Vastaanottaja
Fortum

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
14.2.2025

Viite
1510077066-008

LAKKASUON TUULIVOIMAHANKE

VÄLKEMALLINNUS, Liite 16

RAMBOLL

LAKKASUON TUULIVOIMAHANKE
VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä	**14.2.2025**
Laatija	**Maria Niemi**
Tarkastaja	**Ville Virtanen**

Viite 1510077066-008

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

SISÄLTÖ

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

1. YLEISTÄ

Fortum suunnittelee Simon kunnan alueelle Lakkasuon tuulivoimapuistoa. Tässä selvityksessä tutkittiin Lakkasuon tuulivoimalaitosten aiheuttamia välkevaikutuksia. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty Fortumin toimeksiannosta. Välkemallinnuksen ja raportoinnin on tehnyt Ramboll Finland Oy:stä suunnittelija ins.(AMK) Maria Niemi.

2. VERTAILUARVOT

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

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

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

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

3. VAIKUTUSMEKANISMIT

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

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

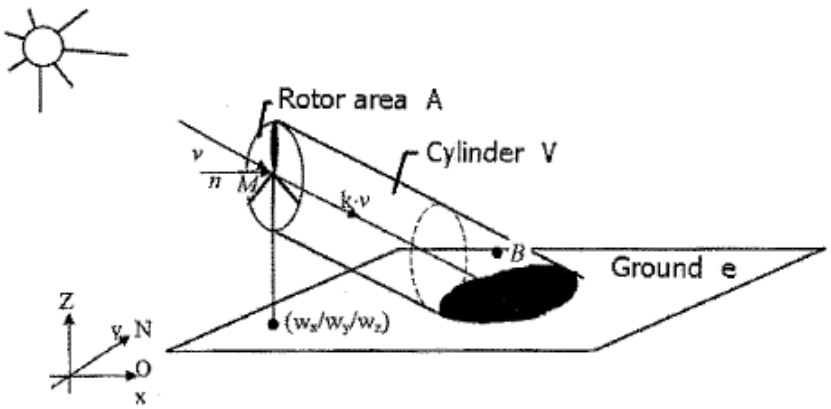
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan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

4. MALLINNUSMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

4.1 Mallinnusohjelma ja laskentamalli

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen esiintymisalue ja esiintymistiheys laskettiin EMD WindPRO 4.0 -ohjelman Shadow -moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta *http://www.emd.dk/* löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

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



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue [5]

4.2 Välkelaskenta

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

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

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

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. Worst case -tuloksista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Oulun lentoaseman sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuiseksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tiedoista 94 %. Toiminta-ajat laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulennopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s.

Real Case -välkevyöhykelaskennan lisäksi laskentoja tehtiin myös yksittäisiin reseptoripisteisiin hankealueen ympäristössä.

Taulukko 2 Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit eri kuukausina (tuntia päivässä)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
0,77	2,46	4,42	6,93	8,81	9,87	9,13	6,84	4,43	2,23	0,93	0,26

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

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
623	518	410	492	609	649	826	1675	1005	582	422	466	8277

4.3 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen korkeusmalliaineistosta. Maastomallissa ei huomioitu puustoa tai rakennuksia.

4.4 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin Lakkasuon tuulivoimalat taulukon 4 mukaisilla sijainneilla.

Mallinnus tehtiin käyttäen napakorkeutta 200 m ja roottorin halkaisijaa 200 metriä (kokonaiskorkeus 300 m). Roottorikoon ja napakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat maksimivälke-etäisyyteen, joka mallinnusohjelman mukaan on tälle laitosmallille noin 2 171 metriä. Lavan leveystietoina käytettiin:

- Max blade width (lavan maksimileveys) = 4,90 m
- Blade width for 90 % radius (lavan leveys 90 % etäisyydellä tyvestä) = 1,60 m

Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN).

VE1	*x*	*y*	VE2	*x*	*y*
LAKKA01	*417971*	*7288074*	LAKKA01	*417971*	*7288074*
LAKKA02	*419561*	*7286914*	LAKKA02	*419561*	*7286914*
LAKKA03	*419946*	*7286471*	LAKKA03	*419946*	*7286471*
LAKKA04	*420374*	*7285997*	LAKKA04	*420374*	*7285997*
LAKKA05	*421101*	*7285865*	LAKKA05	*421101*	*7285865*
LAKKA06	*420344*	*7285263*	LAKKA06	*420344*	*7285263*
LAKKA07	*419651*	*7284920*	LAKKA07	*419651*	*7284920*
LAKKA08	*419204*	*7285249*	LAKKA08	*419204*	*7285249*
LAKKA09	*419242*	*7286013*	LAKKA09	*419242*	*7286013*
LAKKA10	*418609*	*7286990*	LAKKA10	*418609*	*7286990*
LAKKA11	*417899*	*7287287*			
LAKKA12	*418451*	*7287600*			
LAKKA13	*419257*	*7287759*			
LAKKA15	*418951*	*7286532*			

4.5 Laskentojen epävarmuus

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

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

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

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

5. MALLINNUSTULOKSET

Lakkasuon tuulivoimahankkeen välkkeen esiintymiskartta on esitetty liitteessä 1. Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 5 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esitetty liitteenä olevassa välkekartassa ja tulokset taulukossa 5.

Real Case -mallinnuksen mukaan Lakkasuon tuulivoimaloista aiheutuvat vuotuiset välkemäärät jäävät alle 8 tuntia vuodessa (rajana Saksassa ja Ruotsissa) kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Worst Case -mallinnuksen mukaan vuotuiset välkemäärät jäävät alle 30 tuntia vuodessa (rajana Saksassa) kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Yhteismallinnuksen mukaan Lakkasuon tuulivoimalat eivät aiheuta yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa.

Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset.

Reseptori	VE1: **Real Case,** h/a*	VE2: **Real Case,** h/a*	VE1 Yhteis-mallinnus: **Real Case,** h/a*	VE2 Yhteis-mallinnus: **Real Case,** h/a*	VE1: **Worst Case,** h/a*	VE2: **Worst Case,** h/a*	VE1 Yhteis-mallinnus: **Worst Case,** h/a*	VE2 Yhteis-mallinnus: **Worst Case,** h/a*
1	1:38	1:38	1:38	1:38	12:39	12:39	12:39	12:39
2	3:53	2:30	3:53	2:30	26:20	16:09	26:20	16:09
3	4:14	2:38	4:14	2:38	25:40	15:12	25:40	15:12
4	1:23	1:23	1:23	1:23	7:48	7:48	7:48	7:48
5	3:11	1:50	3:11	1:50	16:32	8:48	16:32	8:48

*tuntia vuodessa

Potentiaaliset välkkeen esiintymisajankohdat reseptoreissa on esitetty liitteessä 2.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mallinnuksella tarkasteltiin Simon Lakkasuon alueelle suunniteltujen tuulivoimaloiden välkevaikutuksia tuulivoimaloiden ympäristössä. Laitosmallin napakorkeutena käytettiin 200 m ja roottorin halkaisijana 200 m, josta yhteenlaskettuna tuulivoimalan kokonaiskorkeudeksi tulee enimmäiskokonaiskorkeus 300 m. Voimaladimensioista roottorin läpimitalla ja lavan paksuudella, on merkittävin vaikutus välkemääriin ympäristössä. Mikäli rakennettava tuulivoimalaitos on mitoiltaan pienempi, ovat välkevaikutukset mallinnettuja vähäisempiä.

Suomen säädöksissä ei ole määritetty sitovia ohje- tai raja-arvoja tuulivoimaloiden aiheuttamalle välkkeelle. Mallinnuksen mukaan Lakkasuon tuulivoimaloiden vuotuinen välkemäärä jää alle 8 tunnin (rajana Saksassa ja Ruotsissa) kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Worst Case -mallinnuksen mukaan vuotuiset välkemäärät jäävät alle 30 tuntia vuodessa (rajana Saksassa) kaikkien ympäristön asuin- ja lomarakennusten kohdalla. Yhteismallinnuksen mukaan Lakkasuon tuulivoimalat eivät aiheuta yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa.

Mallinnus antaa laskennallisen tuloksen ympäristöön kohdistuvasta välkevaikutuksesta. Vuosittaiseen todelliseen välkevaikutukseen vaikuttaa, kuinka tarkkaan vuosittainen tuulivoimaloiden toiminta ja sääolosuhteet vastaavat mallinnuksessa käytettyjä arvoja, sekä lisäksi muun muassa voimaloiden näkyminen tai näkymisen estyminen esimerkiksi puuston tai rakennusten vuoksi.

Puuston on kuitenkin oltava riittävän tiheää ja korkeata sekä suojata altistuvaa kohdetta kattavasti. Myös vuodenajan vaihtelut on huomioitava puuston kyvyssä rajoittaa tuulivoimaloiden näkyvyyttä. Jos tuulivoimalat eivät näy häiriintyvään kohteeseen, ei myöskään välkettä aiheudu.

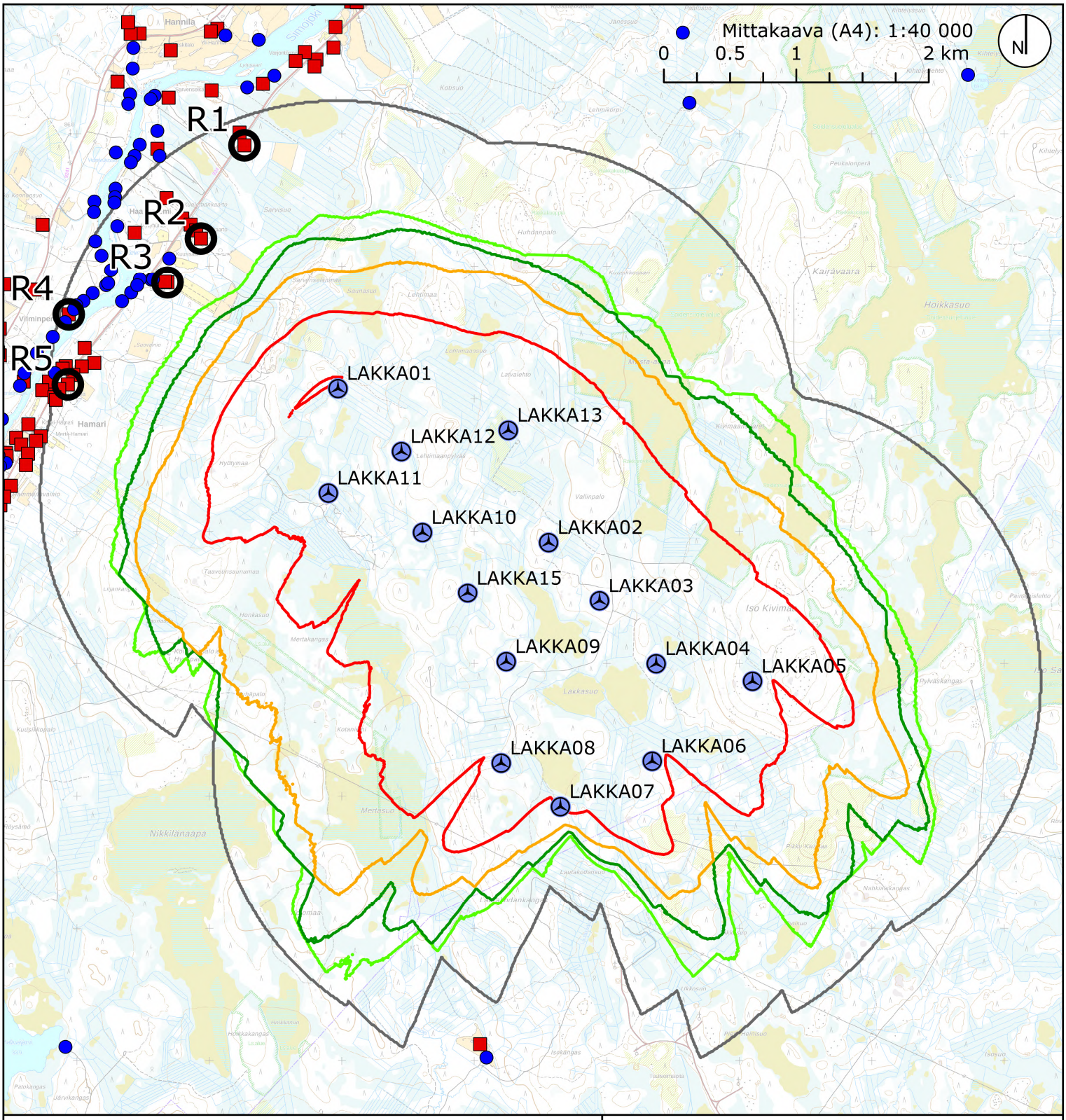
Välkkeen syntyyn voidaan vaikuttaa tuulivoimalaan liitettävällä teknisellä ohjauksella, jolla tuulivoimala pysäytetään tarvittaessa. Järjestelmän avulla välkkeen muodostumista tietyssä kohteessa monitoroidaan voimalan nasellin päälle tai runkoon asennettavilla valosensoreilla, jotka laskevat välkkeen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

LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
2. Hinweise zur Ermittlung und Beurtelung der optischen Immissionen von Windenergianlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009
4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
5. WindPRO 3.4 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja 2012:1
7. Suomen Tuuliatlas
8. LUKE Luonnonvarakeskus, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, puuston keskipituus (dm) 2021

LIITTEET

Liite 1 Real Case -laskennan välkevyöhykkeet
Liite 2 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä



RAMBOLL

Fortum Oyj

Lakkasuon tuulivoimahanke

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

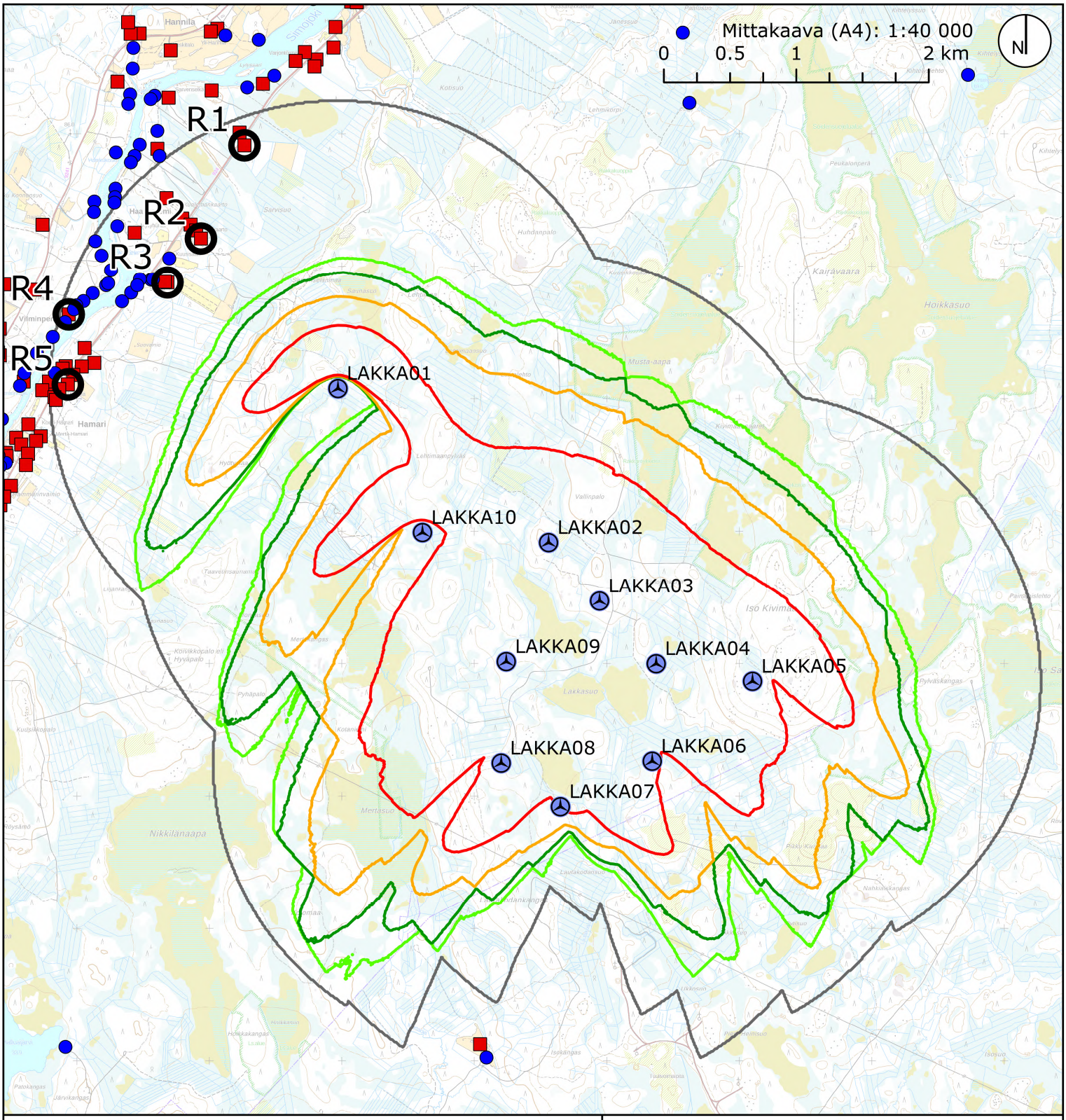
Layout VE1 (14WTG)
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Välketuntia vuodessa Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Lakkasuo VE1
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit

14.2.2025 MN



RAMBOLL

Fortum Oyj

Lakkasuon tuulivoimahanke

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

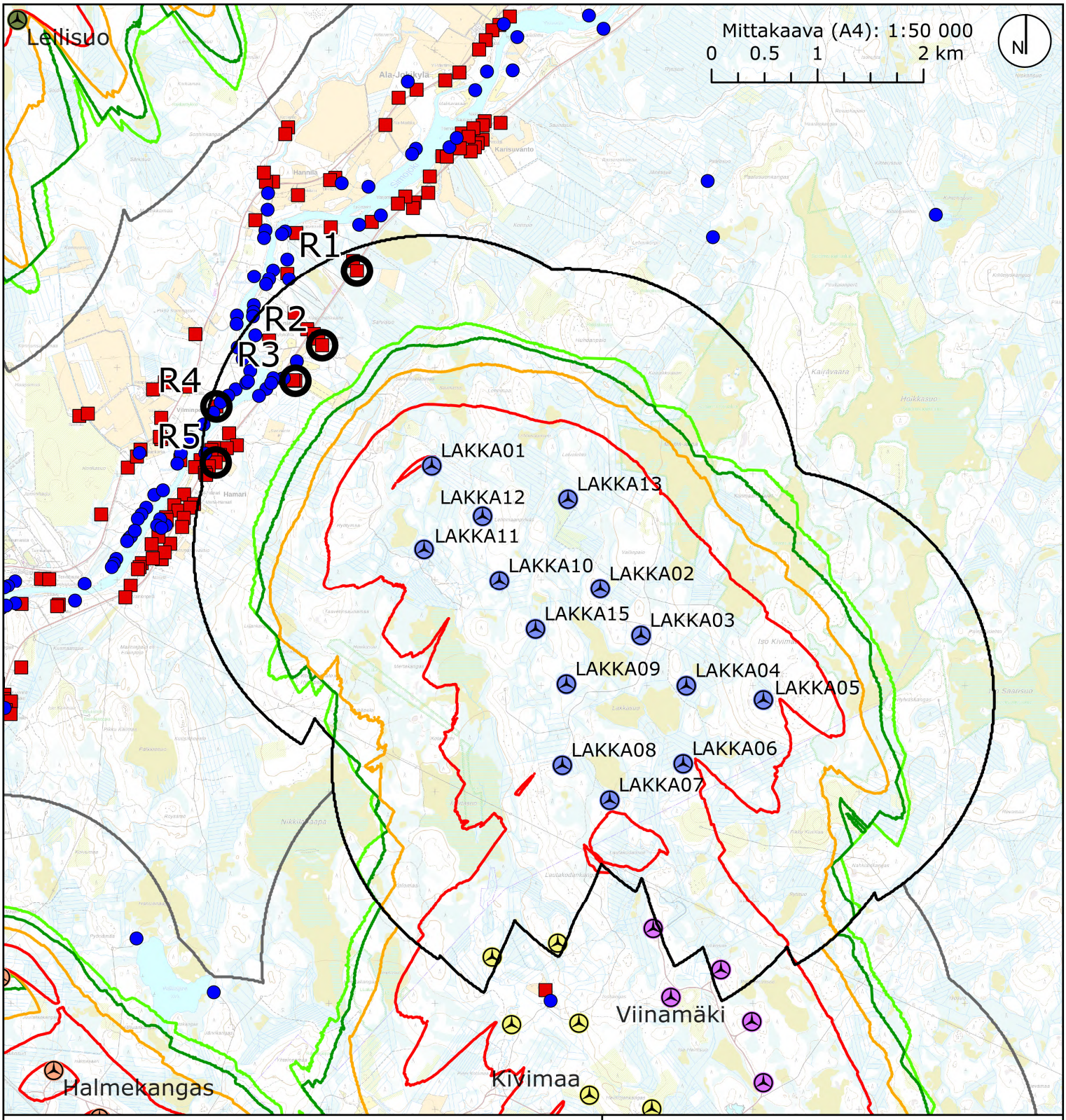
Layout VE2 (10WTG)
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Välketuntia vuodessa Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Lakkasuo VE2
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit

14.2.2025 MN



RAMBOLL

Fortum Oyj

Lakkasuon tuulivoimahanke

Yhteismallinnuksessa huomioitu Viinamäen, Leilisuon, Kivimaan ja Halmekankaan tuulivoimapuistot

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Lakkasuo VE1 (14WTG), Kivimaa, Leilisuo:
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Halmekangas:
Napakorkeus (HH) 147 m
Roottorin halkaisija (RD) 126 m
Kokonaiskorkeus (TH): 210 m

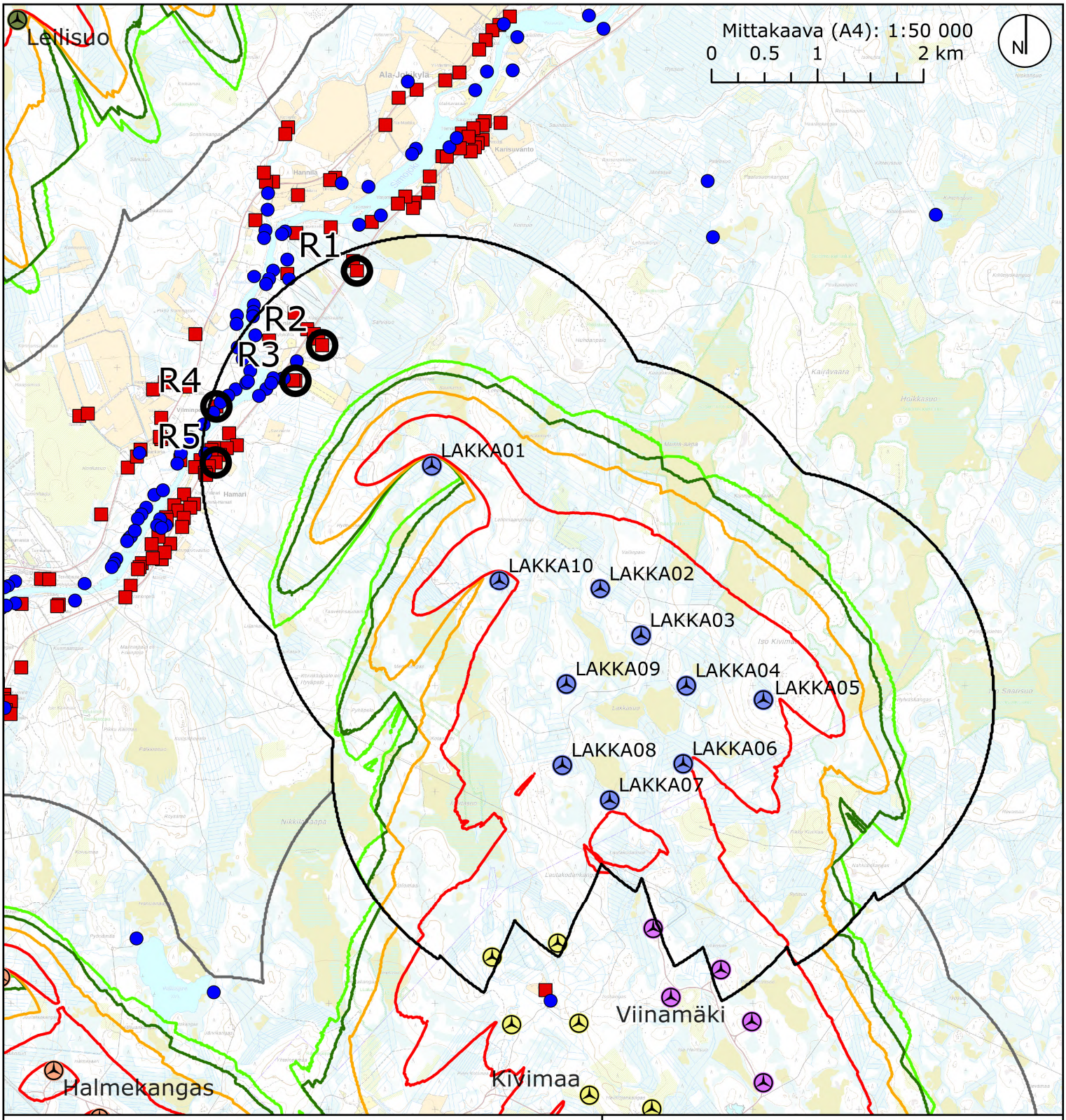
Viinamäki:
Napakorkeus (HH) 175 m
Roottorin halkaisija (RD) 150 m
Kokonaiskorkeus (TH): 250 m

14.2.2025 MN

Välketuntia vuodessa Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Lakkasuo VE1
- Halmekangas
- Kivimaa
- Leilisuo
- Viinamäki
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Lakkasuo VE1 välkkeen 0-raja



RAMBOLL

Fortum Oyj

Lakkasuon tuulivoimahanke

Yhteismallinnuksessa huomioitu Viinamäen, Leilisuon, Kivimaan ja Halmekankaan tuulivoimapuistot

Välkemallinnus (WindPro 4.0)

Lakkasuo VE2 (10WTG), Kivimaa, Leilisuo:
Napakorkeus (HH) 200 m
Roottorin halkaisija (RD) 200 m
Kokonaiskorkeus (TH): 300 m

Halmekangas:
Napakorkeus (HH) 147 m
Roottorin halkaisija (RD) 126 m
Kokonaiskorkeus (TH): 210 m

Viinamäki:
Napakorkeus (HH) 175 m
Roottorin halkaisija (RD) 150 m
Kokonaiskorkeus (TH): 250 m

14.2.2025 MN

Välketuntia vuodessa Real Case -mallinnus

- 0
- 8
- 10
- 15
- 30

- Lakkasuo VE2
- Halmekangas
- Kivimaa
- Leilisuo
- Viinamäki
- Asuinrakennus
- Lomarakennus
- Reseptorit
- Lakkasuo VE2 välkkeen 0-raja

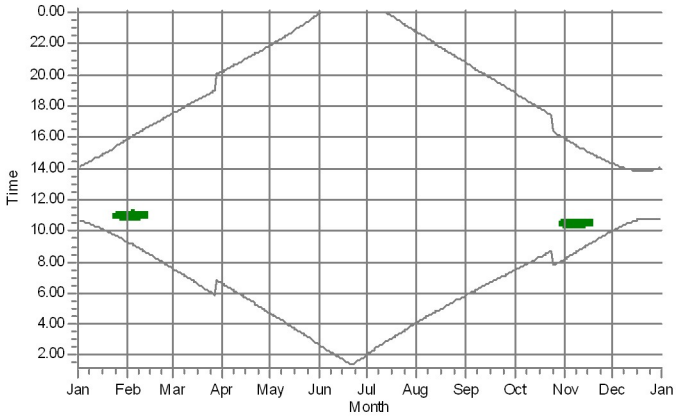
Project:
Lakkasuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
13.2.2025 15.55/4.0.540

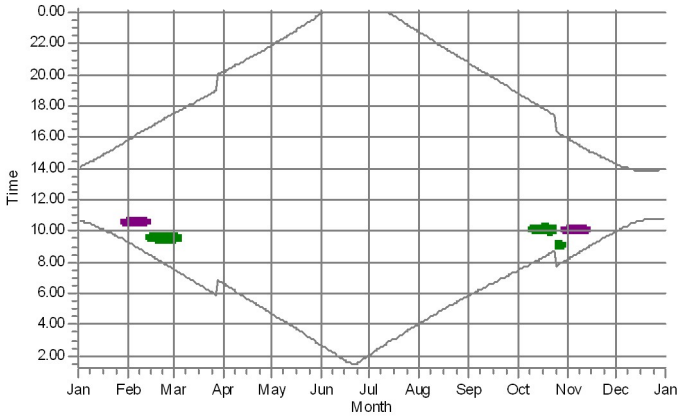
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lakkasuo_VE1_RD200_HH200_TH300

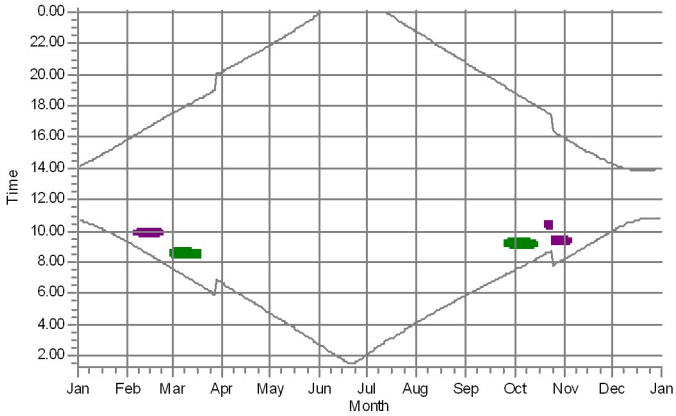
R1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



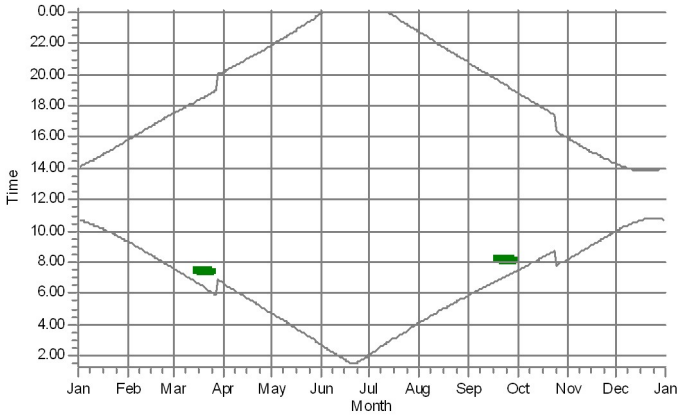
R2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



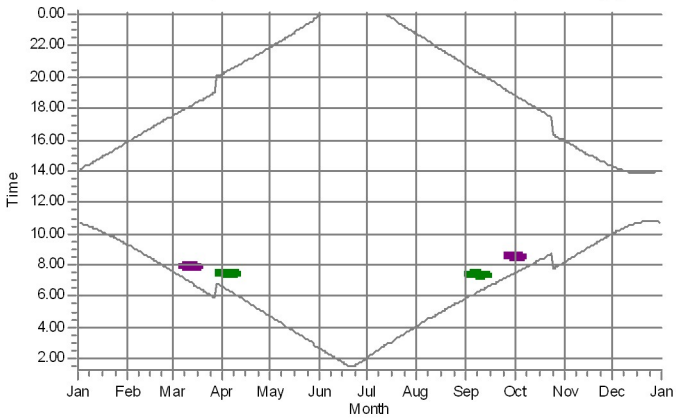
R3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



R4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



R5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



WTGs

LAKKA01: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (1)

LAKKA11: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (11)

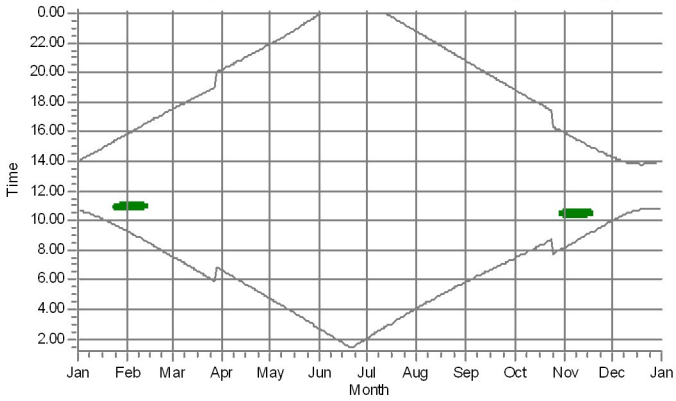
Project:
Lakkasuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
13.2.2025 15.57/4.0.540

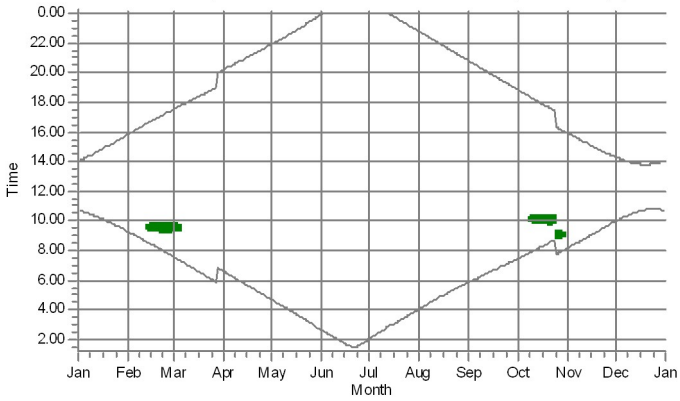
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lakkasuo_VE2_RD200_HH200_TH300

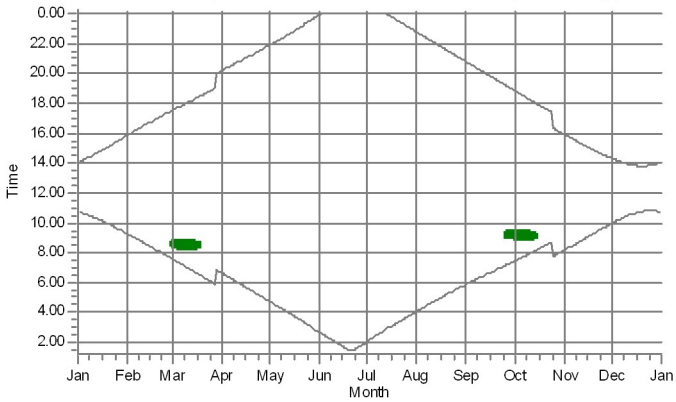
R1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



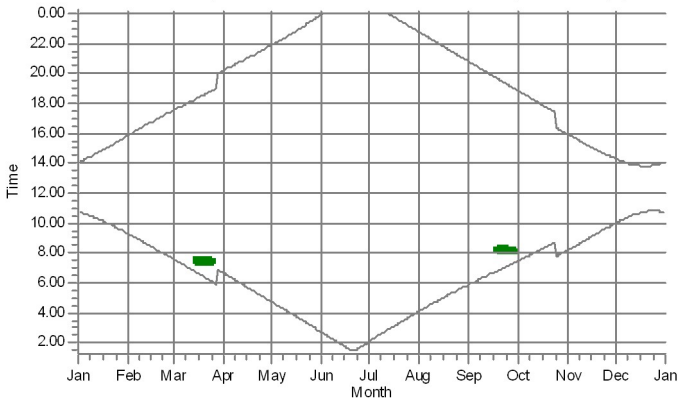
R2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



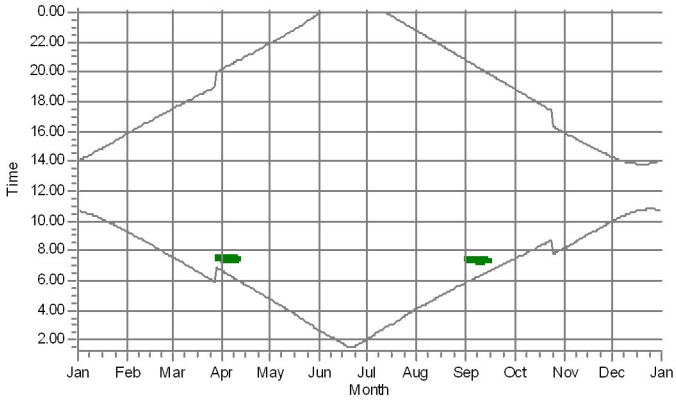
R3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



R4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



R5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



WTGs

LAKKA01: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 !O! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (15)

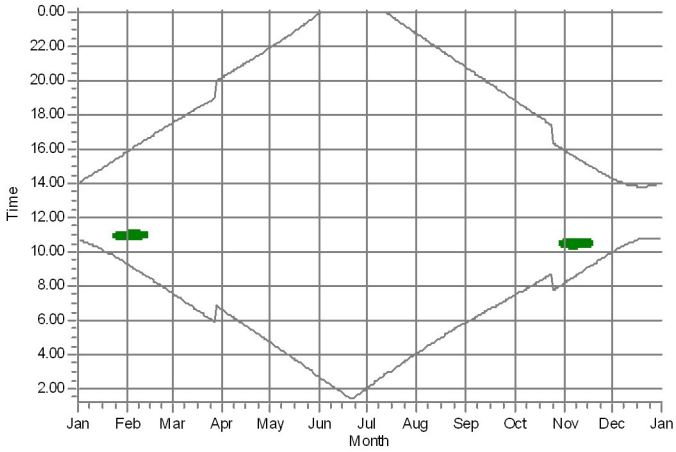
Project:
Lakkasuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
14.2.2025 10.24/4.0.540

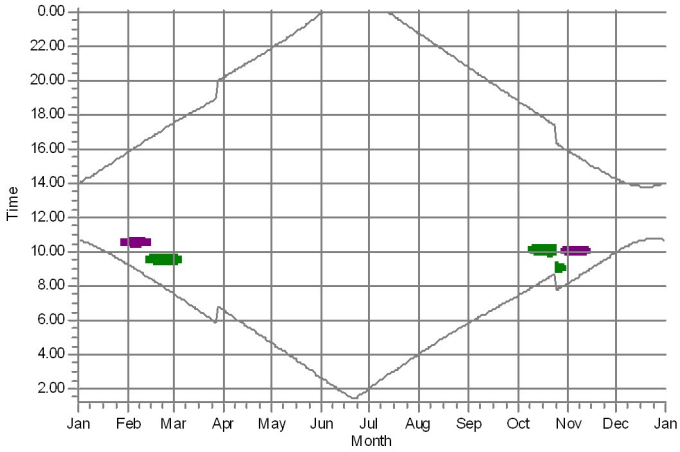
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lakkasuo_VE1_RD200_HH200_TH300_Yhteismallinnus

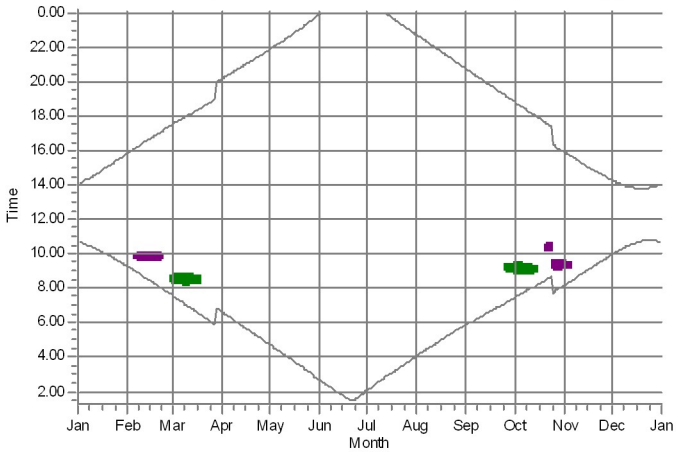
R1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



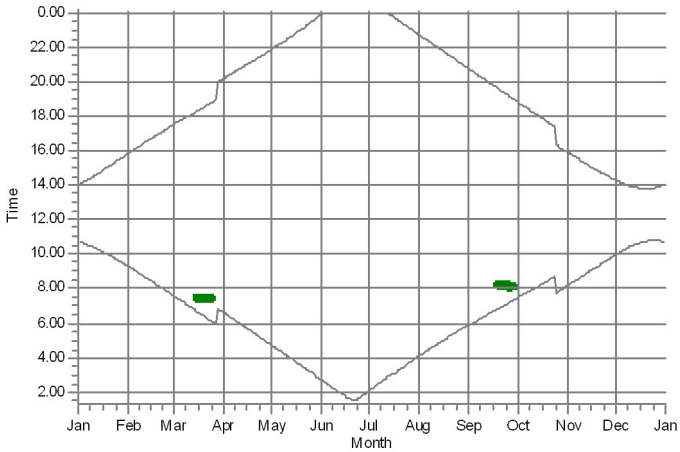
R2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



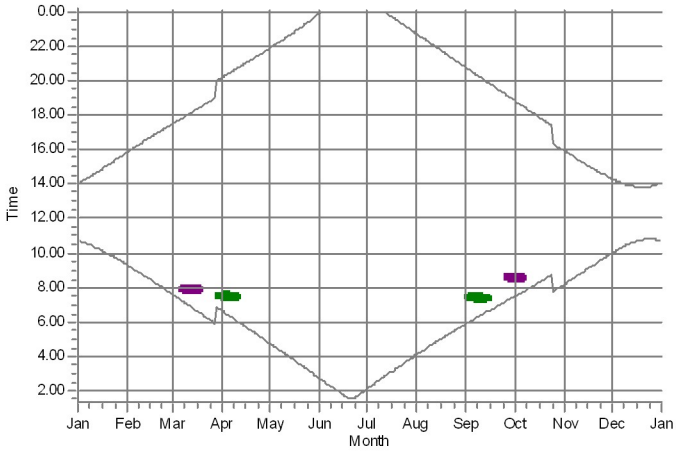
R3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



R4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



R5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



WTGs

LAKKA01: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 IO! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (1)

LAKKA11: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 IO! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (11)

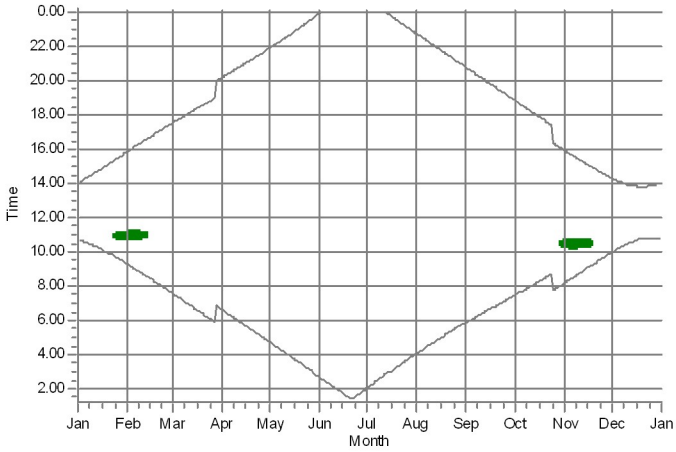
Project:
Lakkasuo_valke

Licensed user:
Ramboll Deutschland GmbH
Elisabeth-Consbruch-Straße 3
DE-34131 Kassel
-
Maria Niemi / maria.niemi@ramboll.fi
Calculated:
14.2.2025 10.28/4.0.540

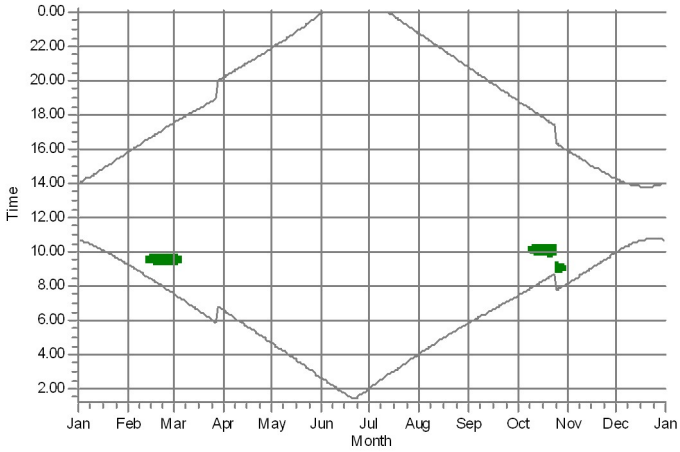
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Lakkasuo_VE2_RD200_HH200_TH300_Yhteismallinnus

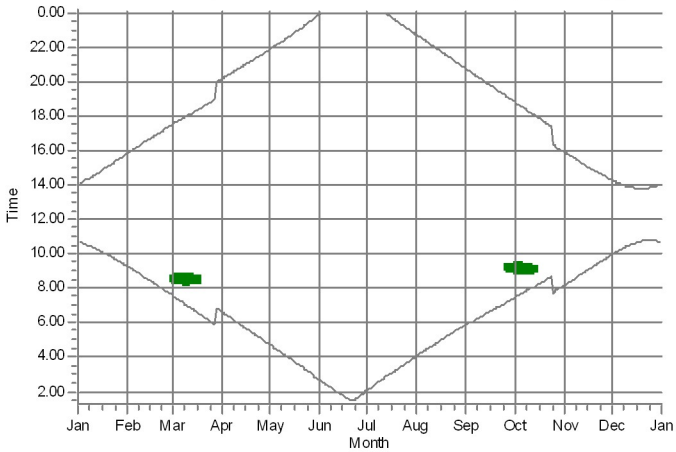
R1: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (1)



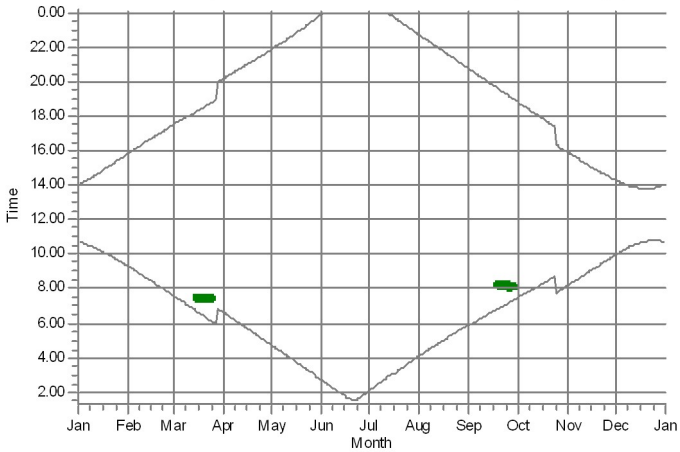
R2: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)



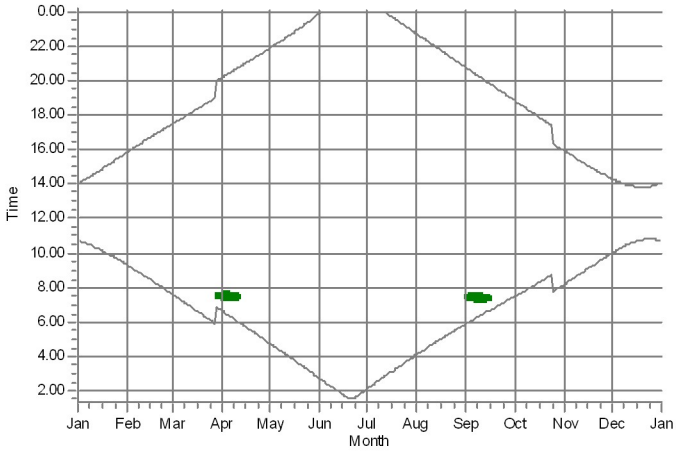
R3: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (3)



R4: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (4)



R5: Shadow Receptor: 1.0 × 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (5)



WTGs

LAKKA01: VESTAS V172-7.2 USER_HH200 7200 200.0 IO! hub: 200.0 m (TOT: 300.0 m) (15)