenkin Loutenvaaran alueella pesivien lajien törmäysriskiä.



Kuva 5-2. Loutenvaaran linnustolle arvokas metsäalue.

Yppäle

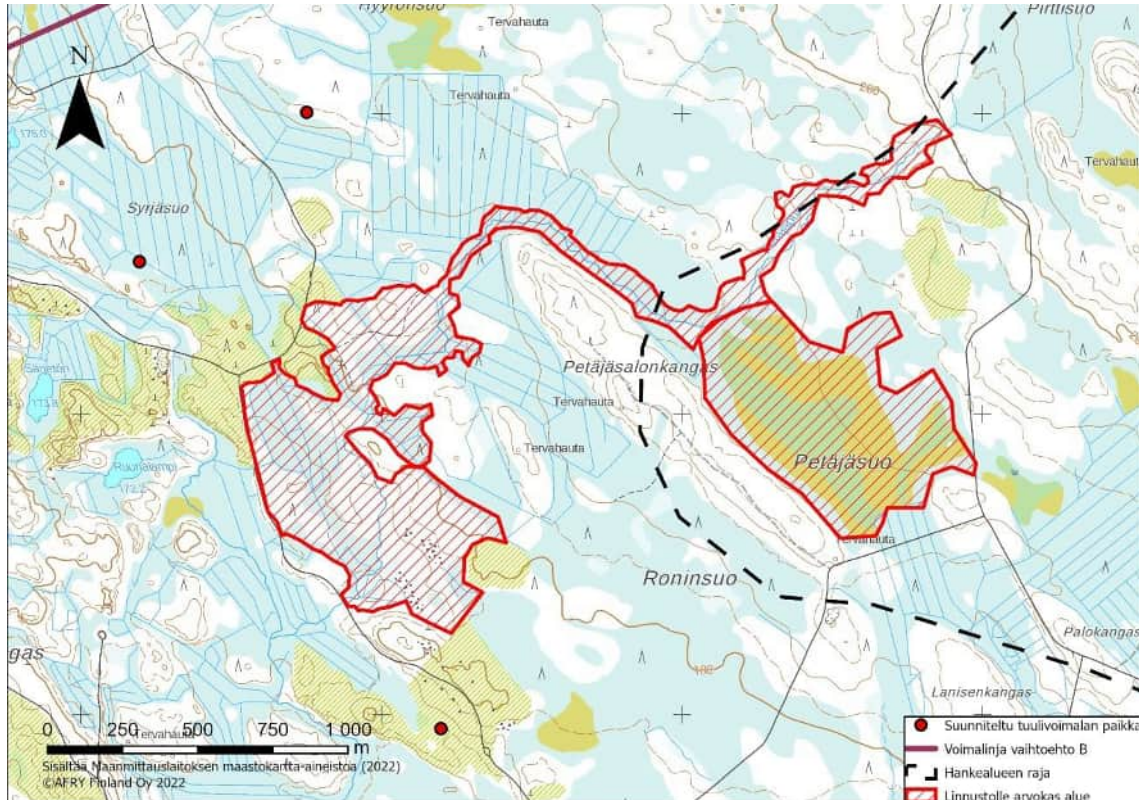
Yppäleen mäki hankealueen pohjoisosassa on kuusivaltaisen, järeäpuustaisen metsän laikku, joka on potentiaalisesti arvokas kohde vanhan metsän lajistolle. Alueella on nykyisellään vain vähän lahoppuuta, ja suojelullisesti huomionarvoisia lintulajeja havaittiin vuoden 2020 selvityksessä vain vähän, mainittavimpana töyhtötiainen. Iäkkään, eri-ikäisrakenteisen puustonsa ansiosta alueella on kuitenkin potentiaalia kehittyä alueen metsälinnustolle hyvin arvokkaaksi kohteeksi. Hankesuunnitelmassa lähimmät voimalapaikat sijoittuvat noin 200-350 metrin päähän alueesta, eikä niillä todennäköisesti ole vaikutusta Yppäleen linnustoon (Kuva 5-3). Voimalinjavaihtoehdot sijoittuvat linnustollisesti arvokkaan alueen pohjois- ja kaakkoispuolelle noin 60 ja 300 metrin etäisyyksille.



Kuva 5-3. Yppäleen linnustolle arvokas metsäalue.

Maaselänkankaan Petäjäsalo

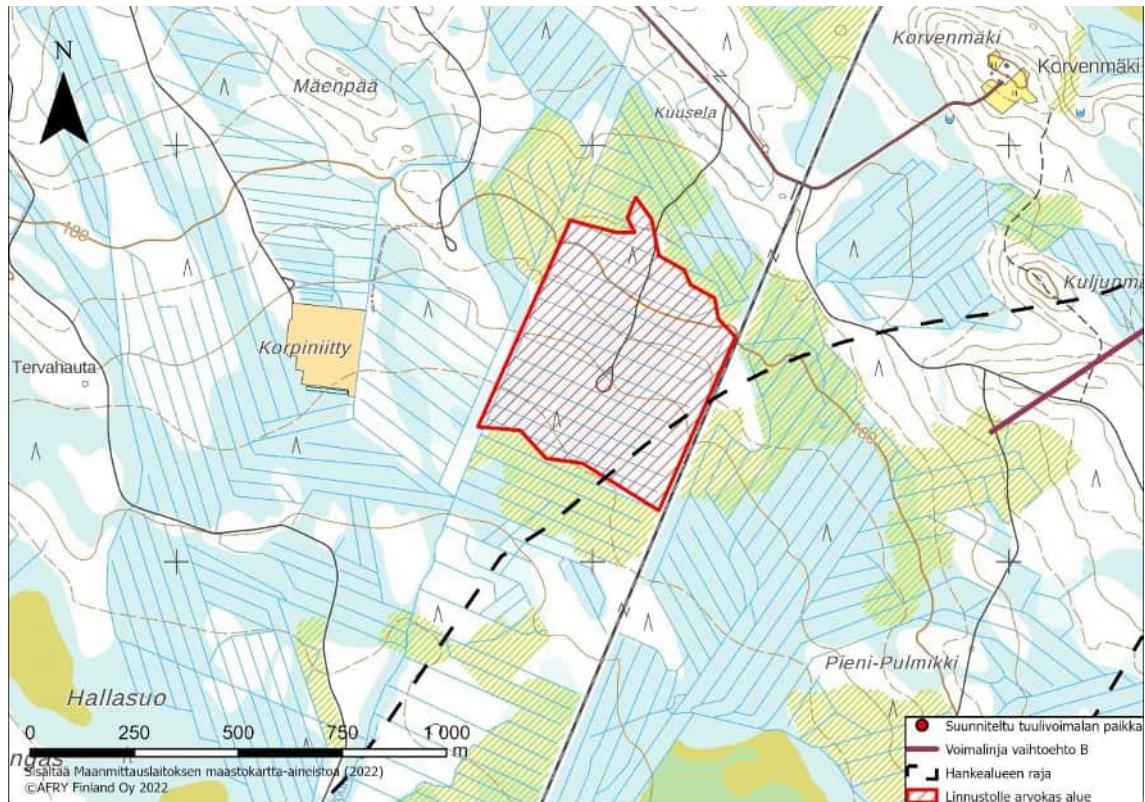
Hankealueen keskiosissa Maaselänkankaan koillispuolella sijaitseva Petäjäsalo on pesimälinnustoltaan arvokas kuusimetsä, josta koilliseen Petäjäsuo pohjoispuolitse jatkuva Petäjäpuuron suojavyöhykkeenä hakkuista säästynyt kuusikkokaistale parantaa alueen yhdistyneisyyttä Tervamäen ja Karsikkovaaran metsäalueisiin. Petäjäsaloissa havaittiin vuonna 2020 mm. vanhan metsän indikaattorilaji, EU:n lintudirektiivin lajeihin kuuluva pohjantikka. Hanke-suunnitelmassa lähin voimalapaikka sijaitsee noin 300 metrin päässä alueelta hakkuuaukolla. Alueen itäpuolelle sijoittuu myös linnustollisesti arvokkaaksi kohteeksi todettu Petäjäsuo, mikä jää nykyisessä hankesuunnitelmassa hankealueen ulkopuolelle (**Error! Reference source not found.**).



Kuva 5-4. Petäjäsuon linnustolle arvokas avosuo ja sen länsipuolelle sijoittuva Petäjäsalon metsälinnustolle arvokas kuusikkoalue sekä näihin liittyvä Petäjäpuron varren metsäkaistale.

Kuuselan kuusikko

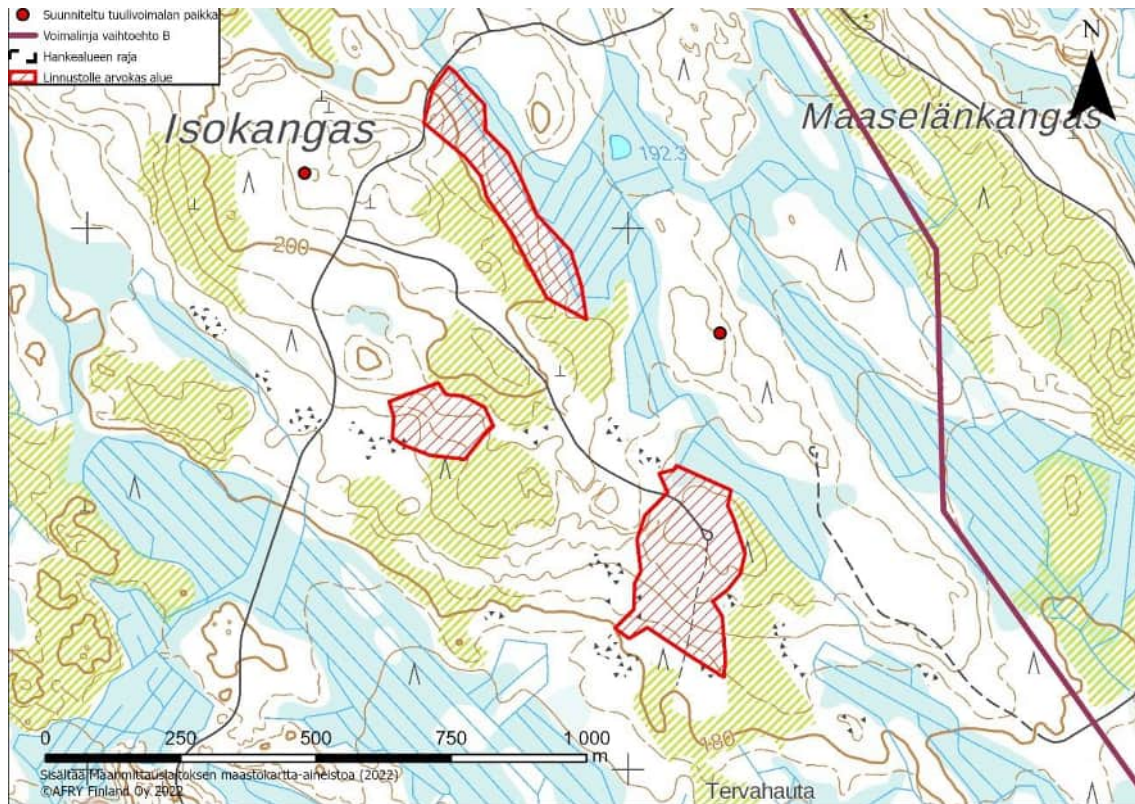
Hankealueen luoteisrajalla, sijaitseva Kuuselan kuusimetsä on voimakkaasta ojituksesta huolimatta kehittynyt järeäpuustoiseksi kohteeksi, jolta tunnistettiin linnustoarvoja vuoden 2020 selvityksissä. (Kuva 5-5). Alueelle tai sen läheisyyteen ei ole suunnitteilla rakenteita hankkeeseen liittyen.



Kuva 5-5. Kuuselan kuusikko.

Isokankaan metsälaikut

Hankealueen keskellä Isokankaalla on säilynyt joitain pienialaisia, järeäpuustoisia havumetsälaikkuja (Kuva 5-6). Pienen pinta-alansa ja vähäisen lahoppuustonsa vuoksi näiden laikkujen linnustollinen arvo on yllä mainittuja alueita pienempi. Puuston järeyden vuoksi ne ovat kuitenkin mahdollisia petolintujen pesimämetsiä, ja kesän 2020 pesimälinnustoseselvityksessä yhdellä metsälaikuista havaittiin pohjantikkapari. Lähimmät voimalapaikat sijoittuvat noin 250 metrin päähän metsälaikuista. Lähimpään voimajohtovaihtoehtoon etäisyyttä on lyhimmillään 375m.



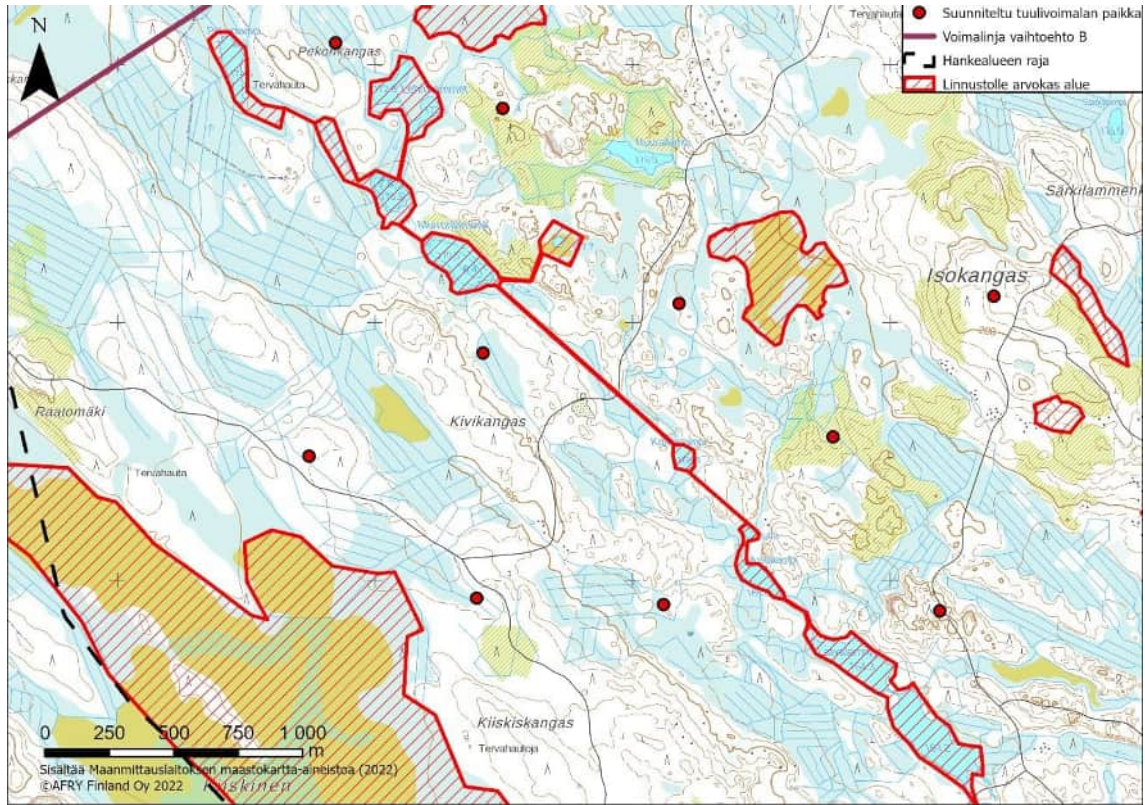
Kuva 5-6. Isokankaan hakkuissa säästyneet kuusikkolaikut.

Viinijärven luoteispuoliset lammet

Viinijärveltä luoteeseen ulottuva lampiketju on arvokas alueen vesi- ja rantalinnustolle, etenkin metsähanhelle kevätmuuton jälkeisenä ruokailualueena sekä mahdollisena pesimäalueena. Hankealueen eteläpuolella sijaitseva Varissuon Natura-alue voi soveltua metsähanhen pesimäympäristöksi, ja osa hankealueella toukokuun lopulla havaituista metsähanhista pesii-kin mahdollisesti jossain lähialueella. Vaikka nykyisessä hankesuunnitelmassa lampiin ei kohdistu suoria vaikutuksia, on osa suunnitelluista voimalapaikoista sijainniltaan sellaisia, että ne voivat lisätä lampien välillä liikkuvien metsähanhien törmäysriskiä, minkä lisäksi lammen läheisyyteen sijoittuva tuulivoimala todennäköisesti estää metsähanhen mahdollisen pesinnän häiriövaikutuksen vuoksi. Alueelle suunniteltu vaihtoehtoinen voimajohtolinja ohittaa lampiketjun luoteispuolelta noin 100 metrin etäisyydeltä (Kuva 5-7).

Isokankaan länsipuolinen suo

Tämän hankealueen keskiosassa sijaitsevan, kartalla nimettömän suon pesimälajistoon kuuluvat mm. pohjansirkku, kapustarinta ja kurki (Kuva 5-7). Lähin voimalapaikka sijoittuu noin 300 metrin etäisyydelle.



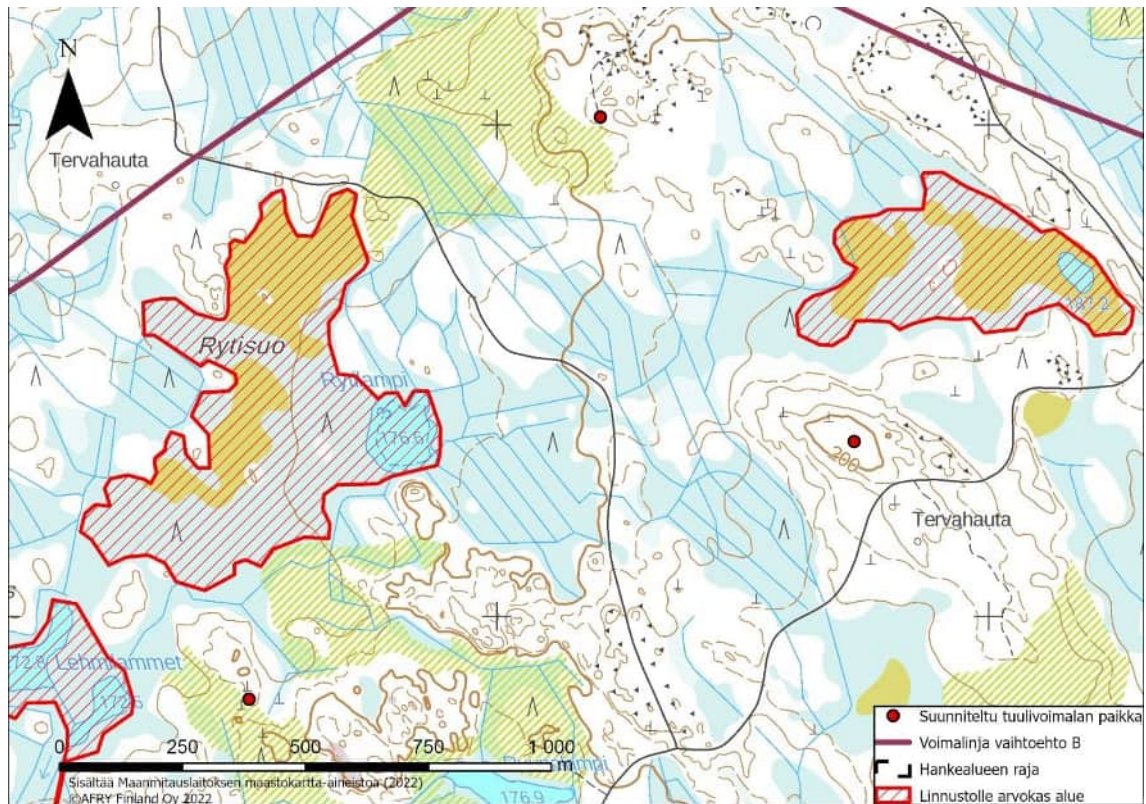
Kuva 5-7. Viinijärveltä luoteeseen Pekonlammelle ulottuva metsälampien ketju jatkuu kuvan oikeasta alakulmasta vasempaan yläkulmaan. Isokankaan länsipuolinen nimetön suo on lampiketjun pohjoispuolella. Kuvassa näkyvät osittain lisäksi Isokankaan metsälaikut (oikea reuna) sekä Kiiskisen suoalue (vasen alakulma).

Rytisuo

Rytisuo on hankealueen luoteisosassa sijaitseva avosuo, jolla pesii mm. useampi liro- ja valkoviklopari sekä keltavästäräkki (Kuva 5-7). Läheisen Ryttilammen kanssa suo on arvokas esimerkiksi kahlaajien pesimäsuona. Lähin voimalapaikka sijoittuu noin 230 metrin päähän alueesta. Suunniteltu voimajohtovaihtoehto kulkee lähimmillään 150 metrin päässä suon reunasta.

Rytisuon ja Saarijärven välinen suo

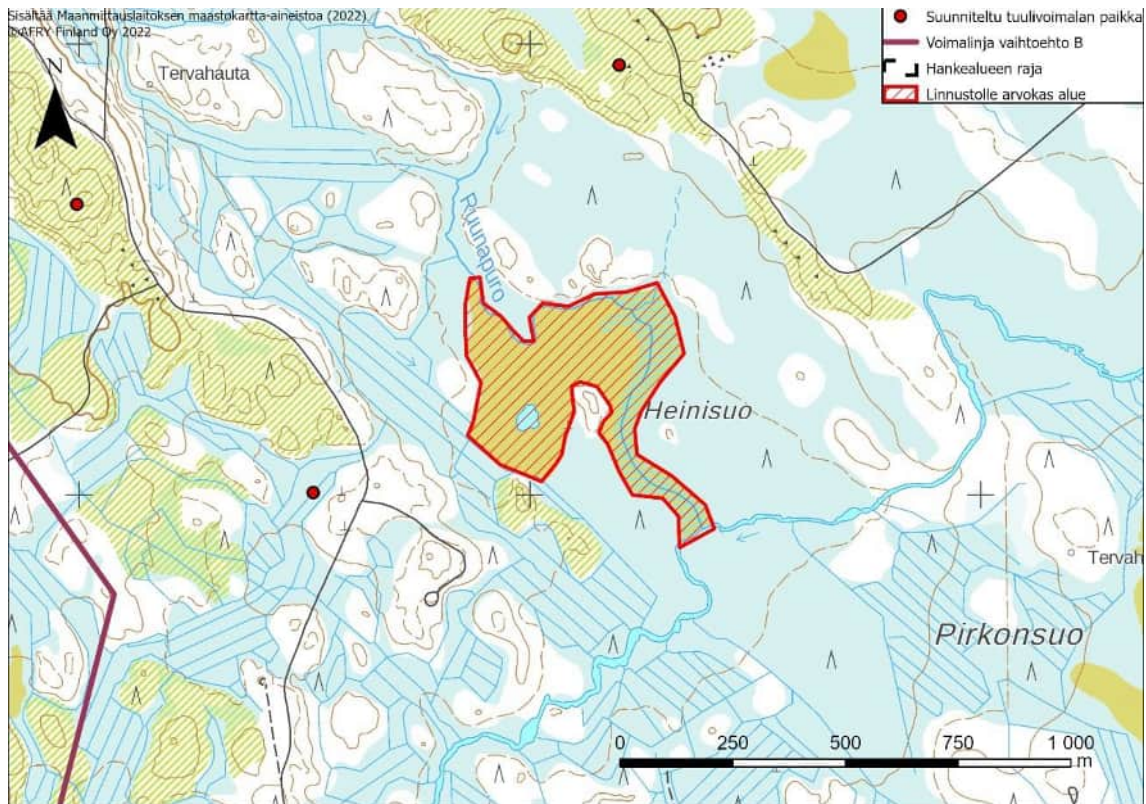
Hankealueen keskiosan luoteispuolelle sijoittuva, kartassa nimetön suo ja sen keskellä sijaitseva pieni lampi ovat useiden suojelullisesti huomionarvoisten kahlaajalajien (mm. kapustarinta ja kurki) sekä keltavästäräkin pesimäaluetta (Kuva 5-7). Suon välittömään läheisyyteen ei sijoitu nykyisessä hankesuunnitelmassa voimalapaikkoja eikä voimajohtovaihtoehtoja. Hankkeella ei näin ollen ole todennäköisiä haittavaikutuksia suon linnustoon.



Kuva 5-8. Rytisuon-Ryttilammen suolinnustolle arvokas alue ja Rytisuon ja Saarijärven välinen kartalla nimetön suo.

Heinisuo

Hankealueen keskiosassa sijaitseva Heinisuo on alueen vetisimpiä soita, joilla havaittiin pesimälinnustoseselvityksessä mm. kapustarinta, liro, keltävästäräkki sekä vesilintuja (Kuva 5-9). Heinisuo läheisyyteen ei nykyisessä suunnitelmassa sijoitu voimalapaikkoja tai voima-johtolinjoja, eikä suohon näin ollen kohdistu suoria vaikutuksia.



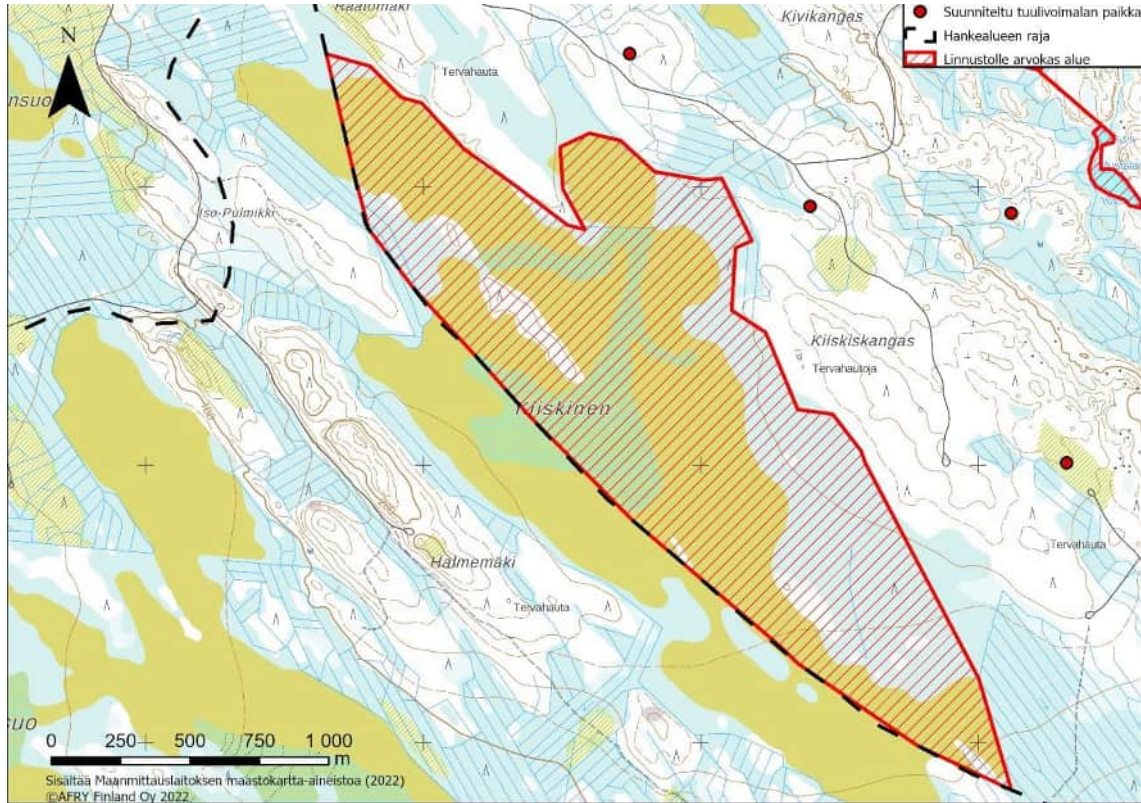
Kuva 5-9. Heinisuo-alueen vetinen, suo- ja vesilinnustolle arvokas suoalue.

Kiiskinen

Kiiskinen on hankealueen etelärajalla sijaitseva laaja Natura-alueeseen kuuluva suoalue, jonka pohjoisosat kartoitettiin pesimälinnustaselvityksessä (Kuva 5-10). Vähävetisessä pohjoisosassa pesii mm. useita pareja keltävästäräkkejä, kapustarintoja sekä pikkukuoveja. Hankesuunnitelmassa Kiiskisen lähimmät voimalapaikat ovat 200-250 metrin päässä suosta.

Tavisuo

Tavisuon Natura-alue sijaitsee hankealueen läntisen osa-alueen eteläpuolella, hankealueen ulkopuolella. Tavisuolla havaittiin pesimälinnustaselvityksessä mm. laulujoutsen, pikkukuovi, isokuovi, kapustarinta ja keltävästäräkki. Suon läheisyyteen ei hankesuunnitelmassa sijoitu voimalapaikkoja, eikä näin ollen kohdistu haittavaikutuksia.

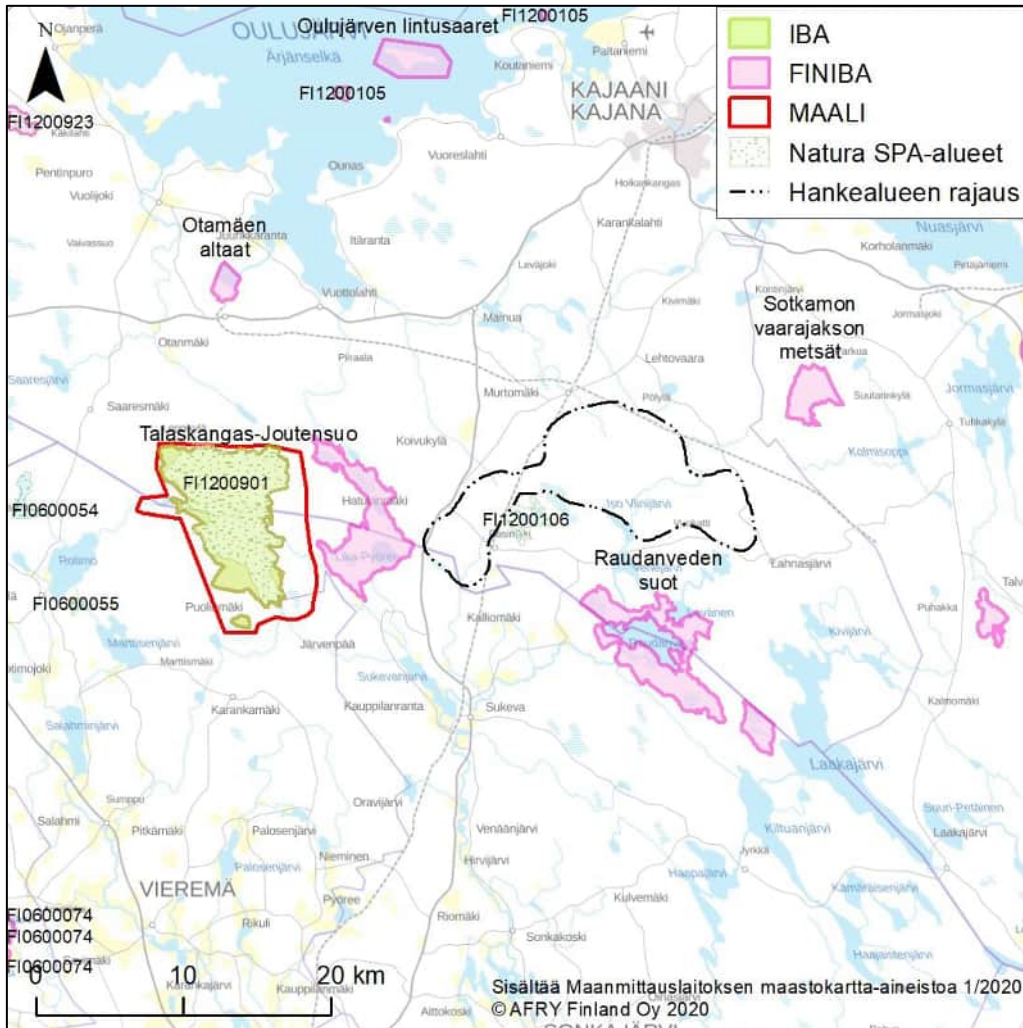


Kuva 5-10. Kiiskisen arvokas lintusuo hankealueen eteläreunalla. Arvokkaan alueen raja on katkaistu hankealueen raja, vaikka arvokas suoalue jatkuu todellisuudessa hankealueen ulkopuolella.

Yllä mainittujen lisäksi raportin viranomaisliite sisältää tietoa salattaviksi luokiteltujen lajihavaintojen perusteella linnustolle arvokkaiksi tulkituista alueista.

Noin viidentoista kilometrin etäisyydellä hankealueesta sijaitsee yksi valtakunnallisesti tärkeä IBA-lintualue, muutamia valtakunnallisesti tärkeitä FINIBA-lintualueita maakunnallisesti tärkeä MAALI-lintualue, sekä SPA-alueeksi luokiteltuja Natura-2000 verkostoon kuuluvia alueita (BirdLife Suomi ry 2020, Pohjois-Savon Lintutieteellinen yhdistys ry 2018) (Kuva 5-11). Lähimmäksi hankealuetta niistä sijoittuvat Varissuon Natura-alue [FI200106], mihin hankealue osin rajautuu, FINIBA-alueet Talaskangas-Joutensuo [540129] (0,7 kilometriä hankealueesta), ja Raudanveden suot [540130] (3,9 kilometriä hankealueesta) ja Sotkamonsaara metsät [820191] (5,5 kilometriä hankealueesta). Hankealueesta 9,5 kilometriä länteen ulottuvan Talaskangas-Joutensuon FINIBA-alueen länsiosaa on luokiteltu osittain myös IBA- ja MAALI-alueeksi ja se kuuluu myös SPA-alueeksi luokiteltuihin Natura-2000 kohteisiin. (BirdLife Suomi ry 2020).

Kainuun lintutieteellisen yhdistyksen MAALI-alueiden rajauksia ei ole julkistettu.



Kuva 5-11. Luokitellut arvokkaat lintualueet hankealueen ympäristössä.

5.7 Yhteenvedo

Hankealueen linnustoa selvitettiin vuonna 2020 helmi–lokakuun aikana. Pesimälinnustaselvityksen lisäksi tehtiin pöllö-, kanalintu- ja päiväpetolintuselvityksiä. Hankealueella ja sen lähistöllä tavattiin 81 pesimälajia, joista 39 on suojellisesti huomionarvoisia lajeja.

Hankealueen merkittävimmät linnustoarvot keskittyvät hakkuiden ulkopuolella säilyneisiin luonnontilaisen kaltaisiin metsiin, ja niiden rehevimpiin ja kosteimpiin osiin. Kuitenkin esimerkiksi metsoja, teeriä ja hömötiaisia tavattiin melko paljon myös nuorehkoissa talousmetsämänniköissä, joten seudun yleinen havumetsävaltaisuus ja paikoittaiset vanhan metsän laikut vaikuttavat pitävän yllä havumetsälajien populaatioita.

Metsäalueista Loutenvaara on linnustollisesti hankealueen merkittävin kohde, mutta myös alueen soilla pesii paljon suojellisesti huomionarvoista lajistoa.

Hankealueella on ainakin viisi teeren soidinpaikkaa ja todennäköisesti myös metson soitimia. Hankealueella pesii useita päiväpetolintu- ja pöllölajeja.



Muilta osin hankealueen linnusto on tavanomaista. Alueen metsät ovat pääsääntöisesti ikä-rakenteeltaan nuoria, ja talousmetsää ja tuoreita hakkuuaukeita on paljon.

5.8 Kevät- ja syysmuuton seuranta

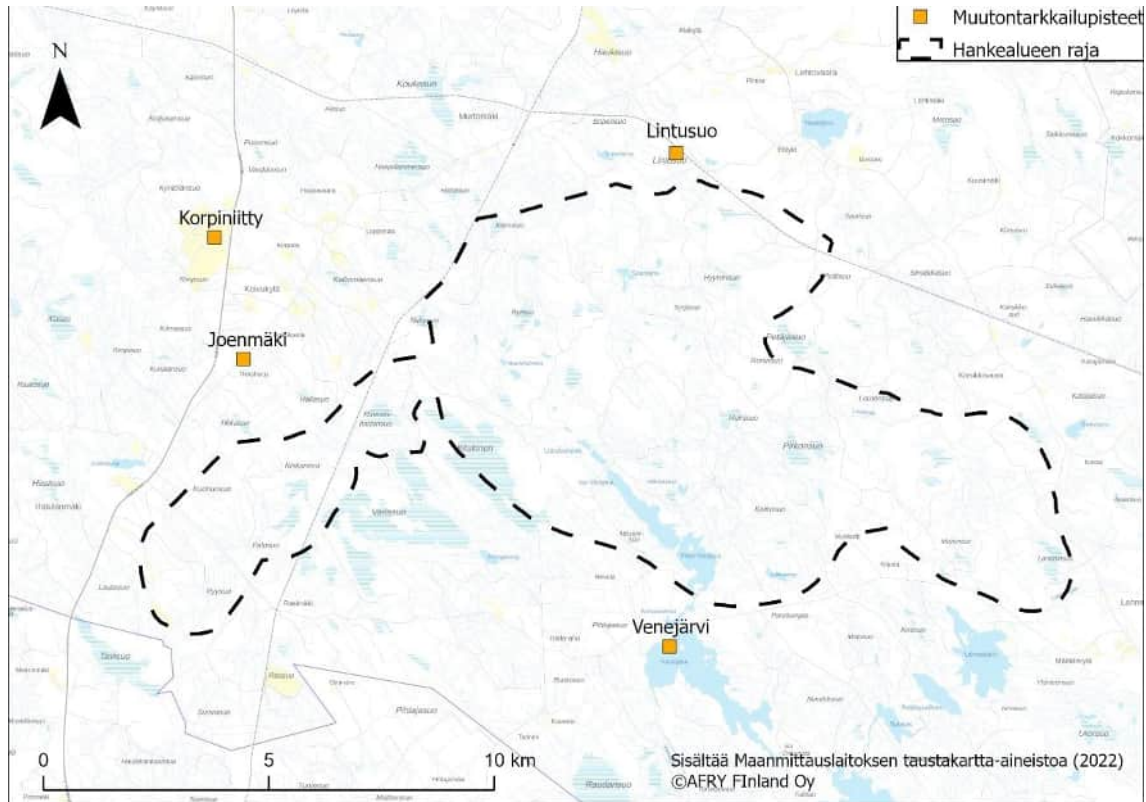
5.9 Menetelmät

Muuttolinnustaselvitysten tarkoituksena oli selvittää hankealueen kautta muuttavan linnuston lajistoa ja yksilömääriä sekä mahdollisia alueen kautta kulkevia paikallisia päämuuttoreittejä. Lintujen kevätmuuttoa seurattiin kymmenenä päivänä 14.4.–14.5.2020 välisenä aikana ja syysmuuttoa kymmenenä päivänä 9.9.–23.10.2019 välillä.

Havainnointipäivät	
Kevät	Syksy
14.4.2020	9.9.2019
15.4.2020	10.9.2019
22.4.2020	17.9.2019
23.4.2020	18.9.2019
7.5.2020	23.9.2019
8.5.2020	24.9.2019
9.5.2020	7.10.2019
10.5.2020	8.10.2019
13.5.2020	17.10.2019
14.5.2020	23.10.2019

Varsinaiset muutontarkkailupisteet on esitetty kuvassa 5-12. Muuttoa seurattiin pääasiassa hankealueen pohjoisreunalla sijaitsevalta Lintusuon turvetuotantoalueelta, länsipuolella sijaitsevalta Joenmäen hakkuuaukealta, sekä kevätmuuttoa myös hankealueen eteläpuoliselta Venejärven pohjoisrannalta. Lintusuolta oli hyvä näkyvyys jokaiseen ilmansuuntaan, erityisesti pitkälle itään. Joenmäeltä oli erittäin hyvä näkyvyys pitkälle hankealueelle, sekä kaikkiin ilmansuuntiin paitsi luoteen ja lounaan välille. Venejärven rannan havainnointipaikalta oli hyvä näkyvyys eteläisiin ilmansuuntiin. Joenmäen muutonhavainnointipaikka sijaitsi lähellä tietä mäen päällä hakkuuaukealla. Lintusuon havainnointipaikka oli avoimella turvesuolla, jossa oli vuosina 2019 ja 2020 korkea turvekasa, jonka päältä havainnointi tapahtui. Hankealueen länsipuolelta ohittavan muuton vertailun vuoksi muuttoa tarkkailtiin myös jonkin verran Korpiniityn pelloilta, mistä oli todella hyvä näkyvyys etelä – pohjoinen akselille. Jonkin verran muuttohavaintoja kertyi myös siirtymiltä, hankealueelta ja sen ympäristöstä.

Näin ollen tarkkailupaikoilta pystyi arvioimaan hankealueen kautta muuttavien lintujen määrän suhteessa kaikkiin havaittuihin muuttaviin lintuihin. Apuvälineinä muutontarkkailussa käytettiin kaukoputkea ja kiikareita.



Kuva 5-12. Muutontarkkailupisteet.

Havaituista linnuista kirjattiin ylös laji- ja yksilömäärätietojen lisäksi havaintoaika, ohituspuoli, arvioitu etäisyys havaintopaikkaan nähden sekä lentokorkeus ja -suunta. Lentokorkeudet jaettiin kolmeen osaan: alle törmäyskorkeus (alle n. 70 m), törmäyskorkeus (n. 70–300 m) ja yli törmäyskorkeus (yli 300 m). Myös selvät muutokset havaitussa lentosuunnassa ja -korkeudessa kirjattiin. Lisäksi huomioitiin säätila, erityisesti tuulen suunta ja voimakkuus, jotta voitiin arvioida sen vaikutusta muuttoreitteihin.

Maastokäynnit pyrittiin ajoittamaan tuulivoimalle herkkien lajien, petolintujen (erityisesti piekanan), laulujoutsen, hanhien ja kurjen päämuuttoaikaan otollisten muuttosääolosuhteiden vallitessa. Pääasiassa havainnointia oli aamuisin/aamupäivisin auringonnoususta eteenpäin, mutta myös iltapäivisin petomuuton aikaan. Muutonseurantojen arvioidaan onnistuneen hyvin sekä lintujen havaittavuuden (havainnointipaikat, sääolot) että ajoituksen suhteen (eri linturyhmien päämuuton ajoittuminen kyseisinä vuosina).

5.10 Tulokset

Lintujen kevät- ja syysmuutto kulkee maamme sisäosissa pääosin heikkona ja tasaisena virtana, jossa esiintyy siellä täällä isojen vesistöjen aiheuttamia tiivistymiä lintujen pyrkiessä välttämään vesialueiden ylitystä (petolinnut, kurki) tai hakeutumaan niiden luokse (vesilinnut). Myös muut maastonpiirteet, kuten laajat peltoaukeat, harjumuodostelmat tai asutuskeskukset saattavat vaikuttaa lintujen muuttoreitteihin. Hankealuerajauksesta lähimmillään noin 25 kilometrin etäisyydellä luoteessa sijaitsevalla Oulujärvellä on muuttoja ohjaava ja



muuttoreittejä paikallisesti tiivistävä vaikutus, mutta vaikutus ei ulotu merkittävässä määrin hankealueelle saakka. Hankealueesta vajaa 1 kilometri itään sijaitsevalla Karsikkovaaralla ja noin 2 kilometriä hankealueesta pohjoiseen sijaitsevalla Lehtovaaralla on todennäköisesti jonkin verran muuttoa ohjaava vaikutus, ja linnut todennäköisesti kiertävät vaarojen itäpuolelta muuttomatallaan, sillä hankealueen läpi, ja vaarojen länsipuolelta kulkeva muutto oli vähäistä. Hankealue ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti merkittävillä muuttoreiteillä (Toivanen ym. 2014, Hölttä 2013).

Seuraavassa on käsitelty muutontarkkailun tuloksia törmäysriskin kannalta oleellisten lajien osalta. Näitä lajeja ovat ennen kaikkea kaikki päiväpetolinnut, laulujoutsen, metsähanhi ja muut hanhet sekä kurki.

5.10.1 Kevätmuutto

Petolinnut

Kevään 2020 tarkkailussa havaittiin kaikkiaan 43 muuttavaa petolintua kahdestatoista lajista. Kevätmuutonseurannassa havaittiin kuusi varpushaukkaa, kolme kanahaukkaa (NT), viisi hiirihaukkaa (VU), yksitoista piekanaa (EN), kolme kalasääskeä (EU), yksi merikotka (EU, erityisesti suojeltava), yksi tuulihaukka, yksi ampuhaukka (EU), yksi nuolihaukka, kaksi muuttohaukkaa (VU, EU, erityisesti suojeltava), yksi arosuohaukka (EN) ja kahdeksan sini-suohaukkaa (VU, EU). Suojelustatusten lyhenteet on selitetty taulukon 5-1 selitetekstissä.

Havaitut petolinnut muuttivat pääosin leveänä rintamana sekä hankealueen päältä (noin 72 % havainnoista) että sen ulkopuolelta siten, että valtaosa havaituista hankealueen ohittaneista petolinnuista ohitti alueen länsipuolelta. Mahdollisia hankealueen eteläpuolelta itäisiin ilmansuuntiin muuttaneita petolintuja ei tarkkailupisteisiin pystynyt havaitsemaan. Petolintujen päämuuttosuunnat olivat luode ja pohjoinen, jonne muutti 74 % havaituista yksilöistä. Runsaslukuisimmista piekanoista lähes kaikki muuttivat luoteeseen. Piekanan talvehtimisalueet sijaitsevat Kaakkois-Euroopassa, joten sen muuttaessa kohti pohjoisia pesimäalueita sen päämuuttosuunta on tuolloin kaakosta luoteeseen. Muiden petolintulajien osalta ei havaittu mainittavia reittejä tai tiivistymiä, vaan ne muuttivat leveänä, harvana, tasaisena rintamana tai yksittäin.

Havaituista petolinnuista noin 19 % muutti törmäyskorkeuden alapuolella, 67 % törmäyskorkeudella ja 14 % törmäyskorkeuden yläpuolella. Kuitenkin kokonaisuudessaan hankealueen kautta törmäyskorkeudella muuttaneiden päiväpetolintujen yksilömäärä (kaksikymmentä yksilöä) on varsin vähäinen ottaen huomioon kaikki havaitut petolinnut kevätmuuton aikana.

Laulujoutsen ja metsähanhi

Laulujoutsenen ja metsähanhen päämuuttoreitti, mitä valtaosa koko Perämeren läpimuuttavasta kannasta kulkee, seurailee Pohjanlahden rannikkoa. Sisämaassa muutto on vähäisempää (Toivanen ym. 2014).



Kevätmuutonseurannassa havaittiin yhteensä 192 metsähanhea ja 24 laulujoutsenta (EU, KV), eli lajien muutto hankealueella ja sen lähiympäristössä on keväällä vähäistä ja yksilömäärät ovat melko pieniä lajien päämuuttoreitteihin verrattuna. 60 % metsähanhista pystyttiin määrittämään varmuudella alalajilleen 'taigametsähanhiksi' *Anser fabalis fabalis* (VU, KV). Lisäksi havaittiin 57 muuttavaa määrittämätöntä harmaahanhilajia, jotka ovat todennäköisesti metsähanhia.

Hanhet muuttivat pääosin leveänä rintamana koilliseen hankealueen eteläpuolen suuria soita ja länsipuolen peltoja seuraillen. 116 'taigametsähanhen' parvi muutti hankealueen ylitse, muodostaen noin 47 % kaikista muutontarkkailussa havaituista hanhista. Kolme prosenttia kaikista hanhista pois lukien edellä mainittu parvi, muutti hankealueen yli.

Havaituista hanhista 4 % muutti törmäyskorkeuden alapuolella, 47 % törmäyskorkeudella ja 49 % yli törmäyskorkeuden. Kokonaisuudessa hankealueen kautta törmäyskorkeudella muuttaneiden hanhien lukumäärä oli varsin vähäinen ottaen huomioon vähäisen muuttajamäärän.

Laulujoutsenten muuttajamäärät olivat hyvin alhaiset, ja tarkkailussa ei havaittu yli neljän linnun muuttoparvia.

Muuttolennessa ei havaittu suuria hanhi- tai joutsenmääriä, mutta hankealueen lähistöllä olevalla Korpiniityn peltoaukealla ja hankealueen eteläpuolen isoilla soilla levähtää kevätmuuton aikaan pieniä määriä hanhia, laulujoutsenia ja kurkia. Laulujoutsenia laskettiin enimmillään paikallisena Korpiniityn pellolla 26 yksilöä 15.4.2020. Osa alueella muuttokauden aikana levähtävistä linnuista lentää jossain vaiheessa hankkeen vaikutusalueen ohi matkallaan pesimäalueille, joten ne tulee huomioida vaikutusarvioinnissa.

Kurki

Petolintujen tapaan kurki (EU) muuttaa keväällä sisämaassa leveänä rintamana. Hankealue ei sijaitse kurjen päämuuttoreitillä (Toivanen ym. 2014). Keväällä kurjen päämuuttoreitti kulkee yli 100 kilometrin päässä lännessä hankealueen korkeudella.

Muutonseurannassa havaittiin yhteensä 82 kurkea. Kurki muuttaa keväällä yleensä varsin korkealla. Havaituista kurjista 55 % muutti törmäyskorkeuden yläpuolella, 29 % törmäyskorkeudella ja 21 % kurjista muutti törmäyskorkeuden alapuolella. Reilu kolmannes kurjista (34 %) muutti hankealueen päältä. Kurkien muutto kulki enimmäkseen hankealueen länsipuolella peltoja seuraillen, eikä niillä siten ole suurta riskiä törmätä tuulivoimaloihin.

Muut lajit

Muutonseurannassa havaittiin lisäksi viisi kuikkaa (EU), 13 isokoskeloa (NT, KV), 14 telkkää (KV), 16 töyhtöhyppää, 19 kapustarintaa (EU), viisi taivaanvuolta (NT), 10 valkovikloa (NT, KV), 27 kuovia (NT, KV), neljä pikkukuovia (KV) ja 181 sepelkyhkyä. Lentokorkeudet olivat pääsääntöisesti alle törmäyskorkeuden. Kuikat muuttivat törmäyskorkeuden yläpuolella. Mainittujen lajien yhteismäärät eivät kuitenkaan ole merkittäviä, eikä selkeitä muuttoreittien



painopisteitä ollut havaittavissa hankealueen ylitse. Edellä mainituista muuttaneista linnuista 15 % lensi törmäyskorkeudella.

Myös muiden kuin mainittujen lajien kohdalla oli todettavissa, että muutto kulki heikkona ja tasaisena rintamana ilman havaittavia tiivistymiä ja lintujen muuttajamäärät verrattuna rannikon vastaaviin olivat vähäiset. Loppukevään muutonseurannassa oli tavoitteena havainnoida mahdollista arktisten lintujen muuttoa, ja muutontarkkailupäivinä Itä-Suomessa olikin muuttanut kymmeniä tuhansia arktisia vesilintuja. Hankealueella ei havaittu arktisten lintujen muuttoa.

Hankealueen länsipuolella sijaitsevalle Korpiniityn peltoaukealle kerääntyy kevätmuutolla useita kymmeniä muuttomatkallaan levähtäviä kuoveja, töyhtöhyyppiä, nauru- (VU) ja kalalokkeja, laulujoutsenia ja hanhia sekä pieniä määriä petolintuja.

5.10.2 Syysmuutto

Petolinnut

Petolintujen muutto oli hyvin vähäistä hankealueella. Syksyn 2019 tarkkailussa havaittiin kaikkiaan 12 muuttavaa petolintua 8 lajista. Runsain muuttava petolintu oli piekana (EN). Muuttavia piekanoja havaittiin 5 yksilöä, eli vajaa puolet kaikista havaituista petolinnuista.

Höltän (2013) mukaan piekanan merkittävä syysmuuttoreitti kulkee Perämeren pohjukasta kaakkoon. Pohjukan pullonkaulan jälkeen muuttoreitti jatkuu leveämpänä rintamana, kunnes seuraava muuttoreittiä voimakkaammin ohjaava tekijä on Oulujärvi. Oulujärven pohjoisrannalla tunnetaan ns. Toukan reitti (Pöyry Finland 2014), eli merkittävä osa järven saavuttavista piekanoista kääntyy itään sen pohjoisrantaa seuraten ja kääntyvät taas kaakkoon Kivelahtien jälkeen jatkaen Neuvostenniemen ja Toukan saaren kautta Kajaanin puolelle Koutaniemelle. Tämä tiivistymä ei kuitenkaan näkynyt hankealueella saakka, vaan todennäköisesti piekanojen pääasiallinen reitti kulkee selvästi hankealueen itäpuolella. Siten piekanojen määrä jäi selvityksessä hyvin vähäiseksi, vaikka sääolosuhteet ja ajankohta olivat otolliset piekanan päämuutolle. Havaitut piekanat muuttivat hankealueen ylitse leveänä rintamana kaakkoon ilman selkeää tiivistymää. Maakotkan muuttoreitti on hyvin samankaltainen piekanan kanssa, eli ne muuttavat pääasiassa kaakkoon.

Muista petolintulajeista havaittiin vain yksittäisiä yksilöitä. Lajit olivat maakotka (1, VU, EU, erityisesti suojeltava), merikotka (1, EU, erityisesti suojeltava), kanahaukka (1, NT), varpushaukka (1) hiirihaukka (1, VU), sinisuohaukka (1, VU, EU) ja tuulihaukka (1) Suojelustusten lyhenteet on selitetty taulukon 5-1 kuvatekstissä. Myös nämä lajit muuttivat tasaisena, leveänä rintamana ilman havaittavaa tiivistymää muuttoreitissä.

Kaikkien petolintujen muuttosuunta oli hankealueen kohdalla etelä tai kaakko (pois lukien maa- ja merikotka, jotka muuttivat itään ja länteen). Kaikista havaituista petolinnuista 75 % muutti törmäyskorkeudella ja 25 % törmäyskorkeuden alapuolella. Vilkkaimpana petomuuttopäivänä muutti yhteensä vain neljä petolintua, joten muuttajamääriä voisi luonnehtia hyvin



alhaisiksi. Tähän lienee syynä selvien muuttoa tiivistävien maastonmuotojen puute, kuten yllä on kuvattu.

Metsähanhi ja laulujoutsen

Kainuussa, kuten laajemminkin Suomen pohjoisosan sisämaassa syksyinen hanhimuutto suuntautuu yleensä leveänä rintamana etelän ja lounaan välille. Yksilömäärät ovat vain murto-osia Itä- ja Kaakkois-Suomen kautta lounaaseen muuttavien hanhien määristä.

Joinakin syksyinä poikkeuksellisten sääolosuhteiden vallitessa kyseinen hanhien muuttoreitti voi kulkea myös normaalia reittiä pohjoisempaa. Esimerkiksi 23.9.2014 etelästä nousi voimakas räntäsaderintama, jonka pohjoispuolella vallitsi voimakas koillisvirtaus. Suomen itäpuolelta lähti kymmeniätuhansia hanhia muutolle, ja ne muuttivat normaalia pohjoisempaa reittiä Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan eteläosan ja Keski-Suomen kautta lounaaseen. Keski-Suomen pohjoisosassa hanhia havaittiin yli 15 000 (Pöyry Finland 2014) ja myös Kainuussa havaittiin tuhansien hanhien parvia (Kainuun Sanomat 2014). Syksyllä 2015 havaittiin voimakasta valkoposkihanhi (EU) muuttoa Koillismaalla. 28.9.2015 hanhia arvioitiin muuttaneen Koillismaan läpi 10 000–15 000 (Koillissanomat 2015). Havainnot osoittavat, että poikkeuksellisten sääolosuhteiden vallitessa hanhia voi muuttaa suuria määriä myös alueilla, missä muutto on normaalisti heikkoa.

Syksyllä 2019 tällaista poikkeuksellista sääilmiötä ei tapahtunut, ja arktiset hanhimassat muuttivat normaalia reittiä Itä- ja Kaakkois-Suomen kautta. Tarkkailussa havaittiin kaikkiaan 70 muuttavaa hanhea, joista kaikki olivat metsähanhia lukuun ottamatta keskipäivän väreilyssä muuttanutta 28 yksilön määrittämäksi jäänyttä harmaahanhiparvea. Tämäkin parvi oli todennäköisesti metsähanhia. Kaikki havaitut parvet muuttivat etelän ja lännen välille. Havaitut parvet vaikuttivat lentävän hankealueen lävitse kulkevaa junarataa seuraillen. Yhden toista metsähanhen parvi ja kaksi paria metsähanhia muutti hankealueen kautta törmäyskorkeudella muiden lentäessä selvästi törmäyskorkeuden yläpuolella läpi hankealueen. Hankealueen kautta muutti 78 % kaikista havaituista hanhista. Törmäyskorkeudella niistä muutti 70 %. Pohjoiselta tarkkailupisteeltä Lintusuolta olisi nähnyt hankealueen ylitse kaakkoon muuttavat hanhet, mutta Lintusuolta ei tehty yhtään havaintoa muuttavista hanhista. Iisalmentien länsipuolella kulkevan laakson ja Koivukylän peltoaukeiden kautta muutti joitain kymmeniä hanhia, ja todennäköisesti hanhia muuttaakin enemmän hankealueen länsipuolelta. Oulujärven Käkilahti, Vuolijoen pellot ja Otanmäen lintuvesiallas keräävät syksyisin useita satoja hanhia, josta ne todennäköisimmin jatkavat kaakkoon tai suoraan etelään hankealueen länsipuolelta.

Laulujoutsenia muutti hankealueella vain kaksi yksilöä tarkkailujakson aikana, törmäyskorkeuden alapuolella. Hankealueen länsipuolella sijaitsevalla Koivukylän peltoaukealla havaittiin parhaimmillaan 62 muutolla lepäilevää laulujoutsenta, eivätkä ne ylittäneet hankealuetta laskeutuessaan tai lähtiessään muutolle. Pelloilla havaittiin levähtäviä joutsenia pitkin syksyä muutontarkkailun yhteydessä.

Kurki

Kurjen valtakunnallisesti merkittävä päämuuttoreitti kulkee noin 180 kilometriä hankealueen länsipuolella (Toivanen ym. 2014). Tämän Oulun seudun kerääntymisalueelta etelään suuntautuvan reitin itäpuolella, minne hankealue sijoittuu, muuttavien kurkien määrät ovat vähäisiä, eikä merkittäviä muuttoreittien tiivistymiä ole tiedossa. Syksyn 2019 tarkkailussa havaittiin vain yksi 14 kurjen muuttoparvi, joka muutti todella korkealla kaukaa hankealueen itäpuolelta. Yksittäisiä lepäilijöitä lukuun ottamatta hankealueen lähistöllä, edellä mainittu muuttava kurkiparvi jäi ainoaksi kurkihavainnoksi.

Hanhien tavoin, kurkien muutto vaikuttaa kulkevan Oulujärven kaakkoisrantaan seuraillen, ja ne todennäköisesti ohittavat hankealueen enimmäkseen länsipuolelta. Esimerkiksi Vuolijoen pelloilla havaittiin hankealueelle ajaessa satoja kurkia kurjen päämuuttoaikaan, ja vuosittain niille kerääntyy suuria määriä kurkia syksyisin. Kuitenkaan suuria kurkimääriä ei havaittu hankealueella, vaikka olosuhteet kurkimuutolle olivat hyvät.

Muut lajit

Myös muiden kuin mainittujen lajien kohdalla oli todettavissa, että muutto kulki heikkona ja tasaisena rintamana ilman havaittavia tiivistymiä ja lintujen muuttajamäärät verrattuna rannikon vastaaviin olivat hyvin vähäiset. Mielenkiintoisia muuttohavaintoja oli vuoden 2019 voimakasta tikkavaellusta ilmentävät 1 valkoselkätikka (VU, EU, erityisesti suojeltava), 3 harmaapäätikkaa (EU) ja 3 palokärkeä (EU). Muuttavia urpiaisia laskettiin yhtenä muuton-tarkkailuaamuna 365 yksilöä. Pohjansirkkuja (NT) havaittiin muuttomatkallaan 3. Suojelustusten lyhenteet on selitetty kuvan 6-1 kuvatekstissä. Varpuslinnuista ja vesilinnuista valtaosa on yömuuttajia, joten muuton todentaminen vaatisi yöllistä tutka- tms. seuranta. Sempelkyyhkyjen ja rastaiden lukumäärät olivat alle satoja.

Hankealueen länsipuolella sijaitsevalle Koivukylän peltoaukealle kerääntyy useita kymmeniä muuttomatkallaan levähtäviä laulujoutsenia ja hanhia sekä pieniä määriä petolintuja.

Muita mielenkiintoisia havaintoja syysmuutontarkkailussa olivat useat isolepinkäiset hankealueella ja 31 teeren soidin hankealueen pohjoispuolella turvesuolla ja 72 teeren soidin hankealueen länsipuolella.

5.11 Yhteenveto

Hankealue sijoittuu sisämaahan ja linnut muuttavat alueen yli pääosin leveänä rintamana ilman selkeitä tiivistymiä muuttoreiteissa. Havaitut yksilömäärät olivat kautta linjan melko pieniä.

Syksyllä ja keväällä hanhet, joutsenet ja kurjet käyttävät levähdyspaikkana hankealueen luoteispuolella olevia peltoaukeita, mutta ne eivät tietyllä tavalla lennä hankealueen ylitse. Jonkin verran hanhia ja kahlaajia levähtää kevätmuutolla hankealueen eteläpuolisilla Natura - alueilla.

Muutontarkkailuissa havaitut yksilömäärät ovat kuitenkin suhteessa pieniä.

Tuulivoimalle yleisesti herkkinä pidettyjen lajien, kuten petolintujen, hanhien, laulujoutsenen ja kurkien määrät hankealueella ovat pieniä syksyllä ja keväällä.

6 Muu eläimistö

6.1 Yleistä

Liito-orava, viitasammakko, lepakot, saukko ja suurpedot (ilves, karhu ja susi) kuuluvat EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) mukaisiin ns. tiukan suojelun lajeihin. Näiden lajien tahallinen tappaminen, pyydystäminen ja häiritseminen erityisesti lisääntymiskauden aikana sekä kaupallinen käyttö ilman poikkeuslupaa on kielletty. Lisäksi lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. Kiellosta voi hakea poikkeusta. Lisäksi suurpedoista ahma kuuluu direktiivin liitteen II määrittämiin eläin- ja kasvilajeihin, joiden suojelemiseksi on osoitettava erityisten suojelutoimien alueita. Tämä tarkoittaa Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita.

Hankealueella voi levinneisyystietojen mukaan esiintyä kaikkia edellä mainittuja suurpetoja ja EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeja (SYKE 2017). Hankealueelle tehtiin liito-orava- ja lepakkoselvitykset touko-elokuun 2020 välisenä aikana. Liito-oravatarkistuksia tehtiin myös alkukesällä 2021. Lisäksi kevättalvella 2020 suoritettiin lumijälkikartoitus nisäkäslajiston selvittämiseksi. Lisäksi tietoja alueella esiintyvistä eläimistöistä, erityisesti nisäkäslajistosta, selvitettiin paikallisten riistatoimijoiden haastatteluilla (Kajaanin Riistanhoitoyhdistys, Jarmo Elfving; Lahnasjärven metsästäjät ry, Jouko Kettunen ja Murtomäen Erä- ja kalaveikot ry, Jarmo Tervonen, puhelinhaastattelu 17.3.2020).



Kuva 6-1. Eri luontoselvitysten yhteydessä hankealueella havaittiin rupikonnia (*Bufo bufo*, kuvassa) ja ruskosammakoita (*Rana arvalis*). © Taru Suninen

6.2 Liito-orava

6.2.1 Yleistä

Liito-orava (*Pteromys volans*) on vaarantuneeksi (VU) luokiteltu, Suomessa luonnonsuojelulain ja -asetuksen (LsL 1096/96; LSA 471/2013) nojalla rauhoitettu laji. Lisäksi liito-orava kuuluu EU:n Luontodirektiivin liitteiden II ja IV lajeihin, joiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kielletty.

Liito-oravan tyypillisintä elinympäristöä ovat vanhat ja varttuneet kuusivaltaiset sekametsät, joissa on sopivia pesäpaikkoja ja ravintopuita (Nieminen & Ahola 2017). Lajin tärkeimpiä pesäpaikkoja ovat vanhat tikankolot haavoissa ja vanhat oravanpesät kuusissa. Pesä voi olla myös pöntössä tai joskus rakennuksessa. Liito-oravien ravintoa ovat kesäisin lehtipuiden lehdet ja talvisin lehtipuiden norkot sekä lehti- ja havupuiden silmut.

6.2.2 Menetelmät

Liito-oravan oleskelun metsäalueella paljastavat helpoiten kevättalvella ja keväällä puiden runkojen tyviltä löydettävät ulostepapanat. Papanat ovat talviaikaan keltaisia ja kesällä tummempia. Papanoita kertyy yleensä eniten talven aikana käytettyjen kolopuiden alle, mutta niitä voi löytyä myös ruokailuun tai kulkureitteinä käytettyjen puiden alta (Nieminen & Ahola 2017).

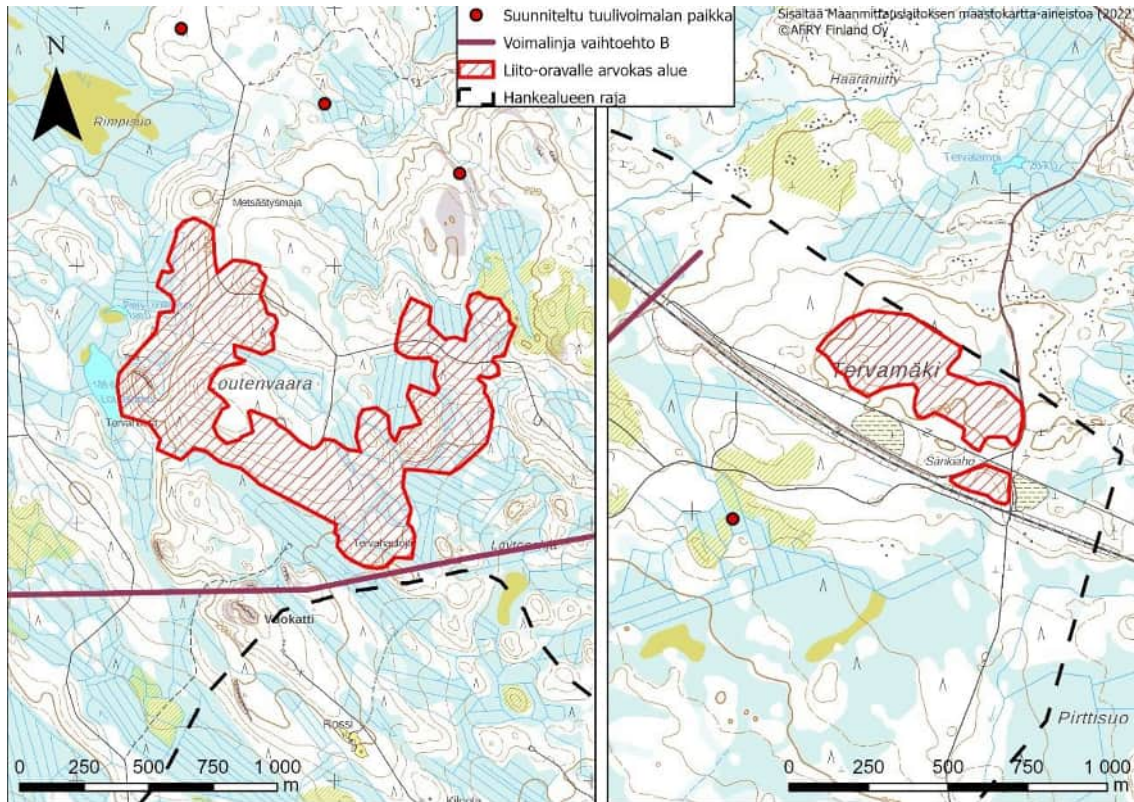


Hankealueelle tehtiin liito-oravaselvitys 27.5.-28.5. sekä 2.6.2020. Tuulivoima-alueen ulkopuolinen voimajohdon suunniteltu reitti tarkistettiin 27.5.-28.5.2020 (luku 8). Lisäksi tuulivoima-alueelle suunniteltujen ilmajohtojen reiteille tehtiin liito-oravatarkistuksia 9.6.2021. Selvitys toteutettiin liito-oravaselvitysohjeiden mukaisesti papanakartoitusmenetelmällä (Nieminen & Ahola 2017). Maastotyöt kohdennettiin etukäteen tehdyn ilmakuvatarkastelun sekä alueella liikuttaessa saatujen tietojen mukaan liito-oravalle sopiviin elinympäristöihin. Kartoitus kattoi kaikki alueen varttuneet kuusikot ja haavikot, ja tiedossa olleet aiemmat havaintopaikat. Maastossa etsittiin papanoita mahdollisten pesimä-, oleskelu- ja ruokailupuiden alta, kiinnittäen huomiota erityisesti suurikokoisiin kuusiin ja haapoihin. Lisäksi etsittiin liito-oravalle sopivia kolopuita ja risupesiä. Hankealueelta oli tiedossa useita aiempia liito-oravahavaintoja (Kainuun ELY-keskus 2020). Tiedot vanhoista havainnoista saatiin Kainuun ELY-keskukselta kuitenkin vasta 23.6.2020, joten tietoja ei voitu käyttää varsinaisessa liito-oravaselvityksessä. Kahta havaintopaikkaa lukuunottamatta vanhat havaintopaikat tulivat kuitenkin tarkastetuiksi ilmakuvien perusteella kohdennetuissa maastotöissä. Nämä kaksi paikkaa kierrettiin kesäkuun 2020 lopulla, mutta aluskasvillisuuden kasvun vuoksi papanoiden havaitseminen vaikeutuu kesällä, eikä näiden paikkojen tulosta voida pitää yhtä luotettavana kuin touko-kesäkuun kartoitusten. Varsinaisen liito-oravakartoituksen lisäksi papanoita ja sopivia pesäpaikkoja etsittiin sopivista ympäristöistä koko hankealueella myös pesimälintukartoituksen yhteydessä.

6.2.3 Tulokset

Liito-oravan papanoita löytyi runsaasti hankealueen kaakkoisosasta, Loutenvaaran alueen vanhoista luonnontilaisista kuusikoista. Osa papanalöydöksistä oli hyvinkin tarkasti samoilla paikoilla vanhojen, ELY-keskukselta saatujen havaintopaikkojen kanssa, osa taas samojen metsäalueiden eri osista. Alueelta löytyi myös useita liito-oravalle sopivia pesäkololoja. Hankealueen pohjoisreunalta Tervamäeltä löytyi myös liito-oravan papanoita. Muualla hankealueella ei havaittu merkkejä liito-oravista. Alueen keskiosassa Maaselänkankaalla sijaitsevat vanhat havaintopaikat tarkastettiin kesäkuun lopulla tietojen saamisen jälkeen, mutta näiltä paikoilta ei löydetty papanoita tai sopivia kolopuita. Tarkastuksen myöhäisen ajankohdan vuoksi näitä tuloksia ei kuitenkaan voida pitää täysin luotettavana. Näille alueille ei nykyisissä suunnitelmissa kohdistu rakennustoimia. Aivan hankealueen koillisrajalla Kar-sikkovaaralla sijaitseva vanha havaintopaikka jätettiin tarkastamatta, koska se ei sijoitu suunnittelualueelle. Liito-oravalle arvokkaiden metsäalueiden rajaukset on esitetty oheisessa kartassa (Kuva 6-2).

Vuonna 2021 tehdyssä selvityksessä ei tehty havaintoja liito-oravasta, vaikka Halmemäellä Natura-soiden välisellä kankaalla olikin lajille potentiaalista kuusikkoa.



Kuva 6-2. Liito-oravaselvityksessä liito-oravalle arvokkaiksi elinympäristöiksi havaitut alueet. Vasemmanpuoleinen kartta on kaakkois-/eteläosasta Loutenvaaran alueelta. Oikeanpuoleinen kartta on hankealueen koilliskulmasta Tervämäen ympäristöstä,

6.2.4 Yhteenveto

Hankealueelta oli tiedossa useita aikaisempia liito-oravahavaintoja. Näistä suuri osa oli Loutenvaaran alueelta, josta löydettiin myös runsaasti merkkejä liito-oravan nykyisestä esiintymisestä. Loutenvaaran metsäalue on selvästi hankealueen tärkein osa liito-oravan esiintymiselle. Tämän lisäksi tuoreita papanoita löydettiin pienemmältä alueelta Tervämäeltä. Liito-oravan elinympäristöt on huomioitu hankesuunnittelussa niin, ettei niille sijoitu voimalapaikkoja tai uusia tielinjauksia. Loutenvaaran metsäalueen poikki kulkevaa nykyistä tietä joudutaan leventämään, jotta kulku tuulivoimaloille on mahdollista. Liito-oravan mahdolliset pesäpuut on syytä käydä tarkistamassa ennen tien rakentamisen aloittamista.

6.3 Lepakot

6.3.1 Yleistä

Kaikki Suomessa esiintyvät lepakot ovat luonnonsuojelulain 38 §:n mukaan rauhoitettuja (LsL 1096/96). Lepakkolajimme kuuluvat myös EU:n luontodirektiivin liitteen IV (a) lajilistaan, joten niiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. Suojeltuja ovat lisääntymispaikat, kesä-, kevät- ja syysaikaiset päiväpilot sekä talvehtimispaikat.



Suomen vuonna 1999 ratifioima Euroopan lepakoidensuojelusopimus (EURO-BATS) velvoittaa osapuolimaita huolehtimaan lepakoiden suojelusta lainsäädännön kautta sekä lisäämällä tutkimusta ja kartoituksia. EUROBATS-sopimuksen mukaan lepakoille tärkeitä ruokailualueita sekä siirtymä- ja muuttoreittejä tulee myös pyrkiä säästämään.

Useiden lepakkolajien esiintyminen painottuu Suomessa maan eteläiseen osaan. Hankealueen korkeudella on kuitenkin tavattu Suomen kolmestatoista lepakkolajista ainakin neljä: alueen yleisin laji pohjanlepakko (*Epstesicus nilssoni*), viiksisiiippa (*Myotis mystacinus*), iso-viiksisiiippa (*Myotis brandtii*) ja vesisiiippa (*Myotis daubentonii*) (Suomen lajitietokeskus 2020; Kajaanin kaupunki 2016; SYKE 2014).

Suomessa esiintyvät lepakot saalistavat öisin ja lepäävät päivän suojaisessa paikassa. Erityisen arvokkaita ovat yhdyskunnille sopivat päiväpiilot puiden koloissa, rakennuksissa, kallionkoloissa ja muissa suojaisissa paikoissa, sekä hyvät saalistusalueet riittävän lähellä päiväpiiloja. Hyviä saalistusalueita tai lentoreittejä ovat esimerkiksi vanhat kuusikot, erilaiset kosteikot, metsänreunat sekä teiden ja polkujen metsään muodostavat lentokäytävät. Lepakko-naaraat muodostavat kesäisin esimerkiksi puunkoloihin tai rakennuksiin lisääntymisyhdyskuntia, joissa voi olla kymmeniä tai satoja yksilöitä. Suomessa lepakot horrostavat lokakuusta huhti-toukokuuhun.

6.3.2 Menetelmät

Hankealueelle tehtiin kahdeksan yön laajuinen lepakkoselvitys kesällä 2020. Maastotyöt suunniteltiin edellisessä kappaleessa mainitut seikat huomioiden etukäteen kartta- ja ilmakuvatarkastelujen perusteella. Kartoitus suoritettiin kolmessa osassa: kesäkuun alkupuolella, juhannuksen jälkeen keskikesällä ja syyskesällä heinä-elokuussa. Näin pyrittiin löytämään lepakoiden mahdolliset pesimäpaikat, syyskesän parittelu- ja ruokailualueet, joilla lepakot keräävät energiaa talvihorrosta varten, sekä muutonaikaiset liikkumisreitit. Maastotyöt tehtiin 9.6., 10.6., 11.6., 23.6., 24.6., 30.7., 31.7. ja 10.8.2020. Kartoituksen toteuttivat FM Joel Nyberg ja FM Taru Suninen.

Kartoitus tehtiin noudattaen Suomen lepakkotieteellisen yhdistyksen kartoitusohjetta (SLTY 2012). Lepakoita etsittiin auringonlaskun ja -nousun välisenä aikana rauhallisesti kiertelemällä selvitysalueella olevia teitä ja polkuja pitkin. Lepakoita havainnoitiin sekä visuaalisesti etsimällä saalistavia lepakkoita, että käyttämällä ultraäänidetektoria (Pettersson D240x), joka muuntaa lepakoiden kaikuluotausäänet ihmiskorvin kuultaviksi. Osa kartoituksesta tehtiin myös hitaasti alueen metsäautoteitä autolla liikkuen, pitäen auton ikkunat auki ja detektori auton ulkopuolella. Aiemman maastokokemuksen perusteella detektori poimii lepakoiden äänet hyvin myös näin meneteltäessä. Suunniteltuja voimalapaikkoja lukuun ottamatta metsässä kulkua vältettiin, koska detektorin poimiman taustamelun (oksien ja heinikon rahina yms.) vuoksi lepakoiden äänten erottaminen vaikeutuu polkujen ulkopuolella liikuttaessa. Kartoitusöinä sää oli lepakoiden havaitsemisen ja aktiivisuuden kannalta hyvä (lämpötila enimmäkseen +10 °C, paikoin alimmillaan + 8 °C, tyyntä tai heikkoa tuulta ja sateetonta).

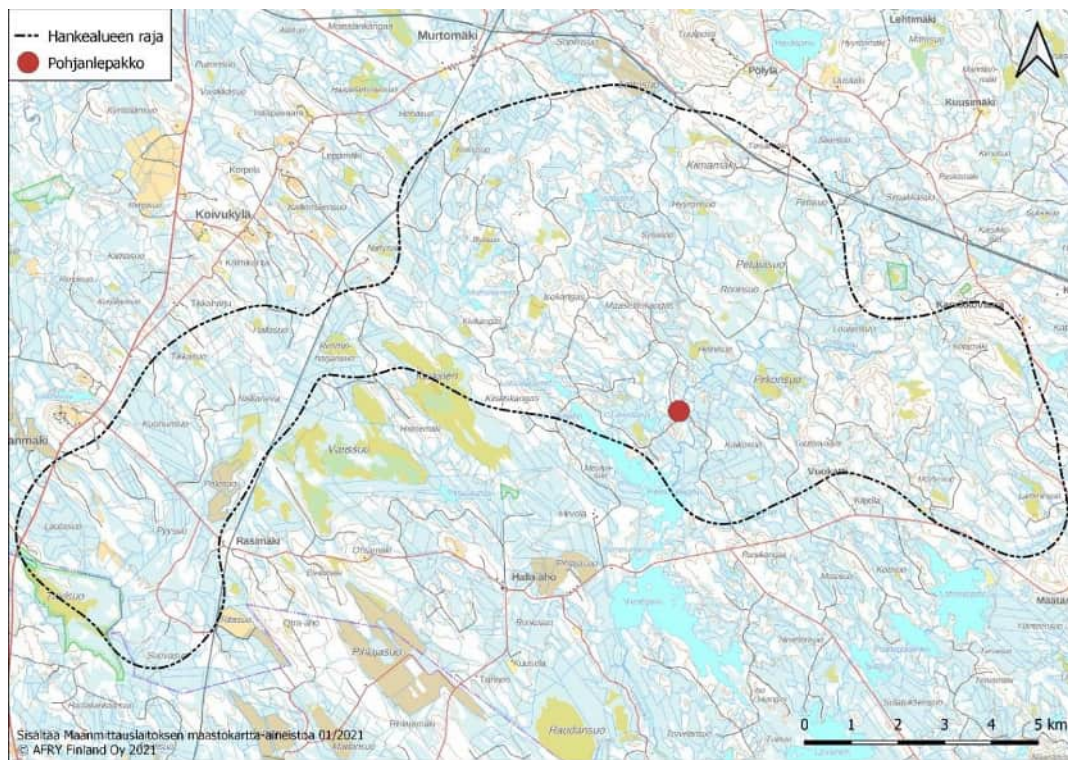
Alueen laajuuden vuoksi selvityksessä keskityttiin etenkin lepakoille parhaiksi arvioituihin alueisiin, kuten selvitysalueen vesistöjen rantoihin, metsäisille alueille muodostuneisiin avoimiin linjoihin ja vanhojen kuusikkojen reunoihin. Lepakoiden kannalta toissijaiset kohteet, kuten laajat avohakkuut sekä nuoret taimikot jätettiin pääosin kartoittamatta.

Alueen aiemmat lepakkohavainnot tarkastettiin Suomen lajitietokeskuksen Laji.fi-sivustolta 16.11.2020.

6.3.3 Tulokset

Lepakkoselvityksessä havaittiin vain yksi pohjanlepakko 31.7.2020. Havaittu yksilö lensi hetken metsäautotien yllä alueen eteläosassa ja jatkoi matkaansa metsään Loutejoen varrella (Kuva 6-3). Muina kartoitusöinä ei havaittu lepakoita.

Laji.fi -sivustolla ei ollut hankealueelta tai sen välittömästä läheisyydestä ilmoitettuja lepakkohavaintoja. Kajaanin keskustan tuntumasta, Kajaaninjoen varresta, noin 25 km etäisyydeltä hankealueen pohjoisrajasta on kuitenkin useita ilmoitettuja havaintoja viiksisiipasta ja yksi havainto vesisiipasta vuodelta 2017. Selvitysalueen lähistöllä voi elää siis maastokäynneillä havaitun pohjanlepakon lisäksi myös siippalajeja.



Kuva 6-3. Hankealueella vuoden 2020 maastoselvityksessä tehty lepakkohavainto.

6.3.4 Yhteenveto

Lepakkoselvityksessä havaittiin hyvin pieni määrä lepakoita. Pohjanlepakko oli ainut alueella tavattu laji, ja sitäkin havaittiin vain yksi yksilö.



Alueelta ei löytynyt merkittäviä lepakoiden lisääntymis- tai levähdyspaikkoja, eikä sieltä tunnistettu kohteita, jotka täyttäisivät Suomen lepakkotieteellisen yhdistyksen listaamat lepakoille tärkeiden alueiden kriteerit. Heinä-elokuun alhainen havaintomäärä kertoo myös siitä, että hankealue ei ole lepakoille erityisen tärkeä syksyinen ruokailu- tai parittelualue, eikä muuttoväylä.

6.4 Viitasammakko

Hankealueelle ei laadittu erillistä viitasammakkoselvitystä. Viitasammakon (*Rana arvalis*) elinympäristöjä ovat suot, vesistöjen rannat ja erilaiset pienvedet, kuten lammikot ja ojat sekä näiden läheiset maa-alueet: kosteikot, rantaluhdat sekä kosteat niityt ja metsät. Laji elää sekä akvaattisessa sekä terrestrisessä elinympäristössä ja liikkuu niiden välillä (Niemi-
nen & Ahola 2017). Hankealueella sijaitsevat avosuot ovat pääosin viitasammakolle liian kuivia, joten lajin mahdollisia elinympäristöjä alueella ovat muutamat järvenrannat, lammet sekä muut kosteikot, kuten majavan tulvittamat metsäalueet. Avosoista alueen keskiosassa sijaitseva Heinisuo sekä alueen itäosan Ärväänsuo ovat lajille potentiaalisimmat suoalueet. Pesimälinnustoselvityksen yhteydessä suuressa osassa viitasammakolle soveltuvia alueita liikuttiin toukokuun loppupuolella, jolloin viitasammakon kutuaika Kainuun alueella on useimpina vuosina loppuillaan. Lajin esiintymisestä ei havaittu merkkejä. Suunnitellut voimalapaikat eivät sijoitu siten, että lajin potentiaalisille elinympäristöille koituisi suoria vaikutuksia. Lajin mahdollista esiintymistä voidaan huomioida välttämällä kosteikkojen ylitystä tielinjauksia suunniteltaessa.

6.5 Saukko ja majava

Sekä EU:n luontodirektiivilajeihin kuuluvaa saukkoa, että haitalliseksi vieraslajiksi luokiteltua kanadanmajavaa esiintyy levinneisyystietojen ja paikallisten metsästäjien (ks. luku 8.1) mukaan hankealueella (Luonnonvarakeskus 2020b). Saukko on metsästysseurojen mukaan tavanomainen laji hankealueella ja talvisin jälkiä havaitaan siellä täällä. Saukon lisääntymispaikkoja ei löydetty lumijälkilaskennassa, jossa kartoitettiin saukolle soveltuvia puroja ja jokia. Laskennassa kuitenkin havaittiin saukon jälkiä hankealueen pohjoisosassa Hyyrönpuuron varressa. Saukko oli kulkenut sulia metsäoimia pitkin, mutta lisääntymispaikasta ei löydetty viitteitä. Toinen havainto saukon jäljistä tehtiin hankealueen pohjoispuolelta sulasta tienvarsiuojasta, joka laskee Myllylampeen.

Kanadanmajava on runsas, ja majavan patoja on pienissä puroissa ja suuremmissa metsäoimissa ympäri hankealuetta. Kanadanmajavaa metsästetään aktiivisesti paikallisten metsästysseurojen mukaan. Pesimälintuselvityksen yhteydessä havaittiin yksi majavan pato ja tuoreita syönnösjälkiä hankealueen keskiosan etelälaidalla Mustalammesta Latvalampiin laskevassa purossa ja sen lähiympäristössä.

Metsästystoimijoiden haastattelujen mukaan alueella esiintyy myös jonkin verran mäyriä.

Luonnonvarakeskuksen aineiston mukaan (tarkistettu viimeksi 7.1.2021) neljässä 10 km x 10 km -ruudussa, minkä alueille hankealue kuuluu, on kirjattu viimeisen kahden kuukauden aikana yli kymmenen havaintoa susista (viimeisin havainto 18.12.2020), yli kymmenen jälkihavaintoa ilveksestä (viimeisin 1.1.2021) ja neljä ahman jälkihavaintoa (viimeisin 2.1.2020). Karhusta ei ole kirjattu havaintoja edellisen kahden kuukauden aikana lajin talvehtimisen vuoksi (Luonnonvarakeskus 2020b).



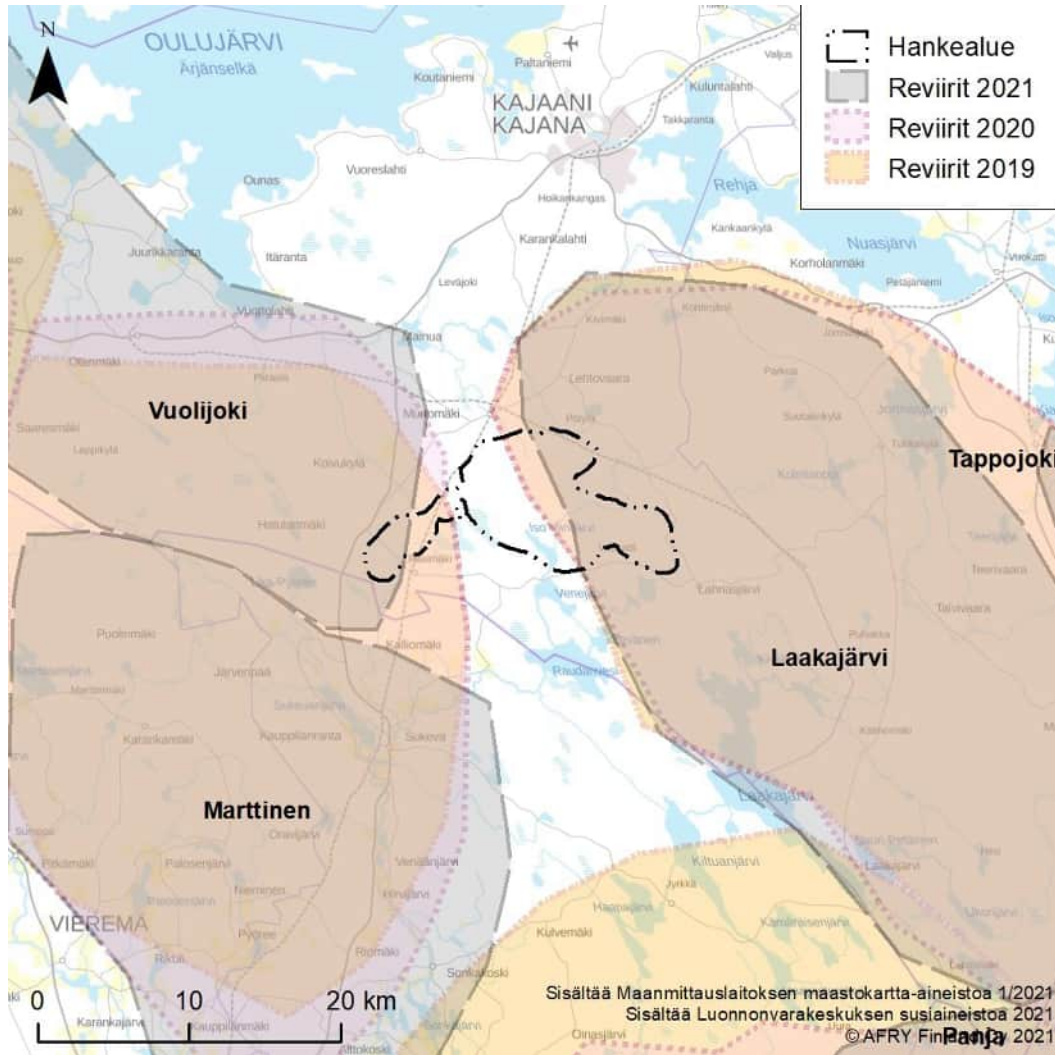
Kuva 6-5. Kaksi karhua oli kulkenut peräkkäin Raatomäellä hiekkatietä pitkin toukokuussa 2020.

6.6.1 Susi

Hankealue sijaitsee suden esiintymisalueella ja on pinta-alaltaan noin kuusi prosenttia tyypillisen susireviirin koosta. Luonnonvarakeskuksen susikanta-arvion (Heikkinen ym. 2021) mukaan hankealueen itäosassa sijaitsee Laakajärven reviiri ja junaradan lännenpuoleisella alueella uusi Vuolijoen reviiri. Länsiosa on aiemmin kuulunut Marttisen susilauman reviiriin, joka on siirtynyt etelämmäs Vuolijoen reviirin muodostumisen jälkeen (Kuva 6-6). Vuolijoen revii-

rin kooksi on arvioitu 820 km², Marttisen lauman reviirin kooksi on arvioitu 1 040 km² ja Laakajärven parin reviirin pinta-alaksi 1 150 km² (Heikkinen ym. 2021). Reviirien ydinalueet eivät sijaitse reviirin reuna-alueilla, joten on epätodennäköistä, että hankealueella tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsee suden pesä- tai levähdyspaikkoja.

Tarkemmin reviireitä ja hankkeen vaikutuksia sudelle on arvioitu erillisessä viranomaiskäyttöön tarkoitettussa raportissa.



Kuva 6-6. Vuosien 2019–2021 susireviirit hankealueen tuntumassa. Vuolijoen reviiri on muodostunut vuonna 2021, jolloin Marttisen reviirin painopiste on siirtynyt etelämmäs. © Luonnonvarakeskus 2021.

6.7 Hirvi ja metsäpeura

Alueen rakentamattomuuden, metsien vaihtelevan ikärakenteen ja taimikoiden takia alue on hirvälle sopivaa elinympäristöä. Paikallisia metsästysseuroja haastateltiin puhelimitse ja sähköpostitse 17.3.2020. Kajaanin Riistanhoitoyhdistyksen hallituksen jäsenen Jarmo Elfvingin ja Lahnasjärven metsästäjät ry:n pj:n Jouko Kettusen mukaan alueen pohjois- ja keskiosissa Lehtovaara-Murtomäki - Iso Viinijärven pohjoisosan välillä on tärkeä hirvien vasomisalue.



Alueella ei ole hirville tärkeitä talvilaidunnusalueita. Lumijälkilaskennassa ei havaittu lainkaan hirvieläinten jälkiä ja talvella 2020 hirvistä tehtiin erityisen vähän havaintoja johtuen hirville vaikeasta lumitilanteesta. Kesän selvityksissä jälkiä hirvistä havaittiin läpi hankealueen runsaasti.

Hankealue kuuluu silmälläpidettävän (NT) metsäpeuran (*Rangifer tarandus fennicus*) Kainuun kannan esiintymisalueen länsireunamille (Hyvärinen ym. 2019; Metsähallitus 2020c). Alue ei kuitenkaan kuulu metsäpeuran lisääntymisalueisiin ja metsäpeuroja tavataan alueella epäsäännöllisesti paikallisten metsästyseurojen mukaan. Muista hirvieläimistä hankealueella esiintyy harvalukuisena metsäkauriita ja valkohäntäkauriita.

6.8 Lumijälkilaskenta

6.8.1 Menetelmät

Lumijälkilaskennat suoritettiin Luonnonvarakeskuksen riistakolmiolaskennan ohjeiden mukaisesti, mutta ilman esikiertoa (Luonnonvarakeskus 2020c). Yhteensä 12 kilometrin pituiset, kolmion muotoiset reitit suunniteltiin ennakkoon siten, että ne kulkevat sekä hankealueella että sen ulkopuolella, ja kattavat mahdollisimman hyvin alueen erilaiset elinympäristöt (Kuva 6-7). Kahtena päivänä sekä paikoin lumijälkilaskennoista keskityttiin kartoittamaan saukolle sopivia elinympäristöjä, eli sulana pysyviä puroja, eikä näiltä linjoilta laskettu jälki-indeksiä, tai esitetä kartalla laskentalinjaa.

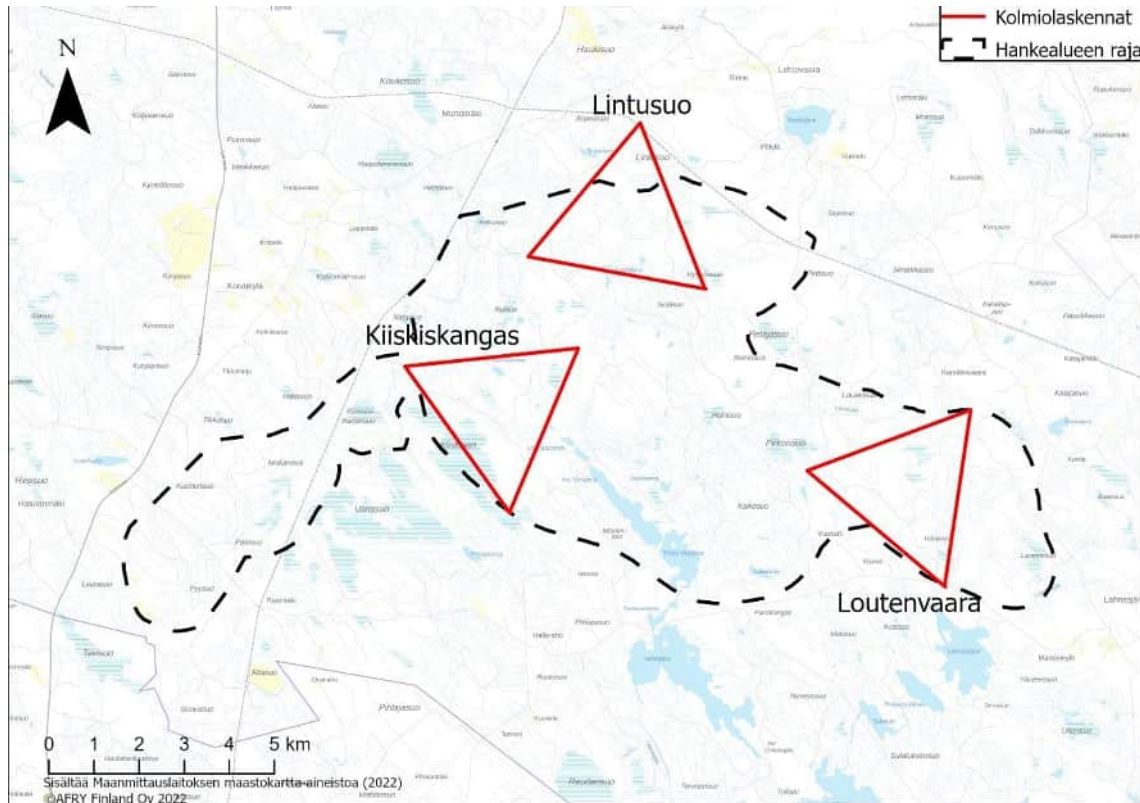
Lumijälkilaskennassa huomioidaan vain ne jäljet, jotka risteävät suunnitellun kulku-uran kanssa. Jokainen ylitysjälki lasketaan erillisenä siinäkin tapauksessa, että jotkut jäljet nähdään selvästi saman yksilön tekemiksi.

Varsinaiset laskennat tehtiin 25., 26.2. ja 18.3.2020 ilman esikiertoa, ja reitti kuljettiin hiihtämällä, samalla jatkuvasti jälkiä havainnoiden. Koska esikiertoa ei suoritettu, huomioitiin sekä tuoreet että vanhat jäljet. Laskenta suoritettiin 2-3 päivää uuden lumen satamisen jälkeen, jolloin tuoreet jäljet erottuivat vanhoista jäljistä. Jälki-indeksin ja tiheyden laskemiseen käytettiin ainoastaan tuoreita jälkihavaintoja.

Kaikki jälkihavainnot paikannettiin kartalle piirretyille kolmioreiteille lyhyillä poikkiviivoilla, numeroitiin ja selitettiin havaintolomakkeella. Mikäli samassa paikassa oli tiheässä useiden lajien jälkiä, kohta paikannettiin karttaan yhdellä viivalla ja kirjattiin lomakkeeseen niin, että jokaiselle lajille tuli oma numeronsa. Näin samalle riville ei kirjattu usean lajin jälkiä.

Laskettaessa havaittujen eläinlajien jälki-indeksiä ja tiheyttä, käytettiin Luonnonvarakeskuksen talvilaskentaohjeiden kaavoja ja taulukoita (Luonnonvarakeskus 2020c). Jälki-indeksi mittaa eläinten jälkitiheyttä maastossa, ja se kuvaa tietyin varauksin lajin runsautta. Jälki-indeksi on laskentalinjan ylittävien jälkien lukumäärä kymmentä kolmiolinjan kilometriä ja vuorokautta kohti. Tuloksia voidaan vertailla myöhempinä vuosina tehtävien laskentojen tuloksiin.

Kun laskentalinjan ylittävien jälkien määrä muutetaan eläintiheydeksi, täytyy arvioida kunkin eläinlajin keskimääräinen kulkumatka vuorokaudessa. Tätä muuttujaa ei saada itse laskennassa, joten kaavassa on käytetty Riistakolmiot.fi -sivuston taulukkoa, johon on eri lähteistä koottu eri eläinlajien arvioituja kulkumatkoja ja niiden vaihteluvälejä.



Kuva 6-7. Kolmiolaskentana tehdyt lumijälkilaskennat.

6.8.2 Tulokset

Laskennassa havaittuja yleisimpiä lajeja olivat metsäjänis, kettu ja näätä. Taulukossa 6-1 on esitetty kolmiolaskentojen tulokset kohteittain. Merkittävin yksittäishavainto oli Lintusuo-olmiolla havaitut kolmet ahman jäljet. Lumijälkilaskennassa havaittiin kuljetuilla reiteillä lisäksi useita kanalintujen jälkiä, sekä kanalintuja. Erityisesti riekkojen jälki- ja havaintomäärä oli suhteellisen korkea. Kahdelta reitiltä löydettiin lisäksi kanahaukkareviirit. Laskennan tulokset kuvaavat alueen nykytilannetta.

Metsäjäniksen kannat ovat alueella laskennan perusteella melko runsaat, samoin kuin näädän. Havaittuja jälkimääriä, jälki-indeksiä ja tiheyksiä voidaan pitää sekä laji- että yksilömäärien osalta varsin luotettavasti lajiston määrää edustavina (Taulukko 6-2).



Taulukko 6-1 Riistakolmiolaskentojen tulokset kohteittain.

	Kiiskiskangas	Lintusuo	Loutenvaara
Laji	Jälkien lkm	Jälkien lkm	Jälkien lkm
Metsäjänis	21	18	9
Orava	2	1	1
Kettu	1	4	1
Näätä	3	-	3
Kärppä	1	-	2
Ahma	-	3	-
Lumikko	1	1	1
Saukko	-	1	-
Teeri	2	3	-
Metso	1	-	-
Riekko	3	2	3
Pyy	-	-	1

Taulukko 6-2. Lumijälkilaskentojen jälki-indeksi ja tiheys kohteittain. Maksimitiheys on laskettu arvioitulla eläinlajin maksimiliikkumismäärällä vuorokaudessa, minimitiheys eläinlajin minimiliikkumismäärällä vuorokaudessa.

1. Kiiskiskangas

Laji	Jälkien lkm	Indeksi	Tiheys max	Tiheys min
Metsäjänis	21	8,75	4,121	1,374
Orava	2	0,83	0,065	0,065
Kettu	1	0,42	0,327	0,981
Näätä	3	1,25	2,375	0,726
Kärppä	1	0,42	0,314	0,052

2. Lintusuo

Laji	Jälkien lkm	Indeksi	Tiheys max	Tiheys min
Metsäjänis	18	7,50	3,533	1,178
Orava	1	0,42	0,033	0,033
Kettu	4	1,67	1,308	3,925
Ahma	3	1,25	7,850	2,944
Näätä	3	1,25	2,375	0,726
Lumikko	1	-	-	-
Saukko	1	-	-	-

3. Loutenvaara

Laji	Jälkien lkm	Indeksi	Tiheys max	Tiheys min
Metsäjänis	9	3,750	1,766	0,589
Orava	1	0,417	0,033	0,033
Kettu	1	0,417	0,327	0,981
Näätä	3	1,250	2,375	0,726
Kärppä	2	0,833	0,628	0,105
Lumikko	1	-	-	-



Kuva 6-8. Tuoreet ahman jäljet lumisessa metsässä 25.2.2020. © Taru Suninen

6.9 Yhteenveto

Alueen eläimistö koostuu enimmäkseen metsätalousvaltaisille alueille tyypillisestä nisäkäslajistosta. Metsäjänis ja kettu ovat alueella runsaita. Hankealue kuuluu hirven vasomisalueeseen.

Hankealueella tai sen ympäristössä esiintyy kaikkia neljää suurpetolajia. Hankealueen voidaan tulkita kuuluvan vähintään yhden karhun ja vähintään yhden ahman reviiriin ja alueella saattaa sijaita lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja. Hankealueella ei todennäköisesti ole sudelle merkittäviä alueita.

7 Voimajohto

7.1 Menetelmät

Tuulivoimapuiston sähköverkkoon liittymistä on suunniteltu Vuolijoen sähköasemalle, joka sijaitsee hankealueelta länteen noin 26 kilometrin etäisyydellä. Tämän hetkisten suunnitelmien mukaan sähkönsiirto tapahtuisi 400 kV voimajohdolla. Kivikankaan tuulipuiston voimajohto rakennettaisiin nykyisen Terrafamen 110 kV voimajohdon vierelle, joka sijoittuu hankealueen pohjoispuolelle. Terrafamen voimajohto sijoittuu kaivokselta lähtevän rautatien pohjoispuolelle. Noin 5,5 kilometriä ennen sähköasemaa Terrafamen voimajohto siirtyy rautatien eteläpuolelle ja rautatien pohjoispuolelle sijoittuu Tihisenniemeltä tuleva 110 kV voimajohto (Kuva 7-1).

Voimajohtoreitille tehtiin vuonna 2020 luontoselvitys, jonka tarkoituksena oli selvittää luonnon yleispiirteet sekä paikantaa luontoarvojen kannalta huomioitavat kohteet. Koko voimajohtoreittiä ei kartoitettu, vaan maastokartoitukset keskitettiin kohteille, jotka kartta- ja ilmakuvatarkastelun perusteella arvioitiin olevan luontoarvojen osalta potentiaalisimpia. Maastotarkastukseen valikoitui alueita, joissa voisi olla vesi-, luonnonsuojelu- tai metsälain mukaisia kohteita tai liito-oravalle ja muille luontodirektiivin liitteen IV eläinlajeille potentiaalisia elinympäristöjä. Maastotyöt tehtiin 27.- 28.5.2020 Terrafamen voimajohdon pohjoispuoliselle alueelle noin 50 metrin levyiseltä vyöhykkeeltä. Reitin loppuosassa (5,5 km), jossa Terrafamen voimajohto siirtyy rautatien eteläpuolelle, selvitykset tehtiin rautatien molemmille puolille sijoittuvien voimajohtojen viereltä. Vuonna 2021 voimajohtoreitin itäosaan tehtiin muutamia tarkastuksia.



Kuva 7-1. Reitin loppupäässä rautatien molemmilla puolilla sijoittuu nykyään 110 kV voimajohto.

7.2 Tulokset

Suunnitellun voimajohdon reitin varrella metsät ovat talouskäytössä sekä suoalueet on suu-
relta osin ojitettu. Reitin varrelle sijoittuu Lintusuon turvetuotantoalue, Murtomäen 110 kV
sähköasema, joutomaa-alueita, entisiä peltoja sekä asuinrakennus (Vesala) lähimmillään 30
metriä nykyisestä voimajohdosta radan eteläpuolella. Lähin tiedossa oleva muinaisjäänös
Hongikonahon tervahauta sijaitsee noin 100 metrin etäisyydellä nykyisestä voimajohdosta.

Metsät ovat kivennäismailla mäntyvaltaisia kuivahkoja variksenmarja-puolukkatyyppin (EVT)
tai sekapuustoisia tuoreita puolukka-mustikkatyyppin (VMT) kankaita (Kuva 7-2). Ojitetut
turvemaat ovat muuttuneet pääosin puolukka- ja varputurvekankaiksi (Kuva 7-3). Metsä-
hakkuita tai harvennuksia on tehty useassa paikassa.



Kuva 7-2 Voimajohdon varren tyypillistä metsää kuivahkoa mäntykangasta (vasen, kuvaussuunta länteen) ja sekapuustoista tuoretta kangasta (oikea, kuvaussuunta itään).



Kuva 7-3. Varputurvekangasta (vasen, kuvaussuunta länteen) ja tuore hakkuu (oikea, kuvaussuunta länteen).

Suurin osa reitin varren kosteikoista on ojitettu ja ne ovat muuttuneet turvekankaiksi. Pie-
nialaisia luonnontilaisen kaltaisia suopainanteita on paikoin reitin varrella, ne ovat pääosin

puustoisia rämeitä tai pieniä nevoja (Kuva 7-4). Laajin luonnontilainen suo on Koukosuo Murtomäellä, joka on nykyisen voimajohdon vieressä harvapuustoista nevaa, kauempana avointa nevaa jossa rimpiä.



Kuva 7-4 Pieni puustoinen suo Lintusuon laitamilla.

Johtoreitti ylittää viisi jokea (Haukijoki, Matojoki, Vaaranjoki, Syväjoki ja Vuottojoki) sekä kaksi puroa (Tiaispuro ja Leppäpuro). Jokien ja purojen varren kasvillisuus on niitä ympäröivää metsää rehevämpää joko tuoretta tai lehtomaista kangasta (kuvat 7-5 - 7-8). Leppäpuuron varsi on hakattu rautatien pohjoispuolella. Rautatien eteläpuolella puron varsi on luonnontilaisempaa, jossa puusto on koivuvaltaista ja kenttäkerroksessa korkearuohoista lajistoa kuten mesiangervoa. Johtoreitille ei sijoitu lampia, järviä tai lähteitä.



Kuva 7-5. Keväinen tulviva Haukijoki, jonka varsi on lehtomaista kangasta. Liito-oravalle potentiaalinen elinympäristö.



Kuva 7-6 Syväjoen varsi on tuoretta kuusi ja koivuvaltaista kangasta.

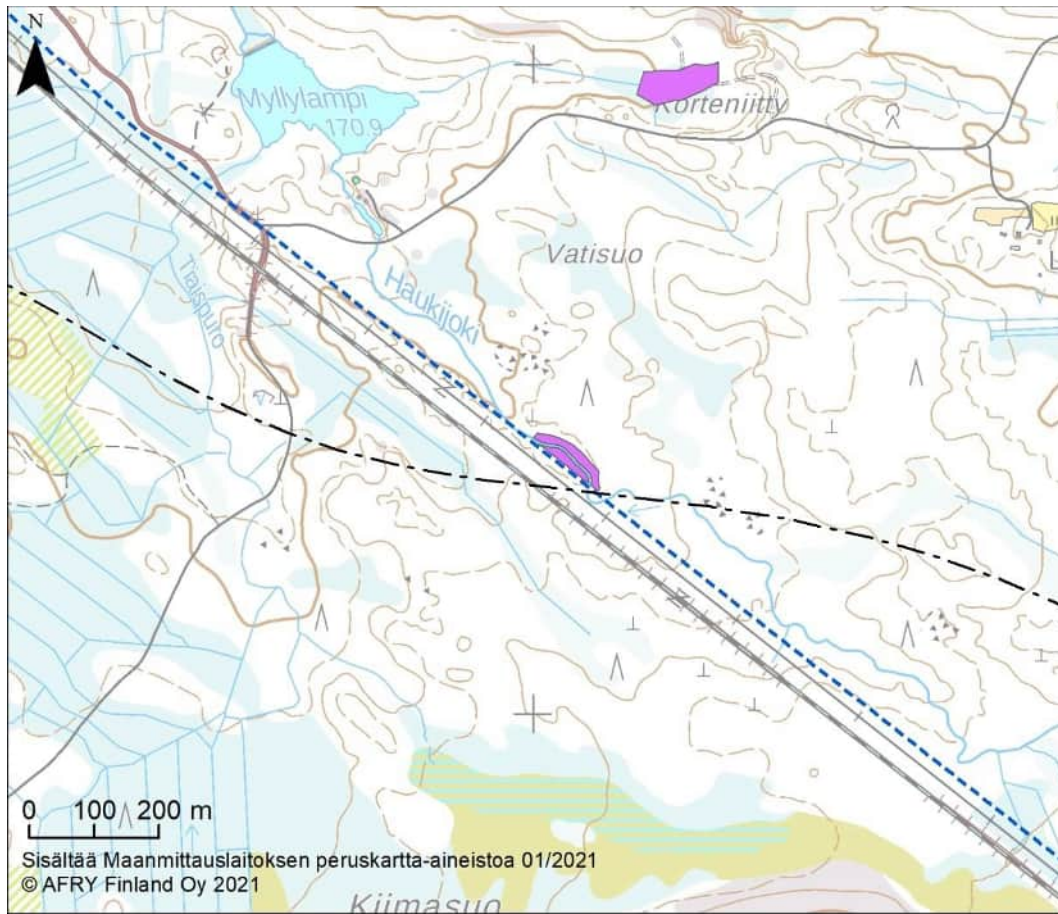


Kuva 7-7 Vuottojoen varsi on lehtomaista ja tuoretta kuusivaltaista kangasta. Liito-oravalle potentiaalinen elinympäristö.



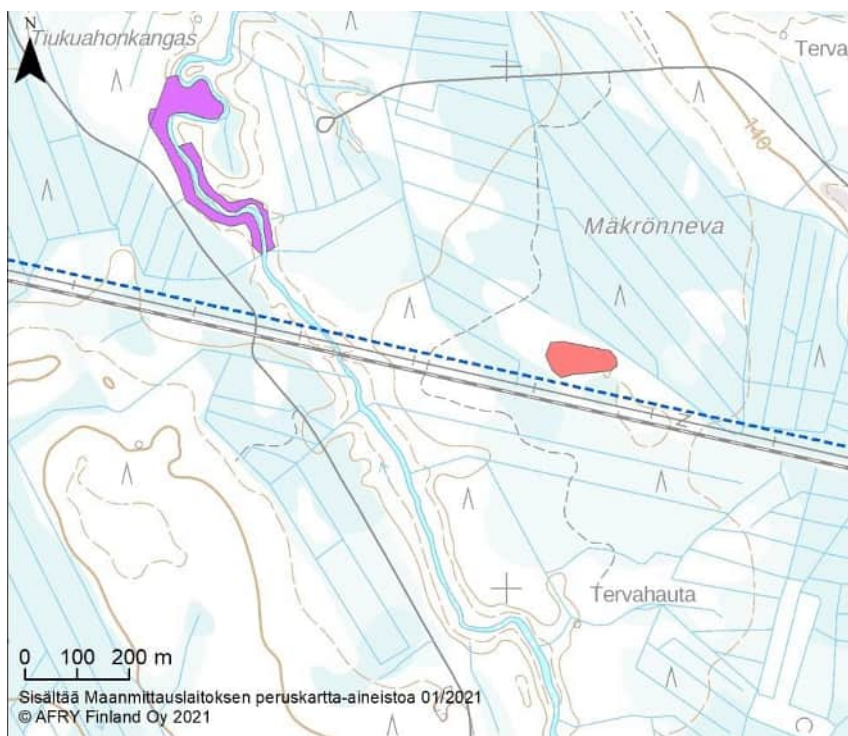
Kuva 7-8 Leppäpuro rautatien eteläpuolella.

Voimajohtoreitin varrella on yksi Suomen metsäkeskuksen rajaama metsälain §10 mukainen erityisen tärkeä elinympäristö Haukijoen varren pienvesien välitön lähiympäristö, joka sijaitsee noin 25 etäisyydellä nykyisestä voimajohdosta (Kuva 7-9). Muita rajattuja metsälakikohteita sijaitsee lähimmillään noin 130 metrin etäisyydellä nykyisestä voimajohdosta. Näiden kohteiden lisäksi maastaselvityksessä havaittiin yksi mahdollinen metsälain kohde Mäkrönnevalle sijoittuva jäkäläpeitteinen kallio, jossa kasvaa harvakseltaan mäntyä (Kuva 7-10). Kohteen ympäristö on metsätalouskäytössä. Etäisyyttä nykyiseen voimajohtoon on 30 metriä.



- [] Hankealue
- Suunniteltu voimajohto
- Metsälakikohde (Metsäkeskus 2020)

Kuva 7-9. Haukijoen varteen rajattu Metsälain 10 § mukainen erityisen tärkeä elinympäristö (violettirajaus).



- Suunniteltu voimajohto
- Metsälakikohde (AFRY 2020)
- Metsälakikohde (Metsäkeskus 2020)

Kuva 7-10 Valokuvassa Mäkrönnevan jäkäläpeitteinen kallio, joka on mahdollinen metsälakikohde. Rajaus esitetty kartalla punaisella.

Liito-orava

Voimajohdon reitin varrelta on tiedossa yksi aiempi havainto liito-oravasta vuodelta 2004 (tieto saatiin vasta maastotöiden jälkeen). Tältä alueelta ei tehty havaintoja lajista vuonna 2020, alue on kuitenkin liito-oravalle potentiaalista kuusivaltaista metsää. Liito-oravan papanoita havaittiin vuoden 2004 havainnon lähistöltä reitin alkupäässä Sänkiaholla sijaitsevasta tuoreen / lehtomaisen kankaan kuusikosta, jossa oli runsaasti haapaa ja koivuja. Papanoita löytyi kahden haavan alta, kolopuita tai risupesä ei havaittu. Metsikkö rajautuu kahteen tiehen, rautatiehen sekä nykyiseen voimajohtoon.

Liito-oravalle potentiaalisia elinympäristöjä muualla voimajohdon reitin varrella ovat Haukijoen ja Vuottojoen varren metsiköt, lajista ei kuitenkaan tehty havaintoja näiltä alueilta.



Kuva 7-11 Tervämäki tuoreen kankaan kuusikko, jossa liito-oravaa on havaittu vuonna 2004.

Muu eläimistö

Voimajohdon reitin varrella ei ole suorantaisia lampia, jotka ovat viitasammakolle sopivia kutupaikkoja. Lepakoista alueella voi esiintyä lähinnä pohjalepakkoa. Lajille sopivia päiväpiloja, kuten vanhoja rakennuksia tai luolastoja ei sijaitse reitin läheisyydessä. Saukko voi liikkua reitin varren isompia virtavesiä pitkin ja pesiä rantatörmällä. Lajia ei havaittu tehtyjen selvitysten aikaa. Myöskään suurpedoista ei tehty havaintoja reitin varrelta, vaikka kaikkia lajeja alueella esiintyy.

7.3 Yhteenveto

Suunnitellun voimajohdon reitin varrella metsät ovat talouskäytössä sekä suoalueet on suu- relta osin ojitettu. Voimajohto sijoittuu nykyisen voimajohdon ja rautatien rinnalle, joten



alueella on jo nykyisellään toimintoja. Reitin varrelta havaitut luontoarvoja ilmentävät kohteet on koottu taulukkoon 7-1.

Taulukko 7-1. Voimajohdon reitiltä havaitut luontoarvoja ilmentävät kohteet.

Kohde kartalla	Kuvaus	Etäisyys nykyisestä voimajohdosta
Kuva 6-2	Sänkiahon kuusikko, maastotöissä havaittu liito-oravan papanoita. Ei kolopuita tai pesiä.	n. 30 metriä
Kuva 6-2	Vanha havainto liito-oravasta. Ei havaintoja vuoden 2020 maastotöissä.	n. 70 metriä
Kuva 7-9	Haukijoen Metsälain 10 §:n kohde. Joen varsi liito-oravalle potentiaalista, mutta ei havaintoja lajista	n. 25 metriä
Kuva 7-10	Mäkrönnevan jäkälikkö Metsälain 10 §:n kohde.	n. 35 metriä
	Vuottojoen varsi on liito-oravalle potentiaalinen elinympäristö, ei kuitenkaan havaintoja lajista.	0 metriä

8 Lähteet

BirdLife Suomi ry 2020. Tärkeitä lintualueet. <https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/>.

GTK (Geologian tutkimuskeskus) 2020. Maankamara-karttapalvelu. Maaperäkartta 1:20 000/1:50 000 ja kallioperäkartta 1:200 000. <http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/>.

Heikkinen, S., Valtonen, M., Härkälä, A., Helle, I. Mäntyniemi, S. & Kojola, I. 2021. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 39/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 114 s.

Heikkinen, S., Kojola, I., Mäntyniemi, S., Holmala, K & Härkälä, A. 2020. Susikanta Suomessa maaliskuussa 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 37/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

Hölttä, H. 2013. Lintujen muuttoreitit ja pullonkaula-alueet Pohjois-Pohjanmaalla tuulivoimarakentamisen kannalta. Pohjois-Pohjanmaan Liitto

Kainuun ELY-keskus 2020. Ympäristöhallinnon lajitietojärjestelmän uhanalaisrekisterin tiedot. 23.6.2020

Kainuun Sanomat 2014. Verkkoletti: <https://www.kainuunsanomat.fi/kainuun-sanomat/kainuu/tuhansia-hanhia-kainuun-taivaalla/?perpage=50&order=0>. Luettu: 18.3.2020.

Kajaanin kaupunki 2016. Uhanalaisista lajeista Kajaanissa. Verkkosivu: <http://www.kajaani.fi/fi/palvelut/uhanalaisista-lajeista-kajaanissa>. Luettu 25.5.2020.

Keski-Suomen metsoparlamentti 2014. Metso, havumetsien lintu. Suomen riistakeskus.



Koillissanomat 2015. Verkkolehti:

<https://www.koillissanomat.fi/uutisetkoillismaa/ennennakematonta--taivas-tayttyi-itaista-vieraista-6.226.23753.4e6ebcf321> Luettu: 18.3.2020.

Kontula T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Luontotyyppien punainen kirja. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 5/2018. Osat 1 ja 2.

Korpimäki, E. 1980. Pöllöjen esiintyminen ja pesintä Suomenselällä v. 1979. Suomenselän Linnut 15: 17–24.

Koskimies, P. & Väisänen, R. A. 1988. Linnustonseurannan havainnointiohjeet. – Helsingin yliopiston eläinmuseo, 2. Painos. Helsinki.

Lajitietokeskus 2021. Laji.fi.

Lehikoinen, A., Jukarainen, A., Mikkola-Roos, M., Below, A., Lehtiniemi, T., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rintala, J., Rusanen, P., Sirkiä, P., Tiainen, J. & Valkama, J. 2019. Suomen lintujen uhanalaisuus. Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. ja Liukko, U.-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus 2020. Rengastustoimiston petolintujen reviiri- ja pesäpaikkatiedot. 30.5.2020/Heidi Björklund.

Luonnonvarakeskus 2020a. Myyräkannat alhaiset lähes koko maassa.

<https://www.luke.fi/uutinen/myyrakannat-alhaiset-lahes-koko-maassa>. Viitattu 7.1.2021.

Luonnonvarakeskus 2020b. Riistahavainnot.fi – Suurpetohavainnot ja susien pantaseuranta verkossa. <http://riistahavainnot.fi/suurpedot/havaintokartta>. Viitattu 7.1.2021.

Luonnonvarakeskus 2020c. Riistakolmiolaskennat.

<https://www.riistakolmiot.fi/riistakolmio/talvilaskennan-tunnusluvut/>. Viitattu 7.1.2021.

Maanmittauslaitos 2020. Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelu, <https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>, peruskarttarasteri ja ortoilmakuvat 01/2020

Metsähallitus 2020a. Petolintujen reviiri- ja pesäpaikkatiedot. 25.5.2020/Stefan Siivonen.

Metsähallitus 2020b. Metson soidinpaikkatiedot. 25.5.2020/Jyrki Määttä.

Metsähallitus, 2020c. Suomen Peura.

<https://www.suomenpeura.fi/fi/metsapeura/levinneys.html>. Luettu: 17.3.2020

MML (Maanmittauslaitos) 2020. Paikkatietoikkuna. <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi/>. Viitattu 8.12.2020.

Nieminen, M. & Ahola, A. (toim.) 2017. Euroopan unionin luontodirektiivin liitteen IV lajien (pl. lepakot) esittelyt. Suomen ympäristö 1/2017: 1–278. Ympäristöministeriö.

Pöyry Finland Oy 2014. Piiparinmäen–Lammaslamminkankaan tuulivoimapuiston arviointiselostus. Metsähallitus.

SLTY 2012. Suomen lepakotieteellinen yhdistys ry:n suositus lepakkokartoituksista luontokartoittajille, tilaajille ja viranomaisille.

Suomen metsäkeskus 2020. Erityisen tärkeät elinympäristökuviot.

<https://www.metsaan.fi/paikkatietoaineistot>. Viitattu 12/2020.

Suomen ympäristökeskus SYKE 2017. Luontodirektiivin (92/43/ETY) artiklan 17 mukainen raportointi 2013; lajit.

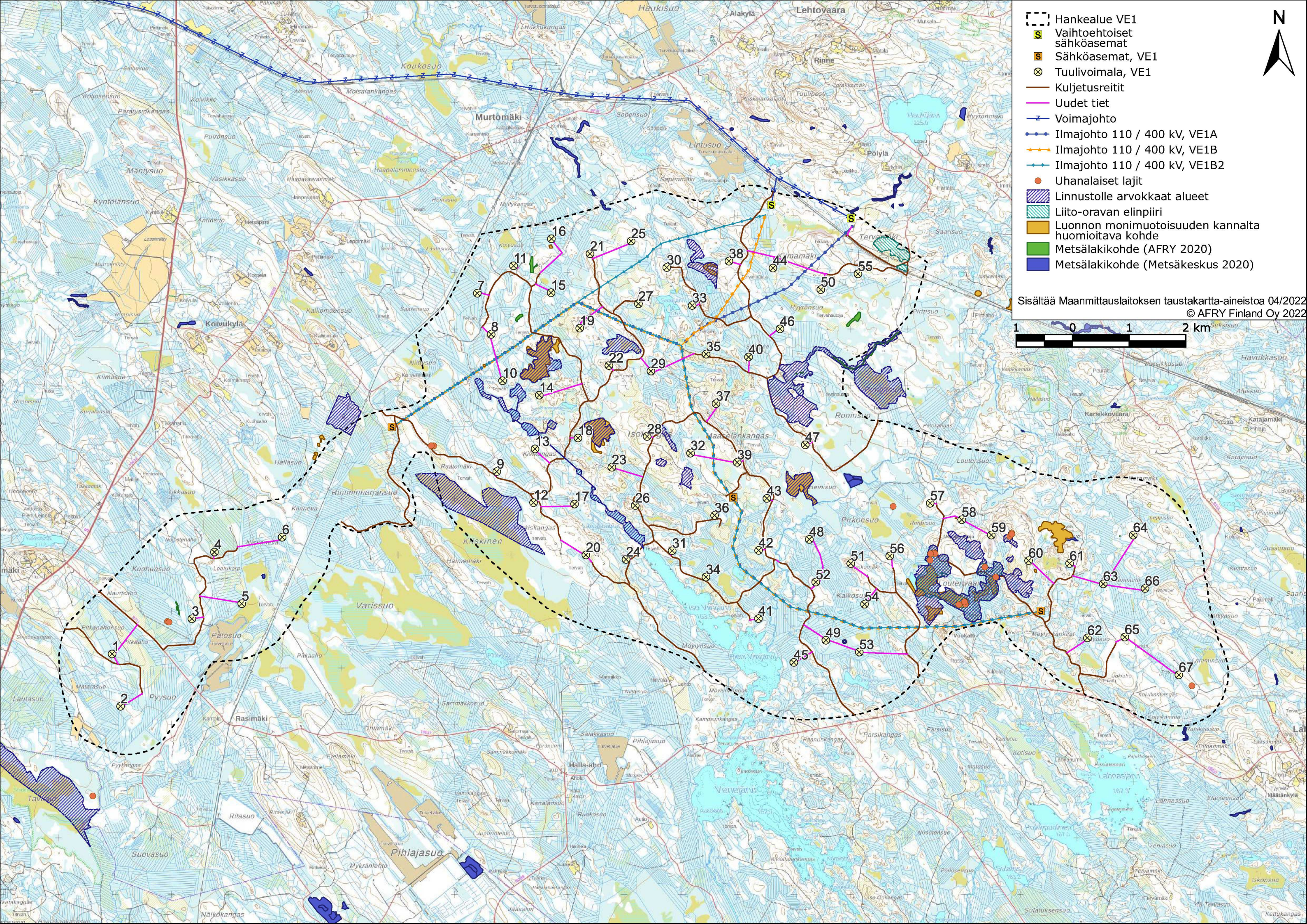


<http://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=bddf61bf261e4cb8b3cd8c0352d737f2>.

Toivanen, T., Metsänen, T. & Lehtiniemi, T. 2014. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. Birdlife Suomi ry.

Vieraslajit.fi 2020. Vieraslajiportaali. <http://vieraslajit.fi/>.

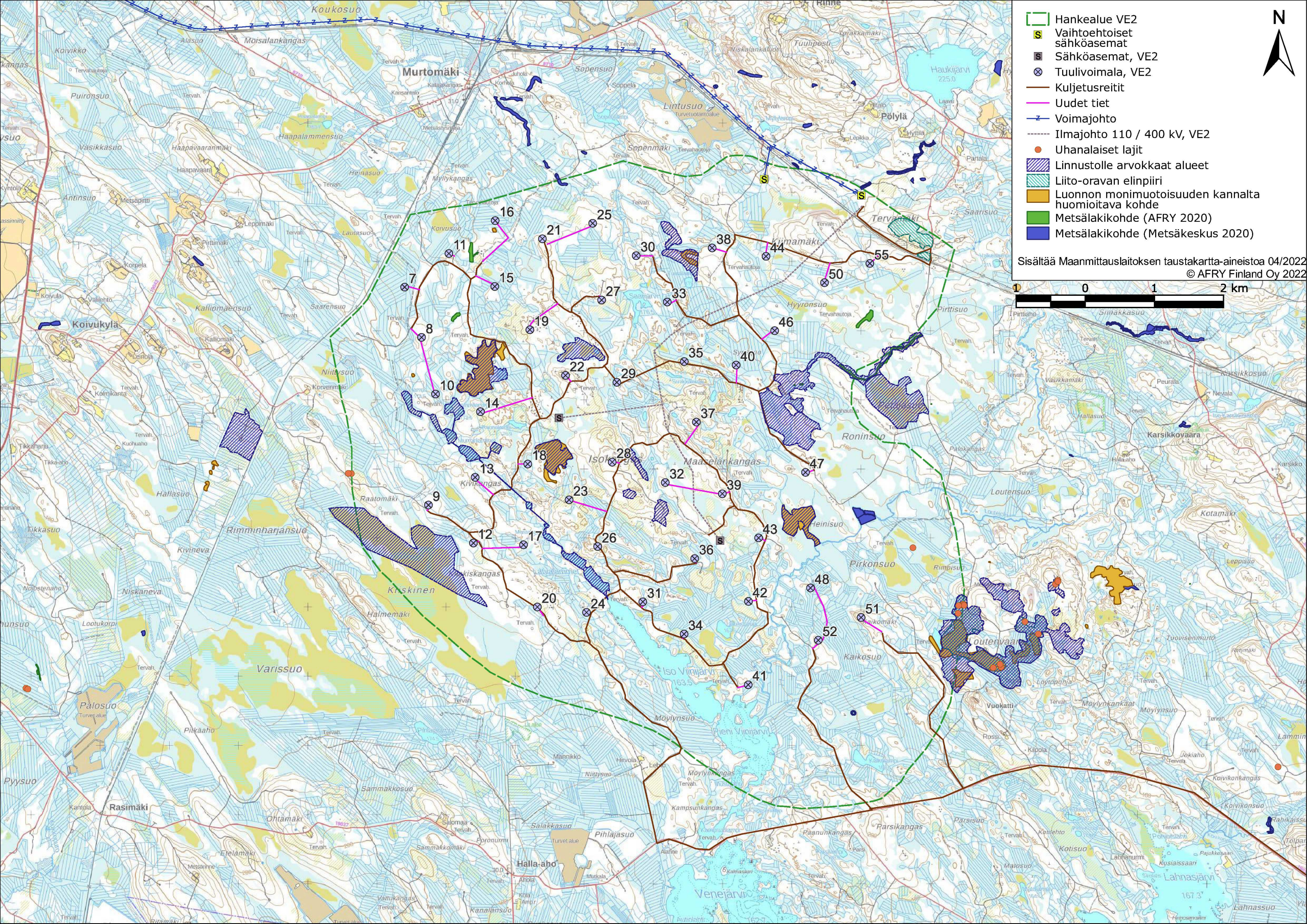
Väisänen, R. A., Lammi, E. & Koskimies, P. 1998. Muuttuva pesimälinnusto. – Otava, Helsinki.



- Hankealue VE1
- Vaihdoehtoiset sähköasemat
- Sähköasemat, VE1
- Tuulivoimala, VE1
- Kuljetusreitit
- Uudet tiet
- Voimajohto
- Ilmajohto 110 / 400 kV, VE1A
- Ilmajohto 110 / 400 kV, VE1B
- Ilmajohto 110 / 400 kV, VE1B2
- Uhanalaiset lajit
- Linnustolle arvokkaat alueet
- Liito-oravan elinpiiri
- Luonnon monimuotoisuuden kannalta huomioitava kohde
- Metsälakikohde (AFRY 2020)
- Metsälakikohde (Metsäkeskus 2020)

Sisältää Maanmittauslaitoksen taustakartta-aineistoa 04/2022
© AFRY Finland Oy 2022





- Hankealue VE2
- S Vaihhtoetoiset sähköasemat
- S Sähköasemat, VE2
- X Tuulivoimala, VE2
- Kuljetusreitit
- Uudet tiet
- Voimajohto
- Ilmajohto 110 / 400 kV, VE2
- Uhanalaiset lajit
- Linnustolle arvokkaat alueet
- Liito-oravan elinpiiri
- Luonnon monimuotoisuuden kannalta huomioitava kohde
- Metsälakikohde (AFRY 2020)
- Metsälakikohde (Metsäkeskus 2020)

Sisältää Maanmittauslaitoksen taustakartta-aineistoa 04/2022
© AFRY Finland Oy 2022



Tuulivoimalapaikkojen ja suunniteltujen uusien tielinjausten kasvillisuuskuvaukset**Tekstissä käytetyt lyhenteet:**

- *MetsäL = Metsälain (3:10 §) erityisen tärkeät elinympäristöt*
- *Vesil = Vesilain (3:2 §) purot*
- *Luontotyyppit (uhanalaisluokat väreillä):*

GOMT	lehtomainen kangas	IR	isovarpuräme
VMT	tuore kangas	TR	tupasvillaräme
EVT	kuivahko kangas	KrRaR	kanervarahkaräme
ECT	kuiva kangas	RaR	rahkaräme
CIT	karukkokangas	KgR	kangasräme
MKgK	mustikkakangaskorpi	VSR	varsinainen sararäme
RhK	ruohokorpi	RhSR	ruohoinen sararäme
MK	mustikkakorpi	VSN	varsinainen saraneva
MkK	metsäkortekorpi	RhSN	ruohoinen saraneva
MuK	muurainkorpi	LkN	lyhytkorsineva
KgR	kangasräme	KN	kuljuneva
KR	korpiräme	MTkg	mustikkaturvekangas
SK	sarakorpi	VTkg	varputurvekangas

Luontotyyppien uhanalaisuusluokitus:

- *Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 925 s.*
- *Hankealue sijoittuu tarkastelussa Etelä-Suomen osa-alueelle.*
- *Luontotyyppien uhanalaisuusluokat (IUCN):*

CO	Hävinnyt
CR	Äärimmäisen uhanalainen
EN	Erittäin uhanalainen
VU	Vaarantunut
NT	Silmälläpidettävä
LC	Säilyvä
DD	Puutteellisesti tunnettu
NE	Arvioimatta jätetty
	Ei esiinny alueella