

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

MIRGOŠANAS EFEKTA MODELĒŠANA VĒJA PARKOS  
MAGISTRA DARBS

Autors: **Viktorija Ļvova**

Stud. apl. vl17014

Darba vadītājs: Dr. Geogr., Asoc. prof. **Iveta  
Šteinberga**

RĪGA 2024

## ANOTĀCIJA

Nereti mirgošanas efekts vēja parku projektēšanā tiek apskatīts nepilnīgi, vai tiek pieņemts, ka neveidojas, jo līdz šim Latvijā nav izstrādātu nekādu standartu, kas noteiktu iespējamus mirgošanas efektus, noteiktu to ilgumu un ietekmes zonu.

Maģistra darbā ietverta zinātniskās literatūras analīze – mirgošanas efekta veidošanās un izpausmju raksturojums, novērtēšanas iespējas, analizēta pieredze citās valstīs. Darba pētnieciskajā daļā novērtēts mirgošanas efekta ilgums Latvijā, noteiktā teritorijā, 5 dažādiem turbīnu veidiem. Novērtēšana veikta, izmantojot matemātisko modeli WindPRO 4.0. Iegūtie rezultāti tika statistiski apstrādāti JASP 0.18.3.0. programmā, tādējādi iegūstot datus par mirgošanas ietekmi atkarībā no turbīnu veida.

Maģistra darba rezultāti parāda, ka gan sliktākajā scenārijā, gan reālā gadījumā mirgošana var pārsniegt 30 stundas/gadā, un ir nepieciešami noteikti mirgošanas samazināšanas pasākumi.

**Atslēgas vārdi:** mirgošana, vēja parks, vēja ģenerators, ēnu mirgošana, mirgošanas efekts, modelēšana

## ABSTRACT

Often the flashing effect in the design of wind farms is not fully considered or it is assumed that it does not develop, because until now no standards have been developed in Latvia to determine possible flashing effects, determine their duration and impact zone.

The Master's work includes an analysis of the scientific literature – characterisation of the formation and expression of the flashing effect, evaluation possibilities, and analysis of experience in other countries. The research part of the work assesses the duration of the flashing effect in Latvia, in a specific area, for 5 different types of turbines. The evaluation was carried out using the mathematical model WindPRO 4.0. The results obtained were statistically processed in THE JASP 0.18.3.0 programme, thus obtaining data on the impact of flashing depending on the type of turbines.

The results of the Masters work show that, in both the worst case scenario and the real case scenario, flashing can exceed 30 hours/year and certain flashing reduction measures are needed.

Keywords: flashing, wind farm, wind farm, Shadow flashing, flashing effect, modelling

## SATURS

Ievads .....	5
1. Literatūras apskats .....	7
1.1. Mirgošanas efekta vispārējs apraksts.....	10
1.2. Mirgošanas efekta veidošanās un noteikšana .....	11
1.3. Mirgošanas efekta matemātiskais novērtējums .....	15
1.4. Mirgošanas efekta veiktie pētījumi citviet pasaulē.....	17
1.5. Ietekme uz veselību .....	21
1.6. Ietekme uz putniem.....	23
1.7. Mirgošanas efekta izpausmju mazināšana .....	24
2. Tuvāko vēju parku IVN novērtējums .....	26
2.1. Akmene, Lietuva.....	26
2.2. Ventspils novads, Tārgales pagasts un Popes pagasts.....	28
3. Materiāli un metodes .....	32
3.1. Mirgošanas efekta modelēšana.....	32
3.2. Pētāmās teritorijas izvēle un apraksts.....	32
3.3. Mirguļošanas efekta modelēšanā izmantotie turbīnu modeļi un to raksturlielumi ...	34
3.4. Programmatūra un metodes mirguļošanas efekta modelēšanai .....	35
4. Rezultāti un diskusija .....	39
4.1. Ietekme uz receptoriem, modelēšanas rezultāti.....	39
4.2. Modelēšanas rezultātu salīdzinošā analīze .....	50
4.2.1. Dispersijas analīzes rezultāti .....	50
4.2.1. Korelāciju analīze.....	54
5. Secinājumi .....	55
6. Rekomendācijas mirgošanas efekta samazināšanai.....	56
Literatūra un avoti .....	57
PIELIKUMI.....	61

## IEVADS

Vēja parki ir viena no pašlaik aktuālākajām iespējām, lai sasniegtu klimata neitralitāti. Aizvien vairāk tiek runāts par vēja parku izvietojumu, ietekmi uz dabu, cilvēku. Daudz tiek runāts par vēja turbīnu trokšņa ietekmi, bet maz tiek runāts par mirgošanas efektu, kas tāpat var radīt kaut kādas sekas gan dabai, gan cilvēkiem. Tādēļ ir svarīgi apskatīt arī mirgošanas efekta ietekmi, kā arī veikt modelēšanu, lai redzētu kā vēja turbīnu novietojums ietekmē ēnojumu, kuru rada vēja turbīnas spārni.

**Mirgošanas efekts** ir pulsējošas gaismas un ēnas efekts, ko izraisa saule, kas spīd caur rotējošām vēja turbīnas lāpstiņām. Mirgošanas efekta intensitāte samazinās, palielinoties attālumam no vēja turbīnas, līdz ar to mirgošanas efekts izteiktāks ir vēja turbīnas tuvumā. Mirgošanas efekts ir izteiktāks rīta un vakara stundās attiecīgi uz rietumiem un austrumiem no turbīnas (Haac et al. 2022). Pats mirgošanas efekts tiek apzīmēts dažādi – ēnu mirgošana, mirguļošana, mirguļošanas efekts, mirgošana.

Rotora lāpstiņu ēnu radītā ietekme stacijas tuvumā izpaužas, kā salīdzinoši zemas frekvences mirgošana. Šāda mirgošana nelabvēlīgi ietekmē vēja elektrostacijas (turpmāk – VES) tuvumā dzīvojošos cilvēkus. Tā rada traucējumus, taču var radīt arī kaitīgu ietekmi uz cilvēka veselību. Ja apgaismojuma maiņas frekvence ir starp 3 un 60 Hz, mirgošana var izraisīt epilepsijas lēkmes (Vadlīnijas vēja elektrostaciju...2011, Harding et al. 2008).

Saskaņā ar 2022. gada 23. maija Informatīvo ziņojumu par sauszemes vēja parku turpmāko attīstību valstī noteikts, ka Ekonomikas ministrijai sadarbībā ar Veselības ministriju, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju, Latvijas Pašvaldību savienību un Vēja enerģijas asociāciju līdz 2023. gada 1. jūnijam jāizstrādā un Ekonomikas ministram jāiesniedz normatīvais akts, kas reglamentē trokšņu, mirgošanas un zemfrekvences skaņas ietekmes novērtējumu uz cilvēka veselību, kurš gan nav vēl izstrādāts un pieņemts.

Vadlīnijās par vēja parku iekļaušanu pašvaldību teritorijas attīstības plānošanas dokumentos – teritorijas plānojumā un ilgtspējīgas attīstības stratēģijā (31.10.2022.) noteikts, ka pašvaldība var teritorijas izmantošanas un apbūves noteikumos (turpmāk – TIAN) noteikt prasības attiecībā uz ainaviski vērtīgām teritorijām un teritorijām ar kultūrvēsturisku nozīmi. Vienlaikus pašvaldības tiesīgas noteikt nepieciešamību saņemt ekspertu atzinumus (piemēram, ornitologu, hiropterologu), tādējādi uz eksperta slēdziena pamata noteikt nosacījumus trokšņa ietekmes vai mirgošanas efekta ietekmes uz apkārtējo apbūvi mazināšanai (Vadlīnijas par vēja... 2022).

Viena no sabiedrības pretestībām ir saistīta ar vēja turbīnu novietojumu, to atrašanās vietu, ainavas bojāšanu, kā arī dažādi ar veselību saistīti argumenti. Lai mazinātu vēja parku iespējamo ietekmi, ir svarīgi sabiedrību informēt par iespējamām sekām vai to neesamību. Vēja parku modelēšana ir labs instruments kā pirms vēja parka izveides sabiedrībai parādīt, kā šis parks izskatīsies no dažādiem skatupunktiem.

Šajā darbā tika apskatīts iespējamais vēja turbīnu mirgošanas efekts, veikta vēja parka modelēšana, un izstrādāti priekšlikumi, lai samazinātu iespējamo mirgošanas efekta ilgumu.

### **Darba mērķis**

Sagatavot vēja parka radītās mirgošanas efekta iespējamību un mirgošanas efekta ilguma novērtējumu dažāda veida turbīnu modeļiem.

### **Darba hipotēze**

Mirgošanas efekts Latvijas apstākļos ir nenozīmīgs un īstermiņa (mazāks par 30 stundām gadā), tādēļ nav nepieciešami padziļināti pētījumi mirgošanas efekta detalizētai analīzei.

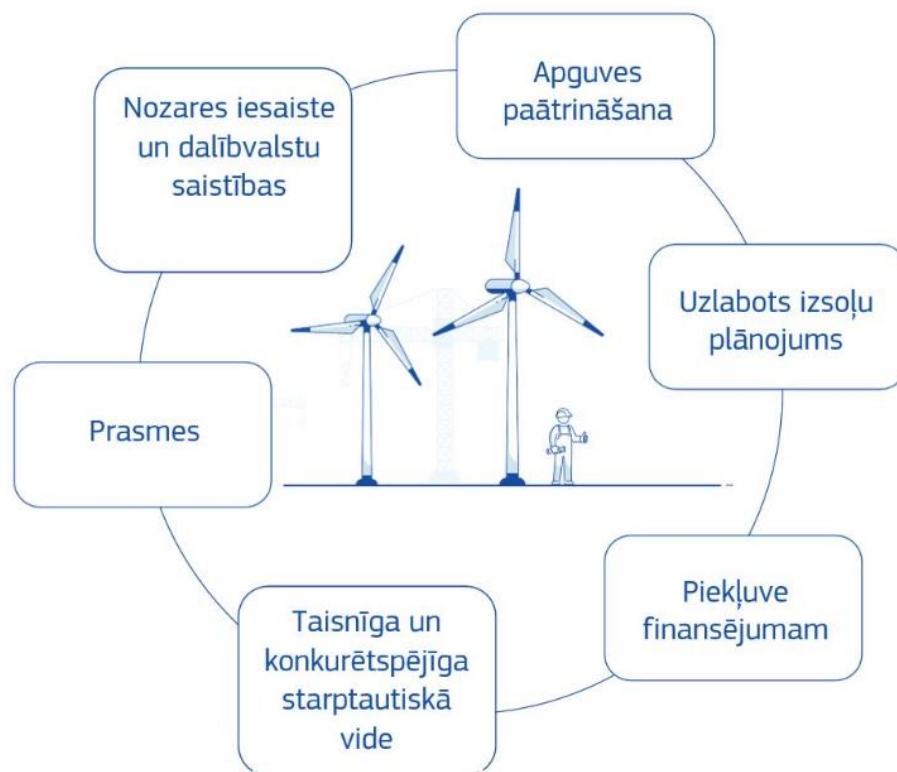
### **Darba uzdevumi**

1. Sagatavot visaptverošu un analītisku nozares un attiecīgās jomas zinātnisko literatūras apskatu.
2. Apgūt mirgošanas efekta novērtēšanas metodiku un modelēšanas metodi.
3. Iegūt, apkopot un sagatavot modelēšanai nepieciešamos datus.
4. Sagatavot mirgošanas efekta izpausmes modelēšanas datus (rezultatīvos rādītājus) pētījuma pilotteritorijā.
5. Pamatojoties uz pētījuma rezultātiem, kartēt iegūtos rezultātus, analizēt potenciālos ietekmes mazināšanas pasākumus.

Maģistra darbs sastāv no 6 nodaļām. Kopējais darba apjoms ir 128 lappuses, darbs ir papildināts ar 27 attēliem, 13 tabulām. Darbam ir 7 pielikumi.

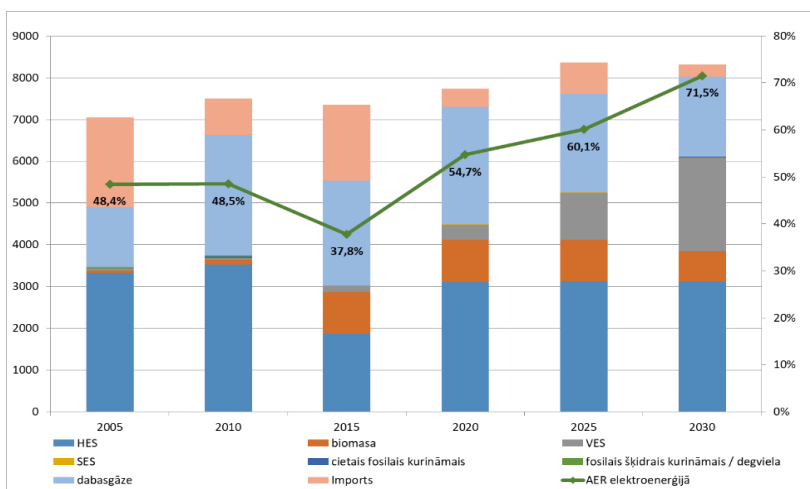
# 1. LITERATŪRAS APSKATS

Lai līdz 2030. gadam sasniegtu ES mērķrādītāju, proti, atjaunīgās enerģijas īpatsvaru vismaz 42,5 % apmērā, nepieciešams ievērojami palielināt vēja parku daudzumus, kas nozīmē, ka uzstādītā jauda jāpalielina no 204 GW 2022. gadā, līdz vairāk nekā 500 GW 2030. gadā. Vēja enerģija 2022. gadā nodrošināja vidēji 16% no ES patērētā elektroenerģijas. Ir izstrādāts Eiropas vēja enerģijas rīcības plāns, lai nodrošinātu, ka pāreja ar tīru enerģiju noritētu veiksmīgi un ir izklāstīti pasākumi, kuri steidzami jāveic, lai sasniegtu šo noteikto mērķi (1.1. attēls) (Komisijas paziņojums Eiropas ... 2023). Plašāks apskats par rīcības plāna mērķiem un to aprakstu var apskatīt 1. pielikumā.



1.1. attēls. Eiropas vēja enerģijas rīcības plāna rīcības pīlāri (Komisijas paziņojums Eiropas ... 2023)

Viens no Nacionālā enerģētikas un klimata plāna 2021.-2030. gadam (turpmāk – NEKP) uzdevumiem ir palielināt saražotās elektroenerģijas daudzumu. Saskaņā ar plānu paredzams, ka līdz 2030. gadam pieaugumu galvenokārt nodrošina vēja stacijas (1.2. attēls).



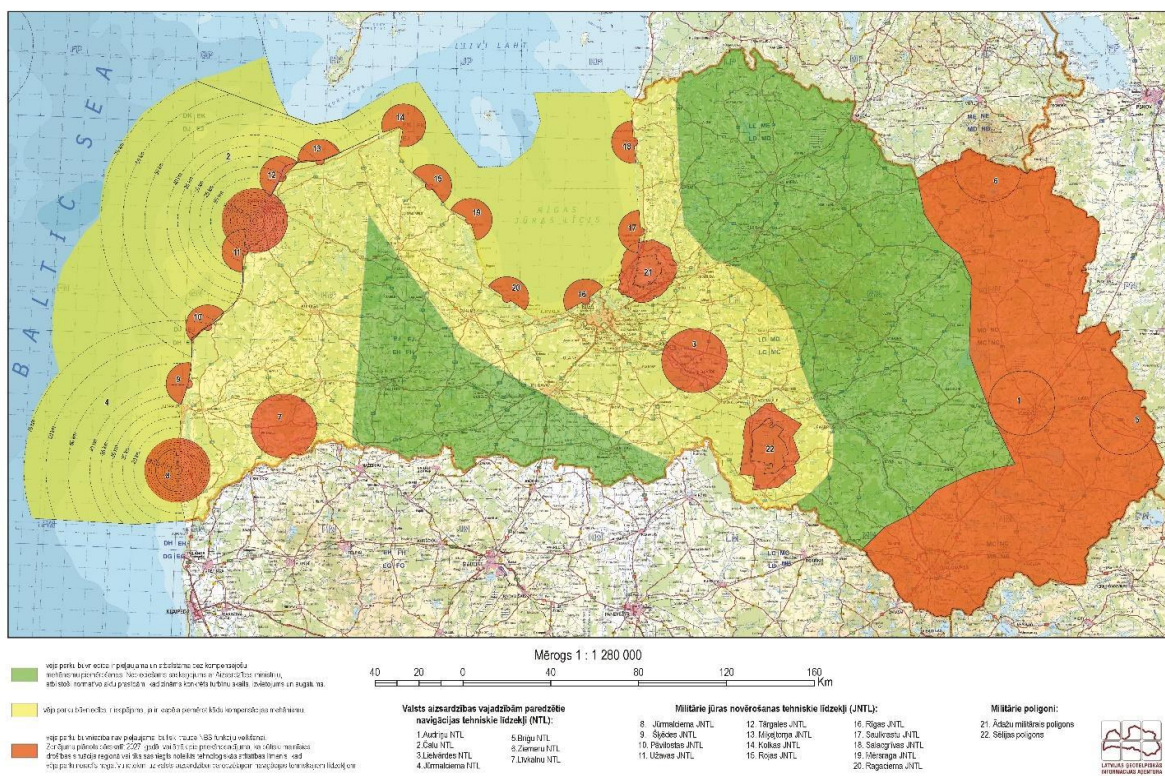
1.2. attēls. Plānoto rīcībpolitiku un pasākumu īstenošanas rezultātā prognozētā elektroenerģijas piegādes struktūra un AER elektroenerģijā (Nacionālais enerģētikas un ...2020)

Lai Latvijā veicinātu sabiedrības līdzdalību Vides pārraudzības valsts birojs publicē ziņojumus par vēja parku ietekmes uz vidi novērtējuma (turpmāk – IVN) posmiem, bet informācija nav pārskatāma, līdz ar to būtu nepieciešama tematiskā karte par vēja parku projektiem. Zalabriviba.lv ir izstrādājusi pārskata tabulu, kurā apkopoti VPVB reģistrētie IVN. Tabula ir norādīti potenciālie vēja parki, IVN ierosinātāji, vēja parka veids, lielums, turbīnu skaits, kā arī IVN statuss, IVN atzinums. Kā redzams no 1.3. attēla, tad uz 2024. gada 13. februāri izstrādē ir 43 IVN procesi (Zaļā brīvība 2024).



1.3. attēls. Izstrādē esošo vēja parku projektu IVN procesu skaits novados Latvijā ((Zaļā brīvība 2024).

Lai atvieglotu ar vēja parku būvniecību saistīto saskaņošanas procesu un mazinātu administratīvo slogu, Aizsardzības ministrija ir izstrādājusi Latvijas karti ar zonām, kurās vēja parku attīstība būtu pieļaujama, ņemot vērā valsts aizsardzības un drošības interešu nodrošināšanu (1.4. attēls). Zaļajās zonās vēja parku būvniecība ir pieļaujama un atbalstāma bez kompensējošu risinājumu piemērošanas. Dzeltēnajās zonās vēja parku būvniecība ir iespējama, ja ir iespēja piemērot kādu kompensējošo risinājumu. Tomēr, būtiski norādīt, ka ne vienmēr šāda iespēja pastāv. Sarkanajās zonās vēja parku būvniecība nav pieļaujama, jo tas būtiski traucēs NBS funkciju veikšanu (Informatīvais ziņojums “Par ... 2024).



1.4. attēls. Zonas, kurās vēja parku attīstība būtu pieļaujama, ņemot vērā valsts aizsardzības un drošības interešu nodrošināšanu (Informatīvais ziņojums “Par ... 2024)

Pēc Dānijā veiktā pētījuma, kur tika veikta aptauja, tika secināts, ka iedzīvotāji priekšroku dod jūras vēja parkiem, nevis sauszemes. Turklāt rezultātu ietekmē ne tikai vecums, bet arī dzimums un ienākumi (Ladenburg et al. 2020).

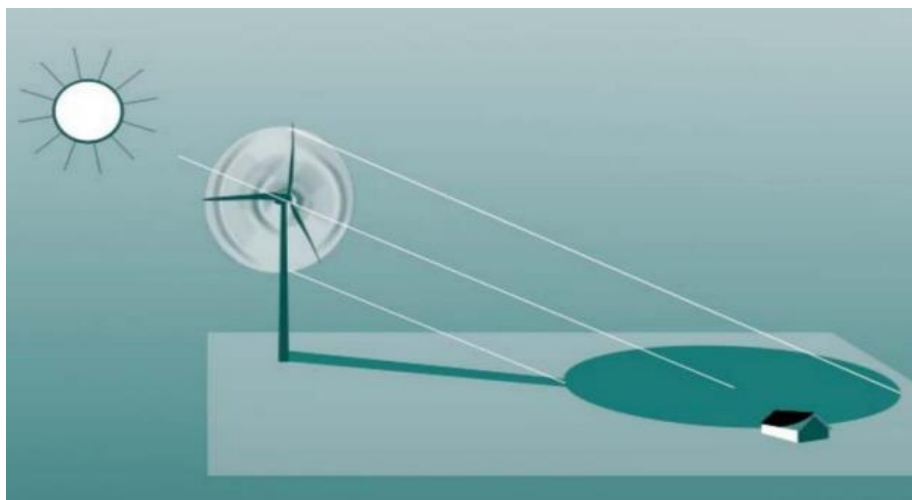
Lai samazinātu iedzīvotāju neapmierinātību un pretestību, tika izstrādāti grozījumi Elektroenerģijas tirgus likumā, kuros tika noteikti vietējai sabiedrībai vēja elektrostaciju radītā diskomforta maksājumu apmēri, kuri stājās spēkā 2023. gada 1. janvārī. Grozījumos noteikts, ka

ja vēja elektrostacijas uzstādītā jauda ir vienāda ar vai lielāka par vienu megavatu, iekārtas uzstādītājs vai īpašnieks, sākot no attiecīgās iekārtas nodošanas ekspluatācijā, ik gadu veic vietējai sabiedrībai vēja elektrostacijas radītā diskomforta kompensācijas maksājumu par katras iekārtas uzstādīto kopējo jaudu. Šī kompensācija tiek ieskaitīta pašvaldības budžetā, kuras teritorijā atrodas vai tiks uzstādīta elektroenerģijas ražošanas iekārta. Katra pašvaldība savos saistošajos nosaka kārtību, kādā pašvaldība izmanto šā panta otrajā daļā minētos līdzekļus, un to izmantošanas mērķus (Grozījumi Elektroenerģijas tirgus...2005).

### 1.1. Mirgošanas efekta vispārējs apraksts

Analizējot dažādus literatūras avotus, mirgošanas efekta definīcijas mēdz atšķirties, kā arī pats mirgošanas efekts tiek apzīmēts dažādi – ēnu mirgošana, mirguļošana, mirguļošanas efekts.

Mirgošanas efektu (tiek lietoti arī termini „disko efekts” vai „mirguļošana”) rada rotora lāpstiņu kustība, tām periodiski aizsedzot sauli un veidojot kustīgas ēnas uz zemes un dažādu objektu virsmas (skat. 1.5. attēlu) (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023).



1.5. attēls. Mirgošanas efekts (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023)

Mirgošanas efekts ir parādība, kas rodas, kad rotējošie asmeņi no vēja turbīnas met periodiskas ēnas uz blakus esošo zemi vai īpašumiem. Tāpat mirgošanas efekts tiek salīdzināts ar stoboskopisko efektu. Mirgošanas efekta rašanos nosaka īpašs mainīgo lielumu kopums, kas ietver turbīnas rumbas augstumu, tās rotora diametru un lāpstiņu platumu, Saules stāvokli un dažādus laikapstākļu modeļus, piemēram, vēja virzienu, vēja ātrumu un mākoņu segumu. Tiek pieņemts,

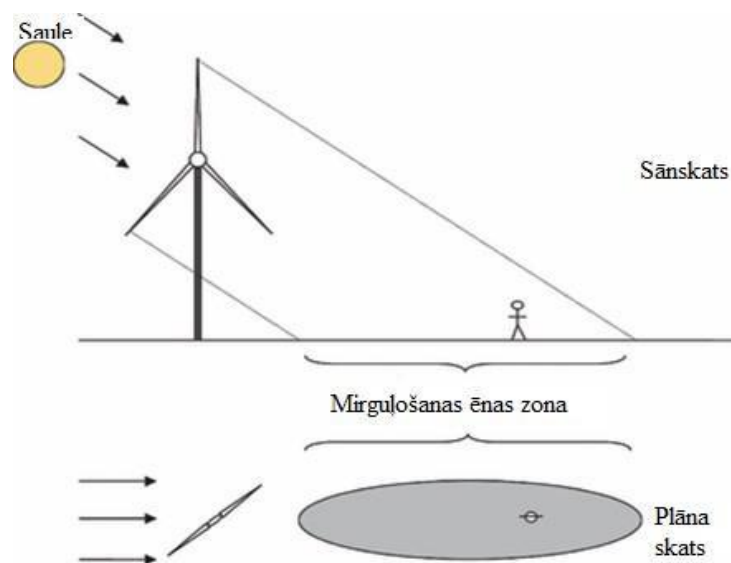
ka mirgošanas efekts vairāk jūtams lielākoties ziemas laikā, kad kokiem nav lapu, kas paslēptu rotora lāpstiņas. Ja modernās tehnoloģijas var mazināt citu ietekmi uz vidi, piemēram, troksni un apdraudējumu putnu populācijām, tad vizuālo ietekmi samazināt ir sarežģītāk, jo vizuālā ietekme palielinās, konstrukcijām kļūstot arvien augstākām līdz ar to ir grūtāk panākt sabiedrības atbalstu vēja turbīnu izvietojumam dažādās ainavās (Voicescu et al. 2016; Pedersen et al. 2007; Molnarova et al. 2012).

Novērtējot mirgošanas efektu, lielākoties tiek izmantoti Vācijas nacionālajās vadlīnijas (turpmāk – vadlīnijas) mirgošanas efekta novērtēšanai. Tomēr pašlaik nav starptautisku standartu, kā modelēt mirgošanas efekta iedarbības līmeņus ap turbīnām (Koppen et al. 2017; Haac et al. 2022).

Vēl viens termins, kas ir līdzīgs mirgošanas efektam, ir atstarošanās, bet šim rādītājam nav izstrādāta vienota metodoloģija ietekmes apjoma un ilguma skaitliskai novērtēšanai. Šim efektam, lai samazinātu iespējamo ietekmi, jāpievērš uzmanība vēja ģeneratoru krāsas un virsmas apdares materiāla izvēlei.

## **1.2. Mirgošanas efekta veidošanās un noteikšana**

Turbīnas lāpstiņas ēnas dziļums vai tumšums būs atkarīgs no tā, cik daudz gaismas nāk tieši no saules un cik daudz nāk no citur debesīs difūzā starojuma rezultātā. Tas savukārt ir atkarīgs no saules augstuma (platuma, diennakts laika un gadalaika funkcija) un no aerosolu un optiski plānu mākoņu daudzuma atmosfērā (1.6. attēls). Ja mākoņa optiskais dziļums ir pietiekams, lai pilnībā bloķētu tiešo staru, tad ēnas nav. Vislielākais kontrasts būs, ja atmosfēra ir tīra un bez mākoņiem, kad izkliede, kas izraisa difūzu starojumu, ir ļoti atkarīga no viļņa garuma (Smedley et al. 2010).



1.6. attēls. Mirgošanas efekta iespējamā ietekme, ja tiek pieņemts, ka mākoņu nav (adaptēts pēc Smedley et al. 2010)

Lai novērtētu iespējamo vēja parka mirgošanas efekta ietekmi, ir nepieciešams precīzi zināt vēja parka atrašanās vietu, tāpat zināt vēja turbīnu tehniskos parametrus, apskatīt iespējamā vēja parka meteoroloģiskos apstākļus, kā arī saules spīdēšanas ilgumus atrašanās vietās.

Latvijā nav spēkā tiesību normas, kas regulētu mirgošanas efektu. Atbilstoši ārvalstu praksei, rekomendējams:

- 1) nepārsniegt 30 mirgošanas stundas gadā, ja tās, aprēķinātas pēc sliktākā scenārija metodes;
- 2) nepārsniegt 10 mirgošanas stundas gadā, ja tās aprēķinātas atbilstoši reālajai situācijai;
- 3) abos gadījumos mirgošanas efekta izpausmes laiks nedrīkst pārsniegt 30 minūtes vienā dienā;
- 4) nepieļaut mirgošanas frekvenci virs 3 Hz (Vadlīnijas vēja elektrostaciju...2011).

Novērtējot vēja elektrostacijas vai vēja parku radīto mirgošanas efektu, jāpieņem, ka šī ietekme var izpausties vismaz 500 m attālumā no stacijas (Vadlīnijas vēja elektrostaciju...2011).

Mirgošanas efekts ir daudz lielāks vēja parkiem, kas uzstādīti tuvu dzīvojamām teritorijām. Turbīnas lāpstiņas ēna izplūst atmosfērā, un pēc noteikta attāluma tā ir praktiski neredzama. Teorētiski 22 m garas turbīnas lāpstiņas ēna var būt redzama līdz 4,8 km attālumam. Mirgošanas efekts iespējams pēc saullēkta un nedaudz pirms saulrieta. No saulrieta līdz saullēktam vēja

turbīnas ēna virzās pa saules pulksteņa līniju, sākot no Rietumiem un beidzot uz Austrumiem. Tā kā saullēkta un saulrieta stāvokļi gada laikā mainās, vēja turbīnas ēnas ikdienas maršruts nav vienāds dažādos laikos Praktiski 3 MW vēja turbīnai ar 45 m garu un 2 m platu lāpstiņu rotējošās lāpstiņas ēna var būt redzama 1,4 km attālumā, lai gan neliela ēnu atmešana var būt vērojama arī 2 km attālumā (Katsaprakakis 2012).

Turklāt, ņemot vērā to, ka ir zināmas saullēkta un saulrieta pozīcijas noteiktā Zemes reģionā gada laikā, var paredzēt brīdi un periodu, kurā konkrētais Zemes punkts cietīs no mirgošanas efekta. Ar datormodelēšanas programmatūrām var noteikt dienas un laikus gada laikā, kad konkrētas ēkas, kas atrodas turbīnu tiešā tuvumā, var izjust mirgošanas efektu. Ir skaidrs, ka pēc vēja parka uzbūvēšanas nav iespējams izvairīties no mirgošanas efekta, ja vien netiek novērsta vēja turbīnu rotoru rotācija. Vēja turbīnu radīto mirgošanas efektu var paredzēt un novērst tikai tad, ja vēja parku izvietojums ir atbilstoši izstrādāts. Jāņem vērā tuvumā esošo apdzīvoto vietu novietojums un jāievēro minimālie attālumi no tām, kas noteikti valsts tiesību aktos (Katsaprakakis 2012).

Apvienotās karalistes vadlīnijās ir atrunāts, ka mirgošana ēkās parādās caur šauru loga atvērumu un var ietekmēt īpašumus, kas atrodas 130 grādos abās pusēs no ziemeļiem no turbīnām (tas gan attiecas tikai uz Apvienotās karalistes grādiem). Tāpat norādīts, ka mirgošana notiek tikai desmit rotoru diametru robežās no turbīnas pozīcijas (Meyer 2022).

Lielākajā daļā pieejamo literatūras avotu nav iekļauti visi mirgošanas efekti, piemēram, nakts mirgošanas apstākļi, piemēram, mēness spīdēšana. Kā piemēru var minēt lauku iedzīvotājus, kuriem debesis ir skaidri redzamas, netraucē pilsētas apgaismojums, tādēļ mēness apspīdētās naktīs, kad ir skaidras debesis, nakts ainava var būt ļoti skaista un patīkama iedzīvotājiem. Mirgošanas efekta traucējumi, ko rada augošs vai rietošs mēness, būs kaitējums videi, un tie jānovērtē kopā ar saules spīdēšanas ietekmi. Var rasties arī citi mirgošanas efekta traucējumi, piemēram, gleznaina saulrieta gadījumā, kas izplešas gar horizontu. Spilgti izgaismotas no aizmugures, lai gan nerada ēnas, turbīnu lāpstiņu mirgojošā kustība uz horizonta, visticamāk, radīs vizuālus traucējumus ainavā, un tas ir jānovērtē, jo īpaši, ja turbīnas tiek izvietotas vienā līnijā, kas izraisa plaša leņķa traucējumus (Bolton 2007).

Eiropas valstis ir noteikušas dažādus attālumus, kurus jāievēro, būvējot vēja parkus tādējādi, nosakot drošības zonas no apdzīvotās vietas. (skat. 1.1. tabulu). Daudzas valstis nav izstrādājušas noteiktus attālumus, bet nosaka drošības zonas no apdzīvotās vietas, ir noteikušas tikai trokšņa ierobežojumus (Peri, Tal 2021).

Dažādu Eiropas valstu noteiktie vēja parku atrašanās attālumi no apdzīvotām vietām (adaptēts pēc Dalla et al. 2018)

<b>Valsts</b>	<b>Atrašanās attālums no apdzīvotām vietām (metri)</b>
Austrija	800-1200 (atkarīgs no reģiona)
Beļģija	Rotora diametrs*3 (Flandrija) Turbīnas augstums*4 (Valonijas reģions)
Dānija	Turbīnas augstums*4
Anglija	Iedzīvotājiem ir gala teikšana sabiedriskajā apspriešanā. Minimāli – 700. Maksimāli – 2000 vai turbīnas augstums*10
Igaunija	1000 – 2000 (atkarīgs no reģiona)
Somija	Nav
Francija	500
Vācija	Atkarīgs no reģiona: minimāli – 300 (Hamburga), maksimāli – turbīnas augstums*10 (Bavārija)
Grieķija	500-1500 (atkarīgs no virsmas seguma veida)
Ungārija	1000
Izraēla	500
Īrija	Turbīnas augstums*10
Itālija	200 (individuālie mājokļi) Turbīnas augstums*6 (no pilsētām)
Nīderlande	Rumbas augstums*4
Polija	Turbīnas augstums*10
Portugāle	Nav
Rumānija	300 (1-3 ēkas) 500 (3 un vairāk ēkas)
Skotija	2000 (valdības rokasgrāmatā, vietējo instanču galīgais lēmums)
Spānija	Atkarīgs no reģiona: minimālais - 500 (individuālie mājokļi), maksimālais – 1000 (pilsētas)
Zviedrija	500 (individuālie mājokļi) 1000 (pilsētas)

10 rotora diametru attālumā (atbilst 400 līdz 800 metriem) cilvēkam nevajadzētu uztvert vēja turbīnu kā saules gaismu, bet gan kā objektu ar sauli aiz tā. Tas ierobežo potenciālās ēnu mirgošanas zonu, un parasti šajās zonās nav dzīvojamo ēku (BIS 2018).

Attālums starp vēja turbīnu un potenciālo mirgošanas efektu ietekmē lāpstiņu radīto ēnu intensitāti un līdz ar to arī mirgošanas intensitāti. Ēnas, kas atrodas tuvu turbīnai, būs intensīvākas, izteiktākas un “koncentrētākas”. Tas ir tāpēc, ka lielāka daļa saules diska tiek periodiski bloķēta (BIS 2018).

VES radīto mirgošanas efekta ietekmi ir iespējams precīzi prognozēt. Mirgošanas efekta ietekmes laika aprēķiniem tiek izmantotas speciālas datorprogrammas, piemēram, WindPRO, OpenWind, WindFarmer (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023).

Mirgošanas efekta ietekmes laiks ir jāvērtē apbūves teritorijā (zeme zem ēkām un pagalmiem), ja uz tās ir izvietotas dzīvojamās vai jutīgas publiskās būves (izglītības, veselības aprūpes, sociālās aprūpes, valsts pārvaldes iestādes). Tāpat mirgošanas efekta ietekmes laiks jāvērtē apbūves teritorijās, kas identificējamās kadastra informācijas sistēmā vai topogrāfiskajās kartēs, un ir novietotas līdz 3 km attālumam no izbūvējamās vēja elektrostacijas. Vērtējot mirgošanas efekta ietekmes laiku, ir jāņem vērā mirgošanas efekta ietekmes laiks, ko rada visas līdz šim izbūvētās vēja elektrostacijas un plānotās parku būvniecības ieceres, kas atrodas tuvāk par 3 km no apbūves teritorijām, kas iekļaujamas vērtējumā (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023).

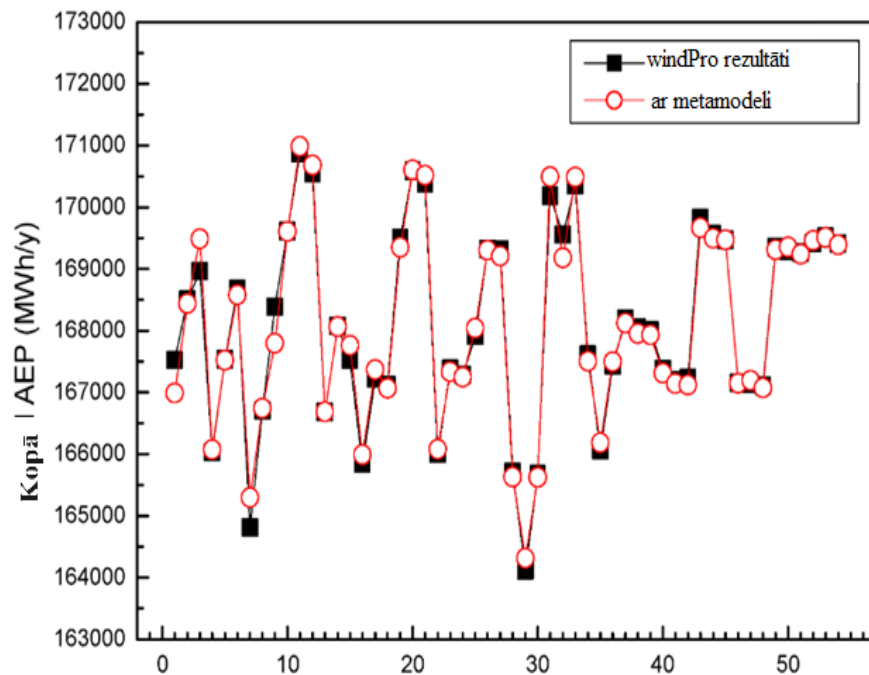
### **1.3. Mirgošanas efekta matemātiskais novērtējums**

Lai novērtētu mirgošanas efekta ietekmi pirms vēja parka būvniecības, ir iespējams izmantot datormodelēšanas programma un veikt dažādus matemātiskos aprēķinus.

Kā parāda dažādi pieejamie literatūras avoti, lai salīdzinātu rezultātus var izmantot dažādas pieejas. Vēja ātrumu sadalījuma noteikšana tika veikta Bitlis-Rahva reģionā Turcijas austrumos, izmantojot programmu WindPRO kopā ar Weibull un Rayleigh sadalījumiem. Iegūtos rezultātus salīdzināja izmantojot trīs dažādus kļūdu testus. Pēc kļūdu testiem tika noteikts, ka ar programmu WindPRO iegūtie rezultāti var visprecīzāk attēlot novērotos vēja datus (Oral 2024).

Lai samazinātu izmaksas, kuras nepieciešamas WindPro uzturēšanai un abonēšanai, tika izstrādāts vēja turbīnu optimālā izvietojuma metamodelis, izmantojot Microsoft Excel programmu, lai ātri un ērti aprēķinātu gada enerģijas ražošanas prognozi, kā arī apstiprinātu prognozes piemērotību, vēja parka gada enerģijas ražošanas (AEP) analīzes rezultātu un tika salīdzināti un

pārbaudīti aprēķinu rezultāti ar WindPro. Kā parādīja rezultāti, tad precīzi izveidot modelis parāda gandrīz tādus pašus datus kā WindPro (1.7. attēls) (Shin et al. 2021).



1.7. attēls. Izveidotā metamodela un WindPro rezultātu salīdzinājums (adaptēts pēc Shin et al. 2021)

Vēja parku radīto mirgošanas efekta ietekmi ir iespējams precīzi prognozēt. Mirgošanas efekta ietekmes laika aprēķiniem tiek izmantotas speciālas datorprogrammas, piemēram, WindPRO, OpenWind, WindFarmer (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023).

Kā viena no populārākajām programmām tiek pieņemta WindPro, kas arī tika izmantota tālāk aprakstītajos pētījumos citviet pasaulē.

Lai noteiktu mirgošanas efekta rezultātus, ir nepieciešams izmantot piesardzības principu un pieņemt iespējami sliktākos scenārijus. Papildus jāņem vērā konkrētās vietas apstākļi, piemēram, šķēršļi, diennakts un sezonālie mākoņu un miglas modeļi, kas var vēl vairāk samazināt mirgošanas efekta ietekmi. Analīzē jāpieņem, ka logi ir izvietoti tiešā redzamības līnijā no turbīnas uz sauli, jāņem vērā atšķirība starp logiem telpās, kuras tiek intensīvi izmantotas. Kā galvenie parametri, kas tiek izmantoti WindPro modelēšanas programmā, ir:

- turbīnu atrašanās vietas (koordinātas);
- dzīvesvietu atrašanās vietas (koordinātas);

- topogrāfija;
- turbīnas rotora diametrs;
- turbīnas rumba augstums.
- kopējais vēja ātruma un virziena biežuma sadalījums.
- saules spīdēšanas ilguma diennakts profilus (ilgtermiņa mēneša atsauces dati) (Bolton 2007).

Ievadot šos datus WindPro modelēšanas programmā, tiek aprēķināti detalizēti mirgošanas efekta rezultāti katrā novērtētajā uztvērēja vietā un mirgošanas efekta laika daudzums (stundas/gadā) visur ap vēja parku. Programmatūra aprēķina saules ceļu attiecībā pret katru turbīnas atrašanās vietu, lai noteiktu ēnu metamās ēnas ceļus ik pēc 2 minūtēm katru dienu visa gada garumā (Bolton 2007).

#### **1.4. Mirgošanas efekta veiktie pētījumi citviet pasaulē**

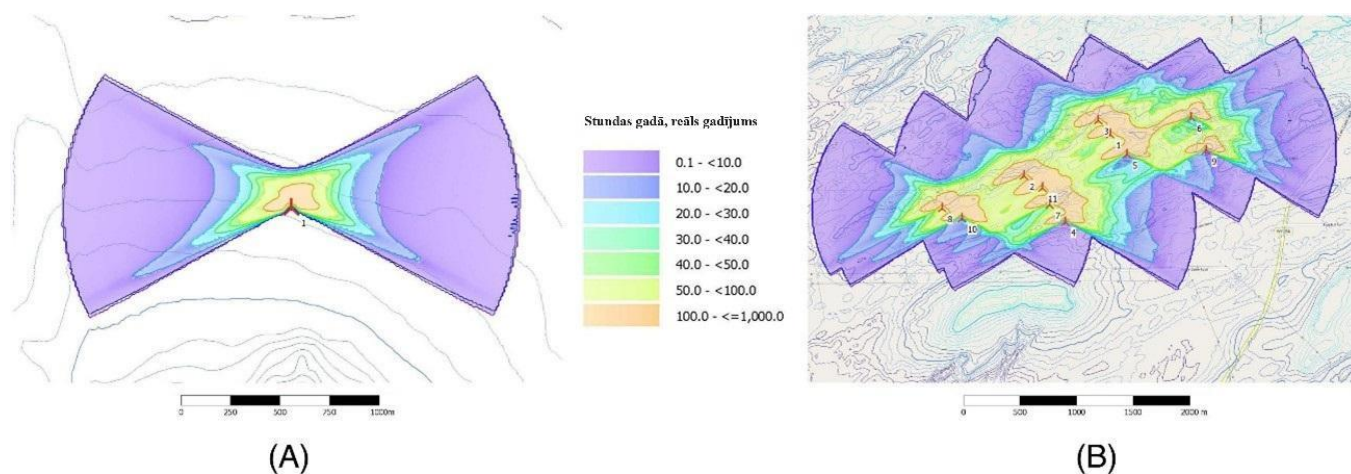
##### ***Amerikas Savienotās Valstis***

Vienā no pētījumiem par vēja turbīnu mirgošanas efektu tika atlasītas vietas no apgabaliem Ontario dienvidrietumos un Prinča Edvarda salā, kur vēja turbīnu tuvumā ir salīdzinoši augsts mājokļu blīvums. Priekšroka tika dota arī apgabaliem, kuriem ir līdzīgas iezīmes (t.i., lauku/piepilsētas, līdzens reljefs un bez ievērojamas/regulāras gaisa kuģu iedarbības). No Ontario un Prinča Edvarda salas izlases reģioniem tika identificēti 2004 potenciālie mājokļi, kuros kopumā tuvumā atradās attiecīgi 315 un 84 vēja turbīnas. Vēja turbīnu elektriskās jaudas jauda bija no 660 kW līdz 3 MW, un rumbas augstums pārsvarā bija 80 m (Voicescu et al. 2016).

Veicot anketēšanu, anketas ietvēra modulūsus par pamata demogrāfiskajiem datiem, troksni un ēnu kairinājumu, ietekmi uz veselību (piemēram, troksnis ausīs, migrēna, reibonis), dzīves kvalitāti, miega kvalitāti, uztverto stresu, dzīvesveida uzvedību un hroniskām slimībām. Mirgošanas efekta iedarbība tika aprēķināta visiem mājokļiem ar programmatūru WindPro v. 2.9. Veiktajā pētījumā par iespējamo ietekmi uz veselību, kas saistīta ar mirgošanas efektu no vēja turbīnām tika secināts, ka visticamāk, mirgošanas efekts neradīs krampju rašanās risku pat personām, kurām ir gaismjutīga epilepsija (Voicescu et al. 2016).

Citā veiktajā pētījumā tika veikta mirgošanas efekta modelēšana un aptauja, lai savāktu pēc iespējas precīzākus datus par mirgošanas efekta ietekmi uz apkārtnē dzīvojošajiem iedzīvotājiem. Lai veiktu modelēšanu, izmantotie dati bija - turbīnas atrašanās vieta (platuma/garuma), nominālā jauda, rumbas augstums, rotora diametrs, ražotājs, modelis, kopējais augstums, kopējais projekta

jaudu un turbīnu skaits projektā. Šajā pētījumā tika kvantificēti divi mirgošanas efekta aspekti - ikgadējais ēnu mirgošanas stundu skaits un ikdienas mirgošanas minūtes, katrā mājā un to sadalījums pēc diennakts laika un gada. Tie tika modelēti, izmantojot SHADOW moduli windPRO versijā 3.3. Mirgošanas efekta prognozēšana dzīvesvietās, kuras atrodas netālu no vēja parka, tika panākta, aprēķinot saules leņķus dažādos diennakts laikos un gada periodos noteiktā platuma grādos, ņemot vērā turbīnu augstumus un topogrāfiju starp tām. Tas ļauj aplēst maksimālo kumulatīvo stundu skaitu gadā (vai stundas dienā), mājās, kurās būs redzams mirgošanas efekts. Visvairāk mirgošanas efekts rodas vēja turbīnas tuvumā un (Ziemeļu puslodē) galvenokārt uz Ziemeļaustrumiem un Ziemeļrietumiem no turbīnas un mazākā mērā uz Ziemeļiem (1.8. attēls A). Ja starp sauli un māju atrodas vairākas turbīnas, ir iespējama šo turbīnu mirgošanas efekta kombinācija (1.8. attēls B). Jo tālāk no turbīnas attālinās, jo mirgošanas efekta intensitāte samazinās. Pie 15 rotora diametriem no vēja turbīnas (aptuveni 1,3 km šajā pētījumā vidējai turbīnai) mirgošanas efekta intensitāte ir pietiekami izkliedēta, tāpēc novērojama neliela gaismas mirgošana. Tāpēc šim pētījumam mirgošanas efekts, kas pārsniedz šo robežu, netika modelēts (Haac et al. 2022).



1.8. attēls. Piemērs ikgadējām SF stundām ap (A) vienu vēja turbīnu un (B) vēja turbīnu virkni (adaptēts pēc Haac et al. 2022)

Rezultāti parādīja, ka 17% respondentu, ar modelētu mirgošanas efektu, savās mājās ziņoja, ka ir ļoti nokaitināti. Ir konstatēts, ka ēnu mirgošanas kairinājums ir saistīts ar cilvēka subjektīvo reakciju uz vēja turbīnu izskatu, vispārēju kairinājumu uz citām skaņām, izglītības līmeni un vecumu (Haac et al. 2022).

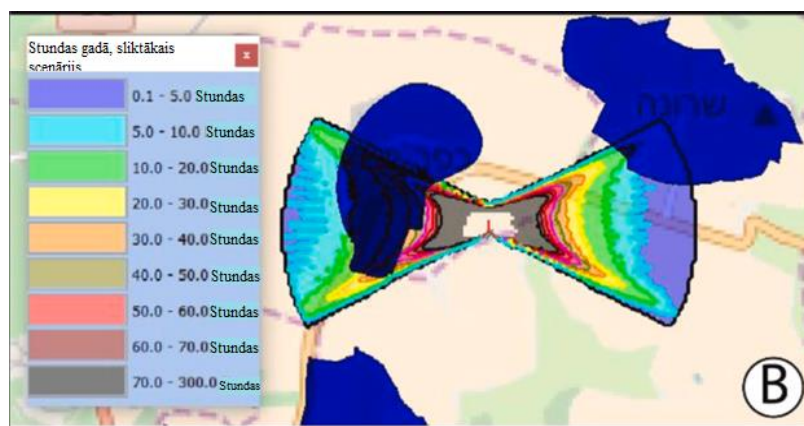
### ***Kanāda***

Vienā no līdz šim lielākajiem un visaptverošākajiem šāda veida pētījumiem Health Canada aptaujāja 1238 cilvēkus, kas dzīvo 0,25–11,22 km attālumā no esošajām vēja turbīnām divās Kanādas provincēs. Starp citiem svarīgiem atklājumiem pētnieki atklāja, ka mirgošanas efekta iedarbība, kas izteikta maksimālajās minūtēs dienā, uzlaboja spēju novērtēt vēja turbīnu radīto lielo kairinājumu, ja to apvieno ar citiem faktoriem, piemēram, troksni, bažām par fizisko drošību un trokšņa jutīgumu. Zemākā vēja turbīnu mirgošanas efekta ekspozīcijas līmenī (līdz 10 min/dienā sliktākajā gadījumā) mirgošanas efektu ļoti kaitināja 3,8% iedzīvotāju, savukārt no tiem, kuriem bija visaugstākais ekspozīcijas līmenis (>30 min/dienā sliktākais gadījums), 21,1% ļoti nokaitināja mirgošanas efekts (Haac et al. 2022).

### ***Izraēla***

Izraēlā attālumu standartus no apdzīvotām vietām līdz vēja parkiem ir noteikusi valsts Veselības ministrija, kas nosaka 500 m kā minimālo attālumu, kādā vēja parkus var būt no dzīvojamiem rajoniem (Peri, Tal 2021).

Tika veikta modelēšana Izraēlas reģionā, teritorijā, kura aizņem 4208 kvadrātkilometrus, un to raksturo izkaisītas apdzīvotas vietas un blīvs iedzīvotāju skaits ar 578 iedzīvotājiem uz kvadrātkilometru. Pētījums tika veikts izmantojot ArcGIS 10.7.1 un WindPro 3.2 programmatūru. Pētījumā tika izvēlēta turbīna - Vestas V136–3,45 MW. Tai ir 136 m asmens diametrs; ar kopējo augstumu 168 m, tās rumbas augstums tika noteikts 100 m. Vestas V136 tiek uzskatītas par īpaši populāru turbīnas modeli, kurā ir pilna datu bāze. Viens no salīdzināmajiem mainīgajiem bija mirgošanas efekts. Rezultātā tika izveidots modelis, kurā redzams maksimālais mirgošanas efekts, kas rodas apkārtējo apdzīvoto vietu poligonos. Analīze balstījās uz topogrāfisko reljefu, ko kartēja Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 30 m izšķirtspējas rastra kartē (1.9. attēls) (Peri, Tal 2021).



1.9. attēls. Piemērs vienas vietas ēnu mirgošanas biežums, stundas gadā. Tumši zilās teritorijas attēlo apdzīvotās vietas (adaptēts pēc Peri, Tal 2021)

Izveidotais modelis parādīja, ka Izraēlas Galilejas ziemeļu reģionā 1000–1200 m attālumā no tuvākās apdzīvotās vietas ir vislabvēlīgākie, lai sasniegtu optimālos enerģētikas un vides mērķus. Tas nodrošina, ka tuvumā esošie iedzīvotāji nesajūtīs vizuālo iejaukšanos. Vēl viens interesants secinājums bija saistīts ar lielo vietu skaitu, kurās nepastāv ievērojama mirgošanas efekta iespēja (69%). Tas liecina, ka potenciālais kairinājums no vēja parkiem ir ikkatri vietai specifisks un vispārīgi standarti nav nosakāmi visās vietās, īpaši vietās, kuras raksturo blīvi apdzīvotības apstākļi (Peri, Tal 2021).

### **Zviedrija**

Zviedrijā tika veikts visaptverošs pētījums, kurā tika sīki analizēta sabiedrības reakcija uz vēja parkiem, kurus sabiedrība kopumā uzņēma labvēlīgi. Aptaujas rezultāti Klintehamnā parādīja, ka kaut ēnas uz ēkas fasādes nesastādīja 30 stundas/gadā un ne vairāk kā 30 minūtes/dienā 24% respondentu drīzāk vai daudz kaitina mirgošanas efekts. Nasudenā (*Näsudden*) mirgošanas efekts kaitina vien 4% aptaujāto, lai gan uz fasādes mirgošana bija redzama vairāk nekā 30 stundas/gadā. Nār (*När*) pilsētā ēnas nevienu nav kaitinājušas. Viens no iespējamajiem izskaidrojumiem, kāpēc tik daudz Klintehamnā iedzīvotājus kaitina mirgošanas efekts, varētu būt tas, ka lielākā daļa respondentu dzīvo uz Austrumiem un Dienvidaustrumiem no turbīnām un mirgošanas efektu izjūt vakaros laikā no aprīļa līdz septembrim (90 % respondentu), kad ēnas ir visintensīvākās un lielākā daļa cilvēku ir mājās. Nasudenā (*Näsudden*) respondentiem šķita, ka mirgošanas efekts novērojams vakarā, bet citviet - no rīta vai dienas vidū. Respondentus, kurus ēnas nekaitina, lai gan ēnu ietekme ir liela, tās parādās no rīta vai ziemā. Respondenti, kurus kaitina

ēnu ietekme, lai gan tā ir neliela, ēnas parādās vakarā. Nār (*Nār*) rajonā neviens respondents vasaras vakaros ēnas nesajūt. No tā var secināt, ka svarīgāk ir tas, kurā diennakts laikā un gada laikā ēnas atstāj ietekmi, nevis kopējais aprēķinātais mirgošanas efekta laiks stundās gadā (Widing et al. 2004).

### 1.5. Ietekme uz veselību

Ja tiek apskatīti veselības riski no vēja turbīnām, tad ietekme uz veselību sākas jau būvniecības sākumā, kad rodas fiziski draudi veselībai. Tie var būt troksnis, vibrācija, elektromagnētiskais lauks, mirgošana, ķīmiskās vielas, fiziski sasprindzināts darbs, ar laikapstākļiem saistīti riski, bioloģiskie riski. Tā kā vēja parku būvniecības joma ir salīdzinoši jauna, tad daudz pētījumu šajos jautājumos ir salīdzinoši maz, vairāk ir par katru risku atsevišķi un dažādās jomās, bet ir nepieciešami (Karanikas et al. 2021). Tuvumā dzīvojošie iedzīvotāji mēdz sūdzēties gan par sirdssāpēm, gan galvassāpēm, bezmiegu, aizkaitināmību. Šīs sūdzības raksturīgākas ir iedzīvotājiem, kas dzīvo aptuveni 2 km attālumā, tiem, kas dzīvo tālāk, sūdzību skaits samazinās (Teneler et al. 2023)( Michaud et al. 2016). Kā noteica pētījums, tad 23,7% respondenti ēnu mirgošanu definēja kā kaitinošu, savukārt 12,8% bija nokaitināti par gaismas atstarošanu no asmeņiem. Turbīnas izraisītā ēnu mirgošanas efekts visvairāk traucēja tiem, kas dzīvoja 400–800 m un 800–1200 m attālumā no turbīnām (Pawlaczyk-Łuszczynsk et al. 2014).

Lielās vēja turbīnas parasti griežas ar ātrumu no 30 līdz 60 apgriezieniem minūtē (apgr./min.). Daudzi no tiem ir trīs lāpstiņu un darbojas ar nemainīgu ātrumu, un pie 60 apgr./min rada mirguļošanu ar ātrumu 3 Hz. Turbīnas, kas griežas ātrāk vai kurām ir vairāk lāpstiņu, radīs mirguļošanu tādās frekvencēs, kurās krampju iespējamība ir nepieņemami augsta. Mazākas mainīga ātruma turbīnas svārstās no 30 līdz 300 apgr./min un dažām ir vairāk nekā trīs lāpstiņas, tāpēc to mirguļošana ir diapazonā, kurā ir iespējami krampji. Ja vairākas turbīnas atrodas vienā līnijā ar saules ēnu, dažādu turbīnu lāpstiņu kombinācija rada mirgošanas efektu, kuras frekvence var būt augstāka nekā vienai turbīnai. Turbīnas mirgošanas efekta iedarbību nosaka rumbas augstums un lāpstiņu diametrs, saules augstums un lāpstiņu virziens attiecībā pret novērotāju. Šos mainīgos ietekmē diennakts laiks, gada laiks, vēja virziens un ģeogrāfiskā atrašanās vieta. Uz tuvējo ēku logiem var rasties ēnas, kas ietekmē iekšējo apgaismojumu, radot mirgošanas efektu, no kuras iemītnieki nevar izvairīties. Mirgošanas efekts no turbīnām, kas pārtrauc vai atstaro saules gaismu frekvencēs, kas lielākas par 3 Hz, rada iespējamu gaismjūtīgu krampju rašanās risku. Risks tiek saglabāts ievērojamos attālumos no turbīnas (Harding et al. 2008).

Lai noteiktu vēja turbīnu krampju risku cilvēkiem ar gaismjutīgu epilepsiju, nepieciešams modelēt turbīnu ēnu gaismas un tumšās kontrastus sliktākajiem apstākļiem, tas ir, pilnīgi bez mākoņiem atmosfērā, kur turbīnas lāpstiņas griežas vertikālā plaknē un tieši ar skatu uz novērotāju uz līnijas starp novērotāju un saules stāvokli debesīs (Smedley et al. 2010).

Līdzīgi kā troksnis mirguļošana mēdz būt saistīta ar attālumu. Vairākos pētījumos ir novērtēta mirgošanas efekta ietekme, un visi apstiprina secinājumu, ka mirgošanas efekts nerada draudus cilvēku veselībai. Tajā pašā laikā augsta frekvence bieži rada ievērojamu kairinājumu iedzīvotājiem, savukārt mirguļošana var būt bīstama arī autovadītājiem, kuri, braucot garām, un turbīnas novērš uzmanību (Peri, Tal 2021). Īrijā ir ieteikts turbīnas novietot vismaz 300 metru attālumā no ceļa, jo tās var negatīvi ietekmēt autovadītājus (Stojčetović, Velinov 2014).

Mirgošanas frekvence ir kritisks faktors nopietnu cilvēka slimību gadījumā, un tai jābūt ne lielākai par trim lāpstiņu gājieniem sekundē, proti, sešdesmit apgriezieniem minūtē trīs lāpstiņu turbīnai. Turklāt turbīnas lāpstiņām nevajadzētu būt atstarojošām (Katsaprakakis 2012).

Dažu vēja turbīnu lāpstiņu ēna var izraisīt tīklenes apgaismojuma izmaiņas ar ātrumu  $> 3$  Hz. Ir zināms, ka mirgošanas efekts ar šādu frekvenci jutīgiem cilvēkiem izraisa epilepsijas lēkmes (Binnie et al. 2002).

Ir zināms, ka risks ir atkarīgs no:

- mirgošanas efekta frekvences;
- no tā, vai tiek stimulēta viena vai abas acis;
- no tīklenes zonas, kas tiek stimulēta;
- no tā, vai tiek stimulēta centrālā vai perifērā tīklene;
- no gaismas intensitātes izmaiņu lieluma (modulācijas dziļuma);
- no tās izmaiņu veida laika gaitā;
- no gaismas spektrālā sastāva (Harding et al. 2008).

Par piemēru ņemot 2 MW turbīnu un pieņemot, ka saules augstums ir  $5^\circ$  attiecībā pret horizontu un zemāk tiek konstatēts, ka kontrasta attiecības robežattālums ir ierobežojošais faktors. Piemēram, 120 m kopējam torņa augstumam ar 2 m platām lāpstiņām kontrasta attiecības robežattālums pie  $5^\circ$  ir 1070 m uz sauszemes - aptuveni deviņas reizes lielāks par kopējo turbīnas augstumu. Tomēr ēna sniedzas līdz 1370 m. Saulei krītot zemāk, kontrasta attiecības sliksnis samazināsies, un lāpstiņu ēna būs ārpus šīs robežas, tādējādi neradot aizķeršanās risku (Smedley et al. 2010).

Ir konstatēts, ka pie zema atmosfēras noslogojuma ar aerosoliem 10 % epileptogēnā kontrasta sliekšnis ir sasniegts visās vietās, kur pamatoti sagaidāma turbīnas lāpstiņu ēna. Tomēr ar atvērtām acīm redzamais stimula leņķa rādiuss ir mazāks par robežu, kad novērotāji būtu pakļauti riskam ( $1,6^\circ$ ), ja saules starojuma leņķis ir  $40^\circ$  vai mazāks (uz sauszemes) un  $20^\circ$  vai mazāks (jūras vidē). Tāpēc netiek paredzēts epileptogēnas risks novērotājiem, kas skatās uz horizontu, izņemot gadījumus, kad tie atrodas tuvāk par 1,2 reizēm no kopējā turbīnas augstuma sauszemē vai tuvāk par 2,8 reizēm no kopējā turbīnas augstuma jūras vidē (Smedley et al. 2010).

Tāpat jāņem vērā cilvēku tieksme skatīties prom no saules kā dabisku reakciju, bet tiem, kas atrodas ēnu zonā, un, kas skatās uz zemi, kontrasts gandrīz vienmēr ir nepietiekams, lai būtu epileptogēns. Ja saules staru krišanas leņķis attiecībā pret zemi ir lielāks par  $5^\circ$ , epileptogēns potenciāls ir tur, kur krīt asmeņa ēna. Zem šī leņķa konstrakcijas koeficienta sliekšnis ierobežo "apdraudēto" reģionu līdz <535 reizēm no lāpstiņas platuma uz sauszemes. Jāatzīmē, ka acu aizvērsana ir dabiska tūlītēja aizsargpasākuma izpausme mirgošanas efekta iedarbības gadījumā, un tāpēc šajā kontekstā tā diemžēl pastiprina nelabvēlīgo ietekmi. Efektīvāka stratēģija būtu aizsegt vienu aci ar plaukstu, jo ir zināms, ka monokulārā stimulācija parasti ir daudz mazāk epileptogēna (Smedley et al. 2010).

Turklāt, ja turbīnas radītu pietiekami kontrastainu un stimulējošu izmēra mirgošanas efektu, maz ticams, ka lielākās turbīnas rotētu pietiekami ātri, lai izraisītu krampjus. Tomēr rotācijas biežums pieaug apgriezti proporcionāli lāpstiņu garumam, tāpēc mazas mikroģenerācijas turbīnas, visticamāk, var izraisīt krampjus (Smedley et al. 2010).

Periodiskas kustības signāli, piemēram, vēja turbīnas rotora lāpstiņu griešanās ēna, noteiktos apstākļos no psiholoģiskā viedokļa var radīt stresu. Viens no iespējamiem stresa efekta cēloņiem varētu būt papildu pūles, kas nepieciešamas, lai koncentrētu uzmanību: Ja, cilvēks perifēriskajā redzes laukā pamana kustību, tas izraisa orientēšanās reakciju. Uzmanība neviļus vai patvaļīgi tiek pievērsta uztvertajai kustībai un novirzīta no uzdevuma, kas jāapstrādā. Lai varētu turpināt koncentrēt uzmanību uz uzdevumu, ir nepieciešama papildu enerģija. Atkarībā no papildus patērētās enerģijas daudzuma tas var izraisīt izmaiņas dažādās psiholoģiskajās un somatiskajās sistēmās un tādējādi arī stresu (Pohl, Mausfeld 1999).

## **1.6. Ietekme uz putniem**

Lai pasargātu putnu dzīvotnes sugām, kas ir apdraudētas, var piemērot piesardzības principu. Vēja turbīnām var būt trīs galvenās sekas uz savvaļas dzīvniekiem: palielināta mirstība sadursmju

dēļ, biotopu sadrumstalotība vai samazināta populācijas, kad dzīvnieki izvairās šķērsot vēja turbīnu zonas un biotopu zudums būvdarbu un izvairīšanās no teritorijas cilvēka tuvuma dēļ. Turbīnu ietekme uz sugām gan mēdz atšķirties un tas ir grūti izskaidrojams (Braunisch et al. 2015).

Lai izpētītu vēja turbīnu ietekmi uz putniem, tika veikta sugu kartēšana pirms un pēc turbīnu būvniecības 6 pētījuma apgabalos Vācijā, Austrijā un Zviedrijā. Kā izpētes suga tika pieņemta meža rubeņa suga – mednis (*Tetrao urogallus*). Pētījumā tika secināts, ka medņu izplatība samazinājās turbīnu dēļ. Ietekme samazinājās aptuveni 650 m attālumā no turbīnām. Tomēr nebija iespējams atdalīt, kas radīja medņu biotopa samazināšanos – troksnis, ēnu mirgošana, vai cilvēku tuvums. Vienīgais, kas tika secināts, ka turbīnu lāpstiņu kustība un mirgošana var izraisīt samazinātu reakciju uz plēsējiem vai radīt sajūtu, ka plēsējs ir tuvumā. Būtiska negatīva ietekme netika konstatēta, jo putnu blīvums samazinājās tieši turbīnu tuvumā, bet plašākā apkārtnē putnu samazināšanās netika novērota (Coppes et al. 2020). Tādi paši secinājumi tika veikti veicot pētījumus ar noķertiem un GPS aprīkotiem medņiem Zviedrijā, vēja parkā, kurš darbojas jau no 2013. gada. Tika secināts, ka medņi ir jau pieraduši pie šī vēja parka, tādēļ izturas brīvāk un arī riesta laiku neietekmē (Taubmann et al. 2021).

Spānijā veiktajā pētījumā par Kantabrijas medņa *Tetrao urogallus cantabricus* biotopa samazināšanos pēc vēja parka izbūves tika secināts, ka, lai saglabātu biotopu būtu nepieciešams noteikt, ka saskaņā ar piesardzības principu jebkurai Kantabrijas medņu aizņemtajai teritorijai jābūt Natura 2000 tīklā (González et al. 2016).

Literatūras avotu par iespējamām mirguļošanas efekta ietekmēm ir maz un atsevišķi pētījumi netiek veikti, jo ir grūti atdalīt pārējās vēja turbīnu ietekmes.

### **1.7. Mirgošanas efekta izpausmju mazināšana**

Viens no variantiem, kā izvairīties no mirgošanas efekta, ir samazināt griešanās ātrumu līdz minimumam, un turbīnām ar trim lāpstiņām nodrošināt, lai maksimālais griešanās ātrums nepārsniegtu 60 apgr./min, kas ir normāla prakse lieliem vēja parkiem. Vēja parku izkārtojumam jānodrošina, lai ēnas, ko rada viena turbīna uz otru, nebūtu viegli pamanāmas plašai sabiedrībai. Ēnas nedrīkst krist uz blakus esošo ēku logiem. Ir jāsamazina spoguļatstarošanās no turbīnas lāpstiņām (Harding et al. 2008).

Vienīgais tehniskais risinājums, ko piedāvā Latvijā izstrādātajās vadlīnijās, mirgošanas efekta ietekmes laika samazināšanai ir vēja elektrostaciju darbības apturēšana laika periodos, kad mirgošanas efekts var būt novērojams jutīgās teritorijās (dzīvojamās un publiskās apbūves

teritorijas). Visi vēju elektrostaciju ražotāji piedāvā risinājumus mirgošanas efekta ietekmes laika ierobežošanai (Vadlīnijas ietekmes uz ...2023).

Mirgošanas efekts tiek mērīts atbilstoši ikdienas vai gada biežumam, mirgošanas efekts smaguma pakāpei pamatojoties uz konkrētām ģeogrāfiskām vietām. Līdz ar to ietekmi uz konkrēto mājokli ir iespējams atrisināt, labiekārtojot vai uzstādot automātiskos sensorus, kas nosūta paziņojumu operatoram vai mājas īpašniekam, kas uzrauga mirgošanas efekta ilgumu. Lai mazinātu mirgošanas efekta ietekmi, sensoru brīdinājumi var izslēgt turbīnu uz vairākām minūtēm vai iedarbināt automātiskās logu žalūzijas, ja mājas īpašnieks tam piekrīt (Peri, Tal 2021).

Apvienotās Karalistes izdotajā rokasgrāmatā "Atjaunojamo energoresursu plānošana" ir norādīts, ka mirgošanas efektu var samazināt, izvietojot vēja turbīnas pietiekamā attālumā no mājokļiem, kurus tās varētu ietekmēt. Ir pierādīts, ka mirgošanas ietekme rodas tikai desmit rotora diametru attālumā no turbīnas. Tāpēc, ja turbīnas lāpstiņu diametrs ir 80 m, iespējamā mirgošanas efekta ietekme varētu būt jūtama līdz pat 800 m attālumā no turbīnas. (Britain 2004).

Kā labs risinājums mirgošanas novēršanai var būt speciāli izstrādātas programmas, kā piemēram bezmaksas programmatūras rīks "Shadow Memory", kura var uzraudzīt līdz pat 50 turbīnām vienlaicīgi. Vēja turbīnai tiek uzstādīts speciāls sensors, kas aprīkots ar GPS uztvērēju, kas automātiski ļauj koriģēt iekšējā moduļa pulksteni. Satelīta pārklājums nodrošina automātiskās korekcijas funkciju, lai samazinātu aprēķinu neprecizitātes. Lielajos vēja parkos bieži tiek izmantoti papildu sekundārie gaismas sensori, lai novērtētu gaismas apstākļus dažādās vēja parka zonās, lai panāktu vēl labāku veiktspēju. Turbīnas izslēgšanas iestatījumus nosaka vairāki pielāgojami parametri, piemēram, saules pozīcija, diennakts un gada laiks un citi meteoroloģiskie dati, piemēram, vēja ātrums un temperatūra. Turbīnu un emisijas vietu metriskās atrašanās vietas koordinātas ir noteiktas saskaņā ar standarta formātiem, piemēram, "Gauss-Krueger" vai "British Grid", un arī tās ņem vērā programmā (DNV ... S.a.)

## 2. TUVĀKO VĒJU PARKU IVN NOVĒRTĒJUMS

### 2.1. Akmene, Lietuva

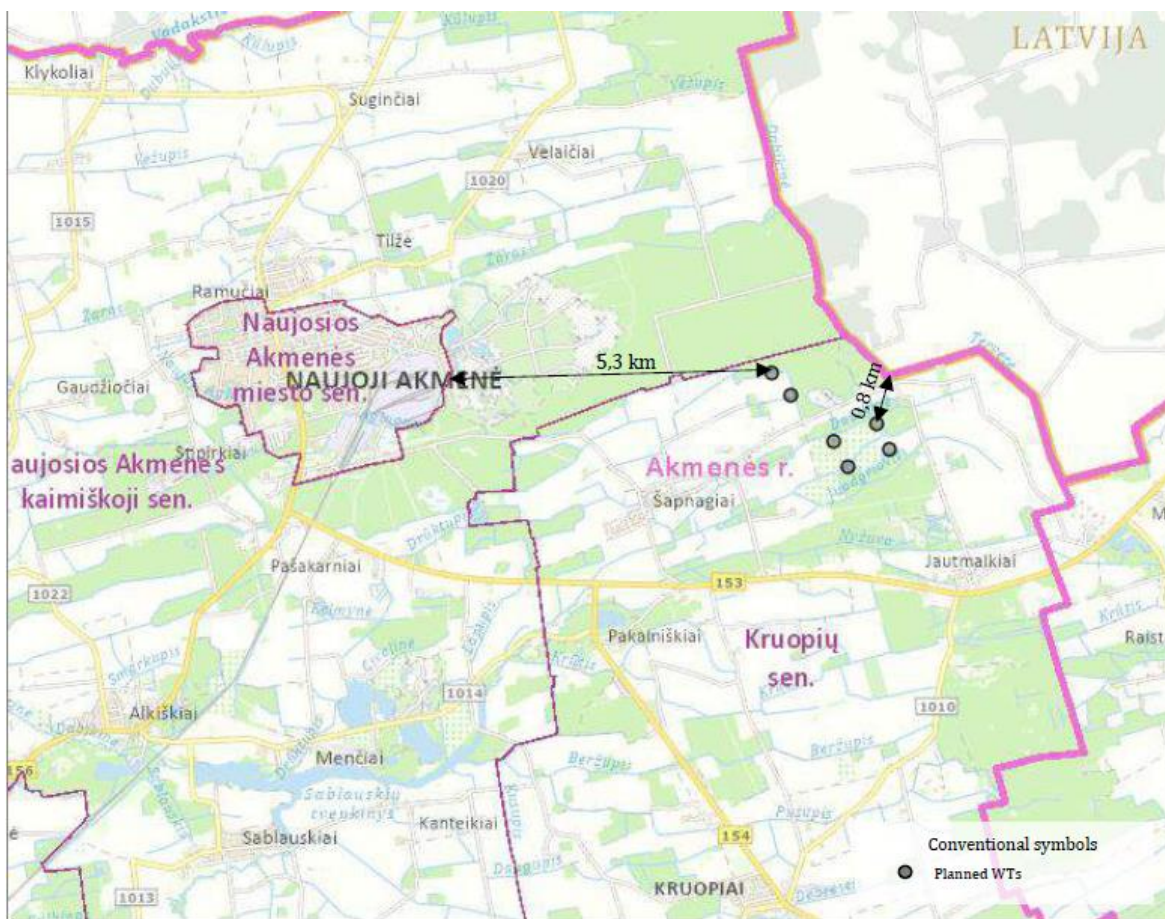
Lai veiktu Akmenes mirguļošanas novērtējumu, tika izmantota WindPro 3.0.654 programma. Lietuvā nav apstiprinātu vadlīniju vai metodikas, kas noteiktu mirguļošanas standartus. Tiek izmantotas Vācijas vadlīnijas un standarti. Kā novērtējamās vēja turbīnas bija Siemens Gamesa SG 6.0-170, Vestas V162-6.2 (torņa augstums 159 un 149 m), Vestas V162-6,8 (torņa augstums 159 un 149 m), Vestas V162-7,2 (torņa augstums 159 un 149 m), General Electric GE 6.1-158 un Nordex Delta4000 - N163 6.8. Katram turbīnas modelim tika veikti aprēķini. IVN tika izstrādāti 9 varianti, kuros tika ņemtas vērā iespējas, ka atrodas tikai šīs turbīnas un, ka apkārt atrodas citi saimnieciskās darbības objekti. Alternatīvas tika modelētās šādām turbīnām:

- Siemens Gamesa SG 6.0-170;
- Vestas V162-6.2 (torņa augstums 159 m);
- Vestas V162-6.2 (torņa augstums 149 m);
- Vestas V162-6.8 (torņa augstums 159 m);
- Vestas V162-6.8 (torņa augstums 149 m);
- Vestas V162-7.2 (torņa augstums 159 m);
- Vestas V162-7.2 (torņa augstums 149 m);
- General Electric GE 6.1-158;
- Nordex Delta 4000 - N163 6,8 (Windfarm Akmenė two...2022).

Tika plānots, ka tiks uzbūvētas 6 turbīnas, kas atradīsies Kruopiai pagastā, Bambalu pagastā (2.1. attēls).

Vēja parks atrodas aptuveni 5,3 km attālumā no Naujoji Akmenes, aptuveni 0,8 km attālumā no Latvijas -Lietuvas robežas un aptuveni 2,2 km attālumā no Šapnagai ciema (Windfarm Akmenė two...2022).

Vēja parka ziemeļu pusē atrodas valsts īpašumā esošs mežs, austrumos un dienvidos atrodas mazāk mežu, rietumu pusē dominē lauksaimniecības platības. Šajā teritorijā neatrodas aizsargājamās teritorijas, tuvākais dabas mantojuma objekts Raistu Linden atrodas 5 km attālumā, bet aptuveni 8 km attālumā atrodas Žagares reģionālais parks. Tuvākajā apkārtnē plānoti un atrodas citi vēja parki (Windfarm Akmenė two...2022).



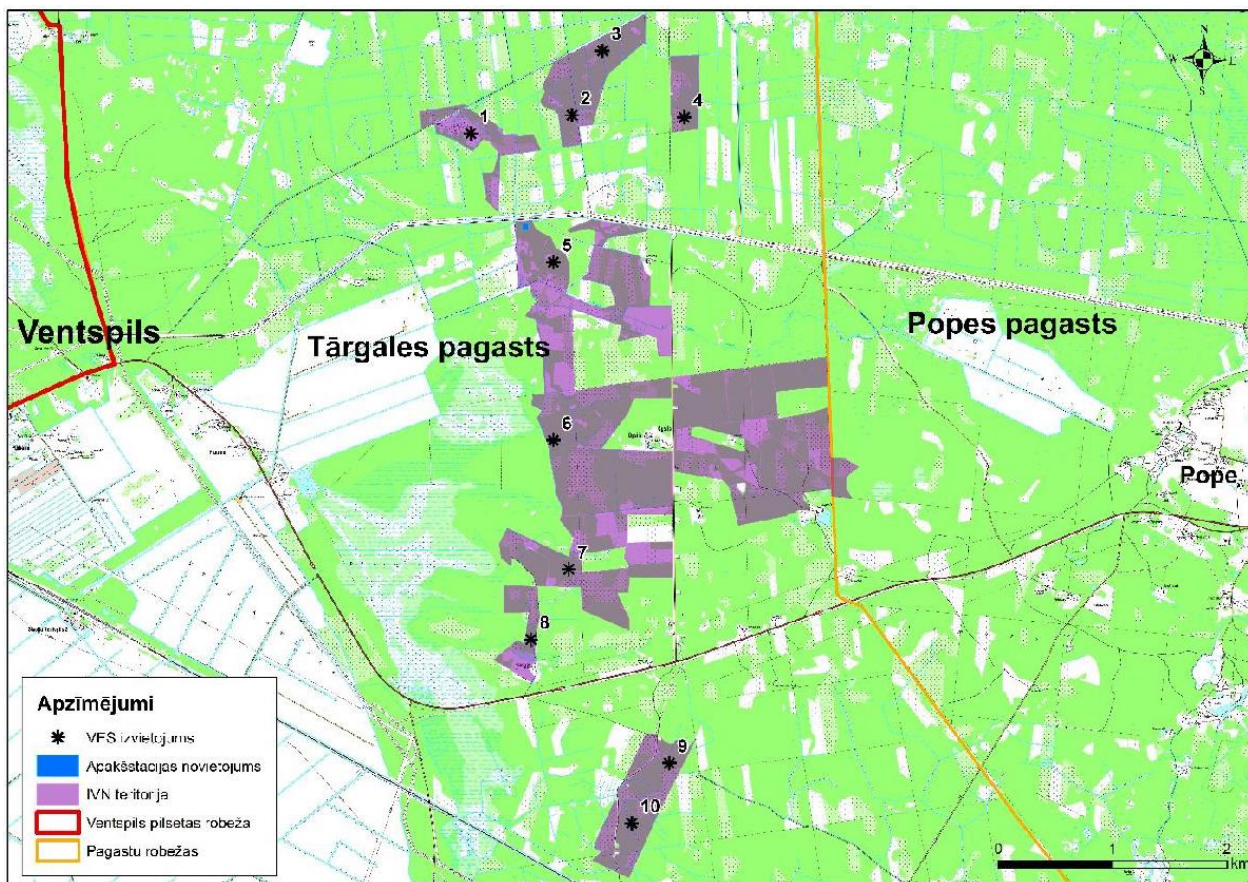
2.1. attēls. Akmenes vēja parka atrašanās vieta (Windfarm Akmenė two...2022)

Modelēšanas variantā, kad tika izvērtēti tikai plānotās 6 turbīnas, rezultāti parādīja, ka turbīnu radītā mirguļošana sasniedz tikai divas dzīvojamās platības - Akmenes rajona pašvaldībā, Kruopiai pagastā, Bambalai ciems. General Electric modeļa mirguļošana var nonākt arī Šapnagai ciematā. 30 stundas gadā neviens no šiem modeļiem mirguļošanu neuzrāda.

Ja tiek modelēti varianti, kad apkārt atrodas arī citi saimnieciskie darbības objekti, tad ēnojums var pārsniegt 30 stundas gadā, tādēļ tika veikta papildus modelēšana ar mirguļošanas mazināšanas pasākumiem. Tika noteikts, ka tiks uzstādīta “Anti-flickering system” – uzstādīti sensori, kuri apturēs turbīnu, kad mirguļošana pārsniegs 30 stundas/gadā. Pēc turbīnas apturēšanas, darbība tiks atjaunota 10 minūtes pēc tam, kad apgaismojuma apstākļi novērsīs mirguļošanu. IVN tika atzīmēts, ka tiks izvēlētas tās turbīnas, kuras rada vismazāko ietekmi, lai netiktu pārsniegtas 30 stundas/gadā (Windfarm Akmenė two...2022).

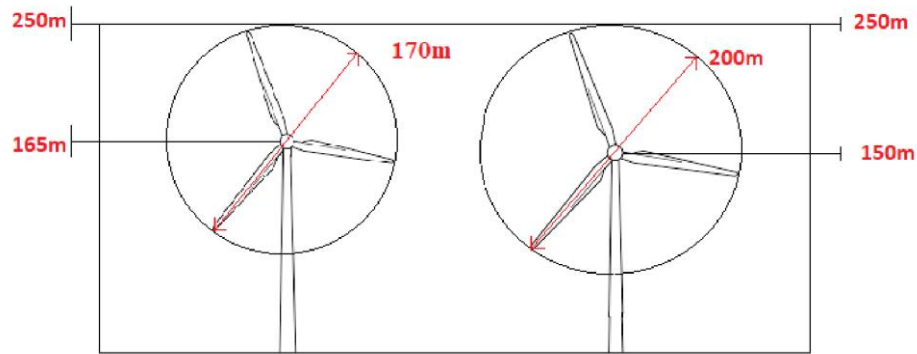
## 2.2. Ventspils novads, Tārgales pagasts un Popes pagasts

Vēja parks tika izvietots Tārgales un Popes pagastos Ventspils novadā, kurā tika izvietoti 10 VES, ar maksimālo kopējo jaudu 80 MW (2.2. attēls). VES atrodas aptuveni 5 km attālumā no Popes un aptuveni 4 km attālumā no Ventspils pilsētas robežai. IVN ietvaros tika izvērtētas 2 alternatīvas, kurās tiek izvērtēti modeļu ģeometriskie parametri (SIA “Ventspils Wind”...2021).



2.2. attēls. Vēja parka teritorija un plānoto VES novietojums (SIA “Ventspils Wind”...2021).

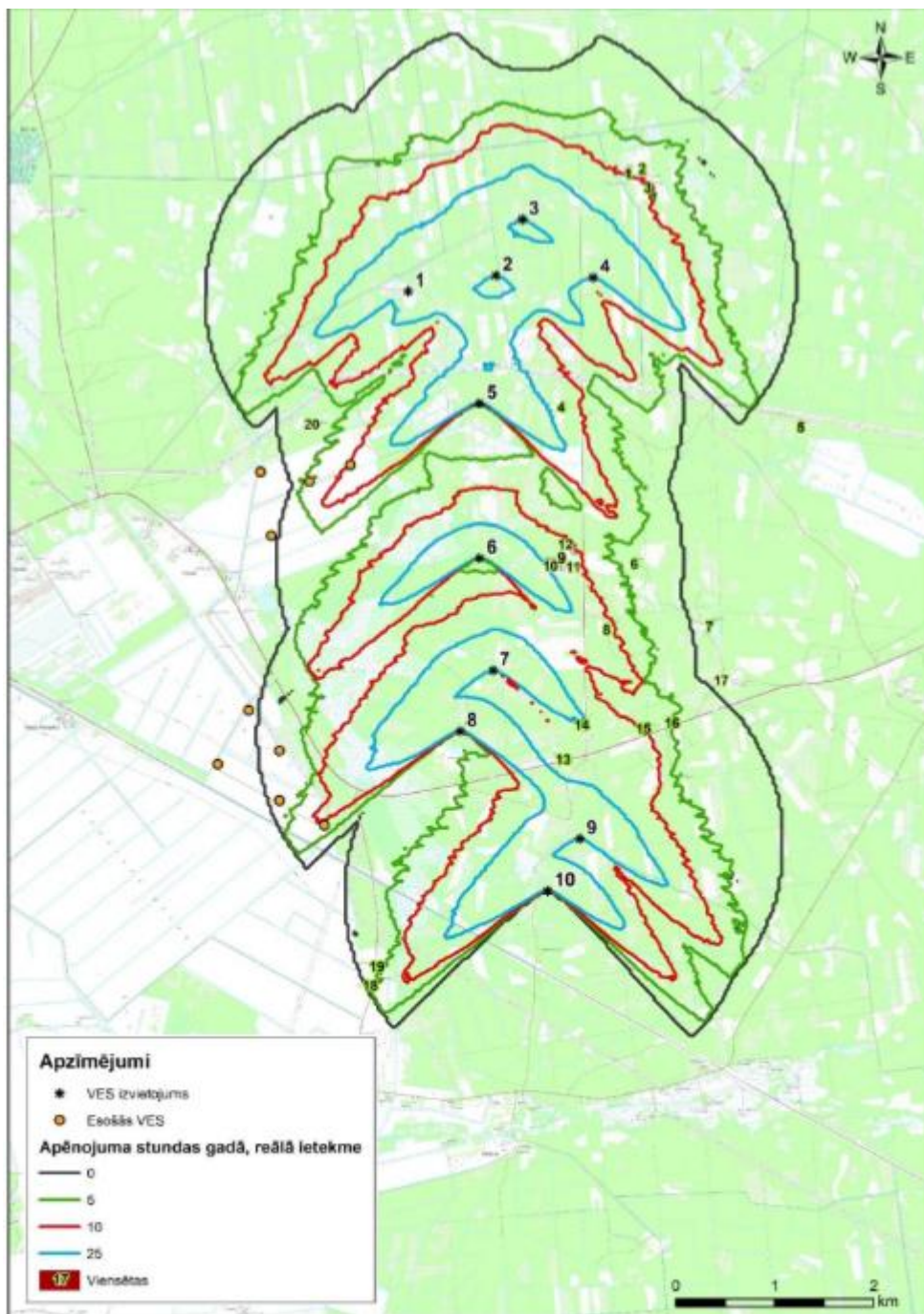
Abos gadījumos VES plānotais maksimālais augstums ir līdz 250 m. 1. alternatīva apskata vēja elektrostaciju ar rotora diametru 170 m un torņa augstumu 165 m. 2. alternatīva apskata vēja elektrostaciju ar rotora diametru 200 m un torņa augstumu 150 m (2.3. attēls) (SIA “Ventspils Wind”...2021).



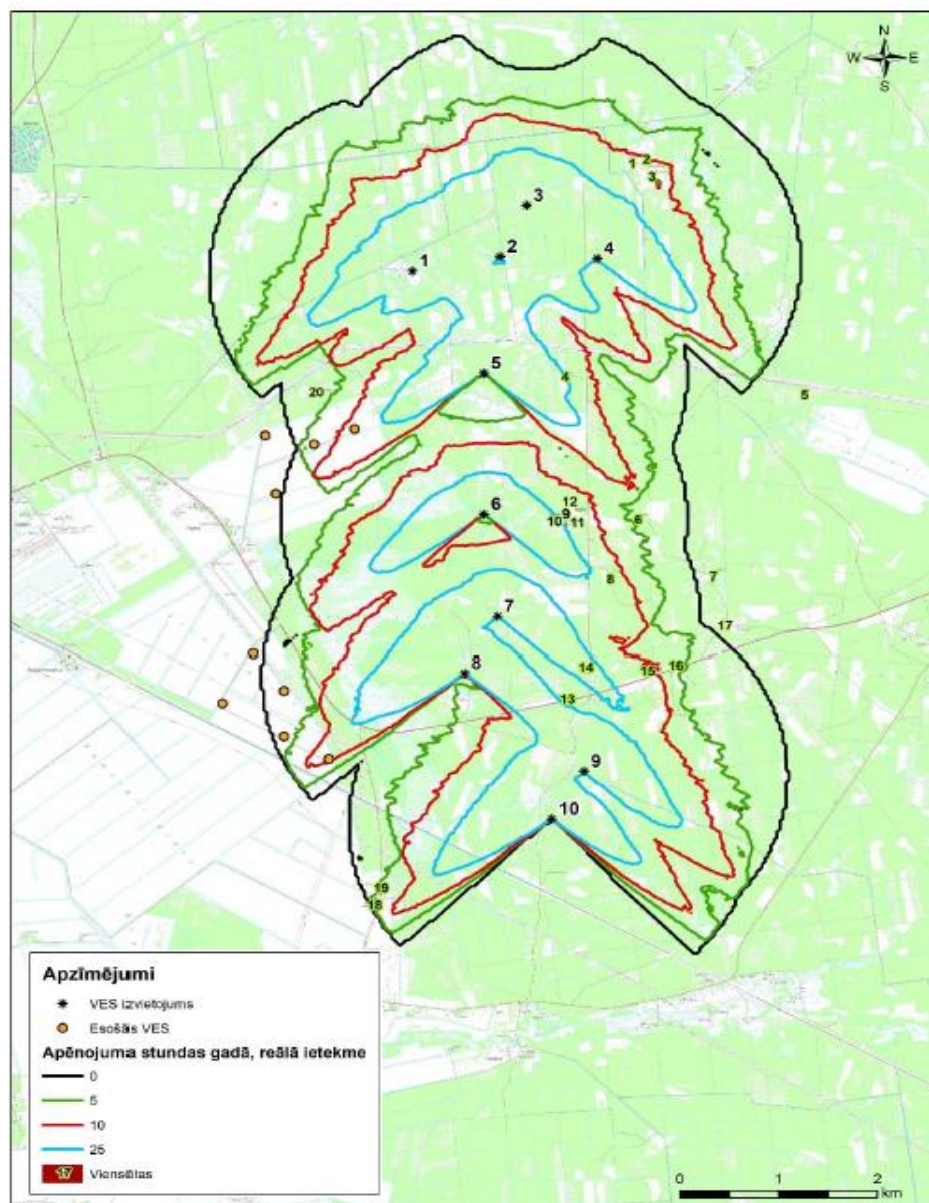
2.3. attēls. Izvērtēto VES ģeometriskie parametri (SIA “Ventspils Wind”...2021).

Uz rietumiem no paredzētās darbības teritorijas atrodas Dabas liegums “Platenes purvs”, kurš izveidots kā “B” tipa Natura 2000 teritorija, kas noteikta īpaši aizsargājamo sugu, izņemot putnus, un īpaši aizsargājamo biotopu aizsardzībai (SIA “Ventspils Wind”...2021). Izvērtējuma rezultātā tika koriģēta 3 VES uzstādīšanas vietas.

Lai izveidotu mirgošanas efekta prognozi tika izmantota WindPro datorprogramma. Tika izmantotas Dānijas Vides ministrijas vadlīnijas par VES uzstādīšanu, kurās rekomendēts pie dzīvojamām ēkām nepārsniegt ēnu mirgošanas kopējo laiku vairāk par 10 stundām gadā. Rezultāti parādīja, ka salīdzinot 1. alternatīvu ar 2.alternatīvu (2.4. attēls, 2.5. attēls), nav novērojamas būtiskas atšķirības - netiek izmainīta apēnojuma skartā teritorija un skarto viensētu skaits. Aprēķinos nav ņemtas vērā citas ēkas vai veģetācija (piem., mežs), kas var samazināt apēnojuma ietekmi. Līdz ar to dabā apēnojuma ietekme iespējama mazāka nekā uzrādīts aprēķinos. Arī, piemēram, ja tiek izcirsts mežs apkārt dzīvojamām ēkām, apēnojuma ietekme nebūs lielāka kā veiktajos aprēķinos. Ja izejas datiem tiek izmantotas Dānijas Vides ministrijas vadlīnijas, 15 dzīvojamajām ēkām ir iespējams apēnojums ilgāk kā 9 stundas (SIA “Ventspils Wind”...2021).



2.4. attēls. 1. alternatīvas apēnojuma ietekme (SIA “Ventspils Wind”...2021)



2.5. attēls. 2. alternatīvas apēnojuma ietekme (SIA “Ventspils Wind”...2021)

Lai pilnībā izslēgtu mirguļošanas iespēju VES tiks aprīkotas ar t.s. ēnu kontroles moduli. Ēnu kontroles modulis nosaka, vai pie attiecīgās saules pozīcijas debesīs un spārnu rotācijas plaknes var rasties apēnojums jebkurā no kādiem iepriekš definētiem punktiem uz zemes. Ja kādā no definētajiem punktiem var rasties apēnojums un saules spožums ir pietiekami liels ēnas radīšanai, turbīna automātiski apstājas. Tā tiek atkal automātiski iedarbināta, kad apēnojumu radošie apstākļi ir pārgājuši.

### 3. MATERIĀLI UN METODES

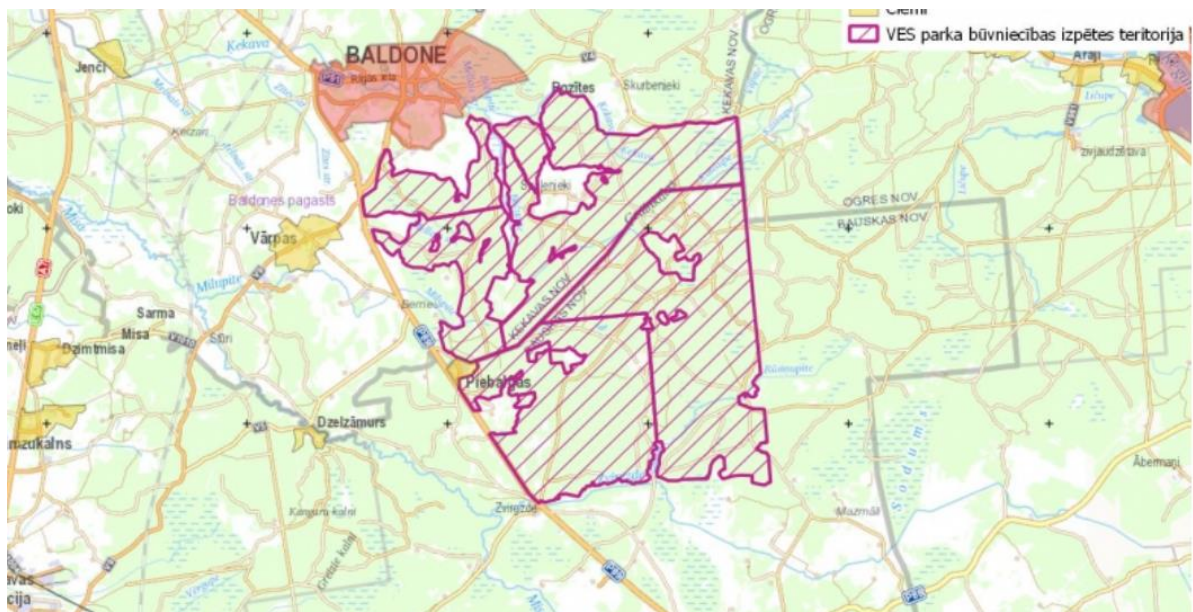
#### 3.1. Mirgošanas efekta modelēšana

Lai veiktu mirgošanas efekta modelēšanu, ir jāpieņem sliktākais iespējamais variants:

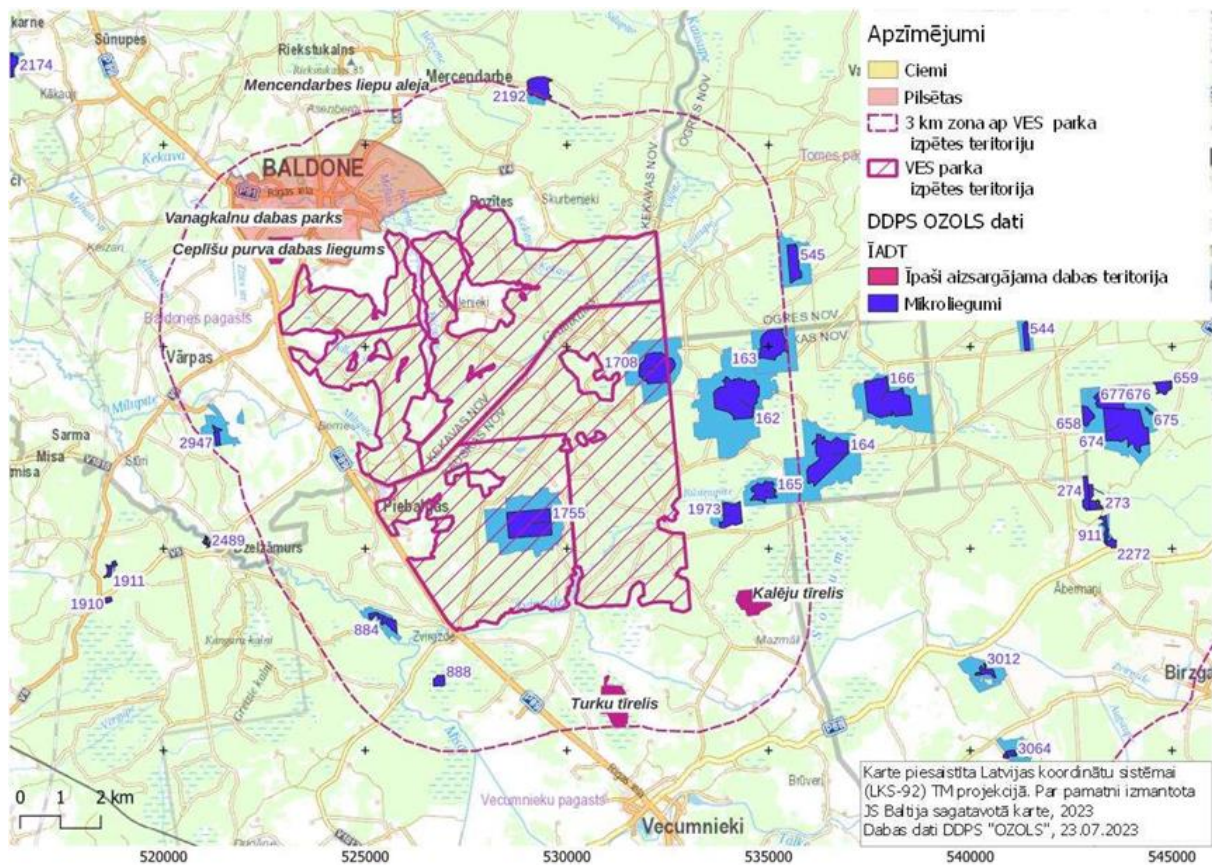
- no saullēkta līdz saulrietam pastāvīgi spīd saule un nav mākoņu;
- vējš ir tik liels, ka rotora lāpstiņas griežas visu laiku;
- rotors ir perpendikulārs saulei;
- saules leņķus, kas ir mazāki par 3 grādiem virs horizonta līmeņa, neņem vērā;
- attālums starp rotora plakni un torņa asi ir niecīgi;
- gaismas refrakcija atmosfērā netiek ņemta vērā.

#### 3.2. Pētāmās teritorijas izvēle un apraksts

Maģistra darba ietvaros notiek sadarbība Ar A/S “Latvenergo”, kuri darba autorei ir norādījuši konkrētu pētāmo teritoriju. Mirgošanas efekta modelēšana tiks veikta vēja elektrostaciju parkam “Bauska – Ķekava – Ogre”, Ķekavas novada Baldones pagastā un Bauskas novada Vecumnieku pagastā, aptuveni 1 km no Baldones un aptuveni 5 km attālumā no Vecumniekiem. Tuvākās apdzīvotās vietas ir Vārpas, Dzelzāmurs, Baldone, Mercendarbe, Piebalgas un Zvirgzde. Tāpat plānotā vēja parka tuvumā atrodas vairākas viensētas (3.1. attēls). Saskaņā ar Dabas aizsardzības pārvaldes uzturēto dabas datu pārvaldības sistēmu “Ozols”3 tuvākās Eiropas nozīmes īpaši aizsargājamā dabas teritorijas (Natura 2000) ir dabas liegums “Kalēju tīrelis”. Paredzētās darbības teritorijas 6 km zonā identificēti aptuveni 10 mikroliegumi (3.2. attēls) (Vēja elektrostaciju parka...2024).



3.1. attēls. Plānotā vēja parka atrašanās vieta (Vēja elektrostaciju parka...2024)



3.2. attēls. VES parka tuvumā esošās aizsargājamās dabas teritorijas (Vēja elektrostaciju parka...2024)

Vēja parkā plānots uzstādīt līdz 20 vēja elektrostacijas (VES), kur katras stacijas nominālā jauda varētu sasniegt 8 MW.

Tiek pieņemts, ka VES augstums ir aptuveni 250 m, atkarībā no VES modeļa.

### 3.3. Mirguļošanas efekta modelēšanā izmantotie turbīnu modeļi un to raksturlielumi

Maģistra darbā mirguļošanas efekta modelēšanas programmā WindPro 4.0 tiek izmantoti šādi dati:

- turbīnu atrašanās vietas koordinātes;
- turbīnas rotora diametrs;
- turbīnas rumbas augstums;
- spārnu garums;
- kopējais vēja ātrums un dominējošais vēja virziens;
- saules spīdēšanas ilgums;
- receptoru atrašanās vietas.

Potenciālajai teritorijai maģistra darba ietvaros tika iedoti iespējamo turbīnu tehniskie dati, kuri tiks izmantoti arī veicot teritorijas IVN (3.1. tabula).

3.1. tabula

Modelēšanā novērtēto turbīnu tehniskie rādītāji

<b>Turbīnas ražotājfirma</b>	<b>Turbīnas modelis</b>	<b>Turbīnas gondolas augstums, m</b>	<b>Turbīnas rotora diametrs, m</b>	<b>Turbīnas kopējais augstums, m</b>	<b>Turbīnas spārna garums, m</b>
VESTAS	V172-7.2	175	172	261,00	85
Enercon	E-175 EP5	162	175	249,50	86
Nordex	N175/6.X	179	175	266,50	85.7
Nordex	N163/6.X	164	163	245,50	80
SGRE	SG 6.6-170	165	170	250,00	83

Modelēšanā tiek izmantoti dati par šīm VES, jo tās ir jaunākās un jaudīgākās, līdz ar to darbā tika izvērtētas 5 VES alternatīvas.

Visām modelējamajām turbīnām ir noteikts to atrašanās vieta un novietojums (3.2. tabula). Ir izstrādātas divas alternatīvas, kurām tika veikta modelēšana

3.2. tabula

Vēja turbīnu novietojuma koordinātes pēc LKS-92 koordinātu sistēmas

<b>Vēja turbīnas numurs</b>	<b>x koordinātes</b>	<b>y koordinātes</b>
1	526567,471	279408,632
2	527523,487	279132,489
3	528208,396	278532,154
4	527389,131	281378,089
5	527398,405	282776,722
6	526846,710	284521,251
7	529388,739	285949,504
8	527698,809	280413,200
9	526638,387	282044,437
10	530067,025	287255,687
11	528483,996	284920,736
12	526938,875	283782,560
13	528922,807	284316,410
14	528210,336	287700,784
15	527805,350	283450,726

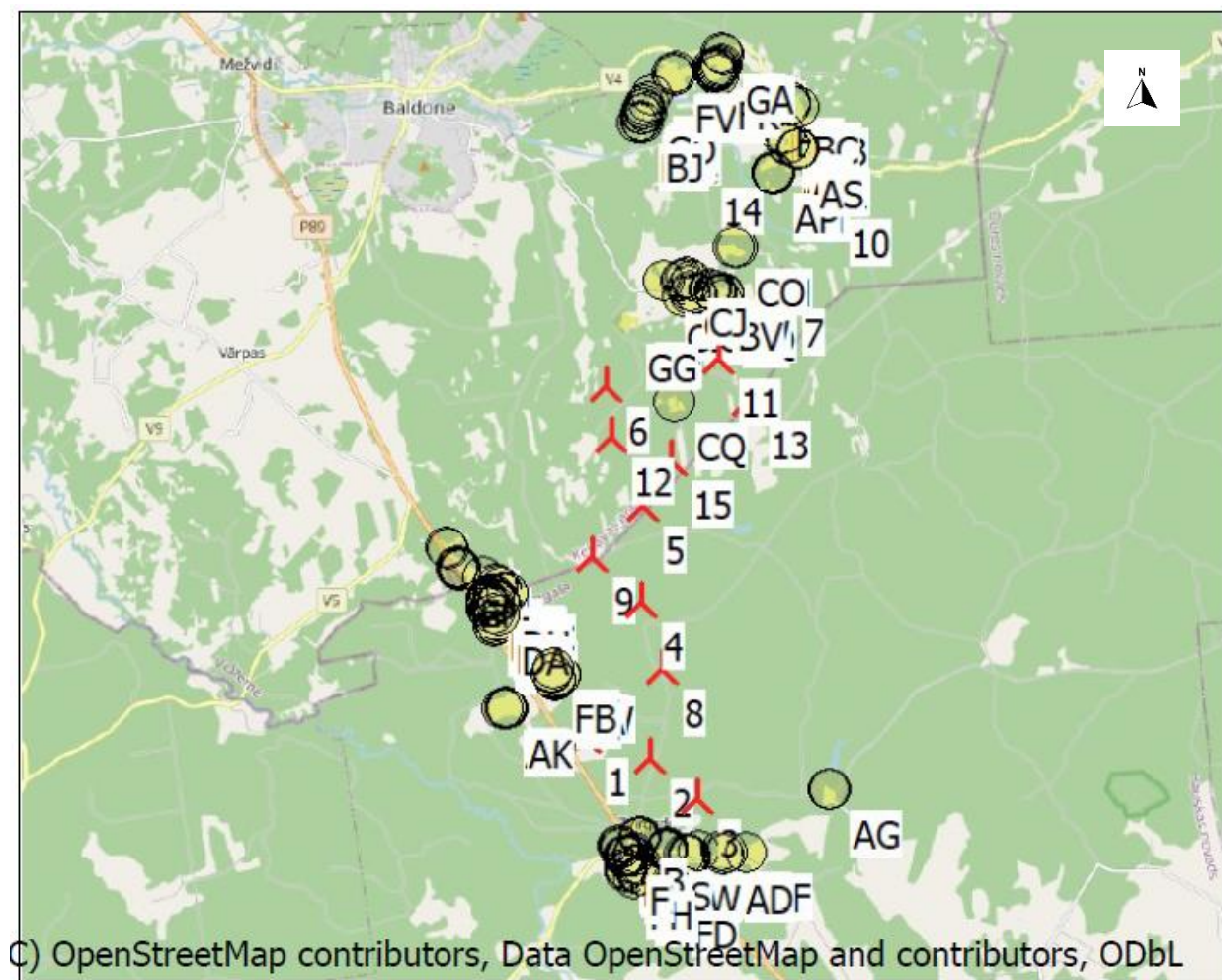
### 3.4. Programmatūra un metodes mirguļošanas efekta modelēšanai

Maģistra darba ietvaros tika izmantota programma WindPro 4.0, kas ir jaunākā un visbiežāk izmantojamā programma mirguļošanas efekta modelēšanai.

Programmā modelēšana notiek LKS-92 koordinātu sistēmā. Programmas kartē tika ievadīti VES ar noteiktajām koordinātēm (3.2. tabula). WindPro programmā kā noklusējuma dati ir ievadīti lielākā daļa pasaulē pieejamo VES modeļu. Ir iespēja izvēlēties noteiktās turbīnas augstumu, kas arī tika izdarīts, pieņemot, ka tiks izmantoti jaunākie un augstākie VES.

Modelēšanas procesā programmā tika ievietoti visi VES parametri – atrašanās vieta, modelis, augstums. Tika noteikti iespējamie tuvumā esošie receptori – dzīvojamās mājas, kuras var ietekmēt iespējamā mirguļošana. Kopā tika noteikti 200 receptori (3.3. attēls). Tā kā nav zināmas precīzas māju logu novietojuma puses, tad programmā tiek atzīmēts, ka šie receptori ir raksturojami kā t.s. “zaļā māja”, kas nozīmē, ka logi var būt vērsti visos virzienos, līdz ar to iespējama mirgošana no

VES, kas atrodas dažādās vietās. Tā kā nav zināmas precīzi māju lielumi un dizains, logu lielumi tiek atstāti kā programmas standarts nosaka – logu augstums – 1 m, loga platums – 1 m, loga augstums no zeme – 1 m. Šajā gadījumā gan pastāv kļūdas iespējamība, ja ēka ir augstāka par vienu stāvu, kas nozīmē, ka mirguļošana ir iespējama augstākajos stāvos, bet ne pirmajā stāvā, un programmas rezultātos parādīsies, ka mirguļošana nav iespējama.



Scale 1:200 000

3.3. attēls. VES un receptoru atrašanās vietas. Ar burtiem apzīmēti receptoru atrašanās vietas. Ar cipariem apzīmētas VES atrašanās vietas. Kartes sagatavošanā izmantota OpenStreetMap (izdruka no WindPro 4.0 programmas)

Aprēķinos Saules leņķis virs horizonta, kad mirguļošana vairs nav iespējama tiek noteikts  $3^\circ$ . Tika pieņemts sliktākais iespējamais variants – saule spīd visu dienu, nav mākoņu un nokrišņu, VES atrodas perpendikulāri saulei, un visu laiku darbojas.

Lai modelētu reālāku situāciju, tika izmantoti dati par vidējo saules spīdēšanas laiku no Latvijas Vides ģeoloģijas un metroloģijas centra (turpmāk – LVĢMC) arhīva datiem tuvākajai vēja parkam meteo stacijas - Rīgas Universitāte, laika posmā no 2008. gada septembra līdz 2018. gada aprīlim, kad tika fiksēts saules spīdēšanas laiks stundās/diennaktī (3.3. tabula).

3.3. tabula

Vidējais saules spīdēšanas laiks (LVĢMC)

<b>Vidējais saules spīdēšanas laiks (stundas/diennaktī) noteiktā mēnesī</b>											
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
1,71	2,56	5,16	8,15	10,81	10,51	10,57	9,04	6,32	3,65	1,29	0,81

Programmā automātiski tiek ņemti dati no laikapstākļu prognožu programmas atkarībā no tā, kurā valstī tiek veikti aprēķini. Šajā gadījumā tiek izmantoti EMD Global Wind data, ERA un MERRA2 laikapstākļu dati. Kā izejas dati tiek izmantoti Vācijā noteiktās vadlīnijas par mirguļošanas ilgumu, kas ir pie sliktākā scenārija:

- maksimāli 30 minūtes dienā;
- ne vairāk kā 30 dienas gada laikā;
- ja tiek izmantota mirguļošanas iespējamība reālajā situācijā, tad ne vairāk kā 8 stundas gadā.

Lai aprēķini būtu reālajai situācijai atbilstošāki, izmantojot programmā esošos datus no Corine Land cover 2018 un Latvian Elevation model tika noteikts virsmas neviendabība. Aprēķinos netiek izmantots fakts, ka apkārt atrodas meži.

Programmas aprēķinus iespējams apskatīt gan kā rezultātu matricu, kurā norādīts maksimāli iespējamais mirgošanas ilgums dienās gada ietvarā, mirgošanas dienu skaits gada ietvarā un maksimālais laiks vienā dienā, gan kā diagrammu, kurā attēlots kurā receptorā un kurā laika posmā ir iespējama ilgākā mirguļošana.

Veicot mirgošanas kalkulāciju, programma aprēķinus veic izmantojot lāpstiņu platuma vidējo vērtību 90% rādiusā.

Izmantojot programmas tiešsaistes datus, tika noteikta modelējamās teritorijas virsmas izmaiņas.

Programmā tiek pieņemts, ka Vestas VES mirguļošana ir iespējama 2500 m attālumā no VES atrašanās vietas.

Izmantojot programmu “JASP” (versija 0.18.3.0) tika veikta:

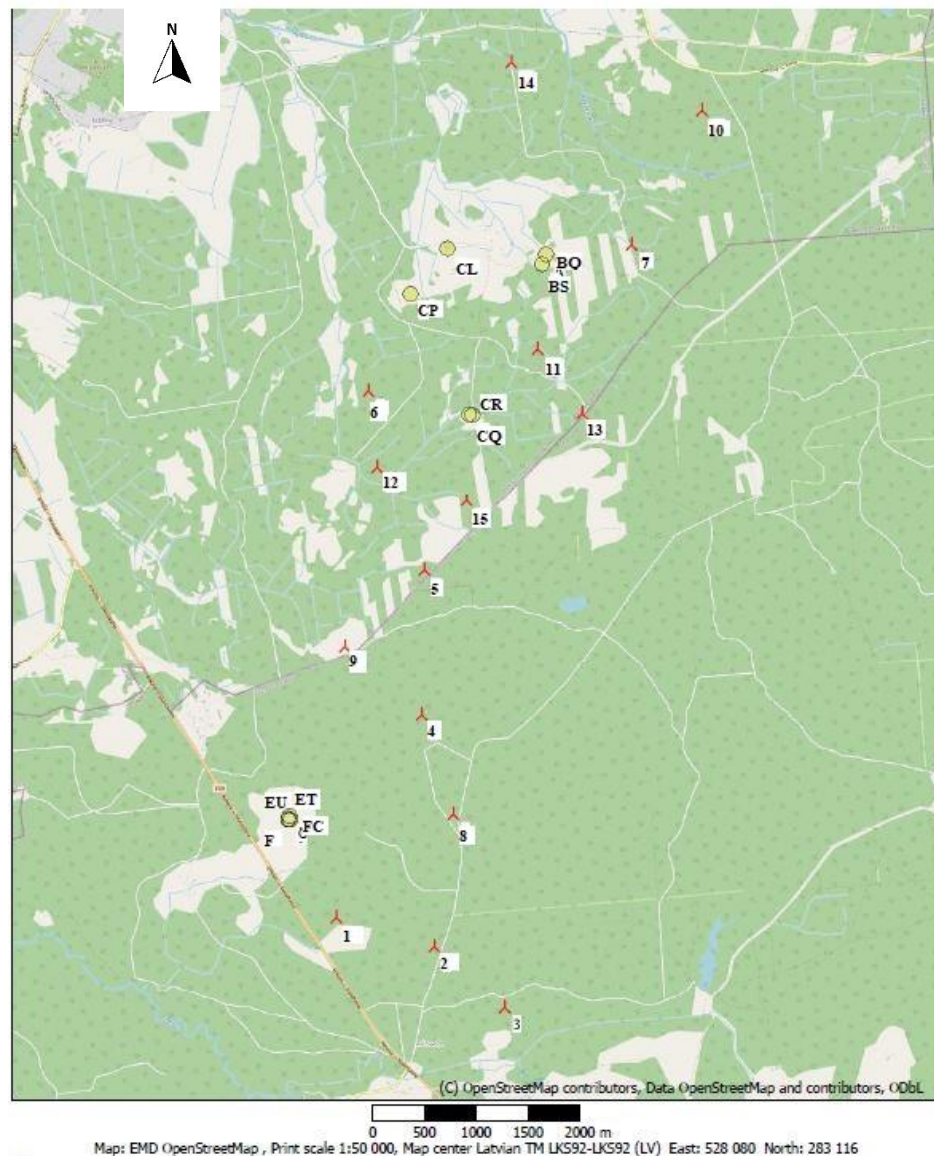
- iegūto rezultātu vizualizācija;
- Tūkija post-hoc tests, kas tiek izmantots, lai noteiktu atšķirību būtiskumu starp dažādu rezultātu grupām;
- korelāciju analīze.

Iegūto rezultātu kritisks salīdzinājums ar sabiedriskajā apspriešanā esošu iespējamu vēja parku “Vērgale” (turpmāk – Vērgale). IVN ziņojums iegūts no SIA „Estonian, Latvian & Lithuanian Environment” aktualitātēm.

## 4. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

### 4.1. Ietekme uz receptoriem, modelēšanas rezultāti

Maģistra darba ietvaros no identificētajiem 200 receptoriem tika izvēlēti 10 receptori (4.1.attēls), receptoru koordinātes norādītas 2. pielikumā, kuriem pēc WindPro 4.0 programmas kopsavilkumiem tika noteikta lielākā mirgošanas efekta ietekme stundās/gadā, dienas gadā, maksimālās stundas/dienā, kā arī noteikts, kuri vēja ģeneratori ietekmē šo receptoru (4.1. tabula).



4.1. attēls. Izvēlēto receptoru un VES atrašanās vietas. Kartes sagatavošanā izmantota OpenStreetMap. Kartes mērogs 1:50 000 (izdruka no WindPro 4.0)

Izvēlēto receptoru ietekmējošie VES (attālums norādīts tam VES, kurš rada vislielāko ietekmi)

Receptors	Receptorus ietekmējošie VES										
	1	2	4	5	6	7	8	11	12	13	15
<b>BQ</b>								0,933 km			
<b>BS</b>								0,835 km			
<b>CL</b>					1,580 km						
<b>CP</b>					1,020 km						
<b>CQ</b>											0,843 km
<b>CR</b>											0,846 km
<b>ET</b>	1,080 km										
<b>EU</b>	1,070 km										
<b>FB</b>	1,050 km										
<b>FC</b>	1,040 km										

Kā redzams no 4.1. tabulas, tad apstiprinās publikācijās rakstītais, ka 45 m garu un 2 m platu lāpstiņu radītās ēnas redzamas 1,4 km attālumā (Katsaprakakis 2012). Maģistra darbā aplūkotajiem VES lāpstiņu garums bija no 80 m – 86 m (3.1. tabula). Ja pieņemam augstāk minēto, tad mirguļošana šajā gadījumā redzama aptuveni 3 km attālumā.

Lai veiktu datu salīdzināšanu sliktākajā scenārijā, tika salīdzināti VES ietekme uz receptoriem pēc 3 dažādiem scenārijiem: stundas/gadā, dienas/gadā, maksimālās stundas/dienā. Veicot modelēšanu reālajā situācijā, dati tiek iegūti tikai stundām/gadā.

4.2. tabula parāda mirguļošanas maksimālās stundas gadā pie sliktākā scenārija un reālajā situācijā, lai varētu salīdzināt katra VES radīto ietekmi gan sliktākajā gadījumā, gan tad, ja ir modelēts reālās situācijas dati. Dānijas vadlīnijās (kuras tiek izmantotas arī Latvijā) ir noteikts, ka mirguļošana nedrīkst pārsniegt 30 stundas/gadā, ja tiek apskatīts sliktākais scenārijs un 8 stundas/gadā, ja apskata reālos situācijas datus.

4.2. tabula

Mirguļošana stundas gadā pie sliktākā scenārija un pie reālās iespējamās situācijas (ar sarkanu atzīmēts uz noteikto receptoru vislielāko ietekmi radošais VES veids)

Receptors	Sliktākais scenārijs, stundas/gadā	Reālā situācija, stundas/gadā	Sliktākais scenārijs, stundas/gadā	Reālā situācija, stundas/gadā	Sliktākais scenārijs, stundas/gadā	Reālā situācija, stundas/gadā	Sliktākais scenārijs, stundas/gadā	Reālā situācija, stundas/gadā	Sliktākais scenārijs, stundas/gadā	Reālā situācija, stundas/gadā
	VESTAS V172-7.2 261,0 m		SGRE SG6.6-170 250,0 m		ENERCON E-175 EP5 249,50 m		NORDEX N163/6.X 245,50 m		NORDEX N175/6.X 266,50 m	
<b>BQ</b>	158:10:00	38:27:00	96:40:00	35:40:00	100:06:00	33:36:00	88:24:00	32:41:00	112:23:00	40:30:00
<b>BS</b>	113:53:00	43:51:00	118:58:00	40:54:00	123:09:00	37:43:00	109:37:00	37:37:00	135:35:00	46:14:00
<b>CL</b>	113:50:00	28:18:00	120:36:00	29:37:00	115:38:00	24:37:00	105:35:00	26:00:00	116:31:00	29:05:00
<b>CP</b>	157:37:00	27:55:00	122:39:00	30:21:00	113:44:00	23:28:00	105:22:00	25:50:00	117:33:00	28:51:00
<b>CQ</b>	128:30:00	54:51:00	148:26:00	52:00:00	154:41:00	49:52:00	136:36:00	47:49:00	164:51:00	57:17:00
<b>CR</b>	106:08:00	55:31:00	148:54:00	52:30:00	155:09:00	50:32:00	136:54:00	48:13:00	165:33:00	57:59:00
<b>ET</b>	80:58:00	23:53:00	80:39:00	24:23:00	74:26:00	21:04:00	66:16:00	21:01:00	82:59:00	24:08:00
<b>EU</b>	81:11:00	23:30:00	81:07:00	24:05:00	75:26:00	20:42:00	67:04:00	20:39:00	82:57:00	23:47:00
<b>FB</b>	81:24:00	22:54:00	81:09:00	23:34:00	75:25:00	20:11:00	66:53:00	20:09:00	82:40:00	23:10:00
<b>FC</b>	79:53:00	22:13:00	79:46:00	22:56:00	73:52:00	19:30:00	65:17:00	19:27:00	81:39:00	22:33:00

Kā redzams no tabulas datiem, tad lielāko ietekmi uz atlasītajiem receptoriem rada NORDEX N175/6.X VES sliktākajā gadījumā un SGRE SG6.6-170 reālajā situācijā. Redzams arī, ka samazinoties VES augstumam mirguļošanas ietekme samazinās sliktākajā gadījumā, bet palielinās reālajā situācijā. Mirguļošanu ietekmē ne tikai VES augstums, bet arī VES spārnu garums. Kā no 4.1 tabulas, tad mirguļošanas ietekme uz vienu receptoru rodas no vairākiem VES, kas varētu būt saistīta ar VES spārnu garumu. Salīdzinot iegūtos datus ar Vērgali, tika secināts, ka maģistra darba laikā iegūtie rezultāti ir līdzīgi, jo arī Vērgales gadījumā ir receptori, kuriem sliktākajā gadījumā mirguļošana sasniedz 215 stundas/gadā. Reālajā situācijā arī Vērgalē lielākajā daļā receptoru mirguļošana pārsniedz 8 stundas/gadā, kā tas redzams arī maģistra darbā iegūtajos datos, kas nozīmē, ka mirguļošana rada lielu ietekmi uz tuvumā esošajiem receptoriem. Ja tiek ņemtas vērā vadlīnijās noteikto, tad sliktākajā scenārijā šie rādītāji tiek pārsniegti pat 8 reizes (norma 30 stundas/gadā) vai, ja tiek apskatīta reālā situācija, tad pārsniegums ir līdz 5 reizēm (norma 8 stundas/gadā). Apskatot citu vēja parku gala vides ziņojumus, piemēram, vēja parkam "Tārgale", redzams, ka ir izvēlēties VES, kas rada mazāko mirguļošanas ietekmi, un šajā vēja parkā tiks ieviests tehnisks risinājums, lai pilnībā izvairītos no mirguļošanas. VES tiks aprīkoti ar ēnu kontroles moduļiem, kuri izslēgs VES, ja radīsies mirguļošana.

Ja no šiem rezultātiem būtu jāizvēlas VES veids, kuru uzstādīt maģistra darba izvēlētajā teritorijā, tad ieteikums būtu izvietot NORDEX N163/6.X.

4.3. tabula parāda mirguļošanas maksimālās dienas gadā pie sliktākā scenārija. Reālajā situācijā modelēšanas dati maksimālās dienas gadā netiek doti, jo pēc vadlīniju noteiktā ir noteikts, ka reālo situāciju apskatot ir jāpieņem, ka mirguļošana nedrīkst pārsniegt 8 stundas/gadā, līdz ar to dienas/gadā nemaz nav iespējams apskatīt. Protams, ka jāņem vērā, ka reālā situācijā Latvijā nav iespējams, ka saule spīd visu gadu, nav mākoņu un ir nemainīgi liels vēja ātrums, bet tajā pašā laikā nevar precīzi paredzēt cik nākamajos gados būs saulaino dienu, kad vēja parks tiks nodots ekspluatācijā.

Mirguļošana dienas gadā pie sliktākā scenārija (ar sarkanu atzīmēts uz noteikto receptoru vislielāko ietekmi radošais VES veids)

Receptors	Sliktākais scenārijs, dienas/gadā				
	VESTAS V172-7.2 261 m	SGRE SG6.6-170 250 m	ENERCON E- 175 EP5 249,50 m	NORDEX N163/6.X 245,50 m	NORDEX N175/6.X 266,50 m
<b>BQ</b>	158	148	150	144	162
<b>BS</b>	175	166	168	161	181
<b>CL</b>	151	150	150	145	153
<b>CP</b>	147	169	143	138	149
<b>CQ</b>	241	233	234	224	243
<b>CR</b>	244	237	240	230	250
<b>ET</b>	173	175	160	154	174
<b>EU</b>	173	175	161	155	176
<b>FB</b>	172	174	161	155	173
<b>FC</b>	165	169	156	149	168

Kā redzams no tabulas datiem, tad lielāko ietekmi uz atlasītajiem receptoriem rada NORDEX N175/6.X VES. Redzams arī, ka samazinoties VES augstumam ietekme samazinās. Salīdzinot maģistra darbā iegūtos rezultātus ar Vērgales datiem, redzams, ka Vērgales gadījumā dienu skaits pat pārsniedz maģistra darbā iegūtos datus, kas nozīmē, ka tajā gadījumā mirguļošana būtu ilgāku laiku. Arī Vērgales gadījumā samazinoties VES augstumam, ietekme samazinās.

Ja no šiem rezultātiem būtu jāizvēlas VES veids, kuru uzstādīt maģistra darba izvēlētajā teritorijā, tad ieteikums būtu izvietot NORDEX N163/6.X.

4.4. tabula parāda mirguļošanas maksimālās stundas dienā pie sliktākā scenārija. Arī šajā gadījumā WindPro 4.0 nesniedz datus par reālās situācijas mirguļošanas iespējamību stundās dienā, jo ievadot datus sistēmā tiek norādīts mēneša vidējais saules spīdēšanas ilgums. Līdz ar to sistēma nevar aprēķināt mirguļošanas iespējamību stundās/dienā. Vadlīnijās noteikts, ka pie sliktākā scenārija mirguļošana nedrīkst pārsniegt 30 minūtes dienā.

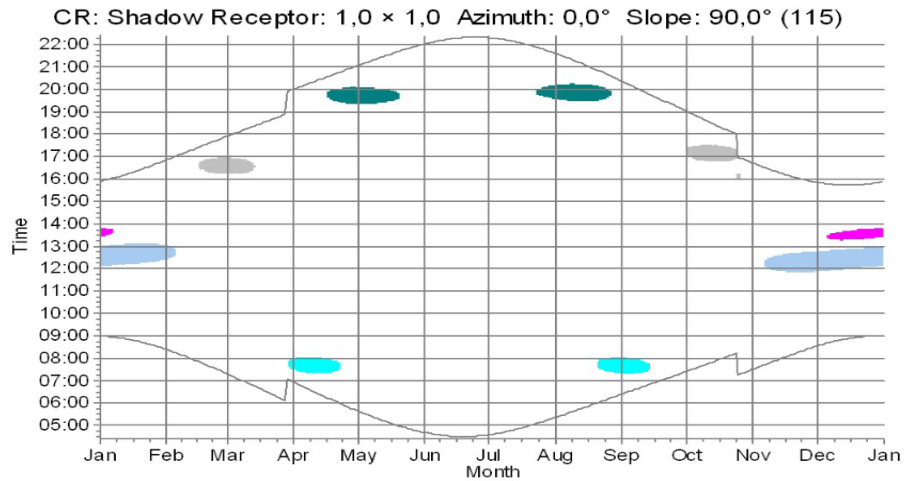
Mirguļošana maksimālās stundas dienā pie sliktākā scenārija (ar sarkanu atzīmēts uz noteikto receptoru vislielāko ietekmi radošais VES veids)

Receptors	Sliktākais scenārijs, maksimālās stundas/dienā				
	VESTAS V172-7.2 261 m	SGRE SG6.6-170 250 m	ENERCON E-175 EP5 245,50 m	NORDEX N163/6.X 245,50 m	NORDEX N175/6.X 266,50 m
<b>BQ</b>	01:01	00:53	00:54	00:46	<b>01:03</b>
<b>BS</b>	01:11	01:09	<b>01:12</b>	01:05	<b>01:12</b>
<b>CL</b>	01:15	01:17	<b>01:18</b>	01:10	01:17
<b>CP</b>	01:03	01:03	<b>01:04</b>	01:01	<b>01:04</b>
<b>CQ</b>	01:09	01:06	01:09	01:02	<b>01:10</b>
<b>CR</b>	01:08	01:05	01:06	01:01	<b>01:09</b>
<b>ET</b>	00:47	00:43	00:40	00:37	<b>00:49</b>
<b>EU</b>	00:49	00:44	00:41	00:38	<b>00:51</b>
<b>FB</b>	00:51	00:46	00:41	00:38	<b>00:52</b>
<b>FC</b>	00:51	00:46	00:42	00:39	<b>00:53</b>









Kā redzams no tabulas datiem, tad lielāko ietekmi uz atlasītajiem receptoriem rada NORDEX N175/6.X VES. Redzams arī, ka samazinoties VES augstumam ietekme samazinās. Salīdzinot maģistra darbā iegūtos rezultātus ar Vērgales datiem, redzams, ka Vērgales gadījumā stundu skaits dienā ir līdzīgi salīdzinot ar maģistra darbā iegūtajiem datiem. Arī Vērgales gadījumā samazinoties VES augstumam, ietekme samazinās. Jebkurā gadījumā mirguļošana ilgums pārsniedz vadlīniju noteikto.

Ja no šiem rezultātiem būtu jāizvēlas VES veids, kuru uzstādīt maģistra darba izvēlētajā teritorijā, tad ieteikums būtu izvietot NORDEX N163/6.X.

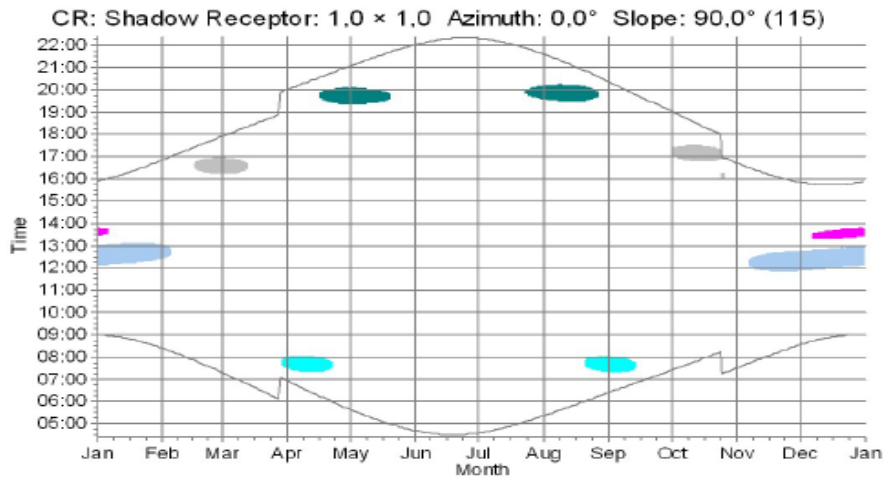
Pamatojoties uz programmā ievadītajiem datiem, VES atrašanās vietām un receptoru atrašanās vietām, tika iegūti grafiki, kurā redzams visu VES ietekme gada griezumā uz noteikto receptoru. Kā redzams no 4.2. attēla, tad CR ietekme ir no 5 VES. Apskatot grafikus, tika secināts, ka mirguļošana lielākoties ir ziemas periodā, kas varētu sakrist ar publikācijās rakstīto, ka mirguļošana vairāk jūtama ziemas laikā, kad kokiem nav lapu, kas paslēptu VES lāpstiņas (Voicescu et al. 2016; Pedersen et al. 2007; Molnarova et al. 2012), bet veicot modelēšanu WindPro 4.0 programmā tiek pieņemts, ka vēja parkā mežu nav. Līdz ar to jāpieņem, ka mirguļošanas ietekmi rada saules novietojums. Apskatot Vērgales gadījumu grafikos redzams, ka receptoriem, kas tiek ietekmēti visvairāk mirguļošana ir iespējama visu gadu, bet arī tie receptori atrodas netālu no vairākiem VES, kas arī rada dažādo mirguļošanas ietekmi.



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)   |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)   |  | 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) |  | 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

4.2. attēls. VESTAS V172-7.2. mirguļošana sliktākajā gadījumā uz receptoru CR gada griezumā (ar nepārtraukto līniju ir redzama saules spīdēšanas laiks, katram VES ir atšķirīga krāsa) (izdruka no WindPro 4.0)

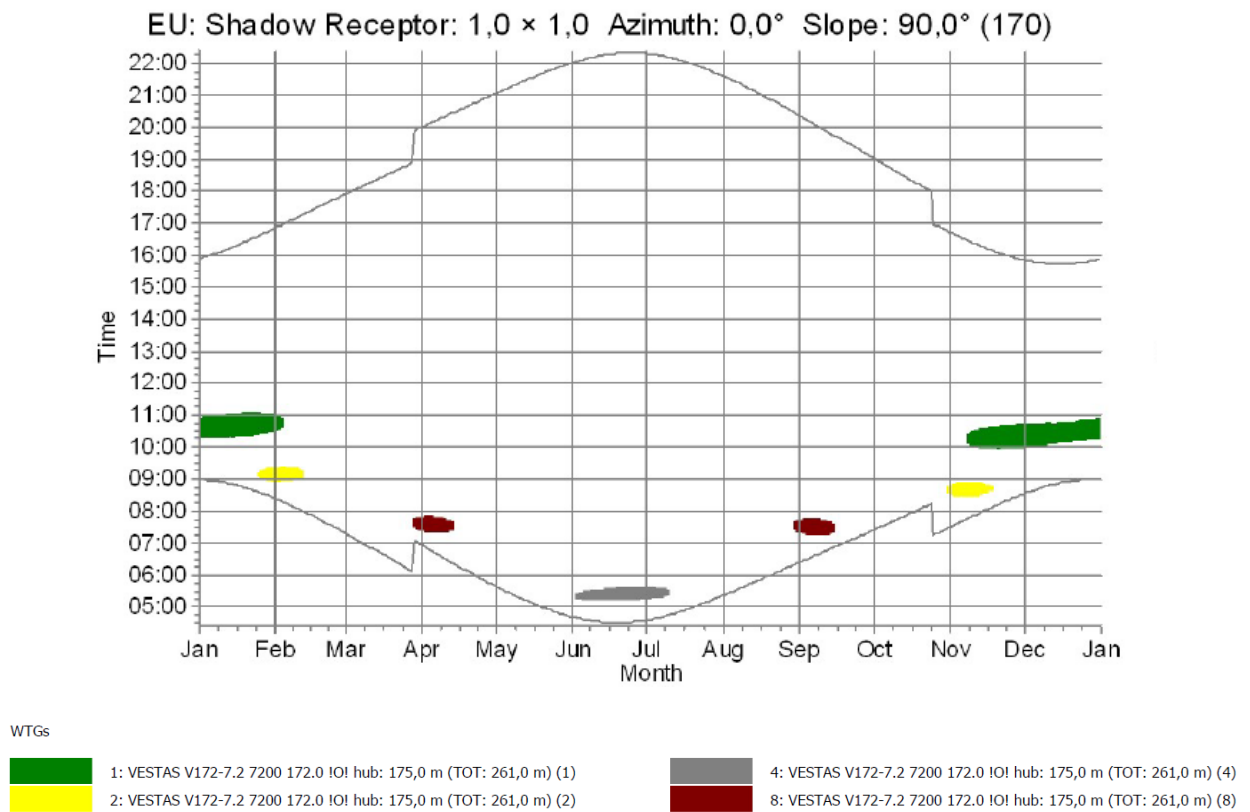


WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)   |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)   |  | 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) |  | 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

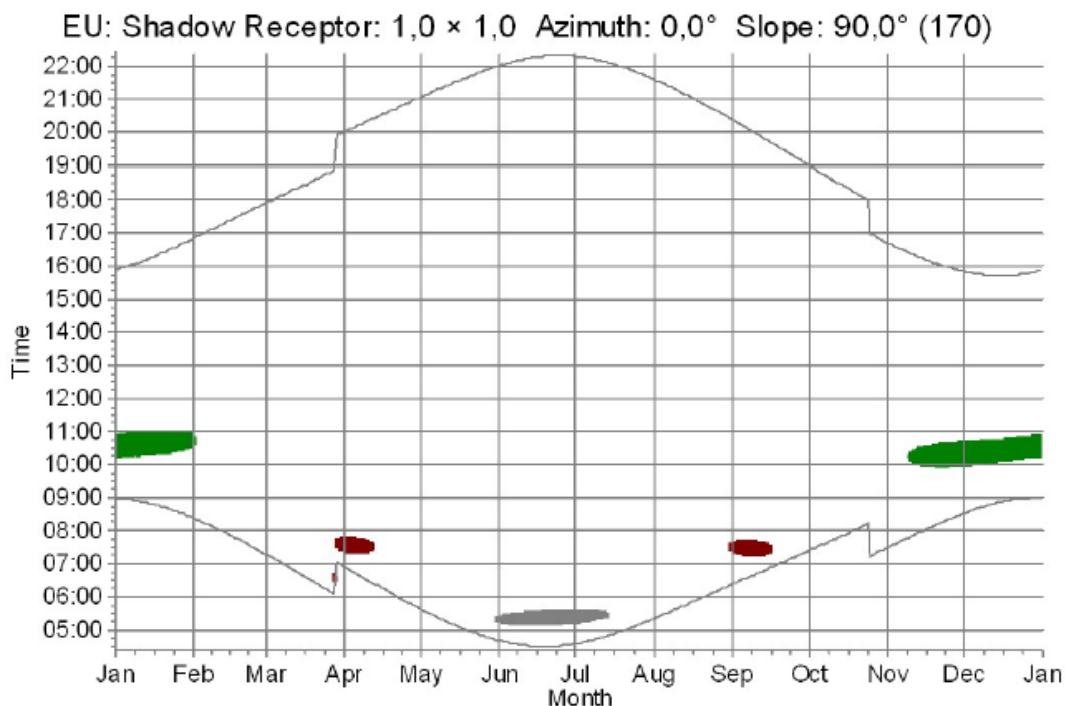
4.3. attēls. VESTAS V172-7.2. mirguļošana reālajā situācijā uz receptoru CR gada griezumā (ar nepārtraukto līniju ir redzama saules spīdēšanas laiks, katram VES ir atšķirīga krāsa) (izdruka no WindPro 4.0)

Apskatot reālās situācijas grafikus (4.3. attēls), mirguļošanas laiks un ietekmējošie VES nemainās, vienīgā atšķirība ir tā, ka receptoriem ET, EU, FB, FC nāk papildus mirguļošanas ietekme no VESTAS V172-7.2., NORDEX N175/6.X un SGRE SG6.6-170, kas ir augstākie VES (4.4. un 4.5. attēls). Grafikos ir redzams kuros mēnešos mirguļošana uz šo receptoru ir iespējama. Pārējo receptoru grafiki redzami 3. un 4. pielikumā.



4.4. attēls. VESTAS V172-7.2. mirguļošana reālajā situācijā uz receptoru EU gada griezumā (ar nepārtraukto līniju ir redzama saules spīdēšanas laiks, katram VES ir atšķirīga krāsa) (izdruka no

WindPro 4.0)



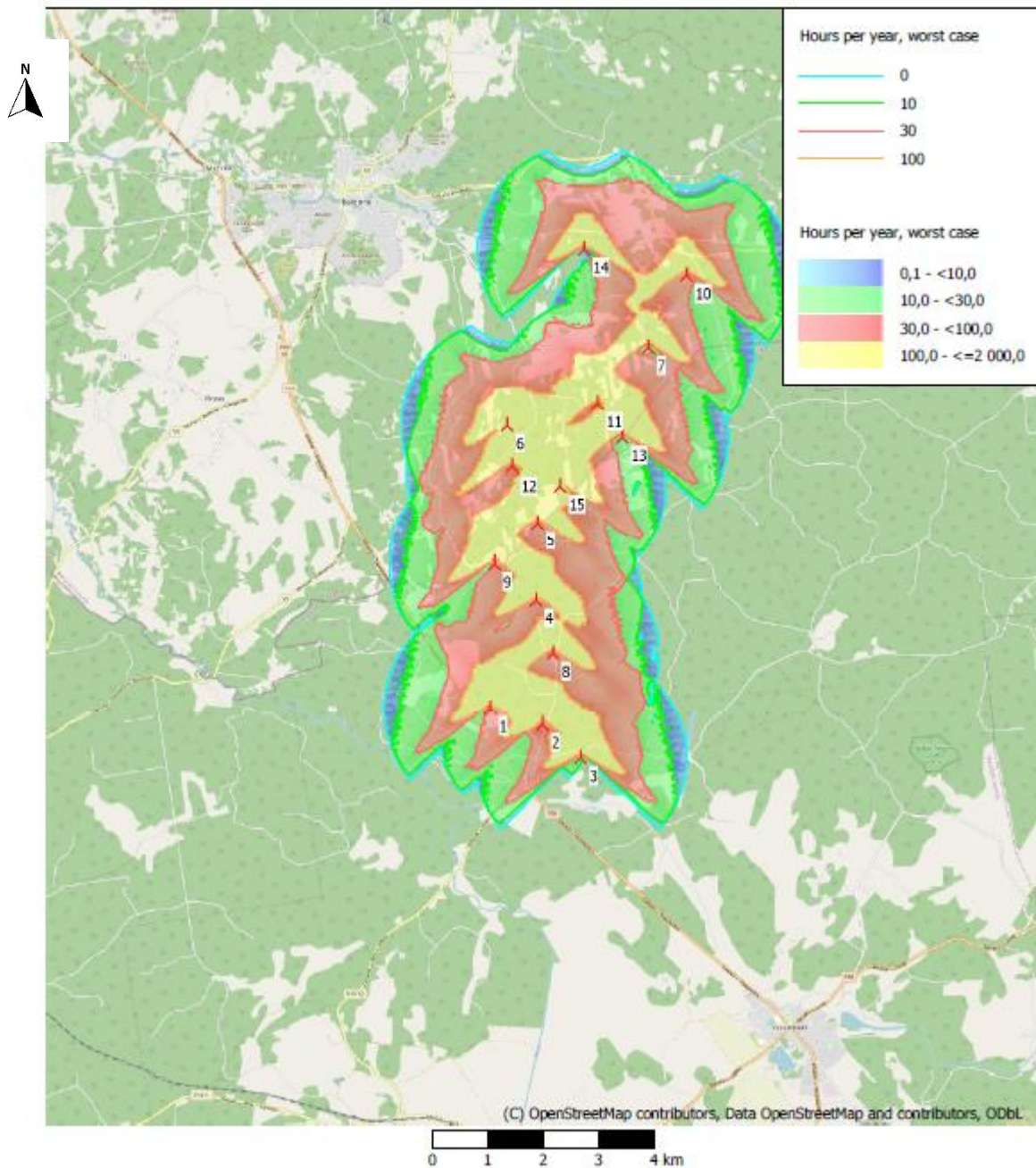
WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

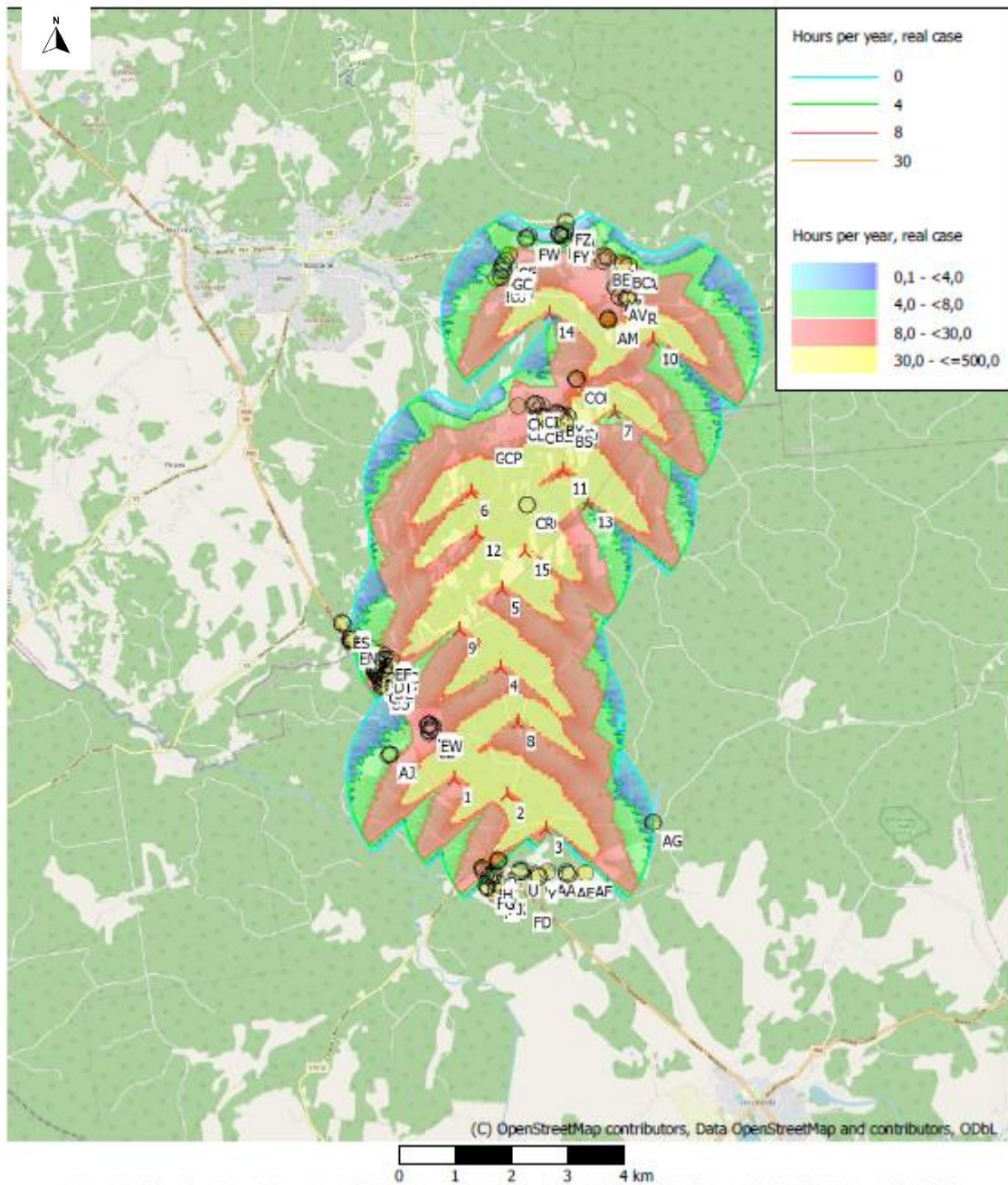
4.5. attēls. ENERCON E-175 EP5 mirguļošana reālajā situācijā uz receptoru EU gada griezumā (ar nepārtraukto līniju ir redzama saules spīdēšanas laiks, katram VES ir atšķirīga krāsa) (izdrukta no WindPro 4.0)

Lai iegūtu vairāk vizuālu iespaidu, programmā WindPro 4.0 tika iegūta kopējā mirguļošanas karte, kurā redzams, kopējā mirguļošanas ietekme no visiem VES. Kā redzams no 4.6. attēla, tad uzstādot Vestas V172-7.2. sliktākajā gadījumā gandrīz visi apkārtņē esošie receptori ir mirguļošanas zonā. Reālās situācijas karte ir pilnīgāka, jo tajā tiek norādītas arī receptoru atrašanās vietas (4.7. attēls). Kas parāda to, ka mirguļošana tiešām iespējama 2500 m attālumā. Pārējo VES kartes apskatāmas 5.un 6. pielikumā. Apskatot Vērgales IVN ziņojumu, karte ir apskatāmas tikai sliktākajā scenārijā, bet Vērgales gadījumā tiek apskatītas 2 alternatīvas, kad A alternatīvā un B alternatīvā VES atrodas uz viena un tā paša zemes kadastra vienības, bet atšķiras VES novietojums (A alternatīvā vairāk uz zemes vienības labo pusi – vidu, bet B alternatīvā vairāk kreisās puses malai), līdz ar to mirguļošanas kartes atšķiras. B alternatīvā mirguļošanas ietekmes areāls ir lielāks. Salīdzinot mirguļošanas areālu sliktākajā scenārijā un reālajā situācijā, tas nemainās, mainās tikai mirguļošanas ilgums.

## SHADOW - Map



4.6. att. Mirguļošanas karte sliktākajā gadījumā ar VESTA V172-7.2, kur ar dzeltenu atzīmēta zona, kur iespējams mirguļošanas laiks ir 100 un vairāk stundas gadā, ar sarkanu atzīmēta zona, kur mirguļošanas laiks ir 30,0-99,9 stundas gadā, ar zaļu atzīmēta zona, kur iespējamais mirguļošanas laiks ir 10,0-29,9 stundas gadā, ar zilu atzīmēta zona, kur mirguļošanas laiks ir 0,1-9,9 stundām. Kartes sagatavošanā izmantota OpenStreetMap. Kartes mērogs 1: 100 000 (izdruka no WindPro 4.0)



4.5. att. Mirguļošanas karte reālajā situācijā ar VESTA V172-7.2, kur ar dzeltenu atzīmēta zona, kur iespējams mirguļošanas laiks ir 30 un vairāk stundas gadā, ar sarkanu atzīmēta zona, kur mirguļošanas laiks ir 0,1-29,9 stundas gadā, ar zaļu atzīmēta zona, kur iespējamais mirguļošanas laiks ir 4,0-7,9 stundas gadā, ar zilu atzīmēta zona, kur mirguļošanas laiks ir 0,1-3,9 stundām. Kartes sagatavošanā izmantota OpenStreetMap. Kartes mērogs 1: 100 000 (izdruka no WindPro 4.0)

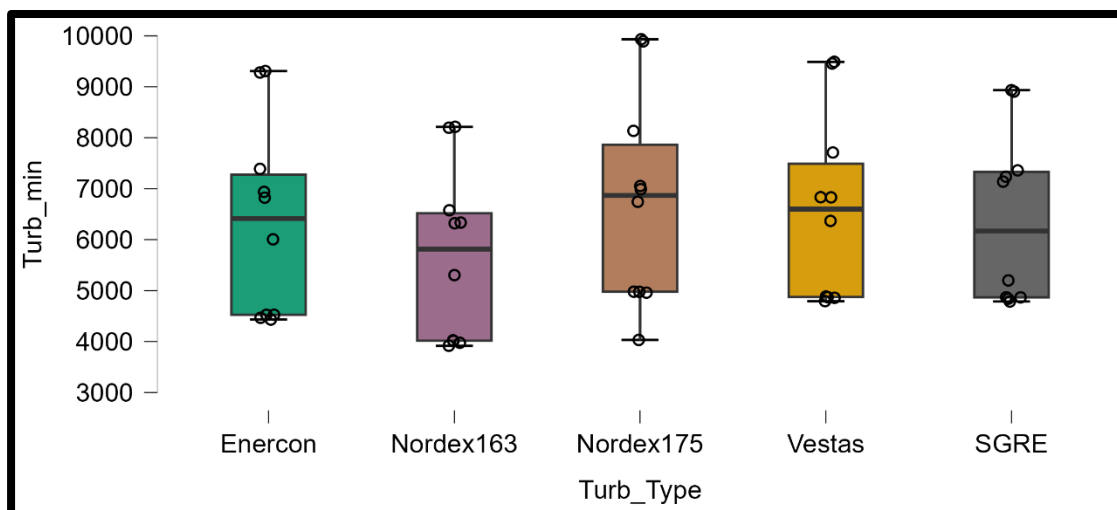
## 4.2. Modelēšanas rezultātu salīdzinošā analīze

Statistiskā datu salīdzināšana tika veikta ar programmu JASP 0.18.3.0, izmantojot iegūtos datus no WindPro 4.0 programmas.

### 4.2.1. Dispersijas analīzes rezultāti

Veicot datu vizualizāciju, tika apskatīti kādi ir rezultāti, ja apskata visu VES ietekmi uz receptoriem.

4.8. attēlā redzams kāda mirguļošanas ietekme salīdzinot kopējās stundas/gadā atkarībā no VES tipa.

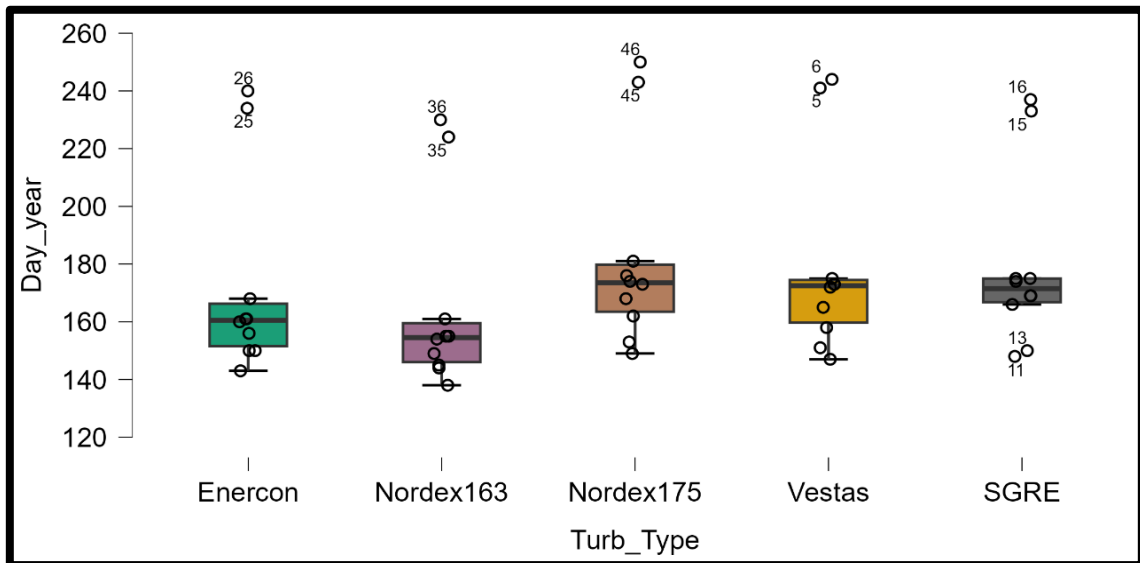


4.8. attēls. Mirguļošanas efekta ilgums (minūtes/gadā) dažādiem turbīnu veidiem (izdruka no JASP 0.18.3.0)

Kā parāda rezultāti, ir redzams, ka Nordex N175, rada vislielākās svārstības visā mirguļošanas laikā, izmantojot saules spīdēšanas ilgumu un azimuta leņķi. Nordex N175 visvairāk ietekmē receptorus un saules spīdēšanas azimuta leņķis ietekmē Nordex N175. Tas norāda uz to, ka Nordex N175 nevajadzētu izskatīt kā uzstādāmos VES. Labākā alternatīva tad ir Nordex N163. 7. pielikumā redzami JASP rezultāti.

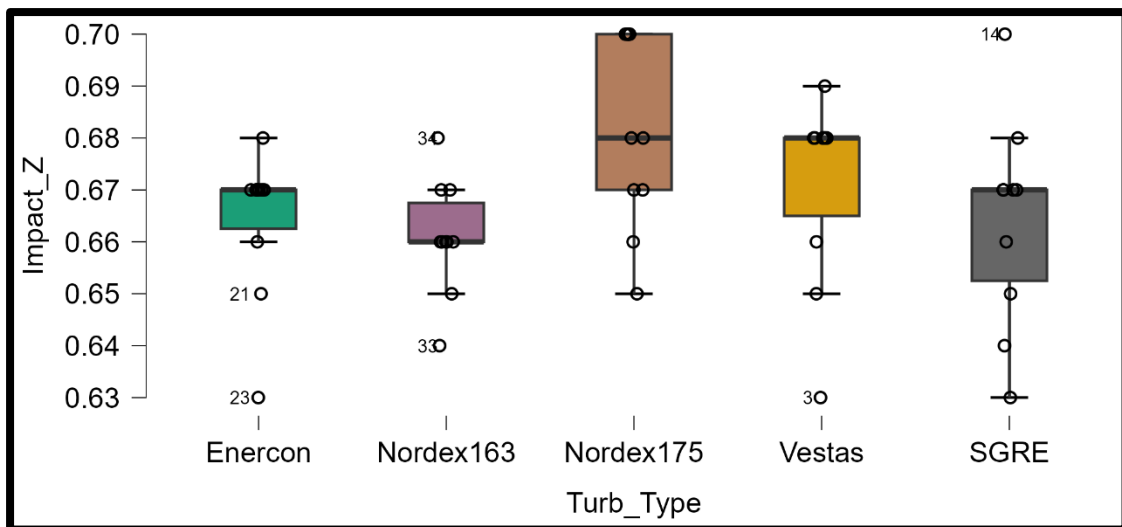
Apskatot mirguļošanas ietekmi, kuru ietekmē VES dienās/gadā, tad 4.9. attēlā redzams, ka visos VES vieniem un tiem pašiem receptoriem – CQ un CR ir ārkārtīgi augsta ietekme, kas saistīti

ar mirguļošanas dienām. Tāpat redzams, ka SGRE rada receptoriem BQ un BS ārkārtīgi zemu ietekmi mirguļošanas dienām.



4.9 attēls. Mirguļošanas ietekme dienas/gadā atkarībā no VES tipa (izdruka no JASP)

Apskatot rezultātus par mirguļošanas ietekmi, tika secināts, ka izvēlētos receptorus mirguļošana visvairāk ietekmē ziemā. Apskatot ietekmi, kura rodas ziemā atkarībā no VES tipa, 4.10. attēlā redzams, ka ziemas sezonā, SGRE ietekme ir izteikti augstāka un izteikti zemāka nekā citos VES, bet Nordex N175 ietekme ir izteikti augstāka. Impact\_Z raksturo izpausmes īpatsvaru ziemas periodā.



4.10. attēls. Mirguļošanas ietekme ziemā atkarībā no VES tipa (izdruka no JASP)

Veicot rezultātu dispersijas analīzi, savā starpā tika salīdzināti visu VES turbīnu tipu dati ar stundām/gadā (4.5. tabula)

4.5. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti, stundas/gadā (izstrādājis autors, izmantojot JASP programmas datus)

VES		Mean Difference	SE	t	p <sub>tukey</sub>
Enercon E-175	Nordex N163	681.800	827.795	0.824	0.922
	Nordex N175	-399.800	827.795	-0.483	0.989
	Vestas V172	-239.800	827.795	-0.290	0.998
	SGRE	-43.800	827.795	-0.053	1.000
Nordex N163	Nordex N175	-1081.600	827.795	-1.307	0.689
	Vestas V172	-921.600	827.795	-1.113	0.799
	SGRE	-725.600	827.795	-0.877	0.904
Nordex N175	Vestas V172	160.000	827.795	0.193	1.000
	SGRE	356.000	827.795	0.430	0.993
Vestas V172	SGRE	196.000	827.795	0.237	0.999

Kaut vizualizācijā redzams, ka starp VES ir atšķirības, tad pēc dispersijas analīzes būtiskas atšķirības nav konstatētas, ja salīdzina turbīnu tipu ar ietekmes laiku mirguļošanas minūtes gadā.

Salīdzinot VES tipu ar mirguļošanas dienām gadā, redzams, ka arī šajā gadījumā būtiskas atšķirības nav konstatētas (4.6. tabula).

4.6. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti, dienas/gadā (izstrādājis autors, izmantojot JASP programmas datus)

VES		Mean Difference	SE	t	p <sub>tukey</sub>
Enercon E-175	Nordex N163	6.800	15.054	0.452	0.991
	Nordex N175	-10.600	15.054	-0.704	0.955
	Vestas V172	-7.600	15.054	-0.505	0.986
	SGRE	-7.300	15.054	-0.485	0.988
Nordex N163	Nordex N175	-17.400	15.054	-1.156	0.776
	Vestas V172	-14.400	15.054	-0.957	0.873
	SGRE	-14.100	15.054	-0.937	0.881
Nordex N175	Vestas V172	3.000	15.054	0.199	1.000
	SGRE	3.300	15.054	0.219	0.999
Vestas V172	SGRE	0.300	15.054	0.020	1.000

Salīdzinot maksimālās stundas dienā atkarībā no VES tipa, no 4.7. tabulas redzams, ka pēc dispersijas analīzes būtiskas atšķirības nav konstatētas, ja salīdzina turbīnu tipu ar ietekmes laiku mirguļošanas minūtes dienā.

4.7. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti, stundas/dienā (izstrādājis autors, izmantojot JASP programmas datus)

VES		Mean Difference	SE	t	ptukey
Enercon E-175	Nordex N163	5.000	5.482	0.912	0.891
	Nordex N175	-5.300	5.482	-0.967	0.869
	Vestas V172	-3.800	5.482	-0.693	0.957
	SGRE	-0.500	5.482	-0.091	1.000
Nordex N163	Nordex N175	-10.300	5.482	-1.879	0.343
	Vestas V172	-8.800	5.482	-1.605	0.502
	SGRE	-5.500	5.482	-1.003	0.853
Nordex N175	Vestas V172	1.500	5.482	0.274	0.999
	SGRE	4.800	5.482	0.876	0.904
Vestas V172	SGRE	3.300	5.482	0.602	0.974

Salīdzinot ietekmi ziemā atkarībā no VES tipa, no 4.8. tabulas redzams, ka pēc dispersijas analīzes būtiskas atšķirības nav konstatētas, ja salīdzina turbīnu tipu ar ietekmi ziemā.

4.8. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti, ziemas ietekme (izstrādājis autors, izmantojot JASP programmas datus)

		Mean Difference	SE	t	ptukey
Enercon E-175	Nordex N163	0.003	0.008	0.399	0.994
	Nordex N175	-0.017	0.008	-2.258	0.178
	Vestas V172	-0.007	0.008	-0.930	0.884
	SGRE	$1.214 \times 10^{-17}$	0.008	$1.613 \times 10^{-15}$	1.000
Nordex N163	Nordex N175	-0.020	0.008	-2.657	0.077
	Vestas V172	-0.010	0.008	-1.328	0.675
	SGRE	-0.003	0.008	-0.399	0.994
Nordex N175	Vestas V172	0.010	0.008	1.328	0.675
	SGRE	0.017	0.008	2.258	0.178
Vestas V172	SGRE	0.007	0.008	0.930	0.884

No dispersijas analīzes datiem redzams, ka vēja parkā var izvietot jebkura veida VES, ietekmes no to veida nemainās, visas būs vienlīdzīgas.

#### 4.2.2. Korelāciju analīze

Veicot papildus korelāciju analīzi, tika salīdzināti visi dati, bet statistiski vislabāk ietekme bija redzama salīdzinot stundas/gadā, dienas/gadā, distanci, ietekmi ziemā un ietekmi rudenī (4.9. tabula).

4.9. tabula

Korelācijas analīze (izstrādājis autors, izmantojot JASP programmas datus)

Pazīme	Stundas/gadā		Dienas/gadā		Maksimālās stundas/dienā	Turbīnas augstums, m
	r	p	r	p	r	r
Distance, km	-0.307	*	-0.517	***	0.107	0.000
Ietekme ziemā	0.007		0.216		-0.174	0.399 **
Ietekme rudenī	0.051		0.346	*	-0.236	0.232

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

r – Pīrsona korelācijas koeficients

Novērtējot attāluma ietekmi uz mirguļošanas stundām gada laikā un dienu skaitu gada laikā, redzams, ka attālumam ir statistiski būtiska ( $p < 0,05$ ) ietekme uz mirguļošanas stundām gada laikā, kam ir pakļauti receptori un attālumam ir statistiski būtiska ( $p < 0,001$ ) ietekme uz mirguļošanas dienu skaitu gada laikā, kam ir pakļauts receptors. Mīnuss zīme norāda, ka jo lielāks attālums starp receptoru un turbīnu, jo mazāk tiek pakļauts šai ietekmei. Pīrsona koeficienta absolūtā vērtība 0,517 norāda uz to, ka starp abām pazīmēm ir vidēji stipra sakarība. Papildus šim novērojumam tas redzams arī ziemas un rudens periodā, kad bija redzamas mirguļošanas epizodes visizteiktākās. Ziemas periodā turbīnas augstumam ir statistiski būtiska ietekme ( $p < 0,01$ ). Šis efekts šiem receptoriem netiek novērots rudens un citās sezonās.

## 5. SECINĀJUMI

1. Mirguļošana vēja parkos tiek apskatīta IVN procedūras ietvaros, bet netiek pievērsta liela uzmanība tās radītājām sekām. Latvijā nav noteiktu vadlīniju, kas noteiktu mirguļošanas ilgumu un pasākumus kā mirguļošanu samazināt vai novērst. Eiropā prasības cik tālu drīkst atrasties vēja parks no apdzīvotām vietām atšķiras. Baltijas valstis izstrādājot savus IVN kā pamatu pieņem Vācijā izstrādātās vadlīnijas mirguļošanas ilguma noteikšanai.

2. Mirguļošanas noteikšanai izmantojot noteiktās prasības vadlīnijās tiek noteikts, ka mirguļošana nedrīkst pārsniegt 30 stundas gada griezumā, ja tiek pieņemts sliktākais scenārijs - no saullēkta līdz saulrietam pastāvīgi spīd saule un nav mākoņu, vējš ir tik liels, ka rotora lāpstiņas griežas visu laiku, rotors ir perpendikulārs saulei, saules leņķus, kas ir mazāki par 3 grādiem virs horizonta līmeņa. Vai 8 stundas/gadā, ja tiek veikti aprēķini izmantojot reālo situāciju, kad tiek ņemts vērā saules spīdēšanas ilguma statistika.

3. Maģistra darbā tika veikta modelēšana abām situācijām. Kā tika secināts maģistra darbā, tad atkarībā no VES augstuma, mainās arī mirguļošanas ietekme, kas gan veicot statistisko analīzi netika pierādīts. Saskaņā ar rezultātiem visvairāk tika ietekmēti receptori, kas atradās līdz 1,5 km attālumā no VES.

4. Maģistra darbā VES radītā ietekme uz izvēlētajiem receptoriem pat 8 reizes pārsniedz Vācijas vadlīniju noteikto lielumu, ja tiek pieņemts sliktākais scenārijs, vai 5 reizes, ja tiek ņemta reālā situācija.

5. Izmantojot reālo situāciju, kad tiek aprēķināts vidējais saules spīdēšanas laiks ir jāņem vērā tas, ka katru gadu saules spīdēšana mainās, kā arī nav paredzams nākotnes scenārijs, ja mainās klimats un saule spīd vairāk, jo aprēķināti tiek pagātnes dati.

6. Maģistra darba izvirzītā hipotēze "Mirgošanas efekts Latvijas apstākļos ir nenozīmīgs un īstermiņa (mazāks par 30 stundām gadā), tādēļ nav nepieciešami padziļināti pētījumi mirgošanas efekta noteikšanai" tiek noraidīta, jo mirguļošana noteiktajā teritorijā sliktākajā gadījumā ir vairāk nekā 30 stundas/gadā.

7. Kā rekomendācija, lai samazinātu mirguļošanas ietekmi var minēt tieši noteiktajai vietai rūpīgu teritorijas apsekošanu, turbīnu atslēgšanu, kad veidojas mirguļošana, vai taimera uzstādīšana, kurš mēra mirguļošanas laiku un atslēdz VES, kad šis mirguļošanas maksimālais laiks tiek pārsniegts.

## 6. REKOMENDĀCIJAS MIRGOŠANAS EFEKTA SAMAZINĀŠANAI

Maģistra darbā pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, kā iespējamās rekomendācijas mirgošanas efekta samazināšanai tiek ieteiktas:

- 1) Rūpīga teritorijas plānošana, lai līdz minimumam samazinātu iespējamo ietekmi. Būvprojektēšanas procesā pēc konkrētā VES turbīnas modeļa izvēles, atrašanās vietu un VES augstuma precizēšanas veicams atkārtots mirguļošanas novērtējums visās potenciālās ietekmes zonā esošajās viensētās. Kad veikts izvērtējums, tad jāveic konkrēto turbīnu darbības izslēgšanas sistēmas programmēšana;
- 2) Uzstādīt ēnu mirgošanas taimerus, lai izslēgtu vēja ģeneratorus uz to laiku, kad tiek pārsniegti mirgošanas ierobežojumi. Mirguļošanas efekta ierobežošanai ir radītas tehnoloģijas, kuras mazina traucējošo ietekmi. Sistēmas, kur kopā darbojas gaismas sensori, GPS uztvērēji un īpaši veidoti algoritmi, palīdz pielāgot vēja parka darbību tā, lai konkrētu turbīnu darbība tiktu apturēta brīdī, kad tās ēnai ir potenciāls radīt traucējošu mirguļošanas efektu;
- 3) Kad vēja parks izbūvēts, ieteicams veikt iespējamo mirguļošanu ietekmējošo viensētu apsekošanu, lai novērtētu VES darbības programmēšanas rezultātus. Ja pēc apsekošanas tiek konstatēts, ka vēl joprojām ir mirgošanas traucējumi, kas pārsniedz pieļaujamos, tad jāveic atkārtota VES programmēšana, lai nodrošinātu pieļaujamo robežvērtību ievērošanu;
- 4) Žalūziju uzstādīšana mājās, kuras ir visvairāk pakļautas mirguļošanai;
- 5) Iespēja viensētu iedzīvotājiem sazināties ar ekspluatācijas un tehniskās apkopes servisu, kuri attālināti atslēdz turbīnas, kad tās rada traucējošu mirguļošanu.

## LITERATŪRA UN AVOTI

- Aizsardzības ministrijas. 2024. Informatīvais ziņojums “Par vēja parku attīstību Latvijā un aizsardzības nozares operacionālajām vajadzībām”. Sk. 30.04.2024. Pieejams [https://tapportals.mk.gov.lv/legal\\_acts/2d345d02-ba17-4208-b5a7-ea4aad04fda1](https://tapportals.mk.gov.lv/legal_acts/2d345d02-ba17-4208-b5a7-ea4aad04fda1)
- Binnie, C. D., Emmett, J., Gardiner, P., Harding, G. F. A., Harrison, D., & Wilkins, A. J. 2002. Characterizing the flashing television images that precipitate seizures. *SMPTE journal*, 111(6-7), 323-329.
- BIS. 2018. Onshore wind: shadow flicker. Department of business, innovation, skills. Sk. 30.04.2023. Pieejams <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/http://www.berr.gov.uk/energy/sources/renewables/planning/onshore-wind/shadow-flicker/page18736.html>. Accessed 27 April 2018
- Bolton, R. 2007. Evaluation of Environmental Shadow Flicker Analysis for Dutch Hill Wind Power Project. *Environ. Compliance Alliance*, New York.
- Braunisch, V., Coppes, J., Bächle, S., & Suchant, R. 2015. Underpinning the precautionary principle with evidence: A spatial concept for guiding wind power development in endangered species' habitats. *Journal for Nature Conservation*, 24(C), 31-40.
- Britain, G. 2004. Planning for Renewable Energy: A Companion Guide to PPS22. *Stationery Office*.
- Coppes, J., Kämmerle, J.-L., Grünschachner-Berger, V., Braunisch, V., Bollmann, K., Mollet, P., Suchant, R., Nopp-Mayr, U. 2020. Consistent effects of wind turbines on habitat selection of capercaillie across Europe. *Biological Conservation*, 244, 108529.
- Dalla Longa, F., Kober, T., Badger, J., Volker, P., Hoyer-Klick, C., Hidalgo Gonzalez, I., Medarac, H., Nijs, W., Politis, S., Tarvydas, D., Zucker, A. 2018. *Wind potentials for EU and neighbouring countries. JRC Technical Report for the European Commission*.
- Eiropas Komisija. 2023. Komisijas paziņojums Eiropas parlamentam, padomei, Eiropas Ekonomikas un Sociālo lietu komitejai un reģionu komitejai. Eiropas Vēja enerģijas rīcības plāns.
- Faruk Oral. 2024. Comparative analysis of different methods in estimating wind speed distribution, and evaluation of large-scale wind turbine performance in Rahva-Bitlis, Turkey. *IET Renewable Power Generation*, 18(1), 95-108.

- González, M. A., García-Tejero, S., Wengert, E., & Fuertes, B. 2016. Severe decline in Cantabrian Capercaillie *Tetrao urogallus cantabricus* habitat use after construction of a wind farm. *Bird Conservation International*, 26(2), 256-261
- Grozījumi Elektroenerģijas tirgus likumā. Pieņemti 14.07.2022. Latvijas Republikas Saeima.
- Haac, R., Darlow, R., Kaliski, K., Rand, J., Hoen, B. 2022. In the shadow of wind energy: Predicting community exposure and annoyance to wind turbine shadow flicker in the United States. *Energy Research & Social Science*, 87(C), 102471.
- Harding, G., Harding, P., Wilkins, A. 2008. Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia (Copenhagen)*, 49(6), 1095-1098.
- Karanikas, N., Steele, S., Bruschi, K., Robertson, C., Kass, J., Popovich, A., & MacFadyen, C. 2021. Occupational health hazards and risks in the wind industry. *Energy Reports*, 7, 3750-3759.
- Katsaprakakis, D. 2012. A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2850-2863.
- Koppen, E., Gunnuru, M., Chester, A. 2017. International Legislation and Regulations for Wind Turbine Shadow Flicker Impact. In *7th Int. Conf. on Wind Turbine Noise*, Rotterdam.
- Ladenburg, J., Hevia-Koch, P., Petrović, S., & Knapp, L. 2020. The offshore-onshore conundrum: Preferences for wind energy considering spatial data in Denmark. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 121, 109711.
- Meyer E. 2022. *Wind Turbines and Shadow Flicker Impacts*. WKC group. Sk. 20.01.2024. Pieejams <https://www.wkcgroup.com/news/wind-turbines-and-shadow-flicker-impacts/>
- Michaud, D. S., Feder, K., Keith, S. E., Voicescu, S. A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., McGuire, D., Bower, T., Lavigne, E., Murray, B., Weiss, S., van den Berg, F. 2016. Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(3), 1443-1454.
- Molnarova, K., Sklenicka, P., Stiborek, J., Svobodova, K., Salek, M., Brabec, E. 2012. Visual preferences for wind turbines: Location, numbers and respondent characteristics. *Applied Energy*, 92, 269-278.
- Nacionālā enerģētikas un klimata plāns 2021.-2030. gadam Latvijas Republikas Ministru Kabineta rīkojums Nr. 46. Pieņemti 04.02.2020.

- Optimize the operation of your turbines and protect its surroundings from negative impacts. S.a. DNV. Sk. 12.01.2024. Pieejams <https://www.dnv.com/services/shadow-flicker-protection-system-for-wind-turbines-72275#>
- OÜ Nomine Consult. 2022. Windfarm Akmenē Two, UAB, Windfarm of up to 6 wind turbines in Akmenē district municipality, Kruopiu eldership, C1 zone, summary of environmental impact assesment report.
- Pawlaczyk-Łuszczynska, M., Dudarewicz, A., Zaborowski, K., Zamojska-Daniszewska, M., Waszkowska, M. 2014. Evaluation of annoyance from the wind turbine noise: A pilot study. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 27(3), 364-388.
- Pedersen, E., Hallberg, L., & Waye, K. 2007. Living in the Vicinity of Wind Turbines - A Grounded Theory Study. *Qualitative Research in Psychology*, 4(1-2), 49-63.
- Peri, E., Tal, A. 2021. Is setback distance the best criteria for siting wind turbines under crowded conditions? An empirical analysis. *Energy Policy*, 155, 112346.
- Pohl, J., Faul, F., & Mausfeld, R. 1999. Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. *Feldstudie, Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*, 31.
- Shin, J., Baek, S., & Rhee, Y. 2021. On the development of a metamodel and design support excel automation program for Offshorewind farm layout optimization. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(2), 1-16.
- SIA Estonian, Latvian & Lithuanian Environment. 2011. Vadlīnijas vēja elektrostaciju ietekmes uz vidi novērtējumam un rekomendācijas prasībām vēja elektrostaciju būvniecībai.
- SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”. 2023. Vadlīnijas ietekmes uz vidi sākotnējā izvērtējuma veikšanai vēja elektrostaciju būvniecības radīto ietekmju uz vidi izvērtēšanai.
- SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”. 2023. Vēja parka “Vērgale” būvniecība Dienvidkurzemes novada Vērgales pagastā. Ietekmes uz vidi novērtējuma ziņojums sabiedriskai apspriešanai.
- SIA Latvijas vēja parki. 2024. Vēja elektrostaciju parka “Bauska – Ķekava - Ogre” un tā saistītās infrastruktūras projekta īstenošana Ķekavas novada Baldones pagastā un Bauskas novada Vecumnieku pagastā Ietekmes uz vidi novērtējuma sākotnējās sabiedriskās apspriešanas materiāli.
- SIA Vides eksperti. 2021. SIA “Venstpils Wind” vēja elektrostaciju būvniecība Tārgales pagastā, Ventpils novadā Ietekmes uz vidi novērtējuma ziņojums. Rīga.

- Smedley, A., Webb, A., Wilkins, A. 2010. Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions. *Epilepsia (Copenhagen)*, 51(7), 1146-1151.
- Stojčević, B., Velinov, V. 2014. Impact of wind power plants on the environment, humans and economic development. In *The 46th International October Conference on Mining and Metallurgy*.
- Taubmann, J., Kämmerle, J.-L., Andrén, H., Braunisch, V., Storch, I., Fiedler, W., Suchant, R., Coppes, J. (2021). Wind energy facilities affect resource selection of capercaillie *Tetrao urogallus*. *Wildlife Biology*, 2021(1), 1-13.
- Teneler, A., Hassoy, H. 2023. Health effects of wind turbines: a review of the literature between 2010-2020. *International Journal of Environmental Health Research*, 33(2), 143-157.
- Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. 2022. Vadlīnijas par vēja parku iekļaušanu pašvaldību teritorijas attīstības plānošanas dokumentos – teritorijas plānojumā un ilgtspējīgas attīstības stratēģijā.
- Voicescu, S., Michaud, D., Feder, K., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., Bower, T., van der Berg, F., Broner, N., Lavigne, E. 2016. Estimating annoyance to calculated wind turbine shadow flicker is improved when variables associated with wind turbine noise exposure are considered. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(3), 1480-1492.
- Widing A., Britse G., Wizelius T. 2004. VINDKRAFTENS MILJÖPÅVERKAN FALLSTUDIE AV VINDKRAFTVERK I BOENDEMILJÖ Centrum för Vindkraftsinformation Institutionen för naturvetenskap och teknik, Gotland University, Sweden.
- Zaļā brīvība. 2024. Cik vēja parku tiek plānots – dati par IVN. Sk. 30.04.2024. Pieejams <https://www.zalabriviba.lv/cik-veja-parku-tiek-planots-dati-par-ivn/>

## PIELIKUMI

1. pielikums. Eiropas vēja enerģijas rīcības mērķu pārskats
2. pielikums. Izvēlēto receptoru atrašanās vietas koordinātes
3. pielikums. Receptoru mirguļošanas grafiki sliktākajā gadījumā
4. pielikums. Receptoru mirguļošanas grafiki reālajā situācijā
5. pielikums. Mirguļošanas kartes sliktākajā gadījumā
6. pielikums. Mirguļošanas kartes reālajā situācijā
7. pielikums. JASP programmas aprēķinu rezultāti

## 1. PIELIKUMS

### Eiropas vēja enerģijas rīcības mērķu pārskats (Komisijas paziņojums Eiropas ... 2023)

Kategorija	Darbības/instrumenti
Apguves paātrināšana ar labāku paredzamību un atļauju ātrāku piešķiršanu	1. Komisijai un dalībvalstīm ir jāsadarbojas, lai paātrinātu atļauju piešķiršanu. “Accele-RES” – pārskatītās AED transponēšanas un īstenošanas intensīvāka īstenošana sākumposmā Pagaidu ārkārtas režīms
	2. Dalībvalstīm jāpalielina vēja enerģijas projektu plūsmas pamanāmību, izmantojot vēja enerģētikas solījumus, publicējot vidēja termiņa izsoļu grafikus un ilgtermiņa plānus atjaunīgo energoresursu apgaves jomā
	3. Komisijai jāpieņem rīcības plāns, kas veicinātu elektrotīklu izbūvi
Uzlabots izsoļu plānojums	4. Dalībvalstīm savās izsolēs jāiekļauj objektīvi, pārredzami un nediskriminējoši kvalitatīvi kritēriji un pasākumi, kas maksimāli palielinātu projektu izpildes līmeni, pamatojoties uz Komisijas ieteikumiem un norādījumiem
	5. Kiberdrošības risku novēršana un datu aizsardzības aspektu risināšana
	6. Komisijai jāpalielina stratēģiskā iepirkuma izmantošana stratēģijas “Global Gateway” kontekstā

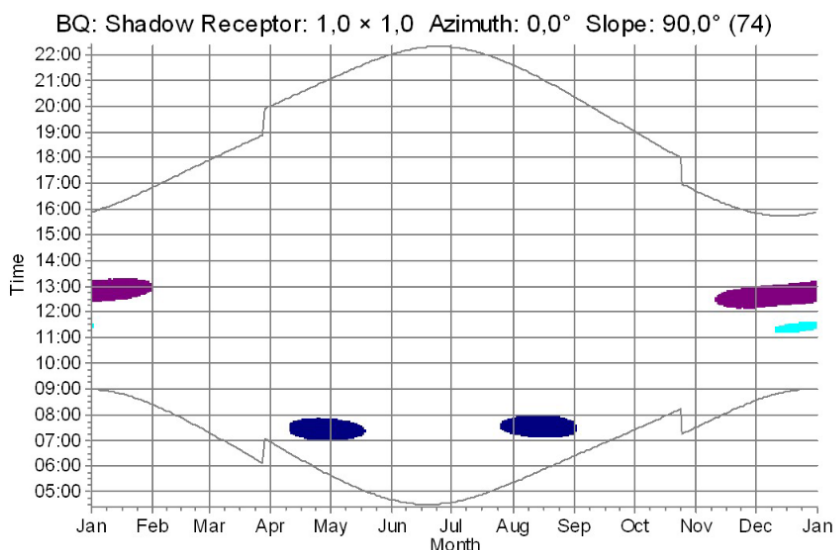
Piekļuve finansējumam	7. Komisijai jāveicina piekļuve ES finansējumam
	8. EIB ir jānodrošina riska mazināšanas instrumenti un garantijas ES vēja enerģijas uzņēmumiem
	9. Dalībvalstīm pilnībā jāizmanto valsts atbalsta noteikumos paredzētā elastība attiecībā uz ES vēja enerģijas vērtību ķēdi
	10. Komisija stiprinās dialogu ar investoriem, veicinot investīciju pievilcību ES vēja enerģijas nozarē
Taisnīgas un konkurētspējīgas starptautiskās vides izveide	11. Komisijai ir jāatvieglo ES ražotāju piekļuve ārvalstu tirgiem
	12. Iekšējā tirgus aizsardzība pret tirdzniecības izkropļojumiem un drošības un sabiedriskās kārtības apdraudējumu
	13. Standartizācijas uzlabošana vēja enerģijas nozarē
Prasmes	14. Plaša mēroga prasmju partnerības atjaunīgās enerģijas jomā nolūkā izstrādāt projektus, kas atbalsta prasmju pilnveidi atjaunīgās enerģijas (tai skaitā vēja enerģijas) nozarē
Nozares iesaiste un dalībvalstu saistības	15. ES vēja enerģijas harta

## Izvēlēto receptoru atrašanās koordinātes pēc LKS-92 koordinātu sistēmas

<b>Receptors</b>	<b>x koordinātes</b>	<b>y koordinātes</b>
<b>BQ</b>	528 563,91	285 849,95
<b>BS</b>	528 520,55	285 754,95
<b>CL</b>	527 608,25	285 900,56
<b>CP</b>	527 252,06	285 454,87
<b>CQ</b>	527 857,42	284 292,59
<b>CR</b>	527 828,82	284 295,68
<b>ET</b>	526 111,13	280 388,98
<b>EU</b>	526 096,16	280 363,29
<b>FB</b>	526 093,32	280 344,90
<b>FC</b>	526 118,60	280 349,98

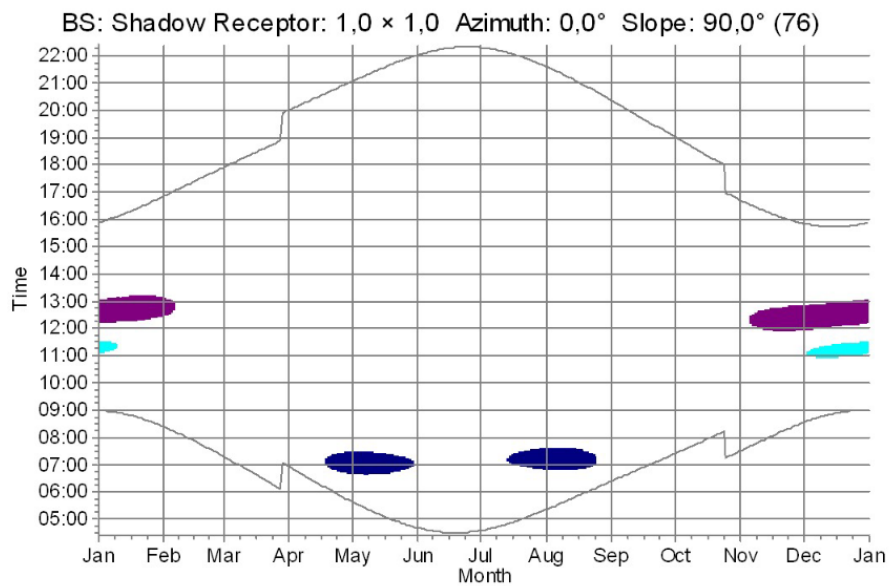
Receptoru mirguļošanas grafiki sliktākajā gadījumā (Izdrukas no WindPro 4.0.)

**VESTAS V172-7.2**



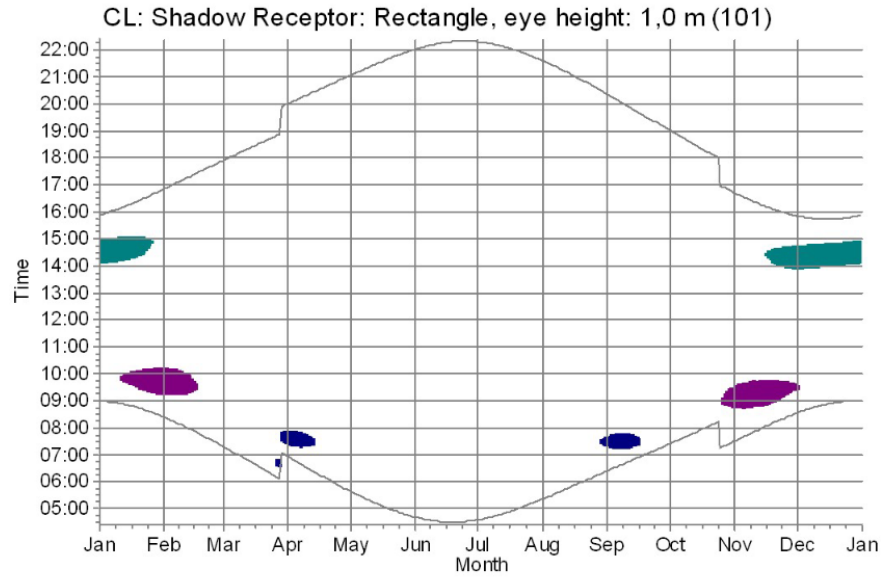
WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |  14: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (15) |



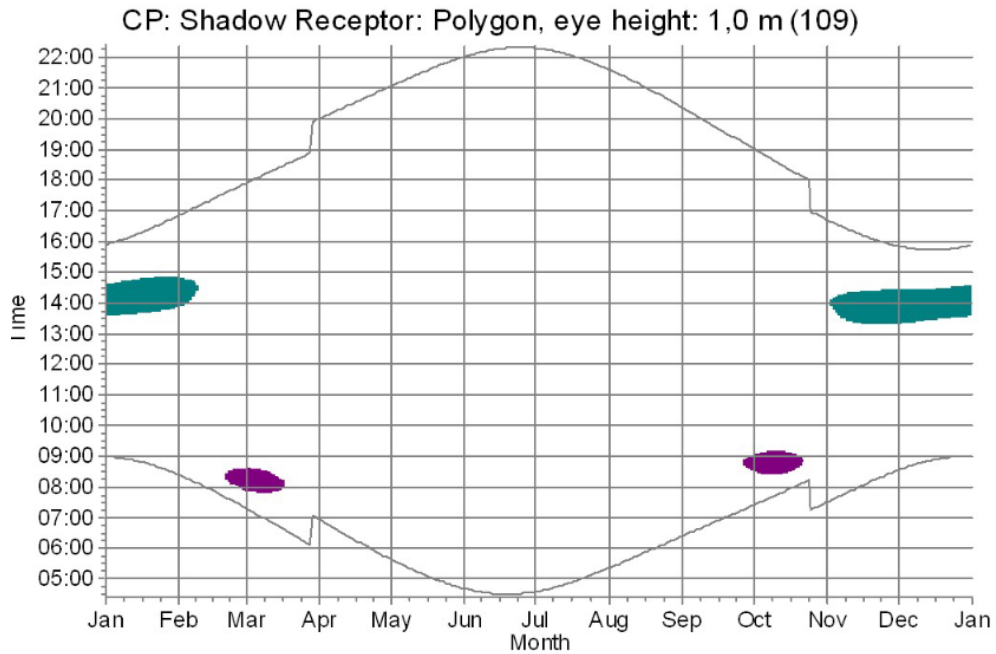
WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |  14: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (15) |



WTGs

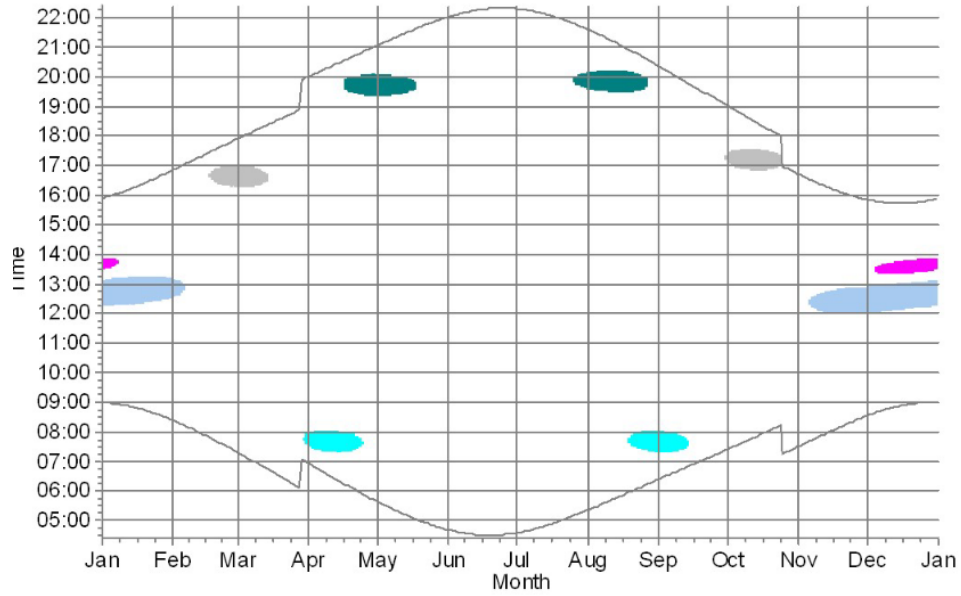
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6) |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7) |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6) |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7) |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |

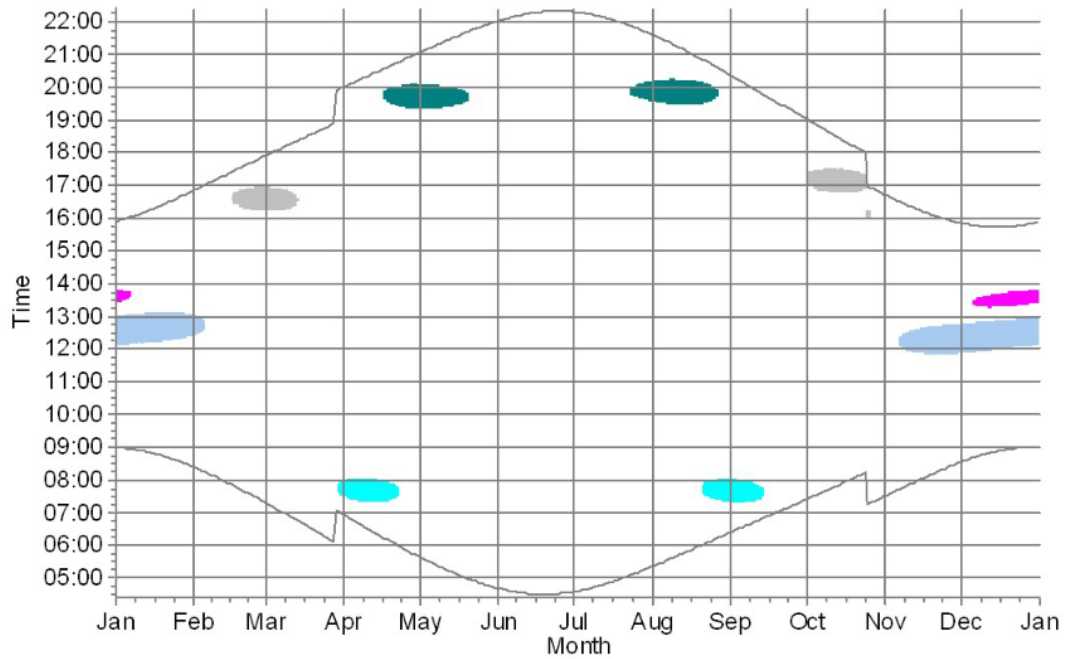
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: pink;">■</span> 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)    | <span style="color: purple;">■</span> 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12)    |
| <span style="color: teal;">■</span> 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)    | <span style="color: grey;">■</span> 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13)      |
| <span style="color: blue;">■</span> 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)    | <span style="color: cyan;">■</span> 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14)      |
| <span style="color: olive;">■</span> 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) | <span style="color: lightblue;">■</span> 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

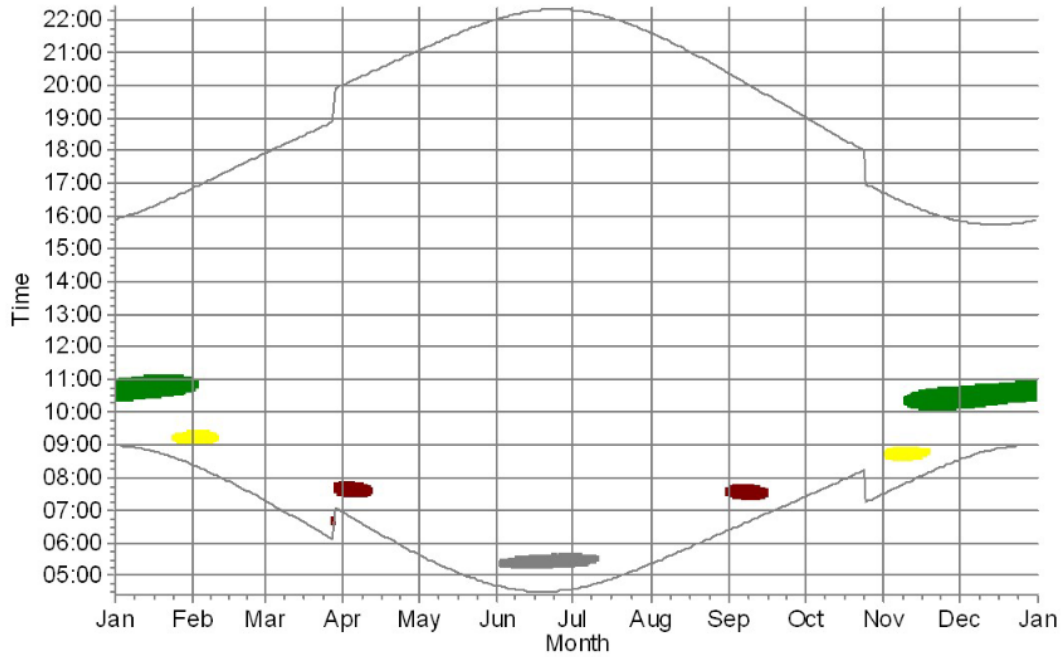
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="color: pink;">■</span> 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)    | <span style="color: purple;">■</span> 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12)    |
| <span style="color: teal;">■</span> 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)    | <span style="color: grey;">■</span> 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13)      |
| <span style="color: blue;">■</span> 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)    | <span style="color: cyan;">■</span> 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14)      |
| <span style="color: olive;">■</span> 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) | <span style="color: lightblue;">■</span> 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

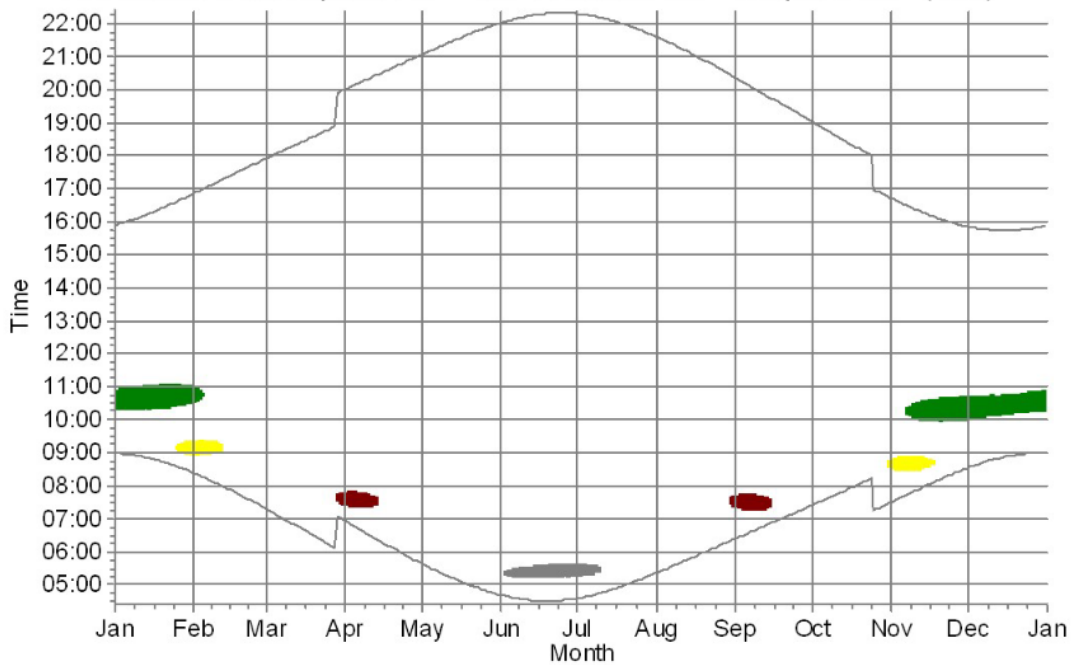
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)
  - 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)
- 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)
  - 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)

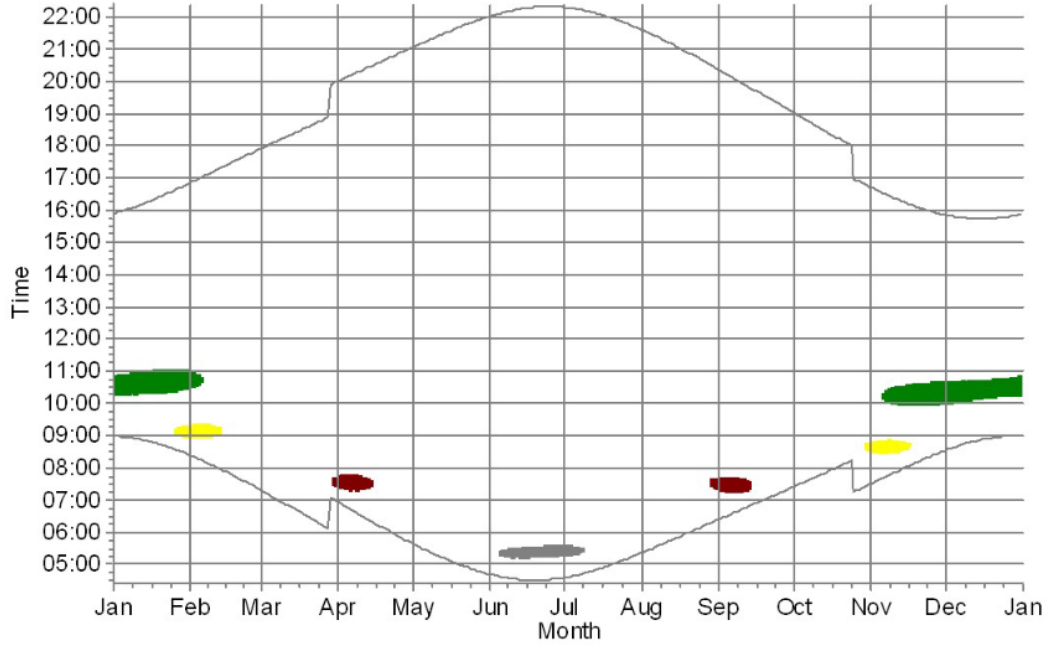
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)
  - 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)
- 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)
  - 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)

FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)

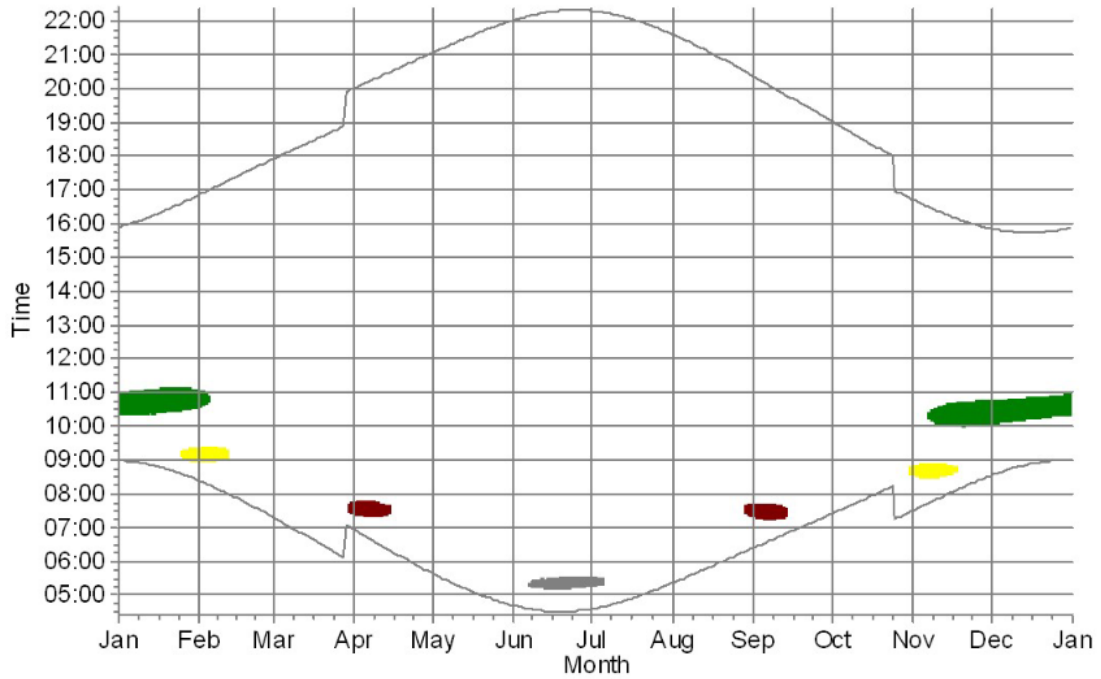


WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)
- 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)

- 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)
- 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)

FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)



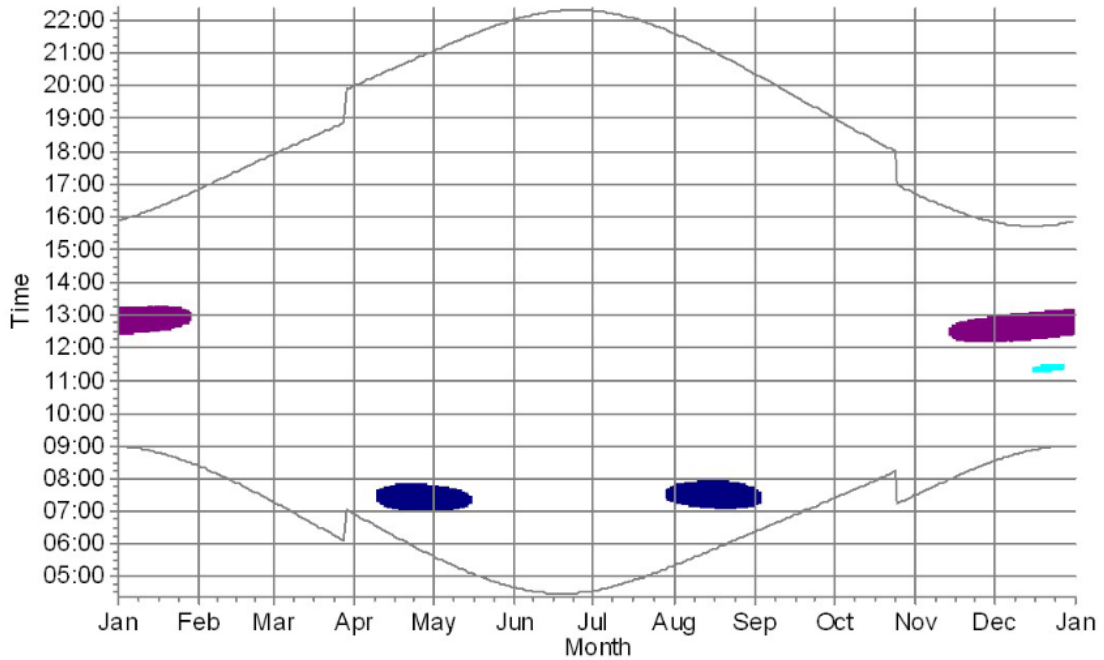
WTGs

- 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)
- 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)

- 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)
- 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)

## SGRE SG6.6-170

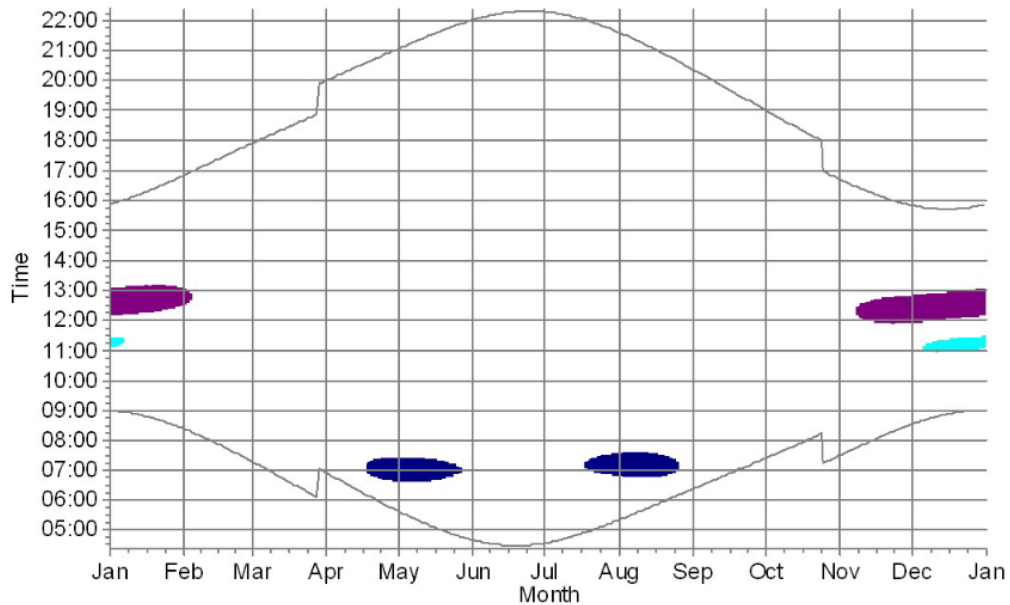
**BQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (74)**



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|

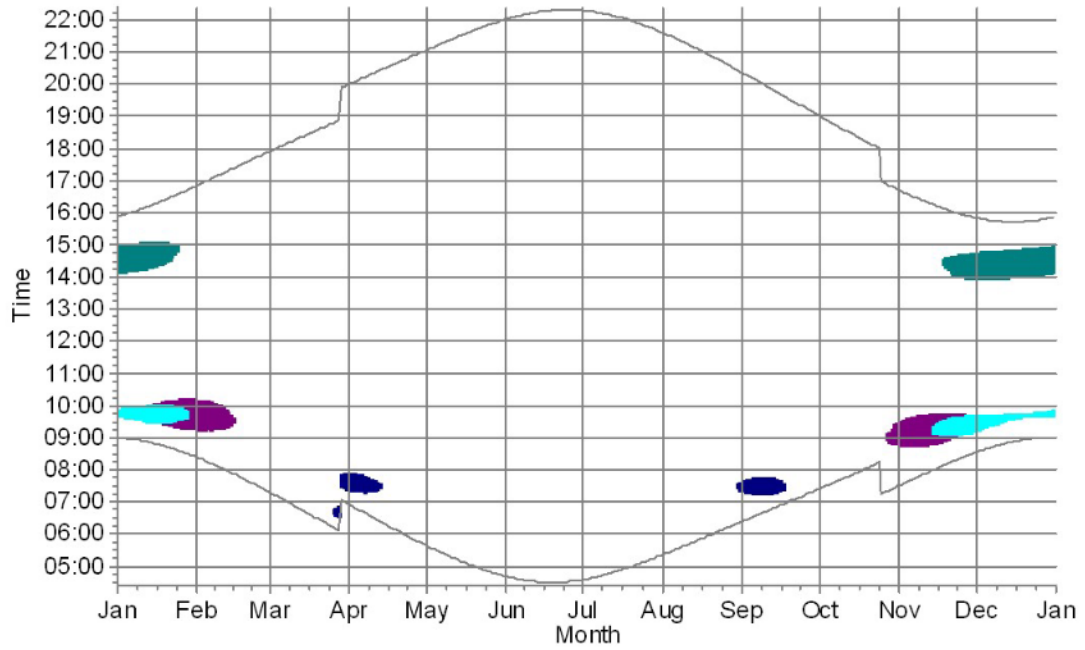
**BS: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (76)**



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|

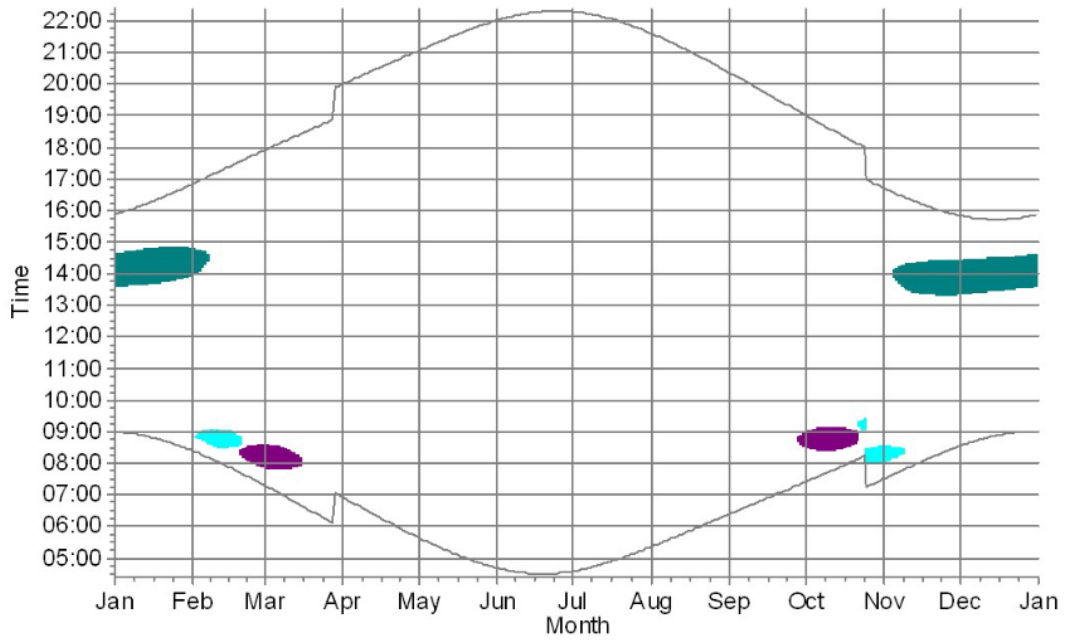
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)
- 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)
- 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)
- 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)

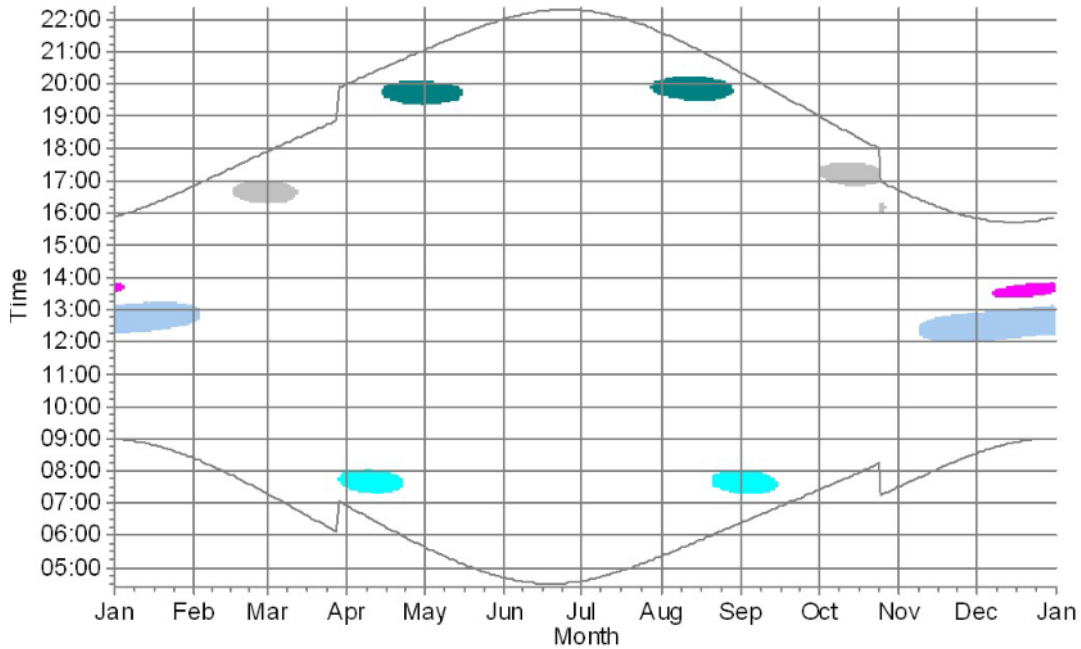
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)











WTGs

- 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)
- 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)
- 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)
- 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !OI! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)

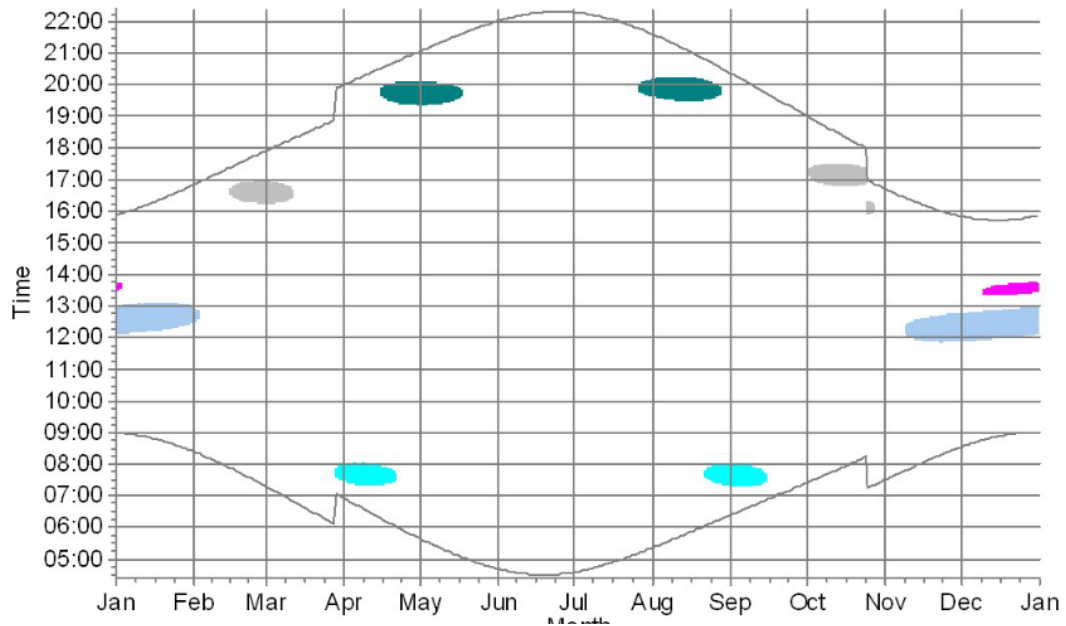
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)











WTGs

- |  |  |
|--|--|
|  5: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)    |  11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)  |
|  6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)    |  12: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (13)  |
|  7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)    |  13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)  |
|  10: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (10) |  15: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (16) |

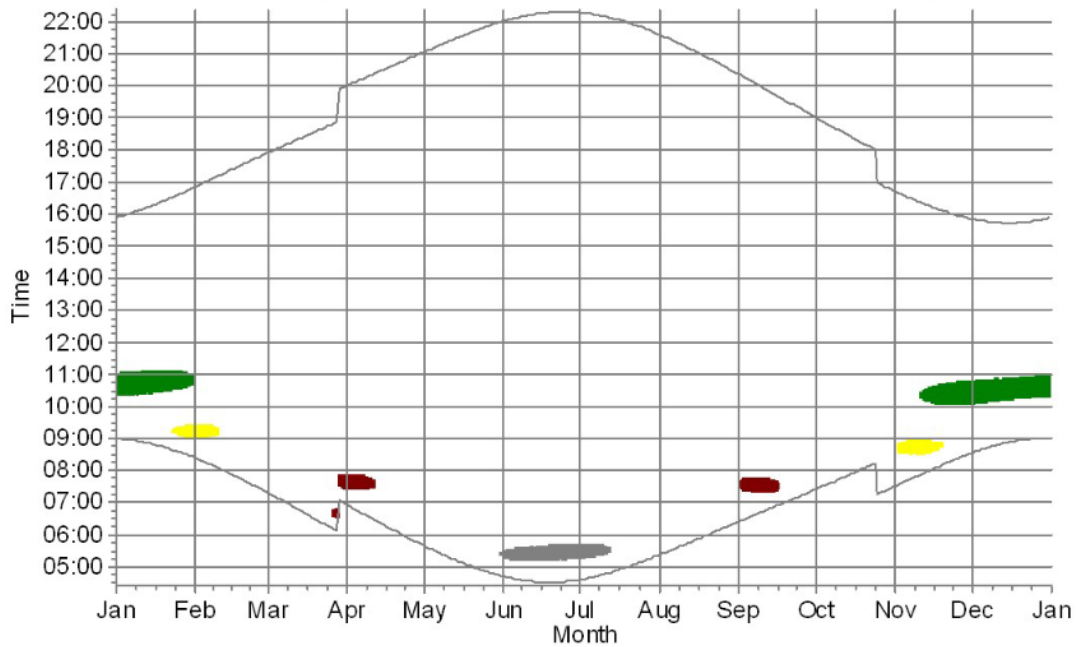
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  5: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)   |  11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12) |
|  6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)   |  12: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (13) |
|  7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)   |  13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14) |
|  10: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (10) |  15: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (16) |

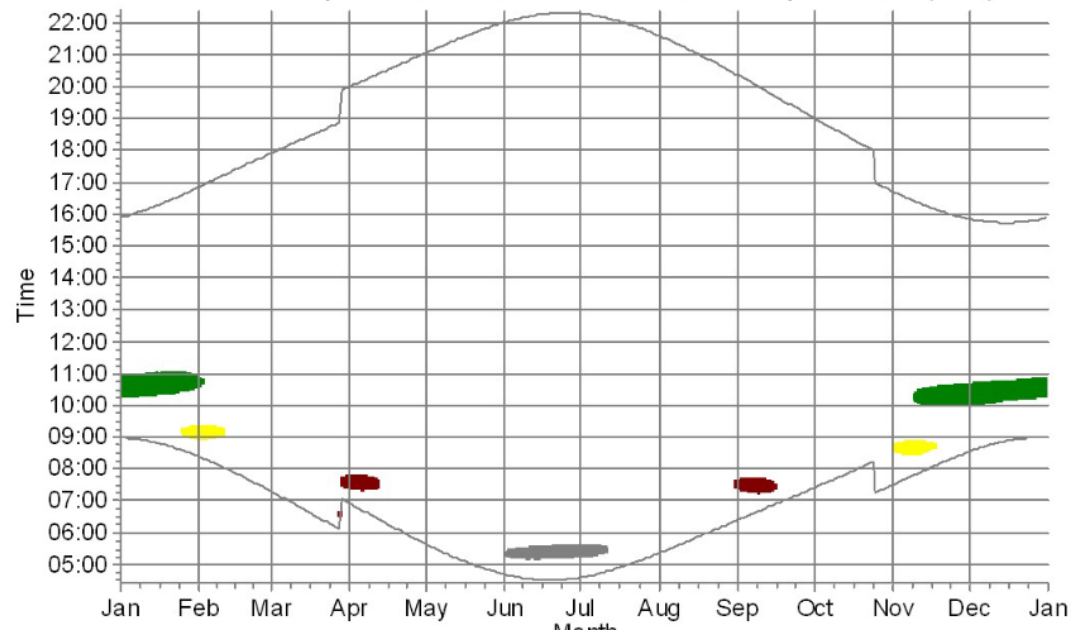
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)        |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 9: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (9) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)   |  |

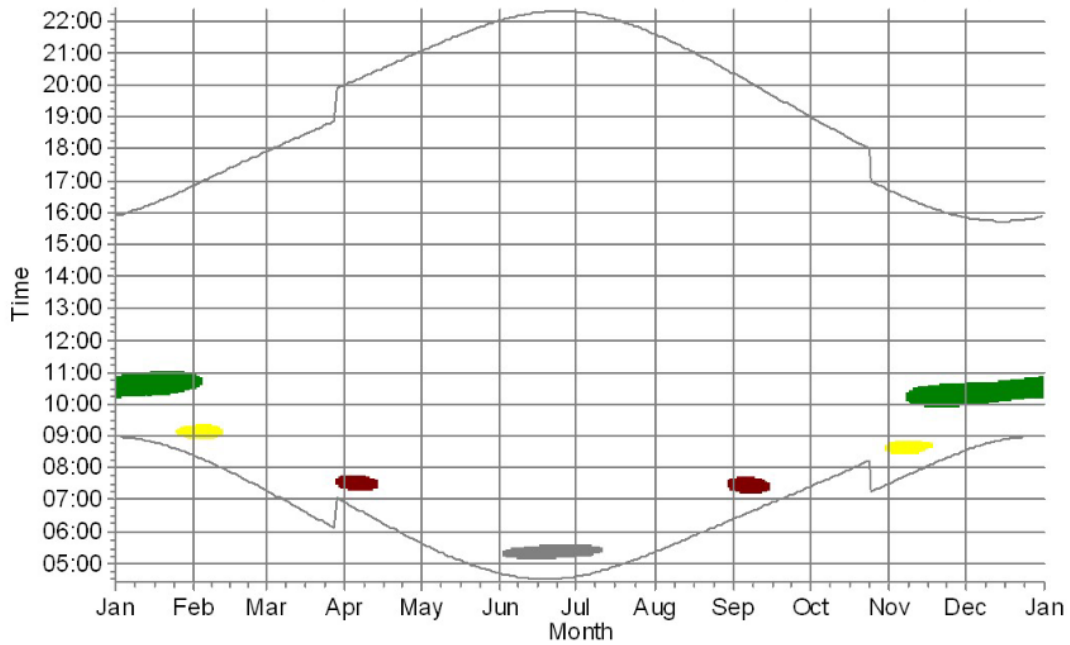
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)  |

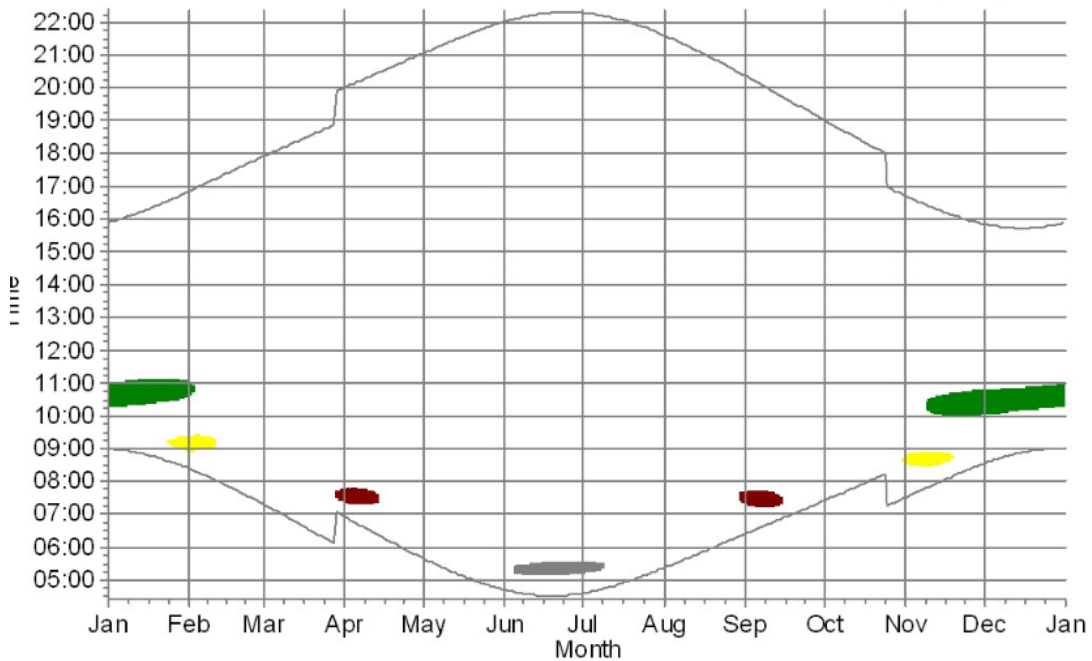
**FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)**



WTGs

- 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)

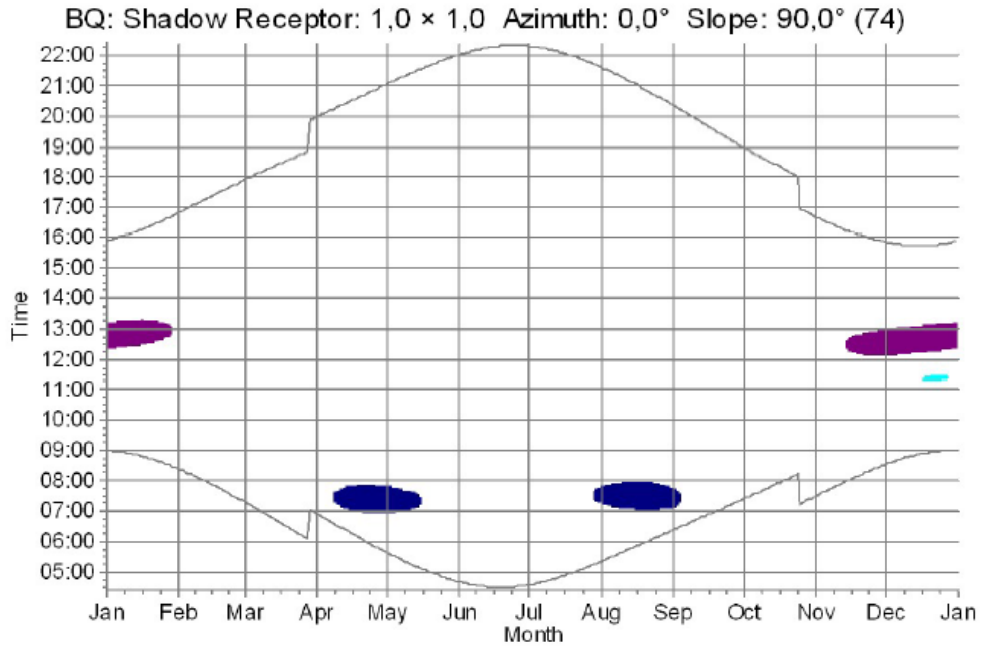
**FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)**



WTGs

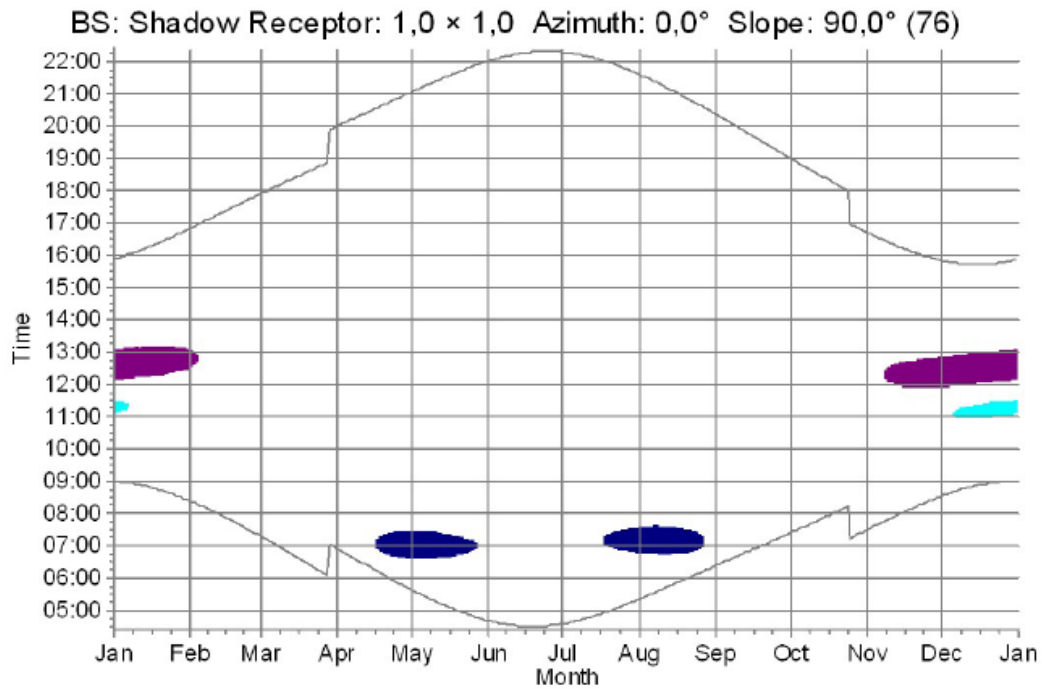
- 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)
- 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)
- 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)
- 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 IO! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)

## ENERCON E-175 EP5



WTGs

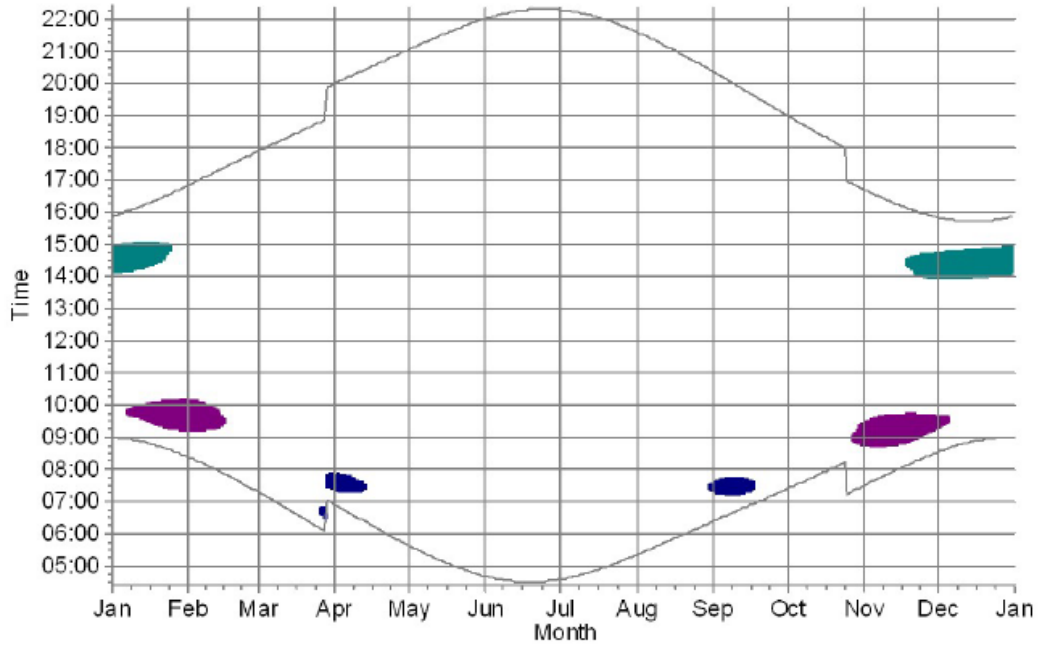
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|

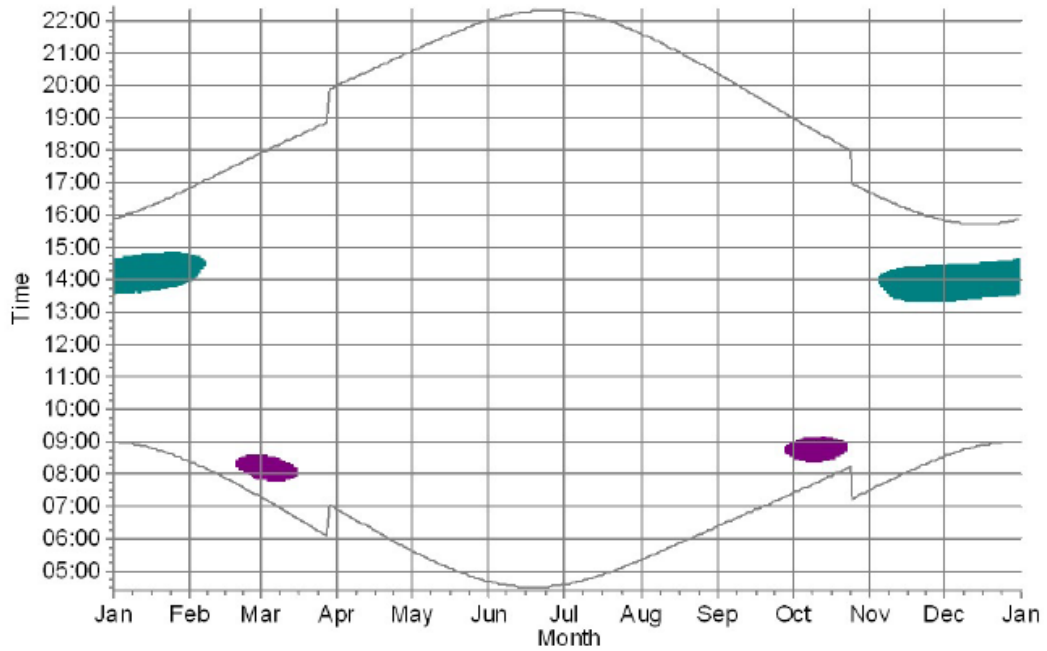
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- 6: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)
- 11: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)
- 7: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)

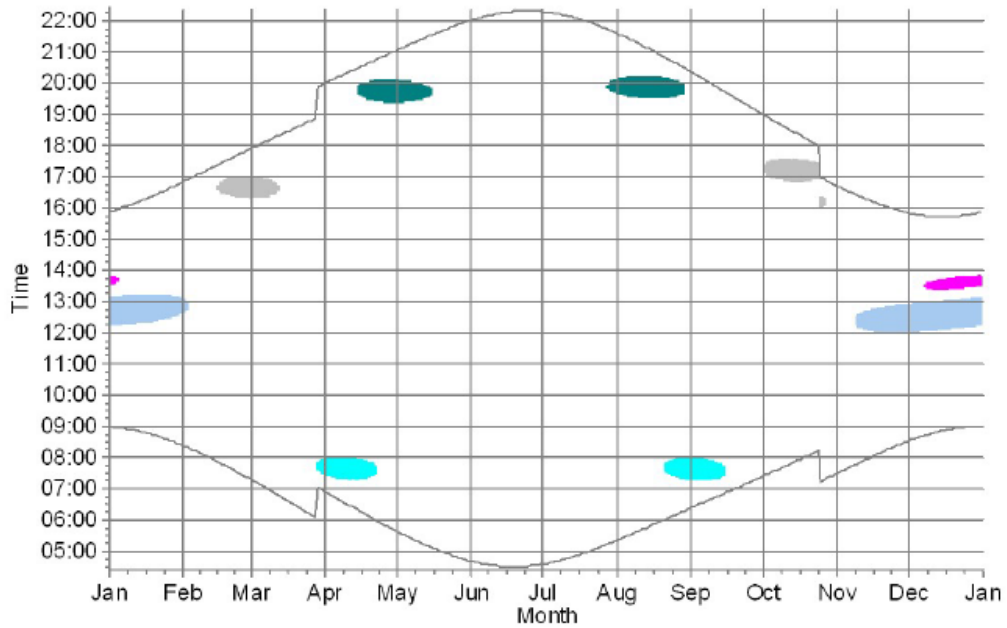
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)











WTGs

- 6: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)
- 11: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)
- 7: ENERCON E-175 EPS 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)

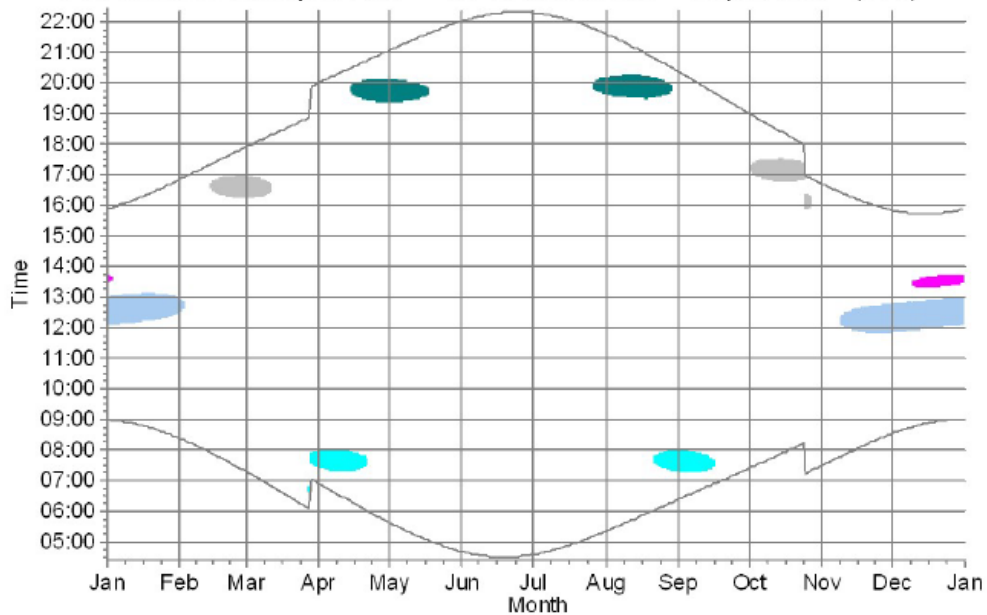
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)











WTGs

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|   | 5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (5)   |   | 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12) |
|   | 6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)   |   | 12: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (13) |
|   | 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)   |   | 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14) |
|  | 10: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (10) |  | 15: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (16) |

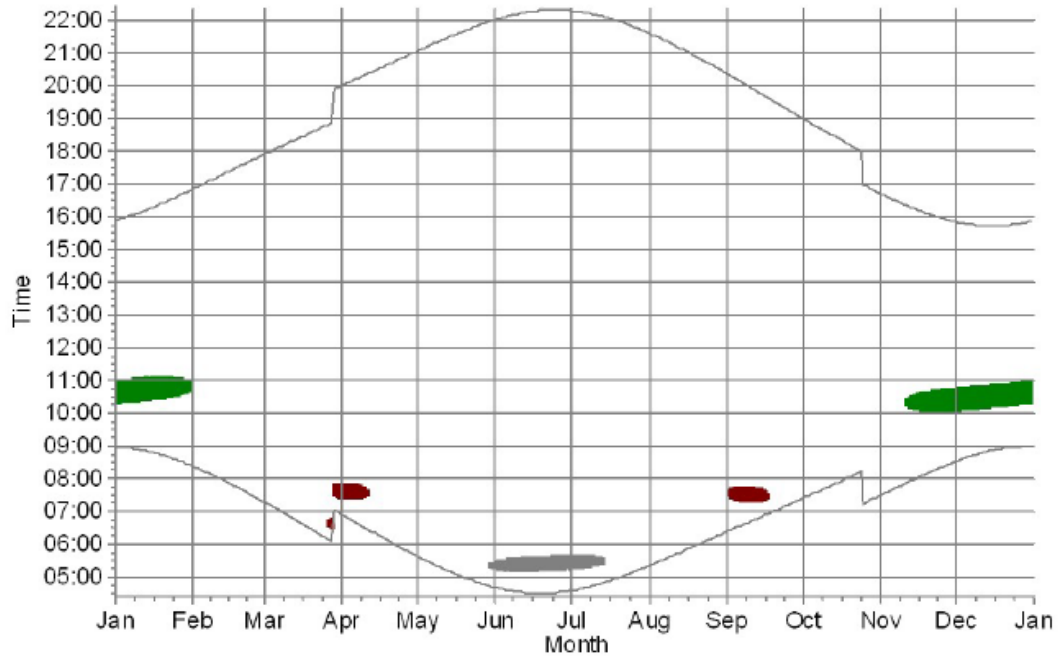
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (5)   |  | 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12) |
|  | 6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)   |  | 12: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (13) |
|  | 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)   |  | 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14) |
|  | 10: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (10) |  | 15: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (16) |

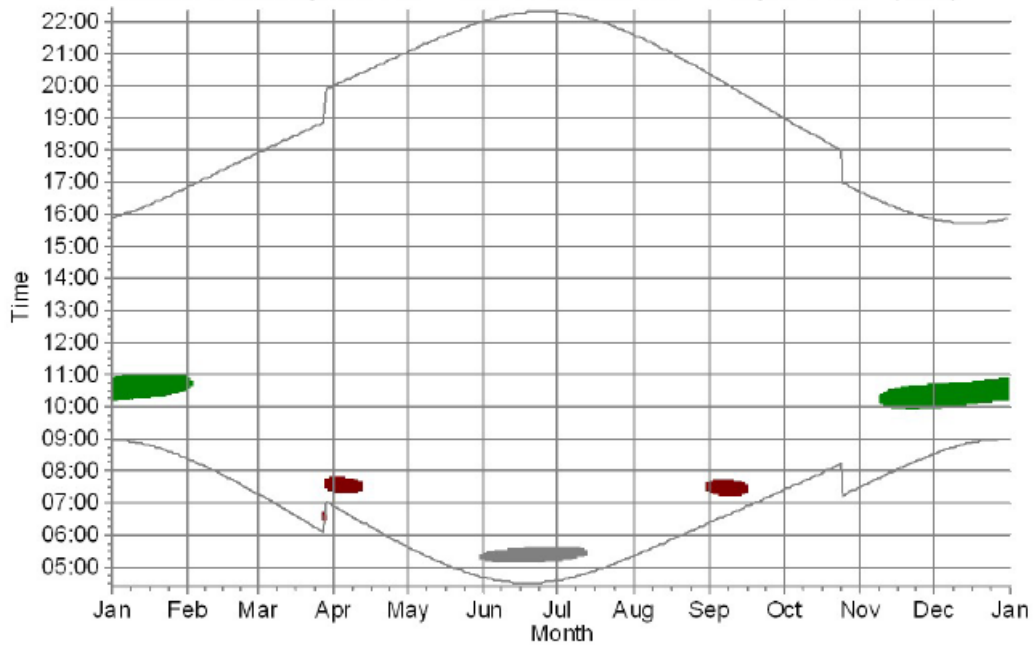
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

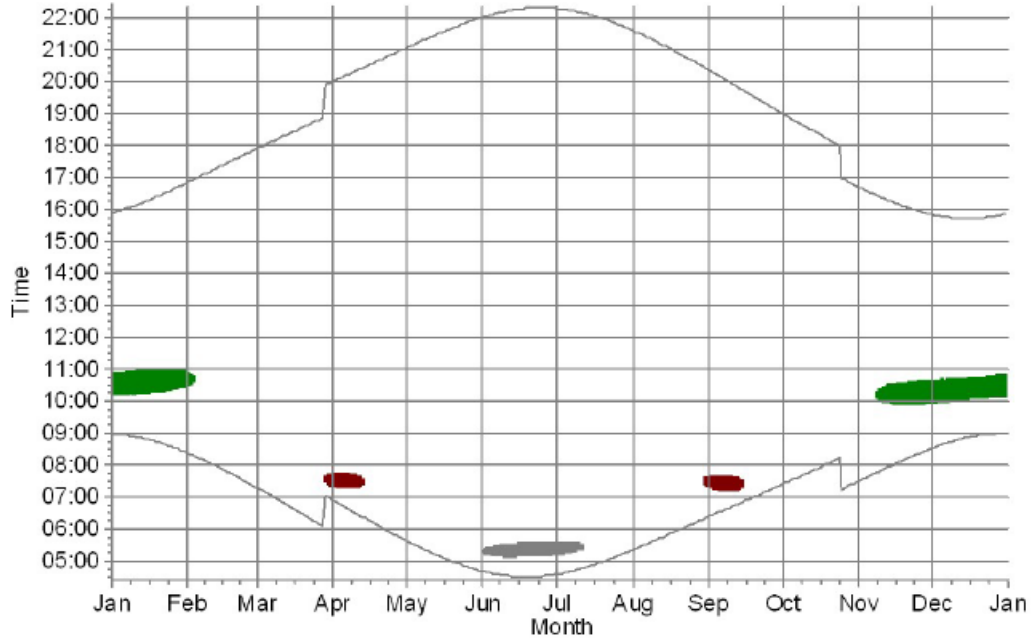
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

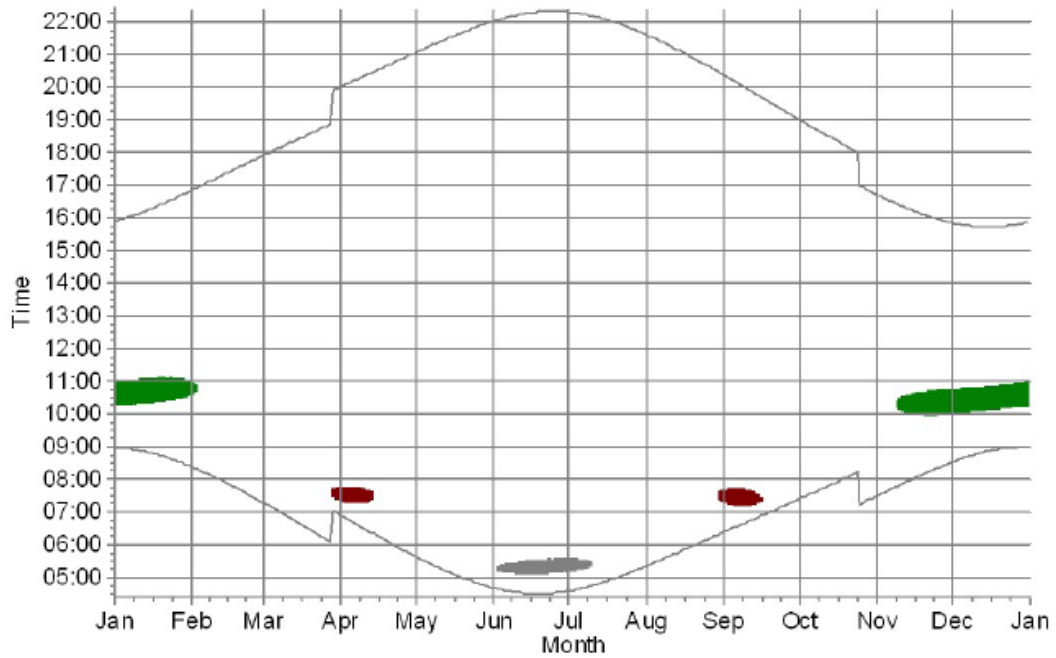
**FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)**



WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

**FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)**

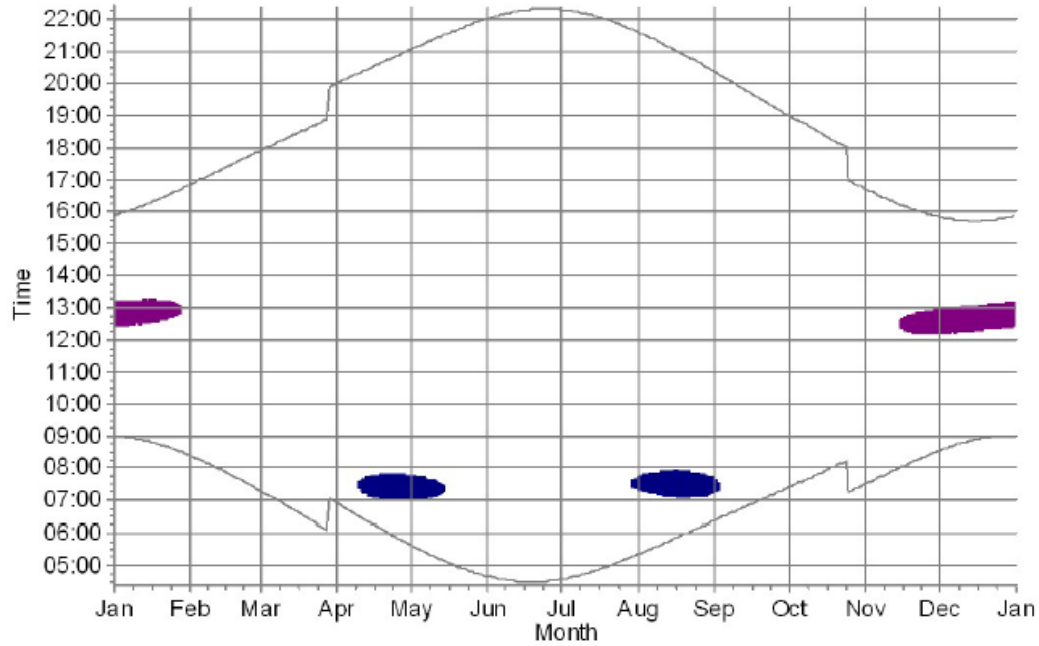


WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

## NORDEX N163/6.X

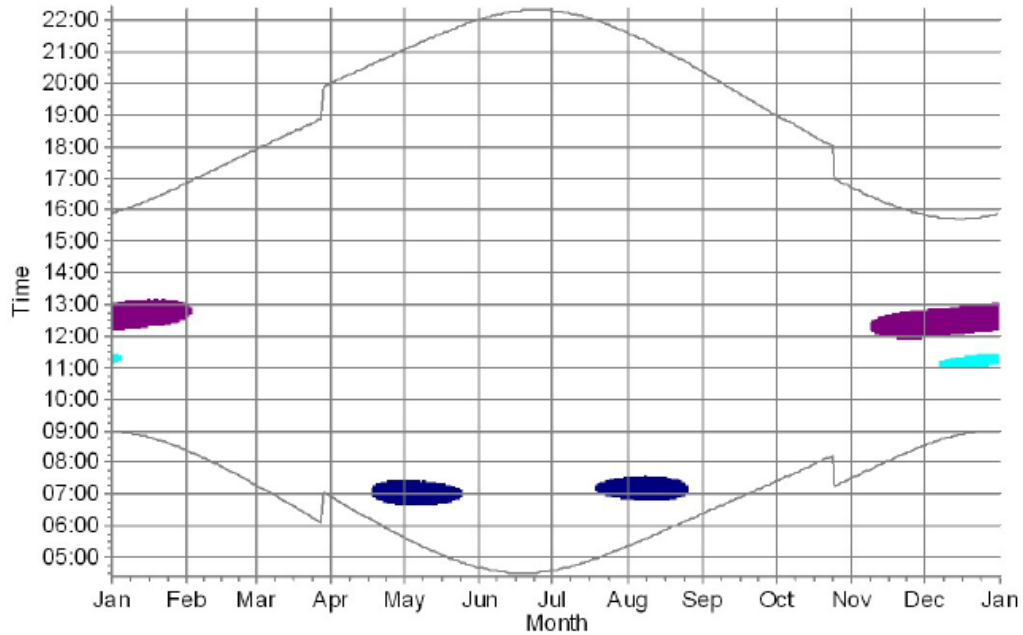
BQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (74)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |   | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |  | 14: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (15) |

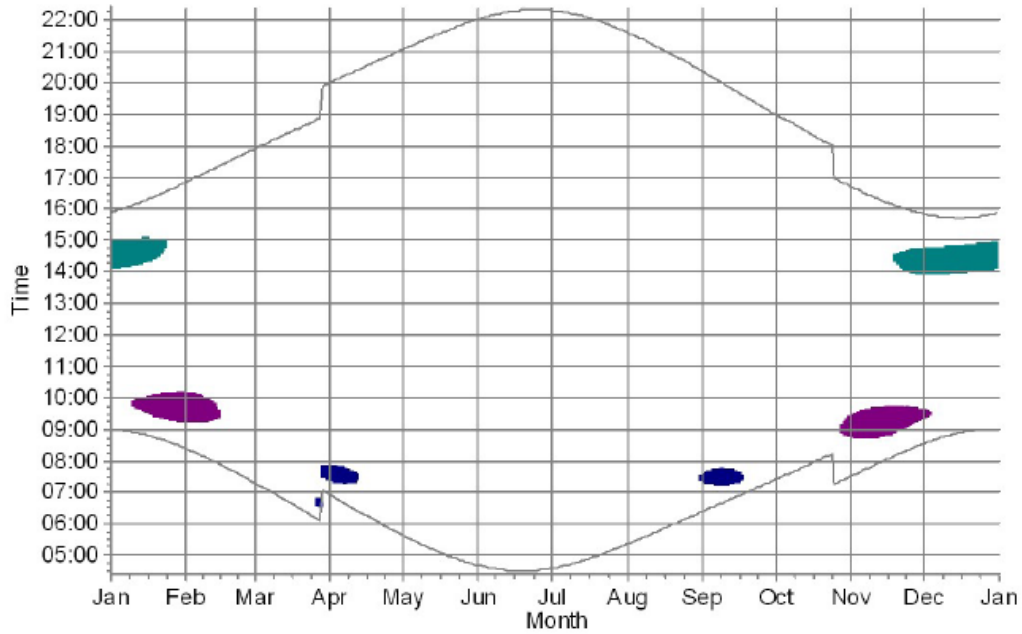
BS: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (76)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |  | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |  | 14: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (15) |

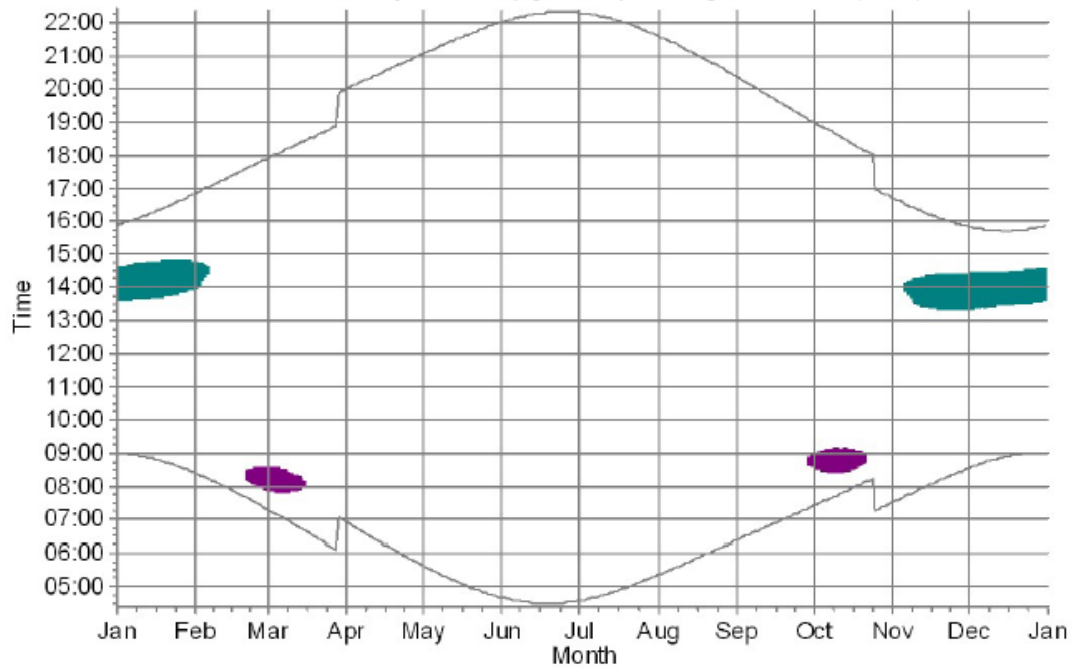
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)
- 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12)
- 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)

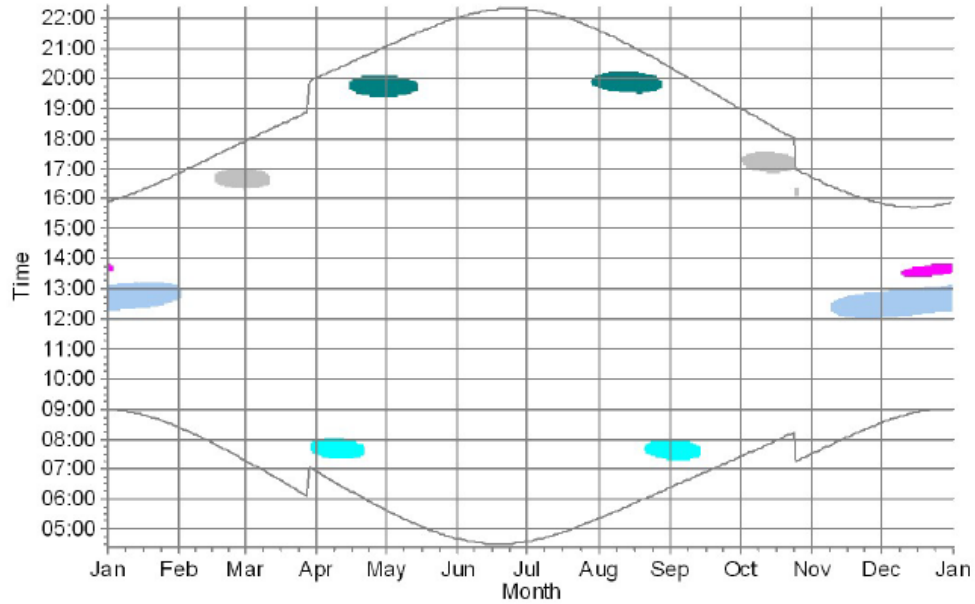
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)











WTGs

- 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)
- 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12)
- 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)

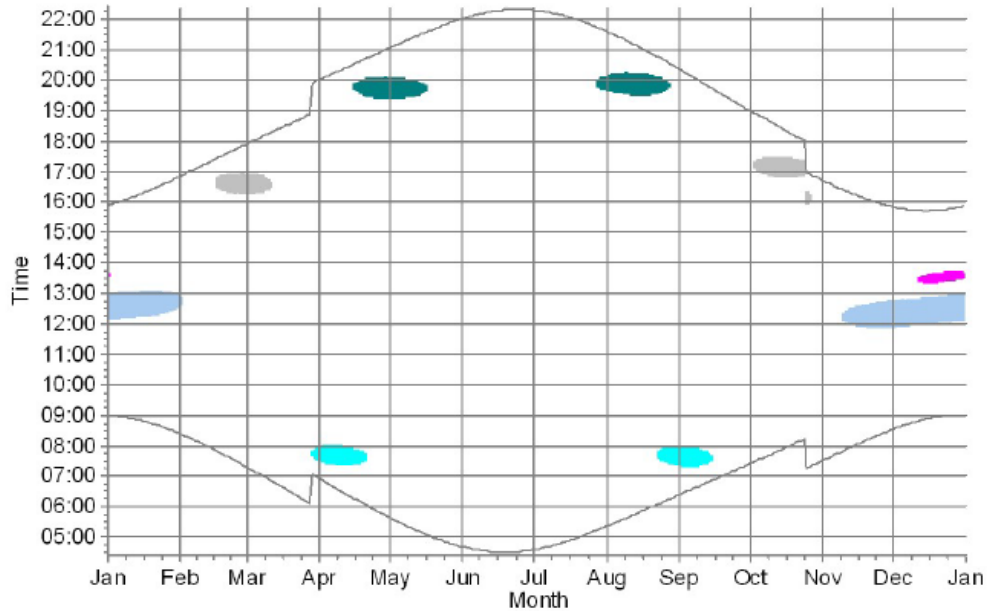
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)











WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  5: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (5)   |  11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |
|  6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)   |  12: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (13) |
|  7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |  13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  10: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (10) |  15: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (16) |

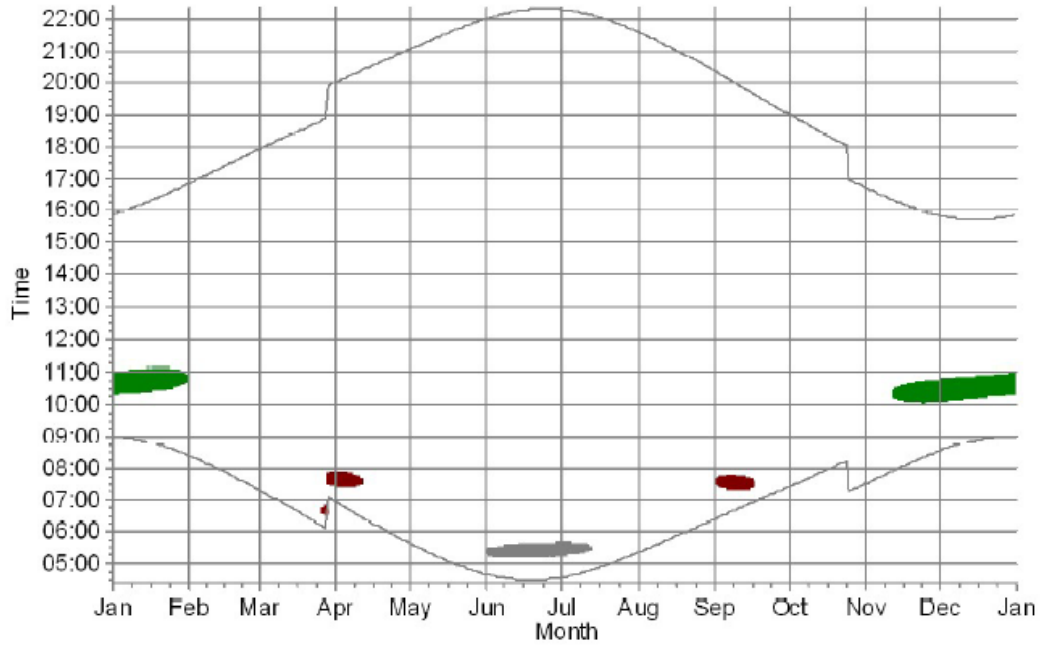
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  5: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (5)   |  11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |
|  6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)   |  12: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (13) |
|  7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |  13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  10: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (10) |  15: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (16) |

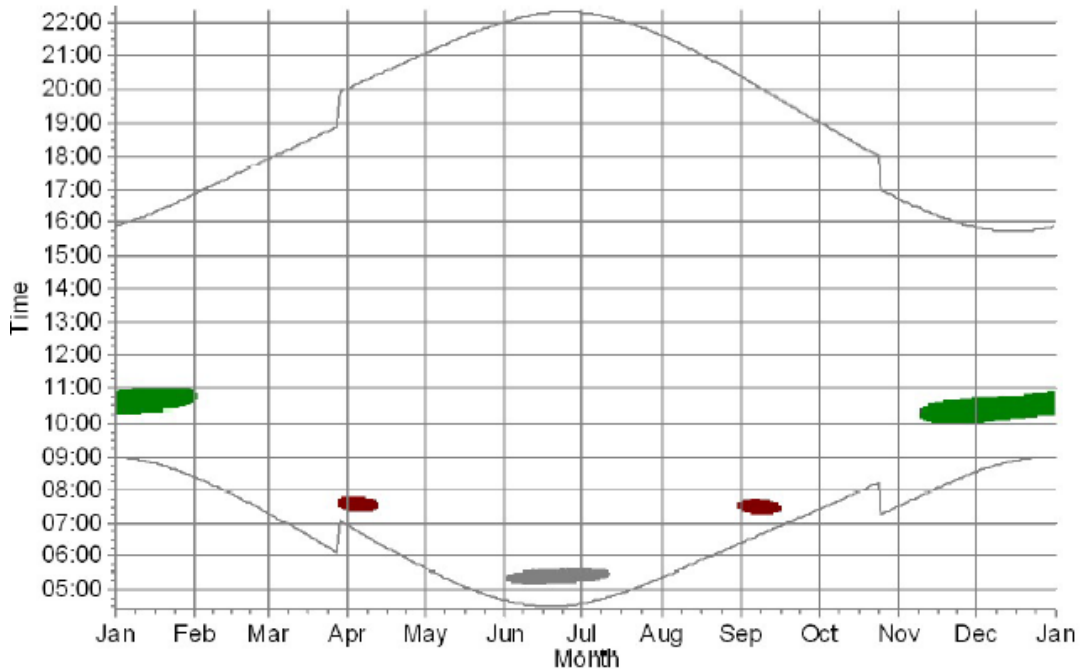
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)

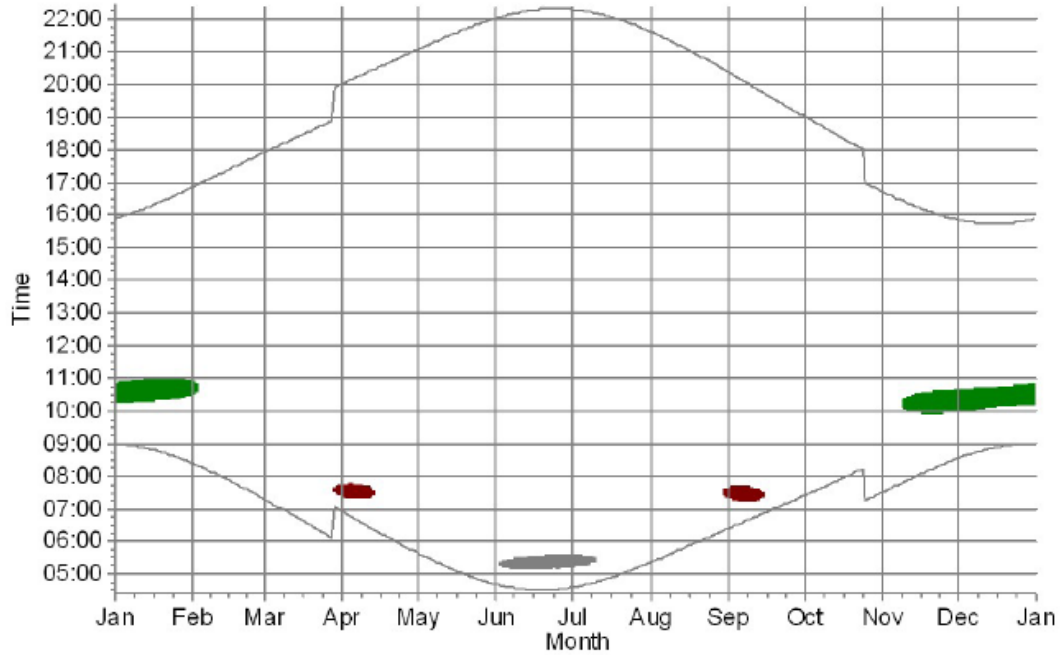
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 2: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (2)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)

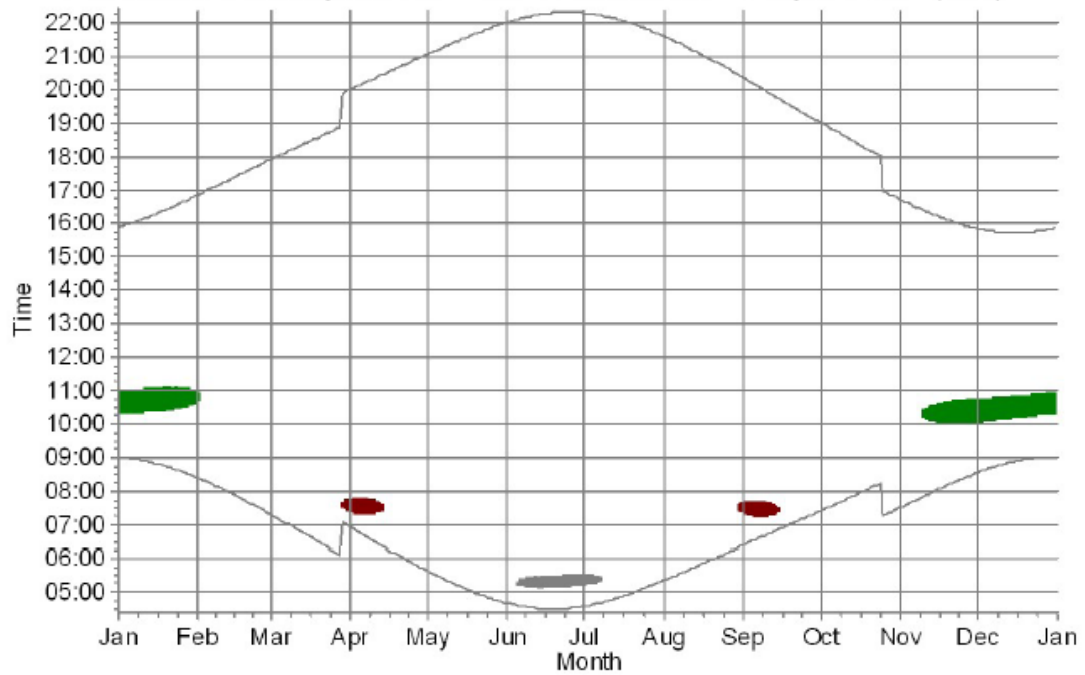
FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

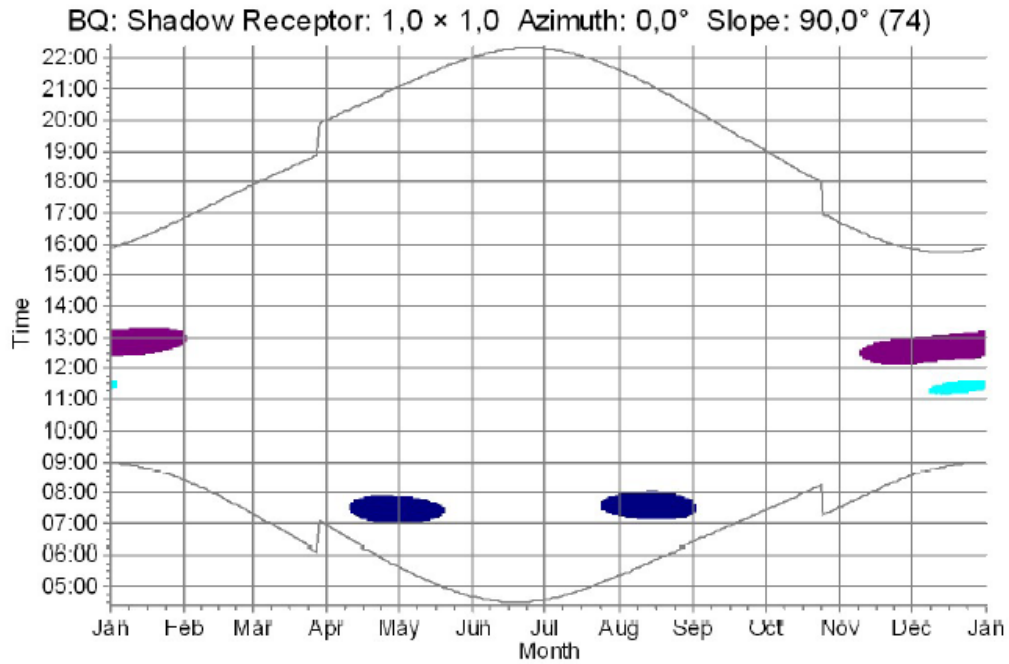
FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)



WTGs

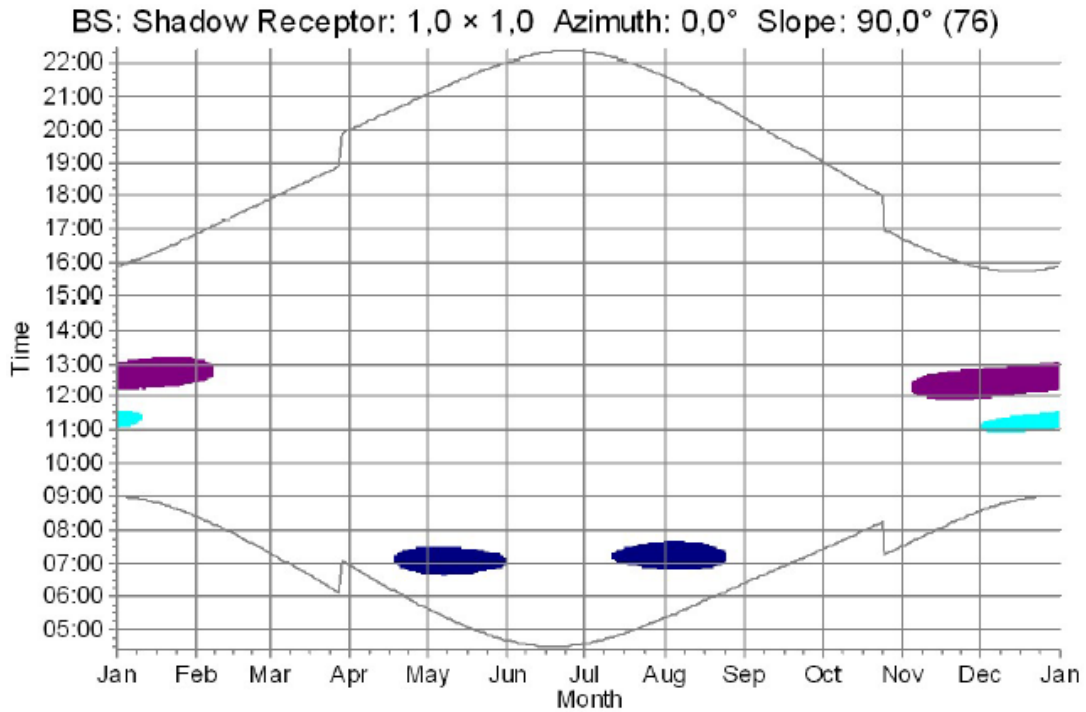
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

## NORDEX N175/6.X



WTGs

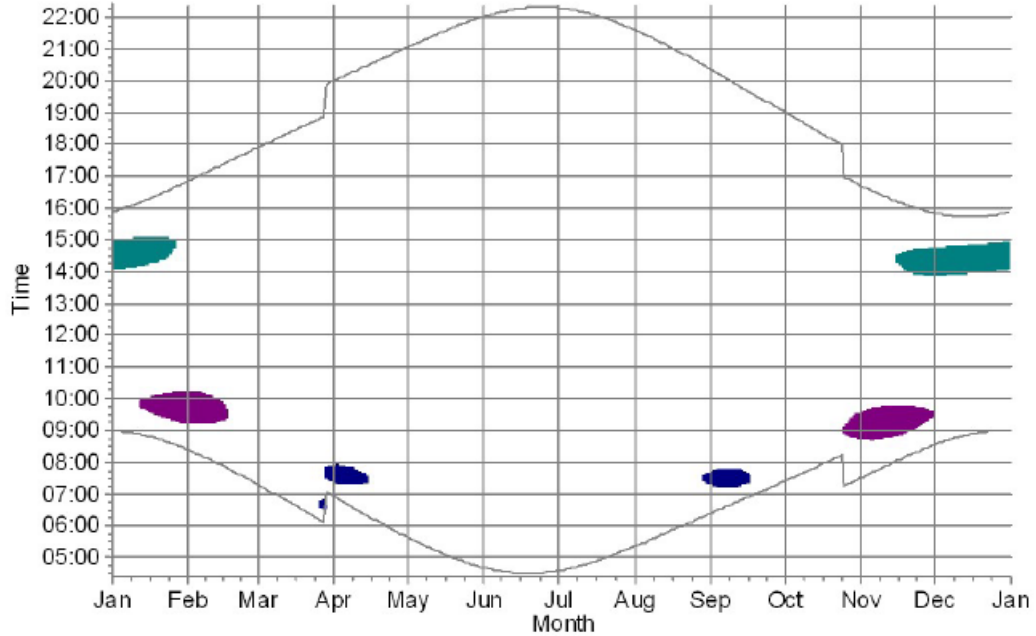
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|




WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (15)</li> </ul> |
|--|--|

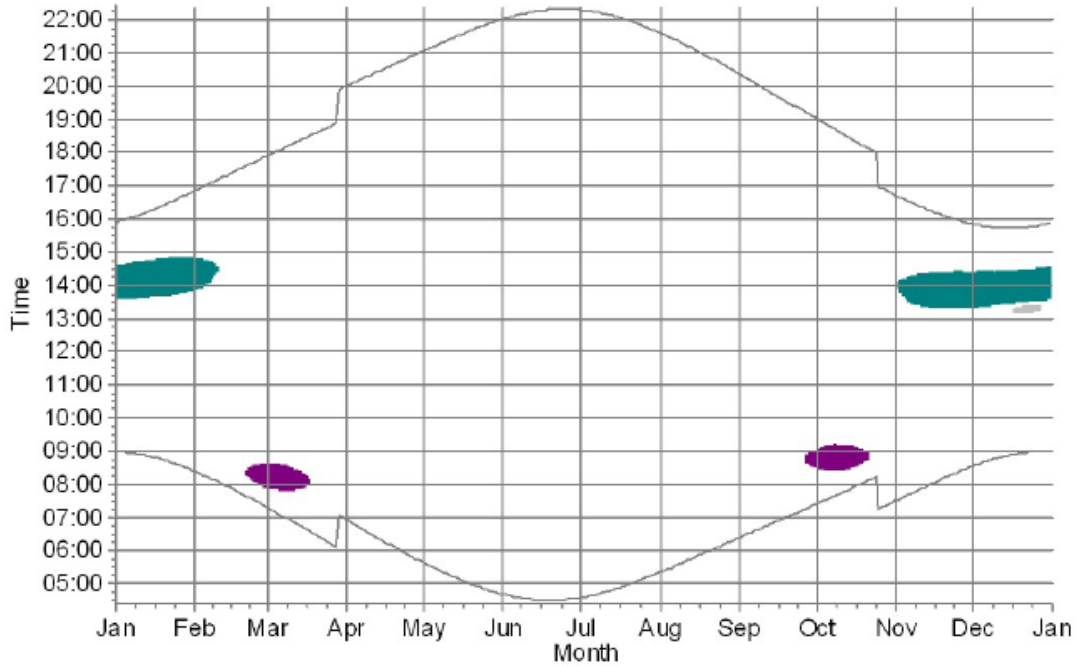
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)






WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6) |  | 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12) |
|  | 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7) |  | 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14) |

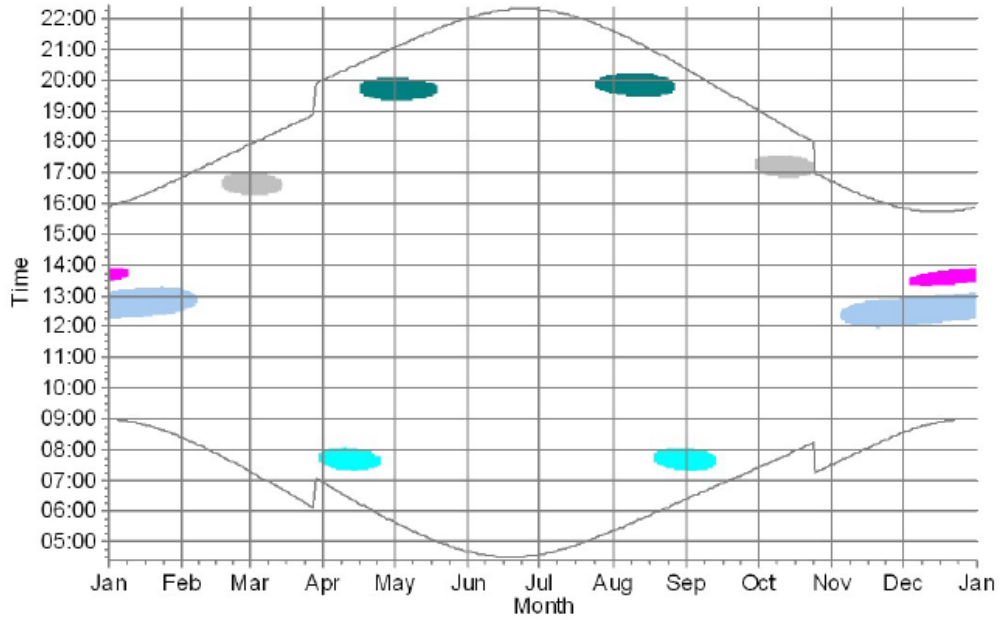
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)











WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6) |  | 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12) |
|  | 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7) |  | 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14) |

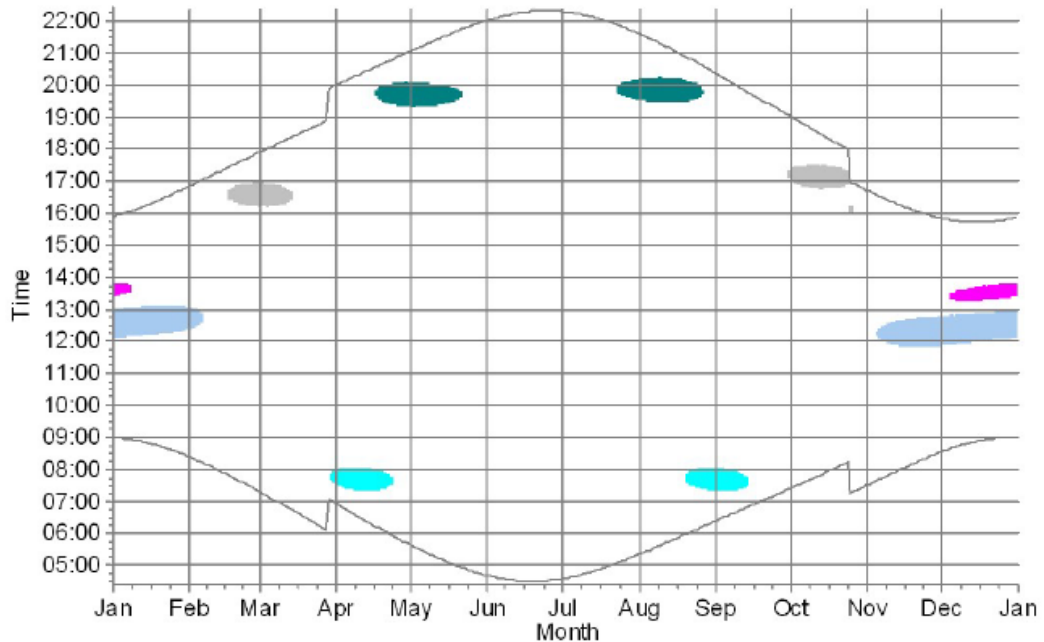
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)











WTGs

- |  |  |
|--|--|
|  5: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (5)    |  11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)  |
|  6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6)    |  12: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (13)  |
|  7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)    |  13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)  |
|  10: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (10) |  15: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (16) |

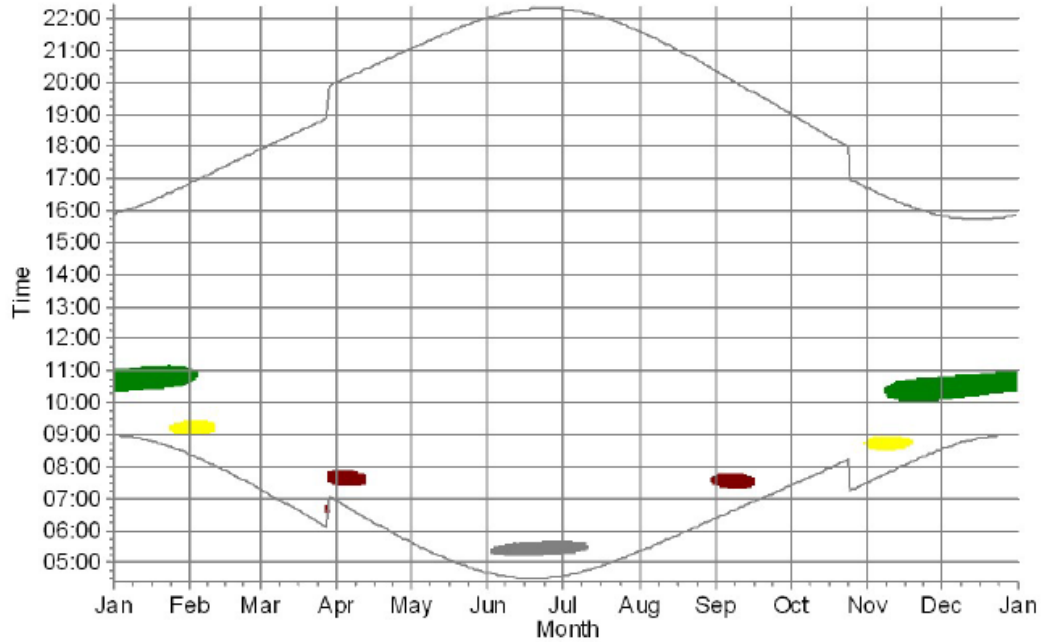
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
|  5: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (5)   |  11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12) |
|  6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6)   |  12: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (13) |
|  7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)   |  13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14) |
|  10: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (10) |  15: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (16) |

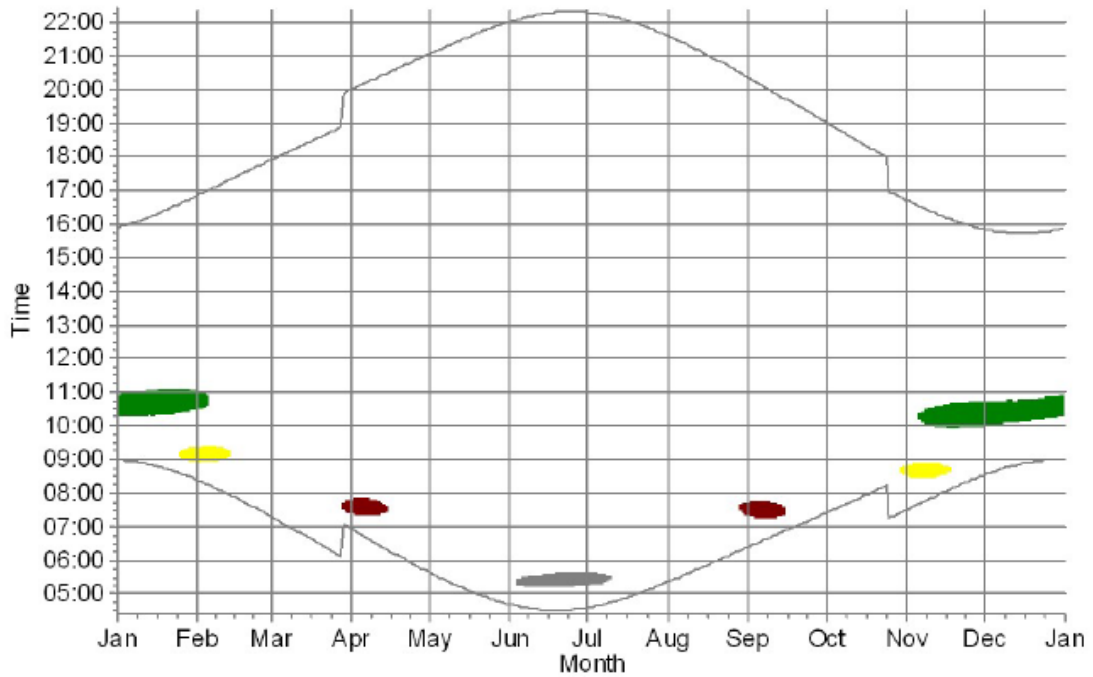
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)  |

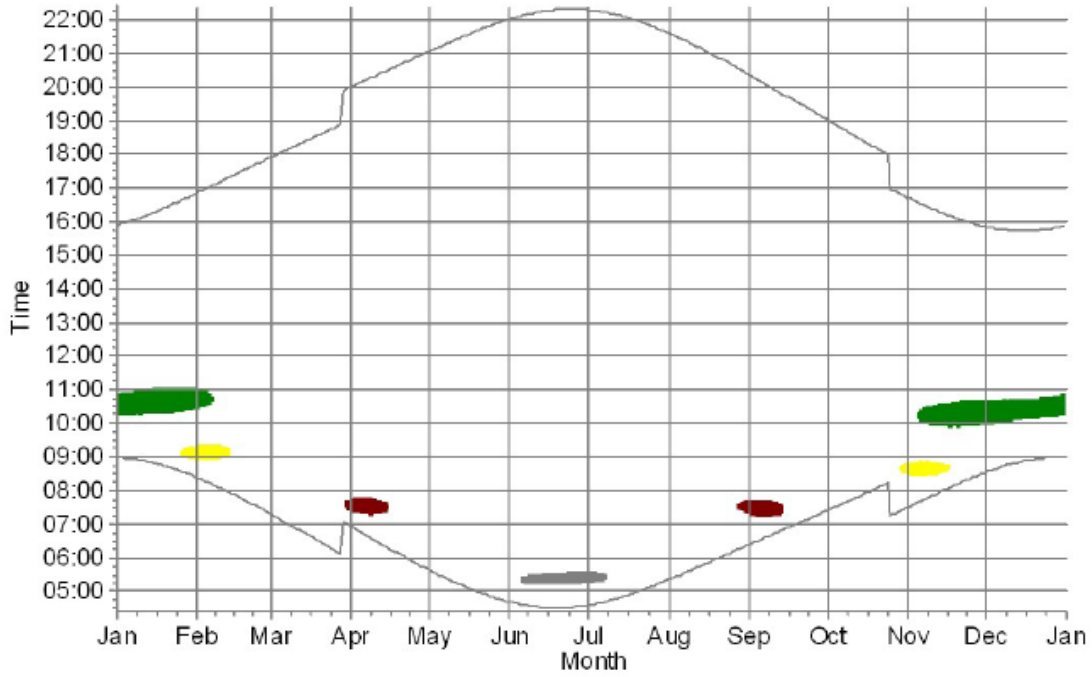
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4) |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)  |

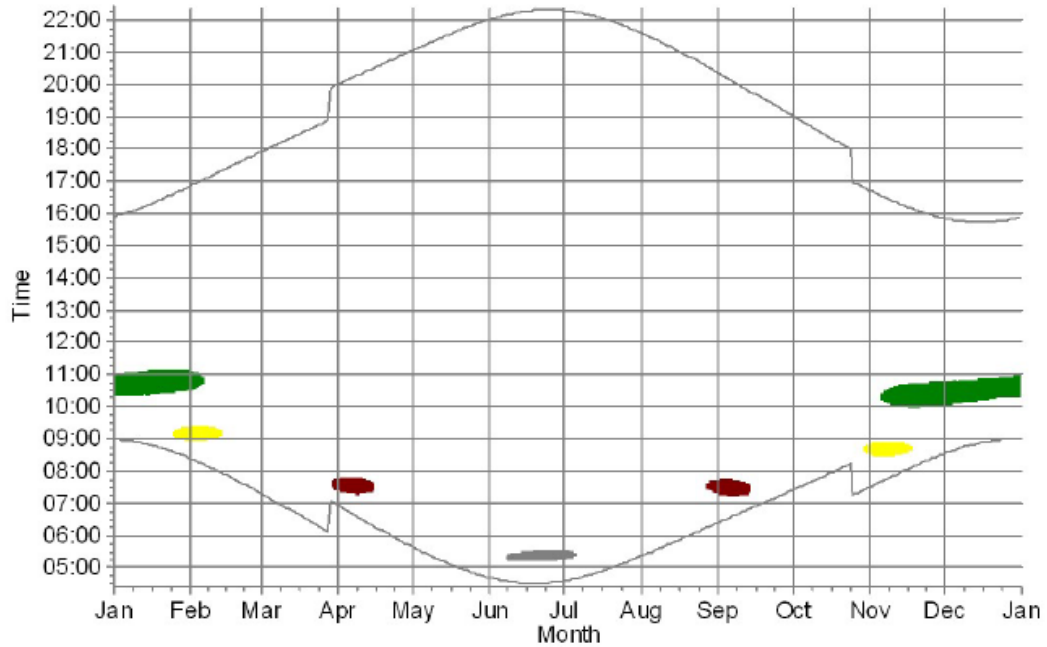
**FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)**



WTGs

- 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)
  - 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)
- 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)
  - 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)

**FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)**

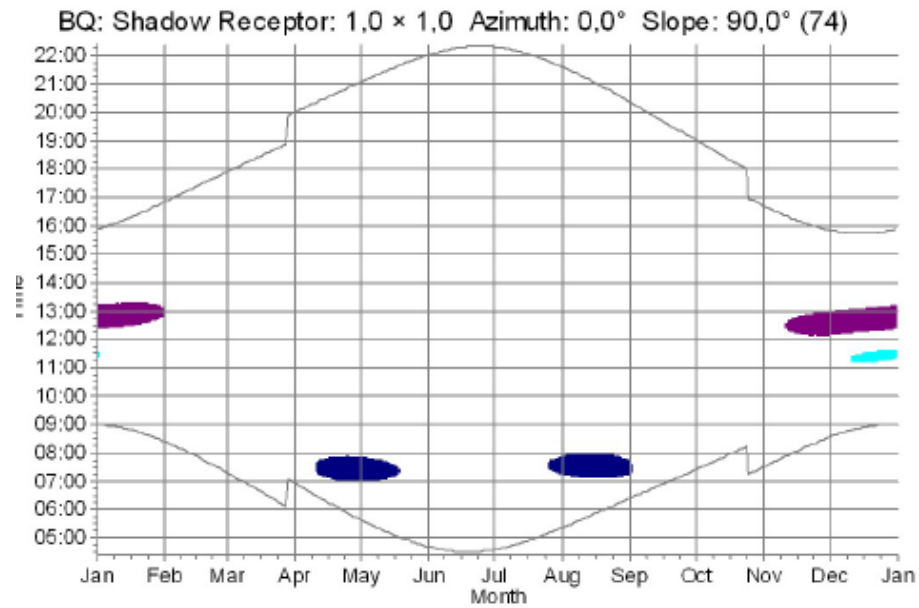


WTGs

- 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)
  - 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)
- 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)
  - 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)

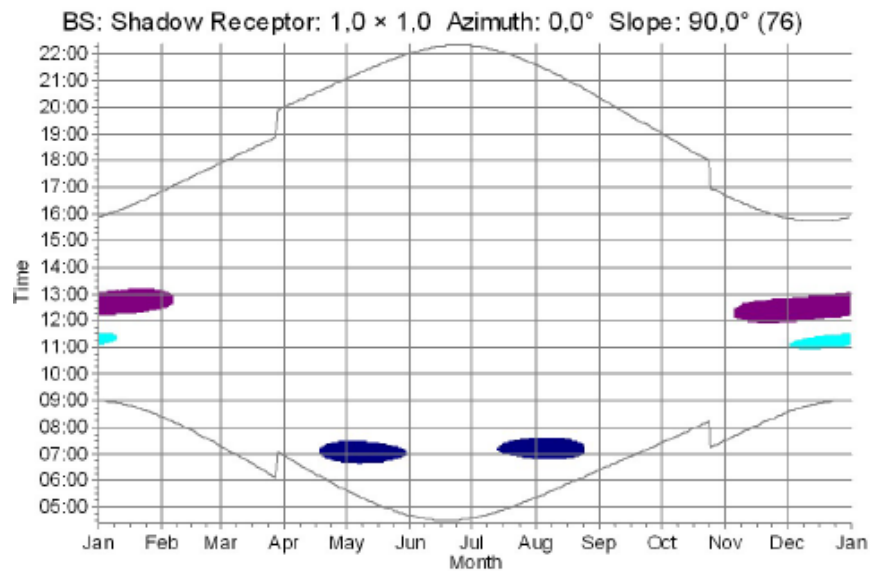
Receptoru mirguļošanas grafiki reālajā situācijā (Izdrukas no WindPro 4.0.)

**VESTAS V172-7.2**



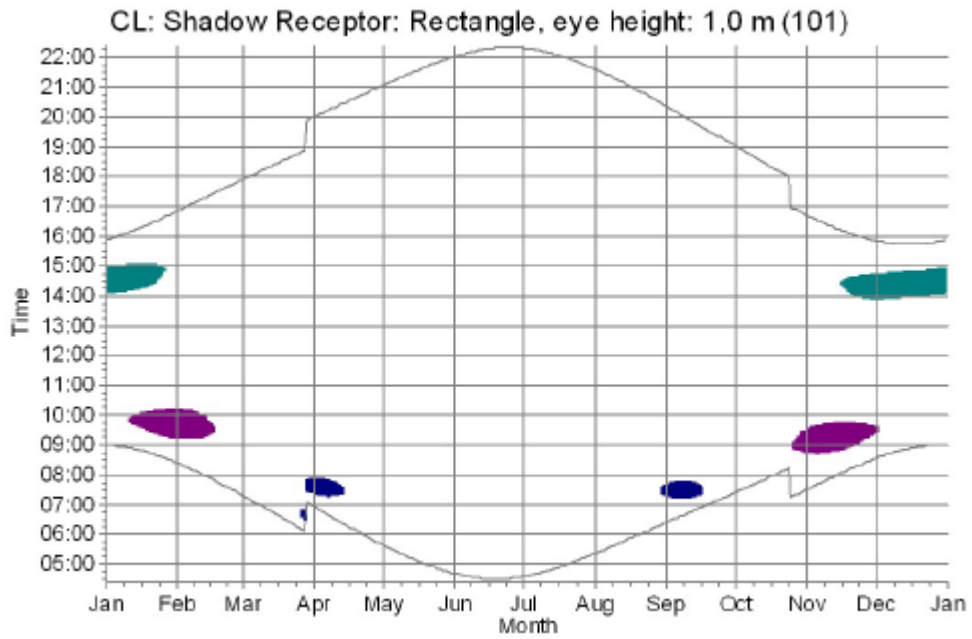
WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |  | 14: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (15) |



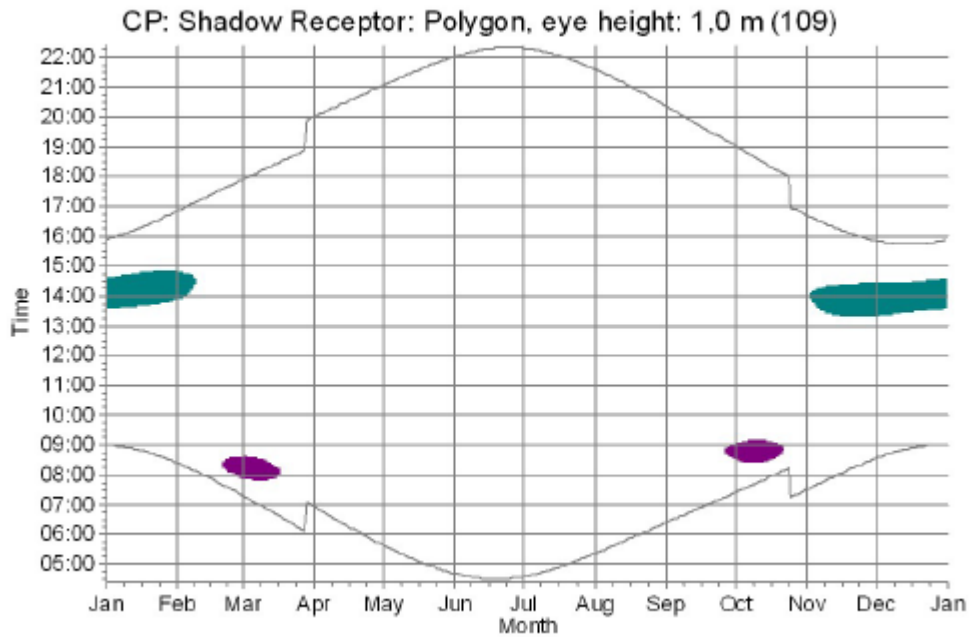
WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |  | 14: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (15) |




WTGs

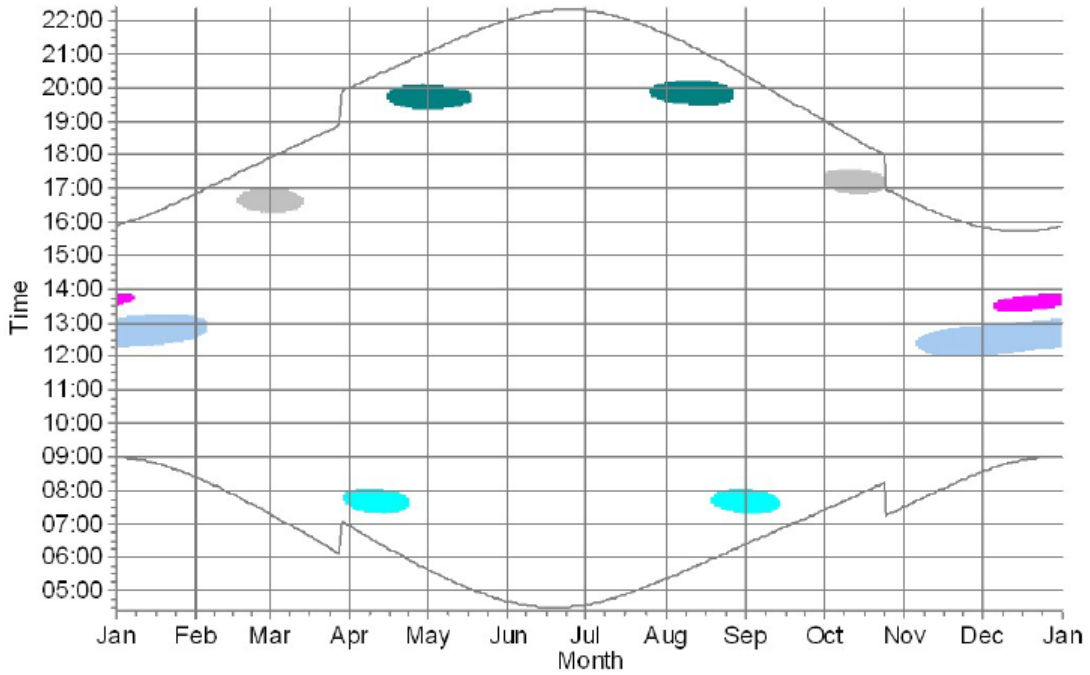
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6) |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7) |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |




WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6) |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7) |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |

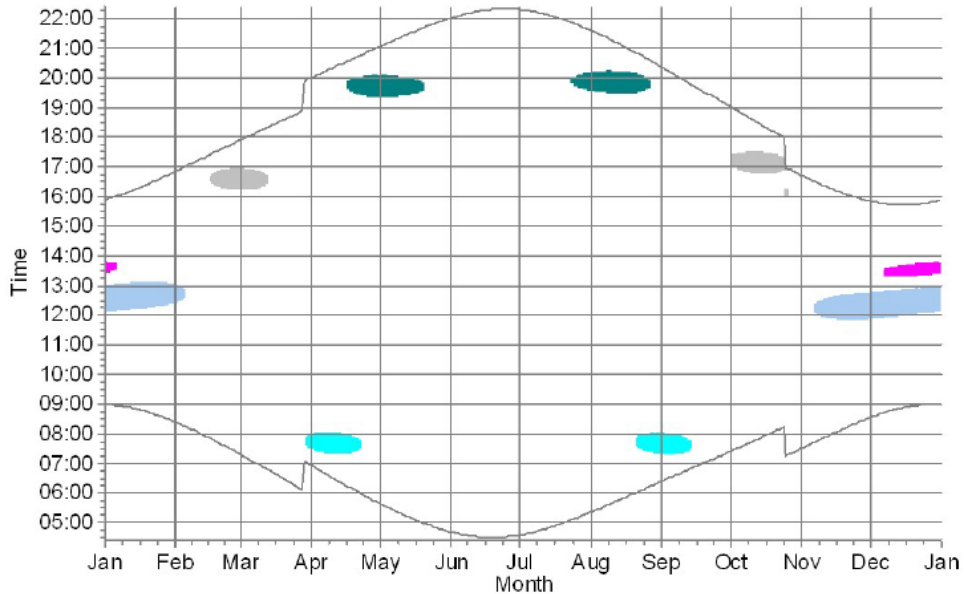
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)




WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|    | 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)   |    | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|    | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)   |    | 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13) |
|   | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |   | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) |  | 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

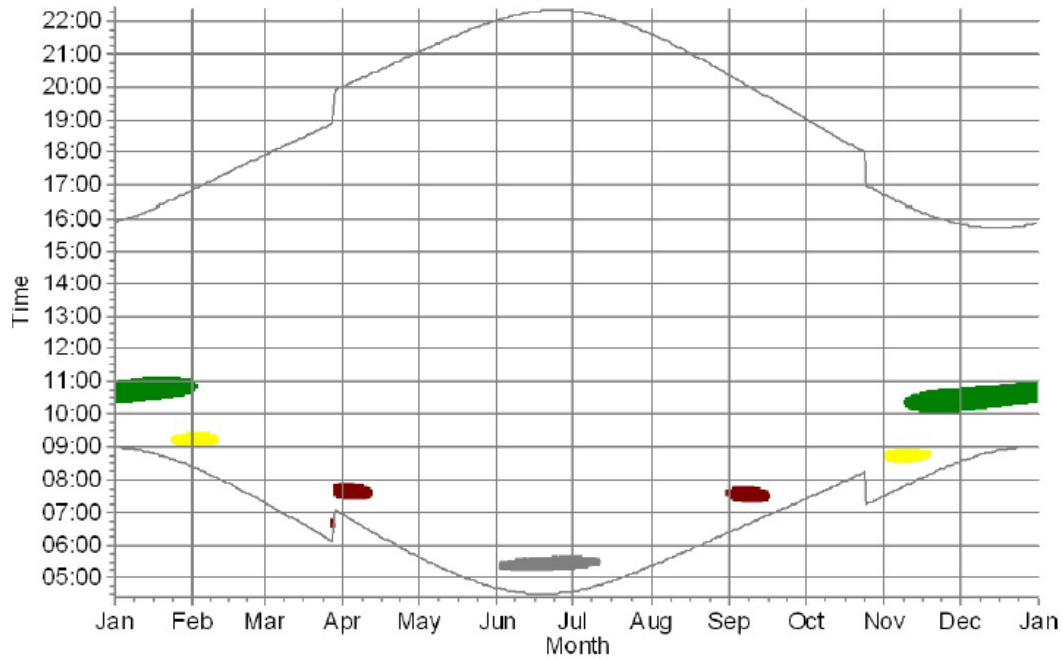
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 5: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (5)   |  | 11: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (12) |
|  | 6: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (6)   |  | 12: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (13) |
|  | 7: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (7)   |  | 13: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (14) |
|  | 10: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (10) |  | 15: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IO! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (16) |

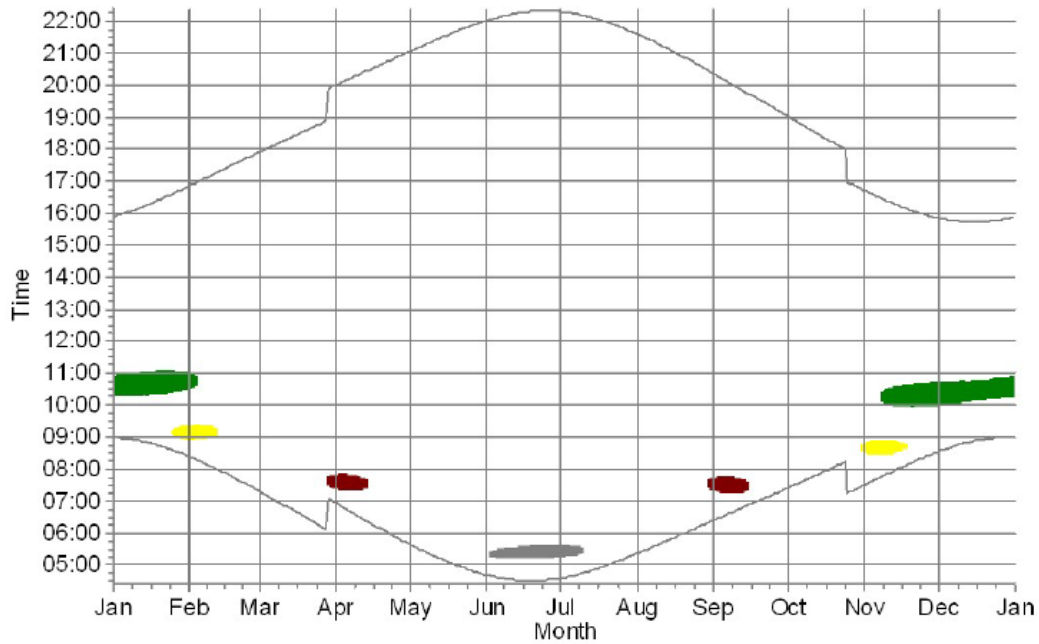
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

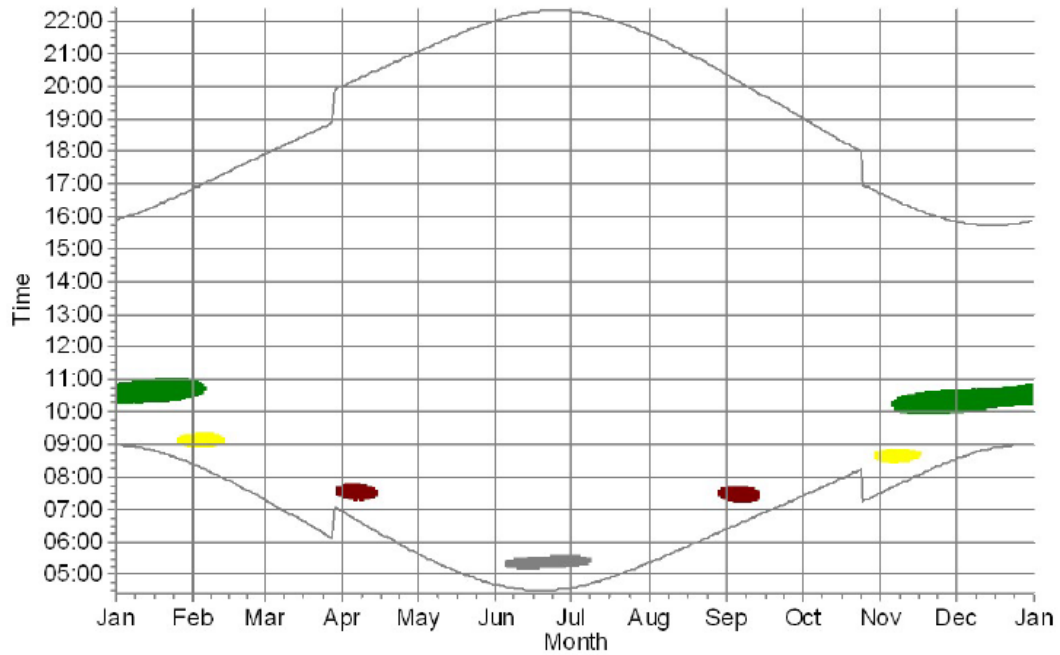
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !OI! hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

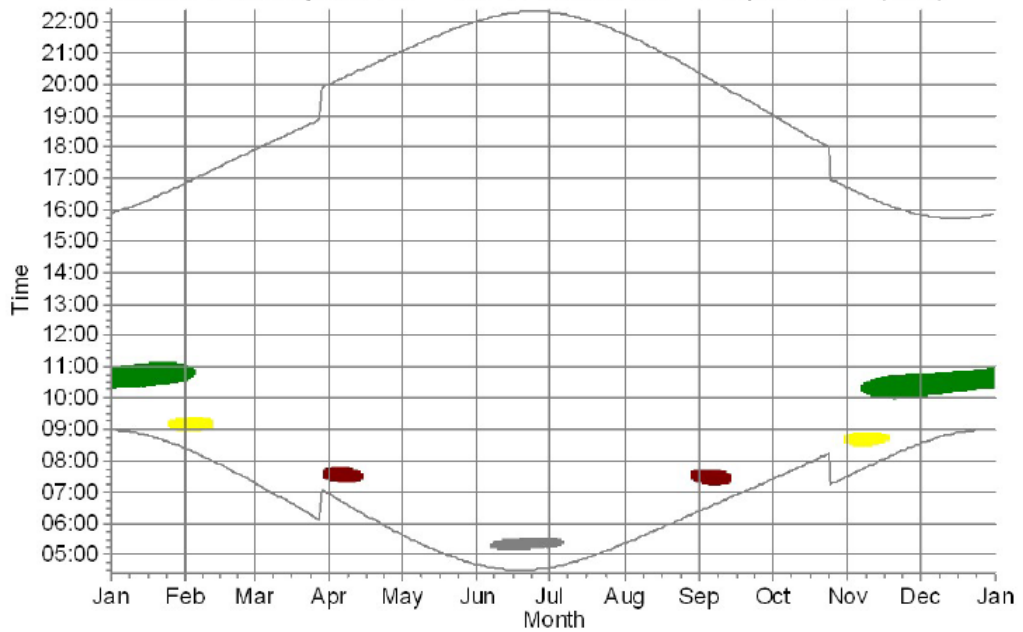
FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

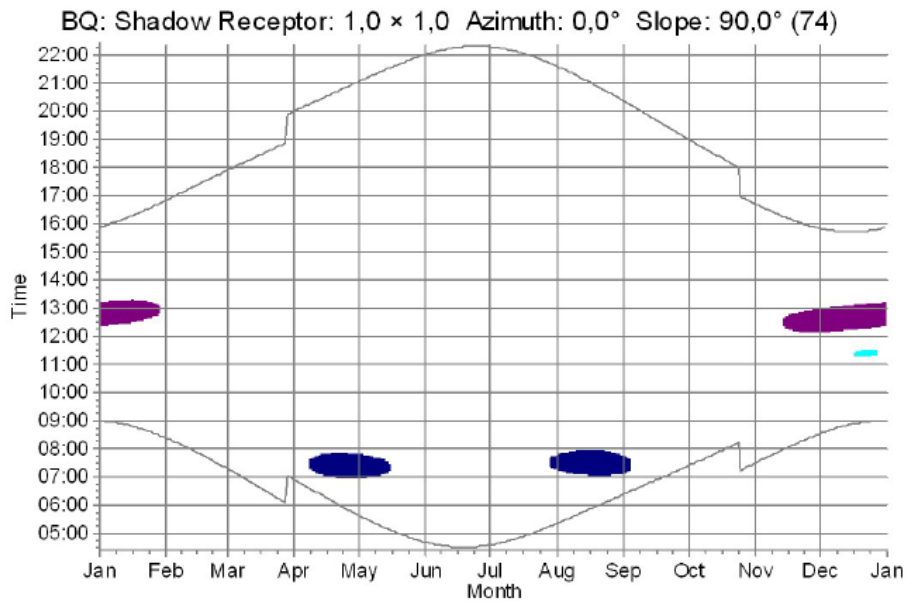
FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)



WTGs

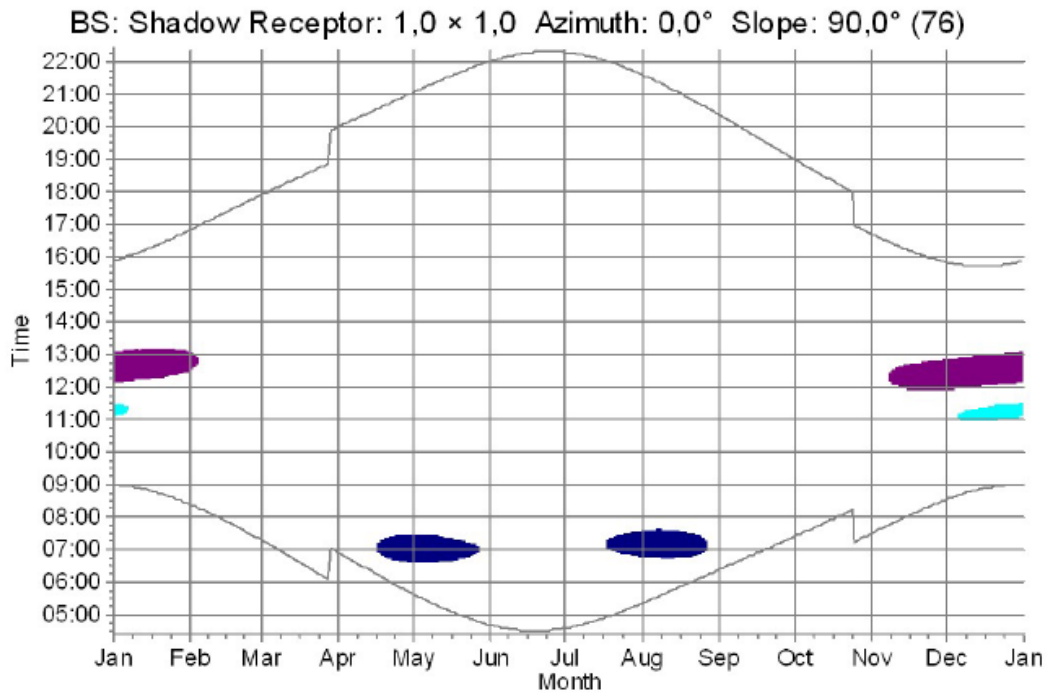
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 175,0 m (TOT: 261,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

## ENERCON E-175 EP5



WTGs

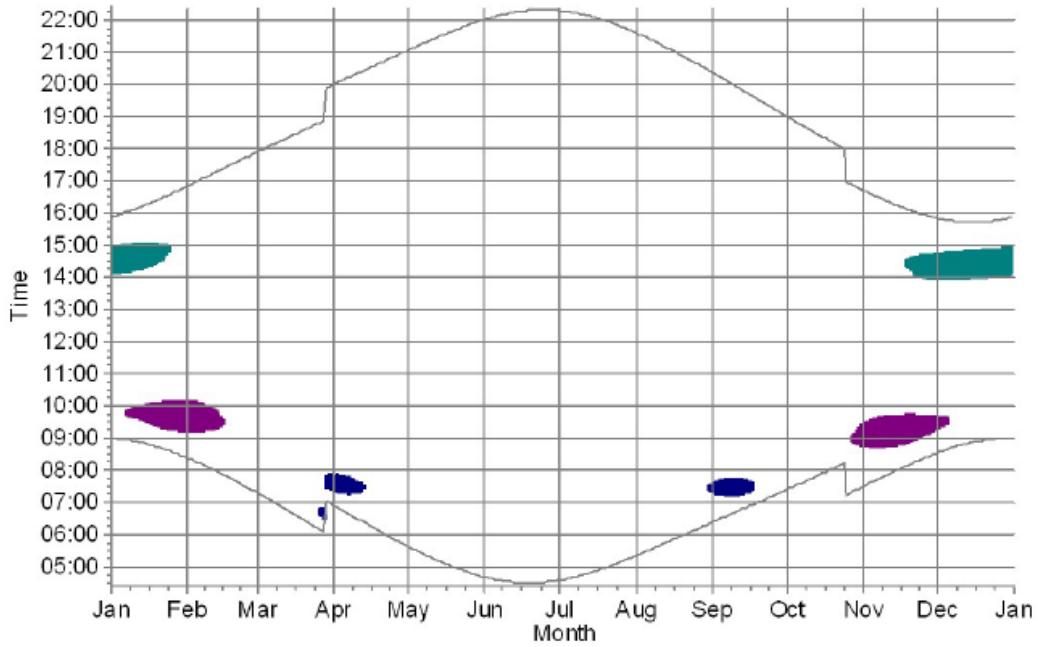
- |   |   |
|---|---|
| <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</p> | <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (15)</p> |
|---|---|



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: darkblue; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</p> | <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</p> <p><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightgreen; margin-right: 5px;"></span> 14: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IO! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (15)</p> |
|---|---|

CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

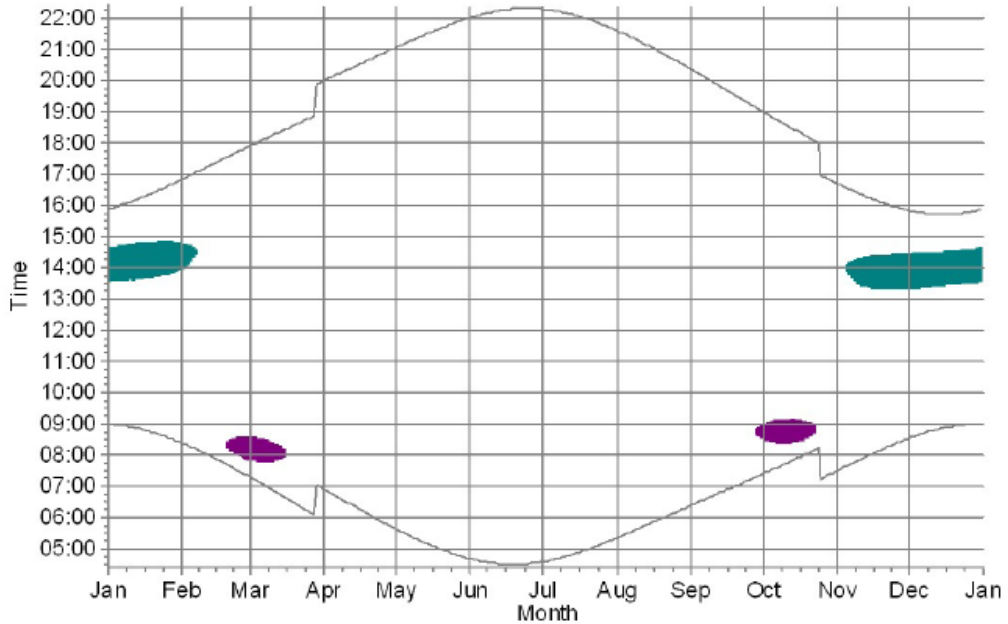


6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)  
7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)



11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)

CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)



WTGs

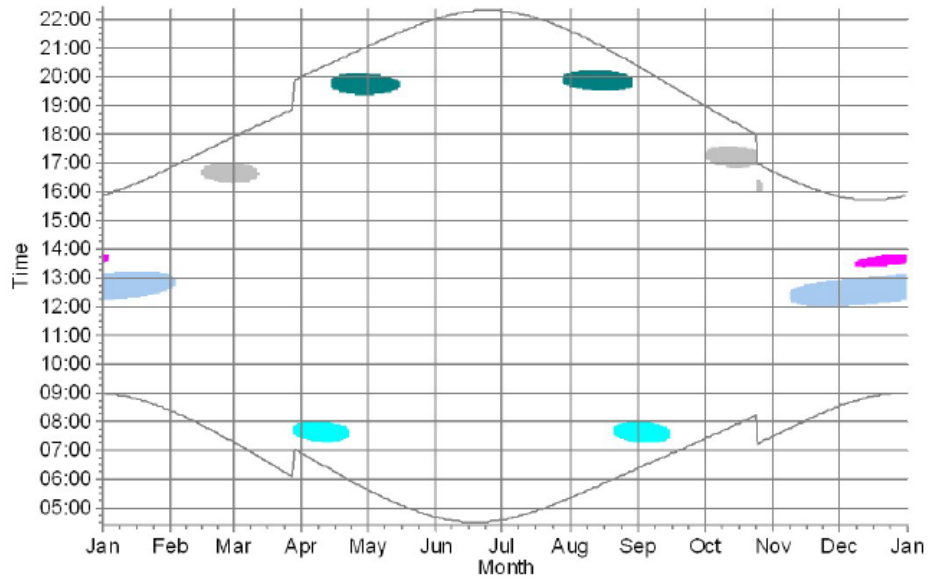


6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)  
7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)



11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !OI! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)

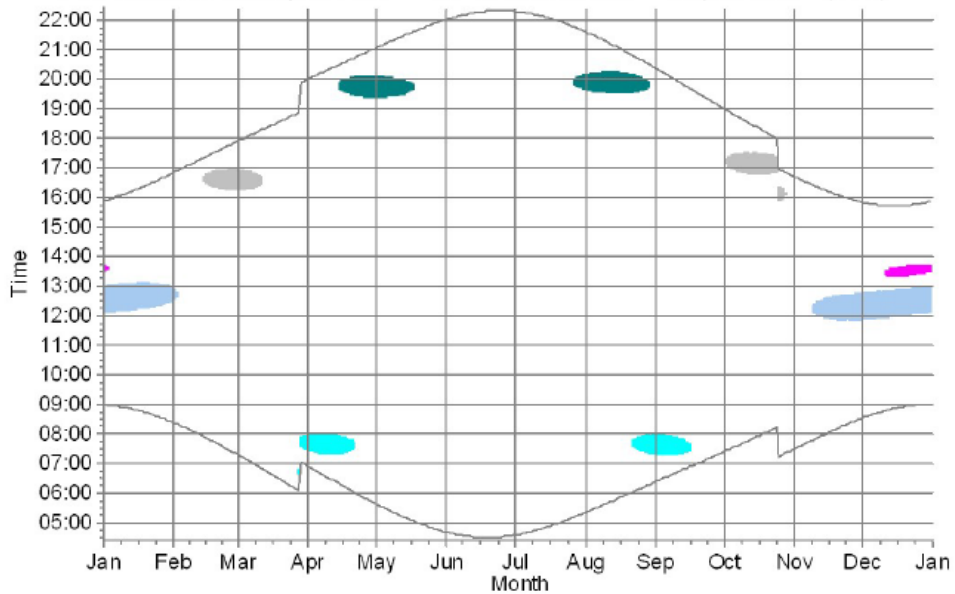
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF00FF; margin-right: 5px;"></span> 5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (5)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008080; margin-right: 5px;"></span> 6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #000080; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808000; margin-right: 5px;"></span> 10: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> 12: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (13)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00FFFF; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> 15: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (16)</li> </ul> |
|--|--|

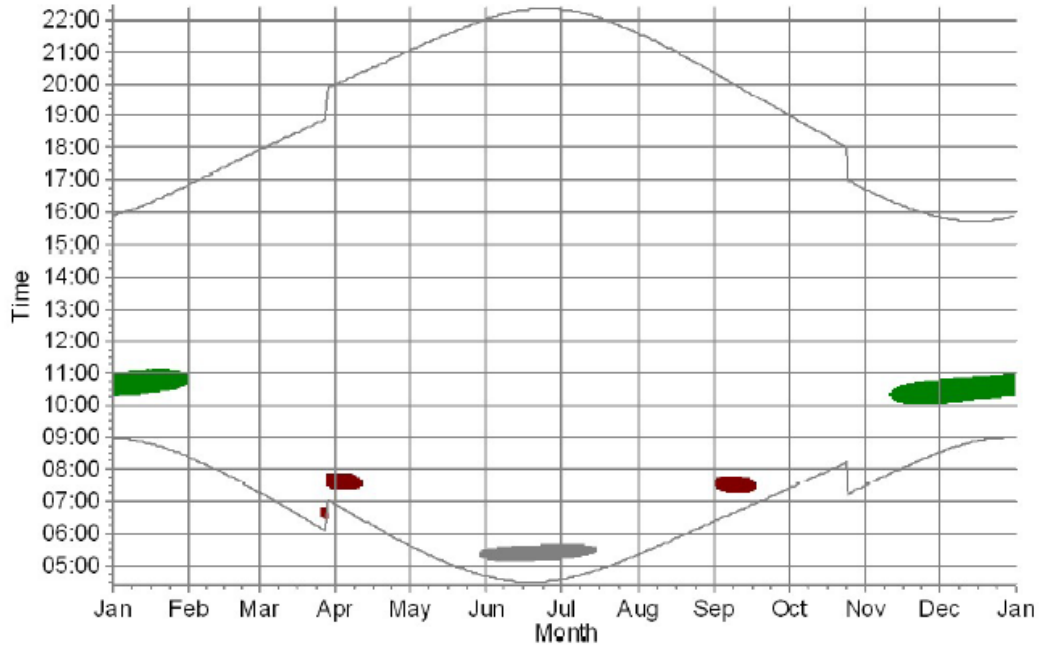
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF00FF; margin-right: 5px;"></span> 5: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (5)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008080; margin-right: 5px;"></span> 6: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (6)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #000080; margin-right: 5px;"></span> 7: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808000; margin-right: 5px;"></span> 10: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></span> 11: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (12)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #A9A9A9; margin-right: 5px;"></span> 12: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (13)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00FFFF; margin-right: 5px;"></span> 13: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> 15: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 !0! hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (16)</li> </ul> |
|--|--|

ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)

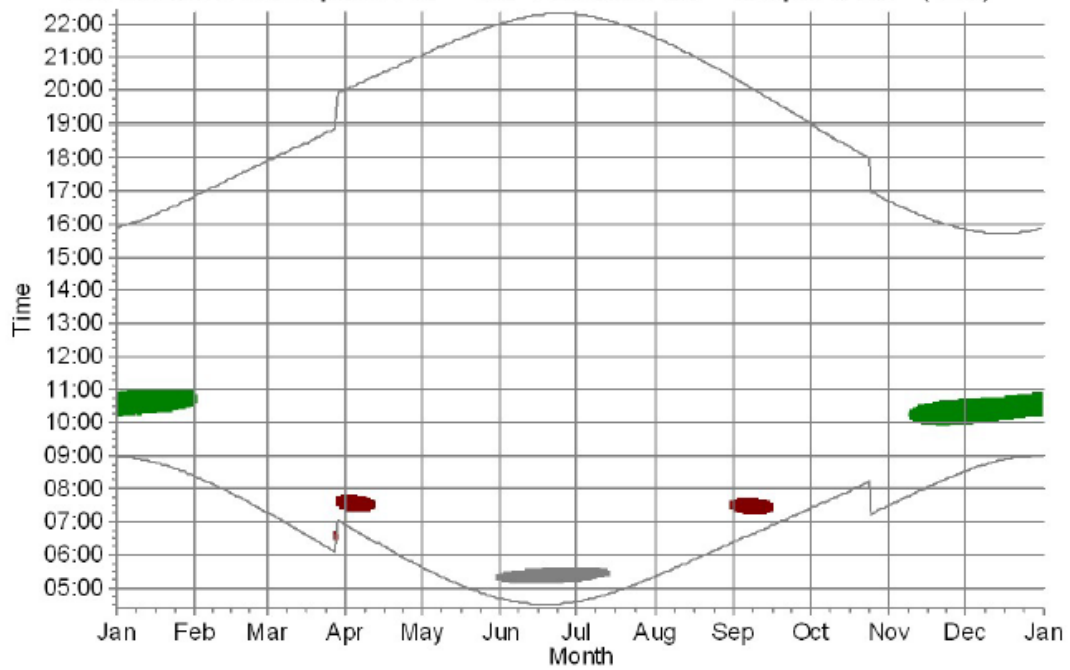


WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)

EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)

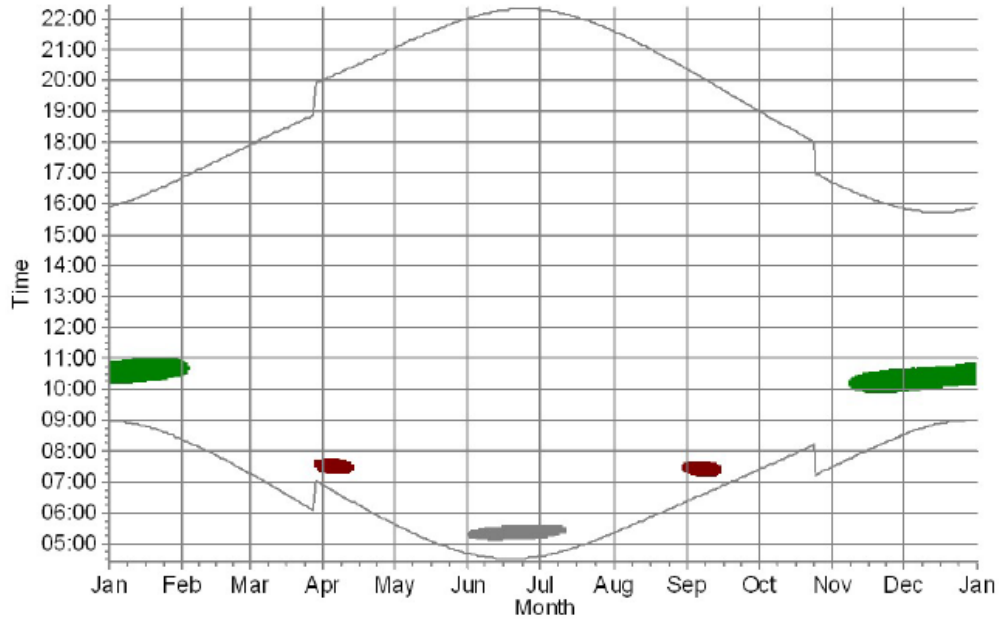


WTGs

- 1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)
- 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

- 8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)

FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)

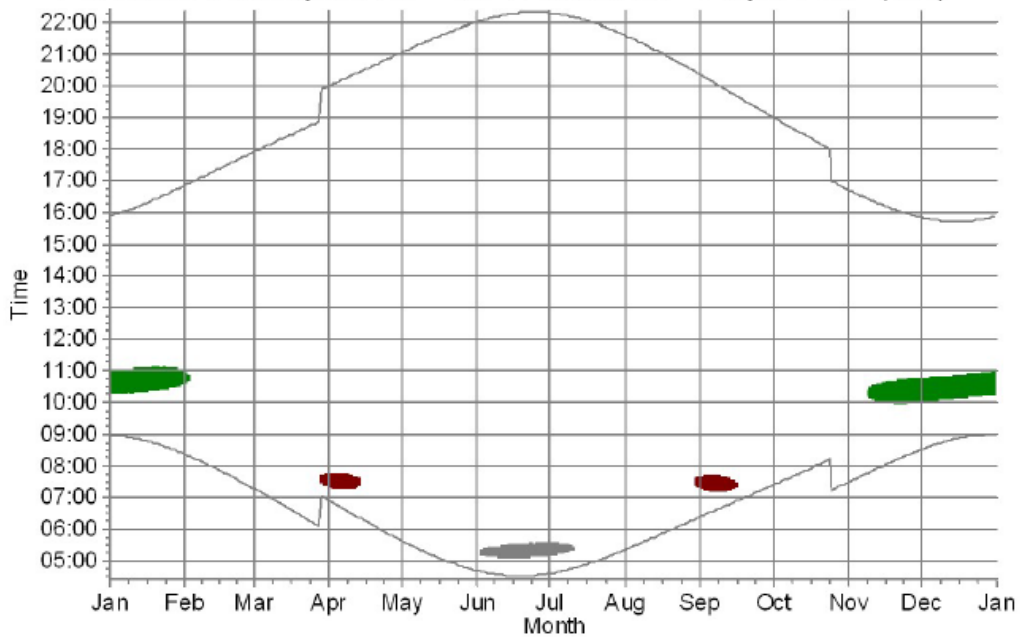


WTGs

1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)  
 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)

8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)

FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)



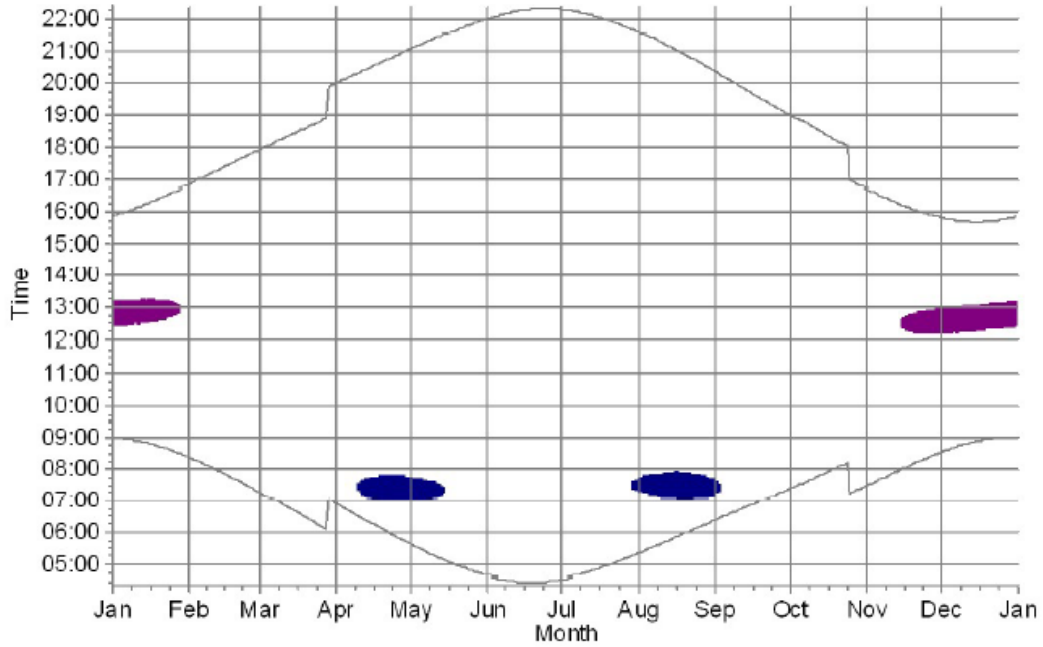
WTGs

1: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (1)  
 4: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (4)


8: ENERCON E-175 EP5 6000 175.0 IOI hub: 162,0 m (TOT: 249,5 m) (8)

# NORDEX N163/6.X

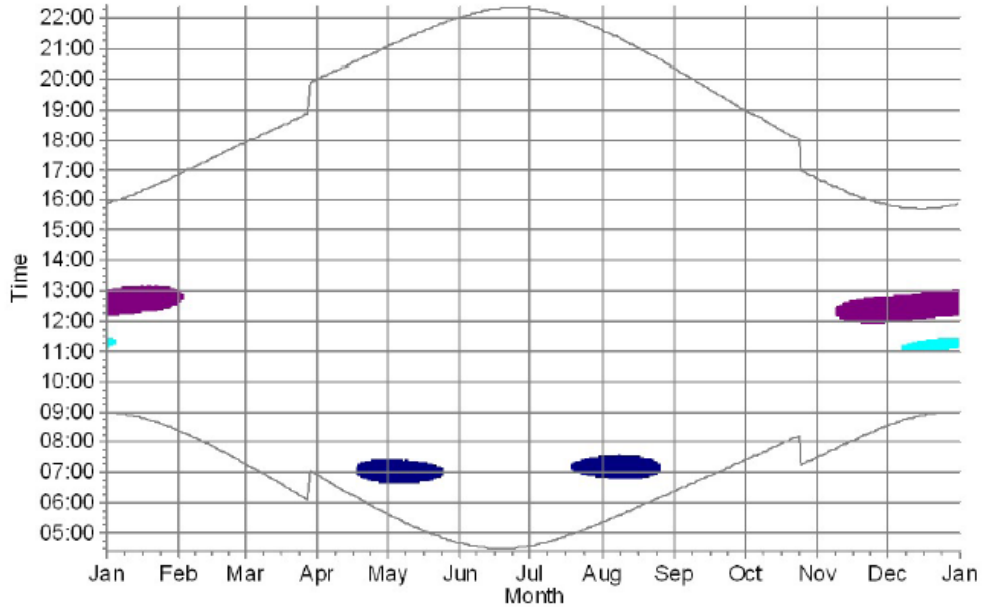
BQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (74)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |   | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |  | 14: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (15) |

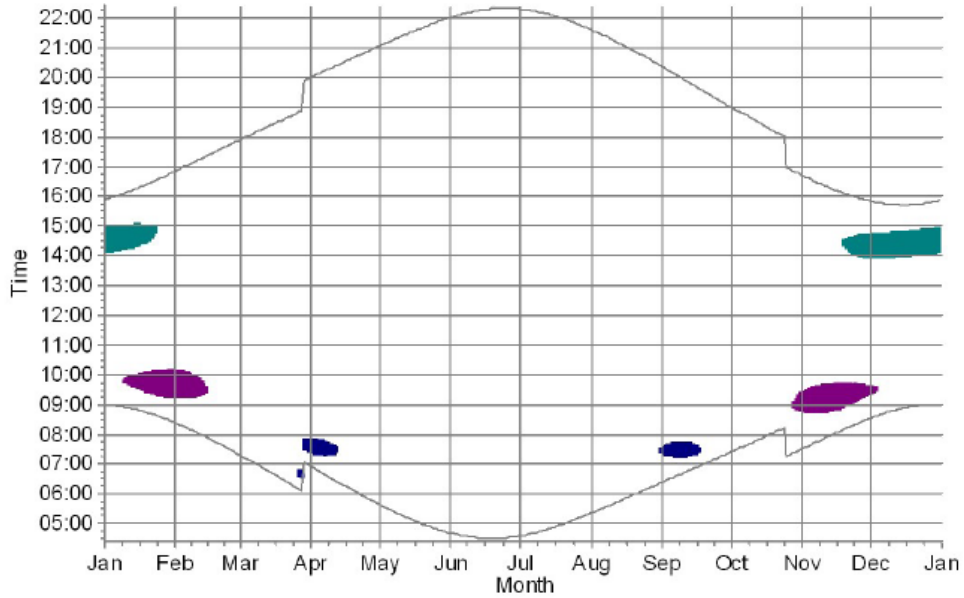
BS: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (76)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |  | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |  | 14: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !O! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (15) |

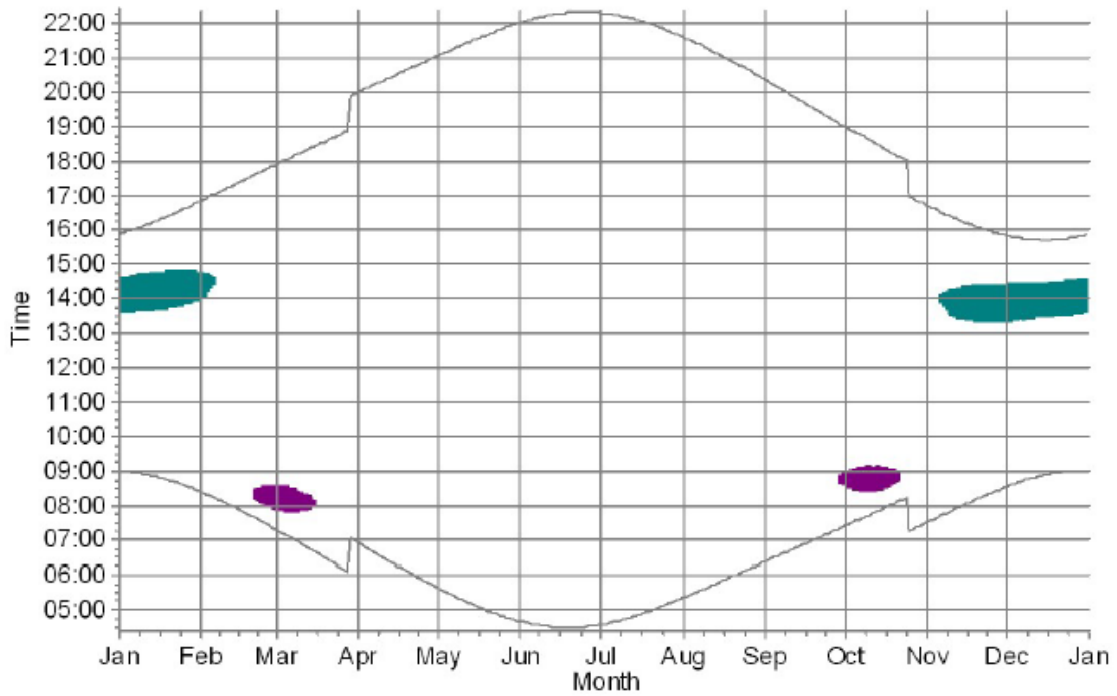
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)
- 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12)
- 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)

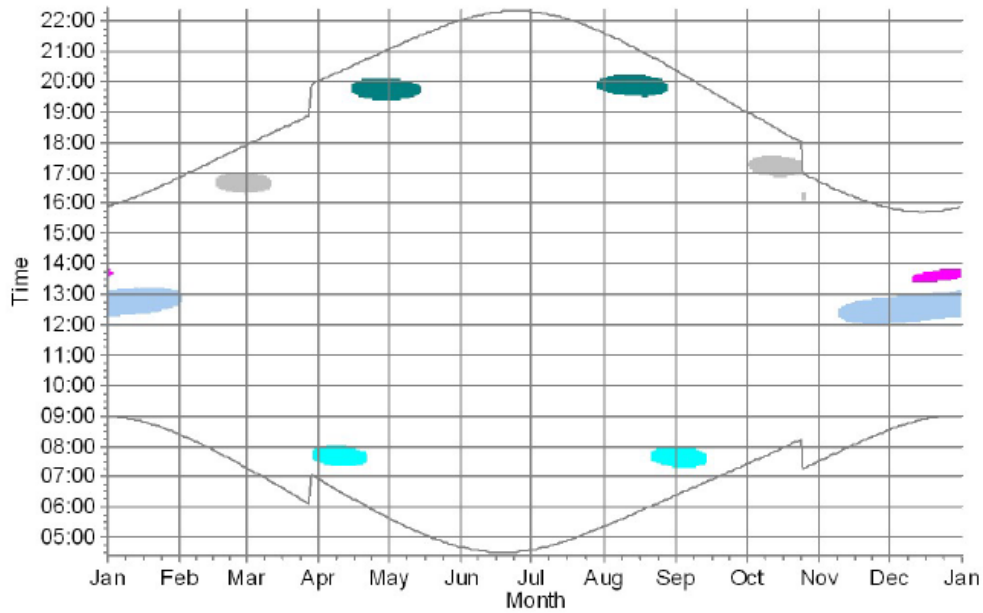
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)











WTGs

- 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)
- 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12)
- 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)

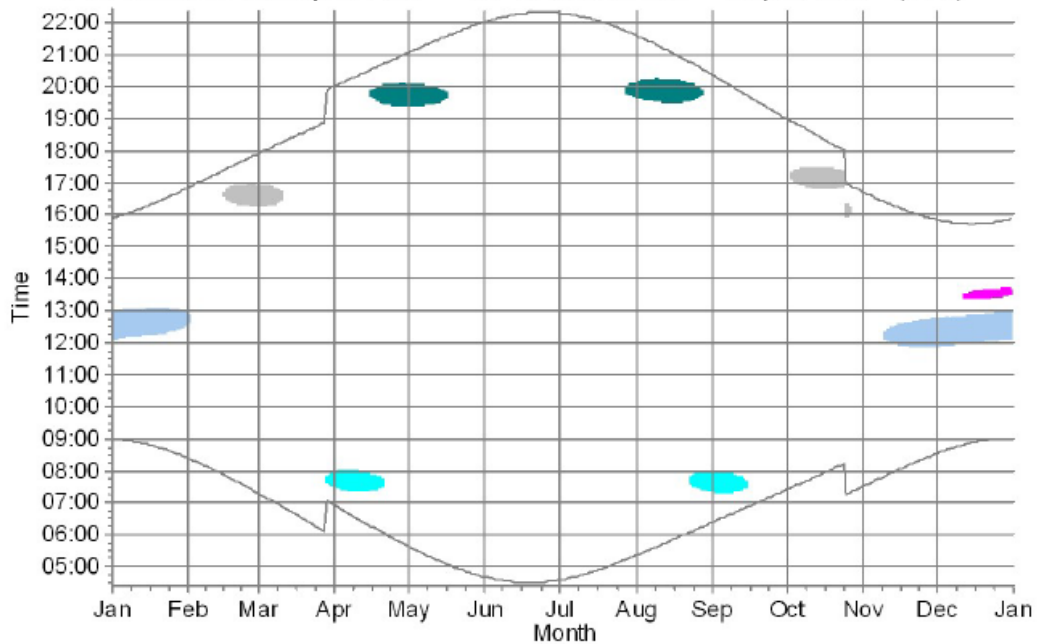
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)








WTGs

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|   | 5: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (5)   |   | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |
|   | 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)   |   | 12: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (13) |
|   | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |   | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 10: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (10) |  | 15: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (16) |

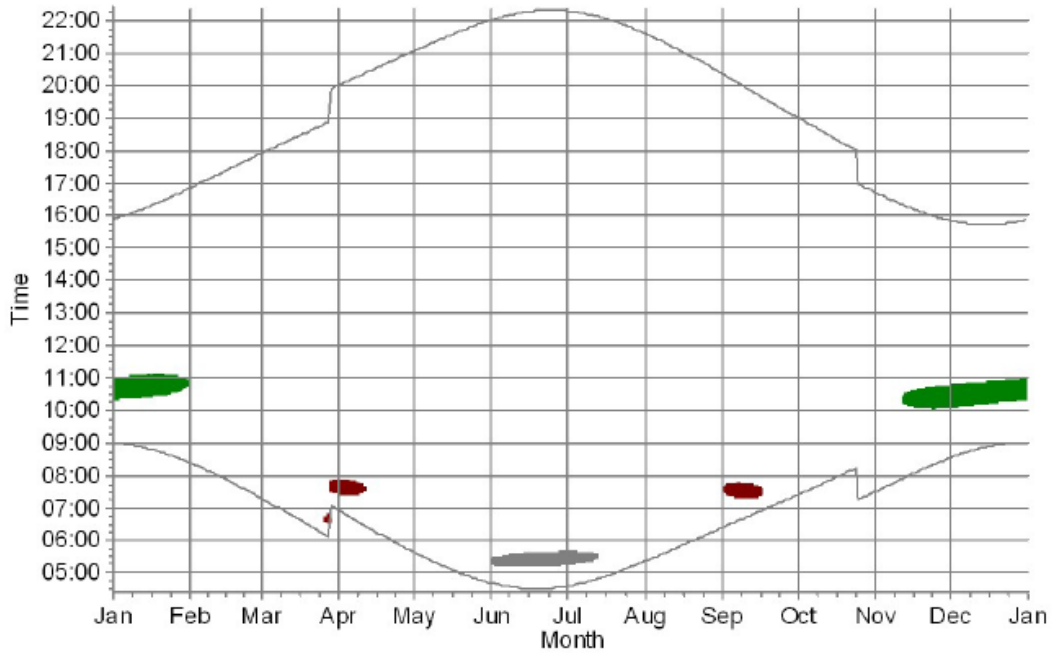
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | 5: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (5)   |  | 11: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (12) |
|  | 6: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (6)   |  | 12: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (13) |
|  | 7: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (7)   |  | 13: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (14) |
|  | 10: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (10) |  | 15: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 !OI! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (16) |

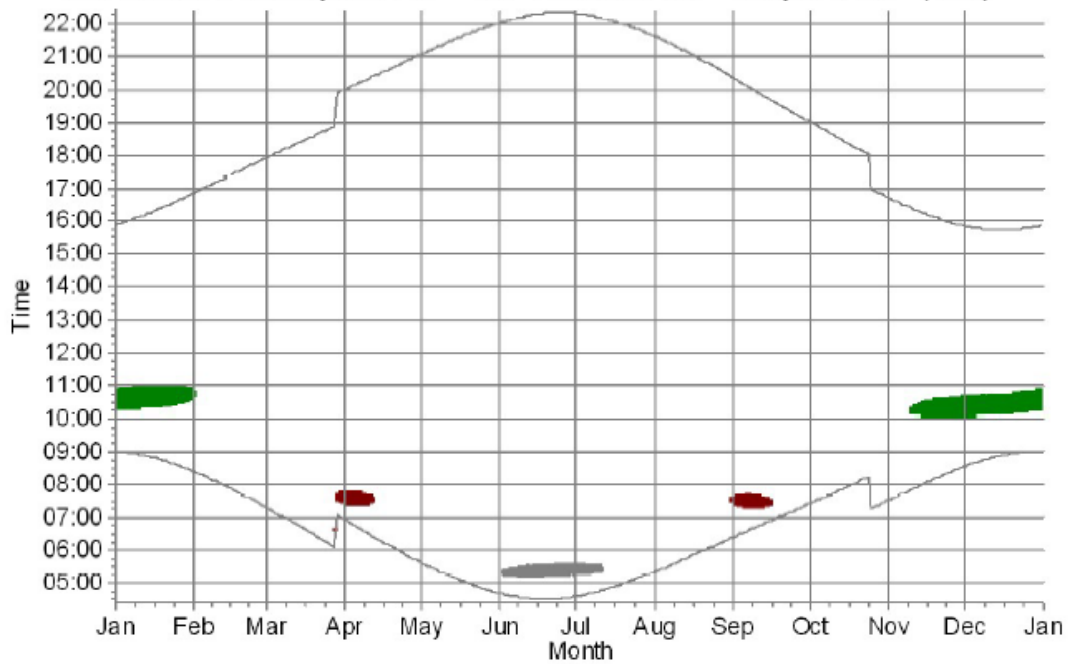
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)

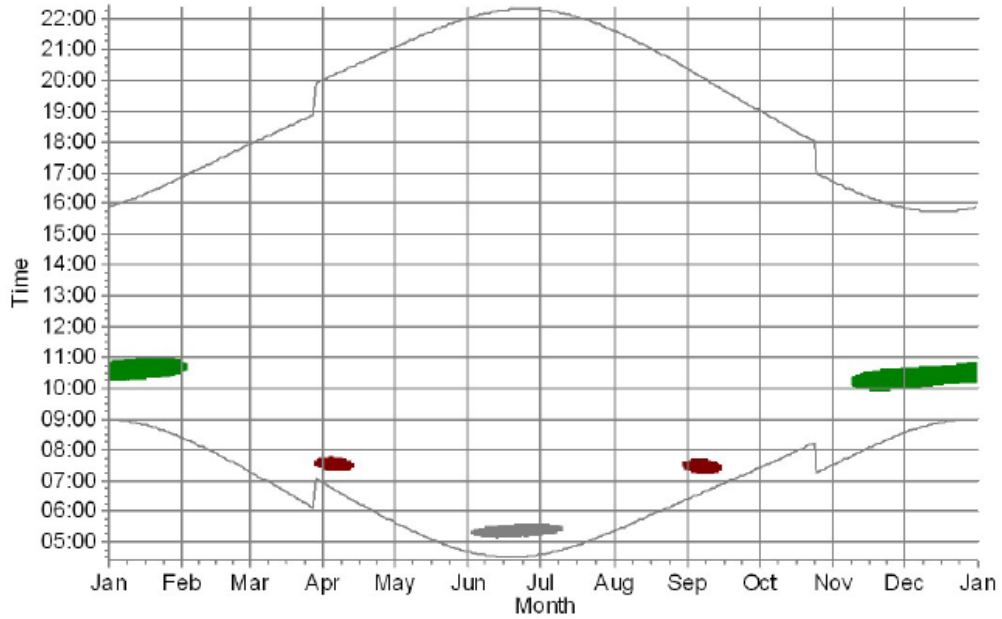
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IO! hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)

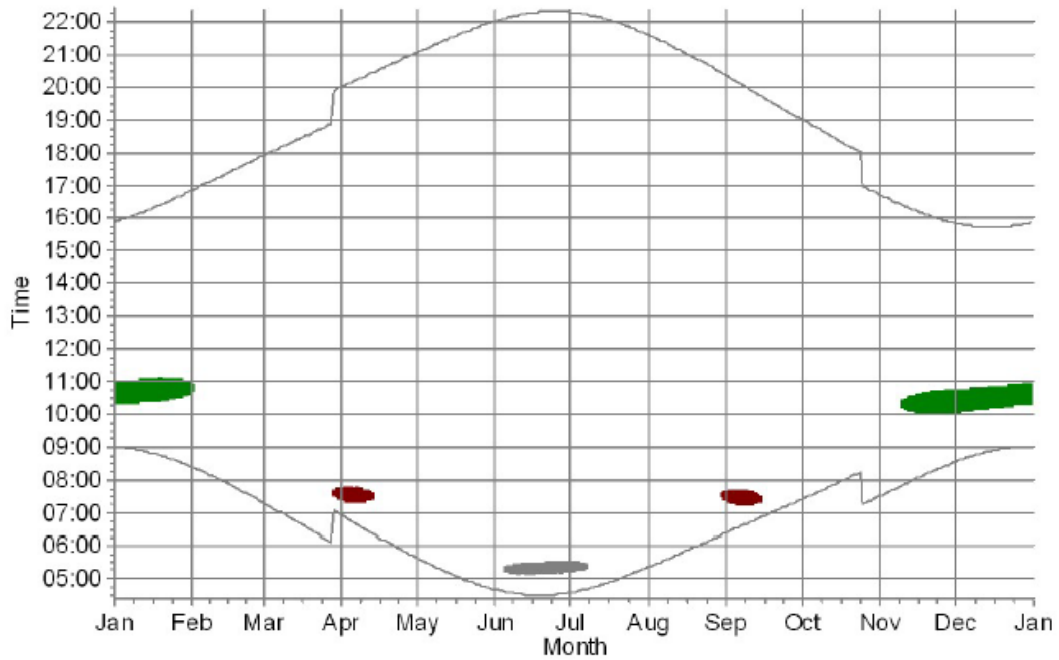
**FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)**



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)

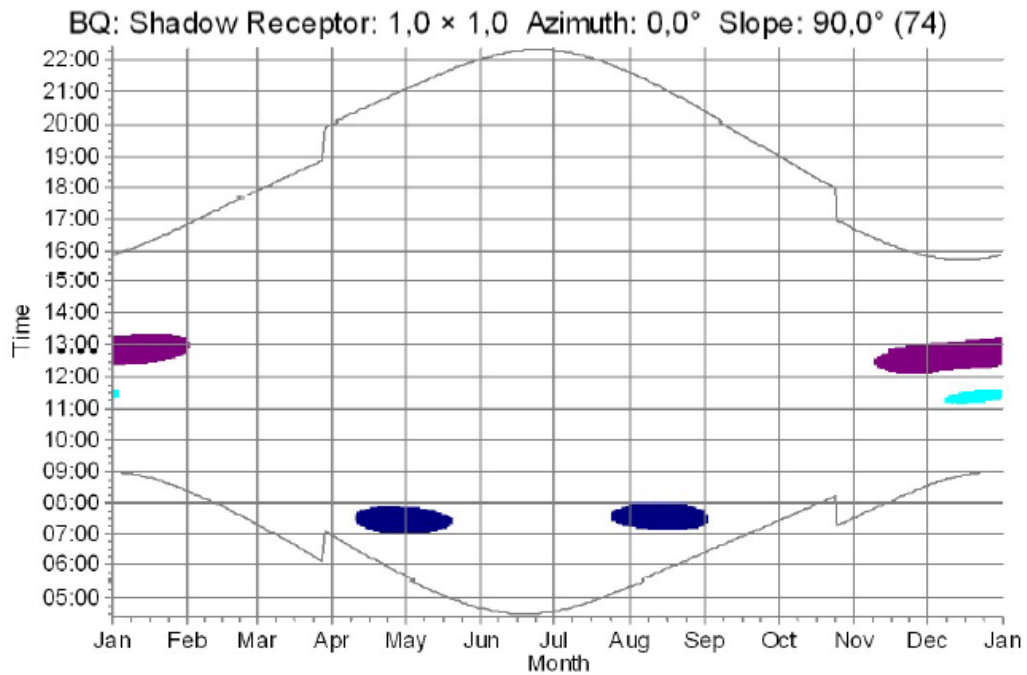
**FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)**



WTGs

- 1: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (1)
- 8: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (8)
- 4: NORDEX N163/6.X 7000 163.0 IOI hub: 164,0 m (TOT: 245,5 m) (4)

## NORDEX N175/6.X



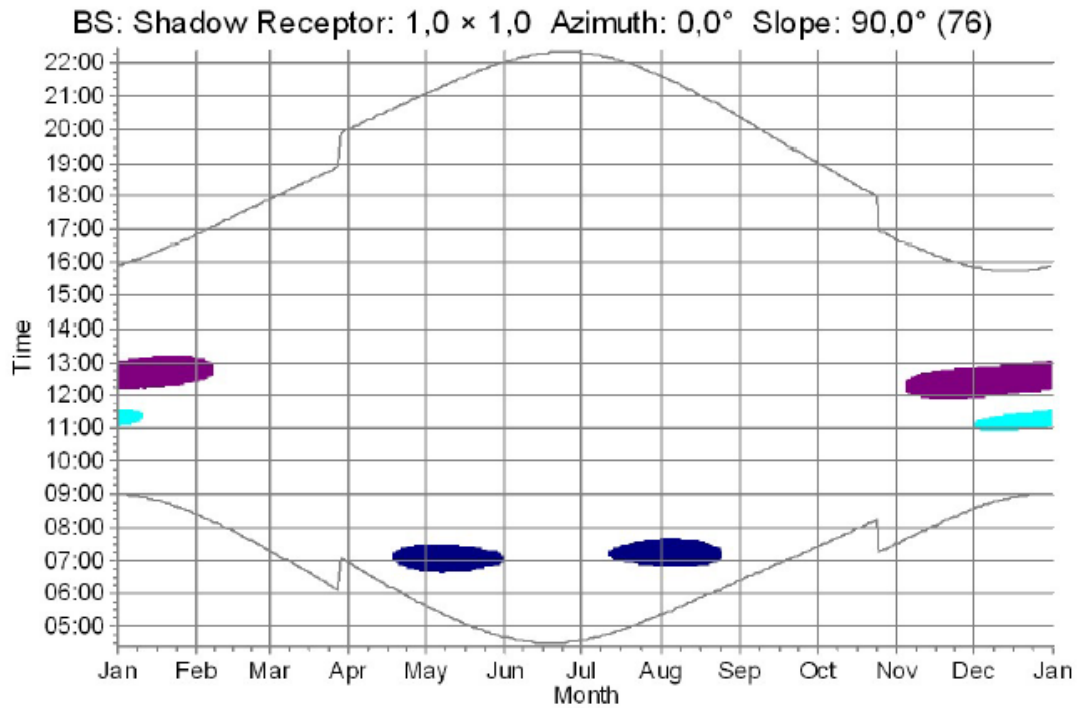
WTGs



7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)  
 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)



13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)  
 14: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (15)



WTGs

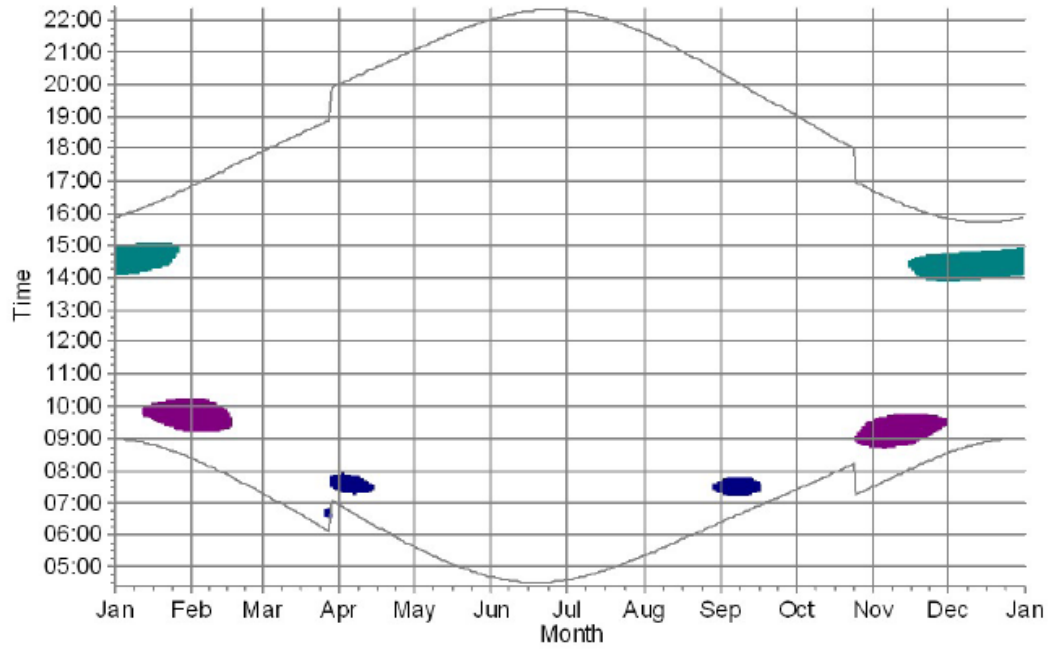


7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)  
 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)



13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)  
 14: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (15)

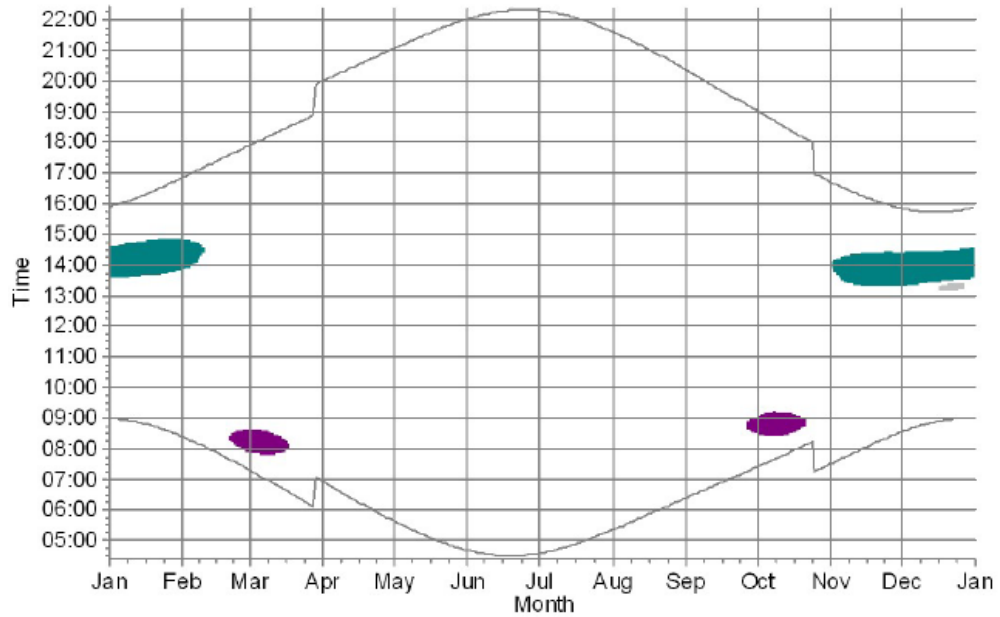
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6) |  | 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12) |
|  | 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7) |  | 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14) |

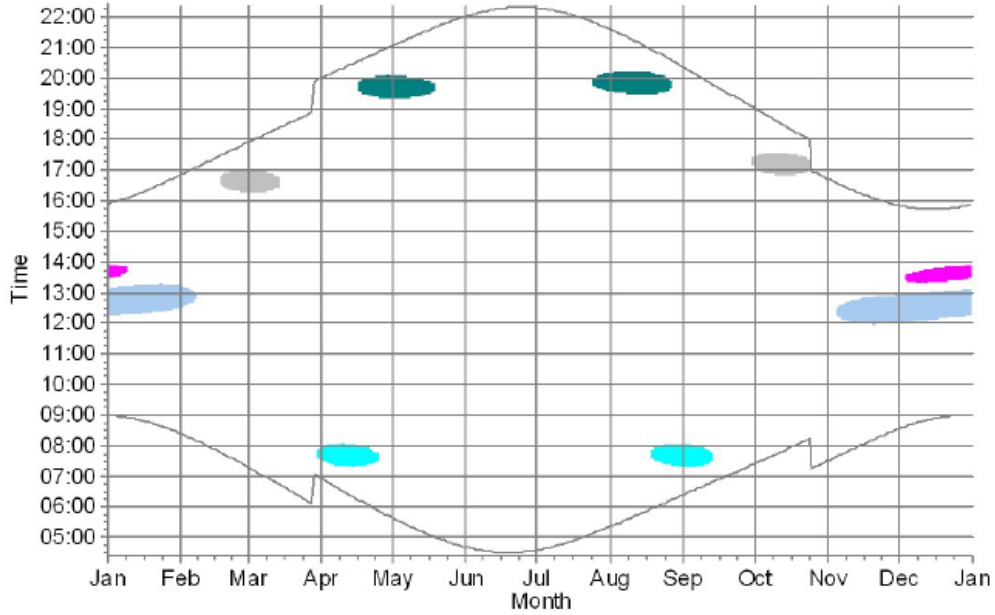
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6) |  | 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12) |
|  | 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7) |  | 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 l-l hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14) |

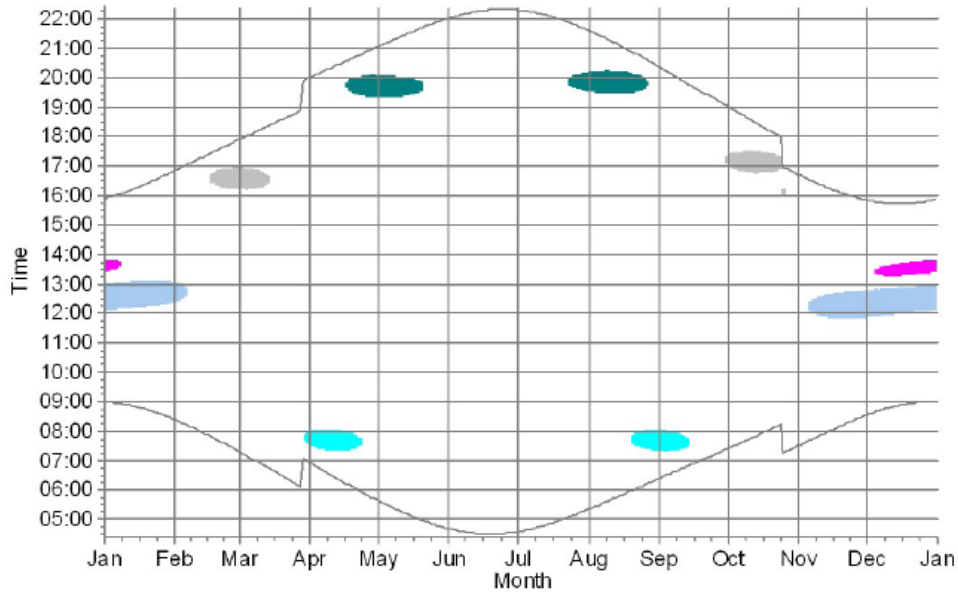
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)



WTGs

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: magenta;">■</span> 5: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (5)</li> <li><span style="color: teal;">■</span> 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6)</li> <li><span style="color: blue;">■</span> 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)</li> <li><span style="color: olive;">■</span> 10: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: purple;">■</span> 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)</li> <li><span style="color: grey;">■</span> 12: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (13)</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> 15: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (16)</li> </ul> |
|--|---|

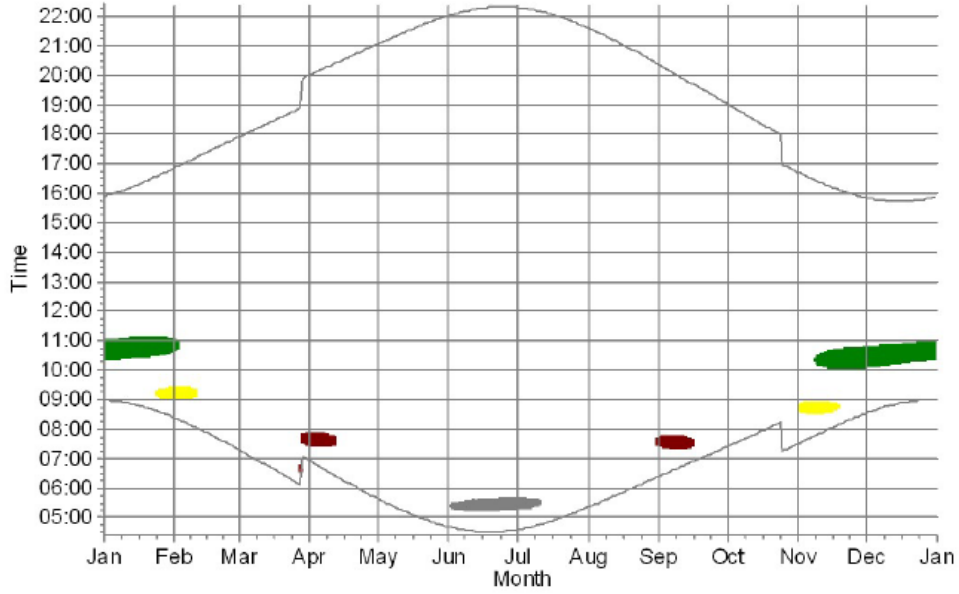
CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)



WTGs

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: magenta;">■</span> 5: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (5)</li> <li><span style="color: teal;">■</span> 6: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (6)</li> <li><span style="color: blue;">■</span> 7: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (7)</li> <li><span style="color: olive;">■</span> 10: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: purple;">■</span> 11: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (12)</li> <li><span style="color: grey;">■</span> 12: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (13)</li> <li><span style="color: cyan;">■</span> 13: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (14)</li> <li><span style="color: lightblue;">■</span> 15: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (16)</li> </ul> |
|--|---|

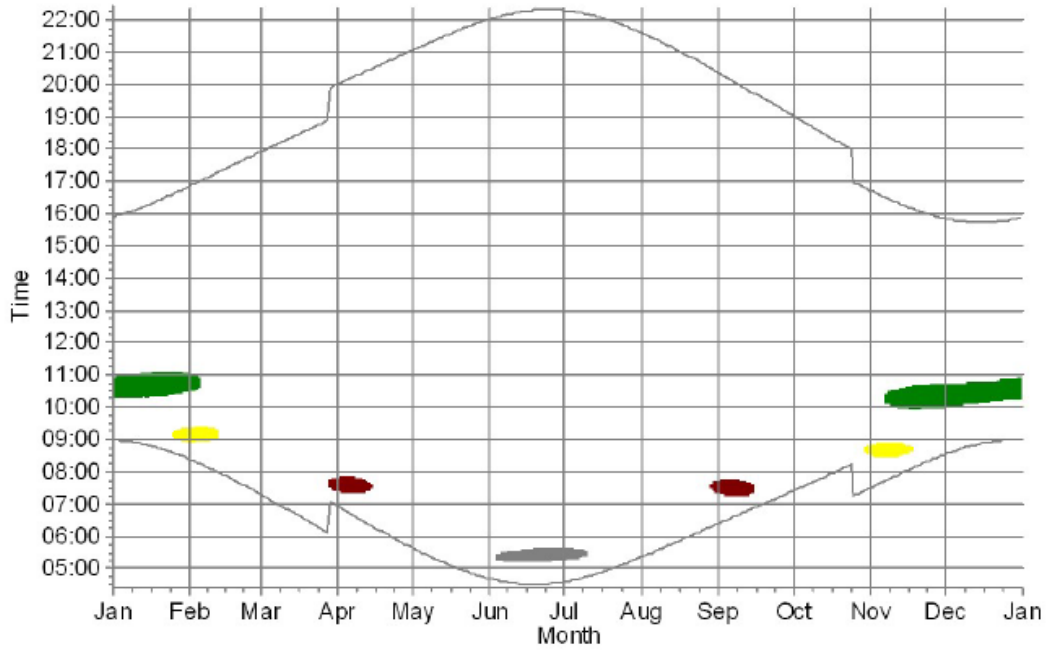
ET: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (169)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

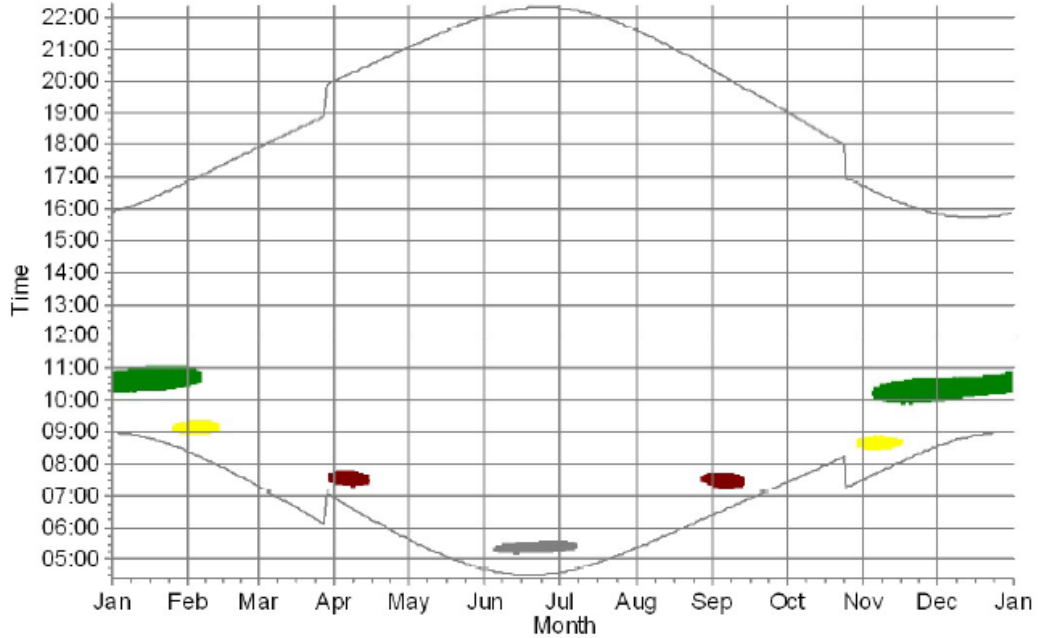
EU: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (170)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 !-! hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

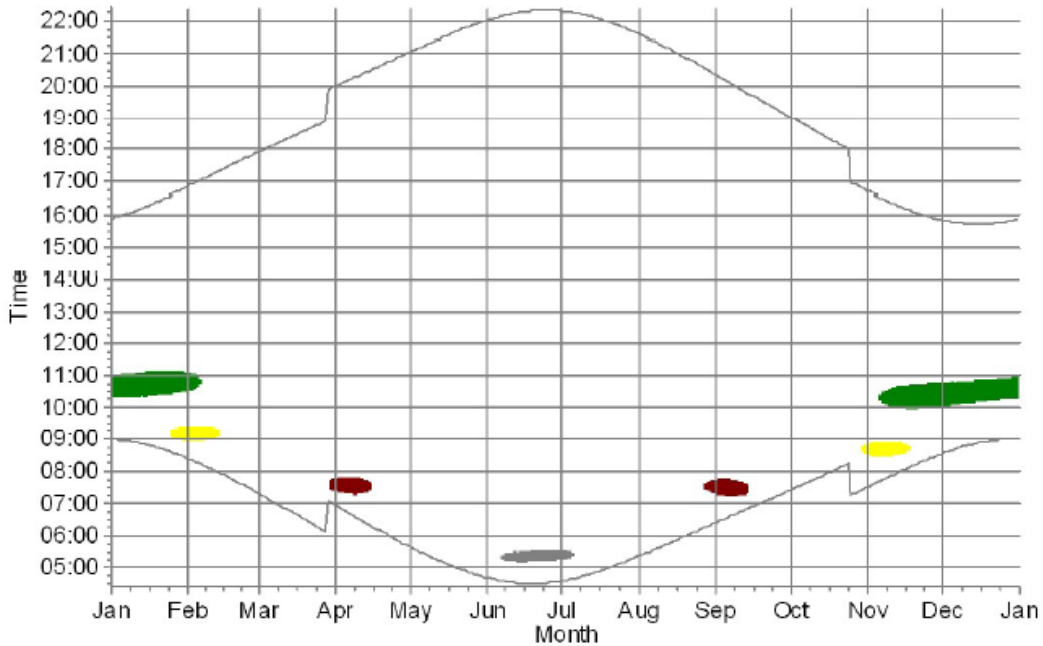
**FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)**



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkred; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

**FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)**

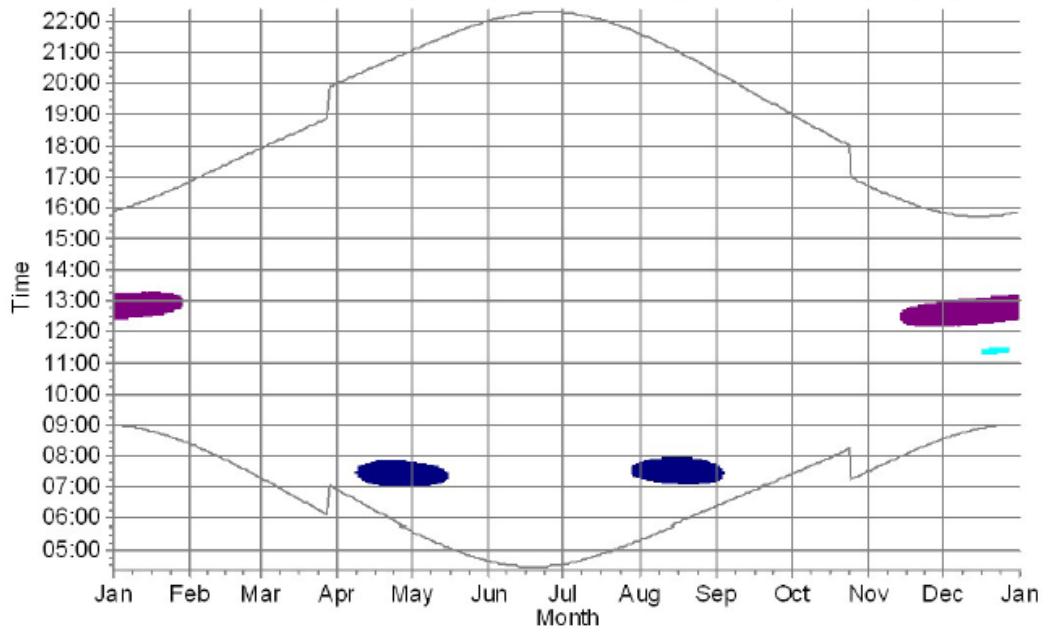


WTGs





- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkred; margin-right: 5px;"></span> 8: NORDEX N175/6.X 6800 175.0 I-I hub: 179,0 m (TOT: 266,5 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

## SGRE SG6.6-170

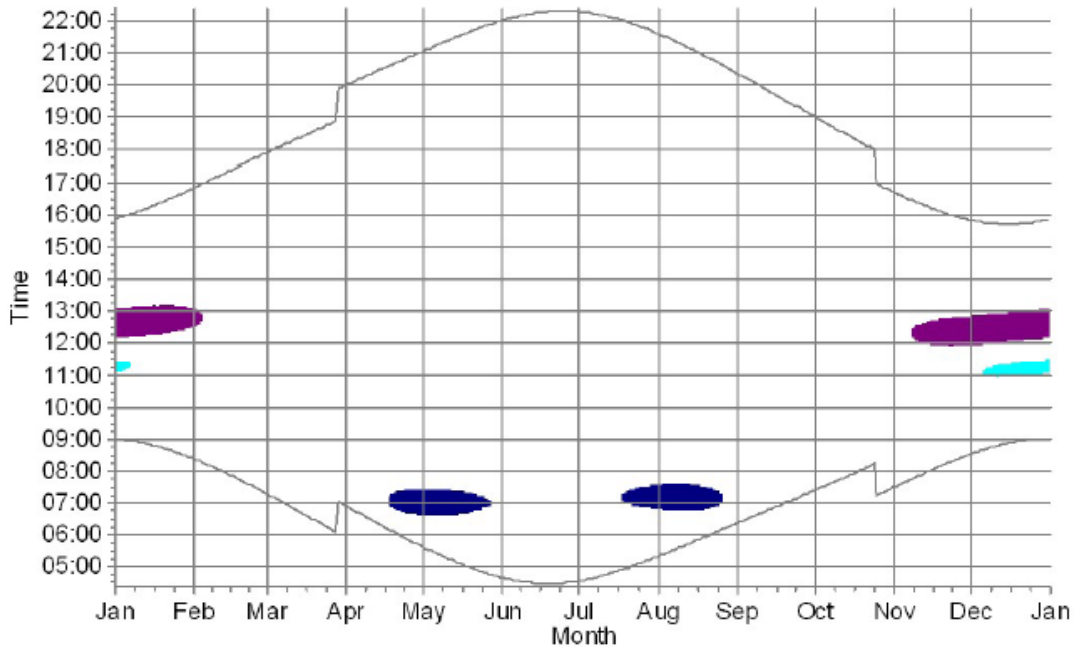
**BQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (74)**







WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)   |  | 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14) |
|  | 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12) |  | 14: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (15) |

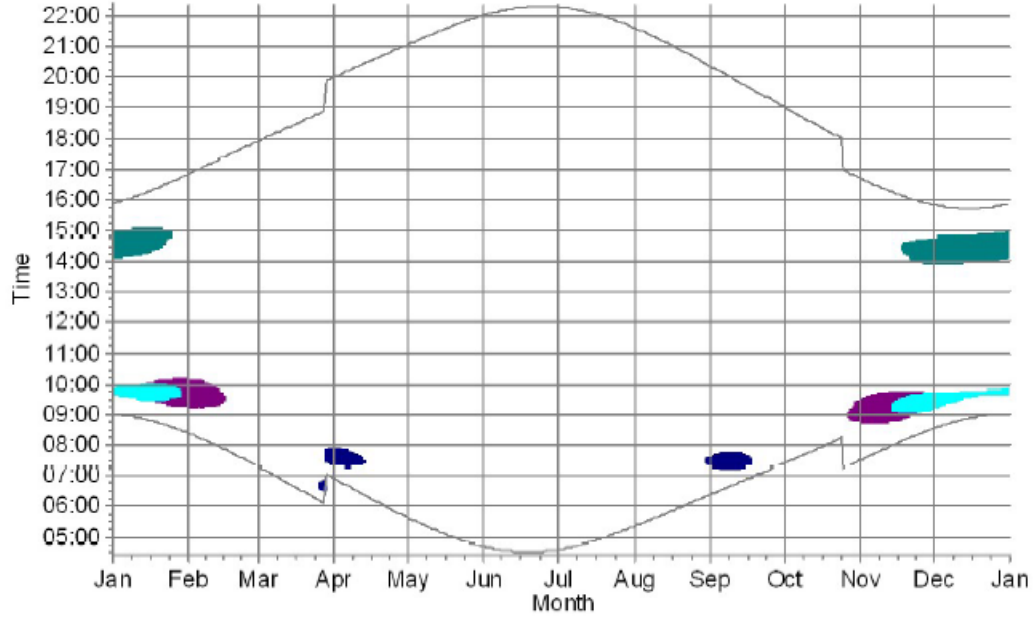
**BS: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (76)**



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)   |  | 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14) |
|  | 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12) |  | 14: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (15) |

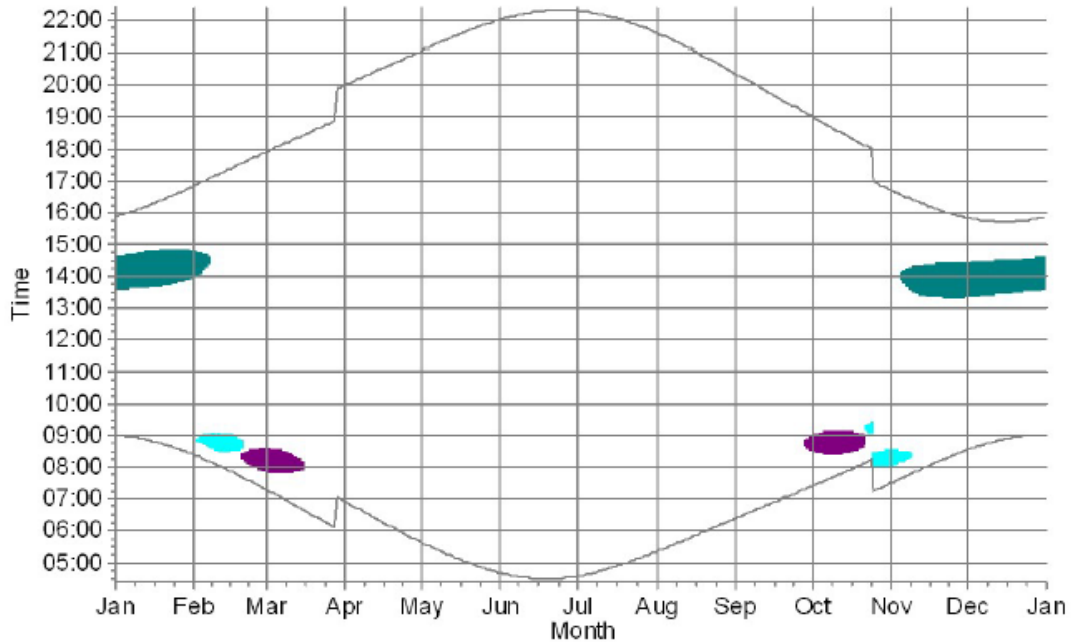
CL: Shadow Receptor: Rectangle, eye height: 1,0 m (101)



WTGs

- 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)
  - 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)
- 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)
  - 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)

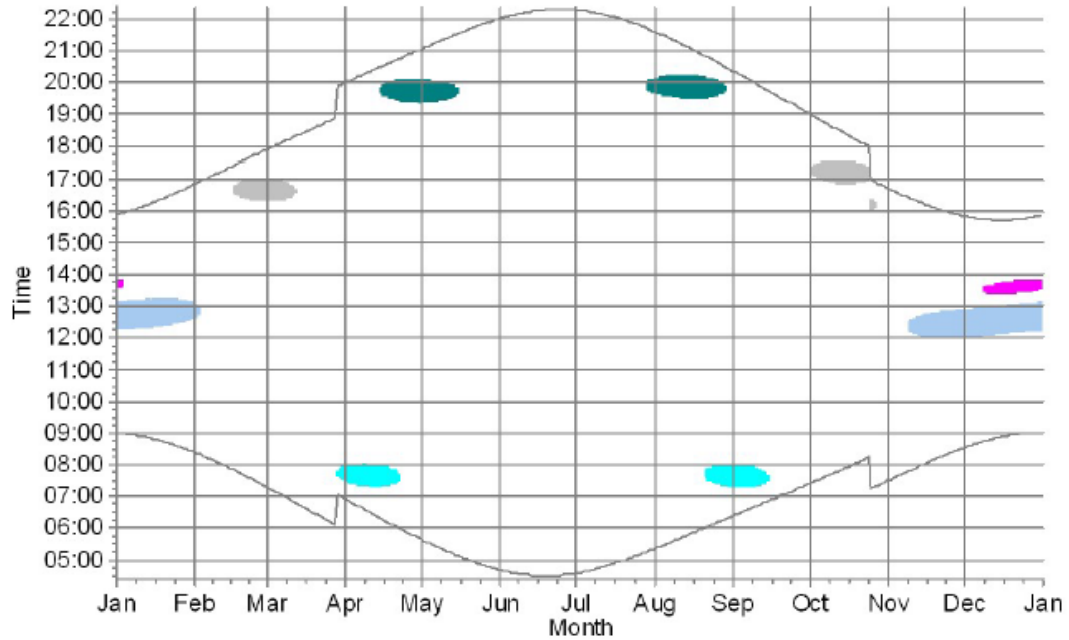
CP: Shadow Receptor: Polygon, eye height: 1,0 m (109)



WTGs

- 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)
  - 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)
- 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)
  - 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)

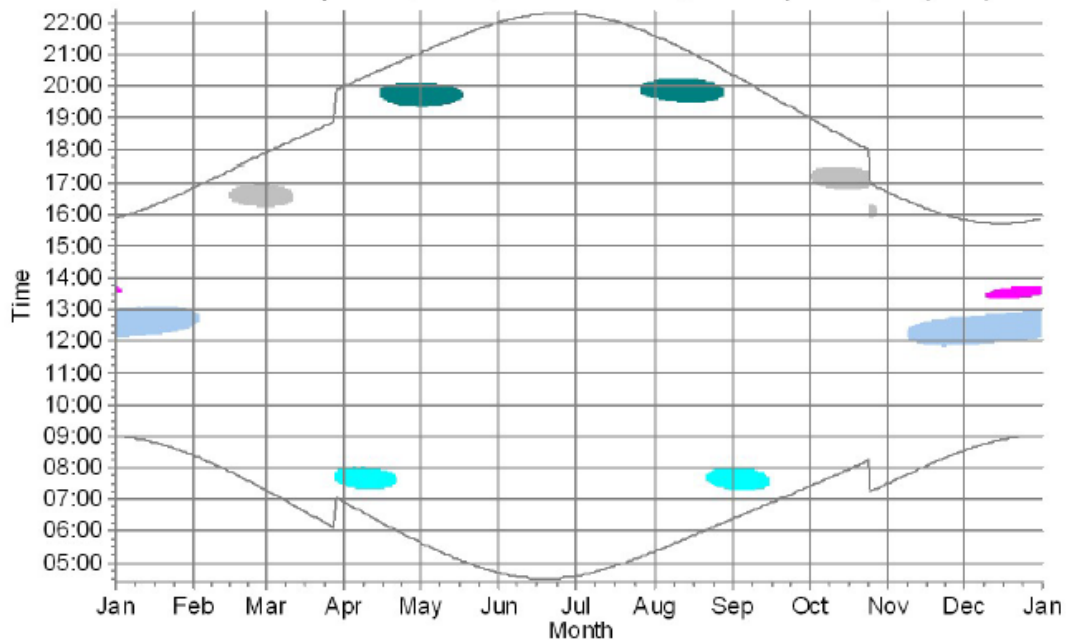
CQ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (114)



WTGs

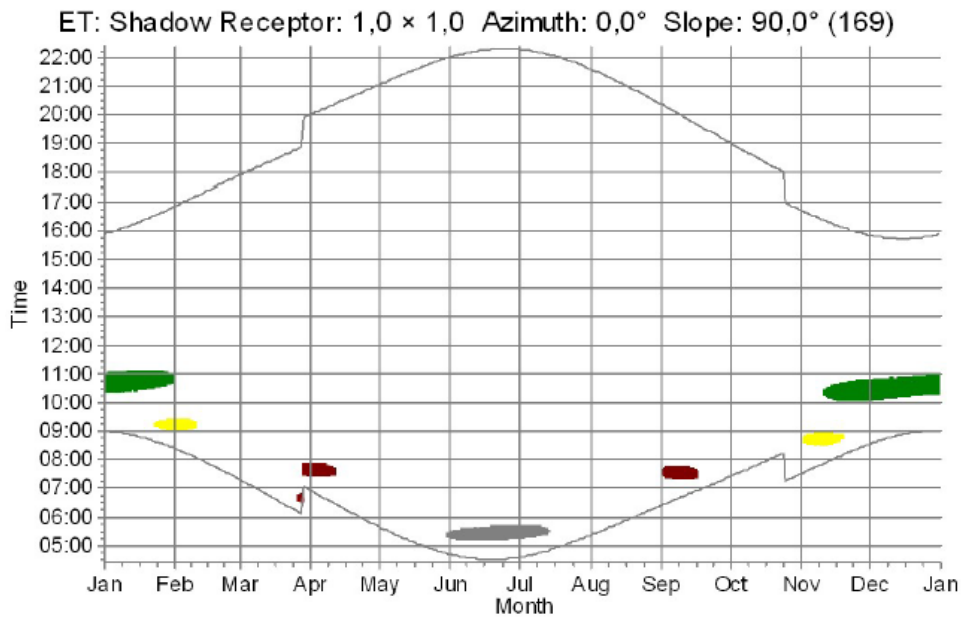
- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: magenta; margin-right: 5px;"></span> 5: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: teal; margin-right: 5px;"></span> 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 10: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 12: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (13)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 15: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (16)</li> </ul> |
|---|--|

CR: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (115)








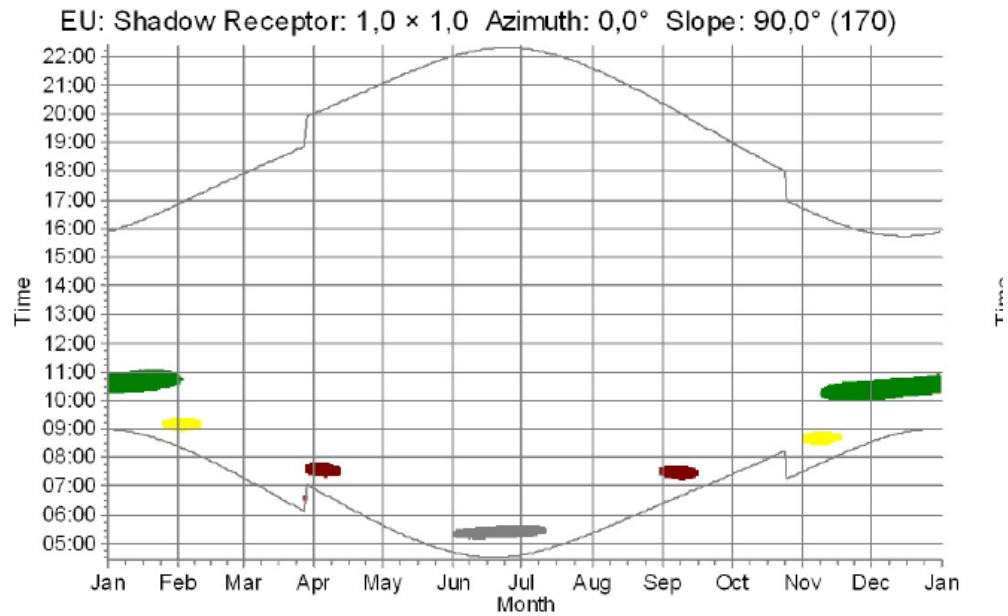
WTGs

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: magenta; margin-right: 5px;"></span> 5: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (5)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: teal; margin-right: 5px;"></span> 6: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (6)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 7: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (7)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 10: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (10)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 11: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (12)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 12: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (13)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: cyan; margin-right: 5px;"></span> 13: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (14)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> 15: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (16)</li> </ul> |
|---|--|








WTGs

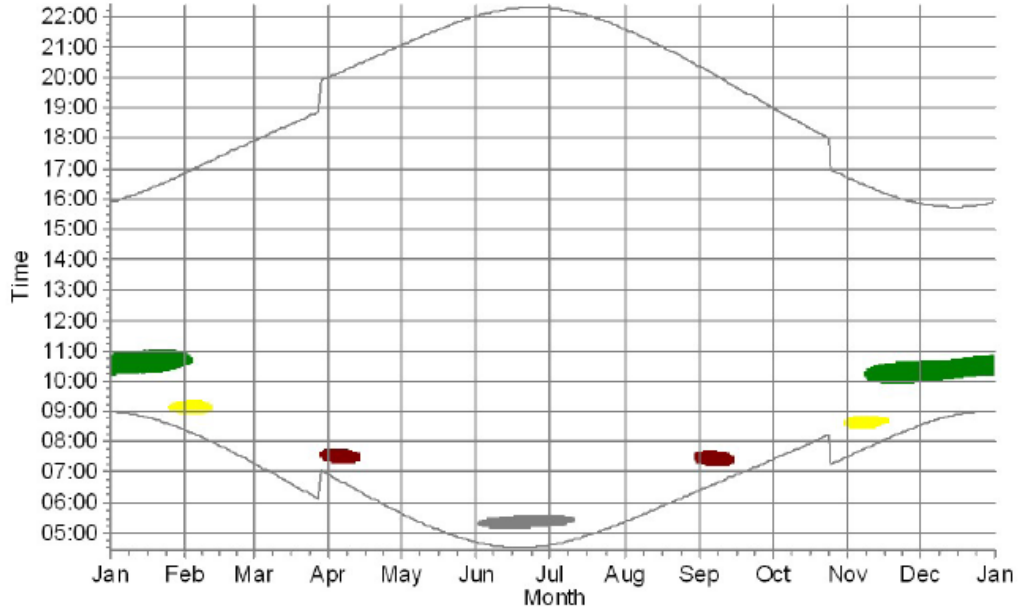
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1) |  | 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8) |
|  | 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2) |  | 9: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (9) |
|  | 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4) |   |   |



WTGs

- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|  | 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1) |  | 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8) |
|  | 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2) |  | 9: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (9) |
|  | 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4) |   |   |

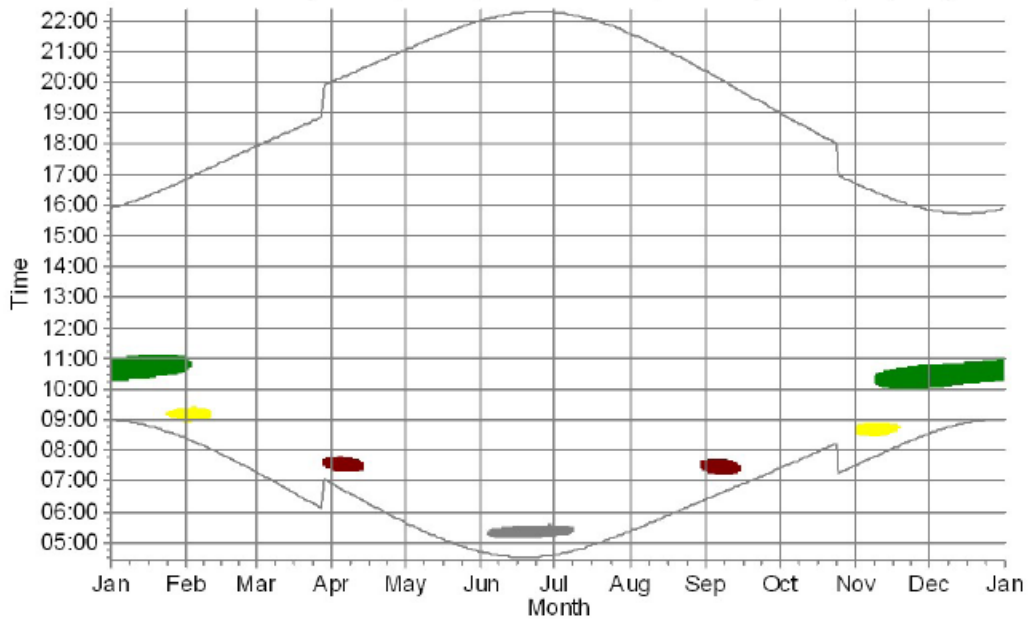
FB: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (177)



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

FC: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (178)



WTGs

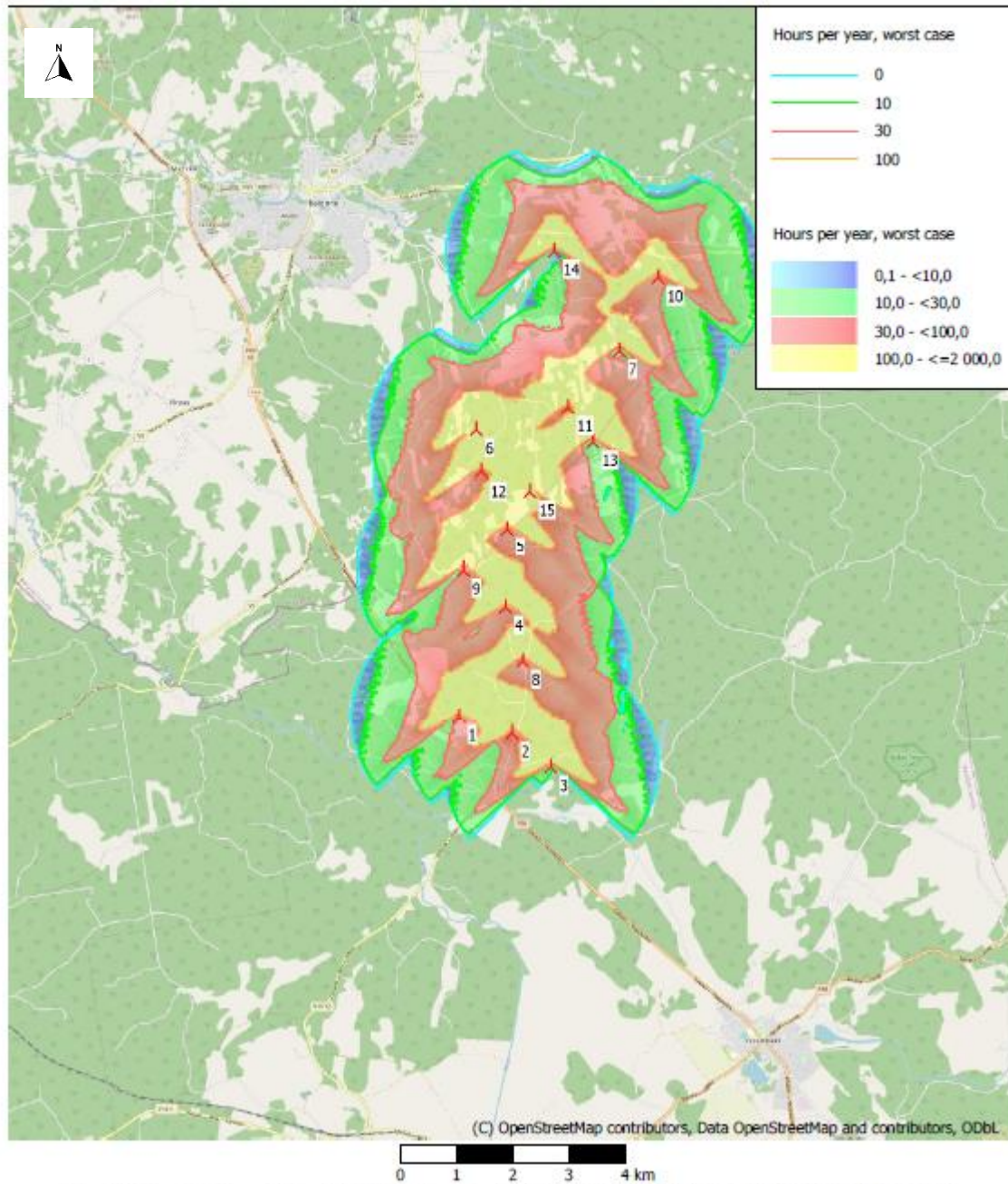
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> 1: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> 2: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> 4: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> 8: Siemens Gamesa SG 6.6-170 6600 170.0 !0! hub: 165,0 m (TOT: 250,0 m) (8)</li> </ul> |
|---|---|

5. PIELIKUMS

Mirguļošanas kartes sliktākajā gadījumā. Karšu sagatavošanā izmantota OpenStreetMap. Karšu mērogi 1: 100 000 (izdrukas no WindPro 4.0)

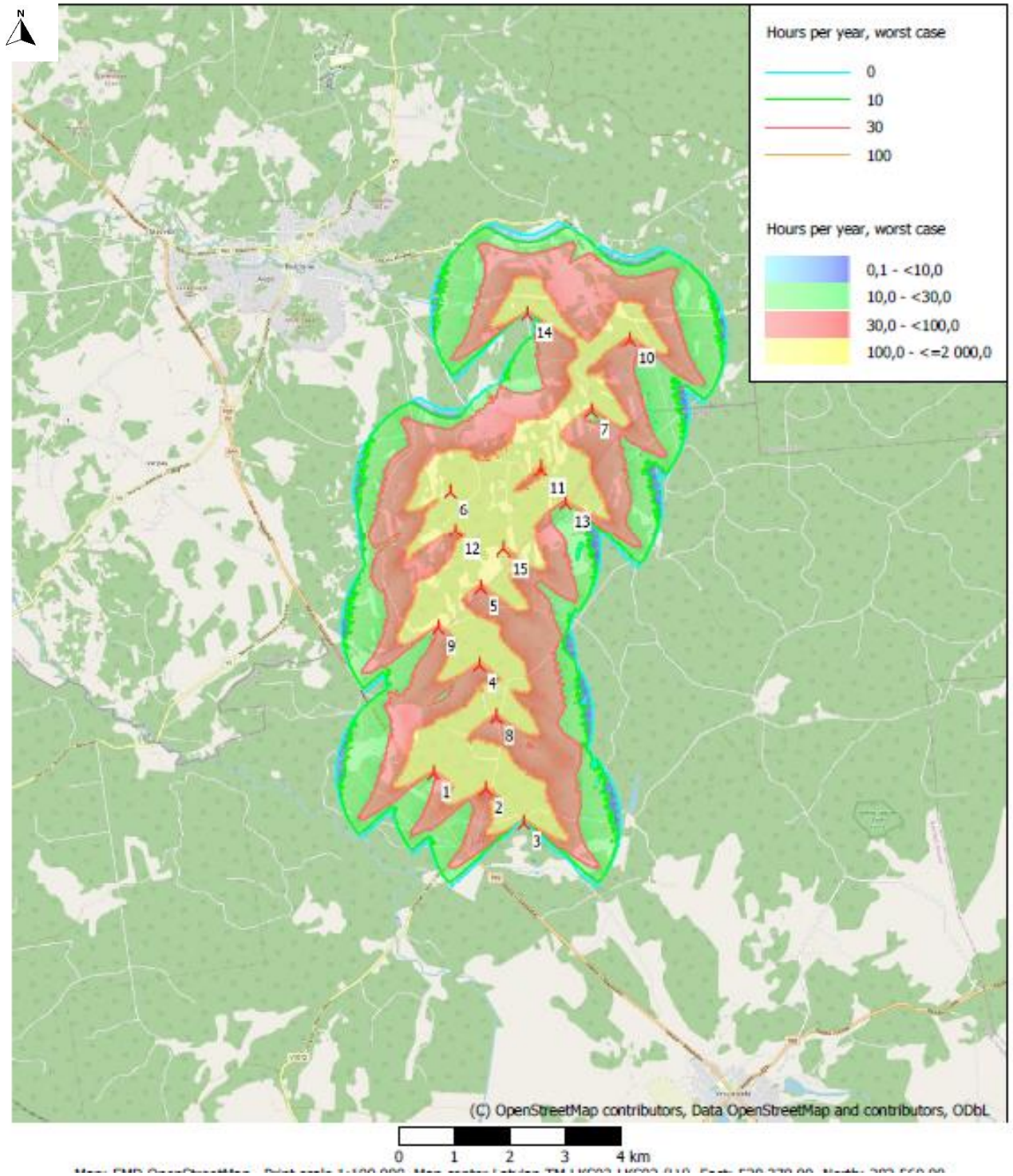
**VESTAS V172-7.2.**

SHADOW - Map



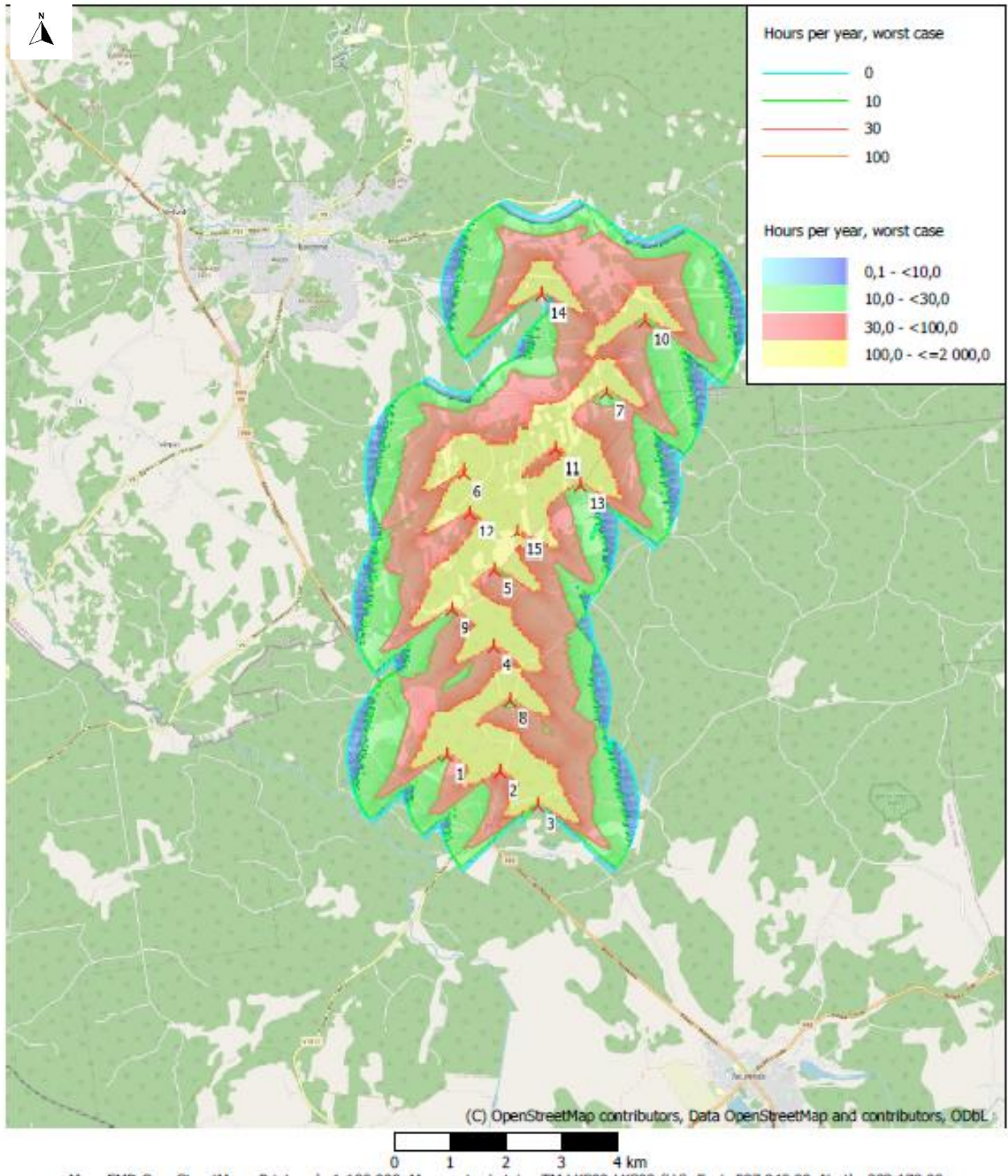
# ENERCON E-175 EP5

## SHADOW - Map



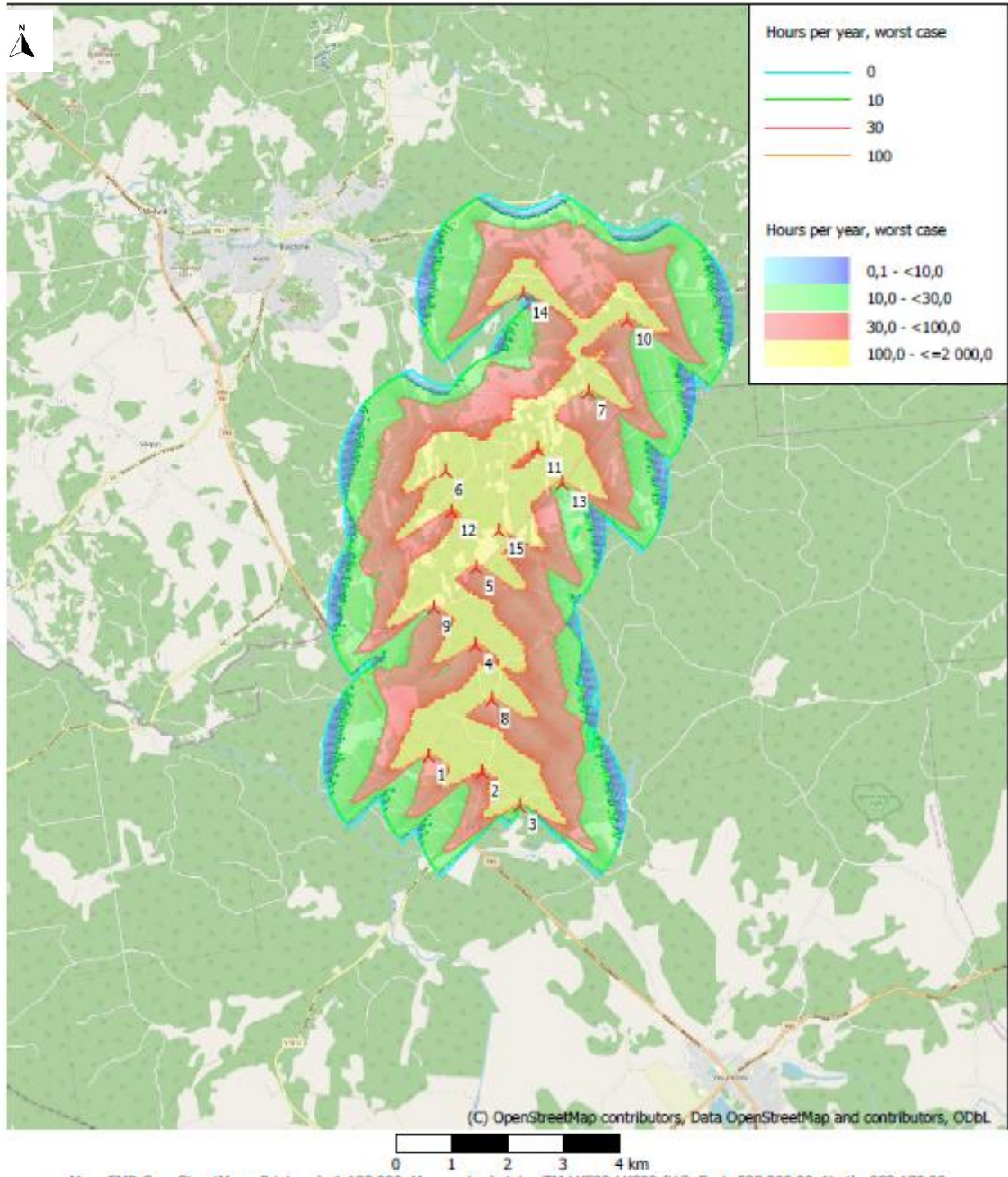
# NORDEX N163/6.X

## SHADOW - Map



# NORDEX N175/6.X

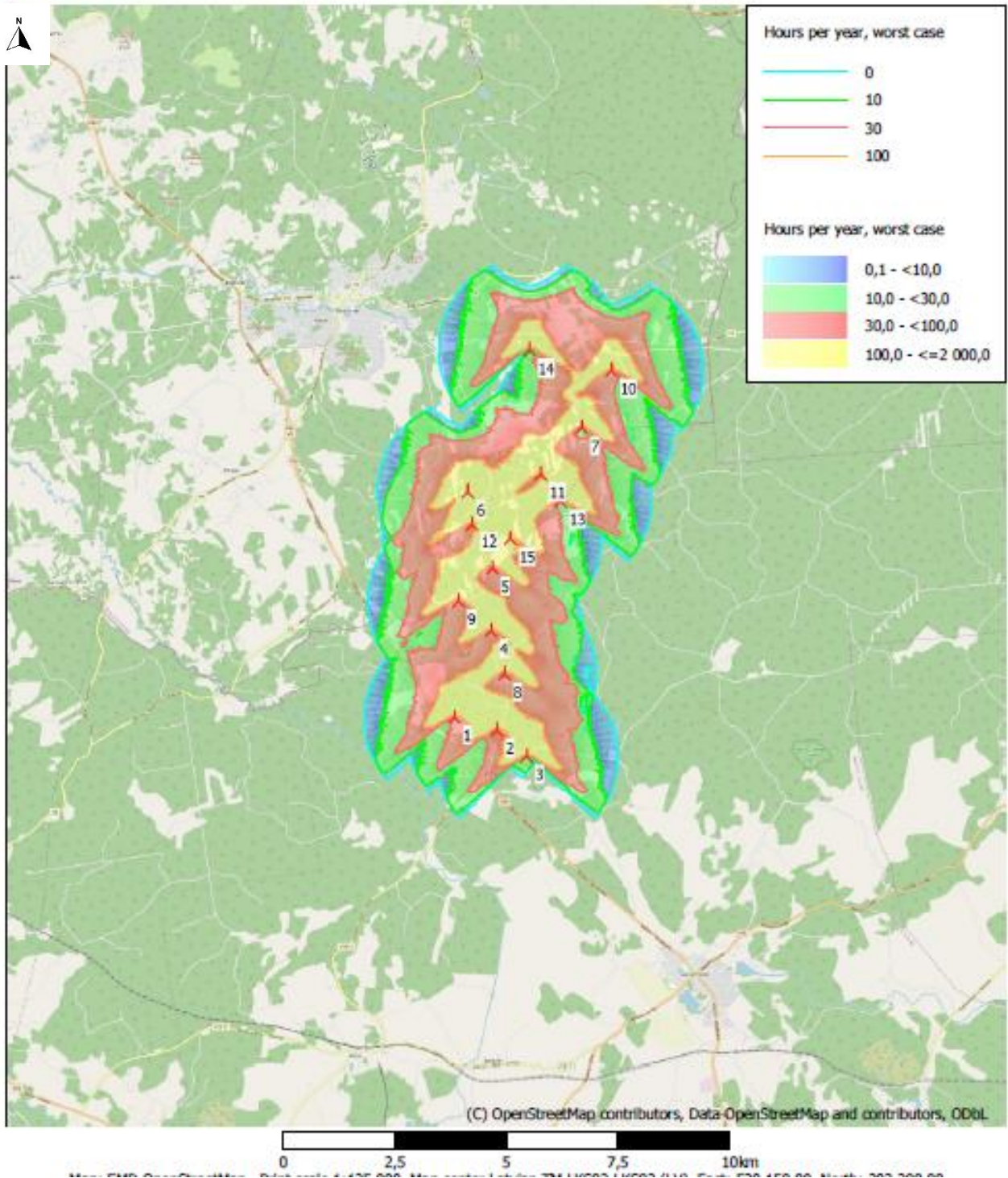
## SHADOW - Map



# SGRE SG6.6-170

AVSTRAALISCH ALPHABETISCH

## SHADOW - Map

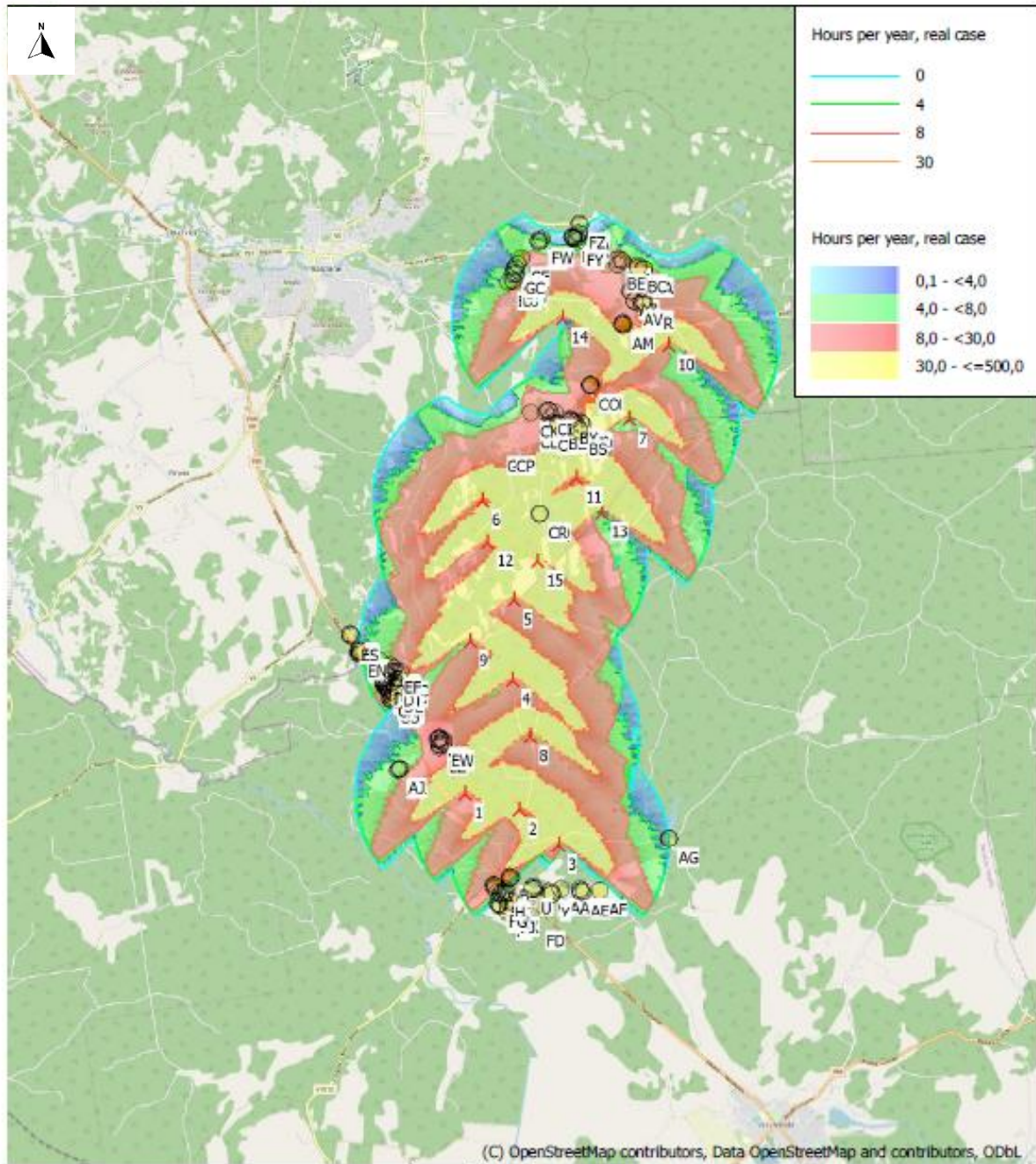


6. PIELIKUMS

Mirguļošanas kartes reālajā situācijā. Karšu sagatavošanā izmantota OpenStreetMap. Karšu mērogi 1: 100 000 (izdrukas no WindPro 4.0)

VESTAS V172-7.2.

SHADOW - Map



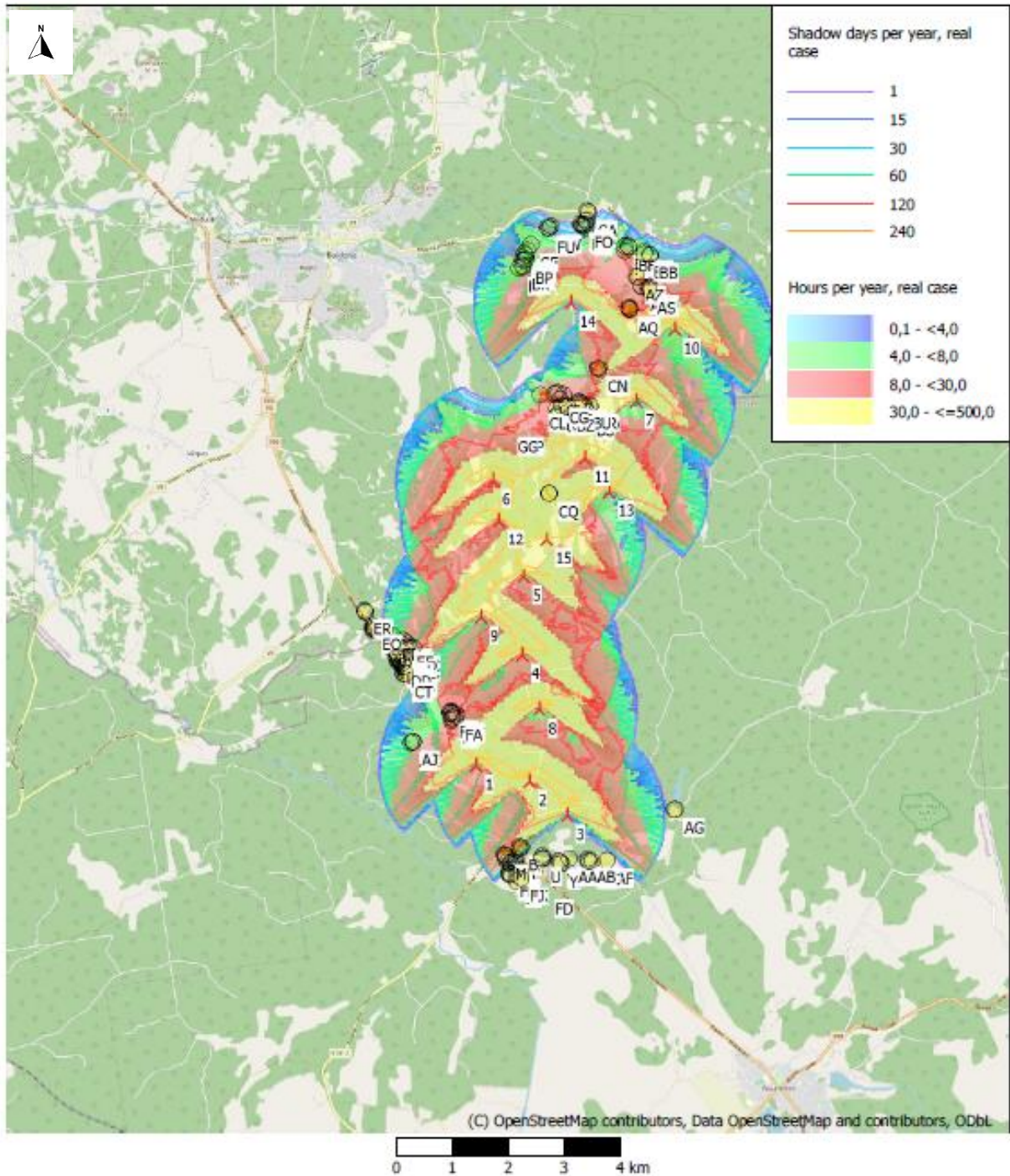
(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

0 1 2 3 4 km

Map: EPSG:31466, Projection: UTM, Scale: 1:100,000, Max. extent: Lat: 57.14222222, Lon: 23.5, East: 57.010, North: 56.910

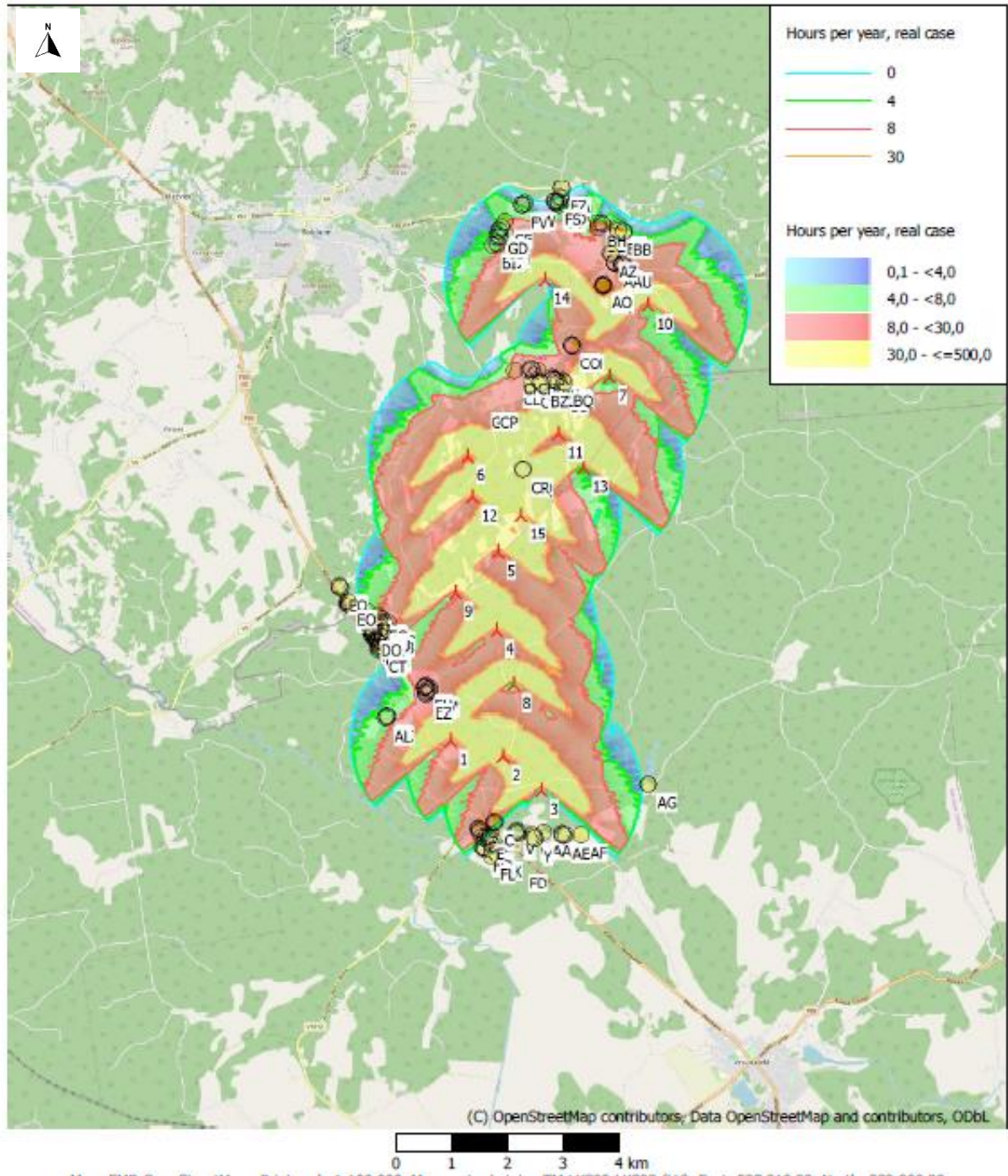
# ENERCON E-175 EP5

## SHADOW - Map



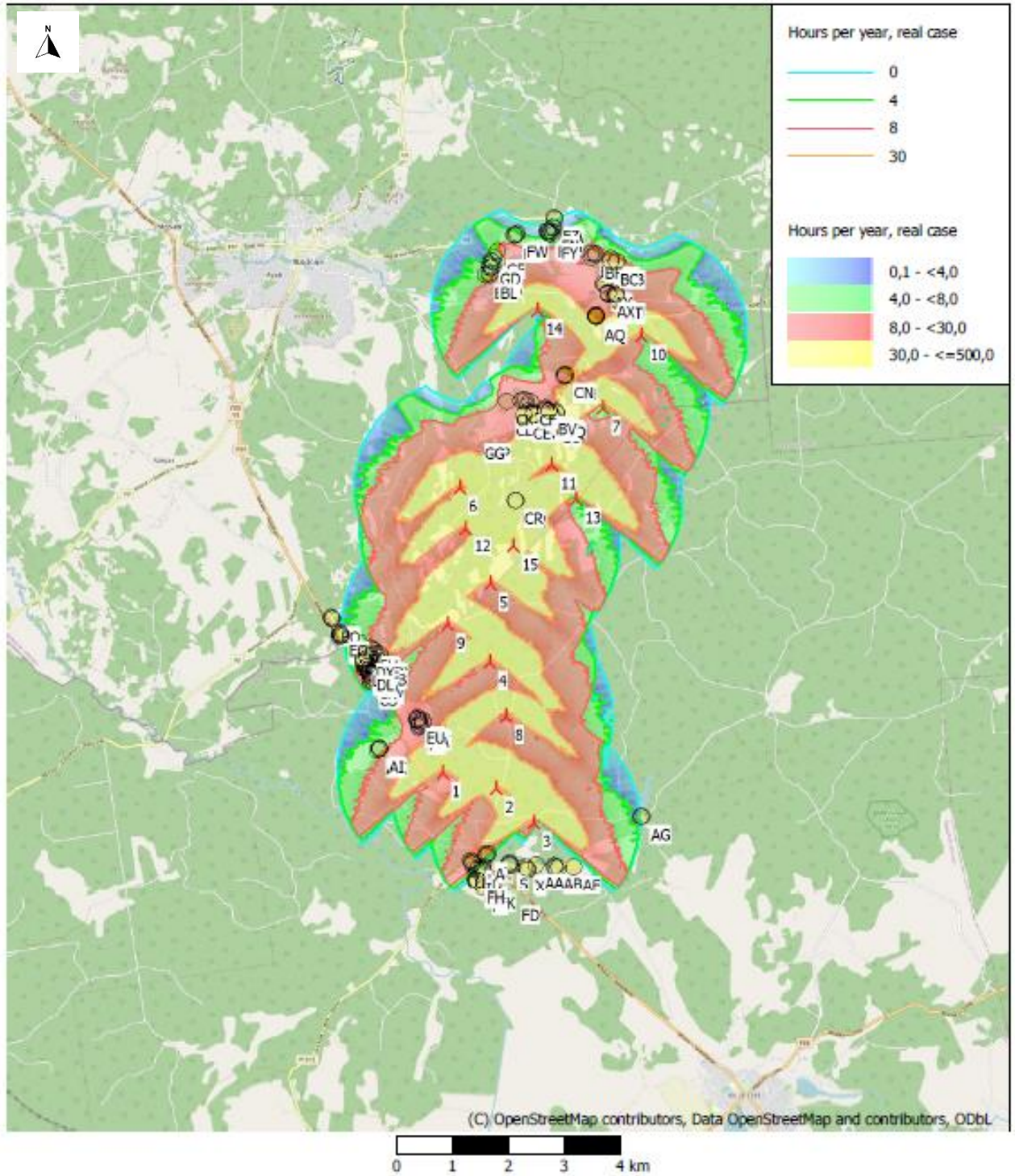
# NORDEX N163/6.X

## SHADOW - Map



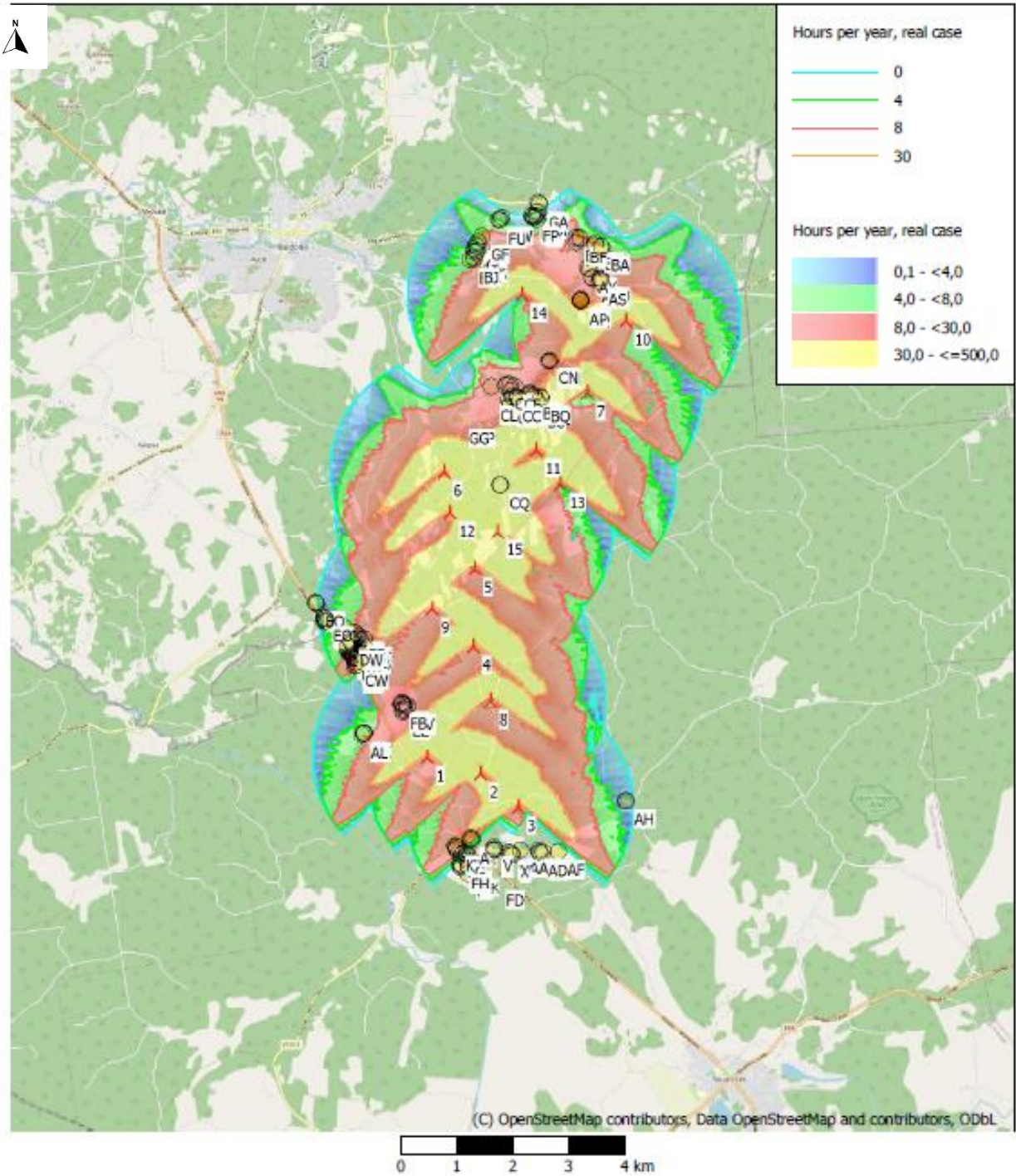
# NORDEX N175/6.X

## SHADOW - Map



# SGRE SG6.6-170

## SHADOW - Map



## 7. PIELIKUMS

JASP programmas rezultāti (izdrukas no JASP)

Descriptive Statistics					
	Turb_min				
	Enercon	Nordex163	Nordex175	Vestas	SGRE
Valid	10	10	10	10	10
Missing	0	0	0	0	0
Mean	6369.60 0	5687.80 0	6769.40 0	6609.40 0	6413.40 0
Std. Deviation	1914.75 7	1701.99 2	2079.88 7	1830.01 8	1700.92 7
Minimum	4432.00 0	3917.00 0	4032.00 0	4793.00 0	4786.00 0
Maximum	9309.00 0	8214.00 0	9933.00 0	9490.00 0	8934.00 0

Descriptive Statistics					
	Day_year				
	Enercon	Nordex163	Nordex175	Vestas	SGRE
Valid	10	10	10	10	10
Missing	0	0	0	0	0
Mean	172.30 0	165.50 0	182.90 0	179.90 0	179.60 0
Std. Deviation	34.855	33.110	35.032	34.388	30.740
Minimum	143.00 0	138.00 0	149.00 0	147.00 0	148.00 0
Maximum	240.00 0	230.00 0	250.00 0	244.00 0	237.00 0

Descriptive Statistics					
	Impact_Z				
	Enercon	Nordex163	Nordex175	Vestas	SGRE
Valid	10	10	10	10	10
Missing	0	0	0	0	0
Mean	0.66 4	0.66 1	0.68 1	0.67 1	0.66 4

Descriptive Statistics					
	Impact_Z				
	Enercon	Nordex163	Nordex175	Vestas	SGRE
Std. Deviation	0.01 4	0.01 1	0.01 9	0.01 9	0.02 0
Minimum	0.63 0	0.64 0	0.65 0	0.63 0	0.63 0
Maximum	0.68 0	0.68 0	0.70 0	0.69 0	0.70 0

Descriptive Statistics					
	Impact_Z				
	Enerco n	Nordex16 3	Nordex17 5	Vestas	SGRE
Valid	10	10	10	10	10
Missing	0	0	0	0	0
Mean	0.664	0.661	0.681	0.671	0.664
Std. Deviation	0.014	0.011	0.019	0.019	0.020
Minimum	0.630	0.640	0.650	0.630	0.630
Maximum	0.680	0.680	0.700	0.690	0.700

ANOVA - Turb_min					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Turb_Type	6.841×10 <sup>+6</sup>	4	1.710×10 <sup>+6</sup>	0.499	0.736
Residuals	1.542×10 <sup>+8</sup>	45	3.426×10 <sup>+6</sup>		

*Note.* Type III Sum of Squares

ANOVA - Day_year					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Turb_Type	1997.120	4	499.280	0.441	0.779

ANOVA - Day_year					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Residuals	50992.800	4 5	1133.173		
<i>Note.</i> Type III Sum of Squares					

ANOVA - Min_day					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Turb_Type	635.480	4	158.870	1.057	0.389
Residuals	6762.300	4 5	150.273		
<i>Note.</i> Type III Sum of Squares					

ANOVA - Impact_Z					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Turb_Type	0.003	4	$6.470 \times 10^{-4}$	2.284	0.075
Residuals	0.013	4 5	$2.833 \times 10^{-4}$		
<i>Note.</i> Type III Sum of Squares					

<b>ANOVA - Impact_R</b>					
<b>Cases</b>	<b>Sum of Squares</b>	<b>df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Turb_Type	0.009	4	0.002	0.782	0.543
Residuals	0.135	45	0.003		
<i>Note.</i> Type III Sum of Squares					