



12.11.2024

HANNES SNELLMAN

Hannes Snellman Asianajotoimisto Oy

NIVALAN KAUPUNGIN TEKNISELLE LUPAJAOSTOLLE

I **ASIA** Vastine Kukonahon tuulivoimapuiston ympäristölupavaatimuksesta (Nivalan kaupungin tekninen lupajaos 8.10.2024 § 63)

II **ASIANOSAISTIEDOT**

Vastineen antaja Kukonaho Wind Oy (2537447-1, aiemmin TM Voima Kukonaho Oy)
c/o OX2, Projektipäällikkö Niklas Hokka

**Vastineen antajan
asiamies ja prosessiosoite** Asianajaja Klaus Metsä-Simola
Hannes Snellman Asianajotoimisto Oy
PL 333, 00131 Helsinki

Asianajaja Noora Britschgi
Hannes Snellman Asianajotoimisto Oy
PL 333, 00131 Helsinki

III TAUSTA

Nivalan kaupungille on 10.6.2024 toimitettu aloite, jossa vaaditaan kaupungin ympäristöviranomaista ryhtymään toimenpiteisiin ympäristöluvan saamiseksi Kukonahon tuulivoimahankkeen kaikille tuulivoimaloille. Nivalan kaupunginhallitus on kokouksessaan 19.8.2024 § 277 päättänyt lähettää aloitteen teknisen lupajaoksen käsiteltäväksi.

Nivalan kaupungin tekninen lupajaos on päätöksessään 8.10.2024 § 63 todennut, että Kukonahon tuulivoimahankkeesta saattaa aiheutua lähiympäristössä eräistä naapuruussuhteista annetun lain (26/1920) 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta ja siten kynnys ympäristölupatarpeelle ylittyy. Päätöksen mukaan uudet melu- ja välkeselvitykset eivät poista kohtuuttoman rasituksen mahdollisuutta ja haittaa, joten tekninen lupajaos saattaa edellyttää toiminnanharjoittajaa hakemaan ympäristölupaa ennen toiminnan käynnistymistä.

Lupajaos on 10.10.2024 lähettänyt aloitteen ja päätöksen tiedoksi Kukonaho Wind Oy:lle (yhtiön nimi oli 20.6.2024 asti TM Voima Kukonaho Oy) ja varannut sille mahdollisuuden antaa asiassa vastine 12.11.2024 mennessä ennen lupajaoksen seuraavaa kokousta 3.12.2024.

Perehdyttyään aloitteeseen ja teknisen lupajaoksen päätökseen 8.10.2024 § 63, Kukonaho Wind Oy toteaa seuraavassa tarkemmin esitetyin perusteluin vastineenaan, että aloitteessa ja lupajaoksen päätöksessä ei ole esitetty mitään sellaista perustetta, jonka johdosta Nivalan kaupungin tekninen lupajaos voisi edellyttää Kukonaho Wind Oy:tä hakemaan ympäristölupaa.

IV TUULIVOIMAHANKKEILTA EI SOVELLETTAVAN LAINSÄÄDÄNNÖN PERUSTEELLA EDELLYTETÄ ENNAKOLTA YMPÄRISTÖLUVAN HAKEMISTA

Kukonaho Wind Oy toteaa ensin, että Suomessa ympäristöluvan tarvetta koskeva perussäännös on ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 §, jonka mukaan ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan, josta säädetään ympäristönsuojelulain liitteen 1 taulukossa 1 (direktiivilaitos) ja taulukossa 2, on oltava ympäristölupa. Tuulivoimalat eivät kuulu taulukoiden 1 taikka 2 mukaisiin ympäristöluvan varaisiin toimintoihin. Ympäristönsuojelulain 27 §:n mukaan ympäristölupaa voidaan kuitenkin edellyttää tapauskohtaisen arvioinnin perusteella, jos toiminnasta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapuruussuhteista annetun lain 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasitusta. Tuulivoimaloiden osalta kohtuutonta rasitusta arvioitaessa keskeinen merkitys on tuulivoimapuiston suunnittelun yhteydessä tehtyjen melumallinnusten taikka voimaloiden käyttöönoton jälkeen suoritettujen melumittausten tuloksilla.

Tuulivoimatoiminnan melutason ohjearvoista on säädetty 1.9.2015 voimaan tulleella tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista annetulla valtioneuvoston asetuksella (1107/2015). Toimintaa suunniteltaessa huomioon otettavista sisämelutasoista säädetään terveydensuojelulaissa (763/1994) ja sen nojalla annetuissa säännöksissä, erityisesti asumisterveysasetuksessa (545/2015). Suomessa ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöministeriön tuulivoimarakentamisen suunnittelua koskevan ohjeen (5/2016) mukaan esimerkiksi Saksassa raja-arvot välkkeen laskennallisille maksimitilanteille ovat 30 tuntia

vuodessa ja 30 minuuttia päivässä ja tosiasialliselle välkkeelle kahdeksan (8) tuntia vuodessa. Tanskassa sovelletaan välkkeen osalta yleensä todellisen tilanteen raja-arvona enintään kymmentä (10) tuntia vuodessa. Ruotsissa vastaava suositus on enintään kahdeksan (8) tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä.

Mikäli tuulivoimatoiminnan vaikutusten osoitetaan mallinnusten perusteella alittavan edellä mainitut melun ja välkkeen ohjearvot ja suositukset, tuulivoimaloiden ei lähtökohtaisesti katsota aiheuttavan kohtuutonta rasisitusta, eikä niiden toiminnalta silloin voida edellyttää ympäristölupaa. Vaasan hallinto-oikeus on lisäksi nimenomaan todennut vastaavassa tilanteessa, että kun yhtiö ei ollut ryhtynyt harjoittamaan alueella tuulivoimalatoimintaa, yhtiö ei ollut toiminut ympäristönsuojelulain tai sen nojalla annettujen säännösten vastaisesti eikä yhtiötä siten voitu velvoittaa hakemaan etukäteen ympäristölupaa toiminnalleen (Vaasan HaO 8.11.2016 t. 16/0259/2). Myös korkein hallinto-oikeus on linjannut ennakkoratkaisussa KHO 2016:13, että ympäristölupahakemus oli tullut hyllätä tarpeettomana niiden tuulivoimaloiden osalta, joista ei voitu katsoa aiheutuvan kohtuutonta rasisitusta.

Ympäristöluvan tarvetta harkittaessa lähtökohtana tulee lisäksi ottaa huomioon, että suomalaisessa tuulivoimarakentamisen suunnittelujärjestelmässä peruslähtökohtana on teollisen kokoluokan tuulivoimaloiden toteutuksen perustuminen maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaiseen kaavoitukseen. Näin ollen tuulivoimatoimintaa koskevan lainsäädännön systematiikassa lähtökohtana on, että eri maankäyttömuotoja sovitetaan yhteen kaavoituksellisin keinoin ja edellytykset alueiden soveltuvuuteen tuulivoimarakentamiseen tutkitaan maankäyttö- ja rakennuslain mukaisilla kaavoitukseen perustuvilla päätöksillä. Maankäytön suunnittelun tarkoituksena on ennakoida tuulivoimatoiminnan vaikutukset siten, että mahdollisten haittojen syntyminen voidaan estää jo suunnitteluvaiheessa ennakolta. Tällä tavoin meneteltäessä erillistä toiminnanaikaista ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa taikka valvontaa ei poikkeustilanteita lukuun ottamatta tarvita.

Maankäytön suunnittelua koskevien näkökohtien painottamisesta johtuen suomalaisessa tuulivoimarakentamisen ohjausjärjestelmässä keskeisin melun ja välkkeen torjuntakeino on riittävän etäisyyden jättäminen tuulivoimaloiden ja asutuksen sekä muiden vaikutuksille herkkien kohteiden välille. Käytännössä riittävien etäisyysvaatimusten noudattaminen varmistetaan maankäyttö- ja rakennuslain mukaisten menettelyiden yhteydessä tehtävillä melu- ja välkeselvityksillä sekä niiden tulosten huomioon ottamisella osana maankäyttö- ja rakennuslain mukaista päätöksentekoa. Tuulivoimalan ja asutuksen väliselle etäisyydelle ei ole lainsäädännössä annettu sitovia tai ohjeellisia arvoja. Vaikka Nivalan kaupunginvaltuusto on päätöksellään 25.2.2021 § 19 linjannut, että vähimmäisetäisyys tuulivoimaloiden ja vakituisessa asumiskäytössä olevien asuntojen ja kesäasuntojen välillä on kaksi (2) kilometriä, päätöksellä ei ole oikeudellista sitovuutta maankäyttö- ja rakennuslain taikka ympäristönsuojelulain mukaisessa päätöksenteossa. Asiassa on sen sijaan merkittävää, että Kukonahon tuulivoimapuiston osayleiskaava on tullut lainvoimaiseksi 17.12.2017 ja myös hankkeen rakennusluvut ovat lainvoimaiset.

Kukonahon tuulivoimapuiston suunnittelu perustuu Nivalan kaupunginvaltuuston hyväksymään ja 17.12.2017 lainvoimaiseksi tulleeseen Kukonahon tuulivoimapuiston osayleiskaavaan. Kukonahon tuulivoimapuiston

osayleiskaava on laadittu maankäyttö- ja rakennuslain 77 a §:n mukaisesti siten, että osayleiskaavaa voidaan käyttää suoraan tuulivoimaloiden rakennuslupien myöntämisen perusteena. Ympäristöluvan tarpeen harkinnan osalta asiassa on siten kiistatonta, että Kukonahon alueen soveltuvuus tuulivoimaloiden rakentamiseen on ratkaistu tuulivoimarakentamista koskevassa oikeusvaikutteisessa osayleiskaavassa.

Mikäli tuulivoimaloiden toiminta ennalta arvioidusta poiketen aiheuttaisi ennakoimatonta kohtuutonta rasitusta, valvontaviranomainen voi ympäristönsuojelulain 175 §:n mukaan 1) kieltää sitä, joka rikkoo ympäristönsuojelulakia taikka sen nojalla annettua säännöstä tai määräystä, jatkamasta tai toistamasta säännöksen tai määräyksen vastaista menettelyä taikka määrätä asianomaisen täyttämään muulla tavoin velvollisuutensa; 2) määrätä 1 kohdassa tarkoitettulla tavalla menetellyt palauttamaan ympäristö ennalleen tai poistamaan rikkomuksesta ympäristölle aiheutunut haitta; tai 3) määrätä toiminnanharjoittajan riittävässä määrin selvittämään toiminnan ympäristövaikutukset, jos on perusteltua aihetta epäillä toiminnasta aiheutuvan ympäristönsuojelulain vastaista ympäristön pilaantumista. Kyseiset hallintopakkokeinot ovat kuitenkin lähtökohtaisesti käytettävissä vain tilanteessa, jossa toimitaan ympäristönsuojelulain tai sen nojalla annetun asetuksen tai määräyksen vastaisesti, eikä asianomainen vapaaehtoisesti täytä velvollisuuttaan.

Kukonaho Wind Oy toteaa tältä osin selvyiden vuoksi, että se ei ole missään vaiheessa Kukonahon tuulivoimahankkeen suunnittelua jättänyt noudattamatta sille kuuluvia velvoitteita, vaan pyrkinyt hankkeen kehittämisessä hyvään ja avoimeen yhteistyöhön Nivalan kaupungin kaavoitus- ja rakennusvalvontaviranomaisten sekä muiden asianosaisten kanssa. Asiassa ei siten ole perusteita ympäristönsuojelulain 175 §:n mukaisen hallintopakon asettamiselle.

V KUKONAHON TUULIVOIMAPUISTON TOIMINNASTA EI VAIKUTUSARVIOINTIEN PERUSTEELLA ENNAKOLTA ARVIOIDEN AIHEUDU KOHTUUTONTA RASITUSTA

Ympäristöluvan tarpeen harkintaan vaikuttavien melu- ja välkevaikutusten selvittämisen osalta Kukonaho Wind Oy toteaa, että Kukonahon tuulivoimaloiden melu- ja välkevaikutuksia on tutkittu ja arvioitu melu- ja välkemallinuksilla ensin kaavoitusvaiheessa ja uudelleen maankäyttö- ja rakennuslain mukaisten hanketta koskevien poikkeamis- ja rakennuslupien hakemisen yhteydessä.

Kukonaho Wind Oy on tämän asian käsittelyä varten teettänyt päivitetyt melu- ja välkemallinnukset suunnitellulle viiden (5) tuulivoimalan kokonaisuudelle. Koska lopullista voimalamallia ei ole vielä valittu, vaikutukset on arvioitu enimmäisperiaatteella. Melu- ja välkemallinuksissa on käytetty eri voimalamalleja, jotta on pystytty arvioimaan mahdolliset enimmäisvaikutukset sekä melun että välkkeen osalta. Kun päätös lopullisesta voimalamallista on tehty, Kukonaho Wind Oy toimittaa kaupungille uudet melu- ja välkemallinnukset, joiden avulla voidaan varmistua siitä, että myös toteutettavan tuulivoimapuiston vaikutukset pysyvät ohjearvojen ja suositusten alapuolella.

Kukonaho Wind Oy:n teettämän tämän vastineen liitteenä 1 olevan melumallinnuksen (AFRY Finland Oy, 30.9.2024) mukaan Kukonahon tuulivoimapuiston toiminnasta aiheutuvat äänitasot jäävät valtioneuvoston

asetuksen (1107/2015) 40 dB:n ohjearvon alapuolelle kaikkien lähialueen asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Myös asumisterveysasetuksen (545/2015) matalataajuisen melun toimenpidearvot alittuvat kaikkien rakennusten kohdalla. Voimalavalmistajan ilmoittamaan melutasoon on mallinnuksessa lisätty +2 dB varmuusarvo, mikä lisää arvioinnin varmuutta entisestään. Korkein melutaso mallinnuksessa varmuusarvo huomioiden on 38,1 dB reseptoripisteen R3 kohdalla.

Kukonaho Wind Oy:n teettämän tämän vastineen liitteenä 2 olevan välkemallinnuksen (AFRY Finland Oy, 30.9.2024) mukaan Kukonahon tuulivoimapuiston välkevaikutukset jäävät enimmäistilanteessakin ympäristöministeriön ohjeessa viitattujen muiden maiden suositusten alapuolelle. Korkein todennäköinen välkevaikutus on 3 tuntia 51 minuuttia vuodessa ja enintään 10 minuuttia yksittäisenä päivänä reseptoripisteen R3 kohdalla eli välkkeen ohjearvot alittuvat selkeästi. Myös teoreettinen vuotuinen maksimivälke aika pysyy alle 30 tunnin ohjearvon kaikkien rakennusten kohdalla.

Kukonahon tuulivoimapuiston toiminnasta ei edellä esitetyn perusteella voida ennakoita arvioiden katsoa aiheutuvan alueen ympäristössä naapurussuhdelain 17 §:ssä tarkoitettua kohtuutonta räsitusä.

Kukonaho Wind Oy toteaa asiassa myös, että voimassa olevan lainsäädännön ja vakiintuneen oikeuskäytännön mukaan ympäristönsuojelulaisissa tarkoitettu ympäristöluvan tarve ratkaistaan oikeusharkintaisesti. Ympäristönsuojelulaisissa tarkoitettua valvontaviranomaiset eivät siten voi perustaa hallintopakkotoimenpiteitä taikka ympäristöluvan tarpeen harkintaa tarkoituksenmukaisuusnäkökohtiin. Käytännössä tämä tarkoittaa myös, että valvontaviranomainen ei voi velvoittaa hakemaan ympäristölupaa ikään kuin varmuuden vuoksi tilanteessa, jossa tuulivoimapuiston toiminnasta ei tehtyjen selvitysten ja vaikutusarviointien mukaan aiheudu naapurussuhdelainsäädännössä määritettyä kohtuutonta räsitusä.

Kukonaho Wind Oy toteaa tältä osin vielä, että teknisen lupajaoksen päätöksessä 8.10.2024 § 63 ei ole perusteltu, miksi lupajaosto on mainittujen vaikutusmallinnusten johtopäätösten vastaisesti katsonut, että uudet melu- ja välkeselvitykset eivät poistaisi kohtuuttoman räsituksen mahdollisuutta ja haittaa. Kukonaho Wind Oy toteaa, että päätös on hallintolain 45 §:n mukaisesti perusteltava, ja perusteluissa on ilmoitettava, mitkä seikat ja selvitykset ovat vaikuttaneet ratkaisuun. Lainkohdan perusteluiden (HE 72/2002 vp) mukaan perusteluvollisuudella on keskeinen merkitys asianosaisen oikeusturvan kannalta, sillä asianosaisen on saatava tietää, mitkä seikat ovat johtaneet häntä koskevan ratkaisun tekemiseen. Päätöksen perusteluvollisuutta korostaa, että asian esittelijänä virkavastuulla toiminut ympäristösihteeri on teknisen lupajaoksen kokouksen pöytäkirjan 8.10.2024 § 63 mukaan tehnyt lainmukaisen ja oikean päätösesityksen, jonka mukaan asiassa ei ole laillisia edellytyksiä velvoittaa Kukonaho Wind Oy:tä hakemaan ympäristölupaa.

VI KUKONAHON TUULIVOIMAPUISTON YMPÄRISTÖLUPA-ASIA ON JO KERRAN AIKAISEMMIN RATKAISTU EIKÄ SAMAN ASIAN KÄSITTELYLLE UUELLEEN OLE PERUSTETTA

Nivalan kaupungin tekninen lupajaosto on aikaisemmin päätöksellään 3.4.2023 § 27 edellyttänyt, että Kukonahon tuulivoimahankkeelle on haettava ympäristölupaa ennen voimaloiden käyttöönottoa.

Vaasan hallinto-oikeus kumosi päätöksellään 22.11.2023 t. 1492/2023 teknisen lupajaoston päätöksen 3.4.2023 § 27, koska lupajaos ei ollut ennen asian ratkaisua varannut tuulivoimatoimijalle ympäristönsuojelulain 185 §:n mukaisesti tilaisuutta tulla kuulluksi asiassa siten kuin hallintolaissa säädetään, eikä antanut päätöstä Kukonaho Wind Oy:lle tiedoksi siten kuin hallintolaissa on velvoittavan päätöksen tiedoksiannosta säädetty.

Vaasan hallinto-oikeus totesi lisäksi nimenomaisesti, että koska Kukonaho Wind Oy ei ollut päätöksentekoon mennessä ryhtynyt harjoittamaan alueella teollista tuulivoimalatoimintaa, jonka aiheuttamiin haittoihin päätös olisi perustunut, oli katsottava, että yhtiö ei ollut toiminut ympäristönsuojelulain tai sen nojalla annettujen säännösten vastaisesti. Teknisen lupajaoston päätös oli siten ollut Vaasan hallinto-oikeuden päätöksen mukaan ennenaikainen, eikä asiassa ollut perusteita ympäristönsuojelulain 175 §:ssä tarkoitetun hallintopakkomääräyksen antamiselle. Yhtiötä ei näin ollen ollut voitu velvoittaa hakemaan etukäteen ympäristölupaa toiminnalleen. Päätös on lainvoimainen, sillä korkein hallinto-oikeus ei myöntänyt asiassa valituslupaa Nivalan kaupunginhallitukselle (KHO 30.5.2024 t. 1608/2024).

Kukonaho Wind Oy toteaa, että Nivalan kaupungille kesällä 2024 toteutetussa aloitteessa ei tältä osin ole tuotu esille mitään uusia perusteita, joiden johdosta asia olisi muuttunut aikaisempaan käsittelyyn nähden. Kukonahon tuulivoimapuistoa ei vielä ole rakennettu eikä tuulivoimatoimintaa ole aloitettu. Koska Kukonaho Wind Oy ei ole ryhtynyt harjoittamaan alueella tuulivoimalatoimintaa, se ei ole voinut toimia ympäristönsuojelulain tai sen nojalla annettujen säännösten vastaisesti eikä sitä siten voida velvoittaa hakemaan etukäteen ympäristölupaa toiminnalleen.

VII OIKEUDENKÄYNTIKULUJEN KORVAUSVELVOLLISUUS

Lain oikeudenkäynnistä hallintoasioissa (808/2019) 95 §:n mukaisesti oikeudenkäynnin osapuoli on velvollinen korvaamaan toisen osapuolen oikeudenkäyntikulut kokonaan tai osaksi, jos erityisesti asiassa annettu ratkaisu huomioon ottaen on kohtuutonta, että tämä joutuu itse vastaamaan oikeudenkäyntikuluistaan. Hallituksen esityksen (HE 29/2018 vp) mukaan lähtökohtana on, että mikäli päätöksen tehnyt viranomainen häviää asian, se veloitettaisiin korvaamaan toisen osapuolen oikeudenkäyntikulut. Jos oikeudenkäynnin tarve on aiheutunut viranomaisen selvästi lainvastaisesta ratkaisusta, olisi kohtuullista, että yksityinen asianosainen saa korvausta hänelle tästä aiheutuneista oikeudenkäyntikuluista. Tällainen tilanne voi hallituksen esityksen mukaan olla esimerkiksi silloin, kun viranomainen on päätöstä tehdessään ylittänyt toimivaltansa tai kun kyse on selvästi harkintavallan väärinkäytöstä.

Kukonaho Wind Oy toteaa, että teknisen lupajaoksen pöytäkirjassa 8.10.2024 § 63 esitetty ympäristösihteerin päätösesitys on ollut lainmukainen ja oikea. Kuten päätösesityksessä on todettu, ympäristönsuojelulain ja asiassa esitettyjen selvitysten mukaan ympäristöluvan edellyttäminen Kukonahon tuulivoimapuiston toiminnalta on ennenaikaista. Ympäristösihteerin tekemä päätösesitys on ollut myös Vaasan hallinto-oikeuden lainvoimaisen päätöksen 22.11.2023 t. 1492/2023 lopputuloksen ja perusteluiden mukainen.

Mikäli Nivalan kaupungin tekninen lupajaos toistamiseen asettaa Kukonaho Wind Oy:lle kertaalleen jo lainvastaiseksi todetun velvoitteen hakea ympäristölupaa, kyse on ilmeisestä ja tarkoituksellisesta harkintavallan väärinkäytöstä. Tällöin on mahdollista, että hallinto-oikeus velvoittaa Nivalan kaupungin korvaamaan Kukonaho Wind Oy:n vaatimuksesta yhtiölle asian hoitamisesta aiheutuvat oikeudenkäyntikulut.

VIII LUPAJAOSTON JÄSENTEN MAHDOLLINEN ESTEELLISYYS PÄÄTÖKSENTEOSSA

Kukonaho Wind Oy toteaa lopuksi, että hallintomenettelyä koskeva lainsäädäntö edellyttää, että viranomaisten toimien on perustuttava käsiteltävien asioiden puolueettomaan ja objektiiviseen harkintaan.

Kuntalain (410/2015) 97 §:n mukaan muun kunnallisen luottamushenkilön kuin valtuutetun esteellisyydestä säädetään hallintolain (434/2003) 27–30 §:ssä. Hallintolain 27 §:stä ilmenevä esteellisyyttä koskeva keskeinen lähtökohta on, että esteellinen viranhaltija tai luottamushenkilö ei saa ottaa osaa mihinkään asian käsittelyvaiheeseen eli asian vireillepanoon, valmisteluun, päätöksentekoon tai täytäntöönpanoon. Esteellinen henkilö ei saa myöskään olla läsnä asiaa käsiteltäessä.

Esteellisyyssperusteista säädetään hallintolain 28 §:ssä, jonka mukaan esteellisyys muodostuu muun muassa osallisuuden tai luottamushenkilön puolueettomuuteen kohdistuvan muun perustellun epäilyksen johdosta. Useat esteellisyyssperusteet koskevat sekä luottamushenkilöä itseään että hänen läheisiään.

Kukonaho Wind Oy:n käsityksen mukaan asian käsittelyyn on teknisen lupajaoston kokouksessa 8.10.2024 § 63 osallistunut henkilö, joka on allekirjoittanut Nivalan kaupungille 10.6.2024 toimitetun aloitteen. Aloitteen ovat Kukonaho Wind Oy:n käsityksen mukaan allekirjoittaneet myös useat hänen läheisensä. Kyseinen henkilö on siten asianosaisena ollut esteellinen osallistumaan itse ja yhdessä läheistensä kanssa vireille panemansa aloitteen käsittelyyn. Edellä mainittu henkilö on Kukonaho Wind Oy:n käsityksen mukaan lisäksi valittanut Nivalan kaupungin teknisen lupajaoksen Kukonahon tuulivoimaloiden rakennuslupapäätöksestä 25.5.2021 § 39 ja vaatinut valituksessaan rakennuslupien kumoamista.

Aloitteen käsittelyyn on lisäksi sekä kaupunginhallituksen kokouksessa 19.8.2024 § 277 että teknisen lupajaoston kokouksessa 8.10.2024 § 63 osallistunut toinen henkilö, joka on Kukonaho Wind Oy:n käsityksen mukaan valittanut Nivalan kaupungin teknisen lupajaoksen Kukonahon tuulivoimaloiden rakennuslupapäätöksestä 25.5.2021 § 39 ja vaatinut valituksessaan rakennuslupien kumoamista.

Kukonaho Wind Oy katsoo, että mainittujen henkilöiden aikaisempi Kukonahon tuulivoimahankkeeseen kohdistunut valitusprosessi vaarantaa luottamuksen kyseisten henkilöiden puolueettomuuteen käsitellä asiaa ja voi siten muodostaa esteellisyyden hallintolain perusteella.

Esteellisten henkilöiden osallistuminen päätöksentekoon on vakava menettelyvirhe, joka voi johtaa päätöksen kumoamiseen valitustuomioistuinten toimesta. Esteellisyysskysymysten laiminlyönti voi lisäksi johtaa kunnan vahingonkorvausvastuuseen yhtiölle menettelyvirheestä aiheutuneista vahingoista.

IX YHTEENVETO

Kukonaho Wind Oy katsoo, että Kukonahon tuulivoimapuiston suunnittelussa on noudatettu voimassa olevaa tuulivoimarakentamista koskevaa lainsäädäntöä tavalla, joka ei aseta Kukonahon tuulivoimapuiston toiminnanharjoittajalle velvollisuutta hakea toimintaa varten ympäristönsuojelulaissa tarkoitettua ympäristölupaa ennen tuulivoimaloiden käyttöönottoa. Tuulivoimaloiden melu- ja välkevaikutukset alittavat edellä esitetyn mukaisesti sovellettavat ohjearvot ja suositukset eikä Kukonahon tuulivoimapuiston toiminnasta siten ennalta arvioiden voida katsoa aiheutuvan kohtuutonta rasitusta naapureille. Ympäristölupavelvoitteen asettamiselle ei siten ole perusteita.

Kukonaho Wind Oy toteaa edelleen, että Vaasan hallinto-oikeuden jo ker-
ran aikaisemmin lainvastaiseksi toteaman sisältöisen päätöksen tekemi-
nen uudelleen voi johtaa siihen, että hallinto-oikeus paitsi kumoo pää-
töksen, myös velvoittaa Nivalan kaupungin korvaamaan yhtiölle asian
hoitamisesta aiheutuvat oikeudenkäyntikulut.

Lisäksi päätöksen kumoamiseen voi mahdollisessa muutoksenhaussa
johtaa se, että asiaa ei ole käsitelty kaupunginhallituksessa ja teknisessä
jaostossa hallintolain edellyttämällä puolueettomalla tavalla, koska käsit-
telyyn on Kukonaho Wind Oy:n käsityksen mukaan osallistunut esteellisiä
henkilöitä.

X LIITTEET

Liite 1: Kukonahon tuulivoimapuiston meluselvitys,
AFRY Finland Oy, 30.9.2024

Liite 2: Kukonahon tuulivoimapuiston välkeselvitys,
AFRY Finland Oy, 30.9.2024

Helsingissä 12. päivänä marraskuuta 2024

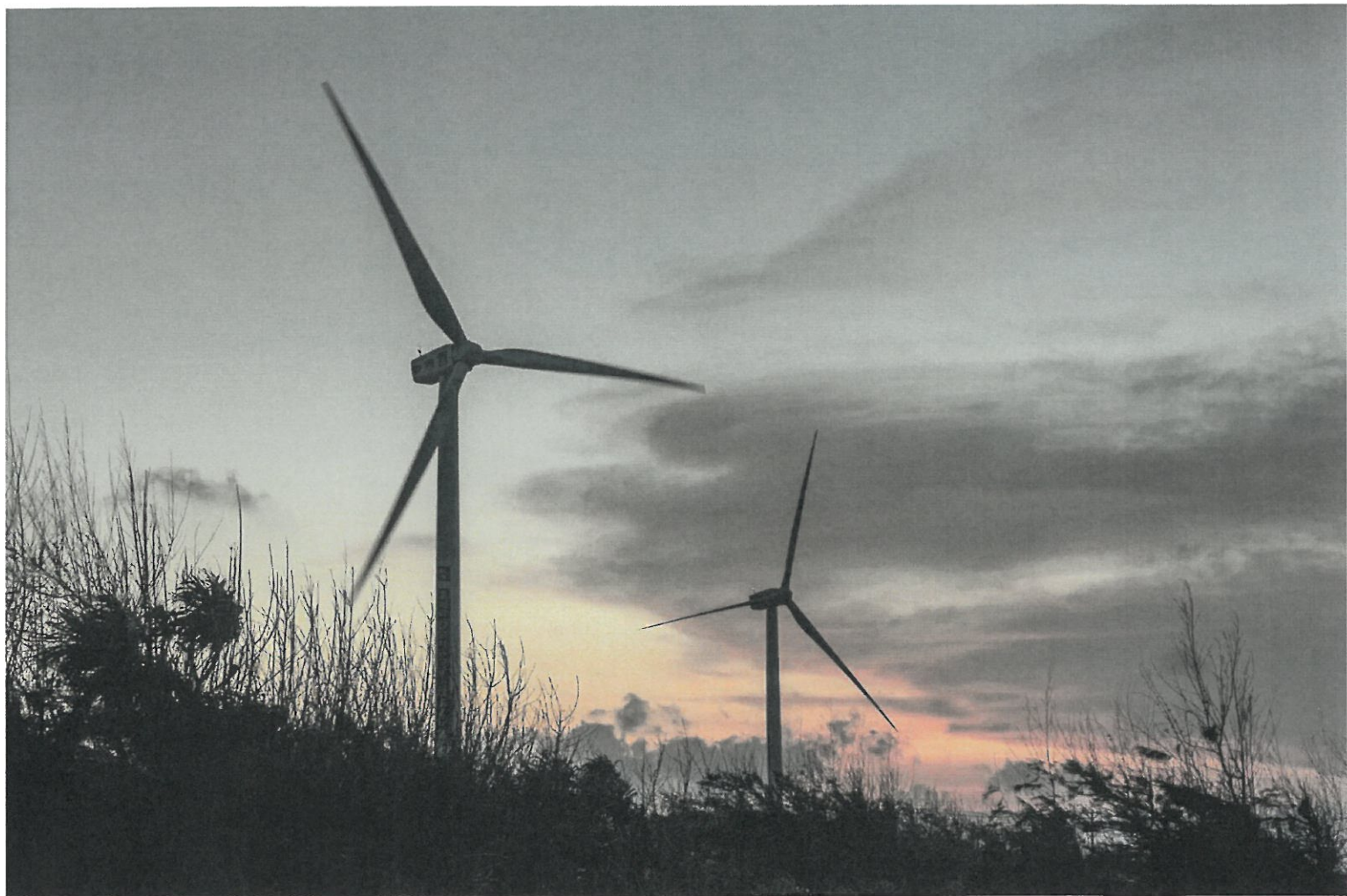
KUKONAHO WIND OY

Laati

Klaus Metsä-Simola
asianajaja, Espoo

Noora Britschgi
asianajaja, Helsinki

Kukonahon tuulivoimapuiston meluselvitys, AFRY Finland Oy, 30.9.2024



TM Voima Kukonaho Oy

Kukonaho

Tuulivoimapuiston meluselvitys

30.9.2024

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101021980-004

Kannen kuva: © AFRY

Selvityksessä on käytetty Maanmittauslaitoksen ja Suomen ympäristökeskuksen avoimien aineistojen käyttöluupien alaista materiaalia, jotka on lisensoitu Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi>.

YHTEYSTIEDOT

Hankkeesta vastaava:

TM Voima Kukonaho Oy

Niklas Hokka

niklas.hokka@ox2.com

Tekijä:

AFRY Finland Oy

Erkki Heikkola

erkki.heikkola@afry.com

Wind and Solar Finland

www.afry.com

Raportin tiedot:

Projektinumero: 101021980-004

Raporttiversio: 001

Raportin tila: VALMIS

Raporttihistoria:

Versio	Pvm/Laatiija	Pvm/Tarkastaja	Merkinnät/Muutokset
001	30.09.2024/ Erkki Heikkola	30.09.2024/ Mika Laitinen	Alkuperäinen

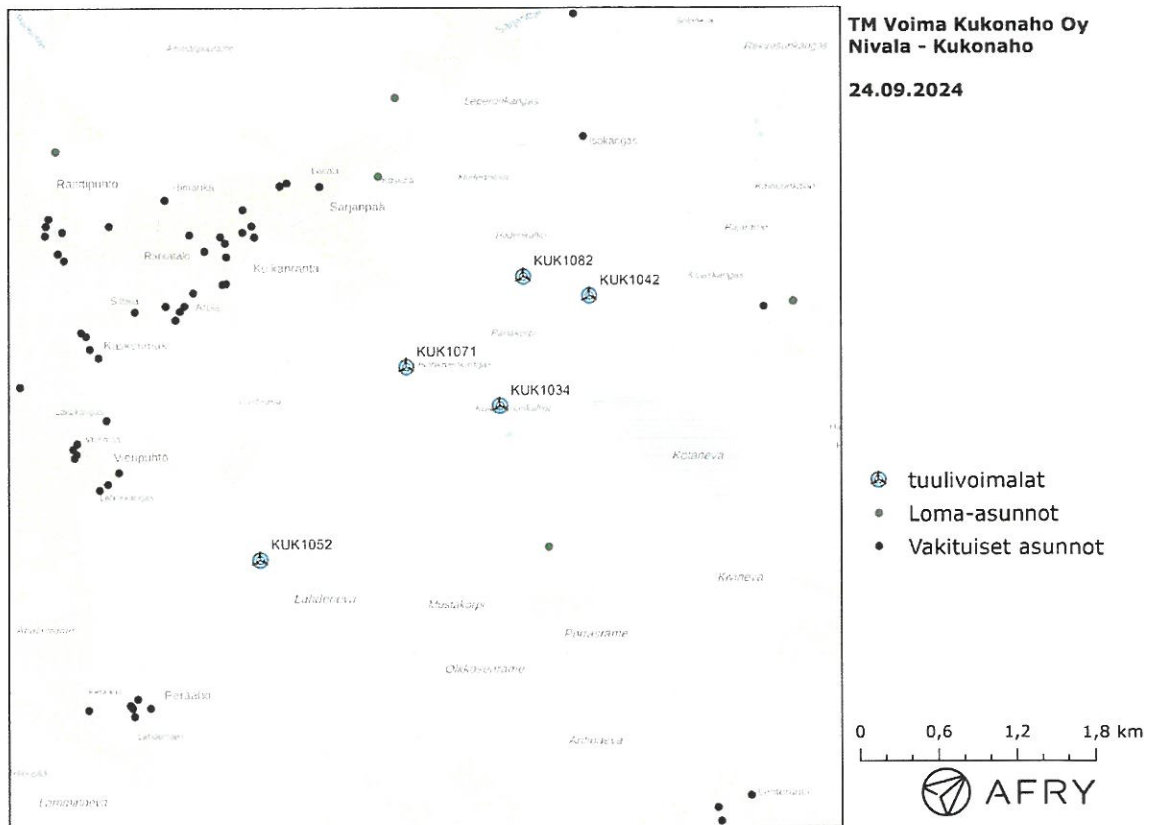
SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUULIVOIMALOIDEN MELU.....	7
2.1	Yleistä tuulivoimamelusta	7
2.2	Melumallinnusohjeistus.....	8
2.3	Ohjeavot	9
2.4	Sisämelutasojen arviointi	10
3	TUULIVOIMAKOHTTEEN MELUMALLINNUS.....	11
3.1	Keskiäänitasojen LAeq mallinnus	11
3.2	Matalataajuisen melun mallinnus	14
4	YHTEENVETO.....	17
5	VIITTEET	18
6	MELUMALLINNUKSEN TIEDOT.....	19

1 JOHDANTO

Selvityksessä arvioidaan Nivalan kaupungin alueelle suunnitellun Kukonahon tuulivoima-
 puiston aiheuttamaa meluvaikutusta laskennallisten mallien avulla. Arviointi on tehty 5
 voimalan suunnitelmalle. Voimaloiden sijainnit on esitetty karttapohjalla kuvassa (Kuva
 1-1) ja koordinaatit annettu taulukossa (Taulukko 1-1).

Melumallinuksissa voimaloille on käytetty napakorkeutta 149 m ja tuulivoimalatyyppin
 V162 6,4 MW (with serrated trailing edges) taaajuusjakaumaa äänitehotasolla 108,6 dB(A)
 (tuulivoimalavalmistajan ilmoittama maksimiäänitehotaso 106,6 dB(A) + varmuusarvo 2
 dB(A)). Tuulivoimalatyyppin melupäästön tunnusarvoa ei pystytä tässä yhteydessä määrit-
 tämään standardin IEC TS 61400-14 mukaisesti, joten ilmoitettuun melupäästön lukuar-
 voon lisätään 2 dB tunnusarvon saamiseksi. Näin määriteltynä selvityksessä käytetyt läh-
 tömelutasot ovat ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisia melupäästön tun-
 nusarvoja.



Kuva 1-1: Tuulivoimaloiden sijainnit Kukonahon hankealueella.

Taulukko 1-1: Tuulivoimaloiden (5 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatissa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
KUK1034	409573	7098129	122,1
KUK1042	410264	7098972	123,0
KUK1052	407742	7096948	109,0
KUK1071	408857	7098427	115,4
KUK1082	409752	7099120	115,8

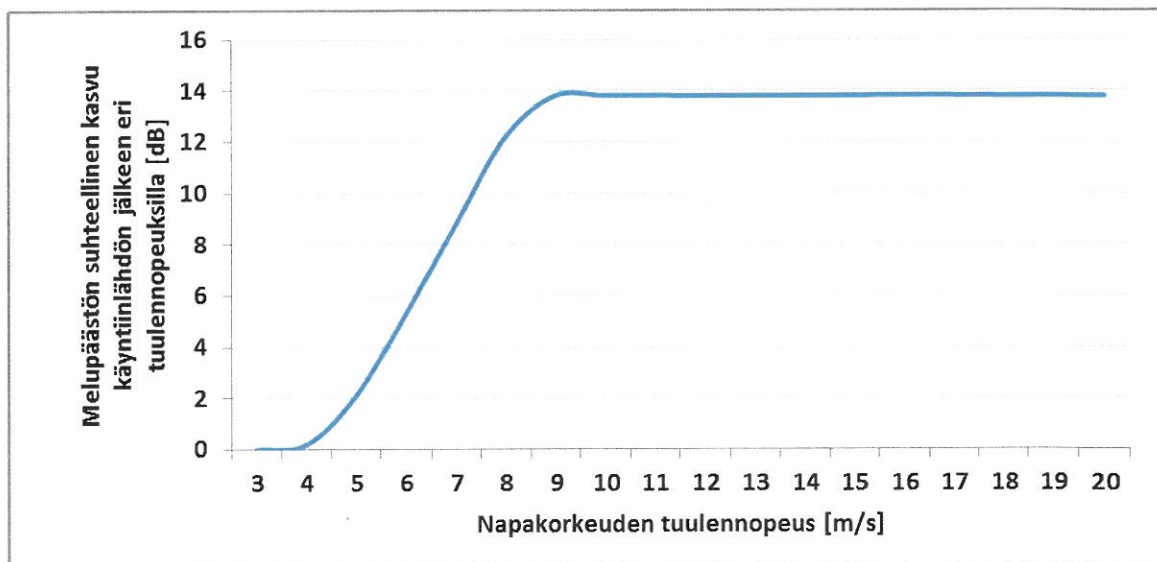
2 TUULIVOIMALOIDEN MELU

2.1 Yleistä tuulivoimamelusta

Tuulivoimalaitosten käyntiäänin 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 [14]. Tuulivoimamelu on A-taajuusjakaumaltaan painottunut tyypillisesti 200–1000 Hz:n väliin.

Modernit kolmilapaiset tuulivoimalaitokset ovat nykyisin ylävirtalaitoksia, joissa siivistö sijaitsee tuulen etupuolella suhteessa voimalan torniin. Katsottaessa aerodynaamisen melun suuntaavuutta ylhäältä käsin on siivistön äänitaso sivutuulen puolelta noin 4–6 dB alhaisempi kuin tuulen ylä- ja alapuolilla samalla etäisyydellä [17].

Vaihtuvanopeuksisen tuulivoimalan äänipäästö on suoraan verrannollinen tuulennopeuteen siten, että alhaisilla tuulilla eli hitaalla roottorin pyörimisnopeudella ja lähellä käyntiäntiähtönopeutta lähtöäänitaso on usein noin 10–15 dB alhaisempi kuin voimalan nimellisteholla, jossa roottori saavuttaa suurimman kierrosnopeuden (Kuva 2-1).



Kuva 2-1: Esimerkkikuva äänipäästön kasvusta napakorkeuden tuulennopeuden mukaan. Äänitason nousu tasoittuu n. 10 m/s voimalan napakorkeudella mitatun tuulennopeuden jälkeen.

Äänipäästön L_{WA} huipputaso saavutetaan tyypillisesti voimalan nimellistehotasolla, joka tarkoittaa tyypillisesti yli 10 m/s tuulennopeutta napakorkeudella voimalamallista ja etenkin tornikorkeudesta riippuen. Tuulennopeuden edelleen kasvaessa tuulivoimalan siipikulmasääto tasoittaa äänitehotason nousun roottorin pyörimisnopeuden pysyessä ennallaan.

Taustamelu, kuten liikennemelu ja teollisuusmelu sekä tuulen tuottama aallokko- ja puustokohina, peittävät tuulivoimaloiden melua, mutta peittoäänet ovat ajallisesti ja tasoltaan vaihtelevia. Tuulikohina esimerkiksi puustossa on taajuuskaistaltaan laajakaistaista ja tuulensuunnasta, puulajeista, vuodenajasta ja tuulennopeudesta riippuva. Puustokohinan äänitaso mittauskorkeudella 1,5 m voi nousta kuitenkin tuulennopeuden mukaan kokemusperäisesti jopa yli 60 dB:n tasolle [16].

Ilmakehän pystysuuntaisen stabiilisuuden ja ilmavirran turbulenssin vaihtelut vuorokauden eri aikoina voivat vaikuttaa tuulisuuden tasoon eri korkeuksilla [15]. Ilmakehän neutraalin stabiilisuuden vallitessa 8 m/s tuulennopeus 10 metrin korkeudella vastaa korkeudella 100 m nopeutta 12 m/s, korkeudella 160 m nopeutta 14 m/s ja korkeudella 200 m nopeutta 15 m/s.

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 tuotantototehoon. Modernit voimalamallit sisältävät usein myös siiven jättöreunan sahalaidoituksen, joka vähentää melupäästöä nimellisteholla tällä hetkellä noin 2–3 dB ja tulevaisuudessa vieläkin enemmän serraatioiden tuotekehityksen johdosta [13].

Tarkempia taustatietoja tuulivoimaloiden aiheuttaman melun syntymekanismeista, luonteesta ja vaikutuksista on koottuna julkaisuihin [1], [2] ja [5].

2.2 Melumallinnusohjeistus

Ympäristöministeriö on julkaissut 28.2.2014 ohjeen tuulivoimaloiden melun mallintamiseen [7]. Ohjeessa on annettu tietoja mallinnusmenettelyistä arvioitaessa tuulivoimaloiden aiheuttamaa melukuormitusta ympäristönsuojelulain täytäntöönpanossa ja soveltamisessa sekä maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa menettelyissä. Ohjeissa määritellään yksityiskohtaisesti käytettävät mallit, niiden parametrit ja lähtötiedot sekä tulosten esittämis- tavat. 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 tuulivoimalan melupäästön tunnusarvoa (declared value) L_{WAd} . Se määritellään standardin IEC 61400-11 mukaisissa mittauksissa äänitehotasoksi, jonka varmuus melupäästön mahdollisessa verifoinnissa on 95 %. Tunnusarvo koostuu mitatusta keskimääräisestä äänitehotasosta L_{WA} sekä varmuusarvosta K , joka vastaa voimalatyyppien 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 tuulivoimaloiden 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 ympäristöolosuhtearvoja. Maaston pinnan laatu ja muoto otetaan mallinnuksessa erillisinä huomioon. Lisäksi matalataajuisen äänen eteneminen tulee mallintaa erikseen ohjeistuksessa määritellyn erillislaskennan avulla, joka perustuu Tanskassa annettuun

ohjeistukseen, jonka parametreja on mukautettu Suomen olosuhteisiin [3]. Laskennassa otetaan huomioon geometrinen etäisyysvaimennus sekä ohjeistuksen mukaiset ilmakehän absorption ja maastovaikutuksen parametrit. Matalataajuisen äänen 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.

2.3 Ohjearvot

Valtioneuvoston 1.9.2015 voimaan astunut asetus 1107/2015 määrittää tuulivoimaloiden aiheuttaman ulkomelutason ohjearvot [9]. Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Ohjearvot määritetään melun A-painotettuina päivä- (klo 07–22) ja yöajan (klo 22–07) ekvivalenttimelutasoina ulkoalueille asumiseen käytettävillä alueilla. Valtioneuvoston asetus korvaa aiemmat ympäristöministeriön suosittamat suunnitteluarvot tuulivoimaloiden ulkomelutasoille [8].

Valtioneuvoston aiemmassa melutasoihin liittyvässä päätöksessä 993/1992 on annettu luonnonsuojelualueille päiväajan ohjearvo 45 dB(A) ja yöajan ohjearvo 40 dB(A) [10]. Tuulivoimameluasetuksen 1107/1/2015 perustelumuiiston mukaan asetusta ei sovelleta kaikilla luonnonsuojelualueilla, vaan ainoastaan yleiselle virkistyskäytölle tärkeillä luonnonsuojelualueilla, joille on rakennettu käyttöä palvelevia polkuja ja muita rakenteita. Aieman melupäätöksen 993/1992 luonnonsuojelualueiden ohjearvoja ei siis tuulivoimamelun osalta sovellettaisi.

Kun laskennallisia melutasoja verrataan valtioneuvoston asetuksen ohjearvoihin, lasketuun melutasoon ei tehdä korjausta melun impulssimaisuuden tai kapeakaistaisuuden vuoksi. Ympäristöministeriön melumallinnusohjeistuksen [7] mukaan näiden vaikutusten oletetaan lähtökohtaisesti sisältyvän valmistajan ilmoittamiin melupäästön tunnusarvoihin, joita käytetään laskennan lähtötietoina. Sen sijaan valvonnan yhteydessä tehtäviin mitaustuloksiin lisätään 5 dB ennen valtioneuvoston ohjearvoon vertaamista, mikäli tuulivoimalan ääni sisältää kapeakaistaisia tai impulssimaisia komponentteja. Valtioneuvoston ohjearvot on koottu taulukkoon (Taulukko 2-1).

Taulukko 2-1: Mallinnustulosten arvioinnissa sovellettavat valtioneuvoston asetuksen mukaiset ohjearvot.

Tuulivoimamelun ohjearvot	LA _{eq} päiväajalle (klo 7–22)	LA _{eq} yöajalle (klo 22–7)
Pysyvä asutus, Loma-asutus, Hoitolaitokset, Leirintäalueet	45 dB	40 dB
Oppilaitokset, Virkistysalueet	45 dB	-
Kansallispuistot	40 dB	40 dB

Sosiaali- ja terveysministeriö on määrittänyt 15.5.2015 voimaan astuneessa asumisterveysasetuksessa toimenpiderajat matalataajuiselle yöaikaiselle melulle sisätiloissa [6]. Melun toimenpiderajat on annettu terssikaistoittain painottamattomille tunnin keskiäänitasoille, ja ne on lueteltu taulukossa (Taulukko 2-2). Ohjeistuksen mukaiset mallinnustulokset vastaavat matalataajuisen melun tasoa ulkotiloissa, joten ne eivät ole suoraan verrannollisia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Ulkomelutasojen avulla voidaan kuitenkin

arvioida sisämelutasoja, kun rakennuksen vaipan ääneneristävyys tunnetaan riittäväällä tarkkuudella.

Taulukko 2-2: Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat sisämelulle terssikaistoittain. Desibeliarvot ovat taajuuspainottamattomia.

Taajuus [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Äänitaso $L_{eq,1h}$ [dB]	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

2.4 Sisämelutasojen arviointi

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annetaan matalien taajuuksien 20–200 Hz tunnin keskiäänitasojen (Taulukko 2-2) 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 $L_{eq,1h}$ mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Ympäristöministeriön melumallinnusohjeet eivät sisällä erillisiä ohjeita sisämelun kokonaissäätömallintamiseksi. Yöajan sisämelun toimenpiderajojen oletetaan kuitenkin alittuvan, mikäli melumallinnuksen antamat ulkomelutasot sekä matalataajuisen sisämelun tasot alittavat valtioneuvoston asetuksen ohjearvot ja asumisterveysasetuksen toimenpideravot. Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaan uudisrakennusten ulkovaipan ääneneristetyksen 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 ääneneristävyyttä on tutkittu artikkelissa [4], jossa on esitetty taajuuskohtaiset äänitasoerot matalille taajuuskaistoille 20-200 Hz. Artikkelin arvot (Taulukko 3-3) on määritetty tilastollisesti niin, että ne ylittyvät 84 % todennäköisyydellä suomalaisissa pientaloissa, ja niitä on käytetty tässä selvityksessä matalataajuisen sisämelutasojen arviointiin. Rakennusten ilmaäänieristyksen keskimääräinen profiili kasvaa korkeammille taajuuksille mentäessä, jonka perusteella mallinnusohjeistuksen mukainen sisämelujen arviointi tehdään vain matalille taajuuksille. Jos matalataajuisen sisämelun tasojen todetaan pysyvän annetuissa toimenpiderajoissa, myös kokonaismelun tasot pysyvät todennäköisesti raja-arvojen alapuolella.

3 TUULIVOIMAKOHTTEEN MELUMALLINNUS

3.1 Keskiäänitasojen LAeq mallinnus

Tuulivoimaloiden aiheuttaman keskiäänitason mallinnus on suoritettu laskentastandardin ISO 9613-2 mukaisesti AFRY Numerola -mallinnusohjelmistolla. Mallinnuksessa on käytetty voimalatyyppin V162 6,4 MW (with serrated trailing edges) taajuusjakaumia. Taajuusjakaumat on saatu seuraavista tuulivoimalavalmistajan dokumenteista:

- Third octave noise emission EnVentus™ 162-6.4MW 50/60 Hz. Document no. 0133-3544_02. 2023-05-12.

Esitetyt melutasot perustuvat tuulivoimalatyyppillä tehtyihin mittauksiin, joiden perusteella on määritetty melutasojen odotusarvot 1/3-oktaaveittain. Dokumentissa ilmoitettuihin melutasoihin on lisätty ympäristöministeriön 14.9.2016 antaman lisäohjeistuksen mukainen 2 dB:n varmuusarvo [11]:

”Takuuarvoa ei ole aina esitetty dokumentissa IEC 61400-14 standardin määrittämällä tavalla ja takuuarvo joudutaan tällöin arvioimaan hankekehittäjän tai meluselvitystä tekevän konsultin toimesta. Tässä tapauksessa laskeminen tulee suorittaa IEC 61400-14 mukaisesti. Mikäli takuuarvoa ei ole mahdollista määrittää standardin IEC 61400-14 mukaisesti, tulee tuulivoimalan melupäästön lukuarvoon lisätä varmuusarvona 2 dB takuuarvon saamiseksi.”

Tuulivoimalatyyppin V162 6,4 MW ilmoitettu äänitehotaso on 106,6 dB(A). Mallinuksissa voimaloille on käytetty äänitehotasoa 108,6 dB(A). Mallinuksissa käytetyt taajuusjakaumat vastaavat tuulennopeutta 14 m/s napakorkeudella 149 m, jonka arvioidaan vastaavan melumallinnusohjeistuksen mukaista referenssinopeutta 8 m/s 10 m korkeudella. Tuulivoimaloiden melun impulssimaisuuteen tai amplitudimodulaatioon liittyvää sanktiota ei ole käytetty mallinuksissa.

Tuulivoimalatyyppien melupäästön kapeakaistaisuuden arvioinnissa on käytetty ympäristöministeriön raportissa Ympäristömelun mittaaminen [12] esitettyä yksinkertaista menetelmää, joka perustuu äänitehotasojen vertailuun terssikaistoittain (1/3-oktaaveittain). Melun tulkitaan olevan kapeakaistaista, mikäli ainakin yhden terssikaistan äänitehotaso on vähintään 5 dB suurempi kuin välittömästi kyseisen kaistan ala- ja yläpuolella olevien terssikaistojen tasot. Luvussa 6 esitettyjen melun taajuusjakaumien mukaan tämä ehto ei toteudu, joten melun kapeakaistaisuuteen liittyvää sanktiota ei ole käytetty.

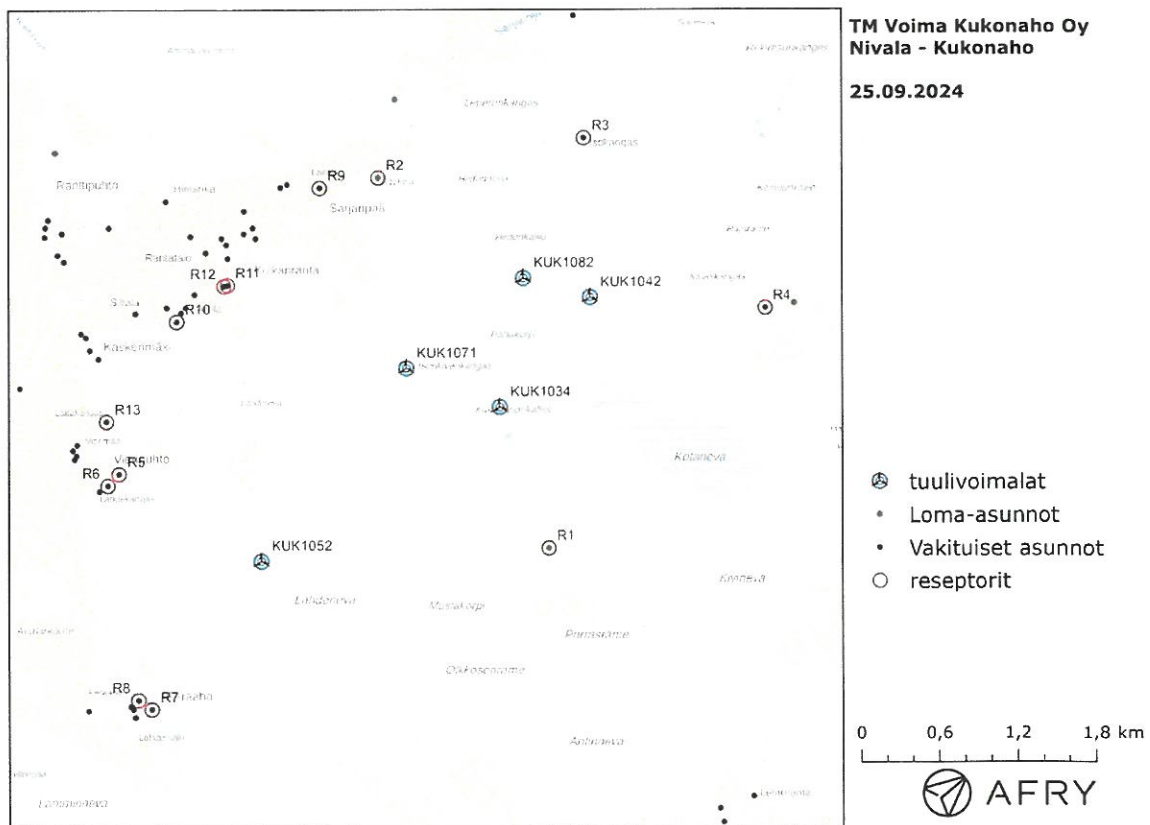
Maaston korkeusaineistona on käytetty Maanmittauslaitoksen aineistoa *Korkeusmalli 2 m*, jonka pystysuuntainen tarkkuus on 0,3 m ja vaakasuuntainen resoluutio 2 m. Melutasot tuulivoimaloiden ympäristössä laskettiin hilapisteistöön, jonka korkeus on (ohjeistuksen mukaisesti) 4 m maanpinnasta ja vaakaresoluutio 10 m. Ilmakehän absorptio aiheuttama vaimennus, äänen suuntaavuus ja sääolosuhteiden vaikutus äänen etenemiseen on määritetty ympäristöministeriön ohjeistusten mukaisesti. Tuulivoimalan sijoituspaikan ympäristössä maaston vaikutuskerroin on ollut maa-alueilla 0,4 ja vesialueilla 0,0. Mallinnusohjeistuksen mukaisesti tuulivoimalan melupäästöön lisätään 2 dB, mikäli voimalan ja melulle altistuvan kohteen välinen korkeusero ylittää 60 m. Akustisen laskennan lähtötiedoista ja parametreista on tehty yhteenveto lukuun 6.

Taulukossa (Taulukko 3-1) on määritelty tuulivoimaloiden ympäristöstä 13 pistettä, joiden kohdilla keskiäänitason LAeq ja matalataajuisen melun tasoja tarkastellaan tarkemmin. Pisteet on valittu asuntojen kohdilta, joihin kohdistuu suurin meluvaikutus. Näitä pisteitä

kutsutaan reseptoreiksi, ja niiden paikat suhteessa tuulivoimaloihin on esitetty karttapohjalla (Kuva 3-1). Reseptorit sijaitsevat noin 1,2-1,6 km etäisyydellä voimaloista.

Taulukko 3-1: Reseptorien koordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa.

Reseptori	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	409947	7097044	117,9	Lomarakennus
R2	408642	7099888	103,0	Lomarakennus
R3	410220	7100194	118,1	Vakituinen asuinrakennus
R4	411605	7098887	125,0	Vakituinen asuinrakennus
R5	406664	7097618	97,0	Vakituinen asuinrakennus
R6	406578	7097528	96,0	Vakituinen asuinrakennus
R7	406910	7095808	97,1	Vakituinen asuinrakennus
R8	406809	7095879	98,8	Vakituinen asuinrakennus
R9	408196	7099810	100,8	Vakituinen asuinrakennus
R10	407097	7098786	100,6	Vakituinen asuinrakennus
R11	407487	7099065	101,8	Vakituinen asuinrakennus
R12	407459	7099058	100,9	Vakituinen asuinrakennus
R13	406567	7098020	96,1	Vakituinen asuinrakennus

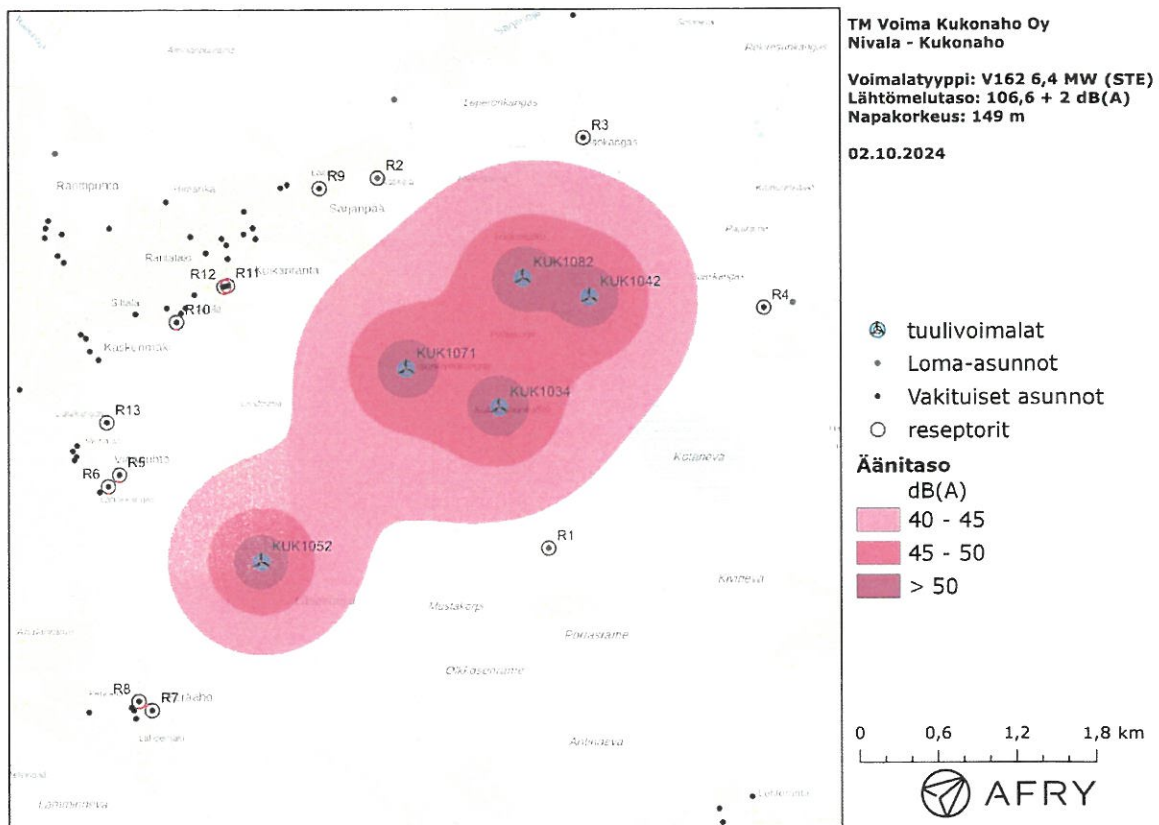


Kuva 3-1: Reseptoreiden paikat Kukonahon tuulivoimapuiston hankealueella.

Meluvaikutus

Tuulivoimaloiden aiheuttama mallinnettu keskiäänitaso LAeq on esitetty karttakuvana (Kuva 3-2). Alueen rakennustieto perustuu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ai-neistoon, jossa on eritelty alueen asuinrakennukset ja loma-asunnot. Karttakuvaan on merkitty keskiäänitasojen 40 dB(A), 45 dB(A) ja 50 dB(A) mukaiset vyöhykkeet, joita käytetään apuna tulosten arvioinnissa.

Keskiäänitasot reseptoreiden kohdilla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-2). Mallinnustulosten perusteella keskiäänitasot jäävät valtioneuvoston asetuksen 40 dB(A):n ohjearvon alapuolelle kaikkien alueen asuin- ja lomarakennusten kohdilla.



Kuva 3-2: Keskiäänitasot LAeq Kukonahon tuulivoimapaiston hankealueella.

Taulukko 3-2: Keskiäänitasot LAeq reseptoripisteiden kohdilla.

Reseptori	Äänitaso dB(A)
R1	37,7
R2	37,2
R3	38,1
R4	35,6
R5	34,8
R6	34,7
R7	33,3
R8	33,3
R9	35,8
R10	34,0
R11	35,2
R12	35,1
R13	32,3

3.2 Matalataajuisen melun mallinnus

Matalataajuisen melun laskenta on suoritettu ympäristöministeriön mallinnusohjeistuksen mukaisesti [7]. Laskennan lähtötietona on käytetty samoja valmistajan ilmoittamia melun taajuusjakaumia kuin keskiäänitasojen mallinnuksessa, mutta rajoittuen 1/3-oktaaveittain taajuuksille 20–200 Hz. Matalataajuisen melun laskenta suoritetaan taajuuspainottamattomilla melutasoilla.

Meluvaikutus

Matalataajuisen melun arvioinnissa käytetään Suomen asumisterveysasetuksessa määritellyjä taajuuskohtaisia arvoja, jotka antavat toimenpiderajat matalataajuisen melun yöaikaisille *sisämelutasoille* (Taulukko 2-2). Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukainen mallinnus antaa matalataajuisen *ulkomelun* tasot voimaloita lähimpien rakennusten kohdilla. Tulokset eivät siis ole suoraan vertailukelpoisia asumisterveysasetuksen arvoihin, vaan tuloksinna pitää huomioida myös rakennusten ulkovaipan ääneneristävyys.

Ympäristöministeriön ohjeiden mukainen matalataajuisen melun laskenta perustuu Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa esitettyyn menetelmään [3], jonka parametreihin on tehty joitakin Suomen olosuhteisiin perustuvia tarkennuksia. Tanskan menetelmässä on määriteltä rakennuksesta aiheutuva äänitasoero (ΔL_{σ}) taajuuskaistoittain, jolloin saadaan laskettua myös sisämelutasot ja toimenpiderajoihin verrannolliset mallinnustulokset.

Tässä raportissa käytetyt rakennusten parametrit perustuvat tutkimukseen suomalaisten pientalojen äänieristävyyden arvoista [4]. Turun ammattikorkeakoulussa tehdyssä tutkimuksessa esitetyt arvot perustuvat suomalaisissa pientaloissa tehtyihin mittauksiin, joiden avulla on johdettu tilastollinen estimaatti talojen ääneneristävyyksille eri taajuuksilla. Artikkelin [4] äänitasoerot ylittyvät 84 % todennäköisyydellä suomalaisissa pientaloissa, ja ne ovat selkeästi alhaisempia kuin Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa annetut arvot. Ne antavat siten konservatiivisen arvion rakennusten aiheuttamalle ääneneristävyydelle, ja tässä raportissa vertailurakennusten matalataajuisia sisämelutasoja arvioidaan käyttäen

näitä alempia äänitasoeroja. Taulukossa (Taulukko 3-3) on esitetty sekä Tanskan ympäristöhallinnon ohjeissa että artikkelissa [4] annetut äänitasoerot.

Taulukko 3-3: Rakennuksen äänitasoerot taajuuskaistoittain.

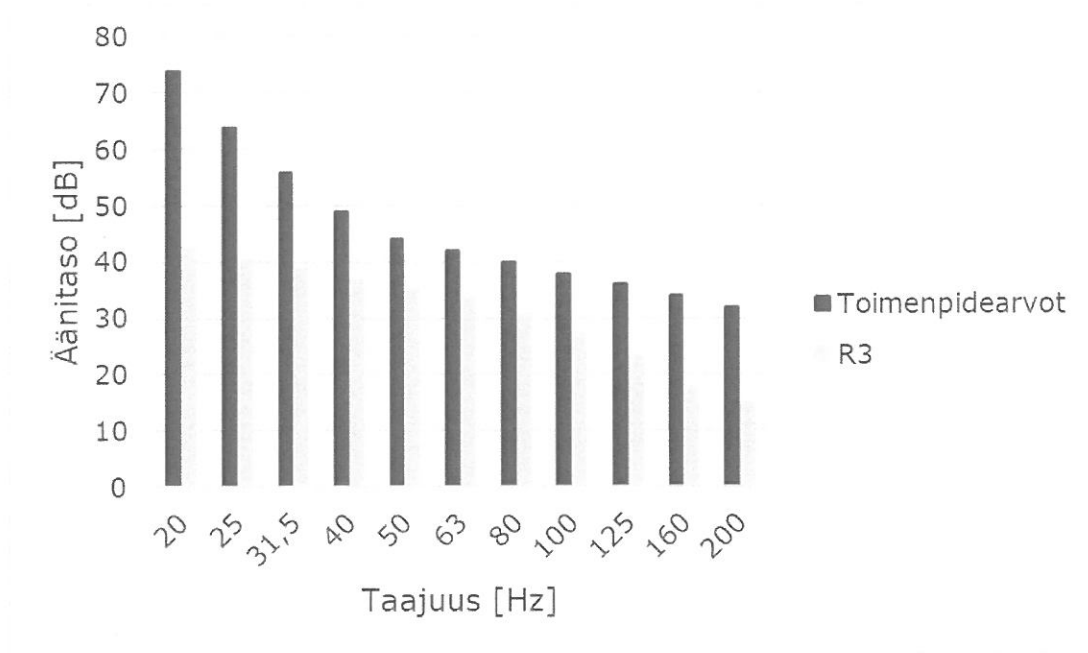
Taajuus [Hz]	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Äänitasoero [dB] (Tanskan ohjeistus)	6,6	8,4	10,8	11,4	13,0	16,6	19,7	21,2	20,2	21,2	-
Äänitasoero [dB] (viite [4])	7,6	8,3	9,2	10,3	11,5	13,0	14,8	16,8	18,8	21,1	22,8

Melutasoja tarkastellaan aiemmin määriteltyjen reseptoreiden paikoilla. Lisäksi lasketaan sisämelutasot eniten melulle altistuvassa kohteessa käyttäen alempia äänitasoeroja (Taulukko 3-3) ja verrataan näitä tuloksia Asumisterveysasetuksen arvoihin. Tuulivoimaloiden aiheuttama matalataajuinen ulkomelutaso reseptoreiden kohdilla taajuuskaistoittain ja ilman taajuuspainotusta on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-4). Taulukkoon on eritelty ohjeistuksen mukaisesti lasketut ulkotilojen melutasot.

Korkeimmat matalataajuisen melun tasot kohdistuvat reseptoripisteeseen R3, jonka kohdalla on laskettu myös sisämelutasot ja verrattu niitä Asumisterveysasetuksen arvoihin (Kuva 3-3). Kun otetaan huomioon rakennuksien ääneneristävyys, melutasot jäävät toimenpiderajojen alapuolelle koko taajuusvälillä.

Taulukko 3-4: Matalataajuisen ulkomelun äänitasot (dB) reseptoreiden kohdilla.

taajuus	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49,9	48,6	47,8	46,9	46,6	46,4	45,3	43,8	41,7	38,7	37,5
R2	49,5	48,3	47,5	46,6	46,3	46,1	45,0	43,5	41,4	38,3	37,1
R3	50,1	48,9	48,1	47,1	46,8	46,6	45,5	44,0	42,0	39,0	37,8
R4	48,3	47,1	46,3	45,3	45,0	44,8	43,7	42,2	40,1	37,0	35,7
R5	47,6	46,4	45,6	44,7	44,4	44,2	43,0	41,5	39,4	36,3	35,0
R6	47,4	46,2	45,4	44,4	44,1	43,9	42,8	41,2	39,1	36,0	34,7
R7	46,3	45,0	44,2	43,3	43,0	42,7	41,6	40,0	37,9	34,8	33,5
R8	46,2	45,0	44,2	43,2	42,9	42,7	41,6	40,0	37,9	34,7	33,4
R9	48,5	47,3	46,5	45,6	45,3	45,0	43,9	42,4	40,3	37,2	35,9
R10	47,2	46,0	45,2	44,2	43,9	43,7	42,6	41,0	38,9	35,7	34,4
R11	48,1	46,8	46,0	45,1	44,8	44,6	43,4	41,9	39,8	36,7	35,4
R12	48,0	46,8	45,9	45,0	44,7	44,5	43,3	41,8	39,7	36,6	35,3
R13	46,6	45,4	44,6	43,7	43,4	43,1	42,0	40,4	38,3	35,1	33,8



Kuva 3-3: Matalataajuisen sisämelun tasot reseptorin R3 kohdalla.

4 YHTEENVETO

Raportissa on esitetty Nivalan kaupungin alueelle suunnitellun Kukonahon tuulivoimapuiston ympäristölleen aiheuttaman meluvaikutuksen laskennalliset arviot. Vaikutusten arvioinnit on tehty 5 voimalan suunnitelmalle.

Mallinnusten perusteella melutasot alueen loma- ja asuinrakennusten kohdilla jäävät alle valtioneuvoston ohjearvojen. Myös matalataajuisen melun tasot pysyvät kaikkien rakennusten kohdalla asumisterveysasetuksessa asetettujen arvojen alapuolella.

5 VIITTEET

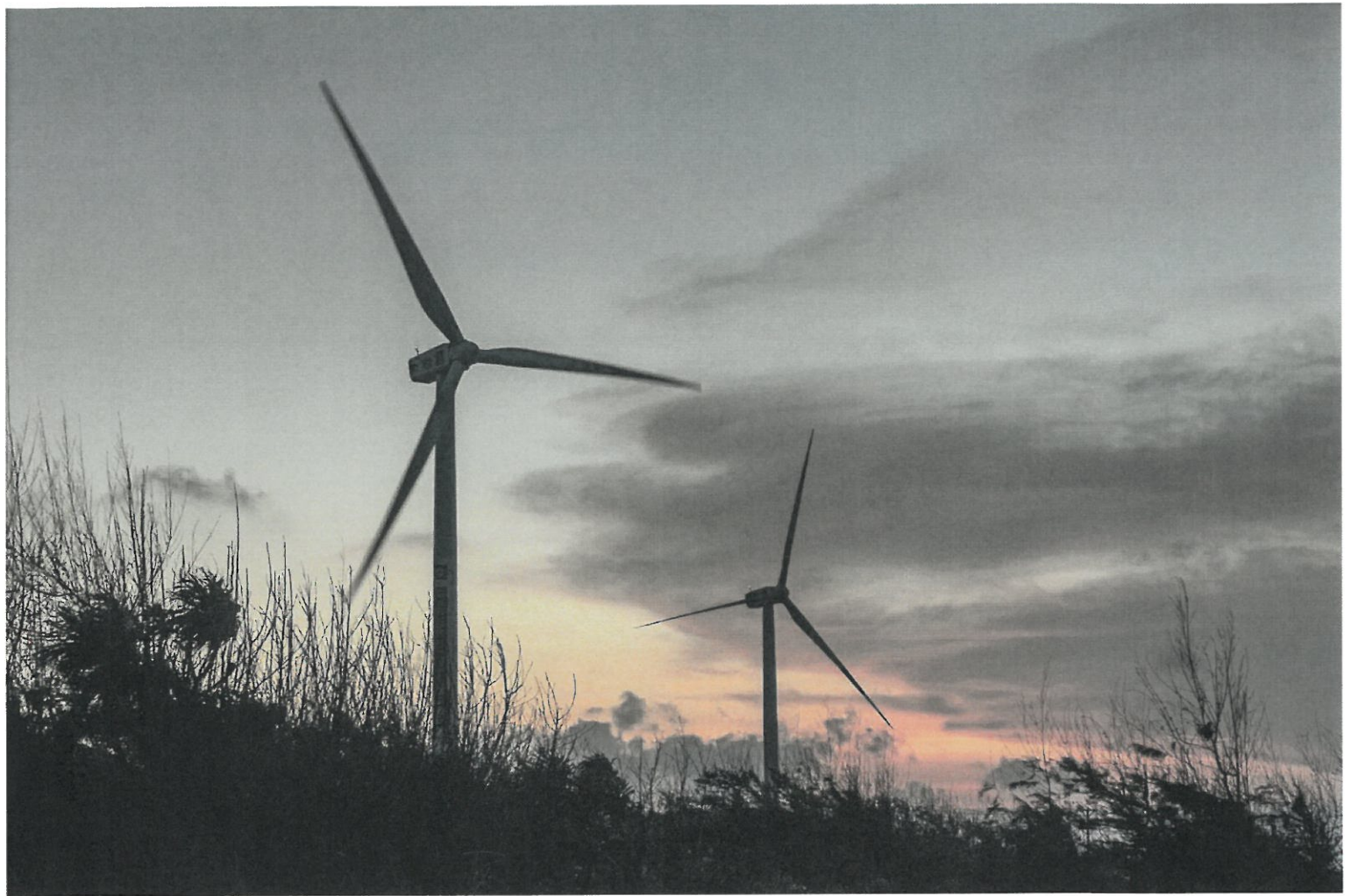
- [1] C. Di Napoli: Tuulivoimaloiden melun syntytavat ja leviäminen, Suomen Ympäristö 4, 2007.
- [2] D. Siponen: Noise Annoyance of Wind Turbines, VTT Research Report VTTR-00951-11, 2011.
- [3] J. Jakobsen: Danish regulation for low frequency noise from wind turbines, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control 31(4), 2012.
- [4] J. Keränen, J. Hakala, V. Hongisto: The sound insulation of façades at frequencies 5–5000Hz, Building and Environment 156, 2019.
- [5] S. Uosukainen: Tuulivoimaloiden melun synty, eteneminen ja häiritsevyys, VTT Tiedotteita 2529, 2010.
- [6] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Sosiaali- ja terveysministeriö 2015.
- [7] Tuulivoimaloiden melun mallintaminen, Ympäristöhallinnon ohjeita 2|2014. Ympäristöministeriö.
- [8] Tuulivoimarakentamisen suunnittelu. Päivitys 2016. Ympäristöhallinnon ohjeita 5|2016. Ympäristöministeriö, 2016.
- [9] Valtioneuvoston asetus 1107/2015 tuulivoimaloiden ulkomelutason ohjearvoista. Astui voimaan 1.9.2015.
- [10] Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista. Astui voimaan 1.1.1993.
- [11] Yhteenveto tuulivoimaloiden melupäästön takuuarvon käyttämisestä meluselvityksissä liittyvästä kyselystä. Ympäristöministeriö, 14.9.2016.
- [12] Ympäristömelun mittaaminen. Ympäristöministeriö, Ohje I 1995.
- [13] C. A. León: 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.
- [14] M. Gupta, K. Madsen: Advancements in continuous learning for tonality free turbine design. Conference Proceedings. 8th International Conference on Wind Turbine Noise, Lissabon, June 12-14, 2019.
- [15] K. Bolin: The Influence of Background Sounds on Loudness and Annoyance of Wind Turbine Noise. Acta Acustica united with Acustica, Vol 98 (2012) pages 741-748.
- [16] D. Halstead, N. Tam: 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.
- [17] S. Oerlemans, J.G. Schepers: Prediction of wind turbine noise directivity and swish, Proc. 3rd Int. conference on wind turbine noise, Aalborg, Denmark, 2009.

6 MELUMALLINNUKSEN TIEDOT

Raportin ja raportioijan tiedot					
Mallinnusraportin numero/tunniste: 101021980-004.001			Raportin hyväksyntäpäivämäärä: 30.09.2024		
Tekijä/organisaatio, yhteystiedot: AFRY Finland Oy					
Vastuuhenkilöt: Erkki Heikkola					
Laatija: Erkki Heikkola			Tarkastaja/hyväksyjä: Mika Laitinen		
Mallinnusohjelman tiedot					
Mallinnusohjelma ja versio: AFRY Numerola -mallinnusohjelmisto			Mallinnusmenetelmä: ISO 9613-2		
Tuulivoimalan/Tuulivoimaloiden tiedot					
Tuulivoimalan valmistaja: Vestas			Tyyppi: V162 6.4 (with serrated trailing edges)		Sarjanumero/t:
Nimellisteho: 6.4 MW	Napakorkeus: 149 m		Roottorin halkaisija: 162 m	Tornin tyyppi:	
Mahdollisuudet vaikuttaa tuulivoimalan melupäästöön käytön aikana ja sen vaikutus meluun					
Lapakulman säätö		Pyörimisnopeus		Muu, mikä	
Kyllä	dB	Kyllä	dB		dB
Ei	Ei tiedossa	Ei	Ei tiedossa		dB

Melun erityispiirteiden mittaustulos ja havainnot:											
Kapeakaistaisuus/ tonaalisuus		Impulssimaisuus		Merkityksellinen sykintä (amplitudi- modulaatio)		Muu, mikä:					
kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei				
Laskentakorkeus						Laskentaruudun koko [m x m]					
4 m						10 m x 10 m					
Suhteellinen kosteus						Lämpötila					
70 %						15 C°					
Maastomallin lähde ja tarkkuus											
Maastomallin lähde: Maanmittauslaitos						Vaakaresoluutio:		Pystyresoluutio:			
						2 m		0,3 m			
Maan- ja vedenpinnan absorptio ja heijastuksen huomioiminen, käytetyt kertoimet											
ISO 9613-2											
Vesialueet, (0) / (G)											
Maa-alueet, (0,4) / (A-D/E-F)											
Maa-alueet (0) / (G)											
Ilmakehän stabiilius laskennassa/meteorologinen korjaus											
Neutraali											
Voimalan äänen suuntaavuus ja vaimentuminen											
Vapaa avaruus											
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (ilman meluntorjuntaa/voimalan ohjausta)											
Asukkaat: 0 kpl				Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl				Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melulle altistuvat asukkaat ja kohteet, lkm (meluntorjunta/voimalan ohjaus huomioiden)											
Asukkaat: 0 kpl				Vapaa-ajan rakennukset: 0 kpl				Hoito- ja oppilaitokset: 0 kpl			
Melun leviäminen virkistys- tai luonnonsuojelualueille											
Virkistysalueet: 0 kpl						Luonnonsuojelualueet: 0 kpl					
Lineaariset melutasot [dB] altistuvien kohteiden (rakennusten) ulkopuolella:											
Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
R1	49,9	48,6	47,8	46,9	46,6	46,4	45,3	43,8	41,7	38,7	37,5
R2	49,5	48,3	47,5	46,6	46,3	46,1	45,0	43,5	41,4	38,3	37,1
R3	50,1	48,9	48,1	47,1	46,8	46,6	45,5	44,0	42,0	39,0	37,8
R4	48,3	47,1	46,3	45,3	45,0	44,8	43,7	42,2	40,1	37,0	35,7
R5	47,6	46,4	45,6	44,7	44,4	44,2	43,0	41,5	39,4	36,3	35,0
R6	47,4	46,2	45,4	44,4	44,1	43,9	42,8	41,2	39,1	36,0	34,7
R7	46,3	45,0	44,2	43,3	43,0	42,7	41,6	40,0	37,9	34,8	33,5
R8	46,2	45,0	44,2	43,2	42,9	42,7	41,6	40,0	37,9	34,7	33,4
R9	48,5	47,3	46,5	45,6	45,3	45,0	43,9	42,4	40,3	37,2	35,9
R10	47,2	46,0	45,2	44,2	43,9	43,7	42,6	41,0	38,9	35,7	34,4
R11	48,1	46,8	46,0	45,1	44,8	44,6	43,4	41,9	39,8	36,7	35,4
R12	48,0	46,8	45,9	45,0	44,7	44,5	43,3	41,8	39,7	36,6	35,3
R13	46,6	45,4	44,6	43,7	43,4	43,1	42,0	40,4	38,3	35,1	33,8

Kukonahon tuulivoimapuiston välkesselvitys, AFRY Finland Oy, 30.9.2024



TM Voima Kukonaho Oy

Kukonaho

Tuulivoimapuiston välkeselvitys

30.9.2024

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään. Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

AFRY Finland Oy:n projektinumero on 101021980-004

Kannen kuva: © AFRY

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

YHTEYSTIEDOT

Hankkeesta vastaava:

TM Voima Kuponaho Oy

Niklas Hokka

niklas.hokka@ox2.com

Tekijä:

AFRY Finland Oy

Erkki Heikkola

erkki.heikkola@afry.com

Wind and Solar Finland

www.afry.com

Raportin tiedot:

Projektinumero: 101021980-004

Raporttiversio: 001

Raportin tila: VALMIS

Raporttihistoria:

Versio	Pvm/Laatiija	Pvm/Tarkastaja	Merkinnät/Muutokset
001	30.09.2024/ Erkki Heikkola	30.09.2024/ Mika Laitinen	Alkuperäinen

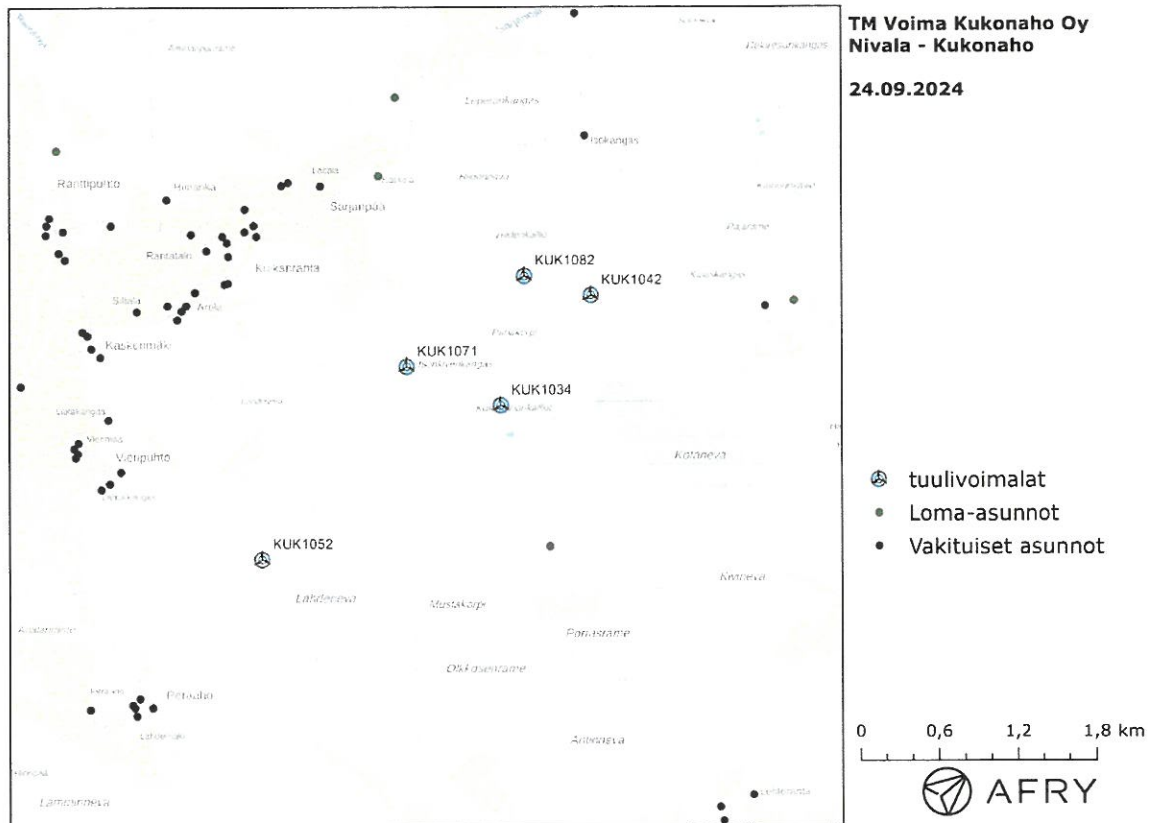
SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TUULIVOIMALOIDEN VÄLKE	7
2.1	Välkevaikutus.....	7
2.2	Välkkeen rajoittaminen.....	7
2.3	Arvioinnin epävarmuudet.....	7
2.4	Ohjeavot	8
3	TUULIVOIMAKOHTTEEN VÄLKEMALLINNUS	9
3.1	Mallinnusmenetelmä ja lähtöaineisto	9
3.2	Todennäköinen välkevaikutus.....	12
3.3	Teoreettinen välkevaikutus	14
4	YHTEENVETO.....	15
5	VÄLKEVAIKUTUKSEN LASKENTAMENETELMÄ	16
6	VIITTEET	18

1 JOHDANTO

Selvityksessä arvioidaan Nivalan kaupungin alueelle suunnitellun Kukonahon tuulivoima-
 puiston aiheuttamaa välkevaikutusta laskennallisten mallien avulla. Arviointi on tehty 5
 voimalan suunnitelmalle. Voimaloiden sijainnit on esitetty karttapohjalla kuvassa (Kuva
 1-1) ja koordinaatit annettu taulukossa (Taulukko 1-1).

Välkemallinnuksissa voimaloille on käytetty napakorkeutta 142 m ja tuulivoimalatyypin
 N175 6,8 MW roottorin halkaisijaa 175 m ja lapaprofilia.



Kuva 1-1: Tuulivoimaloiden sijainnit Kukonahon hankealueella.

Taulukko 1-1: Tuulivoimaloiden (5 kpl) sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatissa ja maaston korkeus tuulivoimalan paikalla.

Tuulivoimalat	E	N	Maaston korkeus [m]
KUK1034	409573	7098129	122,1
KUK1042	410264	7098972	123,0
KUK1052	407742	7096948	109,0
KUK1071	408857	7098427	115,4
KUK1082	409752	7099120	115,8

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 kestoon 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 ilta-ajat). 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 Oulun 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]. Tässä selvityksessä mallinnettuja välkeajoja verrataan vakiintuneen käytännön mukaan Ruotsin, Tanskan ja Saksan ohjearvoihin. Välkkeen ohjearvoja sovelletaan asutuksen kohdalla, eikä esimerkiksi eläimiin tai luontoon kohdistuvasta välkevaikutuksesta ole ohjearvoja tai arviointikriteerejä.

Tanskassa on määritetty todennäköisen vuotuisen välketuntimäärän suositusarvoksi 10 tuntia. Ruotsissa vastaava todennäköisen välkkeen suositusarvo on 8 tuntia vuodessa ja korkeintaan 30 minuuttia päivässä [2]. Saksassa teoreettisen maksimivälkkeen raja-arvot ovat korkeintaan 30 tuntia vuodessa ja 30 minuuttia päivässä. Saksassa todellinen vuotuisen välkevaikutus ohjeistetaan rajoittamaan 8 tuntiin, jos voimalaan asennetaan välkkeen hallintatyökalu.

3 TUULIVOIMAKOHTTEEN VÄLKEMALLINNUS

3.1 Mallinnusmenetelmä ja lähtöaineisto

Tuulivoimaloiden aiheuttama välkevaikutus (shadow flicker) arvioitiin AFRY Numerola -mallinnusohjelmistolla, 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 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. Tässä selvityksessä välkelaskennassa ei ole käytetty tavanomaista maksimietäisyyttä, vaan on huomioitu tuulivoimalan muuttuva lapaprofiili.

Välkelaskennassa voimaloille on käytetty napakorkeutta 142 m ja voimalatyyppin N175 6,8 MW roottorin halkaisijaa 175 m ja lapaprofiilia. 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 korkeammassa tuulissa tuulivoimalat ovat paikallaan, jolloin roottorin pyörimisestä aiheutuvaa valon välkkymistä ei esiinny. Suomen tuuliatlaksen tuulisuusestimaatti on otettu tuulivoima-alueen

keskeltä korkeudelta 150 m, ja sen perusteella lasketut suuntasektorikohtaiset osuudet tuulivoimalan käyntinopeusvälille osuville tuulille on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-1).

Paikallinen pilvisuus on huomioitu skaalaamalla eri roottoriorientaatioilla laskettuja varjotusaikoja Oulun sääasemalta mitattujen auringonpaistetuntien suhteellisella osuudella teoreettisesta maksimipaistetuntien määrästä [3]. Sääaseman mittausten perusteella lasketut kuukausittaiset auringonpaisteen todennäköisyydet on koottuna taulukkoon (Taulukko 3-2). Suuntakohtaisesti skaalatut välketuntimäärät yhteen laskien saadaan arvio todellisesta, säätilan huomioonottavasta välketuntimäärästä tarkastelualueella.

Taulukko 3-1: Suuntasektorikohtaiset 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	0,173	0,161	0,161	0,131	0,138	0,155

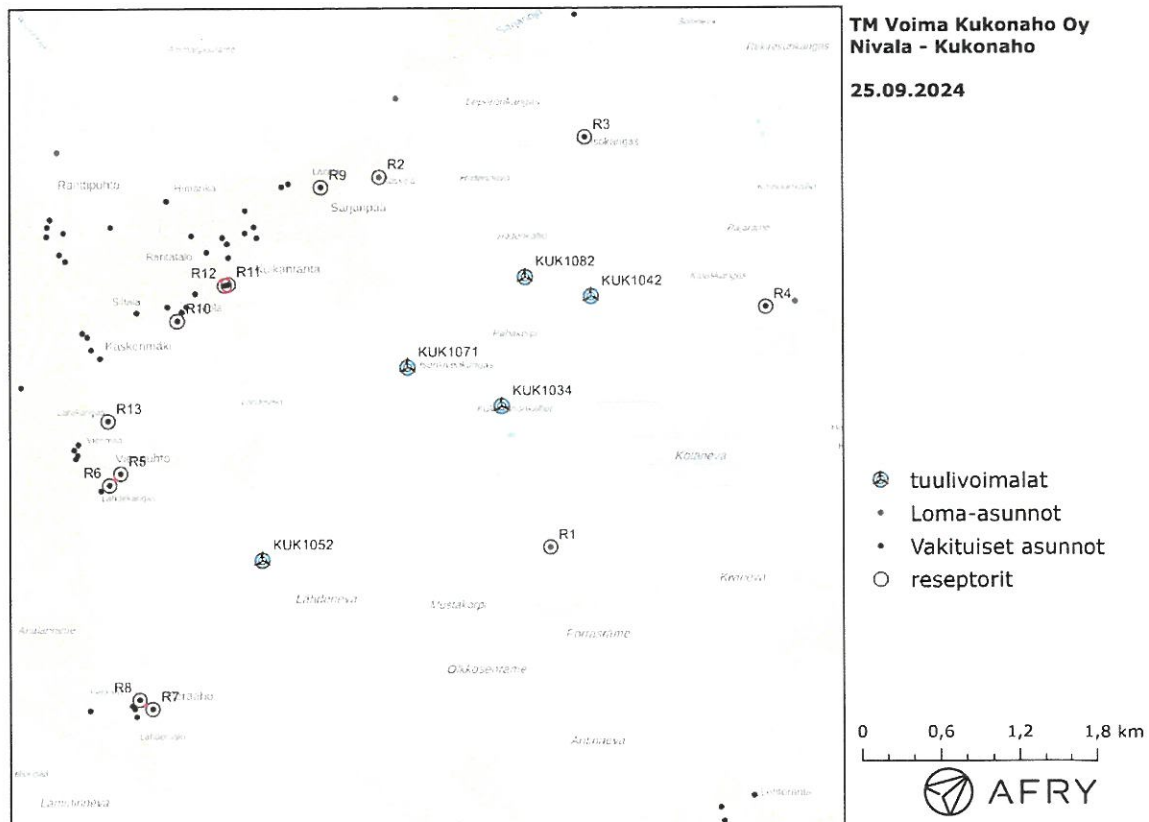
Taulukko 3-2: Auringonpaisteen kuukausittaiset todennäköisyydet Oulun sääasemalla.

Kuukausi	Auringonpaisteen todennäköisyys
Tammikuu	0,152
Helmikuu	0,289
Maaliskuu	0,377
Huhtikuu	0,455
Toukokuu	0,469
Kesäkuu	0,451
Heinäkuu	0,452
Elokuu	0,413
Syyskuu	0,340
Lokakuu	0,229
Marraskuu	0,151
Joulukuu	0,070

Taulukossa (Taulukko 3-3) on määritelty tuulivoimaloiden ympäristöstä 13 pistettä, joiden kohdilla välkevaikutusta tarkastellaan tarkemmin. Pisteet on valittu asuntojen kohdilta, joihin kohdistuu suurin välkevaikutus. Näitä pisteitä kutsutaan reseptoreiksi, ja niiden paikat suhteessa tuulivoimaloihin on esitetty karttapohjalla (Kuva 3-1). Reseptorit sijaitsevat noin 1,2-1,6 km etäisyydellä voimaloista.

Taulukko 3-3: Reseptorien koordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa.

Reseptori	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R1	409947	7097044	117,9	Lomarakennus
R2	408642	7099888	103,0	Lomarakennus
R3	410220	7100194	118,1	Vakituinen asuinrakennus
R4	411605	7098887	125,0	Vakituinen asuinrakennus
R5	406664	7097618	97,0	Vakituinen asuinrakennus
R6	406578	7097528	96,0	Vakituinen asuinrakennus
R7	406910	7095808	97,1	Vakituinen asuinrakennus
R8	406809	7095879	98,8	Vakituinen asuinrakennus
R9	408196	7099810	100,8	Vakituinen asuinrakennus
R10	407097	7098786	100,6	Vakituinen asuinrakennus
R11	407487	7099065	101,8	Vakituinen asuinrakennus
R12	407459	7099058	100,9	Vakituinen asuinrakennus
R13	406567	7098020	96,1	Vakituinen asuinrakennus

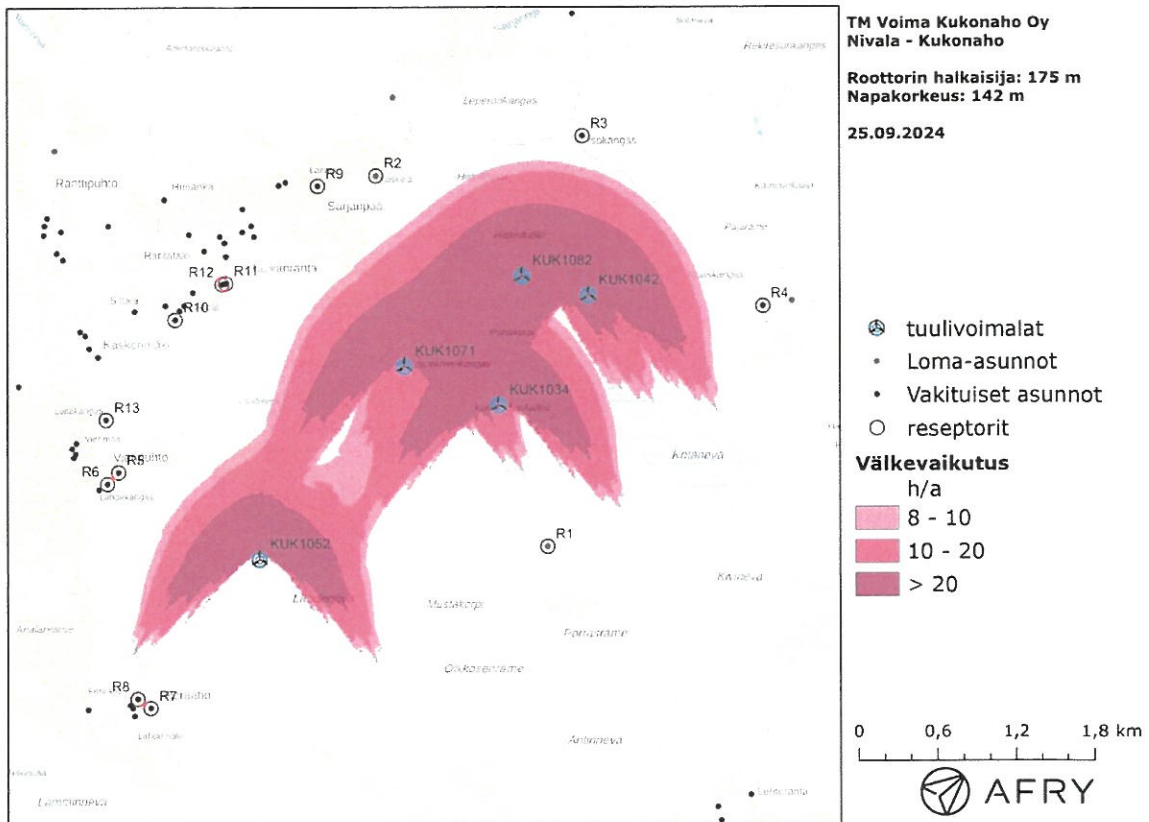

Kuva 3-1: Reseptoreiden paikat Kukonahon tuulivoimapuiston hankealueella.

3.2 Todennäköinen välkevaikutus

Mallinnetut arviot todennäköisten välketuntien vuotuisesta määrästä on esitetty karttaku-
 vana (Kuva 3-2). Mallinnuksessa ei ole huomioitu paikallisen puuston vaikutusta tuulivoi-
 maloiden näkyvyyteen ja välkevaikutukseen. Karttoihin on merkitty ympäristössä sijaitse-
 vat loma- ja asuinrakennukset käyttäen lähtötietona Maanmittauslaitoksen maastotieto-
 kannan sisältämiä tietoja.

Mallinnusten perusteella vuotuinen todennäköinen välkevaikutus jää alle Ruotsin 8 tunnin
 ohjearvon kaikkien lähialueen asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Myös päiväkohtainen
 todennäköinen välkeaika alittaa Ruotsin 30 minuutin ohjearvon kaikkien alueen asuntojen
 kohdalla. Vuotuiset todennäköiset välkevaikutusajat ja suurimmat päiväkohtaiset maksi-
 mivälkkeet reseptorien kohdalla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-4).

Todennäköisen välkkeen tarkempi ajoittuminen reseptorin R3 kohdalla on esitetty taulu-
 kossa (Taulukko 3-5). Taulukossa esitetyt kellonajat ovat aikavyöhykkeen UTC+2 mukaisia
 (Suomen talviaika).



**Kuva 3-2: Tuulivoimaloiden aiheuttama todennäköisen välkkeen määrä ilman puuston vai-
 kutusta.**

Taulukko 3-4: Todennäköinen välkevaikutus tunteina ja minuutteina [h:min] reseptoreiden kohdilla.

Reseptori	Todennäköinen vuotuinen välkeaika	Todennäköisen välkkeen päiväkohtainen maksimi
R1	1:35	0:04
R2	2:49	0:07
R3	3:51	0:10
R4	2:17	0:09
R5	1:25	0:06
R6	1:22	0:05
R7	0:00	0:00
R8	0:25	0:03
R9	1:48	0:05
R10	0:55	0:03
R11	1:10	0:04
R12	1:08	0:04
R13	0:42	0:03

Taulukko 3-5: Todennäköisen välkevaikutuksen ajoittuminen ja kesto tunteina ja minuutteina [h:min] reseptorin R3 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	0:51	0:19	0:00	0:00	0:00	0:00	1:10
Helmikuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:19	0:41	0:00	0:00	0:00	0:00	1:00
Maaliskuu	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
Huhtikuu	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
Toukokuu	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
Kesäkuu	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
Heinäkuu	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
Elokuu	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
Syyskuu	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
Lokakuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:04	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:04
Marraskuu	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:40	0:53	0:04	0:00	0:00	0:00	0:00	1:37
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	0:00	0:00	0:00	0:00	0:40	2:07	1:04	0:00	0:00	0:00	0:00	3:51

3.3 Teoreettinen välkevaikutus

Teoreettisen maksimivälkkeen vuotuiset ja suurimmat päiväkohtaiset välkevaikutusajat reseptoreiden kohdilla on lueteltu taulukossa (Taulukko 3-6). Mallinnusten perusteella teoreettinen vuotuinen maksimivälke aika pysyy alle 30 tunnin ohjearvon kaikkien rakennusten kohdalla. Päiväkohtainen maksimivälke aika ylittää hieman 30 minuutin ohjearvon kolmen asunnon kohdalla. Suomen olosuhteissa Saksan teoreettisen maksimivälkkeen ohjearvoihin vertaaminen voi antaa kuitenkin harhaanjohtavan kuvan välkevaikutuksesta. Suomessa aurinko paistaa eri kulmasta kuin Saksassa ja auringonpaisteen todennäköisyys on erilainen. Suomessa aurinko paistaa talvella hyvin viistosti, mikä voi aiheuttaa suuren teoreettisen maksimivälkkeen. Talvisin auringonpaisteen todennäköisyys on Suomessa hyvin alhainen. Todennäköisen välkkeen ajoittumistaulukosta reseptorin R3 osalta nähdään, että välkettä esiintyy talvikuukausina, jolloin auringonpaisteen todennäköisyys on Suomessa alhainen tai auringonpaiste jää puiden varjoon.

Taulukko 3-6: Teoreettinen välkevaikutus tunteina ja minuutteina [h:min] reseptoreiden kohdilla.

Reseptori	Teoreettinen vuotuinen välke aika	Teoreettisen välkkeen päiväkohtainen maksimi
R1	6:20	0:15
R2	22:57	0:32
R3	21:54	0:38
R4	10:29	0:36
R5	8:28	0:28
R6	7:39	0:23
R7	0:00	0:00
R8	1:39	0:09
R9	13:21	0:23
R10	6:48	0:14
R11	8:53	0:18
R12	8:36	0:17
R13	4:39	0:16

4 YHTEENVETO

Raportissa on esitetty Nivalan kaupungin alueelle suunnitellun Kukonahon tuulivoimapaiston ympäristölleen aiheuttaman välkevaikutuksen laskennalliset arviot. Vaikutusten arvioinnit on tehty 5 voimalan suunnitelmalle.

Tuulivoimaloiden välkevaikutukselle ei ole Suomessa määritelty ohjearvoja, ja ympäristöministeriö suosittelee käyttämään muiden maiden ohjearvoja. Mallinnusten mukaan todennäköinen vuotuinen välkevaikutus jää alle Ruotsin 8 tunnin ohjearvon ja Tanskan 10 tunnin ohjearvon alueen kaikkien asuin- ja lomarakennusten kohdilla. Myös todennäköinen päiväkohtainen välkeaika alittaa Ruotsin 30 minuutin ohjearvon kaikkien alueen asuntojen kohdalla. Teoreettinen vuotuinen maksimivälke jää alle Saksan 30 tunnin raja-arvon kaikkien asuntojen kohdilla.

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. Auringo 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 asettava nauha ei näy roottorikehien läpi, tarkastelupisteeseen ei kohdistu välkevaikutusta. Muussa tapauksessa yksittäisen tuulivoimalan aiheuttamien välketuntien määrä saadaan integroimalla tiheysfunktioita tuulivoimalan roottorikehien 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.

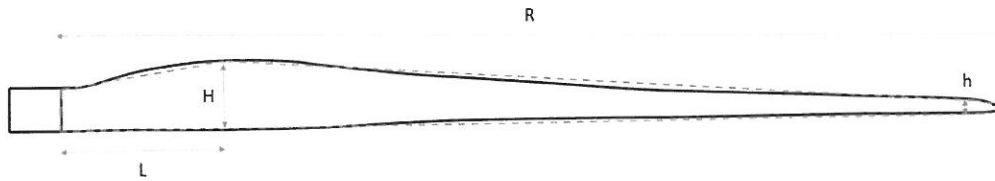
Tuulivoimalan lapojen aiheuttama varjo heikkenee asteittain liikuttaessa etäämmälle tuulivoimalasta, eikä tietyn etäisyyden jälkeen varjo ole enää ihmissilmän havaittavissa. Tämä etäisyys riippuu tuulivoimalan lavan leveydestä, ja esimerkiksi Ruotsin ja Saksan tuulivoimarakentamisen suunnitteluohjeistuksessa 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 5-1) 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 5-1: Tuulivoimalan lavan malliprofiili.

Tämän raportin velkelaskennassa kaytetaan tuulivoimavalmistajan ilmoittamiin tietoihin perustuvaa lavan profiilitietoa. Laskennassa huomioitava roottorin säde vaihtelee välillä $[0, R]$ riippuen tarkastelupisteen etäisyydestä turbiineihin sekä lavan leveydestä ja sitä vastaavasta Auringon peittoasteesta. Tällä tavoin velkelaskennassa huomioidaan tuulivoimalan muuttuva lapaprofiili, ja saadaan realistisempia tuloksia kuin olettamalla tietty keskimääräinen lavan leveys ja sitä vastaava kiinteä maksimietaisyyys.

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.