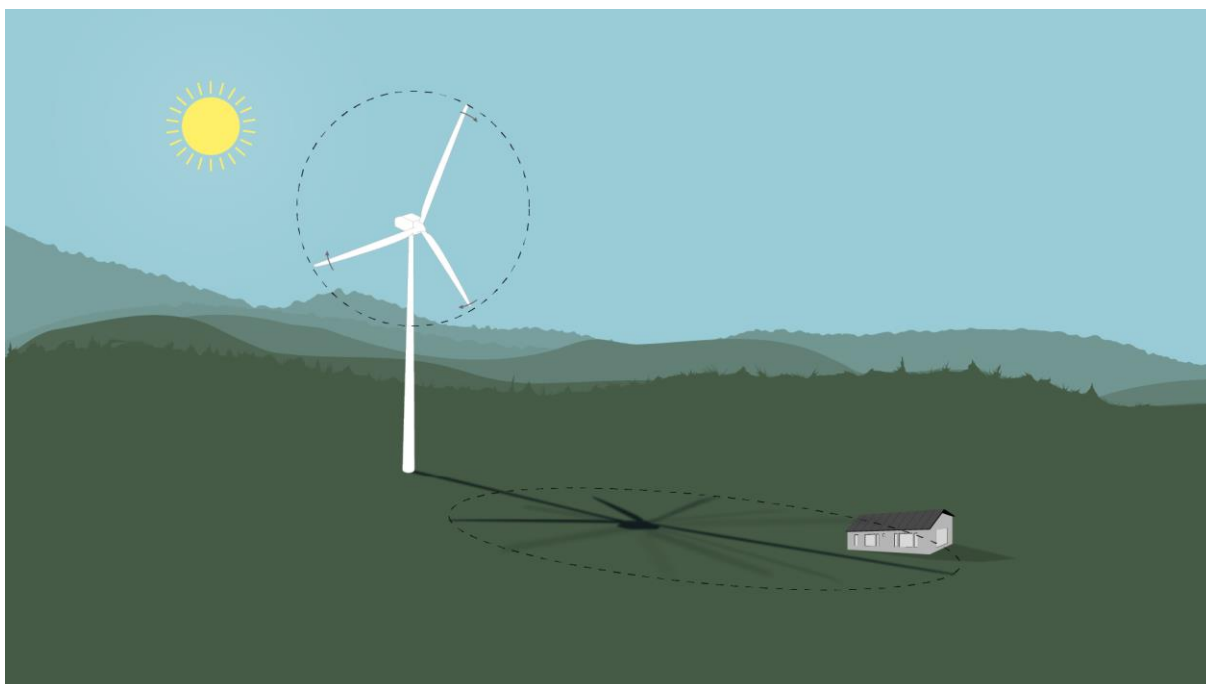


MYRSKY ENERGIA OY

LUUMÄEN SUURIKANKAAN TUULIVOIMALAITOS VÄLKESELVITYS

3.12.2024

JULKINEN



317602

REV: 1.0



Sisällysluettelo

1.	Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus	3
2.	Tiivistelmä selvityksen johtopäätöksistä.....	3
3.	Välkevaikutus ja vertailuarvot.....	3
3.1.	Välke ilmiönä	3
3.2.	Vertailuarvot	4
4.	Lähtötiedot ja mallinnusmenetelmä	4
4.1.	Hankkeen lähtötiedot	4
4.2.	Laskennassa käytetty tietoaaineisto	5
4.3.	Mallinnusmenetelmä	6
5.	Mallinnuksen tulokset.....	7
5.1.	Välkkeen vaikutusalue	7
5.2.	Laskentapistekohtaiset välkemäärät	7
6.	Mallinnuksen epävarmuudet.....	12
	Viitteet	12
	Liitteet.....	13

1. Hankkeen tiedot ja tehtävän kuvaus

Myrsky Energia Oy suunnittelee tuulivoimalaitosta Luumäen Suurikankaan alueelle. Tässä selvityksessä esitetään laskennallinen arvio tuulivoimaloista aiheutuvasta välkevaikutuksesta kaavaehdotusvaiheen hankesuunnitelman mukaisella tuulivoimalasijoittelulla. Työn tilaaja on Myrsky Energia Oy ja suunnitelmätiedot on saatu tilaajalta 29.10.2024.

Selvityksessä on arvioitu tuulivoimaloiden aiheuttamaa välkevaikutusta laskennallisen mallinnuksen ja vertailuarvojen avulla. Selvitys on laadittu perustuen Ympäristöministeriön oppaaseen *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* [1]. Välkevaikutukselle ei ole Suomessa määritelty ohjearvoja. Ympäristöministeriön suosituksen mukaisesti selvityksessä käytetään vertailuarvoina muiden maiden ohjearvoja.

Mallinnuksen avulla tuotetaan laskennallinen välkevyöhykekartta, josta käy ilmi todennäköisen välketilanteen vaikutusalue sekä vertailuarvojen mukaisesti rajatut välkevyöhykkeet. Mikäli välkkeen vaikutusalueella tai hyvin lähellä sitä on asuin- tai lomarakennuksia, lasketaan niille laskentapistekohtainen todennäköinen vuotuinen välkemäärä. Lisäksi on arvioitu välkkeen vaikutusalue kun huomioidaan puuston aiheuttama peittovaikutus.

Laskennan sekä raportin on laatinut projektipäällikkö DI Julia Turku ja tarkastanut tiimipäällikkö FM Sirpa Lappalainen, molemmat WSP Finland Oy:stä.

2. Tiivistelmä selvityksen johtopäätöksistä

Laskennallisen arvion perusteella suunnitellun tuulivoimalaitoksen välkevaikutuksen alueella on runsaasti asuin- tai lomarakennuksia ja useita kohteita sijaitsee vyöhykkeellä, jolla todellisen tilanteen vertailuarvo 8 h / vuosi todennäköisesti ylittyy.

Tuulivoimaloiden välkevaikutusta voidaan lieventää rajoittamalla yksittäisten voimaloiden toiminta-aikaa herkkien kohteiden kannalta kriittisinä aikoina. Pysäytettynä voimala ei aiheuta välkettä.

3. Välkevaikutus ja vertailuarvot

3.1. Välke ilmiönä

Välkevaikutuksella tarkoitetaan valon ja varjon vilkkumista auringon paistaessa tuulivoimalan takaa. Roottorin lapojen pyöriminen aiheuttaa liikkuvan varjon, joka voi tuulivoimalan koosta, sijainnista ja auringon kulmasta riippuen ulottua n. 1-3 kilometrin päähän tuulivoimalasta. Vuoden- ja vuorokaudenaika vaikuttavat välkevaikutuksen suuntaan, etäisyyteen ja keston. Laajimmalle varjo ulottuu, kun aurinko on matalalla. Toisaalta kun aurinko laskee riittävän matalalle, yhtenäistä varjoa ei enää muodostu. Suomessa yksittäisen tuulivoimalan välkevaikutus kohdistuu valtaosin voimalan pohjoispuolelle (päiväaika, jolloin aurinko paistaa etelän suunnalta ja varjo lankeaa pohjoiseen) sekä lounais- ja kaakkoispuolille (aamu- ja iltajat). Ainoastaan pohjoisen napapiirin pohjoispuolella vaikutus voi ulottua voimalan eteläpuolelle.

Teoreettisen maksimivälkkeen laskennassa oletetaan, että sää on pysyvästi aurinkoinen, tuulivoimalan roottorin pyörii jatkuvasti ja roottori on aina kohtisuorassa aurinkoa kohden.

Maksimivälkkeen mallinnuksella ennustetaan siis pahinta mahdollista tilannetta. Välkettä ei koskaan esiinny koko alueella samanaikaisesti.

Todellisesti välkettä on havaittavissa vain sään ollessa riittävän aurinkoinen. Tuulivoimalan pyörimisnopeus ja turbiinin suuntaus taas riippuu kulloinkin vallitsevasta tuulesta. Jos roottori ei pyöri, varjokaan ei vilku. Jos taas roottori on sellaisessa asennossa, että auringonpaiste tulee katsojasta nähdessä roottorin sivusta eikä kohtisuoraan roottorin läpi, välkealue on pienempi. Poikittain aurinkoon suuntautunut voimala aiheuttaa varjostusta pienemmälle alueelle kuin kohtisuoraan aurinkoon suuntautunut voimala.

Todennäköisen välkemäärän arvioinnissa huomioidaan paikallinen tilastoaineisto auringonpaisteen määrästä ja ajoittumisesta, tuulisuudesta voimalan toiminta-ajan osuuden arvioimiseksi, sekä tuulen suuntien ja nopeuksien jakautumisesta roottorin suuntauksen arvioimiseksi. Teoreettisen maksimivälkkeen määrästä vähennetään se osuus ajasta, jolloin välkettä ei tilastoaineiston perusteella arvioituna aiheudu.

Mikäli välkkeen vaikutusalueella tai hyvin lähellä sitä on asuin- tai lomarakennuksia tai muita herkkiä kohteita, lasketaan niille laskentapistekohtainen todennäköinen vuotuinen välkemäärä täsmällisesti kohteen sijainnissa. Todennäköisen tilanteen mallinnuksella saadaan tarkin mahdollinen ennuste herkkään kohteeseen aiheutuvasta välkemäärästä, ja lisäksi sen ajoittumisesta.

Mallinnuksissa huomioidaan maastonmuotojen vaikutus välkkeen leviämiseen. Paikkoihin, joihin tuulivoimalat eivät ole nähtävissä, eivät ne myöskään aiheuta välkevaikutuksia. Todennäköisen tilanteen mallinnus voidaan tehdä **puuston peittovaikutus huomioiden**, käyttäen puuston korkeustietoja. Rakennusten tai muiden mahdollisesti muuttuvien esteiden peitevaikutusta ei tyypillisesti huomioida. Tosiasiallisesti aiheutuva välkevaikutus on siis tyypillisesti laskennallista todennäköistä välkemäärää pienempi, koska osa laskennallisesta välkevaikutuksesta jää näkymättömiin esteiden taakse.

3.2. Vertailuarvot

Suomessa ei ole määritetty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Valtioneuvoston julkaiseman *Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016 Tuulivoimarakentamisen suunnittelu* [1] mukaan on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden suosituksia välkkeen rajoittamisesta. Ohjeessa on annettu taulukon 1. mukaiset esimerkit raja-arvoista ja suosituksista asuinrakennuksiin tai muihin herkkiin kohteisiin kohdistuvalle välkkeelle. Arviointimenetelmien, mallinnusparametrien ja -oletusten perusteena on käytetty vastaavasti näiden maiden viranomaisten ohjejulkaisuja [2,3,4].

4. Lähtötiedot ja mallinnusmenetelmä

4.1. Hankkeen lähtötiedot

Hankesuunnitelma sisältää 14 tuulivoimalaa. Tarkastelussa kaikkien voimaloiden mallina on käytetty Nordex N175/6.X -voimalamallia ja roottorin halkaisijaa 200 m. Voimaloiden napakorkeuksiksi on valittu maaston korkeuden ja lentoestekorkeuden mahdollistamat suurimmat napakorkeudet. Voimaloiden kokonaiskorkeus vaihtelee välillä 240...265 m. Voimaloiden sijainti- ja korkeustiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1. Raja-arvoja ja suosituksia suurimmasta hyväksyttävän välkevaikutuksen määrästä muissa maissa (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2016).

Maa	Todellinen tilanne (real case)	Laskennallinen maksimitilanne (worst case)
Ruotsi (suositus)	8 h / vuosi 30 min / vrk	-
Tanska (raja-arvo)	10 h / vuosi	-
Saksa (raja-arvo)	8 h / vuosi	30 h / vuosi 30 min / vrk

Taulukko 2. Hankesuunnitelman mukaiset voimaloiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet ja lentoestekorkeuden mahdollistamat napakorkeudet vastaavasti.

Voimala	E	N	Maaston korkeus [m]	HH [m]
WTG01	526501	6753139	82	155
WTG02	525704	6753202	96	140
WTG03	527339	6752564	82	155
WTG04	525491	6752379	92	145
WTG05	527010	6751585	93	145
WTG06	522959	6751826	82	155
WTG07	524132	6751841	80	160
WTG08	523344	6751160	82	155
WTG09	525641	6751678	98	140
WTG10	526277	6751090	103	145
WTG11	522695	6750543	84	155
WTG12	526684	6750610	95	140
WTG13	526916	6749677	78	160
WTG14	527220	6748729	73	165

4.2. Laskennassa käytetty tietoaineisto

Alueen korkeustiedot saatiin Maanmittauslaitoksen korkeusmallista 10 m resoluutiolla ja vähintään 2,0 m korkeustarkkuudella.

Alueen asuin- ja lomarakennusten sijainnit on saatu Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta.

Todennäköisen tilanteen laskennalliseen arviointiin on käytetty Ilmatieteenlaitoksen Kouvolan Utin sääaseman keskiarvoisia auringonpaisteisuustietoja ilmastolliselta vertailukaudelta 1991-2020 [5]. Keskimääräinen päivittäinen aurinkoisten tuntien määrä kuukausittain on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Keskimääräinen päivittäinen aurinkoisten tuntien määrä kuukausittain Ilmatieteen laitoksen Kouvolan Utin säähavaintoaseman aurinkoisuustietojen mukaan.

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,90	2,21	4,35	6,23	8,87	8,50	8,81	6,90	4,50	1,94	0,77	0,45

Tuulisuustietona on käytetty Ilmatieteenlaitoksen Tuuliatlas -tietokannassa olevaa paikallisen mittaustilaston perusteella mallinnettua tuulisuustietoa hankkeen voimalamallin napakorkeutta lähimmässä mallinnuskorkeudessa (200 m) [6]. Tuulisuustiedoista on laskettu arvio tuulivoimaloiden vuotuiseksi toiminta-ajaksi ilmansuunnittain. Toiminta-aikaa laskettaessa on oletettu, että tuulivoimalat ovat toiminnassa tuulen nopeuden ollessa vähintään 3 m/s napakorkeudella. Arvio vuotuisesta kokonaistoiminta-ajasta on 98 %. Toiminta-aika on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Tuuliatlaksen paikallisista tuulisuustiedoista laskettu tuulivoimalaitoksen vuotuinen toiminta-aika tunteina ilmansuunnittain.

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
643	613	500	409	421	557	885	1265	1099	853	692	637	8575

Puuston aiheuttaman peittovaikutuksen huomioivassa mallinnuksessa käytettiin Luonnonvarakeskus LUKE:n vuoden 2021 puuston keskipituustietoja.

4.3. Mallinnusmenetelmä

Tuulivoimaloiden aiheuttaman välkevaikutuksen esiintymisalue ja välkemäärät laskettiin EMD WindPRO 4.1 -ohjelman Shadow-moduulilla [7]. Ohjelma on yleisesti käytössä tuulivoimaloiden aiheuttaman välkkeen mallinnuksessa. Mallinnusparametrien ja -oletusten valinnan perusteena käytettiin Saksan, Ruotsin ja Tanskan viranomaisten ohjejulkaisuja [2,3,4] sekä Suomessa aiemmin raportoituja tuulivoimalaitosten välkemallinnuksia soveltuvien osien.

Laskentapisteen väliseksi etäisyydeksi asetettiin 10 metriä ja tarkastelukorkeudeksi 2,0 metriä maan pinnasta. Yleisesti käytössä olevan laskentatavan mukaan välkevaikutusta laskettaessa auringonpaistekulma horisontista on vähintään kolme astetta, jonka alle menevää auringon säteilyä ei huomioida.

Laskenta tehtiin 1 minuutin tarkkuudella. Välkkeen ilmenemisajaksi lasketaan se osa ajasta, jonka roottorin lapa peittää vähintään 20 % auringosta.

Laskennassa huomioitiin maastonmuotojen vaikutus välkevaikutuksen leviämiseen. Rakennusten aiheuttamaa peittovaikutusta ei huomioitu.

Laskentapistekohtaisessa todennäköisen välkemäärän laskennassa tehdään maksimaalisen välkemäärän tuloksiin vähennykset alueellisiin tilastollisiin aurinkoisuus- ja tuulisuustietoihin perustuen.

5. Mallinnuksen tulokset

5.1. Välkkeen vaikutusalue

Hankesuunnitelman mukaisen voimalaryhmän mallinnukseen perustuva arvio todennäköisen tilanteen välkevaikutuksesta on esitetty kuvassa 1 välkevyöhykekarttana, jossa vyöhykkeet kuvaavat välkemäärää tunteina vuodessa. Kunkin vyöhykerajan sisäpuolella välkemäärä on rajan merkitsemää tuntimäärää suurempi, vyöhykerajan ulkopuolella taas pienempi.

Kuvassa 2 on esitetty arvio todennäköisen tilanteen välkevaikutuksesta, kun huomioidaan puuston vaikutus välkkeen leviämiseen.

Mallinnusohjelmistosta tulostetut laskentapöytäkirjat ovat liitteinä 1 ja 3.

5.2. Laskentapistekohtaiset välkemäärät

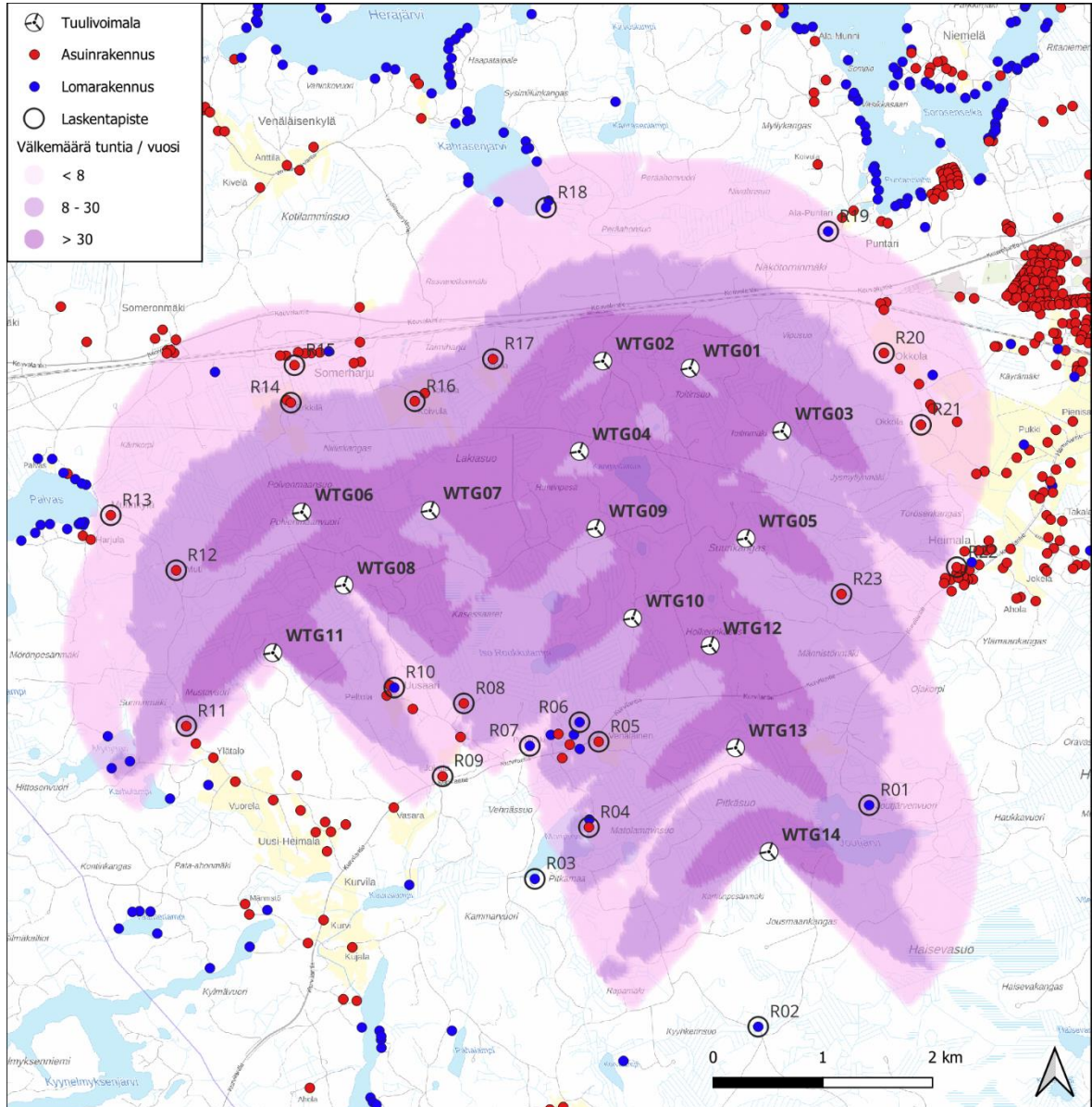
Välkevyöhykekarttojen perusteella välkkeen vaikutusalueella sijaitsee runsaasti asuin- ja lomarakennuksia, jotka ovat välkevaikutuksen kannalta herkkiä kohteita. Otos kohteista on valittu laskentapisteiksi, joille tehdään laskentapistekohtainen todennäköisen välkemäärän mallinnus. Valitut 23 laskentapistettä on esitetty taulukossa 5 sekä välkevyöhykekarttoja esittävässä kuvassa.

Laskentapistekohtaisen mallinnustuloksen perusteella voidaan todeta, että hankesuunnitelman toteutuessa välkemäärät todennäköisesti ylittävät todellisen tilanteen vuorokautisen vertailuarvon 8 h / vuosi laskentapisteissä R01, R04, R05, R06, R08, R10, R11, R12, R14, R16, R17 ja R23. Laskentapisteiden R05 ja R06 ja R10 läheisyydessä sijaitsee useita muitakin asuin- tai lomarakennuksia, joita ei ole valittu laskentapisteiksi. Todellisen tilanteen vertailuarvo ylittyy todennäköisesti yhteensä yli 20 asuin- tai lomarakennukselle.

Kun laskennassa huomioidaan puuston vaikutus, välkemäärät todennäköisesti ylittävät vertailuarvon laskentapisteissä R05, R10, R12 ja R16 sekä niiden läheisyydessä sijaitsevilla muilla asuin- ja lomarakennuksissa.

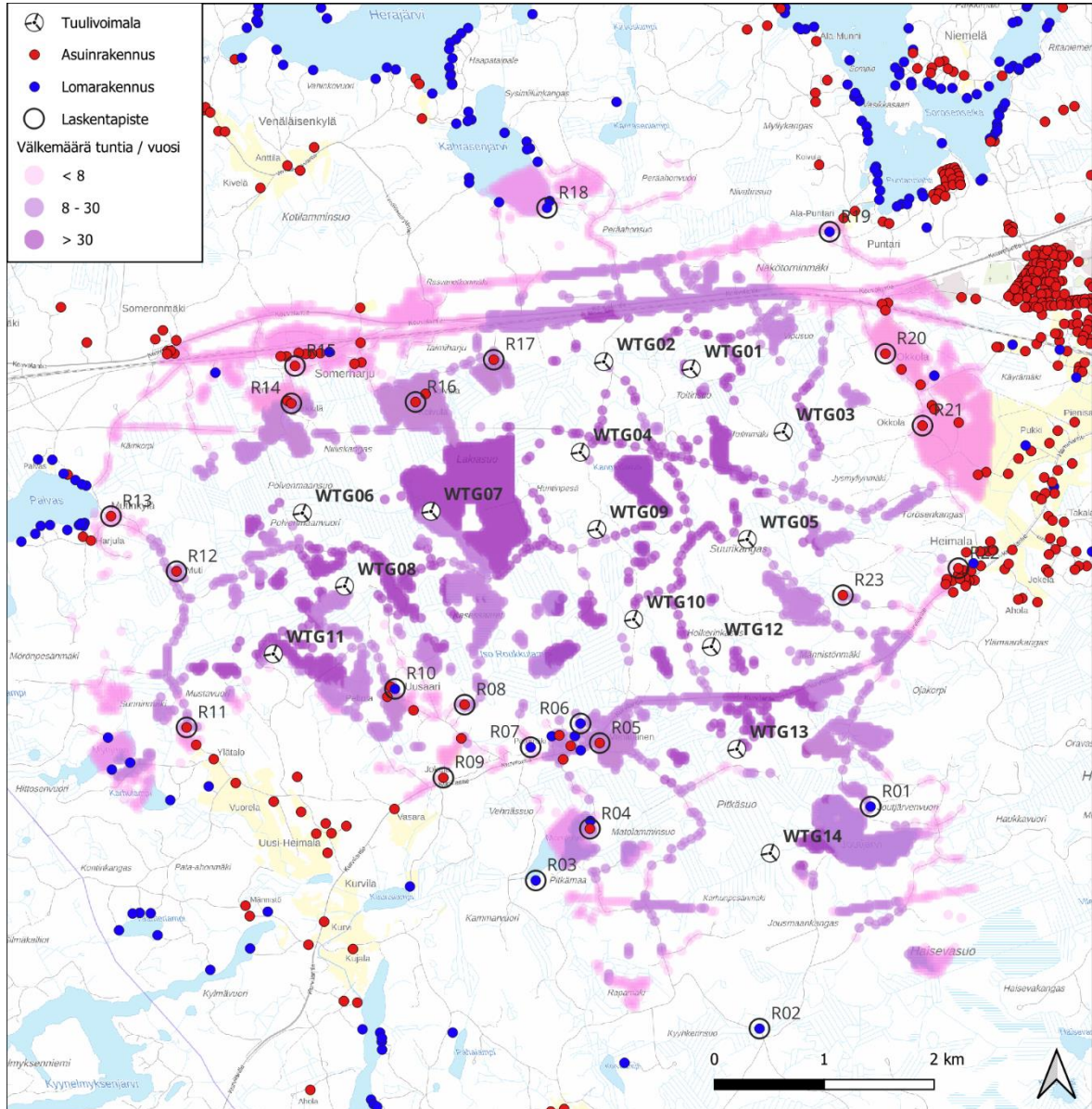
Taulukossa 6 on esitetty laskentapisteisiin kohdistuvat välkemäärät ilman puuston vaikutusta sekä puuston vaikutus huomioiden. Taulukossa on esitetty myös välkettä aiheuttavat tuulivoimalat.

Mallinnusohjelmistosta tulostetut laskentapistekohtaiset välkkeen esiintyvyydiagrammit ovat liitteinä 2 ja 4.



Tulostettu 19/11/2024, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastietokanta
Pohjakartta @ Maanmittauslaitos

Kuva 1. Hankesuunnitelmalle arvioitu todennäköisen tilanteen välkevaikutus vyöhykekarttana. Kunkin vyöhykerajan sisäpuolella välkemäärä on rajan merkitsemää tuntimäärää suurempi, vyöhykerajan ulkopuolella taas pienempi.



Tulostettu 19/11/2024, JT.
Lähteet: Maanmittauslaitoksen maastietokanta
Pohjakartta @ Maanmittauslaitos

Kuva 2. Hanksuunnitelmalle arvioitu todennäköisen tilanteen välkevaikutus vyöhykekarttana, kun huomioidaan puuston vaikutus.

Taulukko 5. Laskentapisteiden sijaintikoordinaatit ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa sekä maaston korkeudet ja rakennusluokitus vastaavasti.

Laskenta-piste	E	N	Maaston korkeus [m]	Rakennusluokitus
R01	528133	6749154	75,0	Lomarakennus
R02	527122	6747134	74,1	Lomarakennus
R03	525084	6748481	75,5	Lomarakennus
R04	525578	6748953	70,0	Asuinrakennus
R05	525667	6749732	83,0	Asuinrakennus
R06	525492	6749910	81,8	Lomarakennus
R07	525038	6749694	92,4	Lomarakennus
R08	524436	6750082	90,4	Asuinrakennus
R09	524243	6749417	85,2	Asuinrakennus
R10	523802	6750226	89,8	Lomarakennus
R11	521905	6749875	110,7	Asuinrakennus
R12	521813	6751295	95,2	Asuinrakennus
R13	521217	6751798	96,8	Asuinrakennus
R14	522859	6752824	91,4	Asuinrakennus
R15	522892	6753165	98,3	Asuinrakennus
R16	523990	6752836	86,5	Asuinrakennus
R17	524702	6753221	98,3	Asuinrakennus
R18	525187	6754602	78,4	Lomarakennus
R19	527760	6754385	101,3	Lomarakennus
R20	528268	6753276	88,1	Asuinrakennus
R21	528606	6752621	89,6	Asuinrakennus
R22	528932	6751324	98,5	Asuinrakennus
R23	527881	6751078	83,0	Asuinrakennus

Taulukko 6. Laskentapisteisiin kohdistuva välkemäärä todennäköisessä tilanteessa ilman puuston vaikutusta sekä puuston vaikutus huomioituna. Laskentapisteet, joissa laskennallinen todennäköisen tilanteen välkemäärä ylittää todellisen tilanteen vertailuarvon 8 h / vuosi, on merkitty tummennetulla värillä.

Laskenta-piste	Todennäköinen tilanne ilman puustoa [tuntia / vuosi]	Todennäköinen tilanne puuston kanssa [tuntia / vuosi]	Välkettä aiheuttavat voimalat *
R01	15 h 24 min	6 h 36 min	WTG13, WTG14
R02	0 h	0 h	-
R03	0 h	0 h	-
R04	10 h 12 min	0 h	WTG13, WTG14
R05	15 h 22 min	14 h 09 min	WTG12, WTG13, WTG14
R06	16 h 05 min	0 h	WTG12, WTG13
R07	4 h 49 min	0 h	WTG12, WTG13
R08	10 h 05 min	3 h 02 min	WTG08, WTG10, WTG11
R09	0 h	0 h	-
R10	8 h 24 min	8 h 24 min	WTG11
R11	12 h 51 min	0 h	WTG11
R12	16 h 14 min	10 h 04 min	WTG06, WTG08, WTG11
R13	2 h 04 min	0 h	WTG06
R14	8 h 31 min	0 h	WTG06 - WTG08
R15	3 h 39 min	1 h 06 min	WTG06, WTG07
R16	14 h 35 min	14 h 35 min	WTG02, WTG04, WTG06 – WTG08
R17	15 h 17 min	2 h 40 min	WTG01, WTG02, WTG04, WTG07, WTG09
R18	1 h 20 min	0 h	WTG02
R19	1 h 56 min	0 h	WTG01, WTG03
R20	5 h 38 min	0 h	WTG01, WTG03
R21	4 h 41 min	0 h	WTG03
R22	0 h	0 h	-
R23	23 h 52 min	0 h	WTG05, WTG12, WTG13

* Lihavoituna voimalat, joista aiheutuu välkettä molemmissa laskentatilanteissa.

6. Mallinnuksen epävarmuudet

Maksimaalisen väkemäärän laskenta perustuu hyvin tunnettuun ja pysyvään geometriaan, joten laskennallisen ennusteen ylittyminen ei ole todennäköistä. Epävarmuustekijät vaikuttavat toteutuvaa väkemäärää vähentävästi.

Vaikutusalueen määrittäminen suoritetaan rajallisella määrällä laskentapistettä sekä ajallisesti että sijainneittain, mikä vähentää tuloksen tarkkuutta. Mikäli välkealueella tai sen läheisyydessä on herkkiä kohteita, mallinnetaan lisäksi välkkeen esiintyvyys tarkemmin näissä kohteissa.

Puusto ja rakennukset voivat rajoittaa merkittävästi näkyvyyttä turbiineille ja vähentää vuotuista välkevaikutusta. Puuston näkyvyyttä peittävä vaikutus vaihtelee kuitenkin vuosien ja vuodenaikojen suhteen, ja niiden sekä rakennusten peittovaikutus voi muuttua tuulivoimalan käyttöä aikana.

Herkän kohteen laskentapistekohtaista todennäköisen väkemäärän esiintyvyyttä mallinnettaessa huomioidaan tilastolliset aurinkoisuus- ja tuulisuusolosuhteet kohdealueella. Yksittäisen vuoden aurinkoisuus- ja tuulisuusolosuhteet saattavat poiketa merkittävästi laskennassa käytetyistä tilastollisesti keskimääräisistä sääolosuhteista, jolloin vuosittain toteutunut väkemäärä vaihtelee ja voi poiketa merkittävästi todennäköiselle tilanteelle mallinnetusta arvosta.

Rakennuksiin kohdistuvan välkkeen laskennassa käytetään ns. kasvihuone-oletusta, eli rakennukseen kohdistuva välkevaikutus huomioidaan riippumatta suunnasta. Todellisuudessa välkevaikutus kohdistuu rakennuksen sisätiloihin vain ikkunoiden suunnasta. Sisätiloissa havaittavissa oleva väkemäärä on siis selvästi mallinnettua vähäisempi.

Helsingissä 3.12.2024

WSP Finland Oy

Laatinut:

Julia Turku
Projektipäällikkö
Kestävyys ja ympäristövaikutukset

Tarkastanut:

Sirpa Lappalainen
Tiimipäällikkö
Akustiikka ja melu

Viitteet

- 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) Ilmatieteen laitos, Tilastoja Suomen ilmastosta ja merestä 1991–2020, Raportteja 2021:8
 - 6) Suomen Tuuliatlas, [Suomen Tuuliatlas \(fmi.fi\)](https://fmi.fi) (19.10.2023)
 - 7) WindPRO 4.1 Knowledge base, [WindPRO Online Help \(emd.dk\)](https://emd.dk) (19.10.2023)

Liitteet

- 1) Laskentatuloste – Todennäköinen tilanne
- 2) Välkkeen esiintyvyys laskentapisteissä - Todennäköinen tilanne
- 3) Laskentatuloste – Todennäköinen tilanne puuston kanssa
- 4) Välkkeen esiintyvyys laskentapisteissä – Todennäköinen tilanne puuston kanssa

Project:

Luumäki Suurikangas kaavoitus

Licensed user:

WSP Finland Oy / WSP Finland Ltd.

Pasilan Asema-aukio 1

FI-00520 Helsinki

+358 2078 6411

Julia Turku / julia.turku@wsp.com

Calculated:

18.11.2024 17.31/4.1.254

SHADOW - Main Result

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

3 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,90	2,21	4,35	6,23	8,87	8,50	8,81	6,90	4,50	1,94	0,77	0,45

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
643	613	500	409	421	557	885	1 265	1 099	853	692	637	8 574

Monthly aggregation of real case reduction

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker

calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker

values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver

window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

DHM: Project Wizard Elevation Data Grid (Finnish Elevation Model - 10m grid)

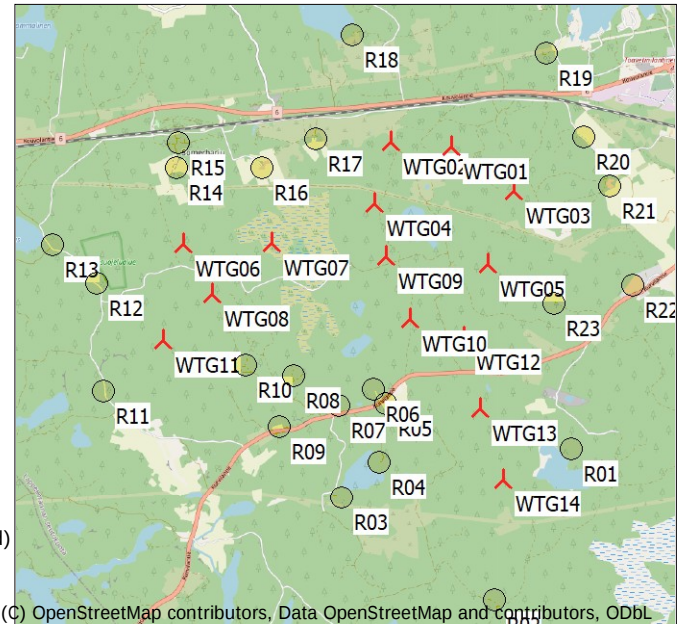
Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:100 000

New WTG

Shadow receptor

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM [RPM]
			[m]									
WTG01	526 501	6 753 139	82,4	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG02	525 704	6 753 203	96,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG03	527 339	6 752 564	82,4	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG04	525 491	6 752 379	92,2	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG05	527 010	6 751 586	94,1	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG06	522 959	6 751 826	83,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG07	524 132	6 751 841	81,9	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	160,0	1 894	10,8
WTG08	523 344	6 751 160	82,2	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG09	525 641	6 751 678	95,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG10	525 977	6 750 858	91,8	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG11	522 695	6 750 543	81,9	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG12	526 684	6 750 610	94,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG13	526 916	6 749 677	78,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	160,0	1 894	10,8
WTG14	527 220	6 748 730	72,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0...	Yes	NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	165,0	1 894	10,8

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R01	528 133	6 749 154	75,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R02	527 122	6 747 134	74,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R03	525 084	6 748 481	75,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R04	525 578	6 748 953	70,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R05	525 667	6 749 732	83,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R06	525 492	6 749 910	81,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R07	525 038	6 749 694	92,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R08	524 436	6 750 082	90,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R09	524 243	6 749 417	85,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	523 802	6 750 226	89,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	521 905	6 749 875	110,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R12	521 813	6 751 295	95,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	521 217	6 751 798	96,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R14	522 859	6 752 824	91,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R15	522 892	6 753 165	98,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

...continued from previous page

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R16	523 990	6 752 836	86,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R17	524 702	6 753 221	98,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R18	525 187	6 754 602	78,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R19	527 760	6 754 385	101,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R20	528 268	6 753 276	88,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R21	528 606	6 752 621	89,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R22	528 932	6 751 324	98,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R23	527 881	6 751 078	83,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

Shadow, expected values

No. Shadow hours

per year
[h/year]

R01	15:24
R02	0:00
R03	0:00
R04	10:12
R05	15:22
R06	16:05
R07	4:49
R08	10:05
R09	0:00
R10	8:24
R11	12:51
R12	16:14
R13	2:04
R14	8:31
R15	3:39
R16	14:35
R17	15:17
R18	1:20
R19	1:56
R20	5:38
R21	4:41
R22	0:00
R23	23:52

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

No.	Name	Expected [h/year]
WTG01	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (24)	4:33
WTG02	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (17)	12:01
WTG03	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (16)	9:30
WTG04	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (25)	5:37
WTG05	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (22)	18:31
WTG06	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)	20:09
WTG07	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (23)	10:48
WTG08	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)	9:17
WTG09	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (26)	1:10
WTG10	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (27)	4:37
WTG11	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (19)	24:47
WTG12	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)	26:03
WTG13	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)	26:01
WTG14	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 165,0 m (TOT: 265,0 m) (18)	10:16

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

The calculation of the total expected values for a given receptor assumes a weighted average directional reduction for all WTGs contributing to shadow flicker within the same day. In the case where shadow flicker from different WTGs is not concurrent within the day, the total expected time at a given receptor may deviate marginally from the individual flicker time caused by each turbine separately.

Project:

Luumäki Suurikangas kaavoitus

Licensed user:

WSP Finland Oy / WSP Finland Ltd.

Pasilan Asema-aukio 1

FI-00520 Helsinki

+358 2078 6411

Julia Turku / julia.turku@wsp.com

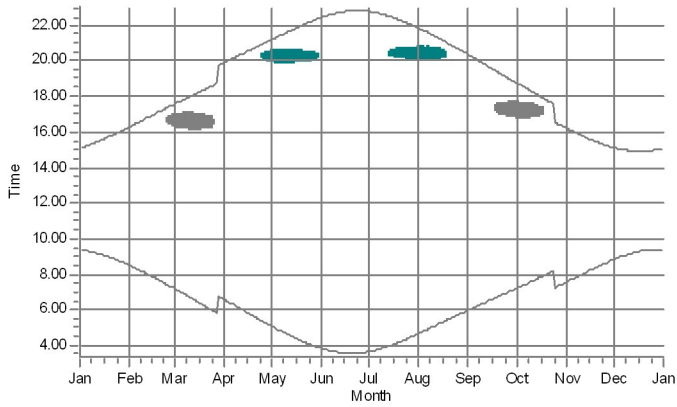
Calculated:

18.11.2024 17:31/4.1.254

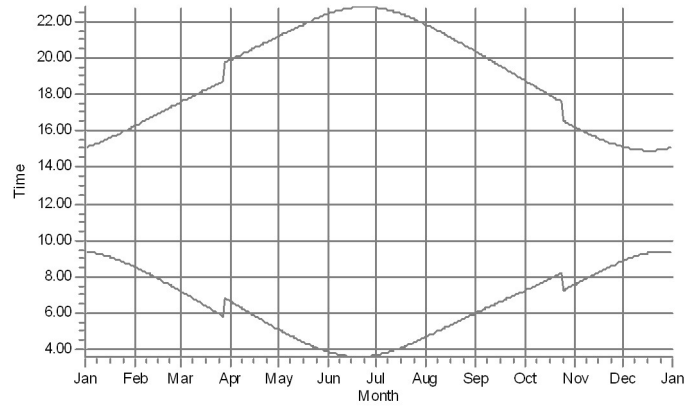
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

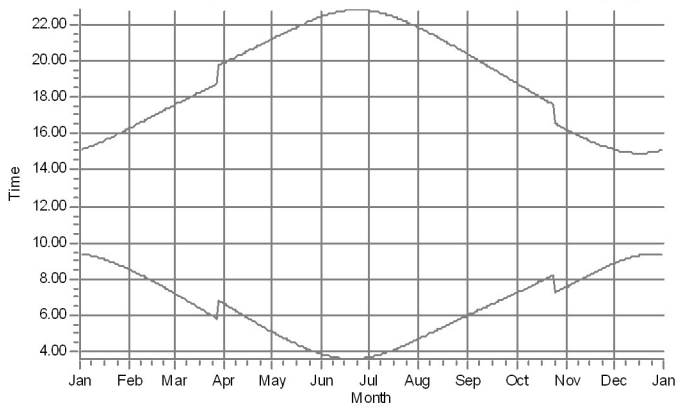
R01: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (44)



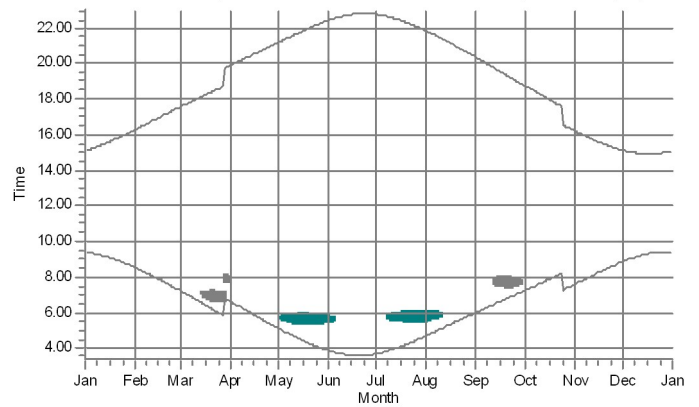
R02: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (37)



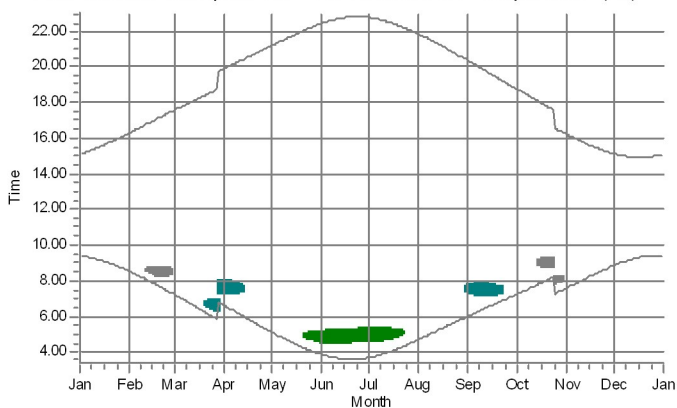
R03: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (35)



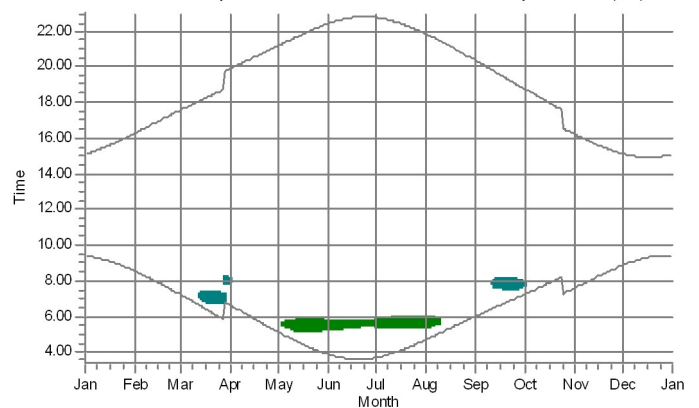
R04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (34)



R05: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (28)



R06: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (31)



WTGs

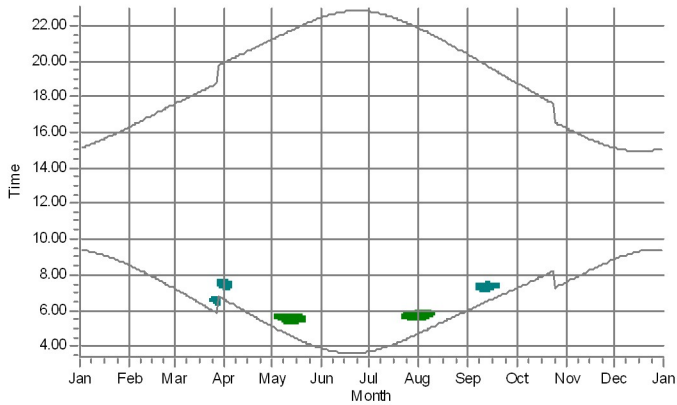
WTG12: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)
WTG14: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 165,0 m (TOT: 265,0 m) (18)

WTG13: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)

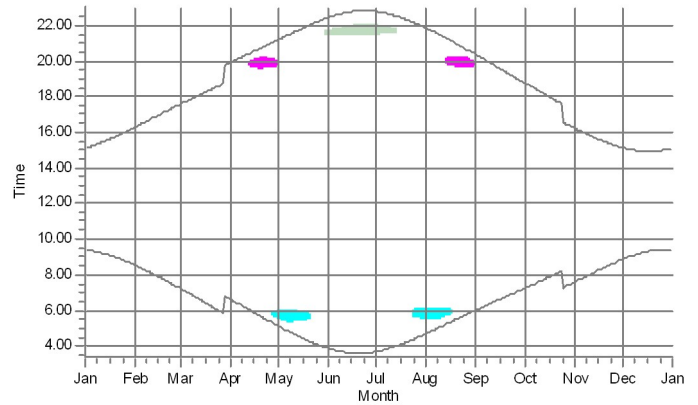
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

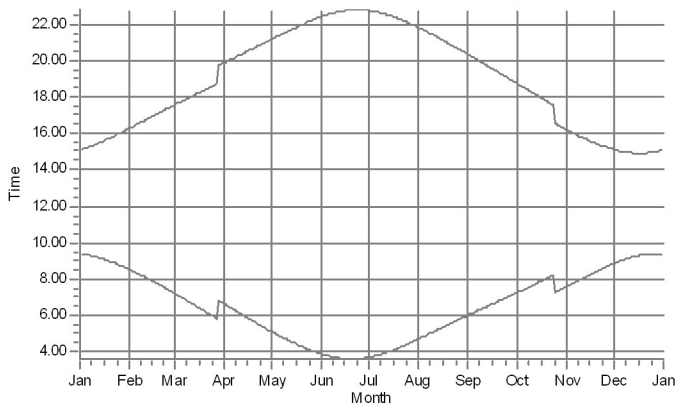
R07: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (33)



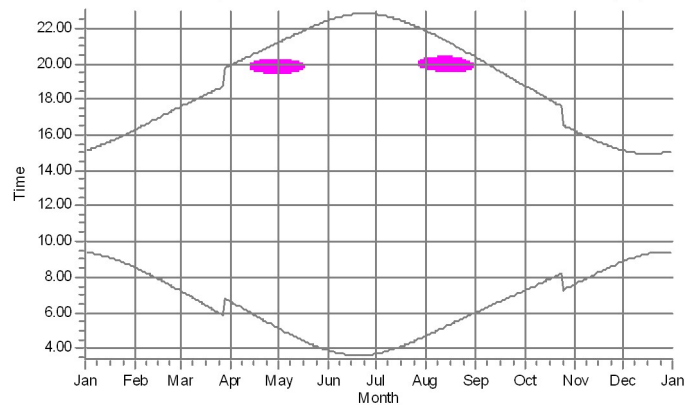
R08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (42)



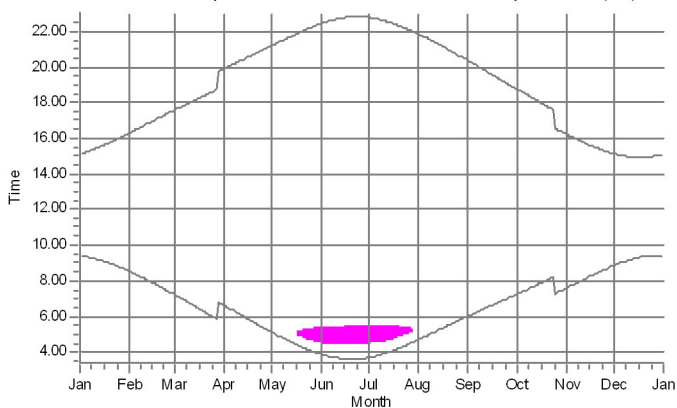
R09: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (32)



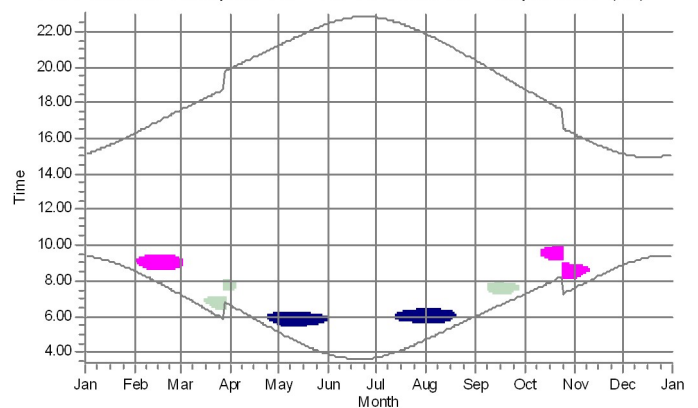
R10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (41)



R11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (30)



R12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (40)



WTGs

	WTG12: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)
	WTG11: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (19)
	WTG13: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)

	WTG06: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)
	WTG10: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (27)
	WTG08: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)

Project:

Luumäki Suurikangas kaavoitus

Licensed user:

WSP Finland Oy / WSP Finland Ltd.

Pasilan Asema-aukio 1

FI-00520 Helsinki

+358 2078 6411

Julia Turku / julia.turku@wsp.com

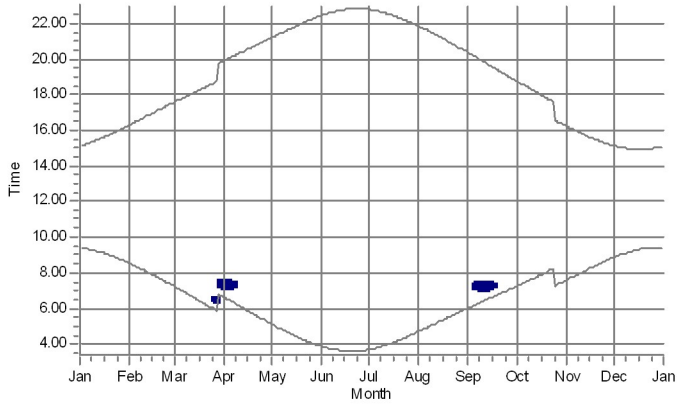
Calculated:

18.11.2024 17.31/4.1.254

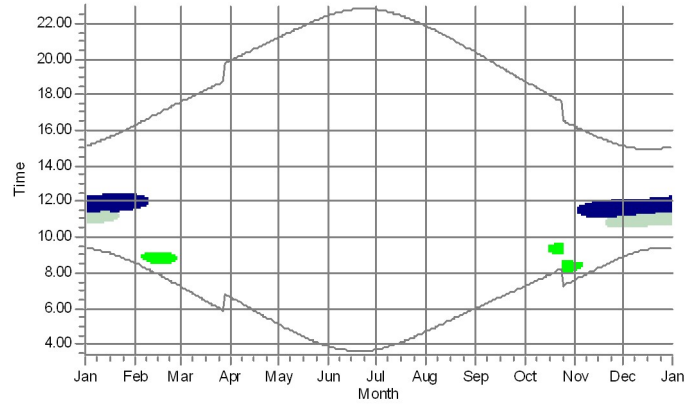
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

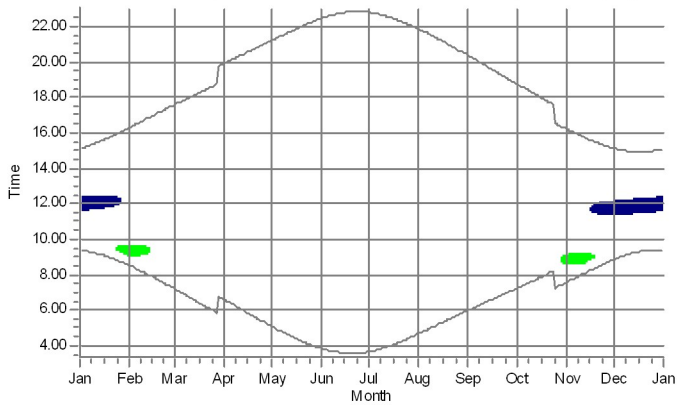
R13: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (29)



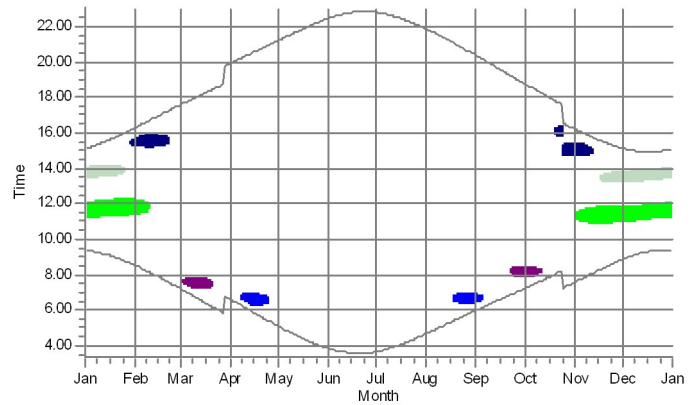
R14: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (39)



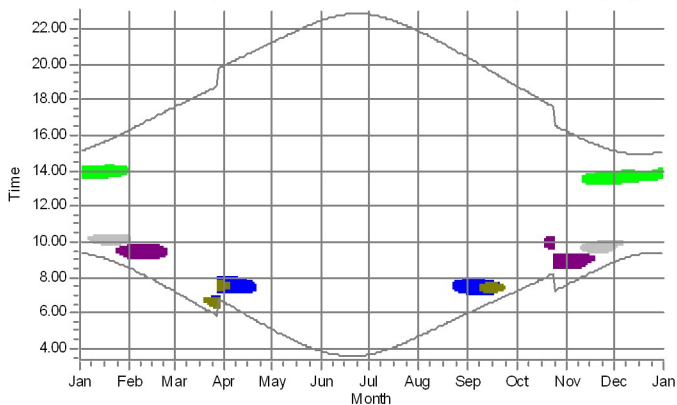
R15: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (43)



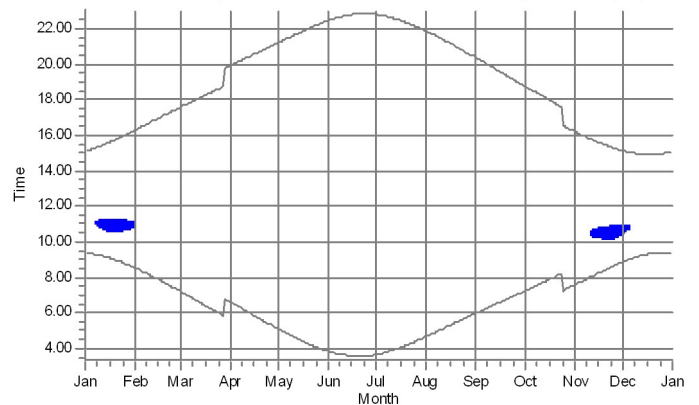
R16: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (38)



R17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (36)



R18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (45)



WTGs

	WTG02: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (17)
	WTG06: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)
	WTG07: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (23)
	WTG01: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (24)

	WTG04: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (25)
	WTG09: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (26)
	WTG08: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)

Project:

Luumäki Suurikangas kaavoitus

Licensed user:

WSP Finland Oy / WSP Finland Ltd.

Pasilan Asema-aukio 1

FI-00520 Helsinki

+358 2078 6411

Julia Turku / julia.turku@wsp.com

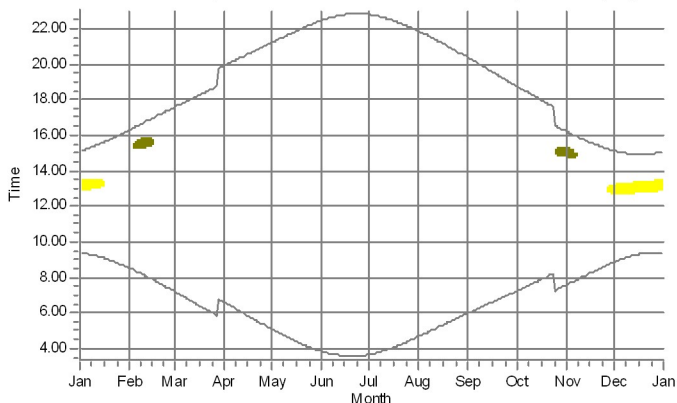
Calculated:

18.11.2024 17.31/4.1.254

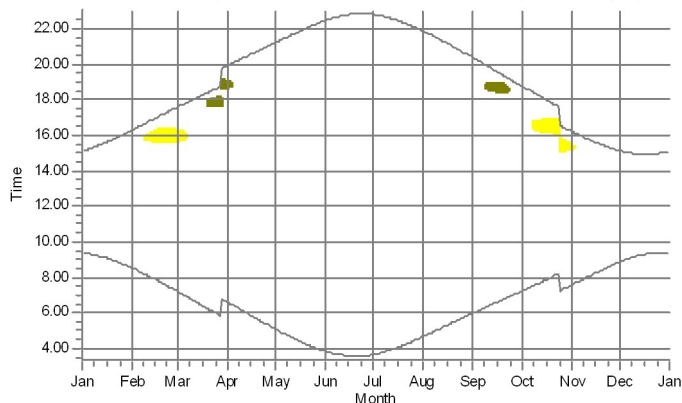
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe

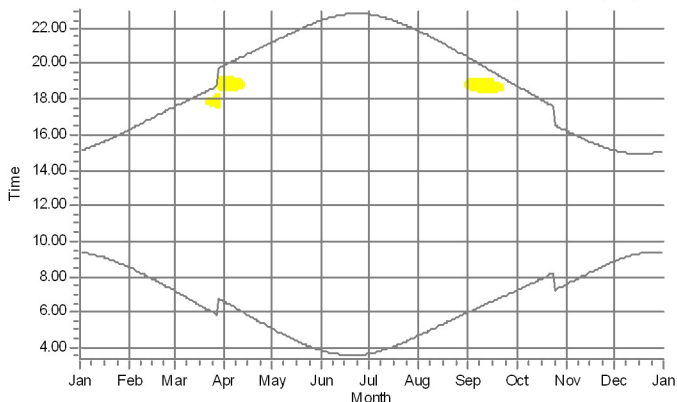
R19: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (24)



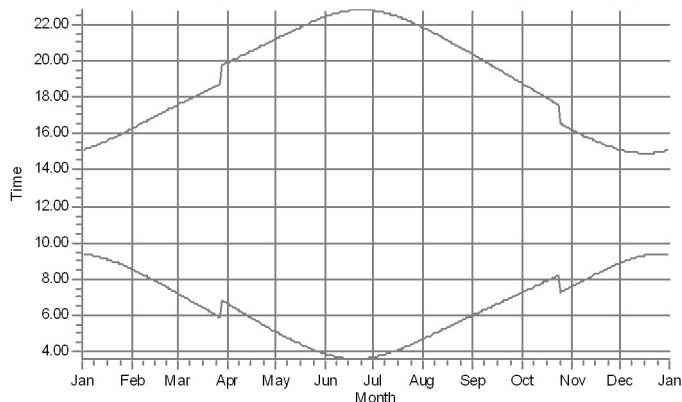
R20: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (25)



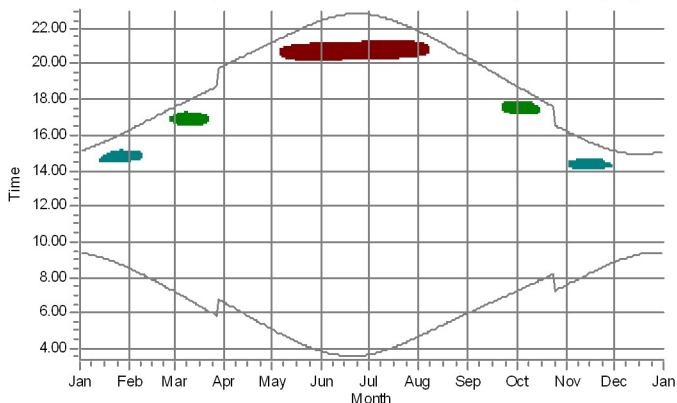
R21: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (26)



R22: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (46)



R23: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (27)



WTGs

WTG12: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)
 WTG03: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (16)
 WTG13: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)

WTG05: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (22)
 WTG01: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (24)

SHADOW - Main Result

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapisteeet

Assumptions for shadow calculations

Maximum distance for influence

Calculate only when more than 20 % of sun is covered by the blade

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

3 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,90	2,21	4,35	6,23	8,87	8,50	8,81	6,90	4,50	1,94	0,77	0,45

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
643	613	500	409	421	557	885	1 265	1 099	853	692	637	8 574

Monthly aggregation of real case reduction

A ZVI (Zones of Visual Influence) calculation is performed before flicker

calculation so non visible WTG do not contribute to calculated flicker

values. A WTG will be visible if it is visible from any part of the receiver

window. The ZVI calculation is based on the following assumptions:

DHM: Project Wizard Elevation Data Grid (Finnish Elevation Model - 10m grid)

Land cover data used in calculation:

Grid object(s):

Forest LUKE 2021

Obstacles used in calculation

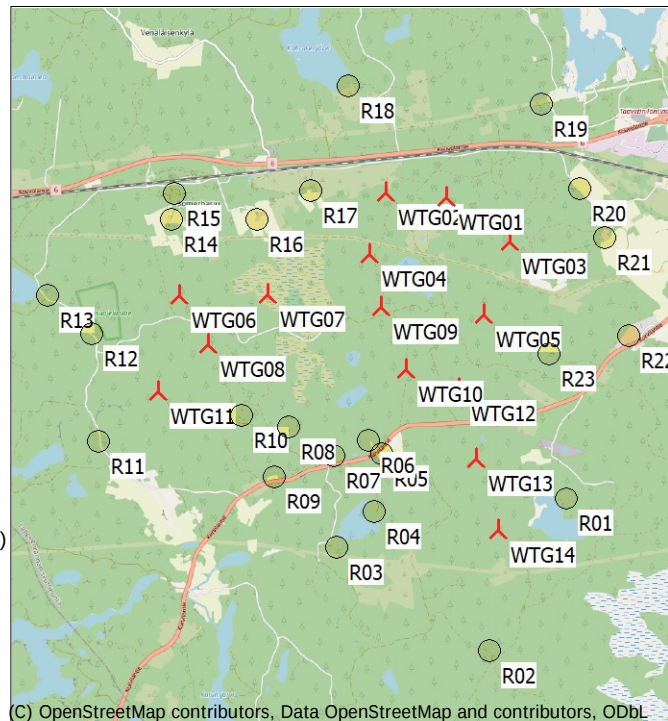
Receptor grid resolution: 1,0 m

Topographic shadow included in calculation

All coordinates are in

Finish TM ETRS-TM35FIN-ETRS89

WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:100 000

▲ New WTG

● Shadow receptor

	East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Shadow data	
					Valid	Manufact.	Type-generator				Calculation distance [m]	RPM
			[m]									[RPM]
WTG01	526 501	6 753 139	82,4	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG02	525 704	6 753 203	96,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG03	527 339	6 752 564	82,4	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG04	525 491	6 752 379	92,2	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG05	527 010	6 751 586	94,1	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG06	522 959	6 751 826	83,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG07	524 132	6 751 841	81,9	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	160,0	1 894	10,8
WTG08	523 344	6 751 160	82,2	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG09	525 641	6 751 678	95,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG10	525 977	6 750 858	91,8	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	145,0	1 895	10,8
WTG11	522 695	6 750 543	81,9	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	155,0	1 895	10,8
WTG12	526 684	6 750 610	94,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	140,0	1 896	10,8
WTG13	526 916	6 749 677	78,3	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	160,0	1 894	10,8
WTG14	527 220	6 748 730	72,0	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 ...Yes		NORDEX	N175/6.X-6 800	6 800	200,0	165,0	1 894	10,8

Shadow receptor-Input

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R01	528 133	6 749 154	75,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R02	527 122	6 747 134	74,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R03	525 084	6 748 481	75,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R04	525 578	6 748 953	70,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R05	525 667	6 749 732	83,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R06	525 492	6 749 910	81,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R07	525 038	6 749 694	92,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R08	524 436	6 750 082	90,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R09	524 243	6 749 417	85,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R10	523 802	6 750 226	89,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R11	521 905	6 749 875	110,7	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

To be continued on next page...

SHADOW - Main Result

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapisteeet

...continued from previous page

No.	East	North	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
			[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		[m]
R12	521 813	6 751 295	95,2	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R13	521 217	6 751 798	96,8	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R14	522 859	6 752 824	91,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R15	522 892	6 753 165	98,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R16	523 990	6 752 836	86,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R17	524 702	6 753 221	98,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R18	525 187	6 754 602	78,4	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R19	527 760	6 754 385	101,3	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R20	528 268	6 753 276	88,1	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R21	528 606	6 752 621	89,6	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R22	528 932	6 751 324	98,5	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0
R23	527 881	6 751 078	83,0	1,0	1,0	1,0	90,0	"Green house mode"	2,0

Calculation Results

Shadow receptor

Shadow, expected values

No. Shadow hours

per year

[h/year]

R01	6:36
R02	0:00
R03	0:00
R04	0:00
R05	14:09
R06	0:00
R07	0:00
R08	3:02
R09	0:00
R10	8:24
R11	0:00
R12	10:04
R13	0:00
R14	0:00
R15	1:06
R16	14:35
R17	2:40
R18	0:00
R19	0:00
R20	0:00
R21	0:00
R22	0:00
R23	0:00

Total amount of flickering on the shadow receptors caused by each WTG

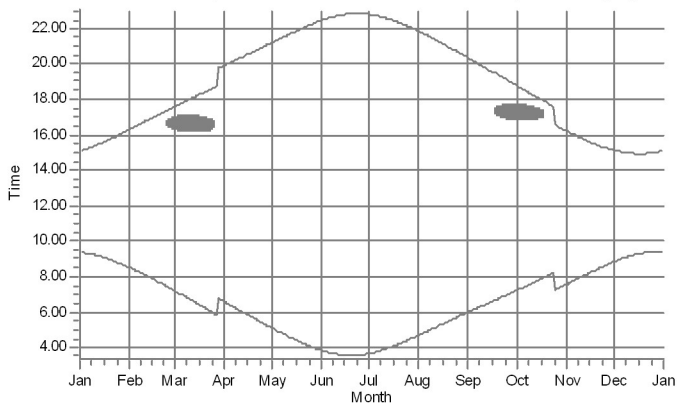
No.	Name	Expected [h/year]
WTG01	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (24)	0:00
WTG02	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (17)	2:43
WTG03	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (16)	0:00
WTG04	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (25)	2:13
WTG05	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (22)	0:00
WTG06	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)	12:30
WTG07	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (23)	9:04
WTG08	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)	4:58
WTG09	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (26)	0:00
WTG10	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (27)	0:00
WTG11	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (19)	8:24
WTG12	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)	9:14
WTG13	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)	4:54
WTG14	NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 165,0 m (TOT: 265,0 m) (18)	6:36

Total times in Receptor wise and WTG wise tables can differ, as a WTG can lead to flicker at 2 or more receptors simultaneously and/or receptors may receive flicker from 2 or more WTGs simultaneously.

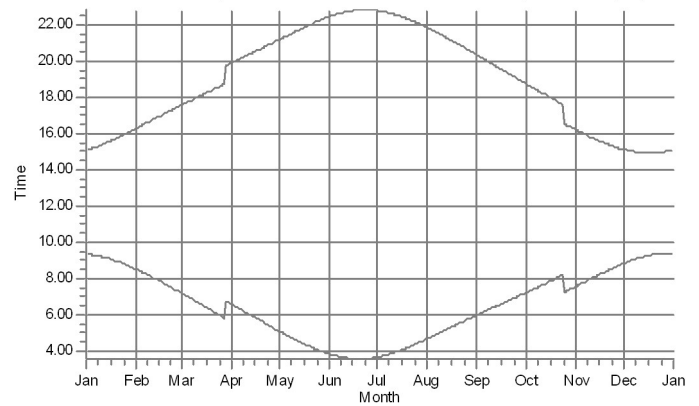
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapisteet

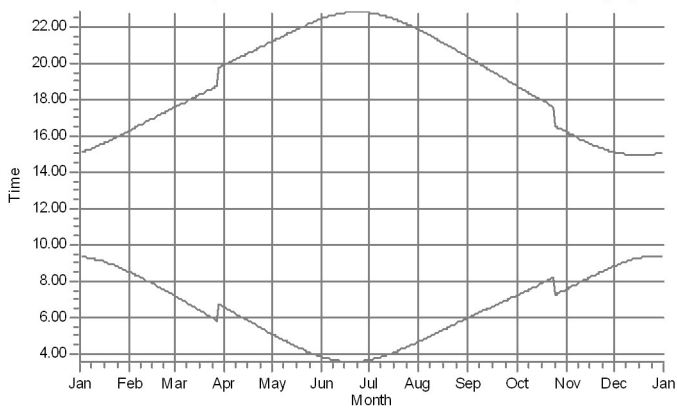
R01: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (44)



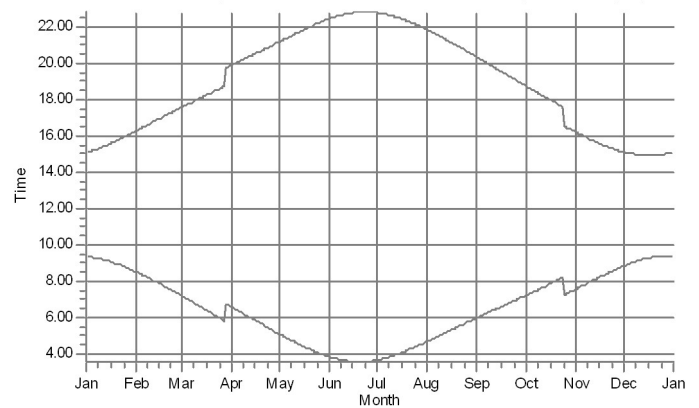
R02: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (37)



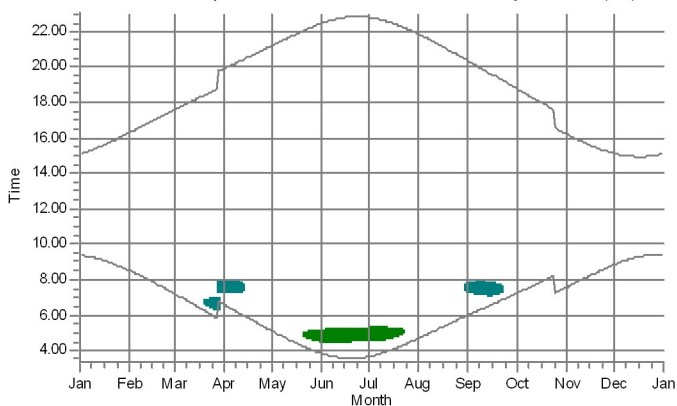
R03: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (35)



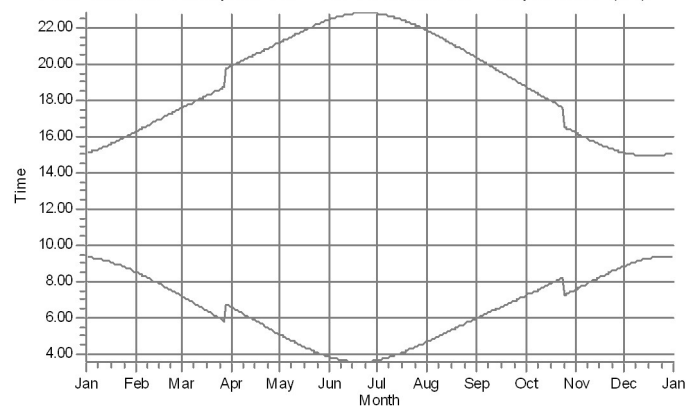
R04: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (34)



R05: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (28)



R06: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (31)



WTGs

WTG12: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (15)

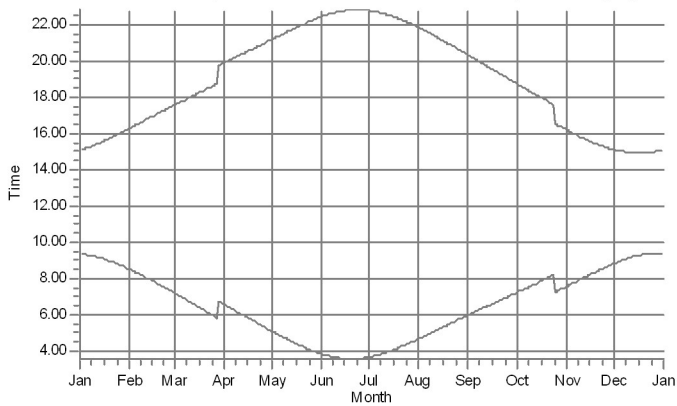
WTG14: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 165,0 m (TOT: 265,0 m) (18)

WTG13: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (20)

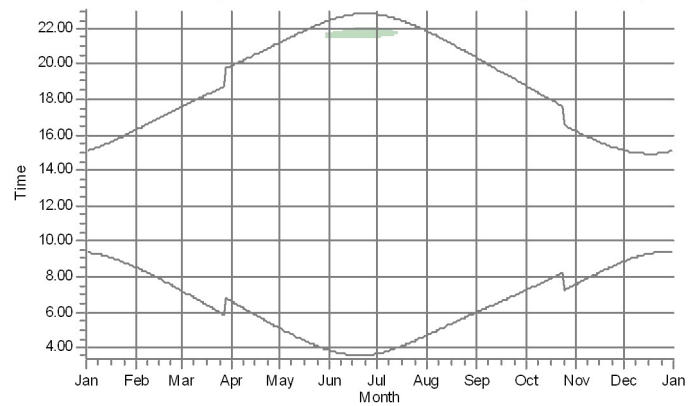
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapisteet

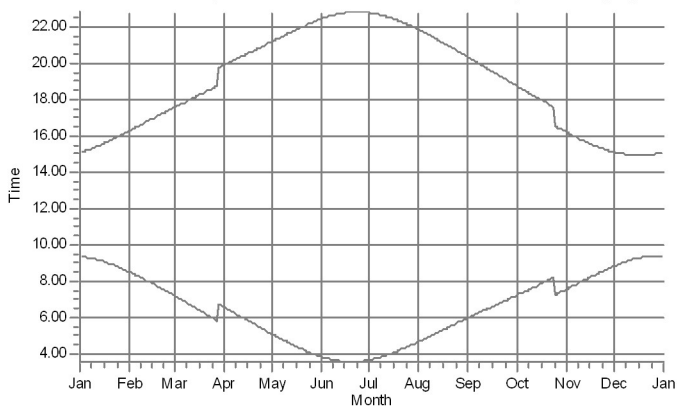
R07: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (33)



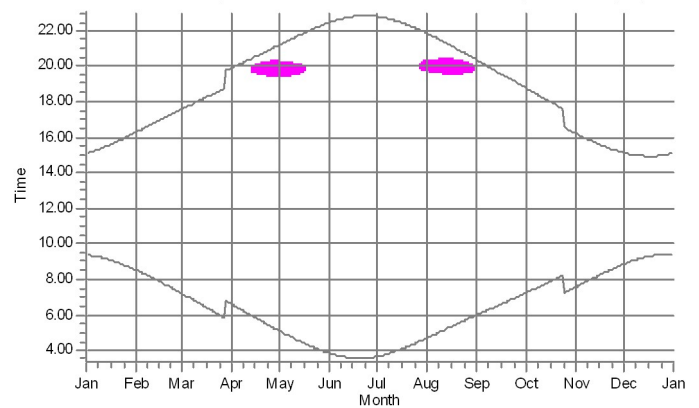
R08: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (42)



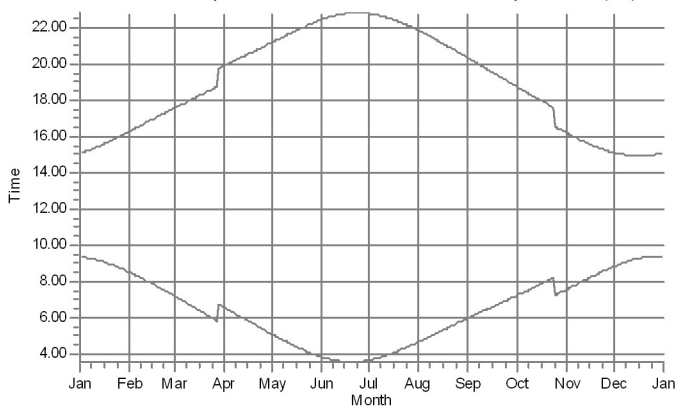
R09: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (32)



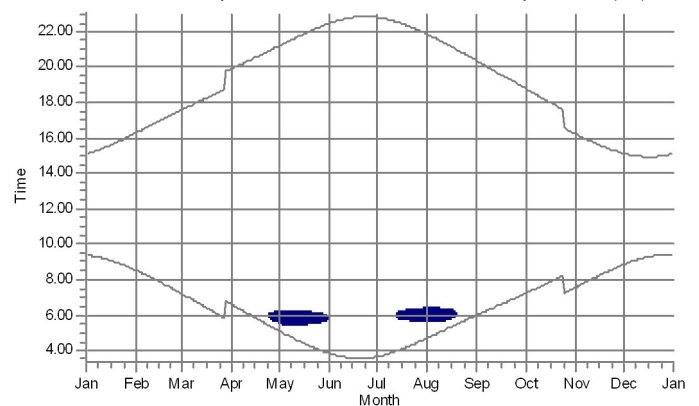
R10: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (41)



R11: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (30)



R12: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (40)



WTGs

WTG11: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (19)

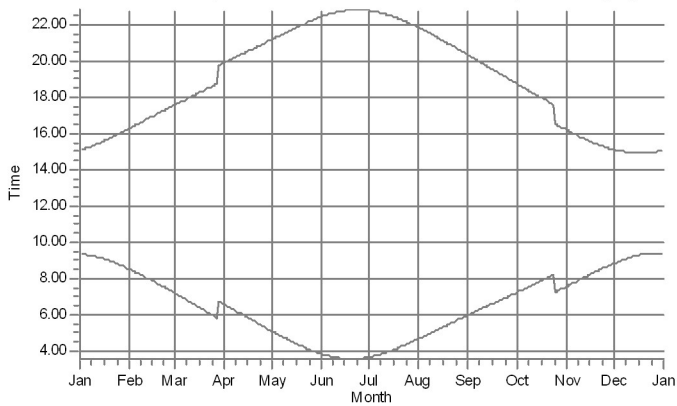
WTG06: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)

WTG08: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)

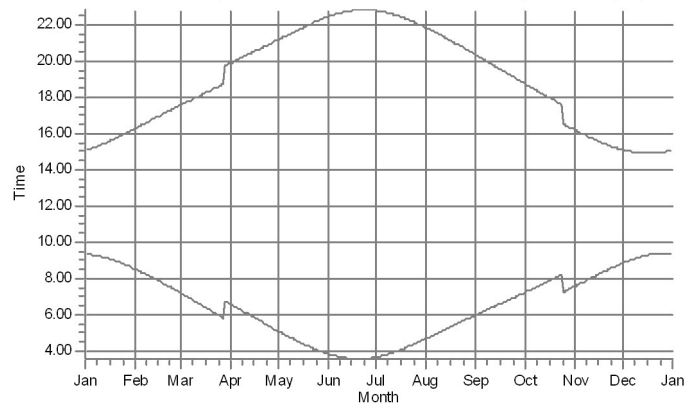
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapisteet

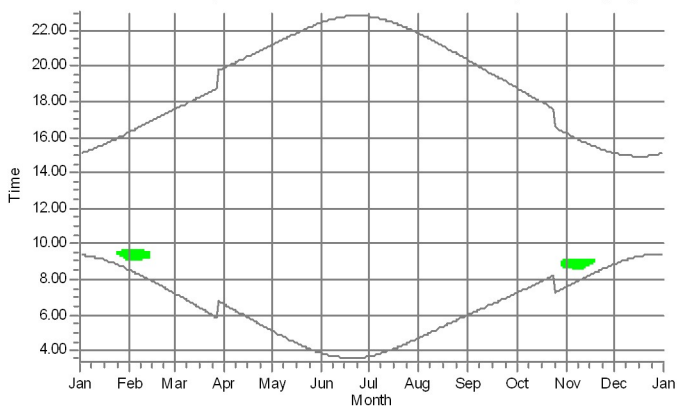
R13: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (29)



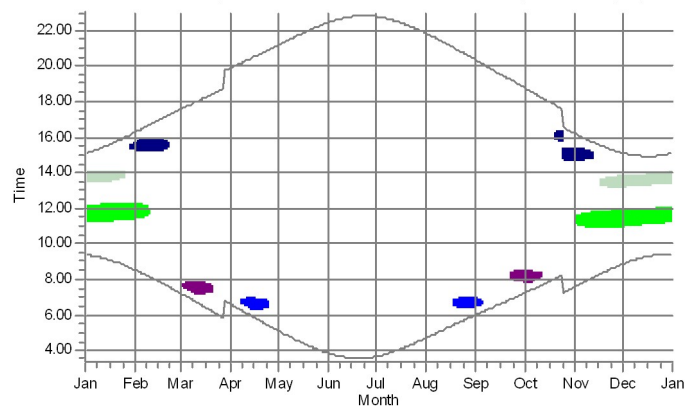
R14: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (39)



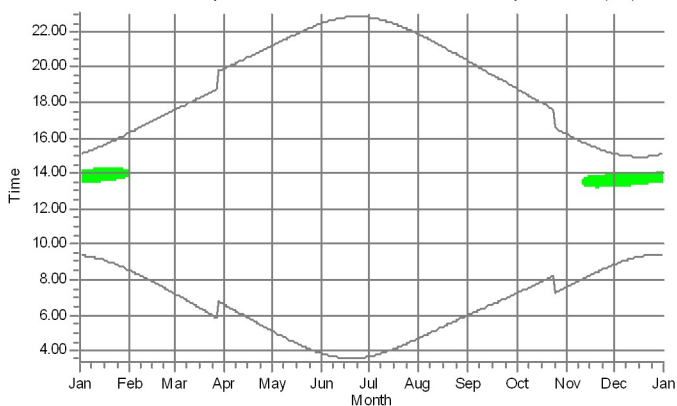
R15: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (43)



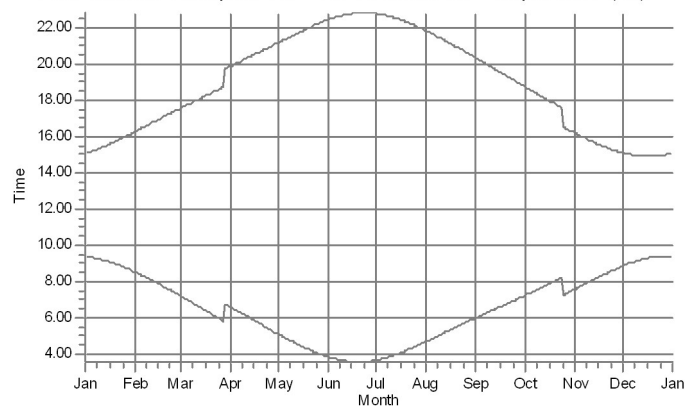
R16: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (38)



R17: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (36)



R18: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 3,1° Slope: 90,0° (45)



WTGs

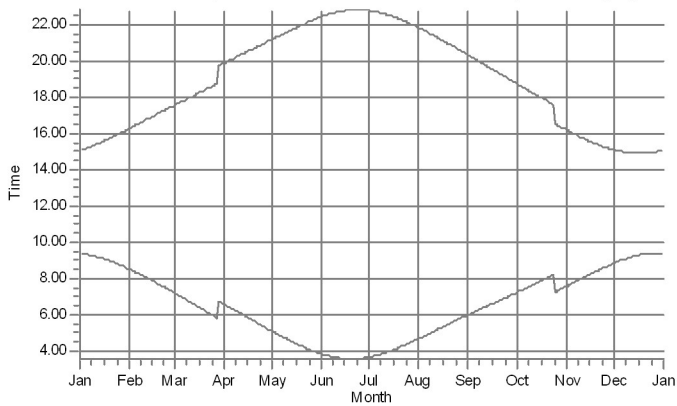
	WTG02: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 140,0 m (TOT: 240,0 m) (17)
	WTG06: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (21)
	WTG07: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 160,0 m (TOT: 260,0 m) (23)

	WTG04: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 145,0 m (TOT: 245,0 m) (25)
	WTG08: NORDEX N175/6.X 6800 200.0 !-! hub: 155,0 m (TOT: 255,0 m) (28)

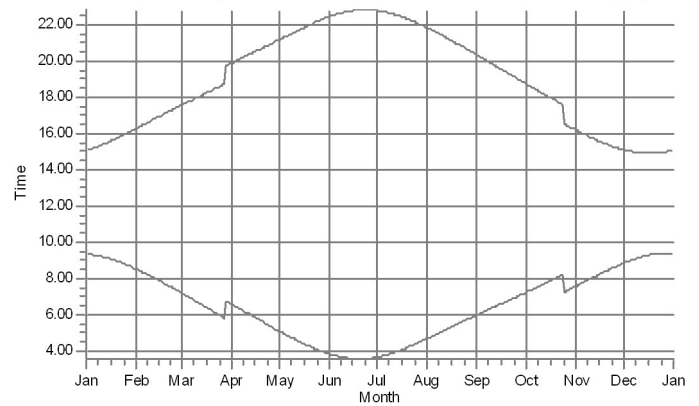
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Luumäki Suurikangas kaavoitusvaihe LUKE forest laskentapistee

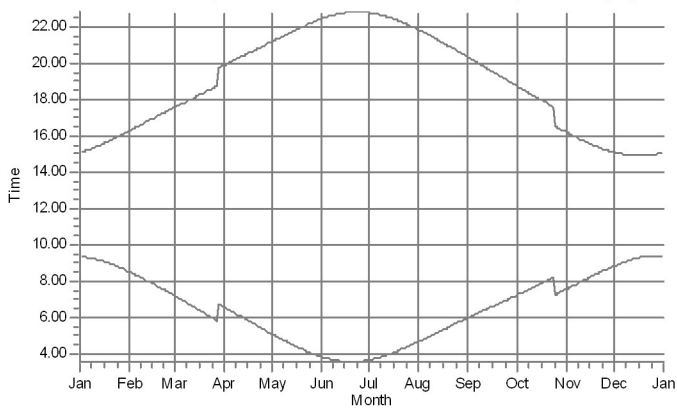
R19: Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $3,1^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (24)



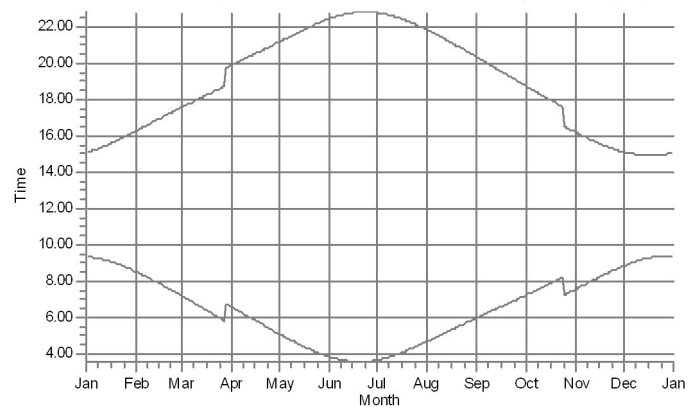
R20: Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $3,1^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (25)



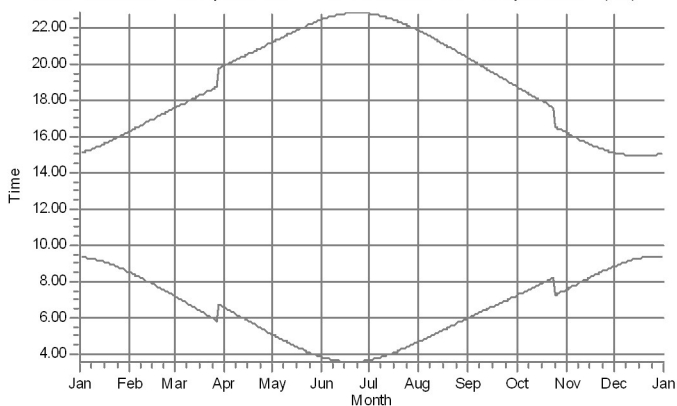
R21: Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $3,1^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (26)



R22: Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $3,1^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (46)



R23: Shadow Receptor: $1,0 \times 1,0$ Azimuth: $3,1^\circ$ Slope: $90,0^\circ$ (27)



WTGs