



Slagschaduwonderzoek

t.b.v. vormvrije m.e.r.-beoordeling en inpassingsplan

Windpark Bijvanck

datum: 26 mei 2014

auteur: Steven Velthuisen MSc

1 Principe en richtlijnen

Slagschaduw van een windturbine is de bewegende schaduw van de draaiende wieken. Als slagschaduw op het raam van een woning valt kan dat als hinderlijk worden ervaren.

Ministeriële regeling

Op het inwerking hebben van een windturbine is het Activiteitenbesluit milieubeheer van toepassing. Aangaande slagschaduw verwijst het Activiteitenbesluit naar de Activiteitenregeling milieubeheer.

In artikel 3.12 van de bij Activiteitenregeling milieubeheer¹ is voorgeschreven dat een turbine moet zijn voorzien van een automatische stilstandvoorziening die de windturbine afschakelt indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan twaalf maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden.

Stilstandvoorziening

Om overlast te voorkomen kan een stilstandvoorziening op de windturbine worden aangebracht zoals vermeld in het Activiteitenbesluit. Deze zorgt ervoor dat bij normoverschrijding ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

Normstelling

In de Activiteitenregeling staat aangegeven dat een automatische stilstandvoorziening vereist is wanneer slagschaduw optreedt voor zover de afstand tussen de turbine en de woning minder bedraagt dan 12 maal de rotordiameter en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten slagschaduw kan optreden. In dit onderzoek is dit vertaald naar een norm van jaarlijks maximaal (5 uur en 40 minuten slagschaduw (= 17 x 20 minuten). Op deze manier kan een inschatting verkregen worden van de grootte van de mitigerende maatregel.

Berekening

De stand van de zon is een vast gegeven voor elke datum en elk tijdstip en voor elke breedtegraad. Voor elk object (bijvoorbeeld een windturbine) is het daarom mogelijk een berekening te doen om het tijdvak te bepalen wanneer er slagschaduw valt op een bepaald punt (bijvoorbeeld het raam van een huis). Om dit te kunnen doen is de volgende informatie nodig:

¹ Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 9 november 2007, nr. DJZ 2007104180 houdende algemene regels voor inrichtingen - Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer.



- ❖ De grootte van het object dat slagschaduw veroorzaakt; voor een windturbine is van belang de grootte van de wieken;
- ❖ De positie van de windturbine en het beschaduwde object (met name ten opzichte van elkaar);
- ❖ De ashoogte van de windturbine;
- ❖ De grootte, richting en oriëntatie (hellingshoek) van het beschaduwde object; met de richting wordt bedoeld hoe het raam (lichtdoorlatende deel van de gevel) gericht is ten opzichte van de windturbine(s), oriëntatie is in het algemeen verticaal, maar ook kan gedacht worden aan een dakraam in een schuin dak onder een bepaalde hoek.

De berekening gaat uit van de realistisch gemiddelde situatie. Hiertoe wordt een aantal aannames gedaan om de situatie te benaderen zoals die werkelijk zal optreden:

- ❖ Correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur;
de zon schijnt (overdag) niet altijd vanwege de aanwezigheid van bewolking (en mist); op basis van klimatologische gegevens van het KNMI voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt een maandelijks getal afgeleid voor de kans dat de zon daadwerkelijk schijnt. Op deze locatie is gebruik gemaakt van KNMI-gegevens van station Deelen (afstand tot de parklocatie: ca. 18km).
- ❖ Correctie voor de windsnelheid;
bij lage windsnelheden (minder dan ca. 3 m/s) draait een windturbine (nog) niet, bij zeer hoge windsnelheden (boven 25 m/s) wordt een windturbine uit veiligheidsoverwegingen stilgezet. Op basis van de gemiddelde windsnelheidsverdeling (op ashoogte) wordt een correctiefactor afgeleid voor de kans dat de windturbine daadwerkelijk draait; dit hangt ook af van de technische specificaties van de windturbine. Als een windturbine niet draait is er immers ook geen sprake van slagschaduw;
- ❖ Correctie voor de windrichting;
Op basis van windmetingen op de gondel wordt de windturbine zo gedraaid dat de wieken altijd in de richting staan waar de wind vandaan komt. Afhankelijk van de gemiddelde windrichtingverdeling wordt een correctiefactor afgeleid aangezien de grootte en positie van de schaduw verandert met de positie van de gondel.

Bovenstaande correcties maken gebruik van statistische klimaatgegevens. De correctie voor de gemiddelde zonneshijnduur wordt op de maandgemiddelde uitkomsten toegepast, de overige twee correcties op de jaargemiddelde uitkomsten. Daarmee is het uiteindelijke resultaat statistisch juist, maar kan geen uitspraak gedaan worden over het optreden van schaduwhinder op individuele dagen.

Eerst is op basis van bovenstaande gegevens een contour getekend waarbinnen de jaarlijkse slagschaduwduur de normgrens van 5 uur en 40 minuten overschrijdt. Vervolgens is voor alle woningen binnen deze contour berekend wat de jaarlijkse slagschaduwduur is.

Bescherming voor omwonenden

De berekeningen die in dit onderzoek plaatsvinden geven een indicatie van de tijd dat windturbines jaarlijks moeten worden stilgezet om aan de norm te voldoen.

De daadwerkelijke situatie wanneer het windpark operationeel is kan hiervan afwijken, omdat een exacte voorspelling van zonneshijns en windkracht en -richting niet mogelijk is. De stilstandsvoorziening die op de windturbines wordt aangebracht zorgt er voor dat zodra bij een woning meer dan 20 minuten slagschaduw op een dag is gevallen de betreffende windturbine(s) wordt (worden) uitgeschakeld totdat de schaduw niet meer over de woning valt. Hetzelfde geldt wanneer het jaarlijkse maximum (5 uur en 40 minuten) is bereikt. Hierbij worden alle



woningen meegenomen die vallen binnen een afstand van twaalf keer de rotordiameter (conform de Activiteitenregeling).

Interpretatie van dit onderzoek

Dit onderzoek dient twee doelen:

- ❖ het geeft een indicatie van het aantal woningen waar naar verwachting hinder optreedt en
- ❖ het toont aan dat mitigatie (verplicht conform Activiteitenregeling milieubeheer) niet leidt tot onrendabele exploitatie.

Omdat bij het berekenen van de slagschaduwcontour waarbinnen de norm uit de Activiteitenregeling wordt overschreden gebruik wordt gemaakt van statistische gegevens is het niet mogelijk vantevoren precies te berekenen hoe vaak en hoe lang windturbines dienen te worden stilgezet om normoverschrijding te voorkomen. Door deze statistische gegevens te gebruiken wordt echter wel een realistisch beeld geschetst van de benodigde mitigatie, wat nuttiger is dan een 'worst case' berekening.



2 Opstelling

Het geplande windpark bestaat uit vier windturbines. De locatie van de windturbines is te zien in onderstaande figuur. Bij het bepalen van het effect van slagschaduw op omliggende woningen is gerekend met 'maximale maten'. Zie voor de gehanteerde afmetingen Tabel 1.

Tabel 1 - Onderzochte windturbine

Aantal turbines	Masthoogte	Rotordiameter	Cut-in windsnelheid ²	Cut-out windsnelheid
4	124 meter	122 meter	3 m/s	22,5 m/s



Figuur 1 – De turbinelocaties van de opstelling.

Deze locaties worden vastgelegd in het inpassingsplan, met een kleine schuifruimte van circa 3 meter.

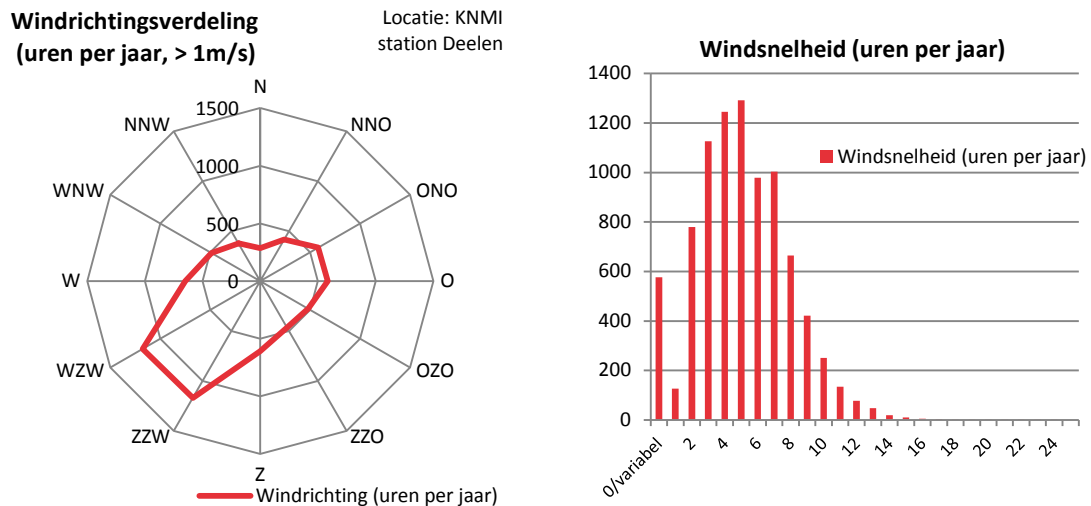
² Cut-in windspeed is de windsnelheid waarbij de turbine begint te produceren. Cut-out windspeed is de windsnelheid waarbij de turbine stopt met produceren omdat het te hard waait. Buiten deze windsnelheden is de omwentelingssnelheid van de turbinebladen zodanig dat er geen hinderlijke slagschaduw optreedt.



3 Berekening

Windaanbod

Voor de slagschaduwberekening is gebruik gemaakt van de meteorologische data van het KNMI-station bij vliegbasis Deelen bij Arnhem, daar dit het dichtstbijzijnde is. Onderstaande grafieken geven de langjarige windsnelheids- en richtingsverdeling weer.



Figuur 2 - Gegevens windrichting en -snelheid. Bron: KNMI-station Deelen.

Zonaanbod

Het zonaanbod is in de berekening gebaseerd op het zonaanbod in Deelen (de dichtstbijzijnde meetpost). Zie de bijlage met de WindPRO-rekenresultaten voor de precieze waarden.

Zomer- & wintertijd hebben geen effect op de duur van de schaduw, maar wel op het moment van de dag waarom schaduw plaatsvindt. Tijdswijzigingen vinden plaats iedere laatste zondag van maart en laatste zondag van oktober. Het effect hiervan is meegenomen in de berekening.

Rekenmethode

Met het softwarepakket WindPRO is een contour getekend van de norm van 5:40 uur slagschaduw per jaar.

Om toch een aanvaardbaar woon- en leefklimaat te kunnen garanderen en te voldoen aan de norm kunnen de windturbines voorzien worden van een stilstandsvoorziening. Deze zorgt ervoor dat bij overlast bij gevoelige objecten³ ten gevolge van schaduw de windturbine wordt uitgeschakeld. De voorziening wordt per schaduwgevoelige woning op de turbine aangebracht en vooraf afgeregeld, aangezien het gaat om specifieke momenten die van te voren bepaald kunnen worden afhankelijk van de zonnestand. Daarnaast wordt gemeten of er daadwerkelijk voldoende zon (en dus slagschaduw) is op die momenten.

Elk uur dat een turbine moet worden stilgezet leidt tot opbrengstverlies. In deze analyse is de hoeveelheid schaduwhinder gedeeld door het totaal aantal draaiuren in een jaar (*gebaseerd op de windsnelheidsverdeling uit Figuur 2 en de cut-in en cut-out windsnelheid van de betreffende turbine*), waaruit een verliesfactor volgt.

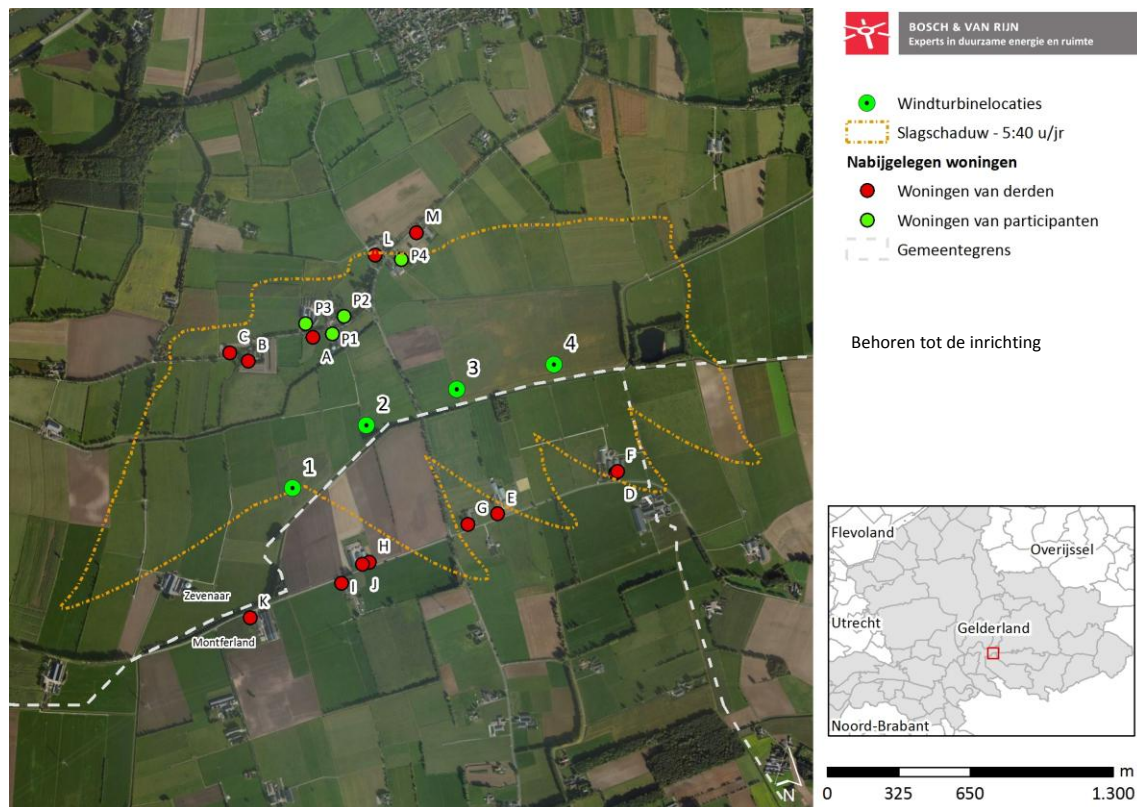
³ Onder gevoelige objecten worden verstaan: woningen, onderwijsgebouwen, ziekenhuizen, verpleeghuizen, verzorgingstehuizen, psychiatrische inrichtingen, kinderdagverblijven, woonwagenstandplaatsen en ligplaatsen voor woonschepen. Bron: Wet geluidhinder en Activiteitenbesluit milieubeheer.



4 Resultaten

Slagschaduwcontour

Onderstaande afbeelding toont de slagschaduwcontour van 5 uur en 40 minuten slagschaduw per jaar, uitgaande van een *realistische meteorologische* situatie (in tegenstelling tot een *worst case* scenario). Dit wil dus zeggen dat er binnen de lijn jaarlijks meer dan 5:40 uur slagschaduw optreedt, en erbuiten minder.



Figuur 3 – 5:40u slagschaduwcontour van de opstelling van vier windturbines met een ashoogte van 124 meter en een rotordiameter van 122 meter. Hierbij zijn ook woningen van derden weergegeven. Dit zijn immers de objecten waarvoor de norm geldt. (Er liggen geen andere gevoelige objecten, zoals scholen en ziekenhuizen, binnen de contour). Voor woningen behorende tot de inrichting (groen) geldt deze norm niet.

Gevoelige bestemmingen binnen de contour

Er bevinden zich (volgens de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)) 6 woningen van derden binnen de slagschaduwcontour. Zie de bijlage voor een lijst van adressen, gesorteerd op woonplaats en straatnaam.

Op de locatie van elke woning is uitgegaan van een verticale schaduw 'receptor' van 5 meter hoog en 8 meter breed, beginnend op 50 cm hoogte. De receptoren zijn in alle richtingen gevoelig voor slagschaduw, en er is geen rekening gehouden met obstakels als bebouwing en begroeiing.

Hoogteverschil van het maaiveld is op deze locatie dermate gering dat dit aspect niet in de berekening is opgenomen.

Als uiteindelijk een te bouwen windturbintype bekend is en de exacte locaties van de windturbines vaststaan zal voor elke woning van derden ter plekke waarvan de norm wordt overschreden een stilstandsregeling moeten worden ingesteld op de betreffende windturbine(s).



Geprojecteerde gevoelige bestemmingen binnen de contour

Er zijn geen plannen bekend van geprojecteerde nieuwe gevoelige bestemmingen binnen of nabij de slagschaduwcontour.

Slagschaduw per woning

De totale overschrijding van de norm ter plaatse van woningen van derden bedraagt 29:06 uur per jaar.

In de bijlage is voor elke woning van derden binnen de slagschaduwcontour beschreven hoeveel slagschaduw te verwachten is per jaar.

Slagschaduw per windturbine

Het kan voorkomen dat de slagschaduw van een windturbine meerdere woningen tegelijk be- slaat. De tabel hieronder geeft weer hoe lang elke turbine jaarlijks stilgezet dient te worden om *alle* verwachte slagschaduw bij woningen van derden te voorkomen. In de tabel is ook het 'worst case' scenario weergegeven; wat wil zeggen de slagschaduwduur als de windturbine altijd draait en de zon nooit achter wolken schuilgaat. Dit om te laten zien hoe groot het verschil is tussen de worst case en de verwachte schaduwduur.

Tabel 2 - Benodigde stilstand in uren per jaar. Windturbines zijn oplopend genummerd van west naar oost.

	Worst case	Verwacht
1	136:33	15:28
2	284:57	30:02
3	237:48	29:07
4	83:06	10:05
Totaal		84:42

Als elke turbine zo lang wordt stilgezet als bovenstaande tabel aangeeft is daarmee alle slag- schaduw op woningen voorkomen. Om aan de norm te voldoen is dus minder stilstand vereist dan deze totalen (zie bijlagen)

Opbrengstderving

Uitgaande van ca. 7.250 draaiuren per windturbine per jaar (op basis van de windgegevens van Deelen en een cut-in windsnelheid van 3 m/s) resulteert een stilstandsregeling van in totaal 29:06 uur per jaar in een opbrengstderving van ca. 0,2%.

Schuifruimte

Het eventuele verschuiven van de windturbines heeft geen significante effecten op de boven- genoemde conclusies, mits de verschuiving beperkt blijft tot enkele meters.



5 Conclusie slagschaduwonderzoek

Er zijn in het geval van een windpark van vier windturbines met ashoogte 124 meter en rotor-diameter 122 meter enkele gevoelige objecten die jaarlijks meer slagschaduw ondervinden dan volgens de Activiteitenregeling is toegestaan. Een stilstandsregeling zal, op basis van statistische meteorologische gegevens, enkele uren per jaar moeten worden ingezet om aan de norm te voldoen.

Uit de berekening blijkt dat een stilstandsregeling van **29:06 uur per jaar** genoeg is om overschrijding van de norm uit de Activiteitenregeling te voorkomen.

Een stilstand van 84:42 uur per jaar is voldoende om *alle* slagschaduw ter plaatse van woningen nabij het windpark te voorkomen.

Conclusies t.a.v. vormvrije m.e.r.-beoordeling

Doordat er relatief weinig woningen in de directe nabijheid van het geplande windpark liggen is de hinder als gevolg van de windturbines gering.

Bij het nader beschouwen van de omvang van het potentieel aanzienlijke effect van slagschaduw dient te worden gerealiseerd dat de huidige slagschaduwnorm in de Activiteitenregeling is gebaseerd op de dosis-effectrelatie⁴. De norm van maximaal 5 uur en 40 minuten per jaar bewegende slagschaduw op de gevel van gevoelige objecten is, analoog aan de toelichting van de wetgever aangaande de geluidsnorm, toereikend uit oogpunt van bescherming tegen slagschaduwhinder.⁵

In het geval van windturbines met kleinere masthoogte en/of rotordiameter is het milieu-effect slagschaduwhinder met zekerheid kleiner dan in dit rapport berekend.

Er is met zekerheid geen sprake van belangrijke nadelige gevolgen voor de omgeving als gevolg van slagschaduw vanwege de windturbines, ook niet in cumulatie met effecten en andere projecten en plannen.

⁴ Brief van de Minister van Infrastructuur en Milieu aan de Tweede Kamer, 19 juni 2013.

⁵ Memorie van Toelichting bij Besluit van 14 oktober 2010 tot wijziging van het Besluit algemene regels voor inrichtingen en het Besluit omgevingsrecht (wijziging milieuregels windturbines), Staatsblad 2010, 749.



Bijlage - Resultaten slagschaduwonderzoek per woning

Hieronder staan de woningen van derden en van participanten die binnen de slagschaduwcontour vallen. Van elke woning zijn de volgende gegevens getoond:

- ❖ Code: een manier om elke woning uniek aan te duiden. Deze code is ook weergegeven op een kaart van het gebied in Figuur 4.
- ❖ Adres, woonplaats, coördinaten. Bron van deze gegevens is de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). De gebruikte BAG-database is de versie van februari 2013.
- ❖ Uren schaduw per jaar. De te verwachten schaduwduur per woning. Zie voor aannames etc. de onderzoekopzet. Schaduwduur kan veroorzaakt worden door meerdere turbines tegelijk. Dit is in onderstaande tabel niet uitgesplitst.

label	label in WindPRO*	RD-x	RD-y	Adres	Uren slagschaduw per jaar	Stilstand in uren per jaar
A	A	205635	443973	Broekzijdestraat 1, Angerlo	17:34	11:54
B	C	205342	443865	Broekzijdestraat 3, Angerlo	12:29	6:49
C	F	205256	443902	Broekzijdestraat 6, Angerlo	10:03	4:23
D	N	207012	443357	Truisweg 2, Didam	8:05	2:25
E	P	206475	443170	Truisweg 2a, Didam	3:07	
F	O	207021	443363	Truisweg 2b, Didam	8:31	2:51
G	Q	206340	443122	Truisweg 4, Didam	4:56	
H	G	205892	442951	Truisweg 6, Didam	0:00	
I	H	205766	442855	Truisweg 7, Didam	0:00	
J	J	205861	442941	Truisweg 8, Didam	0:00	
K	I	205350	442698	Truisweg 9, Didam	0:00	
L	K	205917	444347	Didamseweg 19, Angerlo	6:24	0:44
M	L	206106	444448	Ganzepeelweg 7, Angerlo	3:24	
P1	B	205722	443988	Broekzijdestraat 1a, Angerlo	19:14	13:34
P2	C	205775	444068	Broekzijdestraat 2, Angerlo	14:28	8:48
P3	E	205602	444034	Broekzijdestraat 4, Angerlo	13:05	7:25
P4	M	206038	444327	Ganzepeelweg 9, Angerlo	7:00	1:20

* de labels in de WindPRO uitdraai wijken af van hetgeen in dit rapport aangehouden is, omdat participanten daarin niet apart zijn opgenomen.

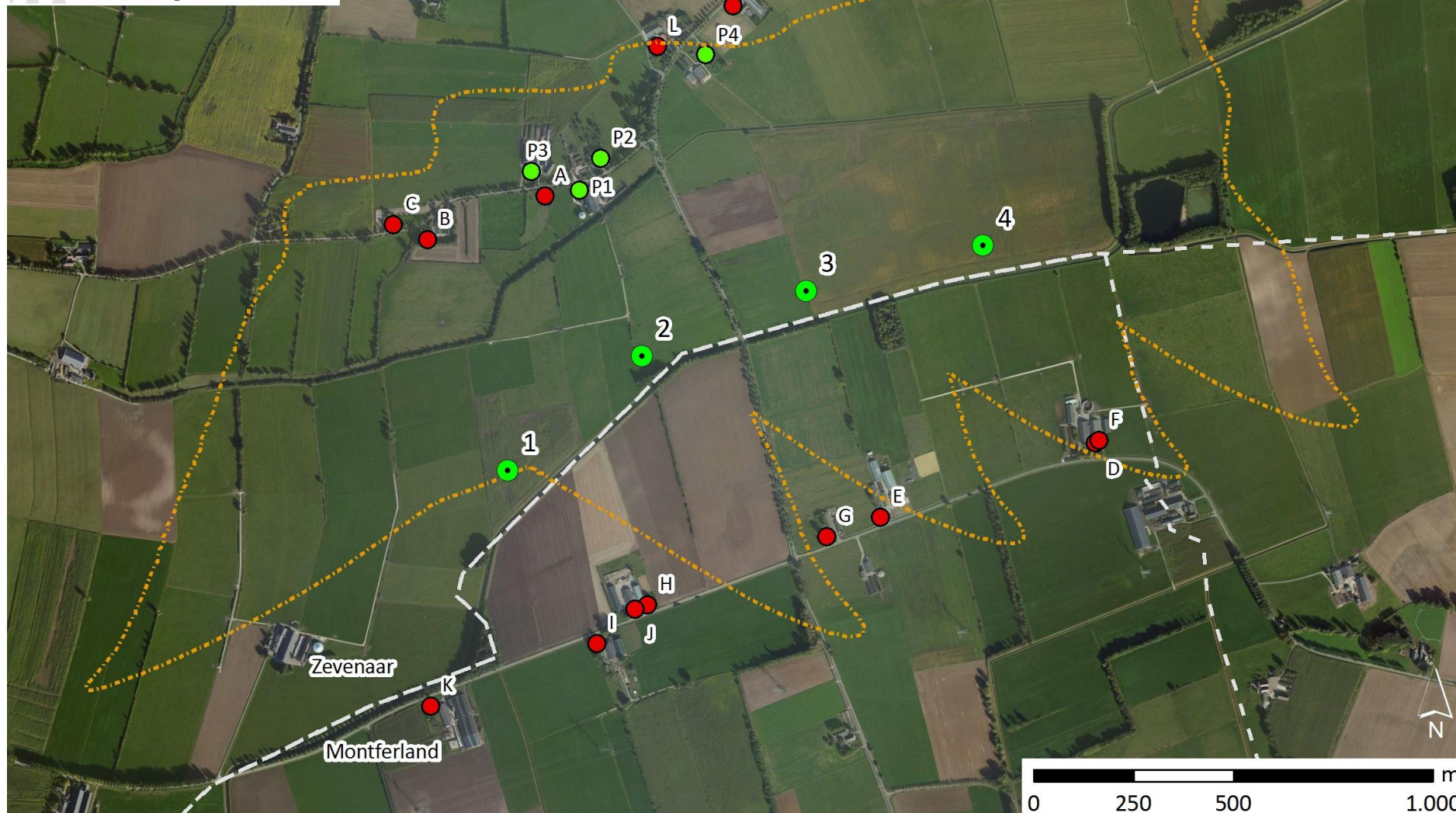
Totale stilstand om overschrijding van de norm ter plaatse van woningen van derden bedraagt 29:06 uur per jaar.

De uitdraai van het rekenmodel staat in een aparte Bijlage. De nummering tussen bovenstaande

- Windturbinelocaties
- Slagschaduw - 5:40 u/jr
- Nabijgelegen woningen**
- Woningen van derden
- Woningen van participanten
- Gemeentegrens



BOSCH & VAN RIJN
Experts in duurzame energie en ruimte



Figuur 4 – Slagschaduwcontour, rotordiameter 122m, ashoogte 124m.



Bosch & Van Rijn
Prins Bernhardlaan 63
3555 AC Utrecht

Tel: 030-677 6466
Mail: info@boschenvanrijn.nl
Web: www.boschenvanrijn.nl

© Bosch & Van Rijn 2013

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt. Bosch & Van Rijn BV is niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 1

Licensed user:

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

4689

+31 30 223 86 47

Steven Velthuisen

Calculated:

3-3-2014 17:20/2.9.269

SHADOW - Main Result**Calculation:** Bijvanck Maximale maten Contour**Assumptions for shadow calculations**

Maximum distance for influence

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

Please look in WTG table

Minimum sun height over horizon for influence

5 °

Day step for calculation

1 days

Time step for calculation

1 minutes

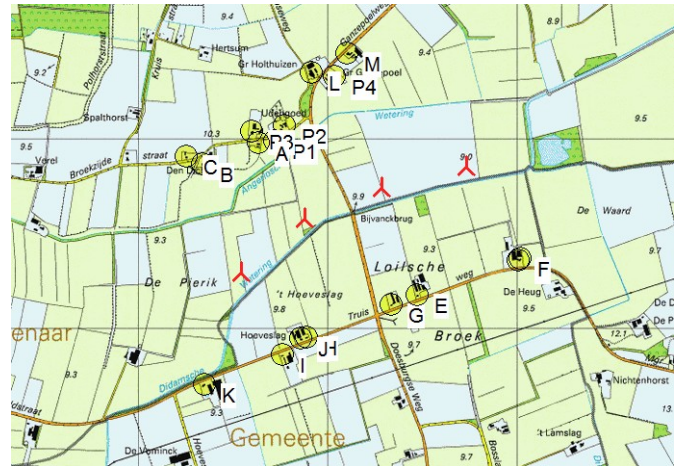
Sunshine probability S/S0 (Sun hours/Possible sun hours) []

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0,18	0,26	0,29	0,36	0,40	0,35	0,36	0,40	0,34	0,31	0,21	0,16

Operational time

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Sum
286	416	580	586	479	466	610	1.170	1.177	649	488	377	7.284

Idle start wind speed: Cut in wind speed from power curve



New WTG

Scale 1:40.000

Shadow receptor

WTGs

Dutch Stereo-RD/NAP 2000					WTG type						Shadow data	
East	North	Z	Row data/Description	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Calculation distance	RPM	
[m]							[kW]	[m]	[m]	[m]	[RPM]	
1	205.544	443.288	0,0 Locatie 1	Yes	Alstom Wind	ECO 122-2.700	2.700	122,0	124,0	1.700	7,0	
2	205.880	443.574	0,0 Locatie 2	Yes	Alstom Wind	ECO 122-2.700	2.700	122,0	124,0	1.700	7,0	
3	206.290	443.737	0,0 Locatie 3	Yes	Alstom Wind	ECO 122-2.700	2.700	122,0	124,0	1.700	7,0	
4	206.733	443.849	0,0 Locatie 4	Yes	Alstom Wind	ECO 122-2.700	2.700	122,0	124,0	1.700	7,0	

Shadow receptor-Input

Dutch Stereo-RD/NAP 2000										
No.	Name	East	North	Z	Width	Height	Height a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]	
A	Broekzijdestraat 1	205.635	443.973	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
B	Broekzijdestraat 1A	205.722	443.988	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
C	Broekzijdestraat 2	205.775	444.068	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
D	Broekzijdestraat 3	205.342	443.865	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
E	Broekzijdestraat 4	205.602	444.034	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
F	Broekzijdestraat 6	205.256	443.902	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
G	Truisweg 6	205.892	442.951	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
H	Truisweg 7	205.766	442.855	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
I	Truisweg 9	205.350	442.698	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
J	Truisweg 8	205.861	442.941	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
K	Didamseweg 19	205.917	444.347	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
L	Ganzepeelweg 7	206.106	444.448	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
M	Ganzepeelweg 9	206.038	444.327	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
N	Truisweg 2	207.012	443.357	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
O	Truisweg 2b	207.021	443.363	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
P	Truisweg 2a	206.475	443.170	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"
Q	Truisweg 4	206.340	443.122	0,0	8,0	5,0	0,5	0,0	90,0	"Green house mode"

Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 2

Licensed user:

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

4689

+31 30 223 86 47

Steven Velthuisen

Calculated:

3-3-2014 17:20/2.9.269

SHADOW - Main Result**Calculation:** Bijvanck Maximale maten Contour**Calculation Results**

Shadow receptor

No.	Name	Shadow, worst case		Max shadow hours per day	Shadow, expected values
		Shadow hours per year [h/year]	Shadow days per year [days/year]		Shadow hours per year [h/year]
A	Broekzijdestraat 1	159:51	192	1:17	17:34
B	Broekzijdestraat 1A	175:47	190	1:36	19:14
C	Broekzijdestraat 2	129:52	178	1:06	14:28
D	Broekzijdestraat 3	106:02	172	0:52	12:29
E	Broekzijdestraat 4	122:59	177	0:59	13:05
F	Broekzijdestraat 6	87:56	166	0:47	10:03
G	Truisweg 6	0:00	0	0:00	0:00
H	Truisweg 7	0:00	0	0:00	0:00
I	Truisweg 9	0:00	0	0:00	0:00
J	Truisweg 8	0:00	0	0:00	0:00
K	Didamseweg 19	66:23	121	0:45	6:24
L	Ganzepoelweg 7	37:42	97	0:37	3:24
M	Ganzepoelweg 9	71:19	122	0:50	7:00
N	Truisweg 2	47:14	125	0:40	8:05
O	Truisweg 2b	49:36	128	0:40	8:31
P	Truisweg 2a	17:00	53	0:33	3:07
Q	Truisweg 4	27:02	60	0:38	4:56

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

No.	Name	Worst case [h/year]	Expected [h/year]
1	Locatie 1	136:33	15:28
2	Locatie 2	284:57	30:02
3	Locatie 3	237:48	29:07
4	Locatie 4	83:06	10:05

Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 3

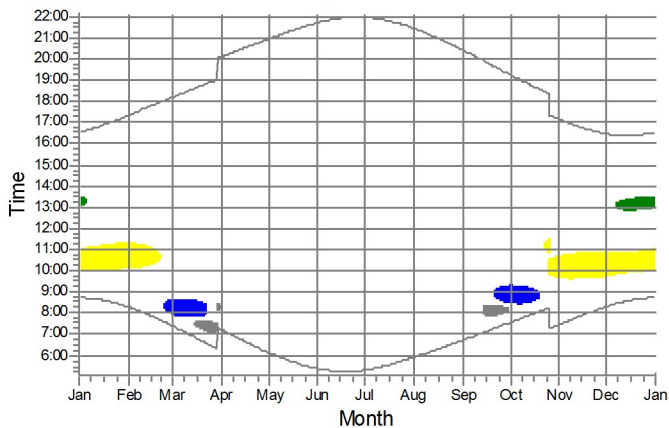
Licensed user:

Bosch & Van Rijn
 Prins Bernhardlaan 63
 4689
 +31 30 223 86 47
 Steven Velthuisen
 Calculated:
 3-3-2014 17:20/2.9.269

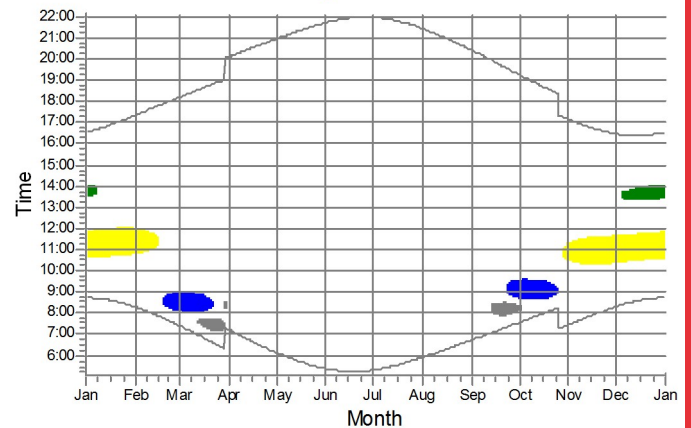
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Bijvanck Maximale maten Contour

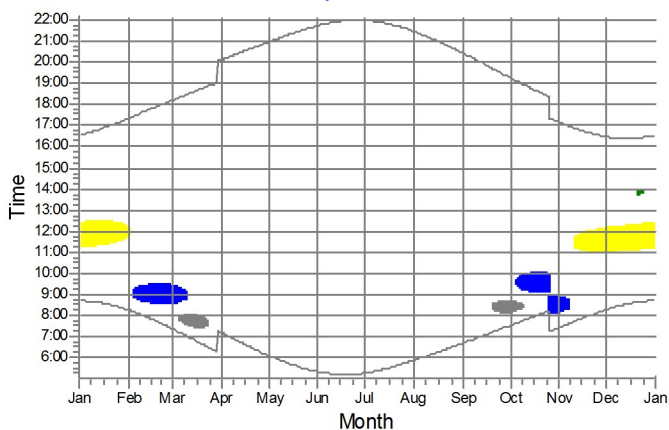
A: Broekzijdestraat 1



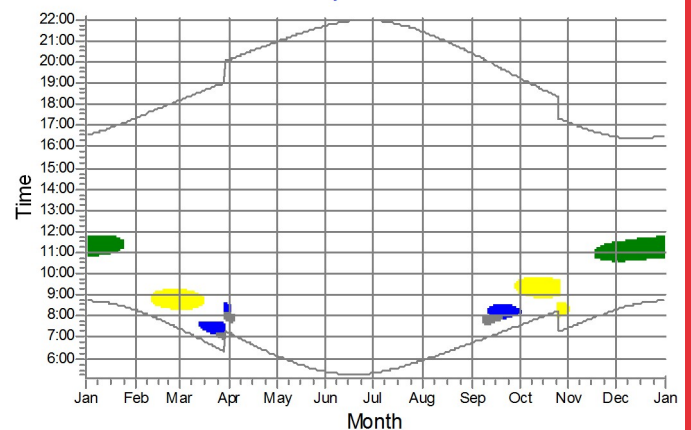
B: Broekzijdestraat 1A



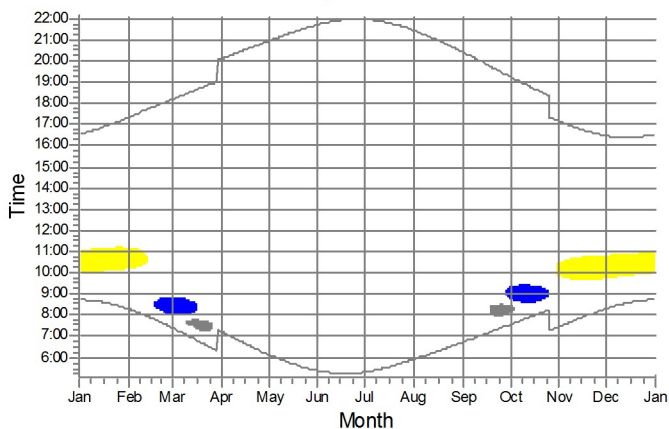
C: Broekzijdestraat 2



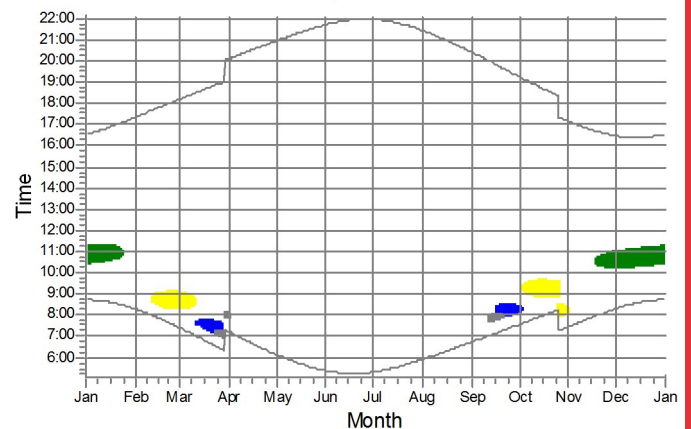
D: Broekzijdestraat 3



E: Broekzijdestraat 4



F: Broekzijdestraat 6



WTGs



Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 4

Licensed user:

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

4689

+31 30 223 86 47

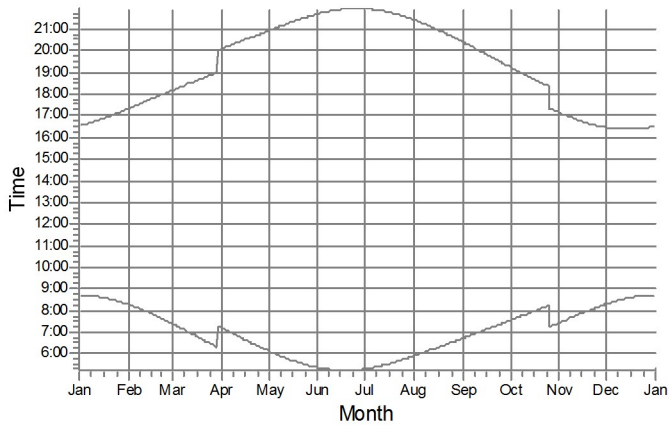
Steven Velthuisen

Calculated:

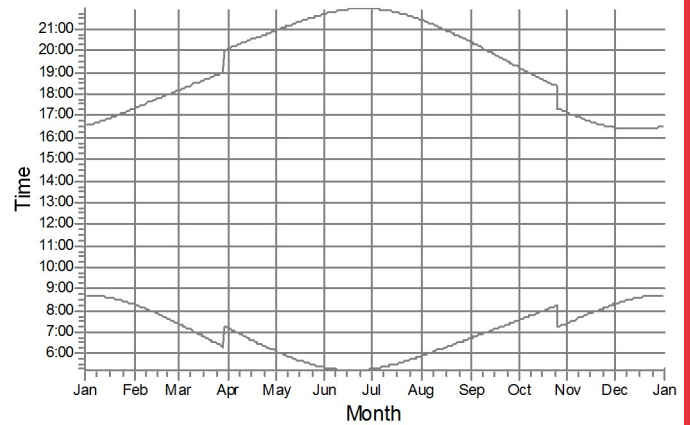
3-3-2014 17:20/2.9.269

SHADOW - Calendar, graphical**Calculation:** Bijvanck Maximale maten Contour

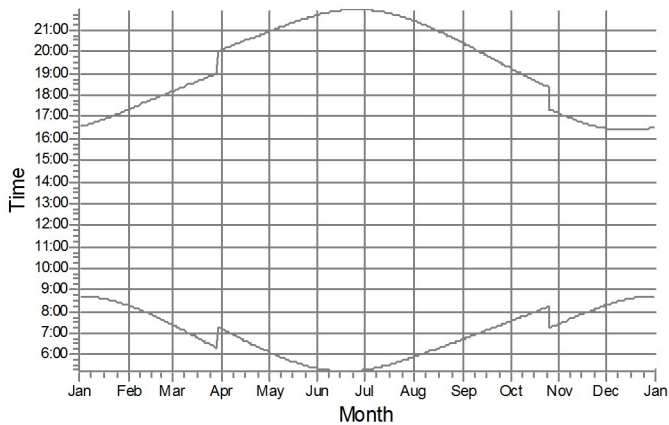
G: Truisweg 6



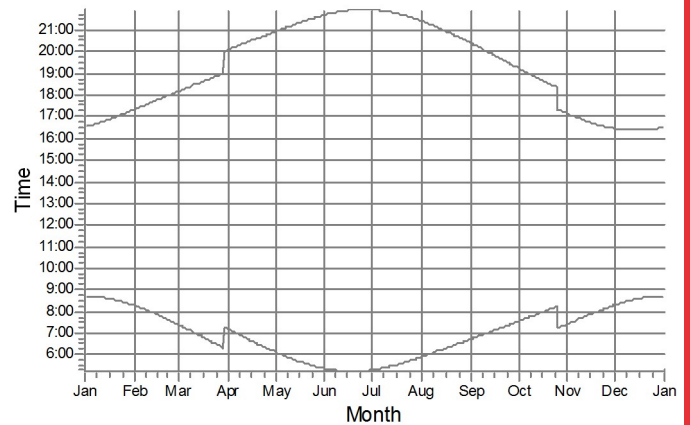
H: Truisweg 7



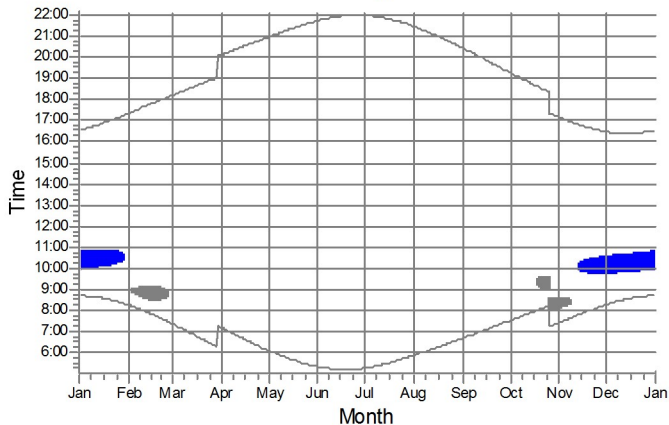
I: Truisweg 9



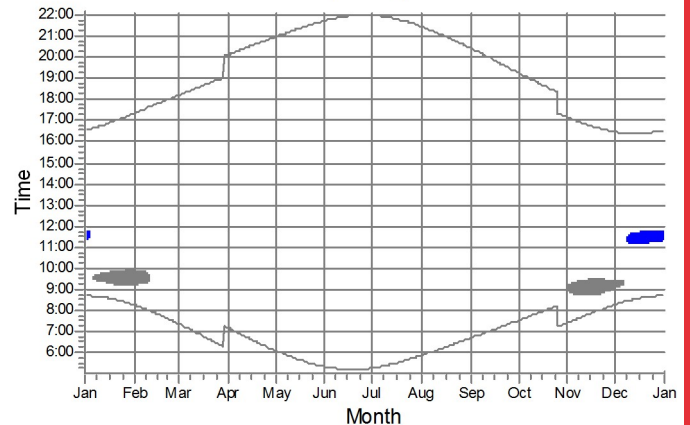
J: Truisweg 8



K: Didamseweg 19



L: Ganzepoelweg 7



WTGs



3: Locatie 3



4: Locatie 4

Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 5

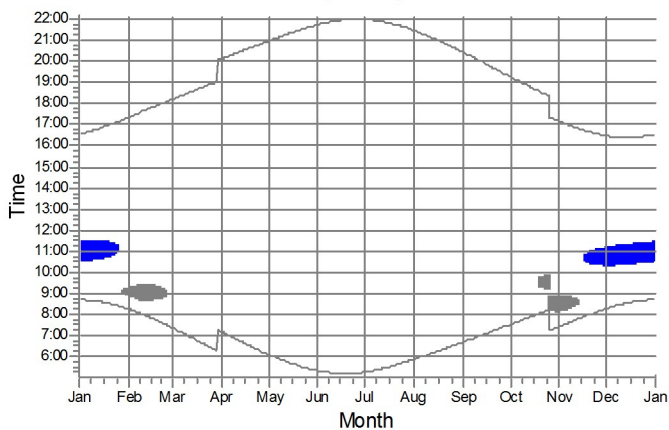
Licensed user:

Bosch & Van Rijn
 Prins Bernhardlaan 63
 4689
 +31 30 223 86 47
 Steven Velthuisen
 Calculated:
 3-3-2014 17:20/2.9.269

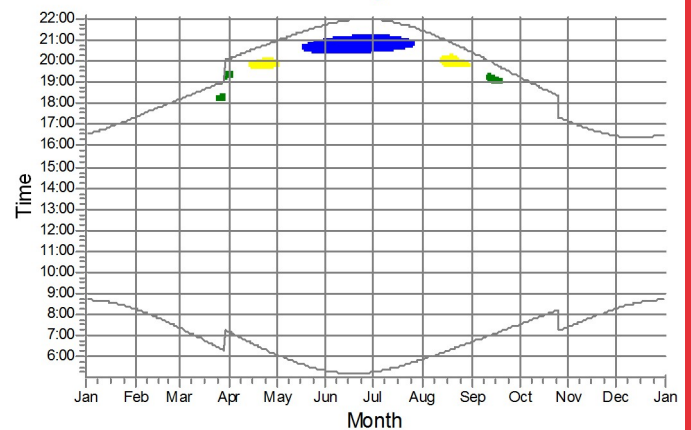
SHADOW - Calendar, graphical

Calculation: Bijvanck Maximale maten Contour

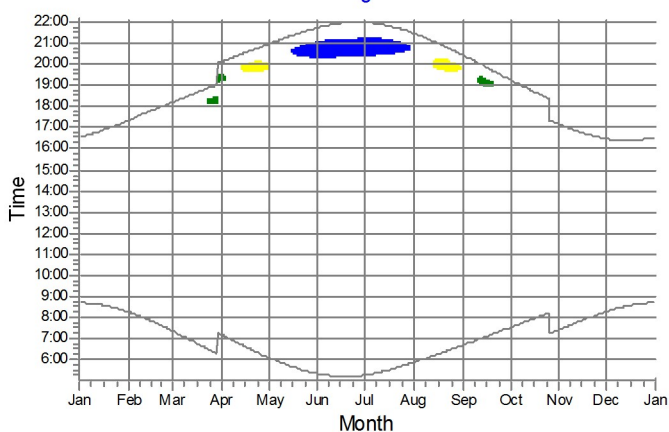
M: Ganzepoelweg 9



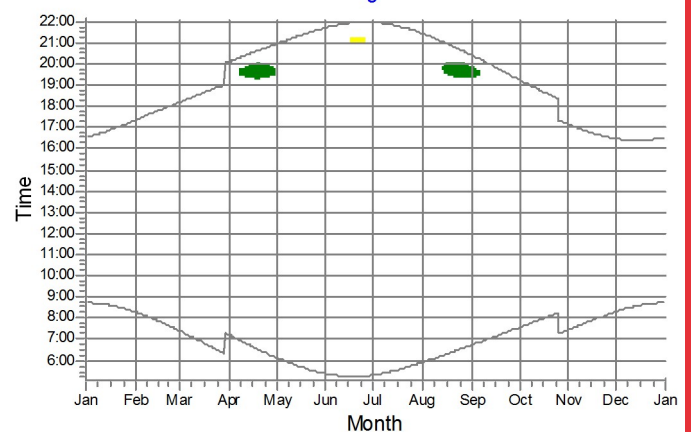
N: Truisweg 2



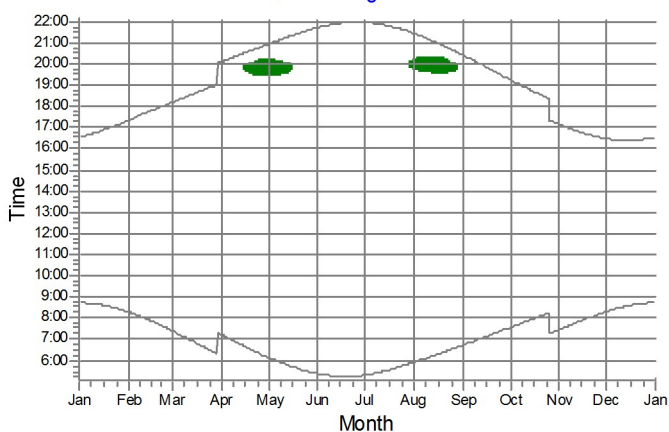
O: Truisweg 2b



P: Truisweg 2a



Q: Truisweg 4



WTGs



Project:

Bijvanck

Printed/Page

3-3-2014 17:27 / 6

Licensed user:

Bosch & Van Rijn

Prins Bernhardlaan 63

4689

+31 30 223 86 47

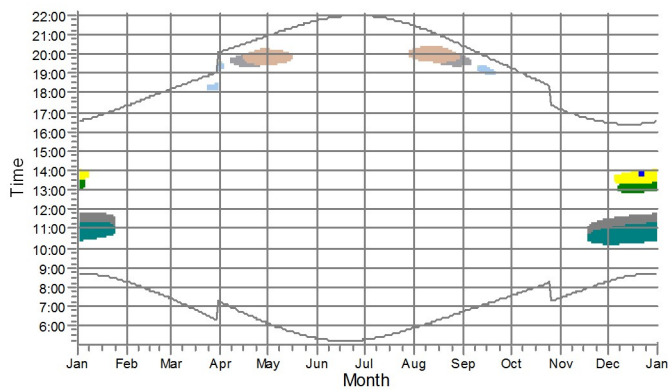
Steven Velthuisen

Calculated:

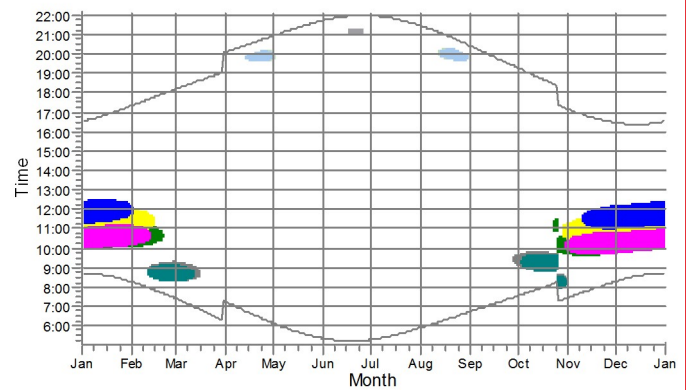
3-3-2014 17:20/2.9.269

SHADOW - Calendar per WTG, graphical**Calculation:** Bijvanck Maximale maten Contour

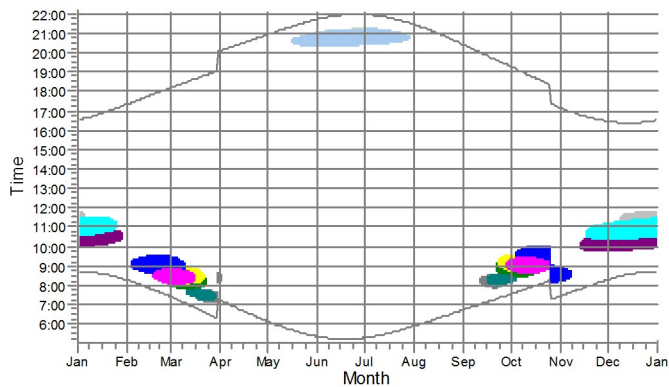
1: Locatie 1



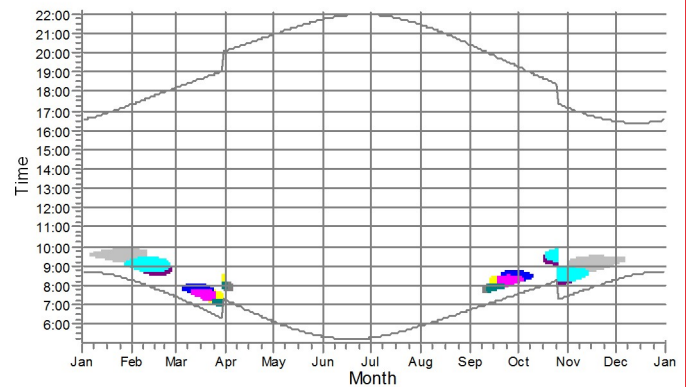
2: Locatie 2



3: Locatie 3



4: Locatie 4



Shadow receptors

	A: Broekzijdestraat 1		E: Broekzijdestraat 4		M: Ganzepoelweg 9		Q: Truisweg 4
	B: Broekzijdestraat 1A		F: Broekzijdestraat 6		N: Truisweg 2		
	C: Broekzijdestraat 2		K: Didamseweg 19		O: Truisweg 2b		
	D: Broekzijdestraat 3		L: Ganzepoelweg 7		P: Truisweg 2a		

Project:

Bijvanck

Printed/Page

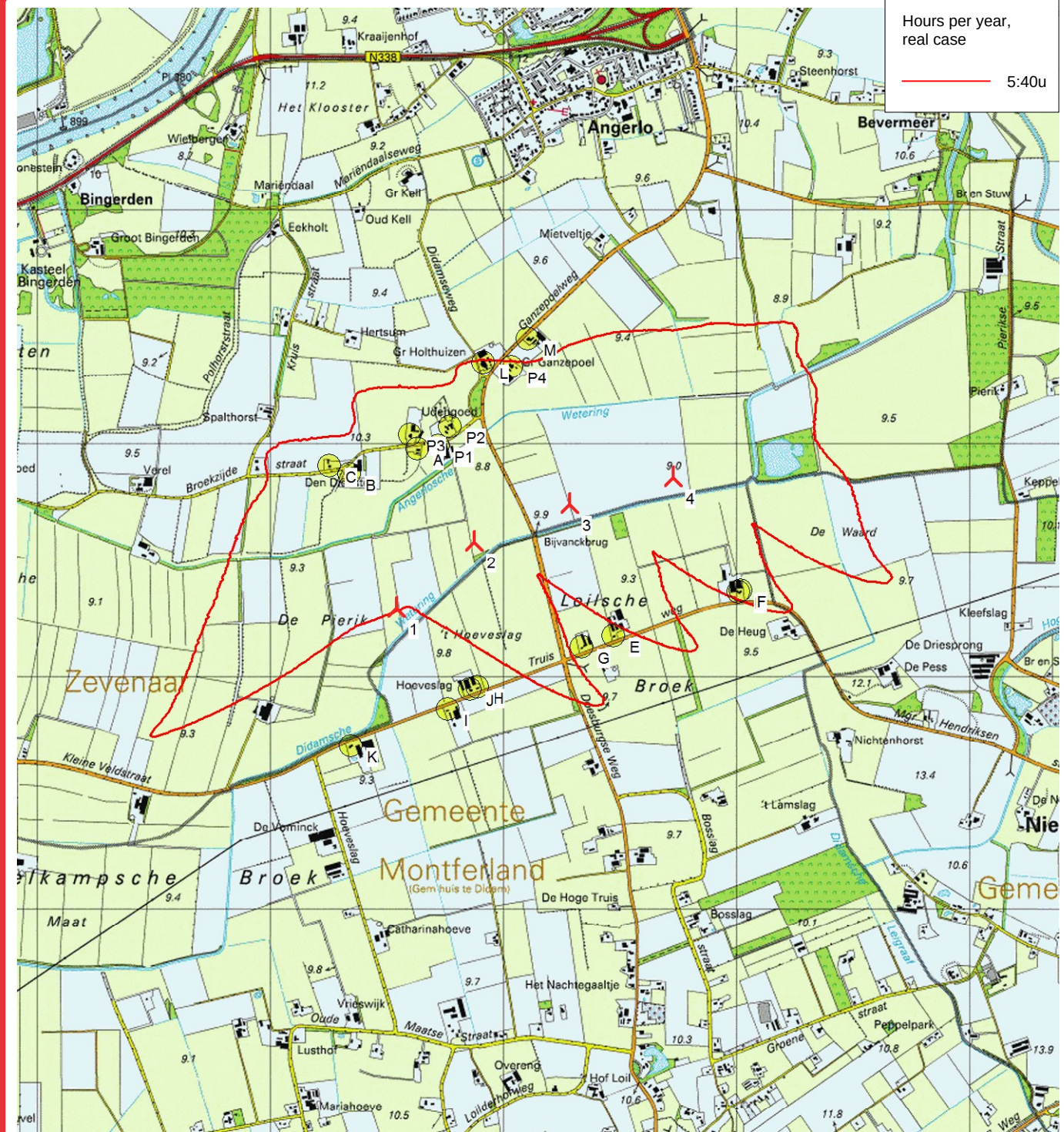
3-3-2014 17:27 / 7

Licensed user:

Bosch & Van Rijn
 Prins Bernhardlaan 63
 4689
 +31 30 223 86 47
 Steven Velthuisen
 Calculated:
 3-3-2014 17:20/2.9.269

SHADOW - Map

Calculation: Bijvanck Maximale maten Contour



Map: Bitmap map: 40E_Doesburg_2006.tif, Print scale 1:25.000, Map center Dutch Stereo-RD/NAP 2000 East: 206.270 North: 443.560

New WTG Shadow receptor

Flicker map level: 0 m above sea level