



## Schittering bij Zonnepark De Voort

### Samenvatting

In de gemeente Brummen, provincie Gelderland, wordt zonnepark De Voort ontwikkeld. Vattenfall wil onderzoeken of er mogelijk schittering op zal treden op treinen die op het naastgelegen spoor rijden. Er wordt onderzocht of er schittering zal optreden vanaf het zonnepark naar drie nabijgelegen zogenoemde 'ontvangstpunten'. De omliggende woningen aan de Voortweg 7, 9, 18, 16 en 16a zijn in dit onderzoek niet onderzocht, omdat vanwege de opstelling (noord/zuid) geen schittering wordt verwacht.

QING Sustainable heeft een tool ontwikkeld om te bepalen of hinderlijke reflectie (schittering) vanuit een zonnepark naar een of meerdere nabijgelegen ontvangstpunten plaatsvindt. Deze tool is gebruikt om bovenstaande vraag te beantwoorden.

De tool bepaalt op basis van de oriëntatie en hellingshoek van de zonnepanelen, hoogte van het ontvangstpunt (zithoogte van de treinmachinist), afstand tot het zonnepark en de stand van de zon gedurende het jaar of er mogelijk hinderlijke reflectie (schittering) zal plaatsvinden en zo ja, wanneer, hoe vaak en hoelang. Afgestemd met Prorail is de aanname gedaan dat de treinmachinist zich op 2 meter hoogte ten opzichte van hoogte van de treinbaan bevindt.

Uit de simulatie blijkt dat er in het worst case scenario **geen directe schittering optreedt vanuit de gekozen zogenaamde "referentiepunten"** (de gekozen punten in het zonnepark waar reflectie van de zon is gesimuleerd) op de ontvangstpunten (treinspoor).



Figuur 1 – Situatieschets zonnepark De Voort met negen referentiepunten (oranje) en drie ontvangstpunten (blauw).

## Introductie

In Brummen, in de gemeente Gelderland wordt zonnepark De Voort ontwikkeld. Vattenfall wil onderzoeken of er mogelijk schittering op zal treden op treinen die op het naastgelegen spoor rijden. Er wordt onderzocht of er schittering zal optreden vanaf het zonnepark naar drie nabijgelegen zogenoemde 'ontvangstpunten'.

QING Sustainable heeft een tool ontwikkeld om te bepalen of hinderlijke reflectie (schittering) vanuit een zonnepark naar een of meerdere nabijgelegen ontvangstpunten plaatsvindt. Deze tool is gebruikt om bovenstaande vraag te beantwoorden.

De tool bepaalt op basis van de oriëntatie en hellingshoek van de zonnepanelen, hoogte van het ontvangstpunt (zithoogte van de treinmachinist), afstand tot het zonnepark en de stand van de zon gedurende het jaar of er mogelijk hinderlijke reflectie (schittering) zal plaatsvinden en zo ja, wanneer, hoe vaak en hoelang. Verondersteld is dat de treinmachinist zich op 2 meter hoogte ten opzichte van hoogte van de treinbaan bevindt.

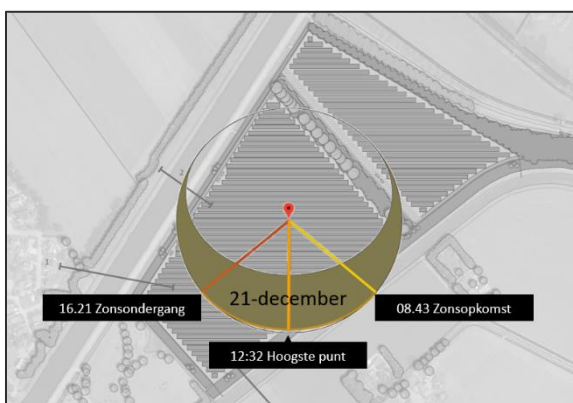
## Uitleg schittering tool

QING Sustainable heeft een tool ontwikkeld om voor omwonenden en andere relevante partijen uit de omgeving van een zonnepark te bepalen of zij mogelijk last zullen krijgen van hinderlijke schittering (reflectie) vanuit een zonnepark.

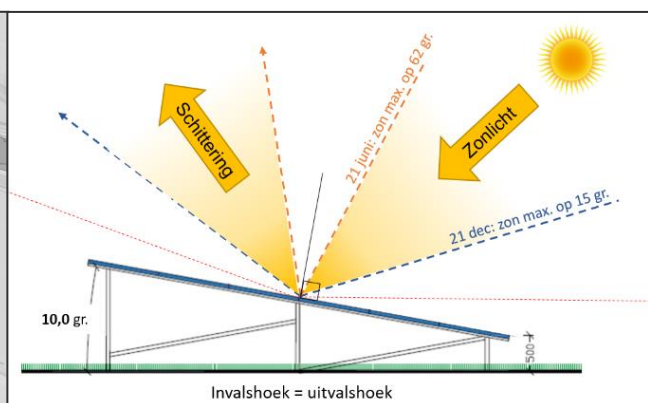
De tool kan aangeven hoeveel minuten, vanaf welke oriëntatie en op welk moment van het jaar er mogelijke reflectie optreedt. Hiermee kan de ontwikkelaar of landschapsarchitect van het zonnepark rekening houden bij het inplannen van beplanting en de oriëntatie van de zonnemodules.

Voor het uitvoeren van de analyse zijn er zogenaamde gekozen "referentiepunten" nodig in het park. Een referentiepunt is een punt waar de zon gedurende de dag met een bepaalde hoek zonnestrallen op schijnt en vervolgens weerkaatst naar zogenaamde gekozen "ontvangstpunten". Een ontvangstpunt is een gekozen punt waar wordt gekeken of en wanneer er reflectie ontvangen wordt. Een ontvangstpunt wordt daarom vaak gekozen bij bijvoorbeeld een woning, snelweg of een treinspoor, om er achter te komen of daar hinderlijke schittering zal optreden.

De zon draait over de dag van hoogte en oriëntatie ten opzichte van het zonnepark. In figuur 2 is een voorbeeld pad van de zon te zien. Het halve maantje in figuur 2 laat zien in welke oriëntatie de zon staat over heel de dag. Een zonnestraal die een zonnepaneel op een referentiepunt bereikt zal onder een bepaalde hoek op het paneel vallen. Uit een zelfde hoek zal de zonnestraal vervolgens weerkaatsen (figuur 3).



Figuur 2 – Voorbeeld: Pad van de zon



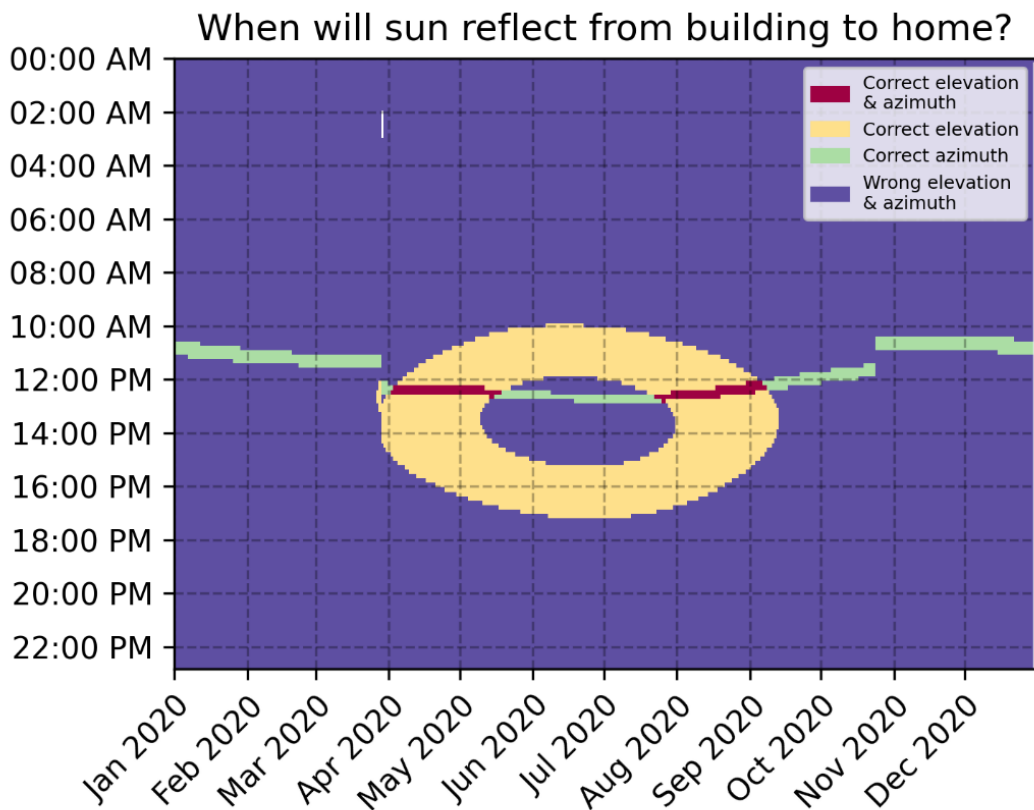
Figuur 3 – Voorbeeld: Directe schittering

De tool berekent en vergelijkt alleen rechtstreekse lichtstralen. Dat wil zeggen dat de berekening is uitgevoerd alsof er geen vegetatie en bebouwing aanwezig zal zijn. In deze tool wordt dus ook geen rekening gehouden met de landschappelijke inpassing van het zonnepark. De landschappelijke

inpassing rondom het park kan ook als extra buffer dienen tegen hinderlijke schittering. Verder gaat de tool uit van het 100% 'clear sky': nooit bewolking alleen maar zon. Kortom, de tool berekent dus de worst case situatie en in de praktijk zal de directe schittering door de bovengenoemde punten vermoedelijk lager uitvallen dan het aantal minuten wat wordt berekend.

Nadat de referentie -en ontvangspunten zijn bepaald kan de tool aan de slag gaan. De tool vergelijkt eerst welke hoogte en richting de zon moet hebben om directe schittering op een ontvangspunt te krijgen. Vervolgens berekent de tool het pad van de zon voor de aangegeven locatie per minuut van het jaar. Door de schitteringshoek te vergelijken met de zonpositie kan per minuut van het jaar worden bepaald of er schittering plaats zal vinden.

De tool bepaalt welke minuten in het jaar er reflectie vanuit een punt in het zonnepark optreedt. Deze gegevens worden automatisch weggeschreven in een bestand per punt in het zonnepark. De minuten van meerdere punten in het zonnepark kunnen worden opgeteld om een inschatting te geven van het totale aantal minuten waarin reflectie (mogelijk) plaats kan vinden. Dit zegt alleen nog niks over het moment van het jaar dat er reflectie optreedt. Om ook deze informatie goed te kunnen weergegeven worden de reflectiepunten geplot naast een zogenaamde 'sunpath' grafiek (zie figuur 4). Deze grafiek laat het pad van de zon zien op het horizontale vlak gedurende bepaalde dagen van het jaar. De momenten van reflectie worden erin geplot (zie rood aangezette gedeelte in de grafiek).



Figuur 4 - **Voorbeeld** resultaat: sunpath met hierin de tijdsperiode waarin zowel de azimuth van de panelen (groen) als de verticale hoek van de panelen (geel) juist staan voor mogelijke schittering. Op de gebieden waar deze twee overlappen is schittering aanwezig (rode gebieden).

## Uitgangspunten zonnepark De Voort

Voor het zonnepark De Voort heeft QING Sustainable voor de volgende referentie -en ontvangtpunten de mogelijkheid van schittering onderzocht (zie ook figuur 5):

Referentiepunt	Hoogte t.o.v. NAP	Azimut* van de panelen	Latitude	Longitude
1	6,77 m	170°	52°08'19.5180"N	6°10'14.1348"O
2	7,09 m	170°	52°08'19.2552"N	6°10'07.2372"O
3	6,53 m	170°	52°08'17.1924"N	6°10'03.4536"O
4	6,65 m	171°	52°08'15.4752"N	6°10'12.4896"O
5	6,84 m	171°	52°08'10.6368"N	6°10'05.9268"O
6	5,68 m	172°	52°08'09.2148"N	6°09'57.8520"O
7	6,27 m	161°	52°08'00.7512"N	6°10'02.7192"O
8	6,41 m	174°	52°07'59.1000"N	6°10'01.0000"O
9	6,43 m	174°	52°07'58.8000"N	6°09'53.0000"O

Ontvangtpunten	Hoogte t.o.v. NAP	Latitude	Longitude
A	13,02 m	52°08'16.2924"N	6°10'17.0472"O
B	13,02 m	52°08'10.0932"N	6°10'11.5644"O
C	13,02 m	52°07'57.5256"N	6°10'04.4868"O

\*Azimut = Het azimut is een van de coördinaten uit het horizon-coördinatenstelsel. In dit stelsel wordt de positie van een object aan de hemel aangegeven door de twee coördinaten: azimut en elevatie. Het azimut is daarin de horizontale component, de kompasrichting, dus de hoek ten opzichte van het noorden gemeten.

Ontvangtpunt C is iets zuidelijker. Dit punt valt eigenlijk buiten de kaart. Punt C is gekozen bij een kort stukje waar geen/weinig bossage tussen het treinspoor en het zonnepark zit.



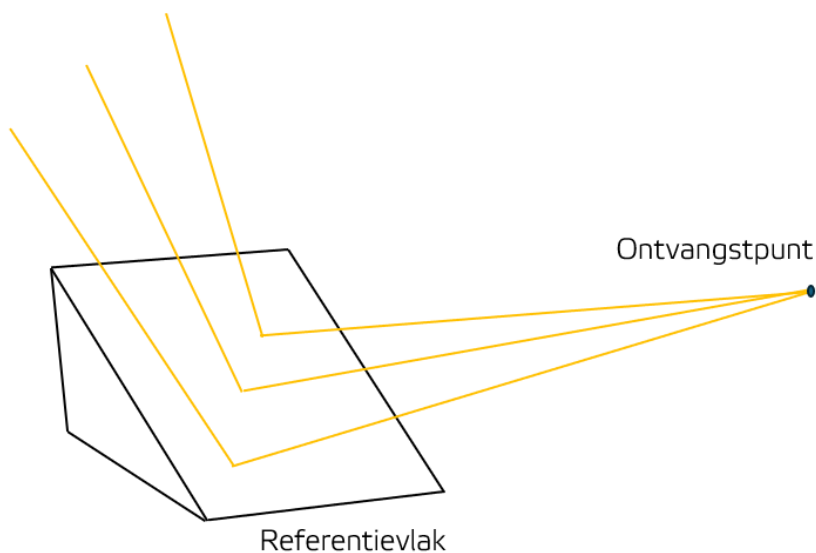
Figuur 5 – Gekozen referentiepunten (oranje gekleurd) en ontvangtpunten (blauw gekleurd) in en om het park.

## Opmerkingen bij situatie

Het is belangrijk om de volgende aannames nog toe te lichten. De hoogtes van de referentie en ontvangtpunten die in voorgaande tabel te zien zijn, zijn gecorrigeerde hoogtes. Zo is bijvoorbeeld de hoogte t.o.v. NAP van het spoor 11,02 m. Echter hebben we aangenomen dat de kijkhoogte van de machinist op 2 meter hoogte t.o.v. het spoor zit. Hierdoor hebben de ontvangtpunten een hoogte t.o.v. NAP van  $11,02 + 2 = 13,02$  m hebben.

Het reflectiepunt op de zonnepanelen (dus het punt waar de zonnestraal de panelen raakt en weerkaatst) is gezet op het exacte midden van de panelen. Hiervoor hebben we de hoogte van het middelpunt van de zonnepanelen berekend per referentiepunt en deze opgeteld bij de hoogte van het maaiveld op dat punt.

Een andere opmerking die belangrijk is om aan te kaarten is dat in de simulatie gebruik gemaakt is van een zogenaamde "vlak" bij de referentiepunten. Dit betekent dat alle mogelijke directe schittering werd opgemeten in een rechthoekig gebied rondom het referentiepunt. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van een rechthoekig vlak van 6 meter hoog en 10 meter breed bij elk referentiepunt.



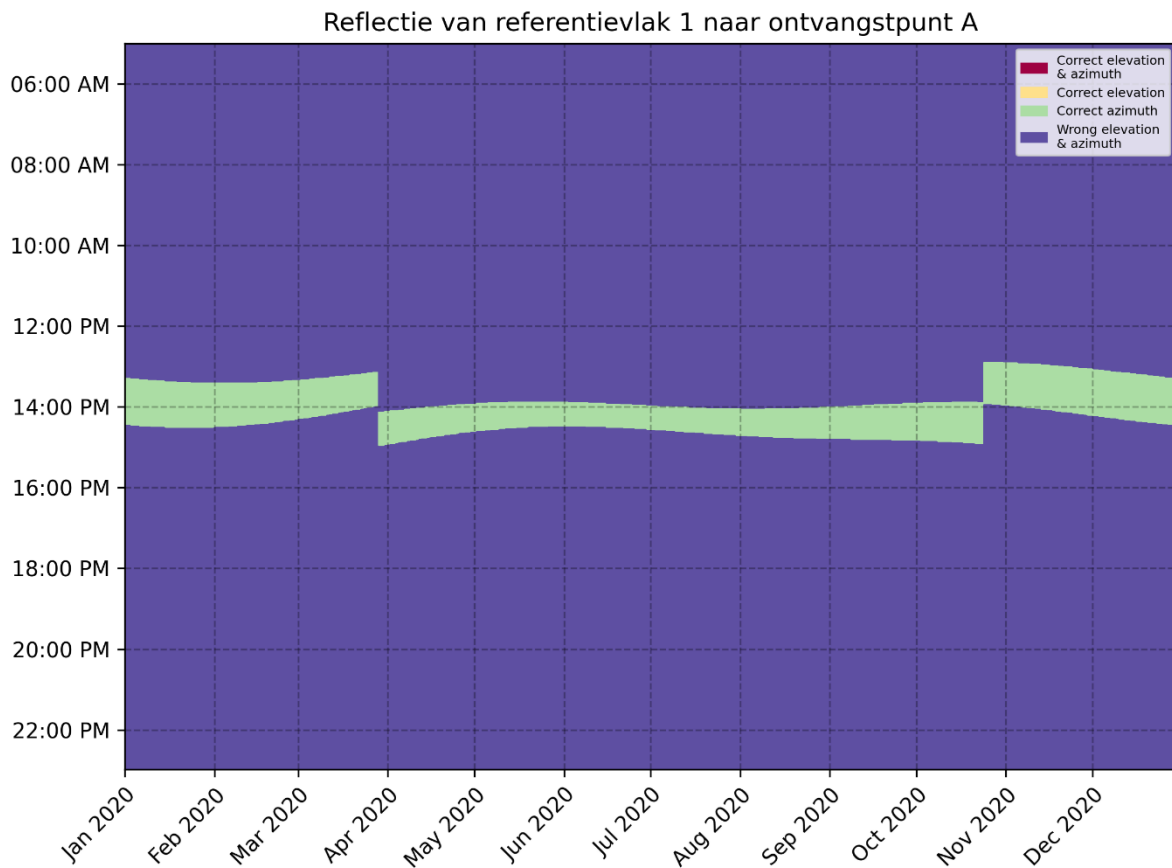
Figuur 6 – In de simulatie wordt gekeken naar alle lichtstralen die vanuit de positie van de zon op het referentievlak kaatsen, en vervolgens op het ontvangtpunt vallen.

## Resultaat

Nadat de simulatie is gerund **blijkt dat er geen directe schittering zal optreden** op de bijbehorende ontvangstpunten. Hierbeneden is per referentiepunt en ontvangtpunt de bijbehorende sunpath grafiek geschetst. Er is grofweg te zien op welke maanden en tijden van de dag elk jaar directe schittering zal plaatsvinden. In dit onderzoek is geen schittering gevonden, dit zal daarom ook in de sunpath grafieken niet te zien zijn.

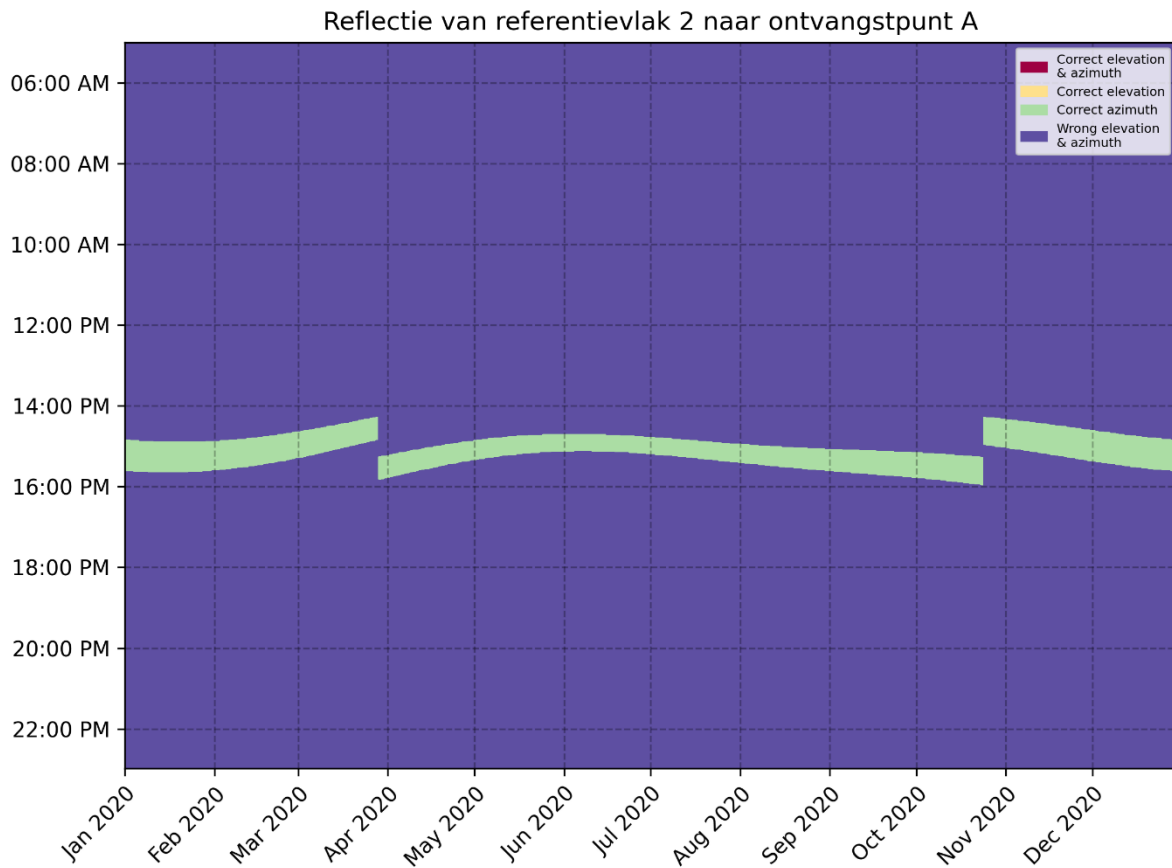
### Referentiepunt 1 – ontvangtpunt A

Bij referentiepunt 1 is te zien dat het hele jaar rond 14:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangtpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Referentiepunt 2 – ontvangstpunt A

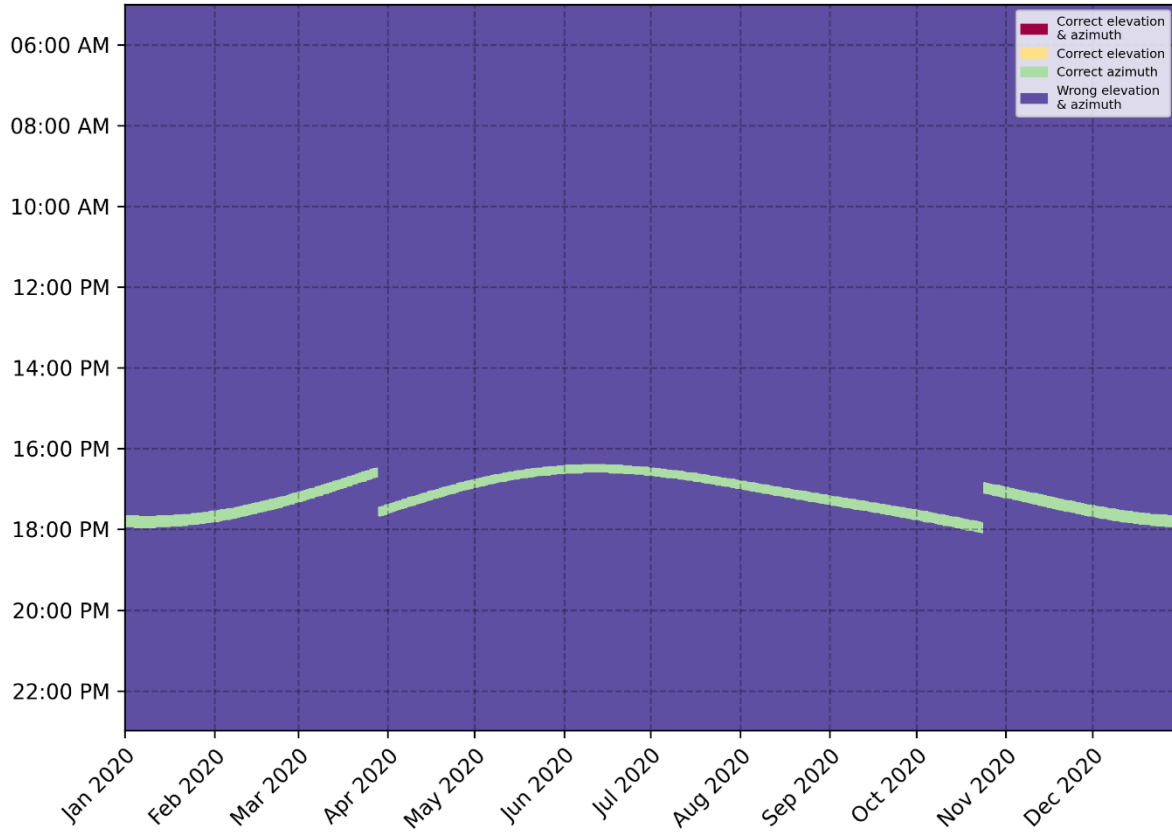
Bij referentiepunt 2 is te zien dat het hele jaar rond 15:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Referentiepunt 3 – ontvangstpunt A

Bij referentiepunt 3 is te zien dat het hele jaar rond 17:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.

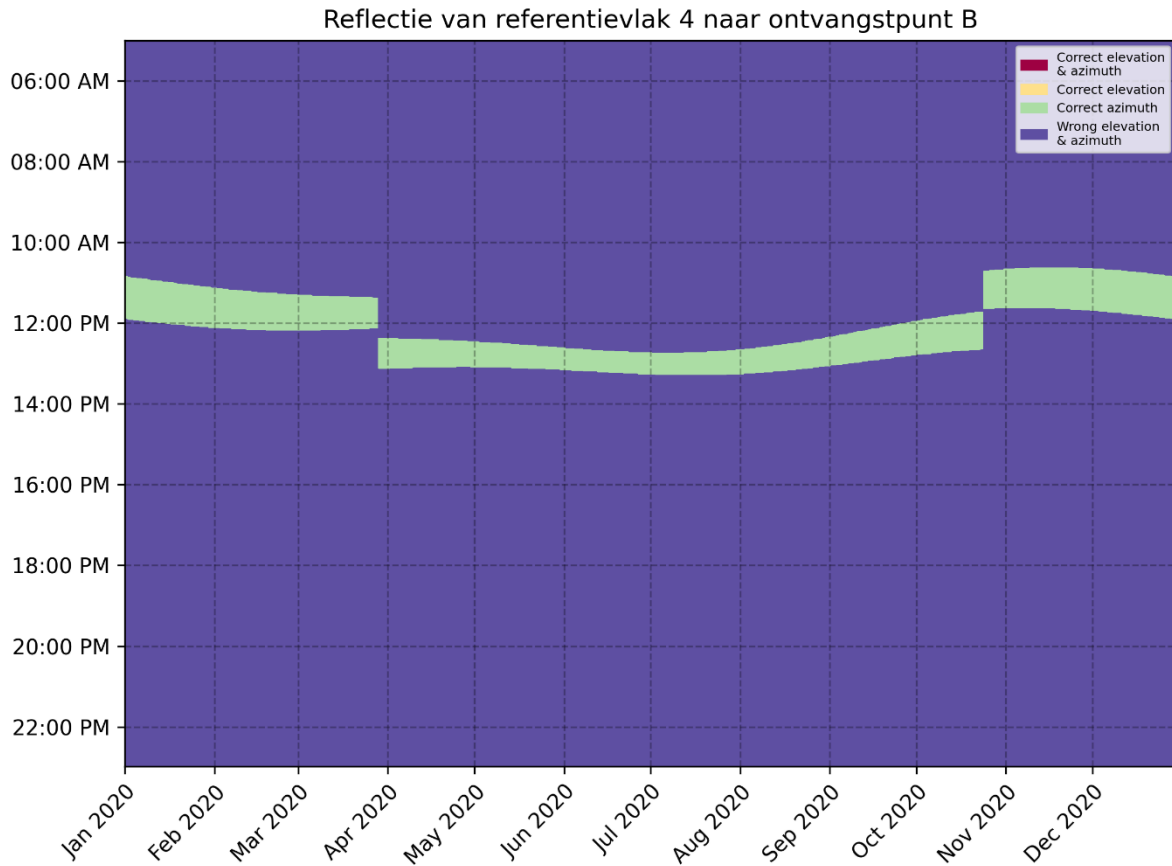
Reflectie van referentievlak 3 naar ontvangstpunt A





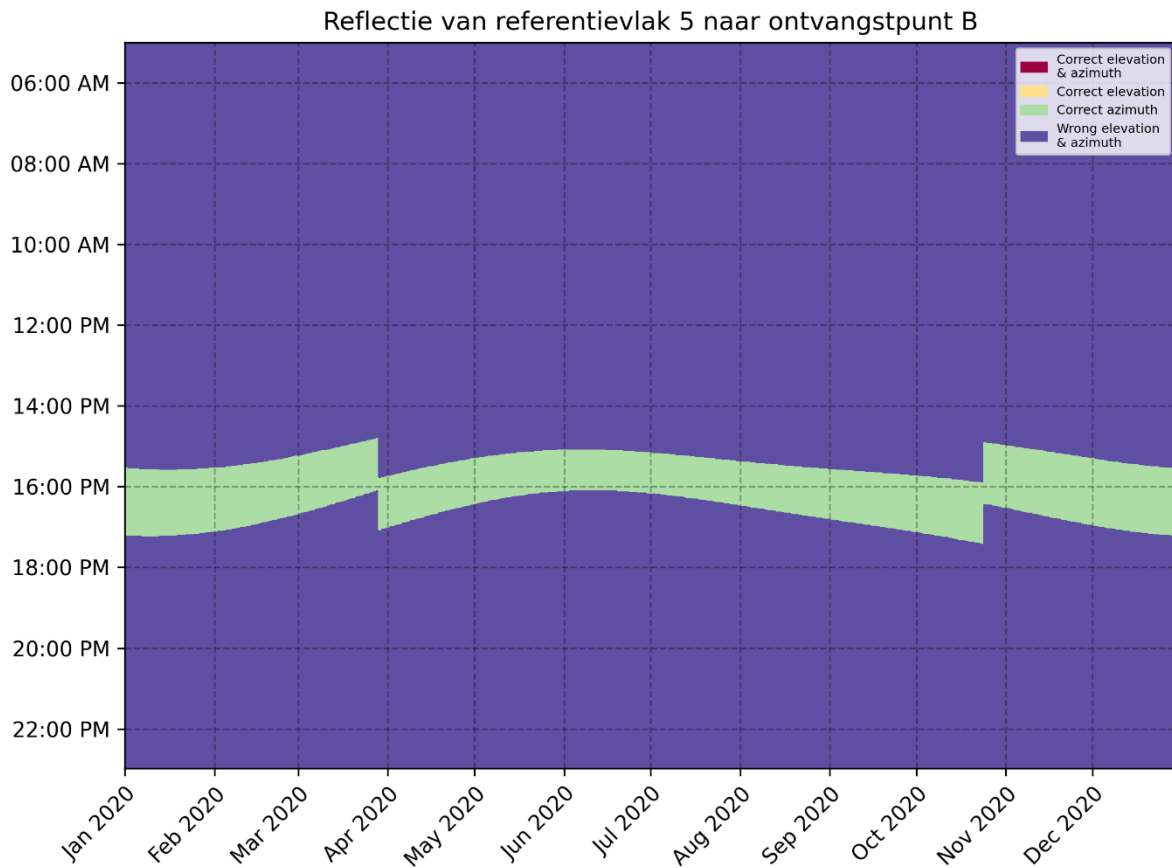
## Referentiepunt 4 – ontvangstpunt B

Bij referentiepunt 4 is te zien dat het hele jaar rond 12:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Referentiepunt 5 – ontvangstpunt B

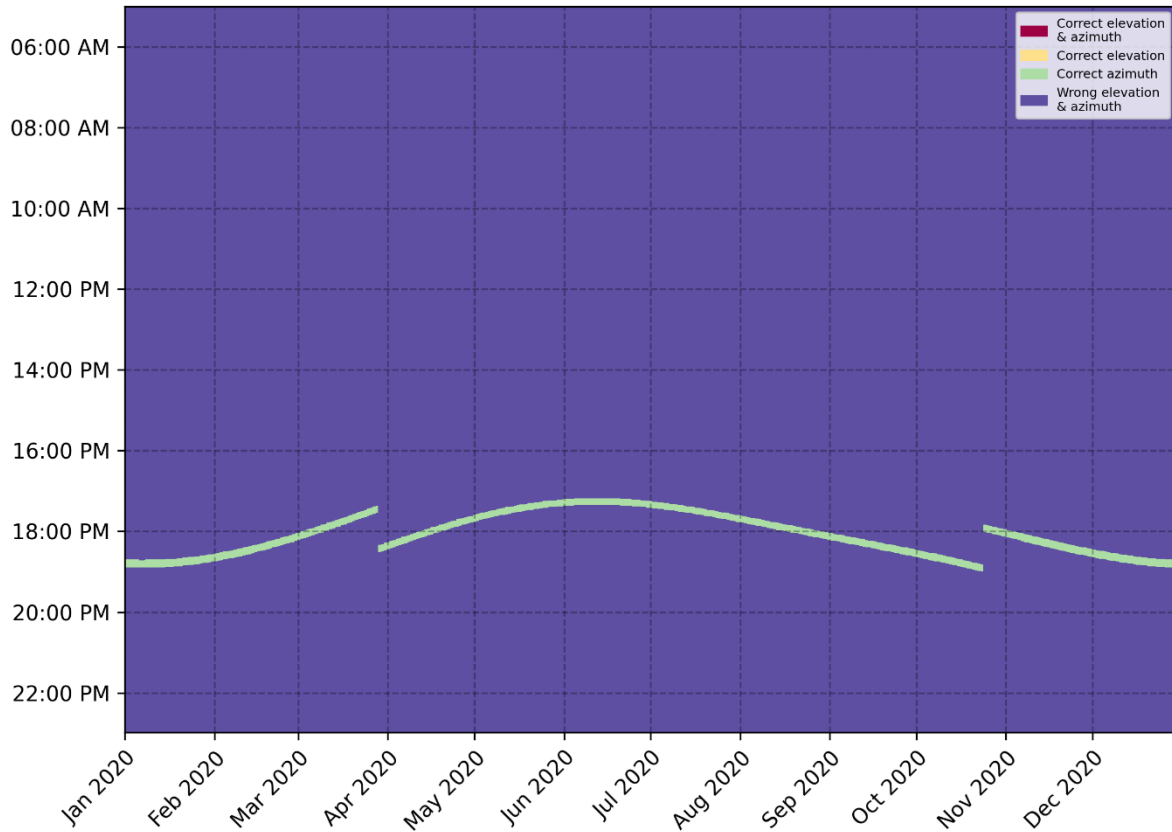
Bij referentiepunt 5 is te zien dat het hele jaar rond 16:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Referentiepunt 6 – ontvangstpunt B

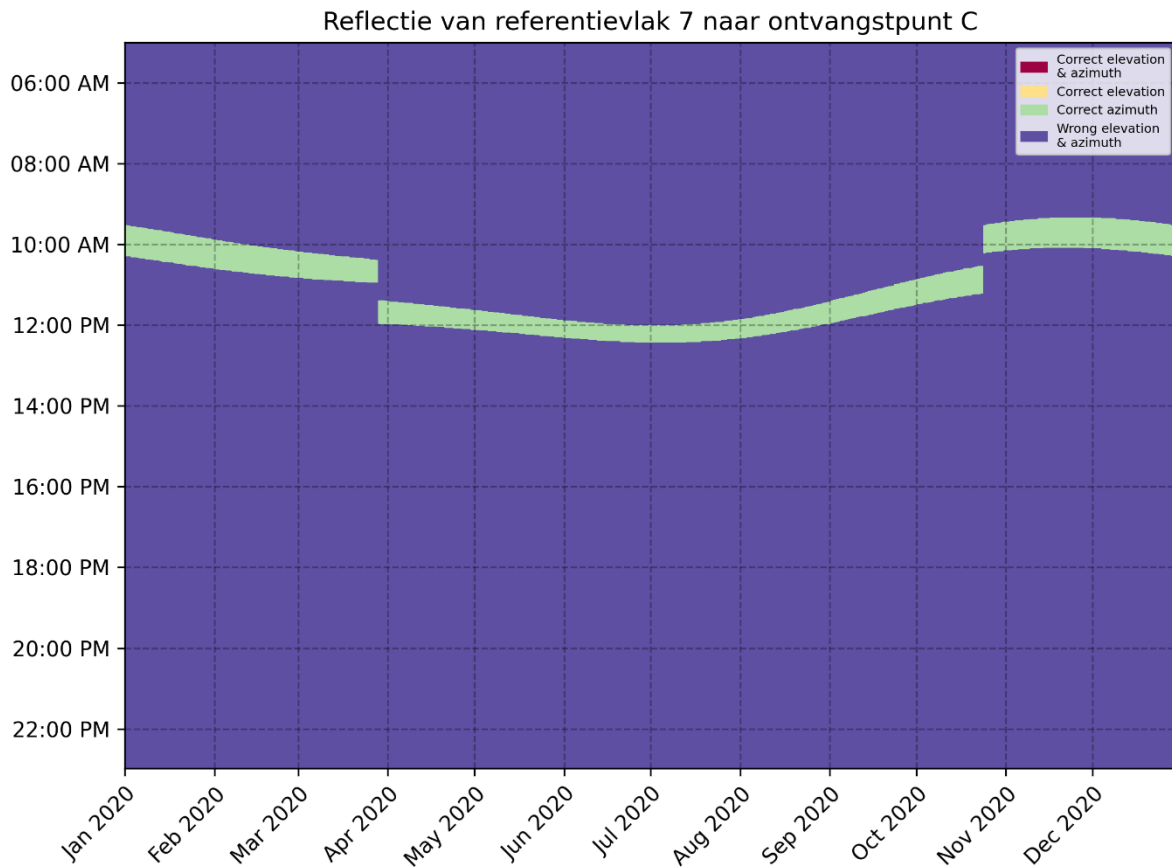
Bij referentiepunt 6 is te zien dat het hele jaar rond 18:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.

Reflectie van referentievlak 6 naar ontvangstpunt B



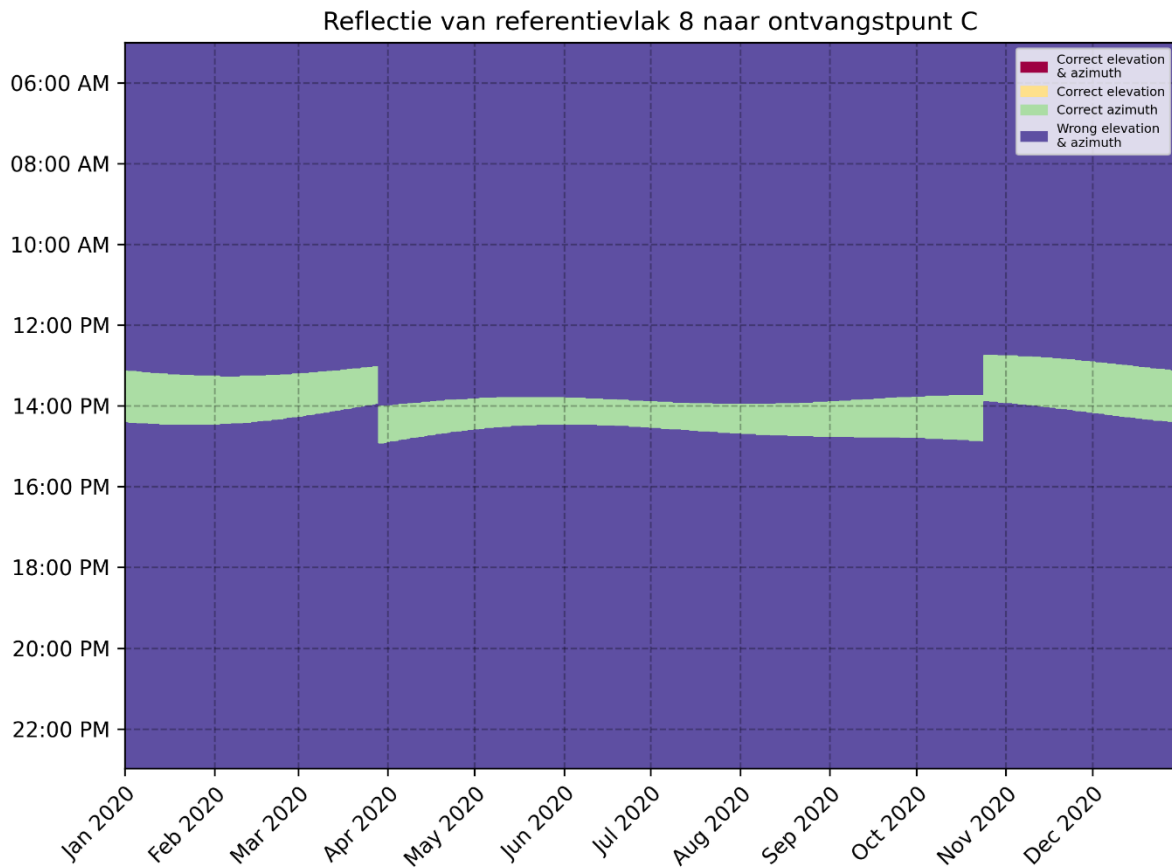
## Referentiepunt 7 – ontvangstpunt C

Bij referentiepunt 7 is te zien dat het hele jaar rond 11:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



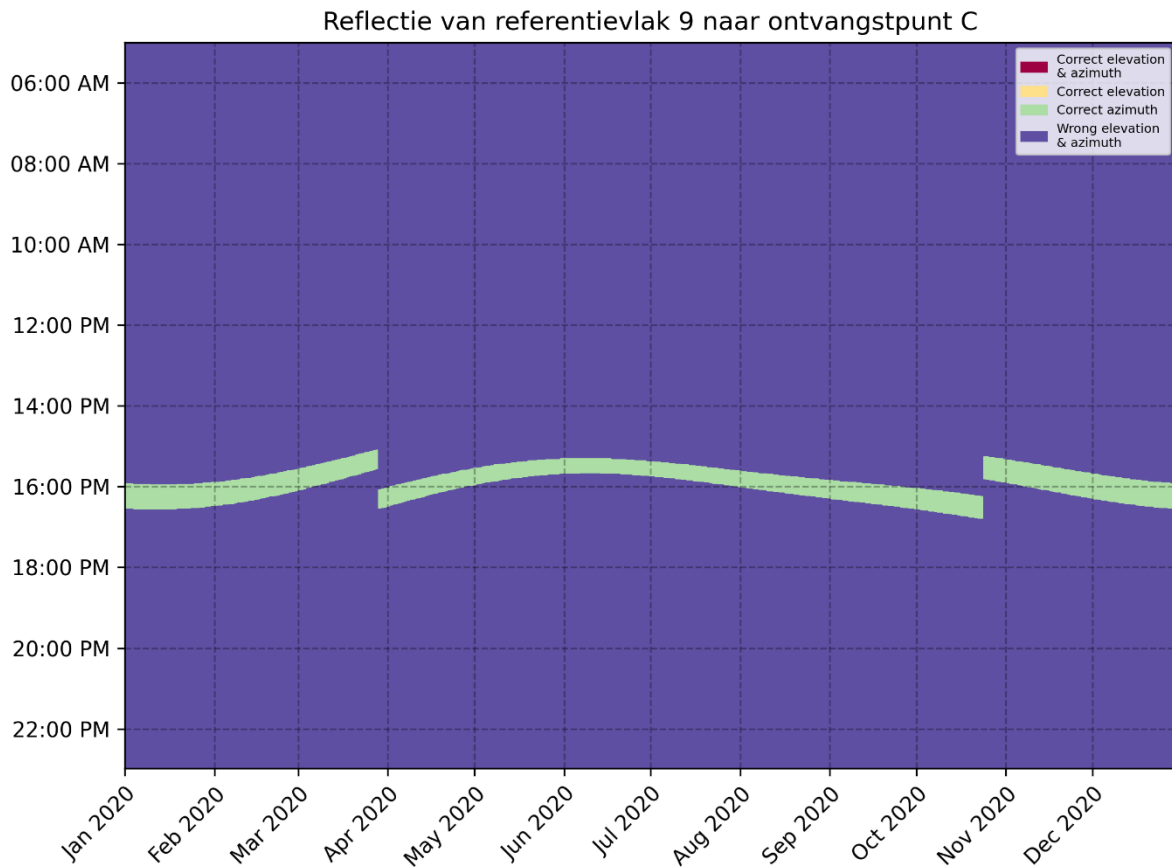
## Referentiepunt 8 – ontvangstpunt C

Bij referentiepunt 8 is te zien dat het hele jaar rond 14:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Referentiepunt 9 – ontvangstpunt C

Bij referentiepunt 9 is te zien dat het hele jaar rond 16:00 de azimuth van de panelen perfect staat om schittering te veroorzaken. Echter is de hoek van de panelen (10 graden) niet goed gericht om daadwerkelijk schittering te veroorzaken op het ontvangstpunt. Hierdoor is **geen schittering** te vinden tussen deze punten.



## Conclusie

Uit dit onderzoek en bijbehorende uitgangspunten en aannames blijkt dat er **geen directe schittering** zal plaatsvinden op alle ontvangstpunten.

De tool berekent en vergelijkt alleen rechtstreekse lichtstralen. Dat wil zeggen dat de berekening is uitgevoerd alsof er geen vegetatie en bebouwing aanwezig zal zijn. In deze tool wordt dus ook geen rekening gehouden met de landschappelijke inpassing van het zonnepark. De landschappelijke inpassing rondom het park kan ook als extra buffer dienen tegen hinderlijke schittering. Verder gaat de tool uit van het 100% 'clear sky': nooit bewolking alleen maar zon. Kortom, de tool berekent dus de worst case situatie en in de praktijk zal de directe schittering door de bovengenoemde punten vermoedelijk lager uitvallen dan het aantal minuten wat wordt berekend.

## Disclaimer

Qing Sustainable is niet verantwoordelijk of aansprakelijk voor gevolgen die vanuit dit onderzoek voortvloeien.