

Vastaanottaja  
**ABO Wind Oy**

Asiakirjatyyppe  
**Raportti**

Päivämäärä  
**19.2.2020**

Viite  
**1510044120-003**

# ISO SAAPASNEVAN TUULI- VOIMAHANKE VÄLKEMALLINUS

# ISO SAAPASNEVAN TUULIVOIMAHANKE VÄLKEMALLINNUS

Päivämäärä **19.2.2020**  
Laatija **Ville Virtanen**  
Tarkastaja **Janne Ristolainen**

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2019 aineistoa.

Viite 1510044120-003

## SISÄLTÖ

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

## 1. YLEISTÄ

ABO Wind Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Ison Saapasnevan alueelle Lappajärvellä. Hankkeesta on käynnissä yhdistetty YVA-kaava eli ympäristövaikutusten arviointi ja osayleiskaavan laatiminen. Tässä selvityksessä on mallinnettu tuulivoimalaitosten aiheuttaman välkkeen esiintyminen niiden ympäristössä kahden hankevaihtoehdon osalta sekä kahdella napakorkeudella. Hankevaihtoehdossa VE1 alueelle rakennettaisiin 10 tuulivoimalaitosta ja hankevaihtoehdossa VE2 tuulivoimalaitoksia rakennettaisiin 7 kpl. Ympäristöministeriön Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016) oppaan mukaisesti liikkuvasta varjosta puhutaan välkkeenä.

Työ on tehty ABO Wind Oy:n toimeksiannosta, tilaajan yhteyshenkilönä oli Julian Wehnert. Rambollissa YVA-kaavan laatimisen projektipäällikkönä toimii Petri Hertteli. Välkemallinnuksen laadimisesta ja välkkeen vaikutusarvioinnista on vastannut ins.(AMK) Janne Ristolainen. Välkemallinnuksen on tehnyt suunnittelija ins.(AMK) Ville Virtanen.

## 2. VERTAILUARVOT

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

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 maksimivälkertilanteessa sekä todellisessa tilanteessa <sup>[2]</sup>. Ruotsalaisessa suunnitteluohjeistuksessa viitataan saksalaiseen ohjeistukseen ja suositukset perustuvat pitkälti saksalaiseen ohjeistukseen <sup>[3]</sup>. Tanskassa on ohjeistuksena annettu, että vuotuinen todellinen välkemäärä tulee rajoittaa kymmeneen tuntiin vuodessa <sup>[4]</sup>.

**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 tiettyssä 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.

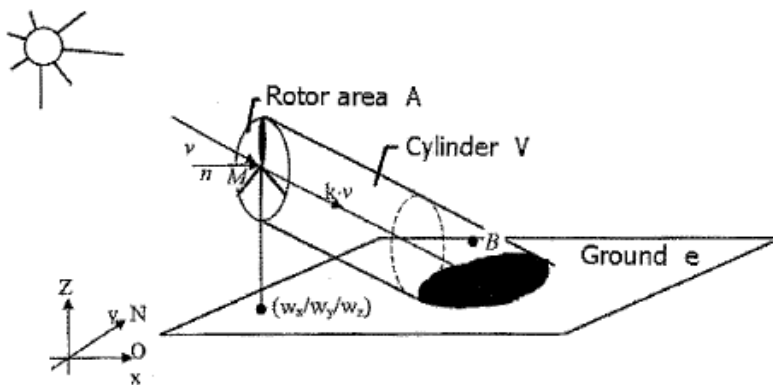
Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Tällöin valonsäteet joutuvat kulkemaan pitemmän matkan ilmakehän läpi, jolloin säteily hajaantuu. Vaikutusalueen koko riippuu tuulivoimalamallin dimensioista ja lavan 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 3.0 -ohjelman Shadow -moduulilla, joka laskee kuinka usein ja minkälaisina jaksoina tietty kohde on tuulivoimaloiden luoman liikkuvan varjon alaisena. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Lisätietoja ohjelmasta ja laskentamallin kuvauksen saa internet-osoitteesta <http://www.emd.dk/> löytyvästä ohjelman käyttöohjeesta [5].

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



Kuva 1. Tuulivoimalan aiheuttaman liikkuvan varjon alue [5]

### 4.2 Välkelaskenta

Laskentapisteiden väliseksi etäisyydeksi määritettiin 20 metriä. Laskennan tarkastelukorkeutena käytettiin 1,5 metriä, eli noin ihmisen silmäkorkeutta. Laskennassa käytetyn saksalaisen ohjeituksen (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 vuositaitaista välkevaikutusta tuulivoimaloiden ympärillä.

Real Case -laskennoissa huomioidaan alueen tuulisuus- ja auringonpaistetiedot. Worst case -tulokista tehdään vähennykset auringonpaistetietoihin ja käyttötuntitietoihin (tuulensuunta sektoreittain) perustuen, josta saadaan Real case -tulos. Auringonpaisteisuustietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Seinäjoki Pelmaan sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1981–2010 [6]. Tuulivoimaloiden vuotuisiksi toiminta-ajaksi määritettiin Suomen Tuuliatlaksen tietojen perusteella 96 %. Toiminta-ajat laskettiin 12 suuntasektorille olettaen, että tuulivoimalat toimivat tuulenopeuden ollessa napakorkeudella yli 3 m/s.

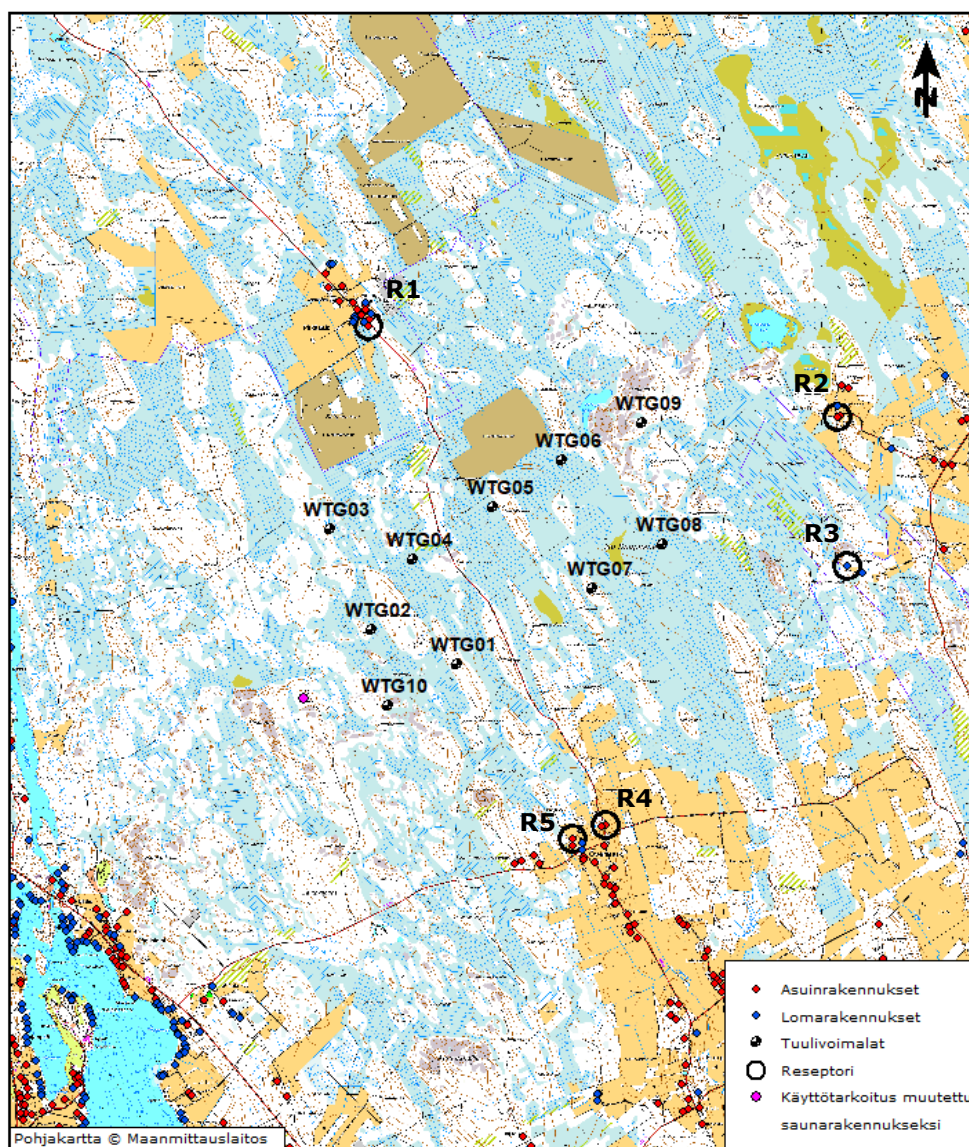
Taulukko 2. Real Case -laskennassa käytetyt keskimääräiset auringonpaisteisuustunnit eri kuukausina (tuntia päivässä)

Tam	Hel	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Syy	Lok	Mar	Jou
1,00	2,82	4,23	6,60	8,77	9,10	8,87	6,81	4,67	2,52	1,17	0,58

**Taulukko 3. Real Case -laskennassa käytetty vuotuinen toiminnallinen aika (tuntia vuodessa) tuulen-suuntasektoreittain**

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
641	446	311	321	466	675	1084	1419	1073	756	559	644	8395

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



**Kuva 2. Reseptoripisteiden sijainnit**

### 4.3 Laskentojen epävarmuus

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

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

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

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

#### 4.4 Maastomalli

Maastomalli on laadittu Maanmittauslaitoksen maastotietokannan aineistosta. Maastomallissa ei  
huomioitu puustoa tai rakennuksia.

#### 4.5 Tuulivoimalatiedot

Laskennoissa huomioitiin 10 tuulivoimalaa taulukon 4 mukaisilla sijainneilla. Mallinnus tehtiin  
käyttäen maksimi napakorkeutta ja roottorin halkaisijaa, joka oli 200 metriä. Roottorikoon ja na-  
pakorkeuden lisäksi myös lavan muoto ja leveys vaikuttavat välkkeen esiintymisen maksimietäi-  
syyteen. Lavan leveystiedot ekstrapoloitiin tilaajan ilmoittaman 200 m roottorin halkaisijan poh-  
jalta:

- Max blade width = 4,60 m
- Blade width for 90 % radius = 2,1 m

Laitosmallin dimensioiden mukaan mallinnusohjelma laskee välkkeen esiintymisen maksimietäi-  
syydeksi noin 2274 metriä.

**Taulukko 4. Tuulivoimalaitosten koordinaatit (ETRS-TM35FIN)**

Tunnus	Hanke- vaihtoehto	X	Y	Napakorkeus	Kok.-korkeus
WTG01	VE1 ja VE2	335272	7021539	200	300
WTG02	VE1 ja VE2	334400	7021896	200	300
WTG03	VE1 ja VE2	333973	7022926	200	300
WTG04	VE1 ja VE2	334818	7022616	200	300
WTG05	VE1 ja VE2	335645	7023147	200	300
WTG06	VE1 ja VE2	336341	7023626	200	300
WTG07	VE1 ja VE2	336657	7022317	200	300
WTG08	VE1	337369	7022767	200	300
WTG09	VE1	337164	7024006	200	300
WTG10	VE1	334565	7021115	200	300

## 5. MALLINNUSTULOKSET

Välkekartat on esitetty liitteessä 1. Vuotuinen välketuntien määrä ei ylitä 8 tuntia vuodessa yh-  
dessäkään reseptoripisteessä yhdenkään mallinnetun tilanteen osalta.

Välkevyöhykelaskennan lisäksi tehtiin laskentoja 4 reseptoripisteeseen, joiden sijainnit on esi-  
tetty kuvassa 2 ja tulokset taulukossa 5.

**Taulukko 5. Reseptoripistelaskentojen tulokset**

Reseptori	<b>VE1, 10 voimalaa / HH200</b>	<b>VE2, 7 voimalaa / HH200</b>	<b>VE1, 10 voimalaa / HH180</b>	<b>VE2, 7 voimalaa/ HH180</b>
	<b>Real Case, h/a*</b>	<b>Real Case, h/a*</b>	<b>Real Case, h/a*</b>	<b>Real Case, h/a*</b>
1	3:31	3:31	3:26	3:26
2	3:11	0:00	2:57	0:00
3	2:18	0:00	2:08	0:00
4	4:22	4:22	4:39	4,39
5	0:00	0:00	0:00	0:00

\*tuntia vuodessa

Välkkeen mahdolliset esiintymisajankohdat reseptoreissa on esitetty liitteessä 2.

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

ABO Wind Oy suunnittelee tuulivoimapuiston rakentamista Ison Saapasnevan alueelle Lappajärvellä. Hankkeesta on käynnissä yhdistetty YVA-kaava eli ympäristövaikutusten arviointi ja osayleiskaavan laatiminen. Tässä selvityksessä mallinnettiin tuulivoimalaitosten aiheuttaman välkkeen esiintyminen niiden ympäristössä kahden hankevaihtoehdon osalta sekä kahdella napa-korkeudella. Hankevaihtoehdossa VE1 alueelle rakennettaisiin 10 tuulivoimalaitosta ja hankevaihtoehdossa VE2 tuulivoimalaitoksia rakennettaisiin 7 kpl.

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

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

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

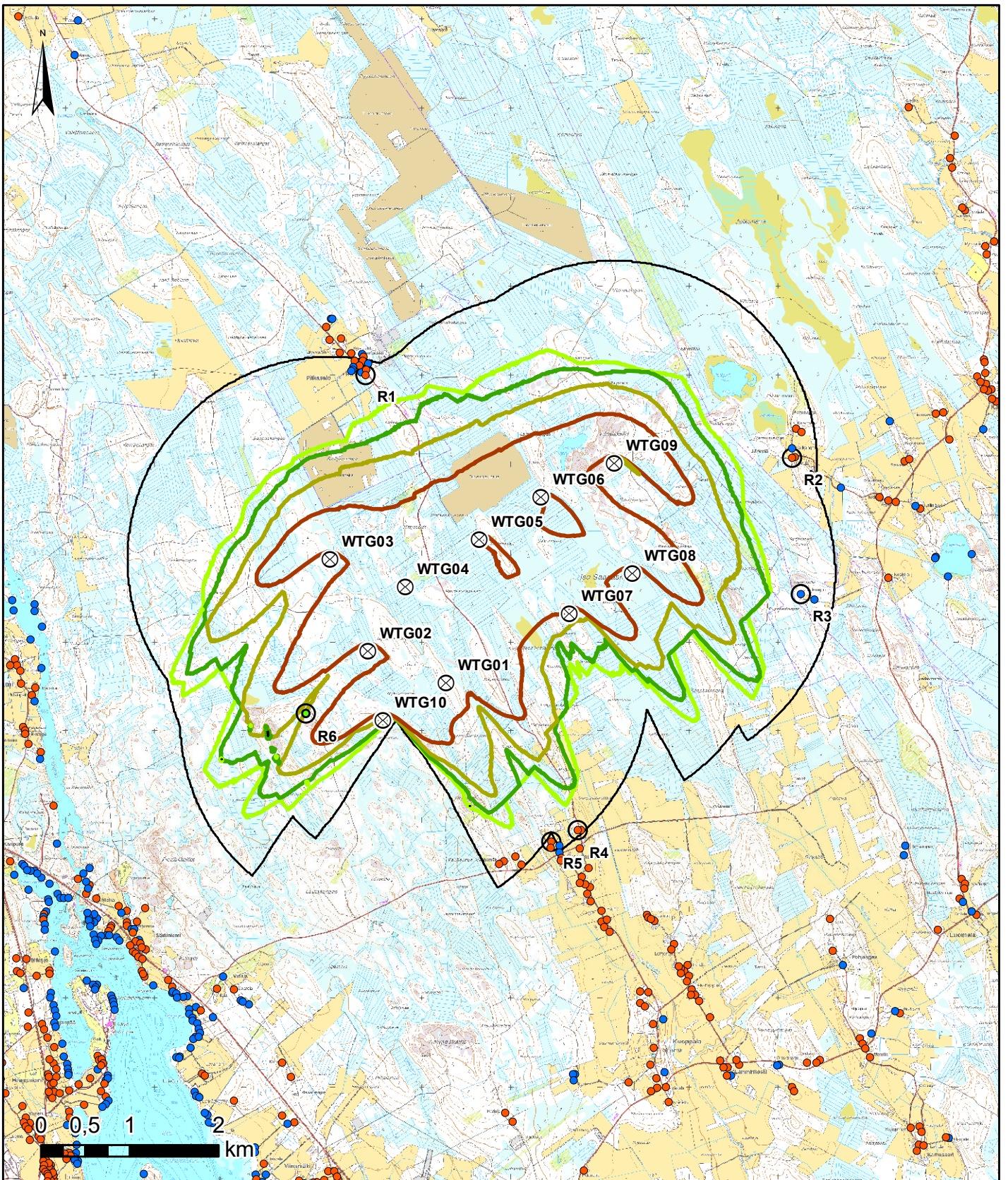
## LÄHTEET

1. Tuulivoimarakentamisen suunnittelu, Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016
2. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, WEA-Shattenwurf-Hinweise
3. Vindkraftshandboken - Planering och prövning av vindkraftverk på land och i kustnära vattenområden, Boverket 2009
4. Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller, Naturstyrelsen, Miljøministeriet 2015
5. WindPRO 3.0 User Manual
6. Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta 1981–2010, Raportteja 2012:1
7. Suomen Tuuliatlas

## LIITTEET

- Liite 1 Real Case -laskennan välkeyyöhykkeet (10 voimalaa – HH200 / 7 voimalaa – HH200 / 10 voimalaa - HH180 / 7 voimalaa - HH180)
- Liite 2 Kalenterit välkkeen mahdollisen esiintymisen ajankohdista reseptoripisteissä





Iso Saapasneva

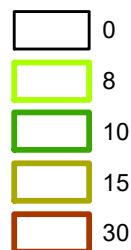
Layout 8.11.2019

Välkemallinnus  
(WindPro 3.0)

Voimalat 1-10

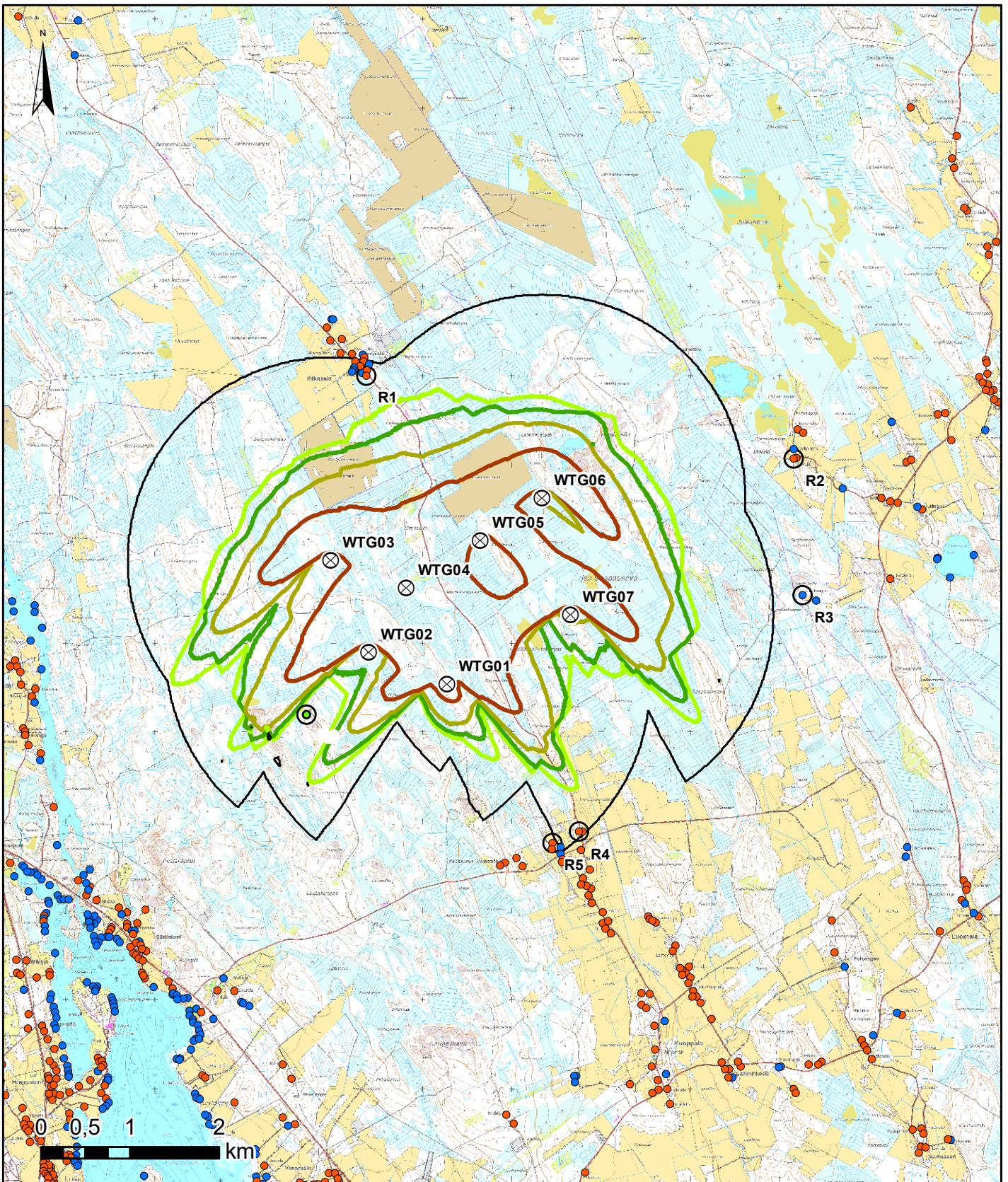
- napakorkeus (HH) 200 m
- roottorin halkaisija (RD) 200 m
- kokonaiskorkeus (TH) 300 m
- maksimivälke-etäisyys (max dist.) 2275 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus



- asuinrakennus
- lomarakennus
- saunarakennus
- reseptori
- ⊗ tuulivoimala

P.Kantonen 28.1.2020



Iso Saapasneva

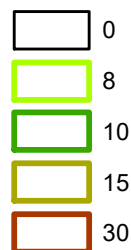
Layout 8.11.2019

Välkemallinnus  
(WindPro 3.0)

Voimalat 1-7

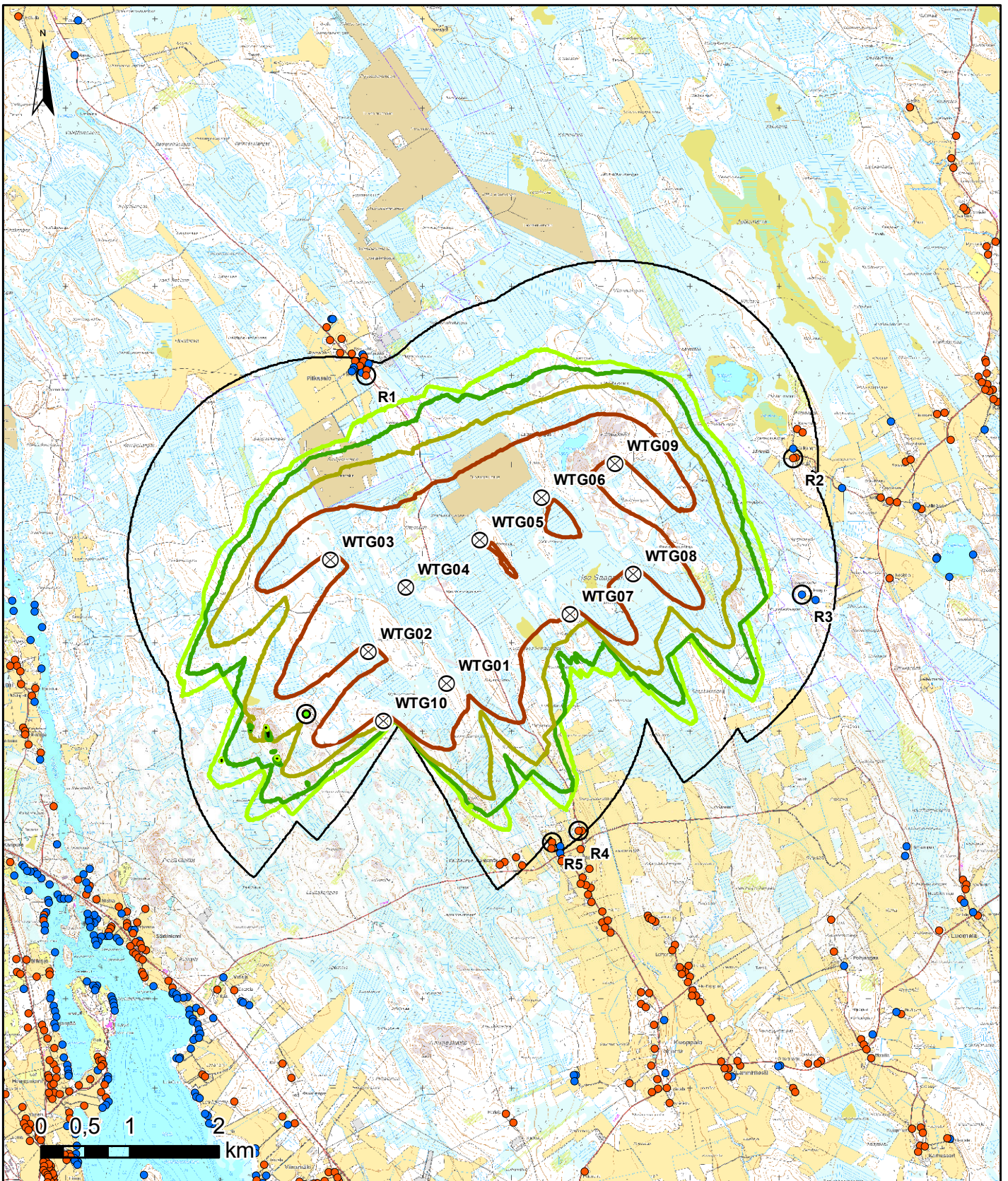
- napakorkeus (HH) 200 m
- roottorin halkaisija (RD) 200 m
- kokonaiskorkeus (TH) 300 m
- maksimivälke-etäisyys (max dist.) 2275 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus



- asuinrakennus
- lomarakennus
- saunarakennus
- reseptori
- ⊗ tuulivoimala

P.Kantonen 28.1.2020



Iso Saapasneva

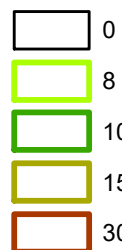
Layout 8.11.2019

Välkemallinnus  
(WindPro 3.0)

Voimalat 1-10

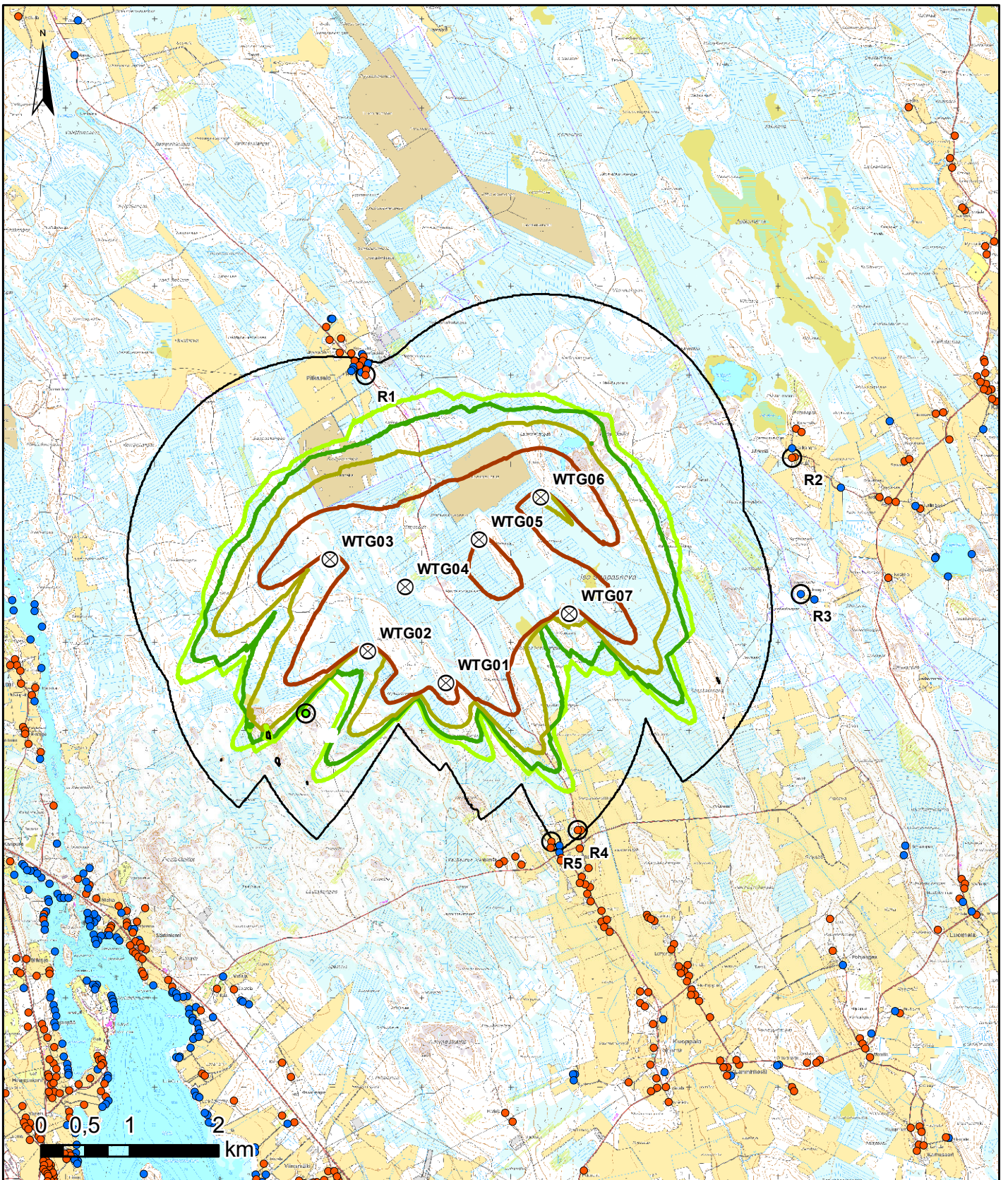
-napakorkeus (HH) 180 m  
 -roottorin halkaisija (RD) 200 m  
 -kokonaiskorkeus (TH) 280 m  
 -maksimivälke-etäisyys (max dist.) 2275 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus



- asuinrakennus
- lomarakennus
- saunarakennus
- reseptori
- ⊗ tuulivoimala

P.Kantonen 28.1.2020



Iso Saapasneva

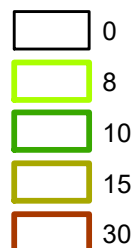
Layout 8.11.2019

Välkemallinnus  
(WindPro 3.0)

Voimalat 1-7

- napakorkeus (HH) 180 m
- roottorin halkaisija (RD) 200 m
- kokonaiskorkeus (TH) 280 m
- maksimivälke-etäisyys (max dist.) 2275 m

Välketuntia vuodessa  
Real Case -mallinnus



- asuinrakennus
- lomarakennus
- saunarakennus
- reseptori
- ⊗ tuulivoimala

P.Kantonen 28.1.2020

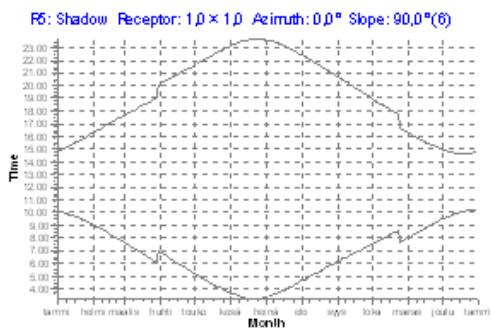
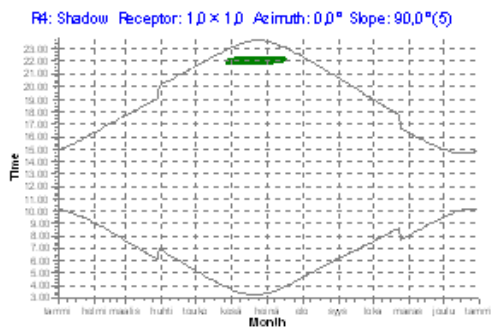
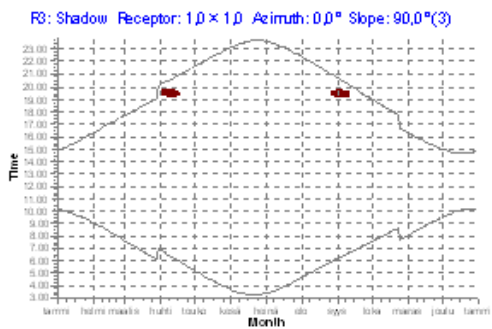
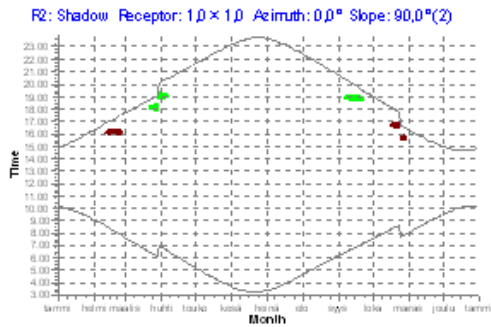
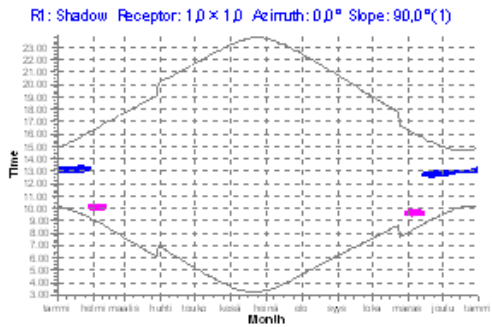
LIITE 2 (1/4), Ajankohtakaaviot, VE1, 10 voimalaa – HH200

Project:  
**Iso Saapasneva**

Licensee user:  
**Ramboll Finland Oy / ICT**  
Niemenkatu 73  
FI-15140 Lahti  
+358 20 755 7170  
Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi  
Calculated:  
29.1.2020 13.31/3.0.654

**SHADOW - Calendar, graphical**

Calculation: RES 2019-11-08 H200 D200



WTGs

- WTG01: D200 5000 200,0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (70)
- WTG03: D200 5000 200,0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (72)
- WTG05: D200 5000 200,0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (74)

- WTG08: D200 5000 200,0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (77)
- WTG09: D200 5000 200,0 IOI hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (78)

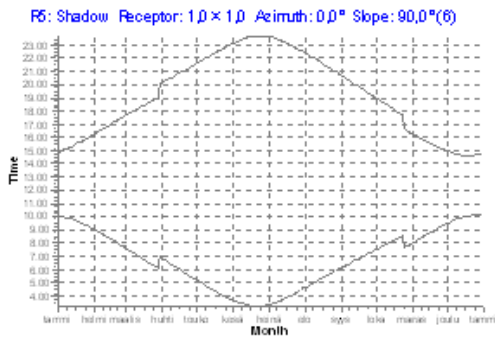
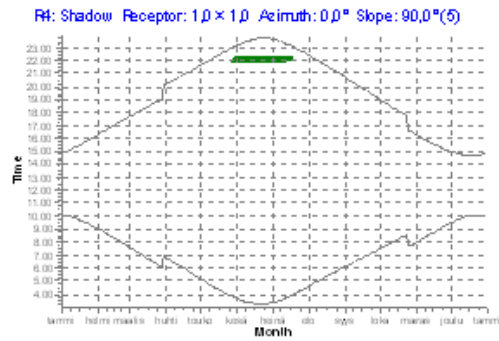
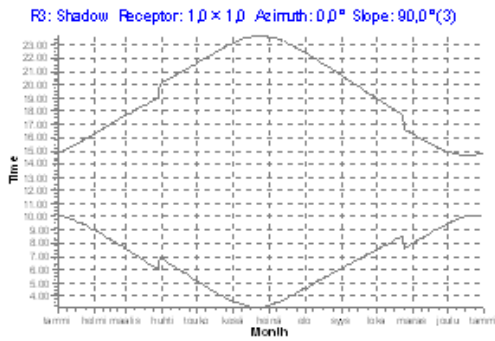
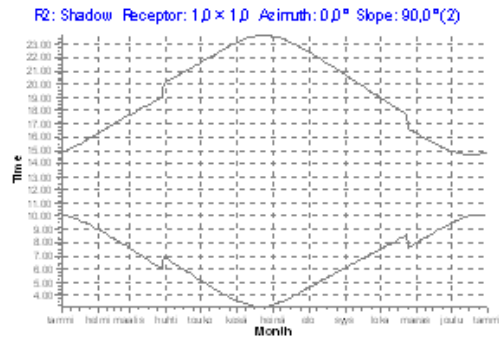
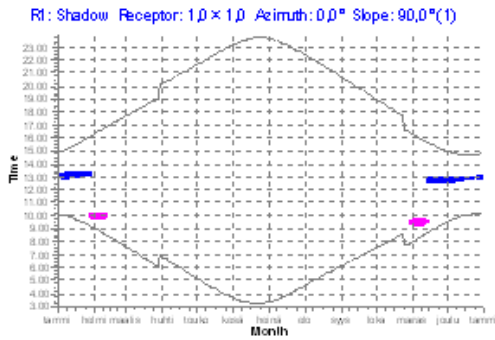
LIITE 2 (2/4), Ajankohtakaaviot, VE2, 7 voimalaa – HH200

Projekt:  
**Iso Saapasneva**

Ilmestys vuor:  
**Ramboll Finland Oy / ICT**  
Niemenkatu 73  
FI-15140 Lahti  
+358 20 755 7170  
Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi  
Calculated:  
29.1.2020 13.31/3.0.654

**SHADOW - Calendar, graphical**

Calculation: RES 2019-11-08 H200 D200 7 voimalaa



WTGs

- WTG01: D200 5000 200.0 10! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (60)
- WTG03: D200 5000 200.0 10! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (62)
- WTG05: D200 5000 200.0 10! hub: 200,0 m (TOT: 300,0 m) (64)

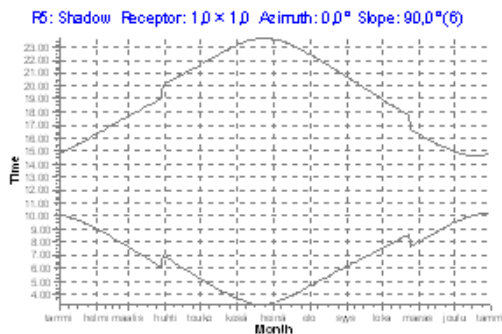
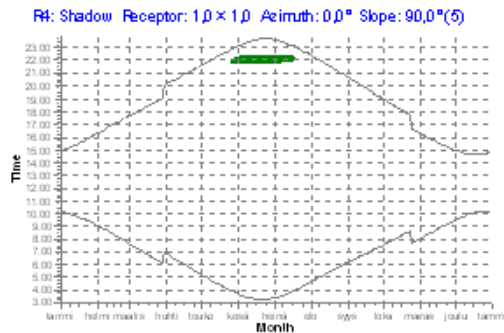
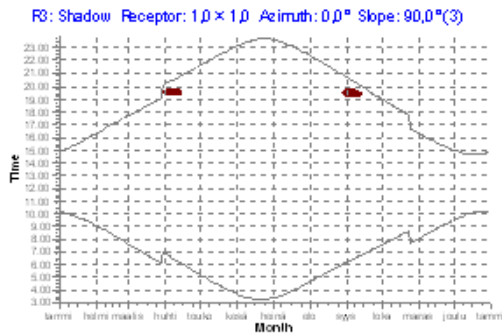
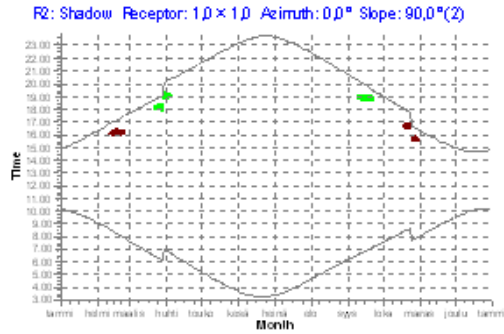
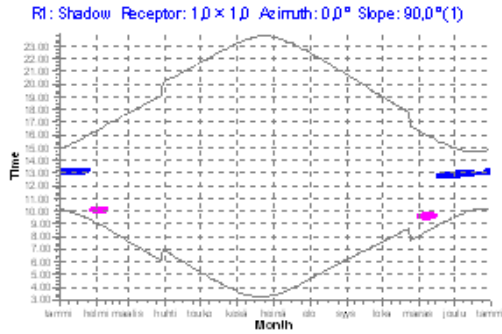
LIITE 2 (3/4), Ajankohtakaaviot, VE1, 10 voimalaa – HH180

Project:  
**Iso Saapasneva**






Issued user:  
**Ramboll Finland Oy / ICT**  
Niemenkatu 73  
FI-15140 Lahti  
+358 20 755 7170  
Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi  
Calculated:  
29.1.2020 13.31/3.0.654

**SHADOW - Calendar, graphical**

Calculation: RES 2019-11-08 H180 D200



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | WTG01: D200 5000 200,0 IO! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (50) |  | WTG08: D200 5000 200,0 IO! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (57) |
|  | WTG03: D200 5000 200,0 IO! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (52) |  | WTG09: D200 5000 200,0 IO! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (58) |
|  | WTG05: D200 5000 200,0 IO! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (54) |   |   |

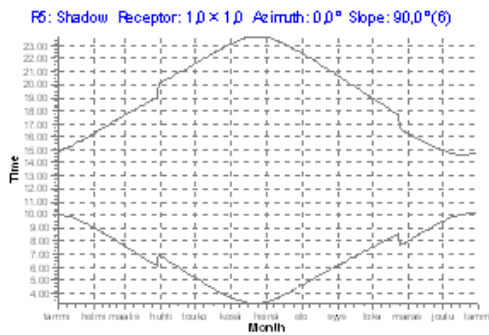
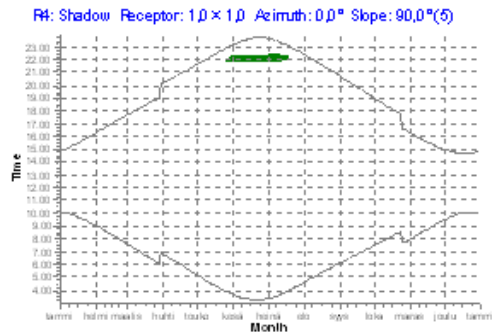
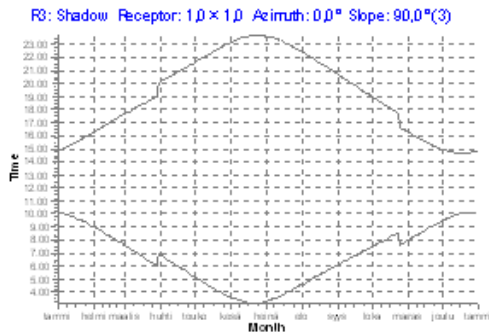
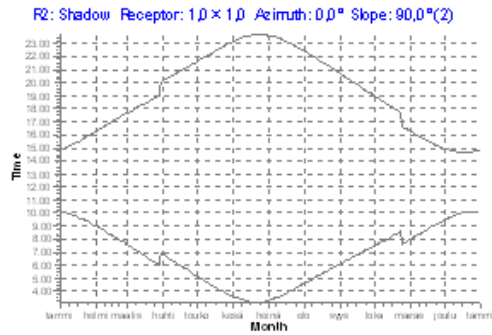
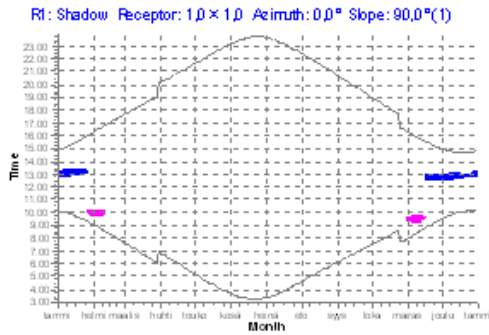
LIITE 2 (4/4), Ajankohtakaaviot, VE2, 7 voimalaa – HH180

Project:  
**Iso Saapasneva**

Licensee user:  
**Ramboll Finland Oy / ICT**  
Niemenkatu 73  
FI-15140 Lahti  
+358 20 755 7170  
Ville Virtanen / ville.virtanen@ramboll.fi  
Calculations:  
29.1.2020 13.32/3.0.654

**SHADOW - Calendar, graphical**

Calculation: RES 2019-11-08 H180 D200 7 voimalaa



WTGs:

- WTG01: D200 5000 200,0 !O! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (40)
- WTG03: D200 5000 200,0 !O! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (42)
- WTG05: D200 5000 200,0 !O! hub: 180,0 m (TOT: 280,0 m) (44)

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