



Reflectie onderzoek Zonnepark IJsseloord 2

Onderzoek naar reflectiehinder op
weggebruikers van de A12 en N325 en
omliggende bedrijven, afkomstig van het
beoogde zonnepark te Arnhem

9 december 2021

ROM³_D
verhelderen · wegwijzen · vormgeven

Reflectie onderzoek Zonnepark IJsseloord 2

Onderzoek naar reflectiehinder op
weggebruikers van de A12 en N325 en
omliggende bedrijven, afkomstig van het
beoogde zonnepark te Arnhem

Opdrachtgever:

IJsseloord 2 Projectontwikkeling b.v.

Uitgevoerd door:

ROM_{3D}

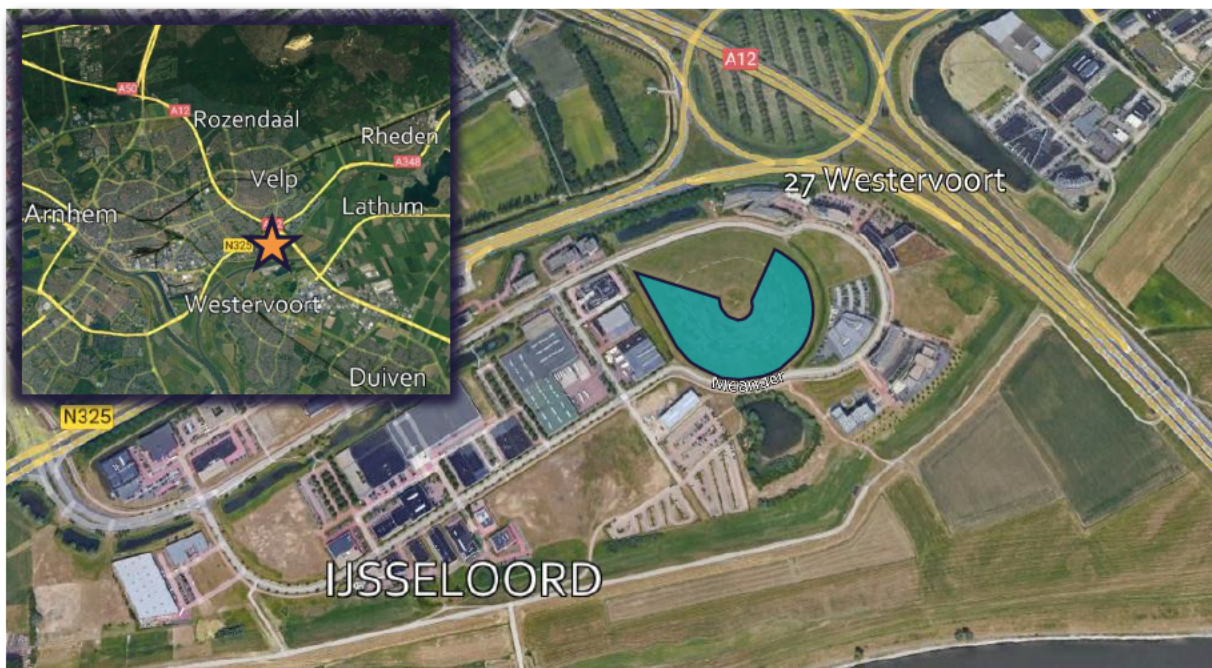
9 december 2021

Inhoud

1	Introductie.....	4
2	Beleid, regelgeving en kaders inzake reflectie.....	5
2.1	Lichtreflectie	5
2.2	Verblinding.....	5
2.3	Perspectief	6
3	Methode van onderzoek.....	7
3.1	Werking van de ForgeSolar tool	7
3.2	Reflectieprofielen	8
3.3	Wat betekenen de resultaten van de tool	9
4	Resultaten	11
4.1	Uitgangspunten.....	11
4.2	Automobilisten en vrachtwagenchauffeurs.....	13
4.3	Meander 725.....	19
4.4	Delta 1	22
4.5	Kavel H4A.....	25
4.6	Kavel Ho	28
4.7	Meander 1101	29
4.8	Meander 1051.....	32
4.9	Meander 901	35
4.10	Meander 861	39
4.11	Mitigerende maatregelen.....	43
5	Conclusie	44
	Verkeer	44
	Gebouwen	44
6	Referenties	46
7	Bijlagen	47
	Bijlage 1 – ForgeSolar Glare Reports Verkeer	47
	Bijlage 2 – ForgeSolar Glare Reports Gebouwen	47

1 Introductie

IJsseloord 2 Projectontwikkeling b.v. heeft een ontwerpplan voor een zonnepark op de voormalige vuilstort 'De Bult' op bedrijventerrein IJsseloord, aangeleverd aan ROM3D. Eventuele reflectiehinder veroorzaakt door dit park kan inzichtelijk worden gemaakt met een reflectiestudie. Er is gevraagd om een dergelijke studie uit te voeren om de schittering te bepalen voor weggebruikers van de A12 en N325 en omliggende bedrijven. In de voorliggende rapportage wordt hierop ingegaan. Het te realiseren zonnepark ligt nabij Knooppunt Velperbroek. Ten noordoosten ligt de A12 en ten noordwesten de N325. Rondom de voormalige vuilstort staan diverse bedrijfspanden, zie ook Figuur 1.1. Voor het reflectieonderzoek zal ROM3D uitgaan van eigenschappen zoals aangeleverd door de opdrachtgever.



Figuur 1.1: Plangebied zonnepark De Bult met in blauw de locatie van het zonnepark. Inzet linksboven: de locatie van het zonnepark aangeduid met de ster. Bron: Google Earth / IJsseloord 2 Projectontwikkeling b.v.

2 Beleid, regelgeving en kaders inzake reflectie

Voor hinder ten gevolge van reflectie bestaat géén specifiek beleid of regelgeving. Voor hinder voor omwonenden geldt echter dat in het kader van een goede ruimtelijke ordening en het in standhouden van een goed woonklimaat alle relevante aspecten moeten worden meegenomen. Reflectiehinder kan in dit kader worden beschouwd. Er zijn wel richtlijnen voor het wegverkeer opgesteld. Rijkswaterstaat heeft in samenwerking met TNO onderzocht wanneer en in welke mate reflectie hinder of verblinding voor de weggebruiker kan opleveren, met name veroorzaakt door geluidsschermen.

2.1 LICHTREFLECTIE

Reflectie kan in bepaalde gevallen leiden tot – tijdelijke - verblinding. Bij TNO Defensie en Veiligheid is een rekenmodel ontwikkeld dat de verblinding kwantificeert aan de hand van de parameters:

- Verblindings-/verlichtingssterkte,
- Verblindingshoek,
- Achtergrondluminantie en
- Dynamische eigenschappen, zoals duur en knipperfrequentie.

Verblinding wordt omschreven als een witte waas in de ogen waardoor de omgeving niet meer kan worden waargenomen.

2.2 VERBLINDING

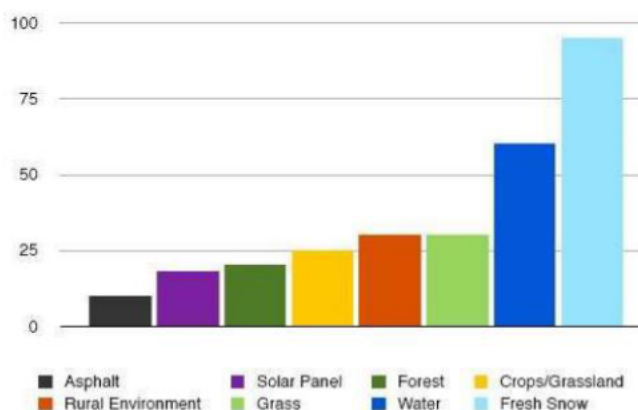
Verblinding treedt op als er zich in het gezichtsveld van de waarnemer een felle lichtbron bevindt die een veel hogere luminantie heeft dan de omgeving. De relatie met afleiding van personen is dat een felle lichtbron afhankelijk van de context (met name of het licht of donker is) meestal erg opvallend is en de aandacht kan trekken (los van het feit dat verblinding op zichzelf al onveiligheidsverhogend is).

Er zijn twee soorten verblinding: maskerende verblinding (disability glare) en oncomfortabele verblinding (discomfort glare). Maskerende verblinding werpt een sluier (sluierluminantie) over het beeld waardoor het waarneembare contrast en daarmee de zichtbaarheid van objecten vermindert. Oncomfortabele verblinding veroorzaakt ongemak zonder daadwerkelijk het zicht te belemmeren. Rijkswaterstaat heeft een voorkeur voor het hanteren van maskerende verblinding als toetsingscriterium. In dit reflectieonderzoek wordt oncomfortabele verblinding daarom niet verder behandeld.

2.3 PERSPECTIEF

Zonnepanelen zijn niet de enige objecten waar reflectie kan optreden. Overal waar zonlicht op valt kan het zonlicht reflecteren. In Figuur 2.2 zijn resultaten van een reflectieanalyse weergegeven. Hieruit is op te maken dat voor onder andere vegetatie zoals gras en bos een groter percentage van het licht wordt gereflecteerd dan voor zonnepanelen. In de praktijk leidt dit niet vaak tot hinder. Of de reflectie hinderlijk is, is onder andere afhankelijk van de intensiteit van het gereflecteerde zonlicht. Bij een ruwere textuur, zoals bijvoorbeeld een grasland, is de intensiteit van het gereflecteerde licht veel lager (zie Figuur 2.1). Dit komt omdat alle grassprietjes het licht in verschillende richtingen reflecteren (diffuse straling). Bij een glad, spiegelend, oppervlak wordt het gereflecteerde licht één richting op weerkaatst (directe straling). Dit leidt tot een hogere intensiteit en dus een felle reflectie van licht (FAA, 2018), met meer hinder tot gevolg.

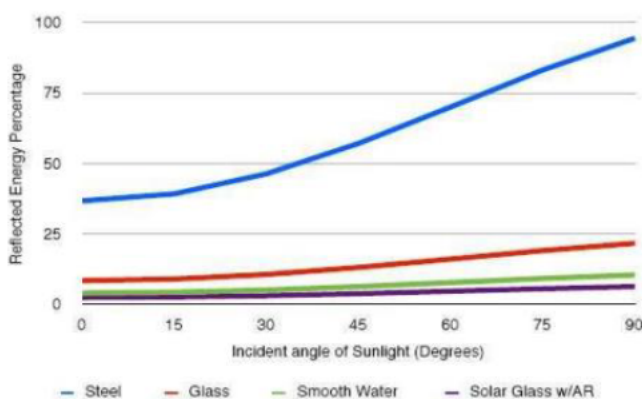
De hoeveelheid licht dat van een zonnepaneel af komt is ook afhankelijk van de oppervlakte reflectiviteit, bewolkingsgraad, geografische locatie, opstellingsvariant (grootte, hellingshoek, hoogte en oriëntatie) en tijd (jaar en dag). Met de tijd verandert de invalshoek van het zonlicht. In Figuur 2.3 is de reflectiviteit van diverse materialen uitgezet tegen de invalshoek van het zonlicht. Onderzoek heeft aangetoond dat zonnepanelen minder reflectief zijn dan onder andere stilstaand water, sneeuw, staal en glas (Slana, 2018). De paarse lijn in Figuur 2.3 geeft de reflectiviteit van zonnepanelen met antireflectiecoating weer, het is daarmee minder reflectief dan bijvoorbeeld stilstaand water. Open, stilstaand water is grofweg equivalent aan zonnepanelen zonder anti-reflectiecoating (Slana, 2018).



Figuur 2.2: Vergelijkende reflectie analyse (Spaven Consulting, 2011).



Figuur 2.1: Directe en diffuse straling (FAA, 2018)



Figuur 2.3: Analyse van reflectiviteit van typische materialen versus de invalshoek van het zonlicht (Spaven Consulting, 2011).

3 Methode van onderzoek

De methode bestaat uit twee stappen:

1. Vaststellen van de variabelen voor de reflectiestudie:
 - Definiëren van observatiepunten langs de opstellingen van zonnepanelen,
 - Vaststellen van de specificaties van het zonnepark:
 - het type materiaal van de panelen,
 - wel of geen anti-reflectiecoating,
 - de hellingshoek,
 - de ligging,
 - de hoogte van de opstellingen,
 - de oriëntatie van de opstellingen.
2. Analyse op reflectie en verblinding met ForgeSolar model met de kans op voorkomen (op basis van berekende grafieken van dag en seizoen) van reflectie en kans op verblinding.

Voor reflectiestudies maakt ROM3D gebruik van een speciaal hiervoor ontwikkelde tool: ForgeSolar. Deze tool maakt gebruik van de Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) van Sandia National Laboratories uit de VS. Over de achtergrondinformatie en opbouw van het model met aannames en berekeningswijze verwijzen wij naar de achtergronddocumentatie die op de website kan worden gevonden (www.forgesolar.com). Het model wordt in de VS standaard en met een verplicht karakter ingezet voor de ontwikkeling van zonneparken of andere reflecterende elementen dichtbij vliegvelden. Rijkswaterstaat heeft het gebruik van de SGHAT geaccepteerd als methode om de mogelijkheid van reflectie op weggebruikers te onderzoeken. Ook TNO ziet de SGHAT als een valide methode om reflectiehinder te onderzoeken (TNO, 2016).

3.1 WERKING VAN DE FORGESOLAR TOOL

Over de opbouw van het model met aannames en berekeningswijze verwijzen wij naar de achtergronddocumentatie die op de website kan worden gevonden (<https://www.forgesolar.com/>).

De tool werkt samengevat met de volgende stappen:

1. Invoeren van de geografische afbakening van de opstellingen door polygonen te tekenen ter grootte van het oppervlak van de panelen in de ForgeSolar editor. In deze referentie zitten direct vele data gekoppeld zoals de opkomst, ondergang en loopbaan van de zon en zonnesterkte in de seizoenen, en ook topografische hoogte in het landschap. Begroeiing, bebouwing en landschapselementen worden niet meegenomen.

2. Keuze van specifieke karakteristieken van het zonnenveld: oriëntatie van de panelen (in graden), vaste opstelling of meedraaiend met de zon, hoogte en hellingshoek van de panelen, helling in het landschap, ruwheid van het zon-PV glas met of zonder anti-reflectiecoatings.
3. Markeren van posities (observatie punten) rond de panelen waarvoor de potentiële reflectie per zonnepanelen opstelling, in perfecte condities¹, wordt berekend.
4. Instellen van kijkhoogte van de observeerder.
5. Daarna wordt het model doorgerekend met als uitkomst een gevaar/risicofiguur waarin verwachte reflectie wordt geplot gedurende het jaar in drie kleuren:
 - Groen: Kleine kans op reflectie met nabeelden op het netvlies (niet hinderlijk), vergelijkbaar met oncomfortabele verblinding,
 - Geel: Reële kans op nabeelden zonder oogschade (hinderlijk), vergelijkbaar met maskerende verblinding,
 - Rood: Sterke reflectie met kans op permanente oogschade (gevaarlijk).

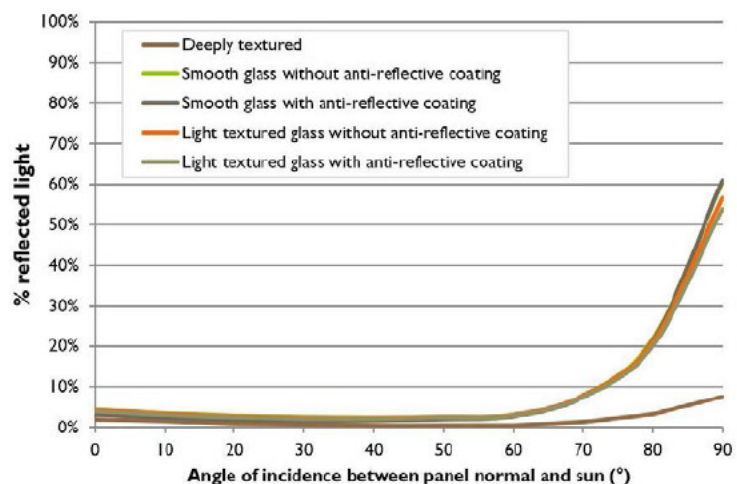
3.2 REFLECTIEPROFIELEN²

Sandia National Laboratories heeft vijf generieke reflectie profielen ontwikkeld voor PV modules:

- *Smooth glass* (met en zonder anti-reflectiecoating)
- *Light textured glass* (met en zonder anti-reflectiecoating)
- *Deeply textured glass*

Deze profielen zijn tot stand gekomen door meer dan 20 bestaande PV modules te analyseren. Figuur 3.1 laat de reflectiviteit zien van elk ontwikkelde profiel als functie van de invalshoek van het zonlicht. Een hoek van 0° betekent hierin dat de panelen direct op de zon gericht staan. Een invalshoek van 90° komt dus voor als de panelen horizontaal liggen (helling van 0°) op moment dat de zon op komt en onder gaat.

Anti-reflectiecoatings (ARC) en oppervlakte textuur kunnen de reflectiviteit van panelen verminderen,



Figuur 3.1: Reflectiviteit ten opzichte van de invalshoek van het zonlicht voor de vijf generieke reflectie profielen (ForgeSolar, 2020).

¹ Perfecte condities: Geen atmosferische blokkade van zon instraling door bijvoorbeeld atmosferische verstrooiing (bijvoorbeeld smog) of wolken en geen tussenobjecten die reflectie of straling kunnen blokkeren zoals gebouwen of beplanting.

² Bron voor deze hele sectie: www.forgesolar.com (ForgeSolar, 2020)

maar dit is doorgaans minder dan 8%. Daar komt bij dat een ruwere textuur de grootte van de gezichtshoek van lichtbron kan vergroten (zie ook het hoofdstuk “Wat betekenen de resultaten van de tool”). Dit laatste komt omdat een ruwere textuur meer diffuse reflectie veroorzaakt.

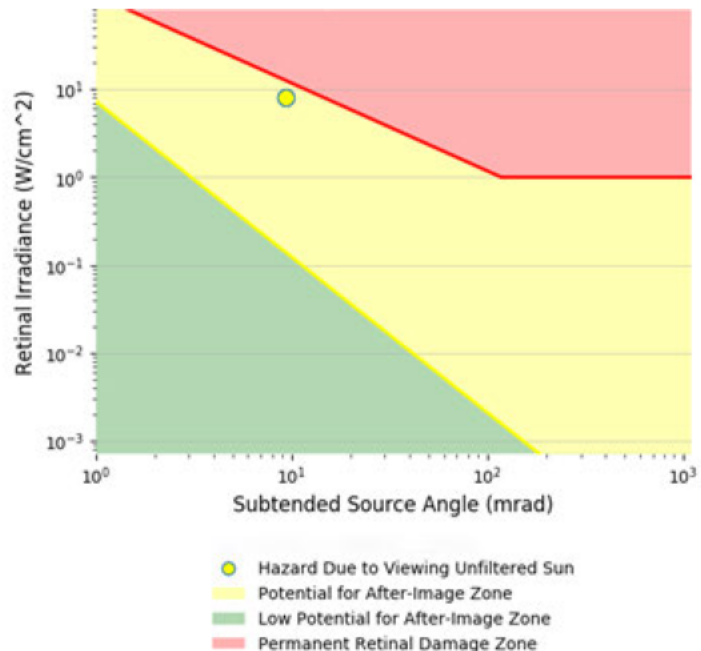
3.3 WAT BETEKENEN DE RESULTATEN VAN DE TOOL

In het kort

In dit onderzoek wordt gesproken van reflectiehinder in geval van maskerende verblinding. ForgeSolar geeft een goede indicatie van kans op maskerende verblinding door te bepalen of er sprake is van zogenoemde “gele” of “rode” reflectie, die in de uitkomsten van de figuren respectievelijk geel en rood gemarkeerd zijn.

Uitgebreide toelichting

De ForgeSolar tool bepaalt het effect op het oog uit twee aspecten (de assen van de grafiek in Figuur 3.2): de kracht van de straling op het oog in W/cm^2 (retinal irradiance) en de grootte van de gezichtshoek van de lichtbron (subtended source angle). Een sterke lichtbron zal dus hoger op de verticale as in de grafiek te vinden zijn dan een zwakke lichtbron. Op de horizontale as is de grootte van de lichtbron. Een kleine (punt) lichtbron staat verder naar links op de horizontale as dan een groot reflecterend vlak. De hoek van het oog naar de lichtbron is aangeduid in miliradianen. Een groter vlak zal sneller bij een lagere kracht tot hinder leiden dan een kleiner vlak. De gele lijn tussen het groene en gele deel duidt de omslag tussen geen en wel kans op nabeelden. Permanent schade aan het oog ontstaat als de lichtbron in het rode gebied terecht komt. Uiteraard speelt dan ook mee hoe lang de lichtbron zichtbaar is voor het oog.



Figuur 3.2: Tweedimensionaal ForgeSolar-plot van het effect van reflectie op het oog op basis van twee variabelen: de kracht van de straling op het oog in W/cm^2 (retinal irradiance) en de grootte van de gezichtshoek van de lichtbron (subtended source angle). De kleuren geven het soort reflectie aan en de gele stip duidt ter referentie het gevaar/risico aan van het kijken naar de zon op een heldere dag met het blote oog. Als het onderzoek uitgevoerd is zal met oranje stippen het gevaar/risico op een observatiepunt aangeduid worden.

TNO (TNO, 2016) bepaalt maskerende verblinding (disability glare) op basis van enkele variabelen:

- Verblindings-/verlichtingssterkte,
- verblindingshoek,
- achtergrondluminantie en
- dynamische eigenschappen, zoals duur en knipperfrequentie.

De eerste twee variabelen vormen ook de basis in de ForgeSolar tool. Achtergrondluminantie en knipperfrequentie worden niet meegenomen.

De uitkomsten van de ForgeSolar tool worden strenger beoordeeld dan de uitkomsten van de TNO disability glare methode. De duur van de overschrijding van de lichthinder volgens de TNO disability beoordelingsmethode is gemiddeld 64% van de ForgeSolar tool. Maskerende verblinding werpt volgens TNO een sluier (sluierluminantie) over het beeld waardoor het waarneembare contrast en daarmee de zichtbaarheid van objecten vermindert. De ForgeSolar tool geeft de kans op nabeelden (after image) en oogschade (retinal damage) aan. Dit zijn graadmeters voor het inschatten van de kans op verblinding. Maskerende verblinding kan gaan optreden in het gele gebied van de ForgeSolar-plot en zal vrijwel zeker optreden in het rode gebied. Indien de reflectieresultaten in het groene gebied liggen zal er geen reflectie met kans op maskerende verblinding optreden. Als geen enkele reflectie optreedt is er uiteraard ook geen kans op (maskerende) verblinding. In dit onderzoek wordt gesproken van hinder als de reflectie in het gele of rode gebied ligt.

4 Resultaten

4.1 UITGANGSPUNTEN

Voor de analyse van eventuele reflectie afkomstig van het Zonnepark IJsseloord 2 is uitgegaan van onderstaande eigenschappen. Sommige eigenschappen zijn specifiek per opstelling, die eigenschappen staan apart benoemd.

— Panelen meedraaiend met de zon:	Nee
— Panelen materiaal:	Smooth glass met anti-reflectiecoating (ARC)
○ Bijbehorende 'slope error' ³ :	Correleert met materiaal ⁴
— Ooghoogte automobilist:	1.20 meter ^{5,6}
— Ooghoogte vrachtwagenchauffeur:	2.50 meter ⁶
— Kijkhoek weggebruiker voor routes ⁷ :	50°
— Ooghoogte kantoormedewerker:	1.30 meter
— Kantooruren:	9.00 uur – 17.00 uur
— Tijdzone:	UTC +1 (wintertijd)

De zonnepanelen zijn ingetekend als 7 losse delen, genaamd PV Array 1 t/m 7. Elke deel heeft een afwijkende hellingshoek, oriëntatie en/of hoogte boven maaiveld. Voor de hellingshoeken is de gemiddelde hellingshoek van de bult waarop de panelen komen te liggen aangehouden. Aan de hand van deze hellingshoek is de gemiddelde hoogte van de panelen⁸ boven maaiveld bepaald, waarbij rekening is gehouden met een lengte van 1.046 m en een minimale hoogte van 0.85 m per paneel. De opstelling specifieke eigenschappen kunnen gevonden worden in Tabel 4.1. In Figuur 4.1. kan de ligging van de PV Arrays gevonden worden.

Tabel 4.1: Opstelling specifieke eigenschappen per PV Array.

PV Array	1	2	3	4	5	6	7
Hellingshoek panelen (°)	15	17	17	17	18	19	17
Oriëntatie panelen (°)	270	240	215	180	146	114	90
Gemiddelde hoogte panelen (m)	0.99	1.01	1.01	1.01	1.01	1.02	1.01

³ De 'slope error' is verantwoordelijk voor de lichtbundelverstrooiing op de zonnepanelen (grotere verstrooiing zorgt voor minder hinderlijke reflectie).

⁴ Voor meer informatie zie achtergronddocumentatie op de website van de tool (www.forgesolar.com)

⁵ Zelfde hoogte als referentiehoogte automobilist in TNO onderzoek (TNO, 2016).

⁶ Referentie hoogtes van weggebruikers genoemd in Tabel 17 (SWOV, 2014)

⁷ Kijkhoek van de waarnemer in graden naar links en naar rechts ten opzichte van de rijrichting. FAA (Federal Aviation Administration) onderzoek heeft uitgewezen dat er buiten 50° geen impact is van schittering is op de ontvanger (ForgeSolar, 2021).

⁸ Gemiddelde van de minimale en maximale hoogte van de hellende panelen. Voor de berekeningen is deze hoogte voor de zonnepanelen gebruikt.



Figuur 4.1: Ingetekende zonnepark (transparant blauwe vlakken) met daarbij de routes en nummers van de gebouwen.

Het hoogtemodel waar de ForgeSolar tool gebruik van maakt bleek niet toereikend/nauwkeurig genoeg. Daarom zijn de hoogtes herbepaald via het AHN3 (Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl). De exacte gebruikte hoogtes kunnen in de bijlagen gevonden worden.

De reflecties zijn berekend voor 4 routes en voor 8 gebouwen rondom de bult. Op de routes is de eventuele reflectie berekend voor zowel automobilisten als vrachtwagens.

Van de gebouwen zijn er 2 nog niet gereed, deze zijn aangeduid met kavelnummers. Alle andere gebouwen zijn aangeduid met adresnummers. Zie hiervoor ook Figuur 4.1.

Routes

- Route 1.** A12 richting Duitsland (beginnend daar waar de Bult zichtbaar wordt)
- Route 2.** A12 richting Utrecht
- Route 3.** N325 (vanuit Arnhem richting Duitsland)
- Route 4.** Velperbroekcircuit west (Vanaf A12 naar N325 richting Arnhem)

Gebouwen

Meander 725	Meander 725, 6825 ME Arnhem
Delta 1	Delta 1, 6825 ML Arnhem
Kavel H4A	Bouwkavel H4A. Hier is rekening gehouden met plannen voor Arnhem Business Center (www.vankesteren.nl/projecten/arnhem-business-center)
Kavel Ho	Bouwkavel Ho. Hier is rekening gehouden met plannen voor XLBox Arnhem (www.xlboxnederland.nl/garagebox-arnhem-kopen)
Meander 1101	Meander 1101, 6825 MJ Arnhem
Meander 1051	Meander 1051, 6825 MJ Arnhem
Meander 901	Meander 901, 6825 MH Arnhem
Meander 861	Meander 861, 6825 MH Arnhem

Het gebouw aan de Meander 825 is niet meegenomen omdat deze zich aan de noordkant van de Bult bevindt, daar waar geen zonnepanelen liggen. Op elk van bovenstaande gebouwen zijn meerdere observatiepunten gezet. Voor deze observatiepunten is de eventuele reflectie berekend. In de basis zijn dit de hoeken van de gebouwen, waartussen eventuele reflectie geïnterpoleerd kan worden. Om te bepalen of de reflectie wel of niet hinderlijk is wordt gekeken of de eventuele reflectie binnen kantooruren vallen. Per gebouw wordt dieper op de ingetekende observatiepunten ingegaan. De exacte hoogtes van de gebouwen kunnen gevonden worden in de bijlagen.

Compensatie

De berekende reflectietijden in de Forgesolar tool zijn niet gecompenseerd voor wolken en filtering door autoruiten. TNO (TNO, 2016) beschrijft dat de totale reflectietijd door drie gedeeld kan worden om tot een realistische reflectie tijd te komen; in Nederland is er voor 2/3 deel van het jaar sprake van bewolkte omstandigheden. Ook autoruiten zwakken licht af. De transmissie van autoruiten moet minimaal 75% zijn, net als in het onderzoek van het TNO is dit ook in dit onderzoek aangehouden. De schittering is berekend voor panelen die van glad glas gemaakt zijn, met anti-reflectiecoating en die niet meedraaien met de zon.

In de komende hoofdstukken is in alle tabellen rekening gehouden met bewolking en op de routes ook met filtering door autoruiten. Voor de figuren is dat niet het geval. Door bewolking en atmosferische verstrooiing (bijvoorbeeld nevel) kan de retinal irradiance afnemen. De mate van hinder zal hierdoor afnemen en verschuiven van geel richting groen. In de praktijk zal er dan ook minder hinderlijke reflectie plaatsvinden dan in de figuren geschetst wordt. De richtlijn voor maximale verblindingsdij (gele reflectie) van weggebruikers is 1.6 seconden bij 100 km/u op de snelweg. (TNO, 2016). Dat komt neer op 44 meter.

4.2 AUTOMOBILISTEN EN VRACHTWAGENCHAUFFEURS

In Figuur 4.2 kunnen de volledige routes gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking en filtering door autoruiten, staan in Tabel 4.2 (automobilisten) en Tabel 4.3 (vrachtwagenchauffeurs). Bij de berekening van de reflectie op de routes is rekening gehouden met een beoordelingsveld van 50 graden naar links en rechts ten opzichte van de

rijrichting. Onderzoek heeft uitgewezen dat reflectie zichtbaar buiten dit beoordelingsveld geen impact heeft op de ontvanger (ForgeSolar, 2021) en zal daardoor niet tot hinderende verblinding leiden.



Figuur 4.2: Locatie van de gebruikte routes. De oranje pijlen duiden de rijrichtingen aan.

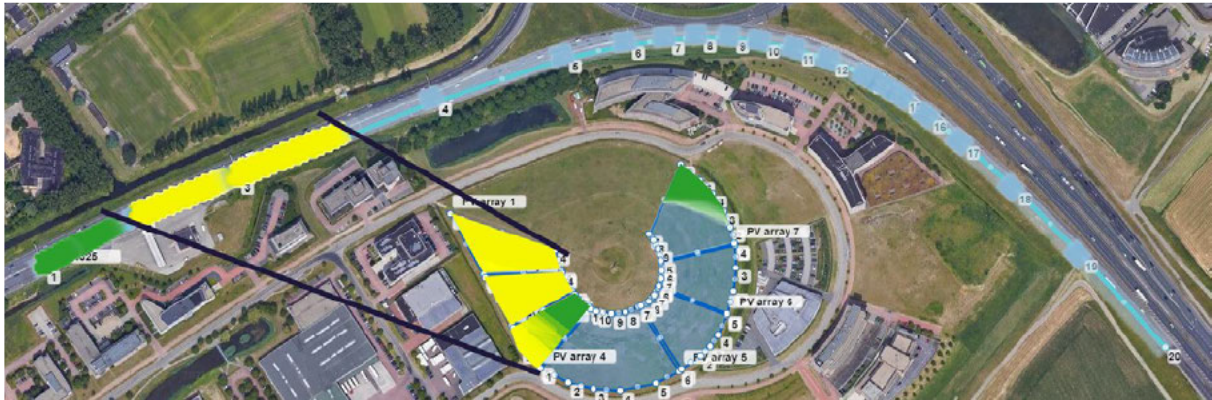
Tabel 4.2: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor automobilisten in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

Route	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1.3	0	32.5	0	30.7	0.6	23.1	0	30.3	4.2
3	7.2	49.7	16.6	22.1	24.9	1.3	0	0	0	0	0	0	7.2	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.3: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor vrachtwagenchauffeurs in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

Route	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1.4	0	32	0	30.7	0.6	23	0	30.2	4.5
3	7.7	49.9	16.8	21.9	25	1.8	0	0	0	0	0	0	7.5	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zoals te zien is ondervindt het wegverkeer alleen op de routes 2 en 3 hinder van de reflecties. Alleen op deze routes wordt gele, maskerende, reflectie waargenomen. De groene reflectie betekent dat het wel schittert, maar dat deze schittering niet hinderlijk is. De waarneembare reflectie is voor automobilisten en vrachtwagenchauffeurs zeer vergelijkbaar. Voor vrachtwagenchauffeurs is er net iets meer hinderlijke reflectie waar te nemen. Om die reden wordt in de figuren in deze paragraaf alleen de reflectie voor vrachtwagenchauffeurs beschreven. Voor automobilisten kan uitgegaan worden van dezelfde resultaten.



Figuur 4.3: Schitterende delen van de zonnepanelen, zichtbaar vanaf route 3 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing en de plekken op de route waar de reflectie tot hinder leidt. Hoe gele de kleur, hoe meer reflectie.

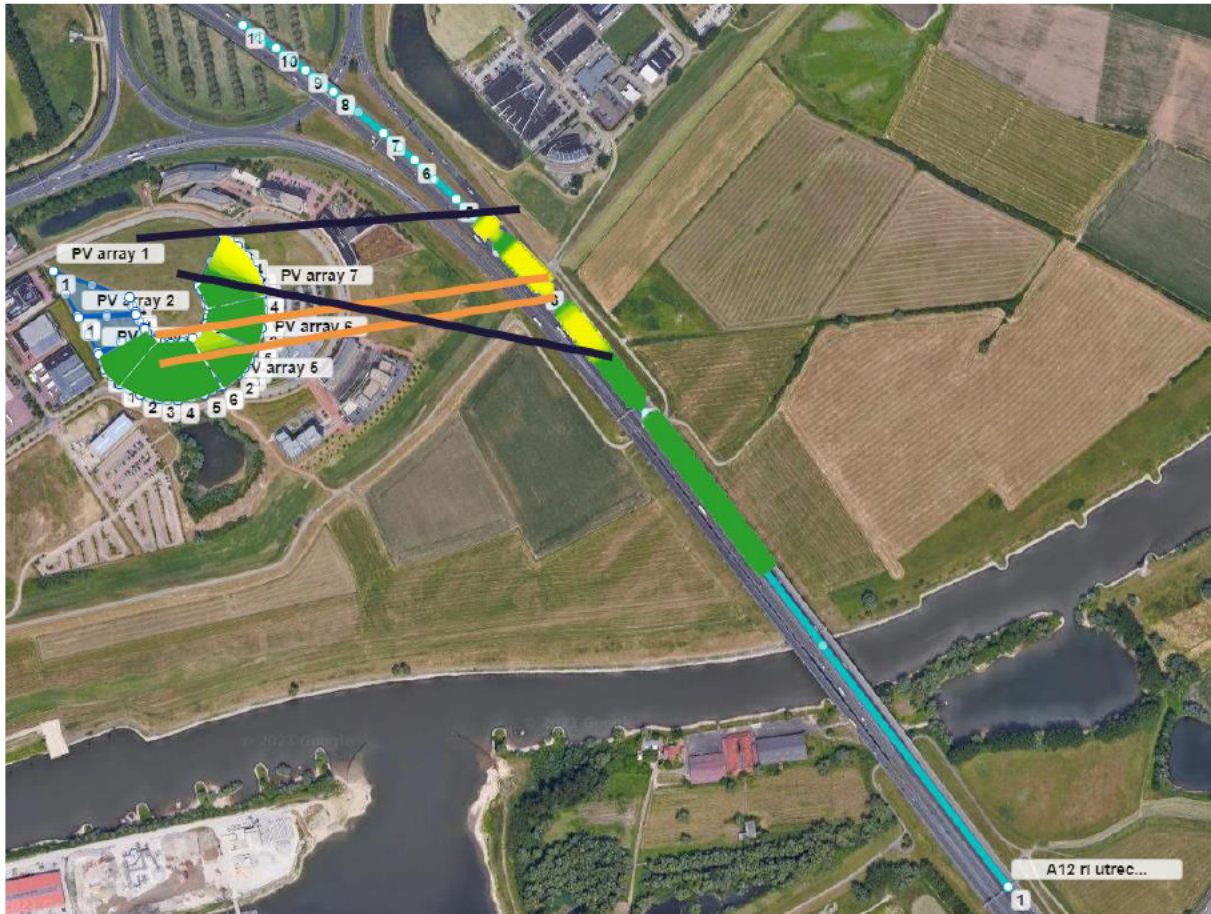
In Figuur 4.3 is verder ingezoomd op de waarneembare schittering zichtbaar vanaf route 3 (N325). Deze figuur laat de bron zien van waar op de route schittering is waar te nemen en waar deze vandaan komt van het zonnepark. Er zijn ook twee donkerblauwe hulplijnen gezet. Deze geven de begrenzing aan tussen waar op de route de schittering hinderlijk is en waar deze vandaan komt. In de figuur is te zien dat hiertussen allemaal gebouwen staan. Deze gebouwen blokkeren het zicht op de schitterende delen. Dit wordt bevestigd via Google Streetview. Gedurende de route ter hoogte van het gele gedeelte, is de Bult niet zichtbaar. Alleen op het meeste oostelijke stuk van het gele deel wordt de Bult zichtbaar, als bestuurders langs het gebouw aan de Meander nr. 725 op kijken. Op het gedeelte van de Bult wat als eerst zichtbaar wordt, komen geen panelen te liggen. Pas als de trap de Bult op zichtbaar wordt, worden ook de panelen zichtbaar. Dit gebeurt ter hoogte van het meest oostelijke gebouw aan de Meander nr. 725, zie ook Figuur 4.4. Uit Figuur 4.3 valt af te leiden dat er op deze locatie al geen (hinderlijke) reflectie meer zichtbaar is. Het punt waarop er geen reflectie meer is, is net gepasseert.



Figuur 4.4: Plek waar de zonnepanelen op de Bult zichtbaar worden langs de N325. Bron: Google Streetview

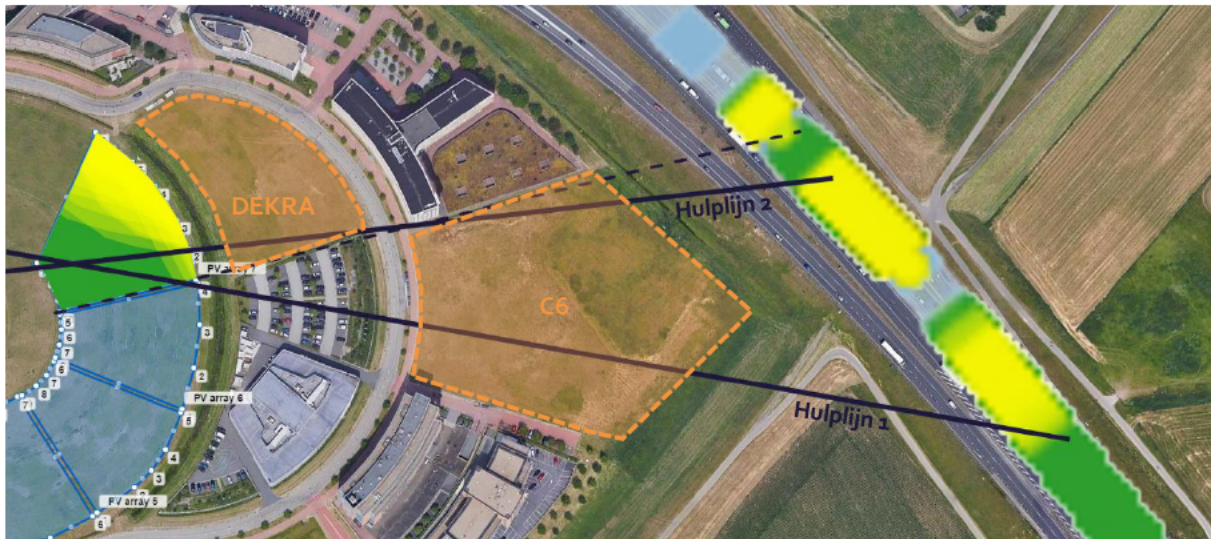
Op dezelfde manier is ingezoomd op de waarneembare schittering op route 2 (A12 richting Utrecht), zie hiervoor Figuur 4.5. Ook hier zijn hulplijnen gezet. De donkerblauwe lijnen geven de hinderlijke reflecte vanaf PV Array 7 aan. De oranje hulplijnen die van PV Array 5. Het kleine gele stukje op de route waarop schittering vanaf PV Array 5 zichtbaar is, valt precies op het punt waarop de getekende route buigt. Op dit punt kan het

model geen beoordelingsveld berekenen omdat er op een punt geen sprake is van een rijrichting. De rijrichting wordt namelijk bepaald op basis van de locatie tussen twee punten. Oftwel, voor een rijrichting zijn 2 punten nodig. Precies waar PV Array 5 schittering geeft op de route, is er maar 1 punt. Als de hoek nagemeten wordt, waarbij de rijrichting op dat punt in acht genomen wordt, dan is de hoek groter dan 50 graden. Deze schittering valt dus buiten het beoordelingsveld van de weggebruiker en zal dus niet to hinder leiden. In Tabel 4.2 en Tabel 4.3 was al te zien dat de gele, hinderlijke, reflectie, hier minimaal is. De reden dat dit dus zo weinig is ten opzichte van de rest, is dus hierdoor te verklaren.



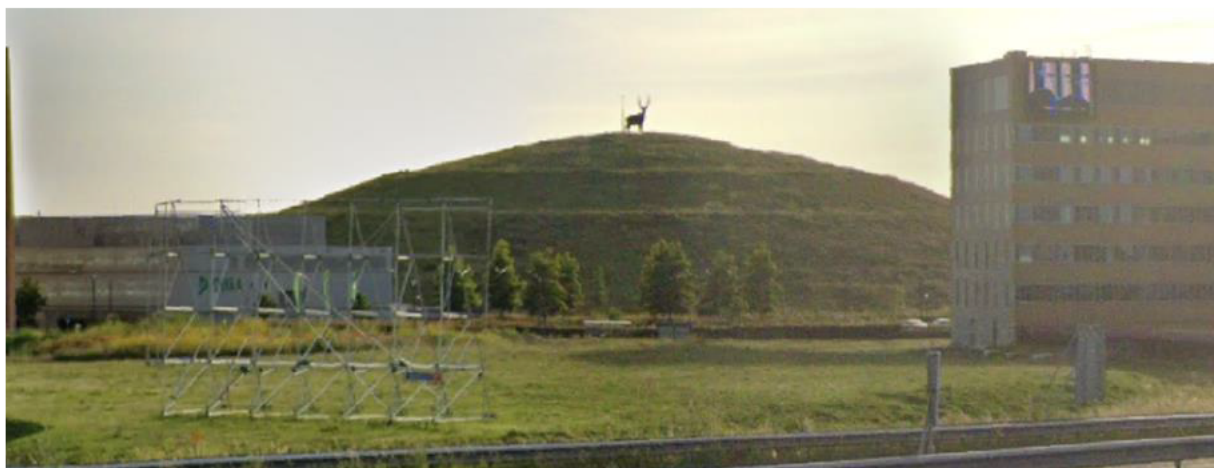
Figuur 4.5: Schitterende delen van de zonnepanelen, zichtbaar vanaf route 2 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing en de plekken op de route waar de reflectie tot hinder leidt. Hoe geler de kleur, hoe meer reflectie.

PV Array 7 zorgt wel voor hinderlijke reflectie op weggebruikers vanaf de A12. Vanaf de gele stukken vanaf de route gezien zijn er nog geen gebouwen die de reflectie volledig kunnen blokkeren. Het gebouw aan de Meander 901 zal wel een gedeelte kunnen blokkeren, maar niet volledig. Tot aan de hulplijn 2 in Figuur 4.6 zullen de schitterende delen zichtbaar zijn. Noordelijker zal de hinderlijke reflectie geblokkeerd worden door het gebouw aan de Meander 901, de stippellijn geeft het zicht aan langs het gebouw. Ook zijn er nog twee kavels waarvan de invulling nog onbekend is. Dat zijn de kavels DEKRA en C6, te zien in de ingezoomde situatie geschetst in Figuur 4.6. Met name als er op kavel C6 gebouwd gaat worden dan zal (een groot deel van) de hinderlijke reflectie geblokkeerd worden. Het gebouw op Kavel DEKRA zal relatief weinig impact hebben op eventuele blokkade van de reflectie. De hinderlijke reflectie komt nu alleen van het onderste deel



Figuur 4.6: Schitterende delen van PV Array 7, zichtbaar vanaf route 2 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing en de plekken op de route waar de reflectie tot hinder leidt. Hoe geler de kleur, hoe meer reflectie. De oranje vlakken zijn bouwkavels.

van de Bult vandaan. Dat betekent dat als het gebouw op kavel C6 aan de rand (oranje stippellijn) 22.9⁹ m +NAP wordt en tussen de blauwe hulplijnen gebouwd wordt, dat de reflectie niet te zien zal zijn vanaf de A12. Dat komt neer op een minimale hoogte van ongeveer 11.5 meter boven maaiveld. Ter vergelijking, Meander 901 is ongeveer 26 meter hoog (boven maaiveld). Daarnaast staat er beplanting aan de rand van de parkeerplaats naast het kavel van DEKRA (zie ook Figuur 4.7). Deze beplanting zal, met name in het najaar, een deel van de hinderlijke reflectie blokkeren. De beplanting zal niet voldoende zijn om de reflectie volledig te blokkeren, maar het zal de hinder wel verminderen waardoor deze van geel richting groen schuift.

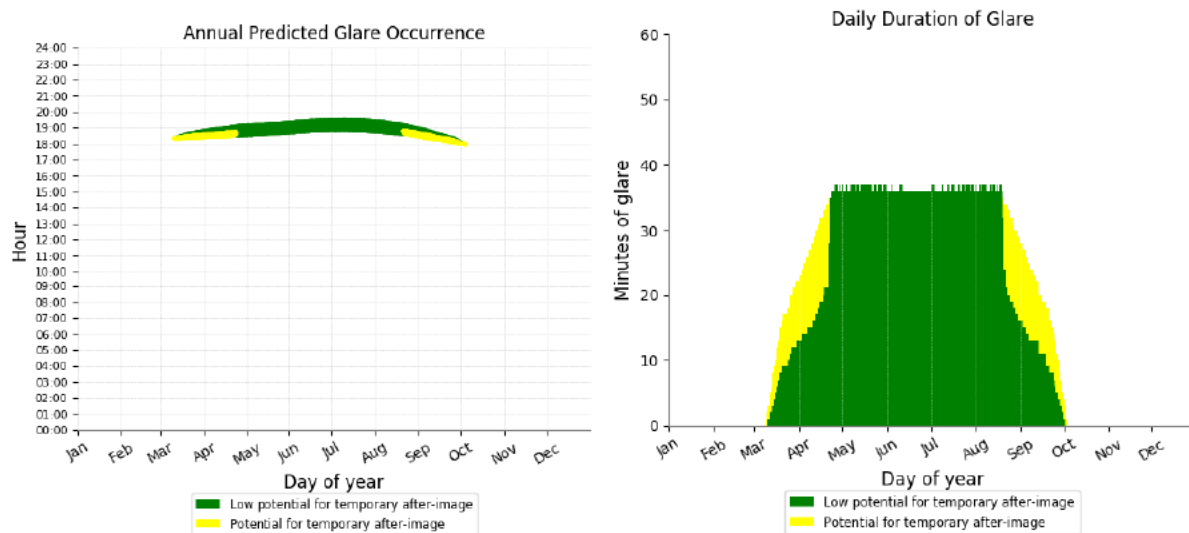


Figuur 4.7: Beplanting langs de parkeerplaats naast kavel DEKRA

Zo lang de kavels leeg zijn is er hinderlijke en niet hinderlijke reflectie te zien. De niet hinderlijke reflectie is van begin maart tot begin oktober te zien, maar zal niet tot problemen leiden voor het verkeer (zie ook paragraaf 3.3). De hinderlijke reflectie is twee momenten in het jaar te zien: van begin maart tot eind april en van eind

⁹ Hoogste punt reflectie: 26.5 + 1.01 m +NAP, hoogte vrachtwagen: 20.1 m +NAP. Verste afstand reflectie: 530 m, kortste afstand tot gebouw: 200 m (beide afstanden vanaf de weg gemeten) $\rightarrow 200/530 * (27.51 - 20.1) + 20.1 = 22.9$ m +NAP

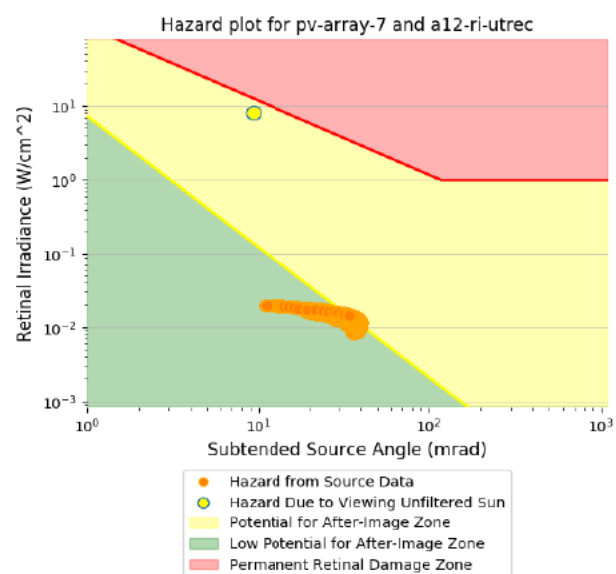
augustus tot begin oktober. Dit zal maximaal 15 minuten per dag zijn tussen 19.00 en 20.00 uur (zomertijd). De totale tijd van hinderlijke schittering voor de route is weergegeven in Figuur 4.8.



Figuur 4.8: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op route 2, veroorzaakt door PV Array 7 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal op minimaal één plek op de route hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Links de tijdsverdeling in het jaar, rechts de maximale duur per dag.

Een weggebruiker zal normaal gesproken niet een kwartier lang stil staan op de snelweg. Er is onderzocht hoe lang een weggebruiker verblind mag worden. Deze tijd is 1.6 seconden bij 100 km/u op de snelweg (TNO, 2016). Dat komt erop neer dat de bestuurder een afstand van 44 meter mag afleggen waarin hij/zij niets ziet. Uit Figuur 4.6 kan afgeleid worden dat de verblindingsafstand ongeveer 65 meter is. In perfecte omstandigheden worden bestuurders dus 0.7 seconden langer verblind dan de richtlijnen voorschrijven.

De mate van hinder wordt duidelijk uit Figuur 4.9, waarin te zien is dat een klein deel van alle reflectie veroorzaakt door PV Array 7 in het gele gebied ligt. In de praktijk zal de retinal irradiance lager zijn dan geschetst in de figuur en van geel naar groen verschuiven, waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Dit komt door de filtering van autoruiten en atmosferische verstrooiing en bewolking. Datzelfde geldt voor Figuur 4.3, Figuur 4.5, Figuur 4.6 en Figuur 4.8. De kans is hierdoor groot dat de reflectie gedurende het jaar binnen de marges blijft op de route. Als een derde van de afstand van de gele stukken uit Figuur 4.8 al veranderd naar groene reflectie dan ligt de verblindingsstijd binnen de marges, al is het niet uit te sluiten dat er geen gele reflectie overblijft op bepaalde momenten in het jaar. Ook in dat geval is de kans groot de reflectie



Figuur 4.9: Gevaarplots PV Array 7 op route 2 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

binnen de marges blijft. In paragraaf 3.3 is benoemd dat de resultaten van dit onderzoek strenger zijn dan de TNO disability glare methode die ook gebruikt wordt om op basis van maskerende verblinding (vergelijkbaar met geel) te bepalen of de reflectie wel of niet hinderlijk is. Bovendien als er gebouwd wordt op Kavel C6 zal de reflectie (grotendeels) geblokkeerd worden. In dat laatste geval kan er met zekerheid gezegd worden dat de richtlijnen niet overschreden worden, mits het gebouw tussen de 2 blauwe hulplijnen in Figuur 4.6 geplaatst wordt en minimaal 11 meter hoog wordt

4.3 MEANDER 725

In Figuur 4.10 en Figuur 4.11 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.4.



Figuur 4.10: Locaties van de gebruikte observatiepunten (OP's) op Meander 725. Bron foto: Google Streetview.

Tabel 4.4: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Meander 725 in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

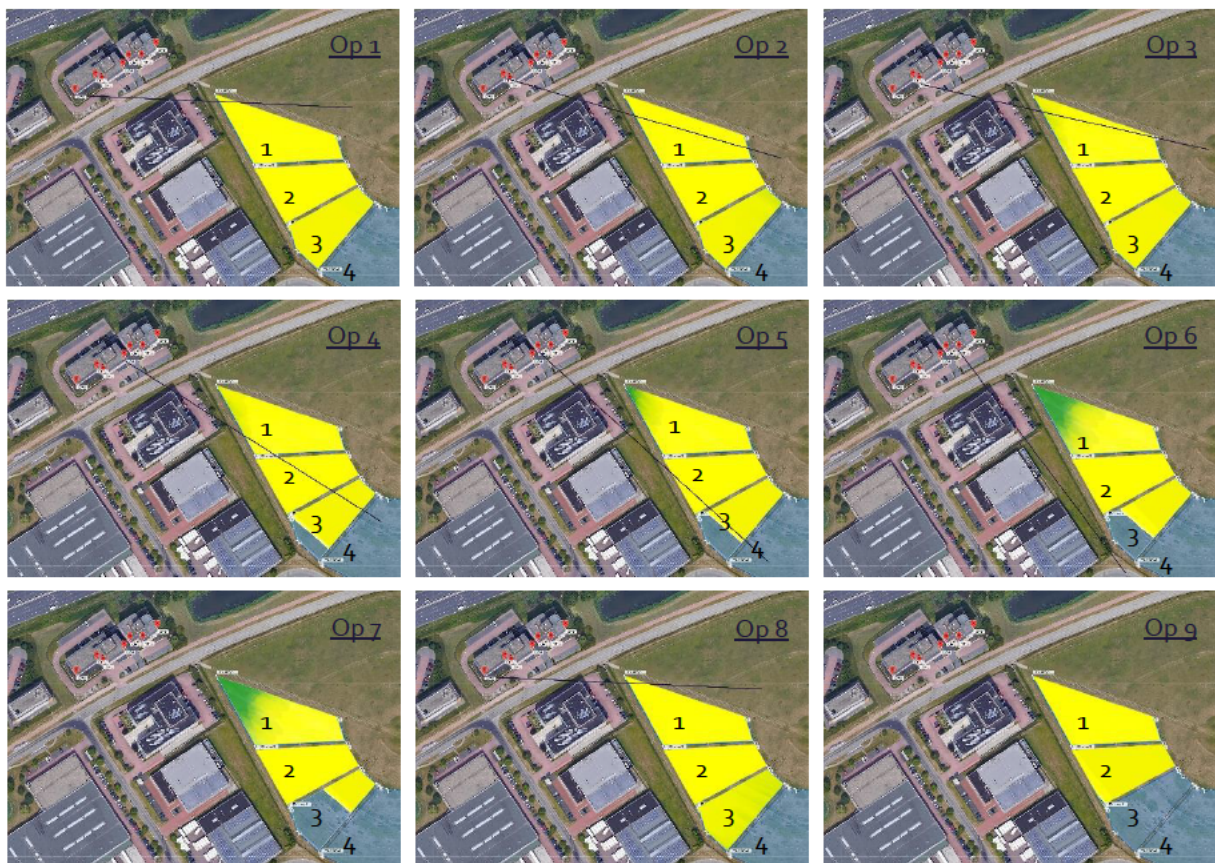
OP	PV Array 1		PV Array2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	o	43.9	o	20.8	6.3	13.2	o	o	o	o	o	o	o	o
2	o	43.6	o	22.3	5.5	11.2	o	o	o	o	o	o	o	o
3	11	40.8	o	24	4.9	20.6	o	o	o	o	o	o	o	o
4	10.9	36.8	o	27	3.9	12.6	o	o	o	o	o	o	o	o
5	14.6	32.2	o	28.7	3.7	13	o	o	o	o	o	o	o	o
6	35.3	25.6	o	32.7	2.9	18	o	o	o	o	o	o	o	o
7	23.8	30.1	o	41.8	2.2	10.8	o	o	o	o	o	o	o	o
8	o	40.3	o	19.7	5.8	5.2	o	o	o	o	o	o	o	o
9	o	25.6	0.7	21.6	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Alleen van de eerste 3 PV Arrays komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.12 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten op Meander 725. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP). Onafhankelijk van de locatie in het gebouw, veroorzaakt heel PV Array 2 hinderlijke reflectie voor het gebouw. Voor PV Array 1 is de trend dat hoger in het gebouw minder hinder wordt ervaren van de reflectie. Voor PV Array 3 geldt dat er geen reflectie meer zichtbaar is naar mate het observatiepunt oostelijker verplaatst in het gebouw.



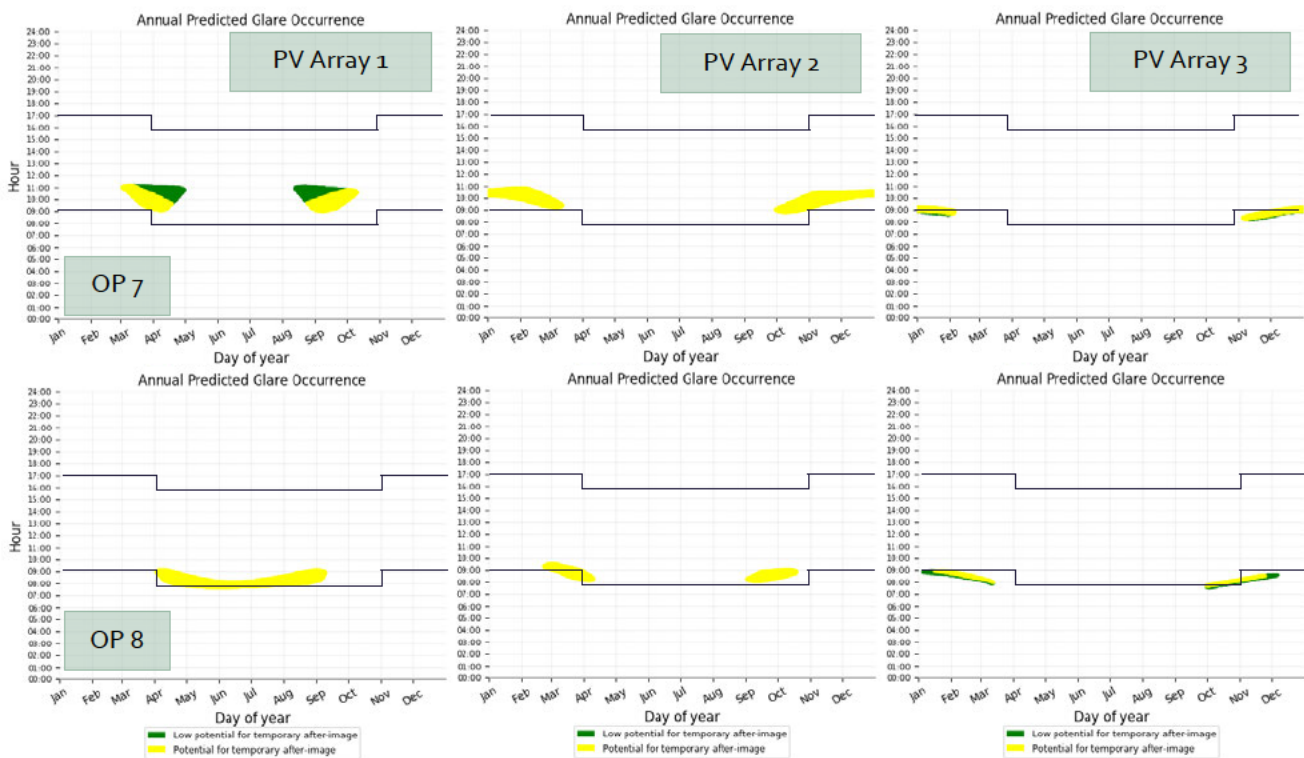
Figuur 4.11: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Meander 725. Observatiepunten (OP) 1 en 8 en 7 en 9 liggen op dezelfde locatie.

Niet alle reflectie bereikt ook daadwerkelijk het gebouw. Voor observatiepunten 1 t/m 5 en 8 wordt een deel van de reflectie geblokkeerd door het gebouw aan de Delta 1. Ten zuiden van de blauwe lijn in de figuur kan de reflectie geblokkeerd kan worden. Westelijker in het gebouw wordt meer reflectie geblokkeerd en hoger in het gebouw wordt minder reflectie geblokkeerd. Dit is afhankelijk van hoeveel panelen er zichtbaar zijn.



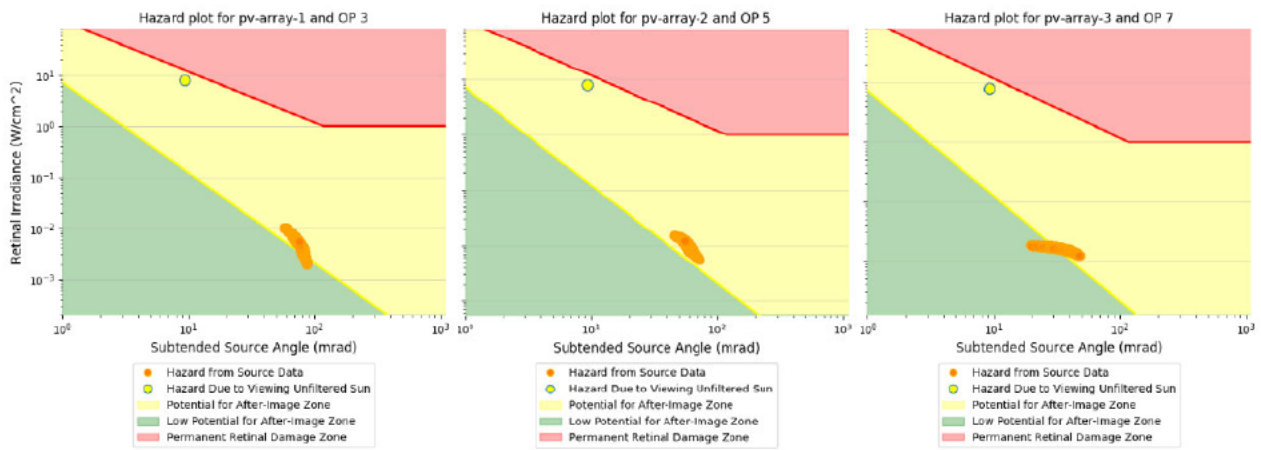
Figuur 4.12: Bron waar de reflectie vandaan komt voor elk van de observatiepunten (OP's) op Meander 725 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing met daarbij in blauw hulplijnen. Alles zuid van de hulplijnen kan worden geblokkeerd door andere gebouwen. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

PV Array 1 veroorzaakt reflectie op het gebouw van begin maart tot half oktober tussen 9.00 en 11.30 uur (winter/zomertijd), afhankelijk van de locatie in het gebouw. Voor PV Array 2 is dat tussen 9.00 uur en 11.00 uur (winter/zomertijd) van begin september tot begin april en PV Array 3 veroorzaakt hinder van begin oktober tot half maart tussen 8.00 uur en 9.30 uur (winter/zomertijd). Hier valt het meerendeel van de reflectie dus buiten kantooruren. In Figuur 4.13 zijn de reflectietijden voor observatiepunten 7 en 8 weergegeven. Door het gebouw heen verschuift de schitteringstijd tussen de twee getoonde reflectietijden. De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Zo kan er per dag gekeken worden of er wel geen sprake is van hinder rond een bepaalde tijd in het jaar. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn. In Figuur 4.14 zijn 3 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder representatief voor de andere observatiepunten waarvandaan (hinderlijke) reflectie kan worden waargenomen. In sommige gevallen is de mate van hinder minder dan weergegeven, bijvoorbeeld in geval van PV Array 1 op observatiepunt 6 en 7. In die gevallen ligt de mate van hinder iets dieper door het groene in. Nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.14.



Figuur 4.13: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 7 (boven) en 8 (onder), veroorzaakt door PV Array 1 (links), PV Array 2 (midden) en PV Array 3 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.12, Figuur 4.13 en Figuur 4.14 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Daarnaast zal ook de zon zelf voor hinder kunnen zorgen. Ten tijden van de reflectiehinder zal het zonlicht uit ongeveer dezelfde hoek komen als het gereflecteerde zonlicht. De zon zelf is aangegeven met het gele bolletje in Figuur 4.14. Als men recht de zon in kijkt is dat altijd veel hinderlijker dan de reflectie.



Figuur 4.14: Gevaarplots van 3 representatieve observatiepunten op PV Array 1 (links), PV Array 2 (midden) en PV Array 3 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

4.4 DELTA 1

In Figuur 4.15 en Figuur 4.16 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.5.



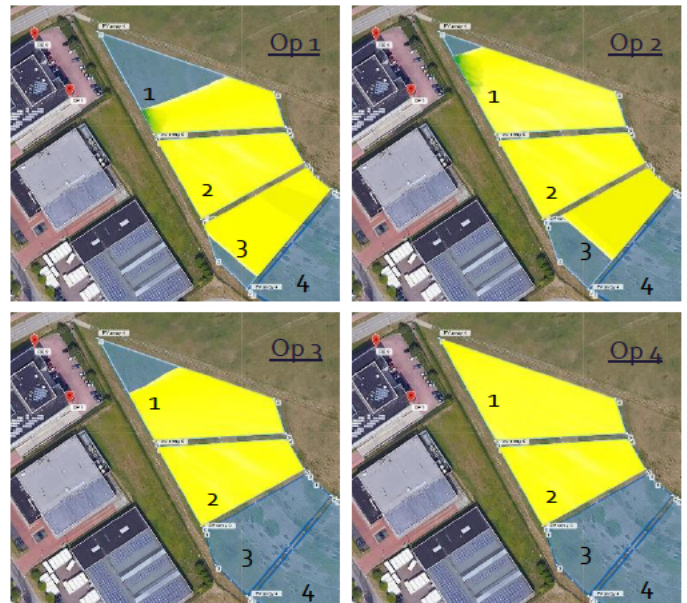
Figuur 4.15: Locaties van de gebruikte observatiepunten op Delta 1. Bron foto: Google Streetview.

Tabel 4.5: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Delta 1 in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	17	73.4	0	57	0.2	31.6	0	0	0	0	0	0	0	0
2	19.2	77	0	39.3	1.3	13.3	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	75.1	0	40.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	68.9	0	34.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



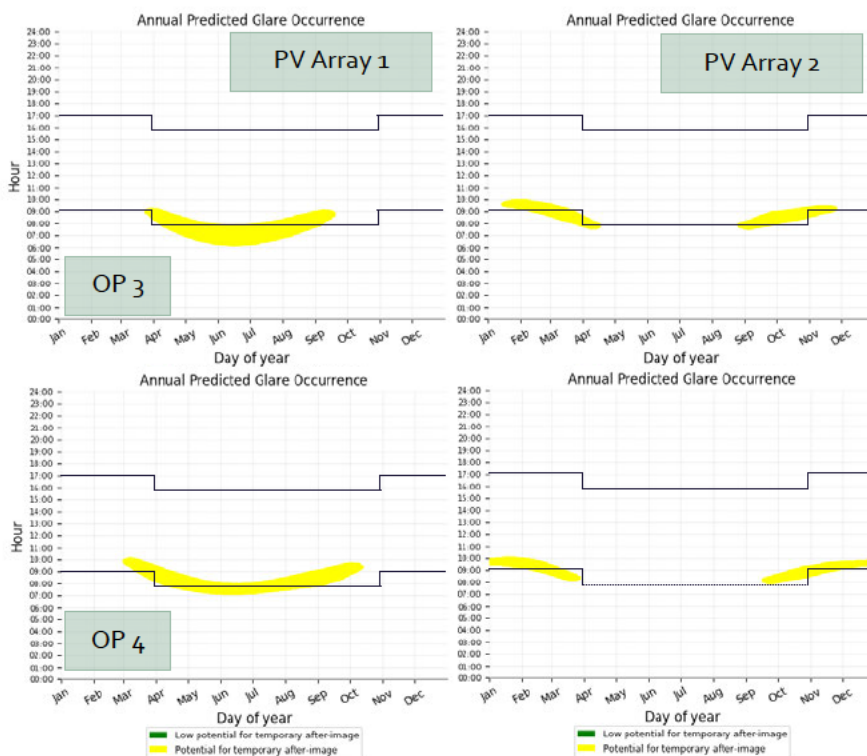
Figuur 4.16: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Delta 1. Observatiepunten (OP) 1 en 3 en 2 en 4 liggen op dezelfde locatie.



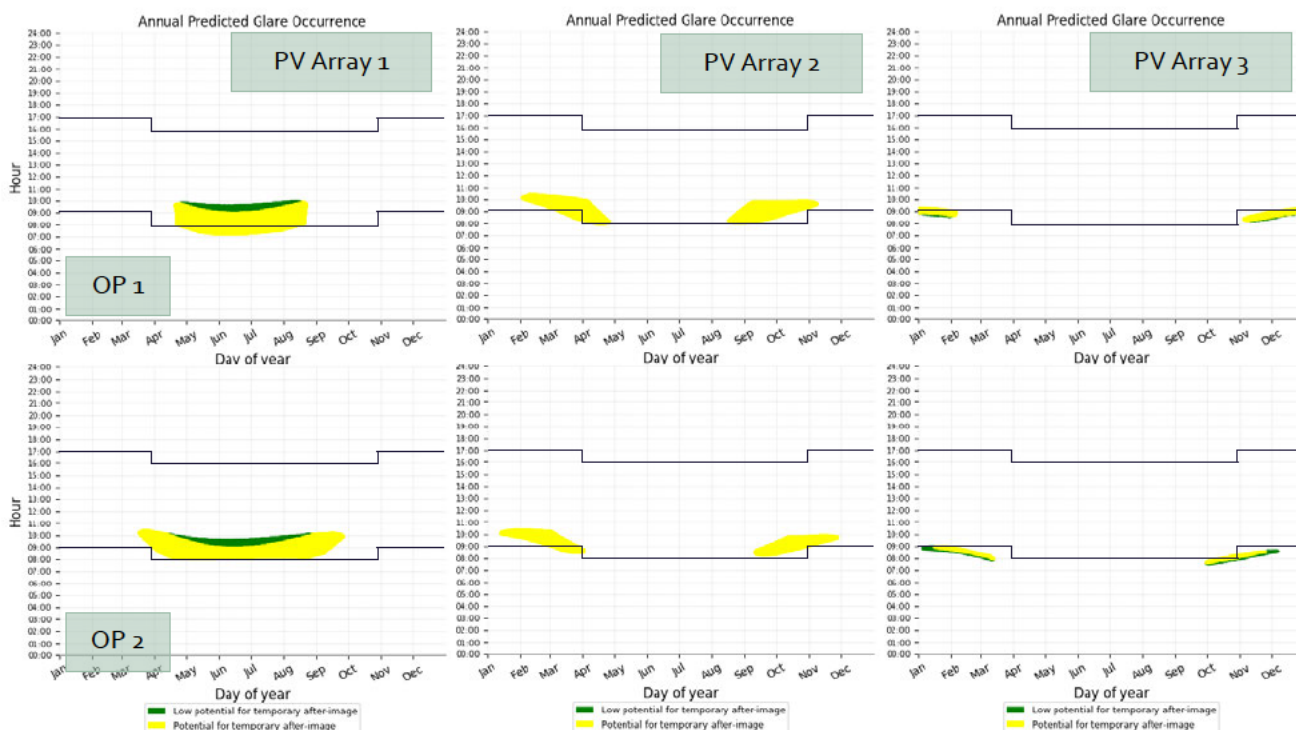
Figuur 4.17: Bron waar de reflectie vandaan komt voor alle observatiepunten (OP's) op Delta 1 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

Alleen van de eerste 3 PV Arrays komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.17 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP). Onafhankelijk van de locatie in het

gebouw, veroorzaakt heel PV Array 2 hinderlijke reflectie voor het gebouw. Voor PV Array 1 is de trend dat zuidelijker in het gebouw minder hinder wordt ervaren van de reflectie. Ook hoger in het gebouw wordt minder hinder ervaren dan lager in het gebouw. Voor PV Array 3 is het precies andersom. Hoger in het gebouw wordt meer hinderlijke reflectie ervaren dan lager in het gebouw. Op de begane grond is er zelfs helemaal geen reflectie. Ook is er aan de noordkant minder hinder dan aan de zuidkant. Op de parkeerplaats tussen de Bult en het gebouw staan een aantal bomen. Deze zullen een heel klein deel van de reflectie kunnen blokkeren, maar dit zal niet bijdragen aan de vermindering van hinder.



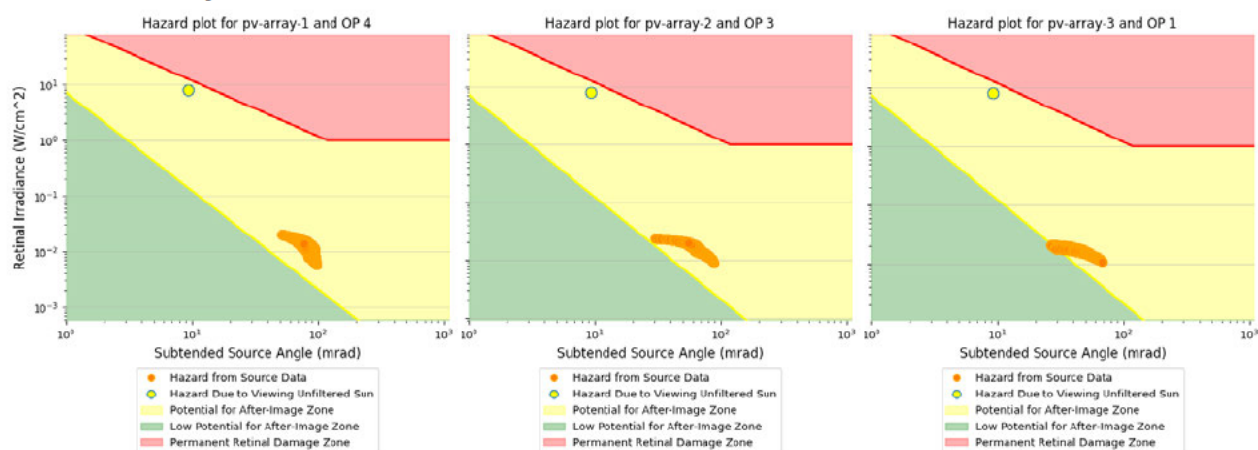
Figuur 4.18: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen laag in het gebouw vanaf observatiepunt 3 (boven) en 4 (onder), veroorzaakt door PV Array 1 (links) en PV Array 2 (rechts), zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.



Figuur 4.19: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen hoog in het gebouw vanaf observatiepunt 1 (boven) en 2 (onder), veroorzaakt door PV Array 1 (links), PV Array 2 (midden) en PV Array 3 (rechts), zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

PV Array 1 veroorzaakt reflectie op het gebouw van begin maart tot half oktober tussen 7.00 en 11.30 uur (winter/zomertijd), afhankelijk van de locatie in het gebouw. Voor PV Array 2 is dat tussen 8.00 uur en 11.00 uur (winter/zomertijd) van half augustus tot eind april en PV Array 3 veroorzaakt hinder van begin oktober tot half maart tussen 7.30 uur en 9.30 uur (winter/zomertijd). Op de begane grond is veel hinder buiten kantooruren waar te nemen van PV Arrays 1 en 2. Hoger in het gebouw verschuift het moment dat de hinder valt waar te nemen later in de ochtend. Voor PV Array 3 valt bijna alle hinderlijke reflectie buiten kantooruren.

In Figuur 4.19 zijn de reflectietijden voor de bovenkant van het gebouw weergegeven en in Figuur 4.18 op de begane grond. Door het gebouw heen verschuift de schitteringstijd tussen de getoonde reflectietijden. De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen ook gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Zo kan er per dag gekeken worden of er wel geen sprake is van hinder rond een bepaalde tijd in het jaar. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn.



Figuur 4.20: Gevaarplots van 3 representatieve observatiepunten op PV Array 1 (links), PV Array 2 (midden) en PV Array 3 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

In Figuur 4.20 zijn 3 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder representatief voor de andere observatiepunten waarvandaan (hinderlijke) reflectie kan worden waargenomen. Voor PV Array 1 is hierop een uitzondering, hoger in het gebouw wordt de retinal irradiance kleiner bij een grotere hoek waardoor de rechterkant van de oranje vlek van geel in het groen verschuift.

Nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.20. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.17, Figuur 4.18, Figuur 4.19 en (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Daarnaast zal ook de zon zelf voor hinder kunnen zorgen. Ten tijden van de reflectiehinder zal het zonlicht uit ongeveer dezelfde hoek komen als het gereflecteerde zonlicht. De zon zelf is aangegeven met het gele bolletje in Figuur 4.20. Als men recht de zon in kijkt is dat altijd veel hinderlijker dan de reflectie.

4.5 KAVEL H4A

In Figuur 4.21 en Figuur 4.22 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.6.

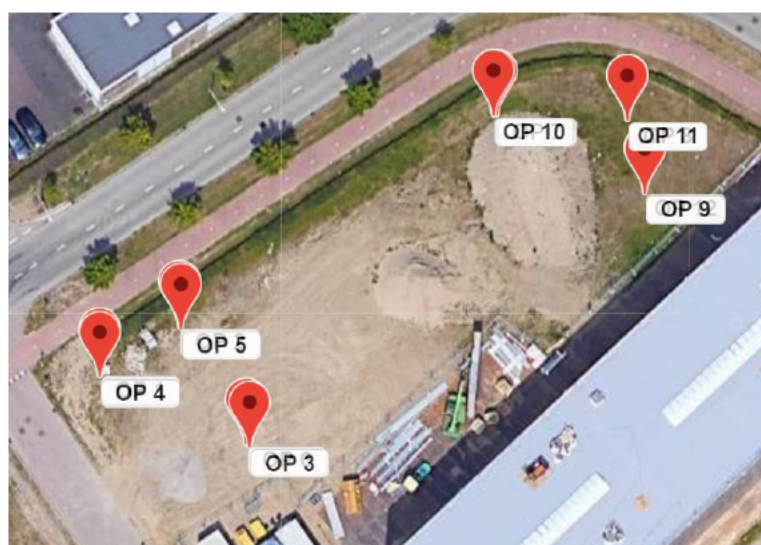


Figuur 4.21: Locaties van de gebruikte observatiepunten op kavel H4A. Bron visualisatie gebouw: IJsseloord 2 Projectontwikkeling b.v., Bureau Huibers

Tabel 4.6: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op kavel H4A in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk). Grijs letters betekent dat de reflectie (bijna) volledig geblokkeerd wordt.

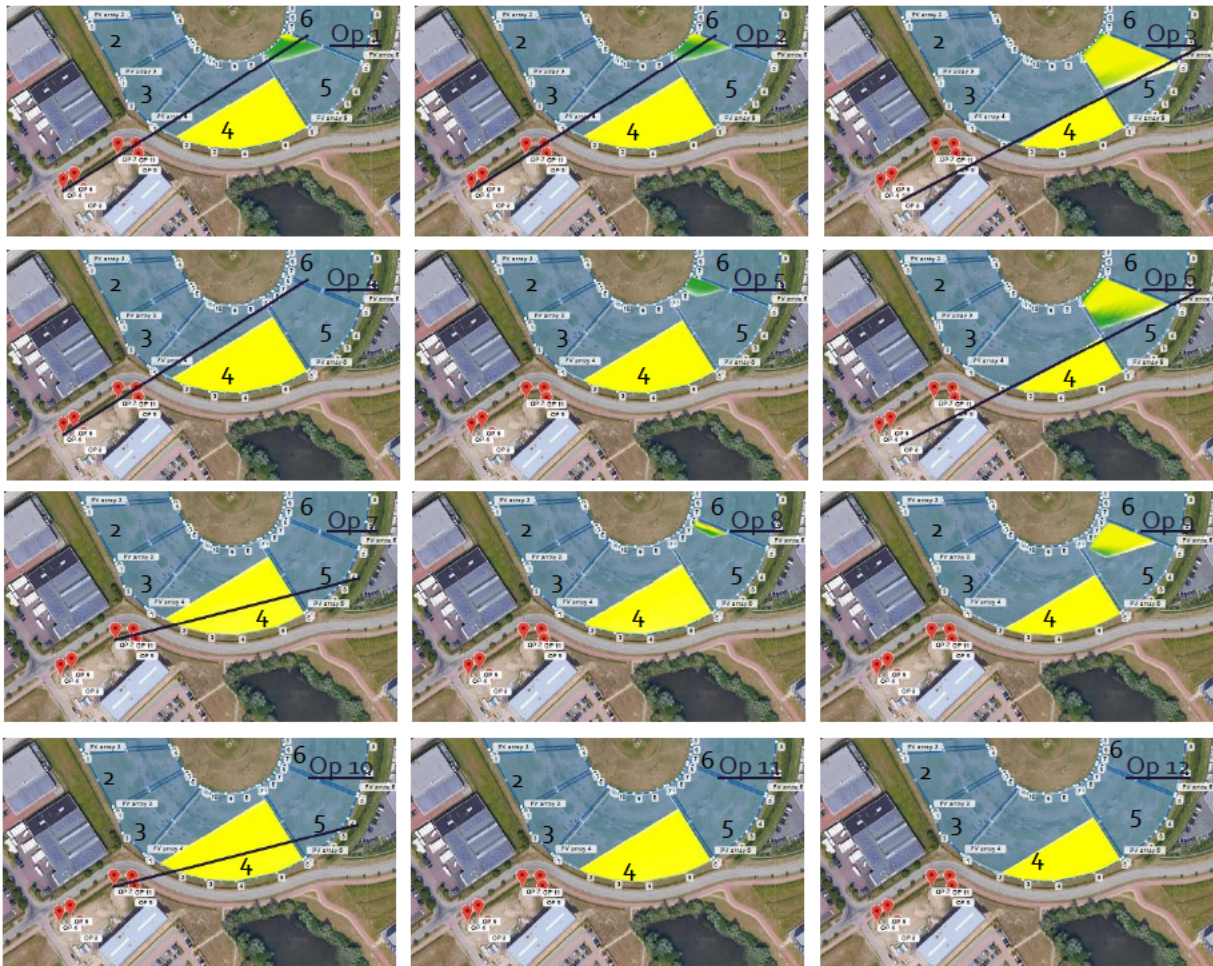
OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	o	o	o	o	o	o	o	35.5	2	0.5	o	o	o	o
2	o	o	o	o	o	o	o	39.1	1.5	0.9	o	o	o	o
3	o	o	o	o	o	o	o	26.6	1.4	4.6	o	o	o	o
4	o	o	o	o	o	o	o	32	o	o	o	o	o	o
5	o	o	o	o	o	o	o	38	1.2	o	o	o	o	o
6	o	o	o	o	o	o	o	26.8	1.5	3	o	o	o	o
7	o	o	o	o	o	o	o	65.5	o	o	o	o	o	o
8	o	o	o	o	o	o	o	71	0.3	0.5	o	o	o	o
9	o	o	o	o	o	o	o	53.4	0.2	2.9	o	o	o	o
10	o	o	o	o	o	o	o	45.7	o	o	o	o	o	o
11	o	o	o	o	o	o	o	50.9	o	o	o	o	o	o
12	o	o	o	o	o	o	o	44.7	o	o	o	o	o	o

Alleen van PV Array 4 en PV Array 5 komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.23 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP). Vooral het zuidoostelijke deel van PV Array 4 zorgt voor de hinderlijke reflectie. Voor PV Array 5 is dat juist het noordoostelijke deel. Vanuit een aantal observatiepunten is er geen vrij zicht op PV Array 4 en PV Array 5. Dit komt omdat het gebouw op de kavel



Figuur 4.22: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Kavel H4A. Observatiepunten (OP) 1 en 4, 2 en 5, 3 en 6, 7 en 10, 8 en 11 en 9 en 12 liggen op dezelfde locatie.

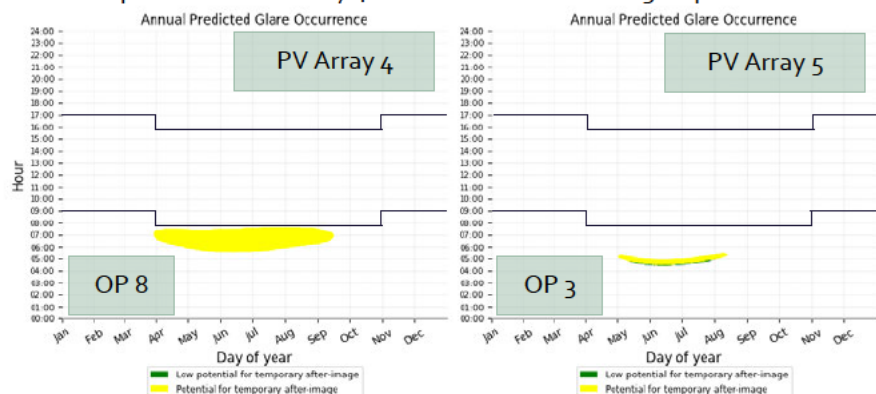
het zicht op de Bult gedeeltelijk blokkeert vanaf observatiepunten 1, 2, 4, 7 en 10. Voor observatiepunten 3 en 6 blokkeert het gebouw aan de Delta 55 het zicht op de Bult gedeeltelijk. Vanaf observatiepunten 5 en 6 wordt een gedeelte van de onderkant van de Bult geblokkeerd door het dak van het lagere deel van het gebouw. Dit blokkeert wel een klein deel van de reflectie weg maar zal minder bijdragen aan het geheel dan de eerder benoemde observatiepunten. Door deze blokkades valt een groot deel van de hinder weg. In Tabel 4.6 zijn de waardes die (bijna) volledig geblokkeerd worden grijs gemaakt. Op observatiepunten 5, 7 en 10 wordt een deel van de reflectie geblokkeerd. De algemene trend is dat de reflectie van PV Array 5 op jaarbasis voor relatief weinig hinder zorgt. PV Array 4 zorgt voor de meeste hinder, en dat voornamelijk op de zijde van het gebouw



Figuur 4.23: Bron waar de reflectie vandaan komt voor de observatiepunten (OP's) op kavel H4A zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, met daarbij in blauw hulplijnen. Alles zuid van de hulplijnen wordt geblokkeerd door andere gebouwen of het gebouw op kavel H4A zelf. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

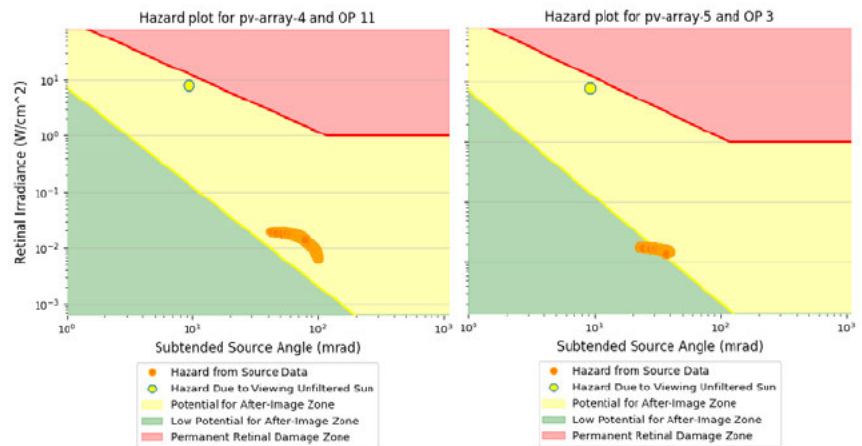
aan de kant van observatiepunten 8, 9, 11 en 12. Hoger in het gebouw is er meer hinder te ondervinden dan lager in het gebouw.

Qua reflectietijd zijn de PV Arrays zeer vergelijkbaar voor alle observatiepunten. De langstduurende, en daarmee meest hinderlijke, is observatiepunt 8 voor PV Array 4. De hinder is daar van begin april tot half september waar te nemen tussen 6.30 uur en 8.30 uur (zomertijd). In het ergste geval voor PV Array 5 is er sprake van hinder van begin mei tot half augustus tussen 5.30 en 6.30 uur (zomertijd). Zie hiervoor ook Figuur 4.24. Voor alle observatiepunten op kavel H4A valt de hinder buiten kantooruren.



Figuur 4.24: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 8 vanaf PV Array 4 en observatiepunt 3 vanaf PV Array 5 (worst case scenario's) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Zo kan er per dag gekeken worden of er wel geen sprake is van hinder rond een bepaalde tijd in het jaar. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn.



Figuur 4.25: Gevaarplots van 2 observatiepunten met het worst case scenario van PV Array 4 (links) en PV Array 5 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

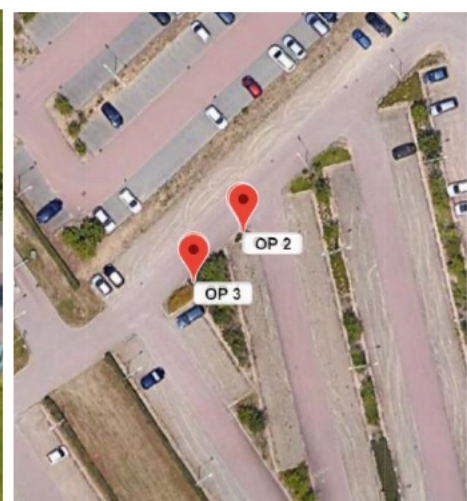
In Figuur 4.25 zijn 2 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder een worst case scenario. In de meeste gevallen is de mate van hinder minder dan weergegeven, maar nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.25. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.23, Figuur 4.24 en Figuur 4.25 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is.

4.6 KAVEL Ho

In Figuur 4.26 en Figuur 4.27 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.7.



Figuur 4.26: Locaties van de gebruikte observatiepunten op kavel Ho. Bron visualisatie gebouw: IJsseloord 2 Projectontwikkeling b.v., XLBox Arnhem



Figuur 4.27: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Kavel Ho. Observatiepunten (OP) 1 en 3 en 2 en 4 liggen op dezelfde locatie.

Tabel 4.7: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Kavel Ho in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
4	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Zoals te zien is in de tabel wordt er op de observatiepunten op kavel Ho geen reflectie waargenomen.

4.7 MEANDER 1101

In Figuur 4.28 en Figuur 4.29 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.8.



Figuur 4.28: Locaties van de gebruikte observatiepunten op Meander 1101. Bron foto: Google Streetview.

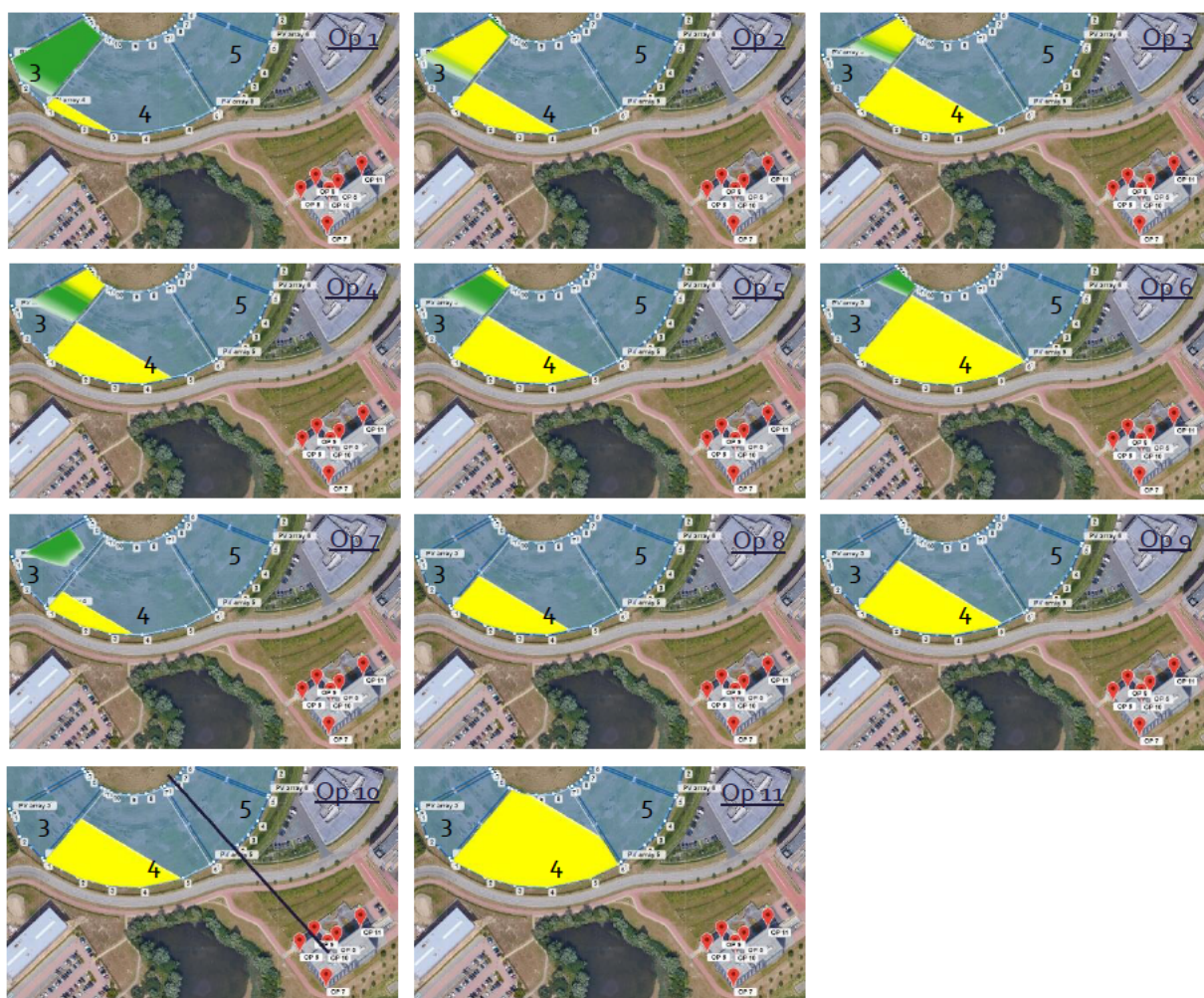
Alleen van PV Array 3 en PV Array 4 komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.30 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP).



Figuur 4.29: Boven-aanzicht van de verschillende observatiepunten op Meander 1101. Observatiepunten (OP) 1 en 7, 2 en 8, 3 en 9, 4 en 10 en 6 en 11 liggen op dezelfde locatie.

Tabel 4.8: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Meander 1101 in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk). Grijs letters betekent dat de reflectie (bijna) volledig geblokkeerd wordt.

OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	0	0	0	0	5.2	0	0	7.5	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	3.8	1.4	0	22.2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	3.9	1.3	0	32	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	4.8	0.4	0	26.3	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	4.3	0.2	0	32.1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0.8	0	0	43.6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1.3	0	0	10.9	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	28.9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	34.6	0	0	0	0	0	0



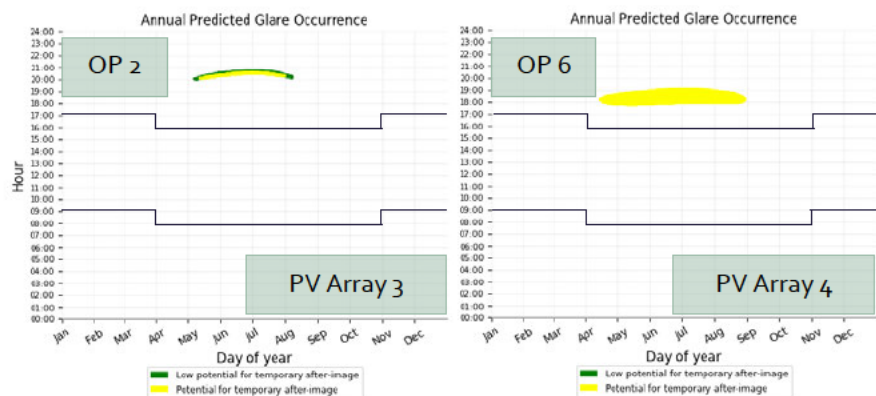
Figuur 4.30: Bron waar de reflectie vandaan komt voor alle observatiepunten (OP's) op Meander 1101 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, met daarbij in blauw een hulplijn bij Op 10. Alles west van de blauwe hulplijn wordt geblokkeerd door het gebouw zelf. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

Op bijna alle observatiepunten veroorzaakt PV Array 4 hinderlijke reflectie. PV Array 3 veroorzaakt op de helft van de observatiepunten hinderlijke reflectie. Vanuit observatiepunt 10 is er geen vrij zicht op PV Array 3 en PV Array 4. Dit komt omdat het gebouw het zicht op de Bult gedeeltelijk blokkeert. Door deze blokkade valt alle hinder weg op dit observatiepunt. Ten westen van de blauwe lijn in de figuur wordt alle reflectie geblokkeerd. In Tabel 4.8 is de waarde die volledig geblokkeerd wordt grijs gemaakt.

Voor PV Array 3 is de trend dat hoger in het gebouw meer hinder wordt ervaren van de reflectie. Op de begane grond is zelfs helemaal geen reflectie. Zuidwestelijker in het gebouw is de reflectiehinder ook meer dan noordoostelijker. Voor PV Array 4 is dat precies andersom. Lager en noordoostelijker in het gebouw geeft meer reflectiehinder.

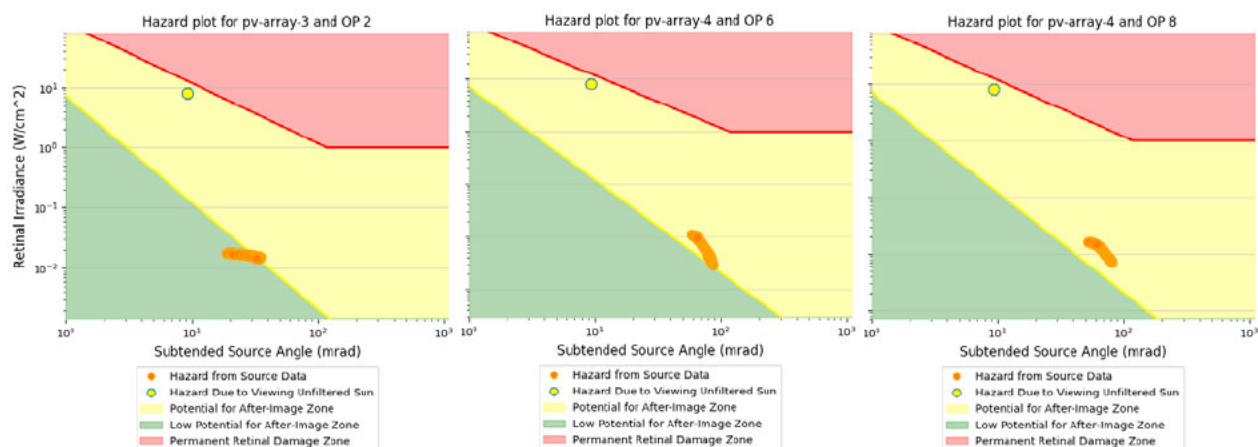
PV Array 3 veroorzaakt reflectie op het gebouw van begin mei tot begin augustus tussen 21.00 en 22.00 uur (zomertijd). Voor alle observatiepunten is dit redelijk gelijk, met uitzondering voor observatiepunt 6. Daar is alleen aan het begin en aan het eind van de benoemde periode (niet hinderlijke) reflectie zichtbaar. Voor PV Array 4 verschillen de

reflectietijden wat meer. In het ergste geval is de reflectie zichtbaar van half april tot eind augustus tussen 18.30 en 20.30 uur (zomertijd). Dit is het geval voor observatiepunt 6. Verder naar het zuidwesten in het gebouw neemt de reflectieduur af tot het alleen zichtbaar is van begin juni tot half juli. Lager in het gebouw begint de hinder ongeveer een half uur later. De observatie met de langste reflectiehinder zijn weergegeven in Figuur 4.31. De hinder is in alle gevallen buiten kantooruren waar te nemen.



Figuur 4.31: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 2 vanaf PV Array 3 en observatiepunt 6 vanaf PV Array 4 (worst case scenario's) zonder rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

In Figuur 4.32 zijn 3 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder representatief voor de andere observatiepunten waarvandaan (hinderlijke) reflectie kan worden waargenomen. Nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.32. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.30, Figuur 4.31 en Figuur 4.32 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Daarnaast zal ook de zon zelf voor hinder kunnen zorgen.



Figuur 4.32: Gevaarplots van 3 representatieve observatiepunten op PV Array 3 (links), PV Array 4, hoge observatiepunten (midden) en PV Array 4, lage observatiepunten (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

4.8 MEANDER 1051

In Figuur 4.33 en Figuur 4.34 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.9.



Figuur 4.33: Locaties van de gebruikte observatiepunten op Meander 1051. Bron foto: Google Streetview.



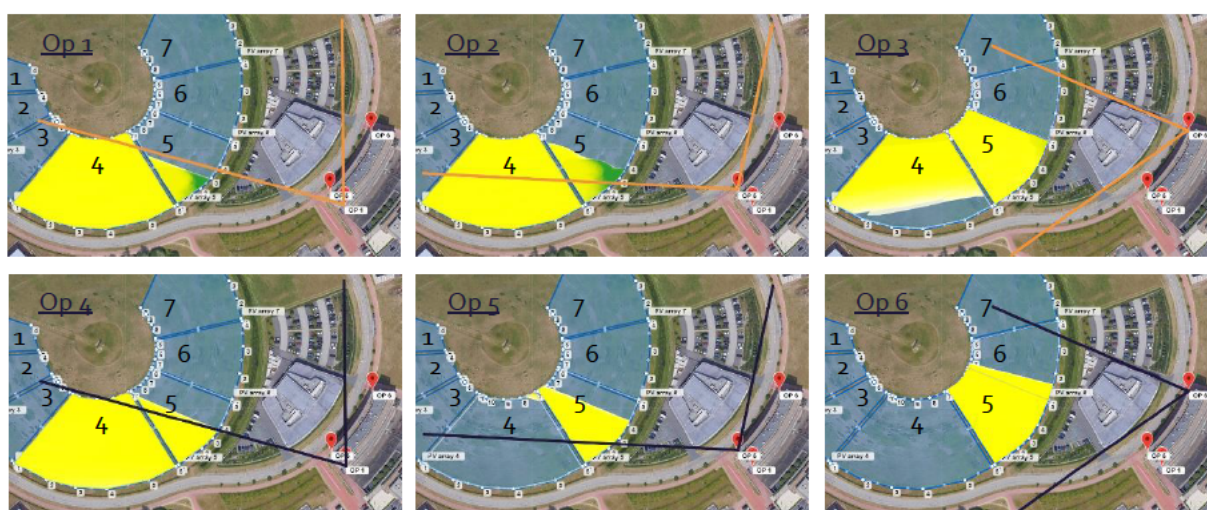
Figuur 4.34: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Meander 1051. Observatiepunten (OP) 1 en 4, 2 en 5 en 3 en 6 liggen op dezelfde locatie.

Tabel 4.9: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Meander 1051 in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk). Grijs letters betekent dat de reflectie (bijna) volledig geblokkeerd wordt.

OP	PV Array 1		PV Array2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	o	o	o	o	o	o	o	35.9	14.9	15.8	o	o	o	o
2	o	o	o	o	o	o	o	35.3	23.2	24.7	o	o	o	o
3	o	o	o	o	o	o	o*	7.4	3.1	43.2	1	o	o	o
4	o	o	o	o	o	o	o	10.6	o	34.1	o	o	o	o
5	o	o	o	o	o	o	o*	o	o	45.2	o	o	o	o
6	o	o	o	o	o	o	o	o	o	33.5	o	23.5	o	o

*) Voor OP₃ is dit 5 minuten per jaar ongecompenseerde reflectie. Na compensatie voor bewolking en omrekening naar uren blijft er 0.028 uur per jaar niet hinderlijke reflectie over. Voor OP₅ is dit 6 minuten oftewel 0.033 uur per jaar.

Alleen van PV Array 4, PV Array 5 en PV Array 6 komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.35 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP). Op alle observatiepunten veroorzaakt PV Array 5 hinderlijke reflectie, PV Array 4 veroorzaakt op de meeste observatiepunten hinder en PV Array 6 veroorzaakt alleen hinder op observatiepunt 6. Vanuit een aantal observatiepunten is er geen vrij zicht op de PV Arrays. Dit komt omdat het gebouw aan de Meander 300 het zicht op de Bult gedeeltelijk blokkeert. Door deze blokkade valt veel hinder weg voor sommige observatiepunten. Vanaf de lage observatiepunten kan je niet over dit gebouw heen kijken naar de Bult en dus ook niet naar de zonnepanelen. Tussen de twee blauwe lijnen in de figuur wordt alle reflectie geblokkeerd. Vanaf de hoge observatiepunten kan je wel over het gebouw heen kijken. Het hoogteverschil tussen beide gebouwen is 15 meter. Tussen de twee oranje lijnen in de figuur wordt de reflectie gedeeltelijk geblokkeerd. Hoe hoger je komt op gebouw nr 1051, hoe meer van de zonnepanelen zichtbaar worden, waardoor steeds minder reflectie geblokkeerd wordt. In Tabel 4.8 zijn de waardes die volledig geblokkeerd worden grijs gemaakt. Vanaf PV Array 6 wordt geen hinderlijke reflectie gereflecteerd.

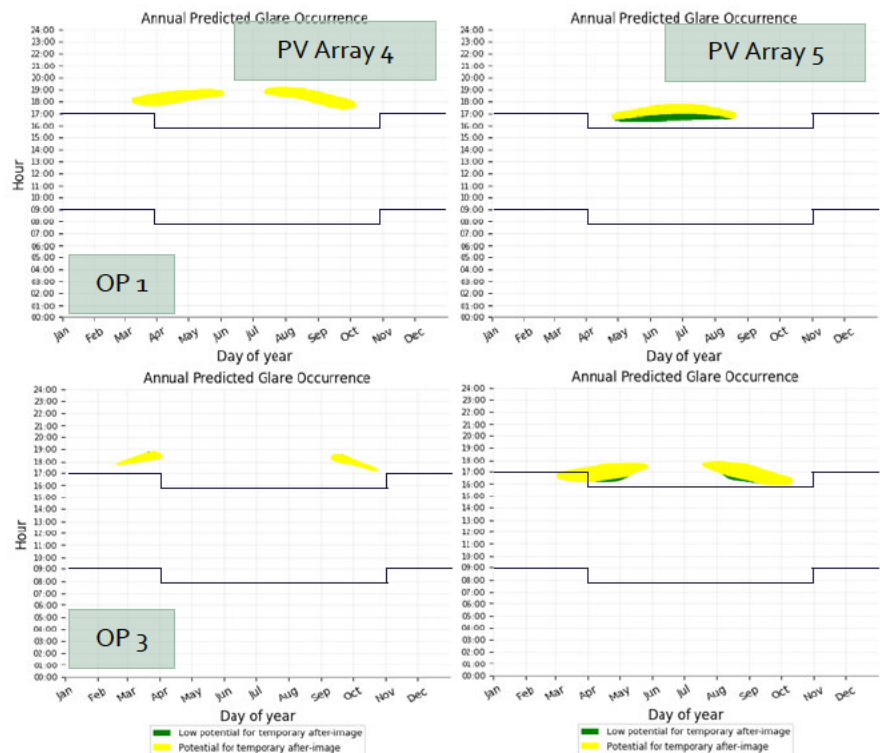


Figuur 4.35: Bron waar de reflectie vandaan komt voor alle observatiepunten (OP's) op Meander 1051 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, met daarbij in blauw hulplijnen. Alles zuid van de hulplijnen kan worden geblokkeerd door andere gebouwen. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

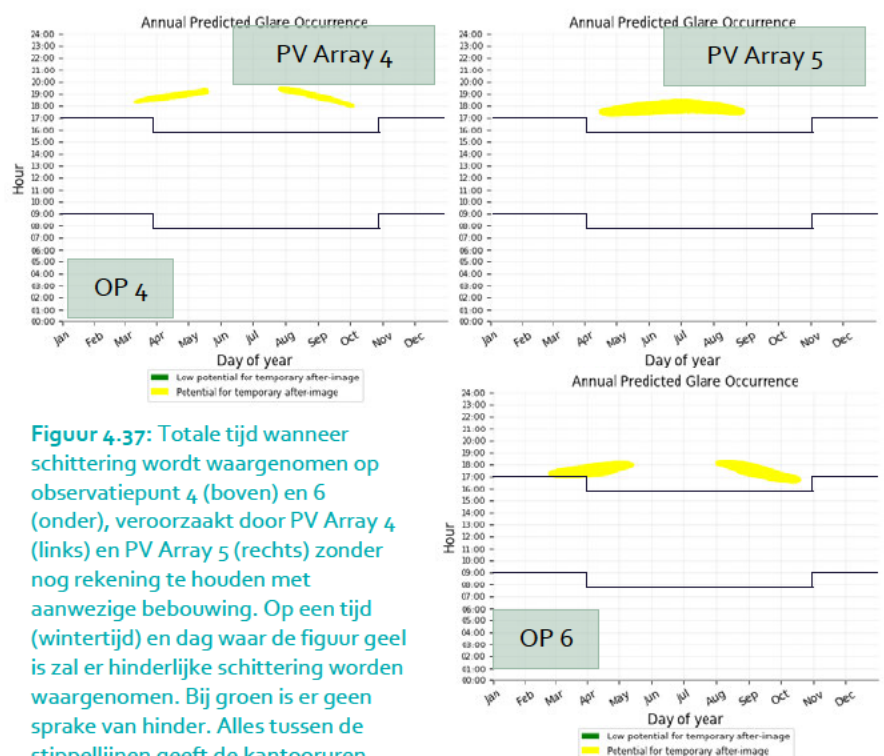
Voor PV Array 4 is de trend dat hoger in het gebouw meer hinder wordt ervaren van de reflectie en zuidelijker in het gebouw wordt meer hinder ervaren dan noordelijker in het gebouw. Voor PV Arrays 5 en 6 wordt de reflectie noordelijker en lager in het gebouw juist meer. Verder wordt er steeds meer reflectie geblokkeerd als men zich noordelijker in het gebouw bevindt. Aan de zuidzijde van het gebouw, dwars op de straat, wordt er naar mate men verder van de straat af komt steeds minder reflectie geblokkeerd.

PV Array 4 veroorzaakt reflectie op het gebouw van eind februari tot half oktober tussen 17.30 en 20.00 uur (winter/zomertijd), afhankelijk van de locatie in het gebouw. Van begin juni tot half juli vind er geen reflectie plaats. Op de hogere observatiepunten is dit tot 55 minuten per dag,

waar op de lagere observatiepunten maximaal 20 minuten per dag hinder wordt ervaren. Voor PV Array 5 is er hinder te ondervinden van begin maart tot half oktober. Op de lagere observatiepunten tussen 18.00 uur en 20.00 uur (zomertijd) en op de hogere observatiepunten tussen 17.00 uur en 19.00 uur (zomertijd). Als de zomertijd nog niet is ingegaan kan er in het voorjaar om 16.00 uur al reflectie optreden. In Figuur 4.36 (bovenkant Meander 1051) en Figuur 4.37 (onderkant Meander 1051) zijn de reflectietijden in het jaar te zien. Wanneer de reflectie zichtbaar is verschuift deze door het gebouw van OP1



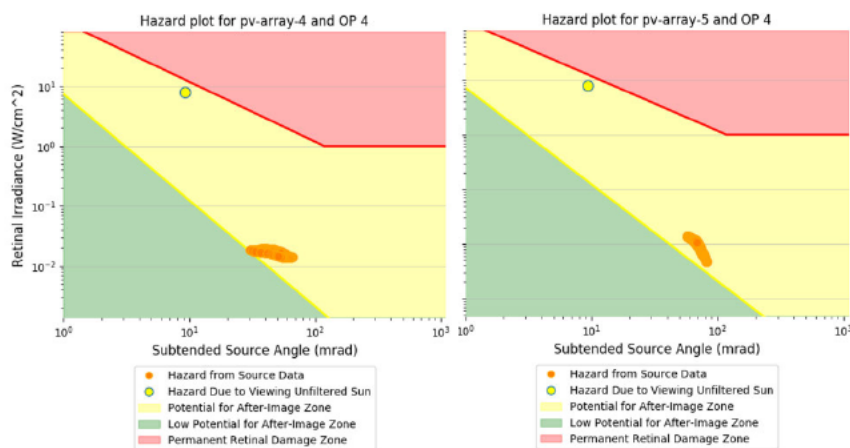
Figuur 4.36: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 1 (boven) en 3 (onder), veroorzaakt door PV Array 4 (links) en PV Array 5 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.



Figuur 4.37: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 4 (boven) en 6 (onder), veroorzaakt door PV Array 4 (links) en PV Array 5 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

naar OP₃ en van OP₄ naar OP₆. Bijna alle reflectie is hinderlijk buiten kantooruren, met uitzondering van observatiepunt 3. Op die plek in het gebouw is in maart een maand lang hinderlijke reflectie te ondervinden, bij perfecte condities maximaal 1 uur per dag beginnend tussen 16.00 en 17.00 uur. De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Zo kan er per dag gekeken worden of er wel geen sprake is van hinder rond een bepaalde tijd in het jaar. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn.

In Figuur 4.38 zijn 2 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder een worst case scenario. In de meeste gevallen is de mate van hinder minder dan weergegeven, maar nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.38. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.35, Figuur 4.36, Figuur 4.37 en Figuur 4.38 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is.



Figuur 4.38: Gevaarplots van 2 observatiepunten met het worst case scenario van PV Array 4 (links) en PV Array 5 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

4.9 MEANDER 901

In Figuur 4.39 en Figuur 4.40 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.10. Het reflectieonderzoek voor Meander 901 is uitgevoerd samen met het reflectieonderzoek voor Meander 861. Om die reden begint de telling van de observatiepunten bij OP₉, in tegenstelling tot alle andere gebouwen waar OP₁ het eerste observatiepunt is. In deze rapportage worden de resultaten van de twee gebouwen los van elkaar geïnterpreteerd.



Figuur 4.39: Locaties van de gebruikte observatiepunten op Meander 901. Bron foto: Google Streetview.

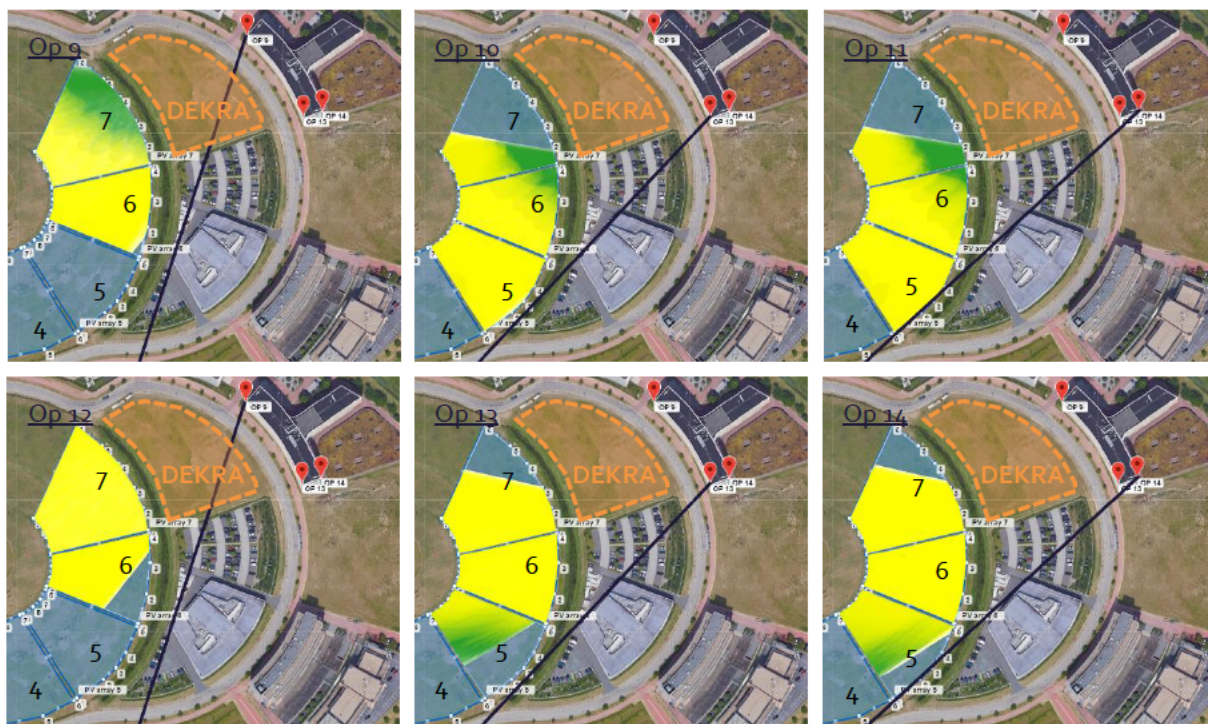
Tabel 4.10: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op gebouw Meander in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
9	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	53.1	58.2	34.2
10	o	o	o	o	o	o	o	o	0.7	35.7	15.4	29.5	23.7	18.3
11	o	o	o	o	o	o	o	o	1	34.2	13.3	25.9	24.2	17
12	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	28.2	o	69.1
13	o	o	o	o	o	o	o	o	0.8	1.6	o	34.1	o	45.7
14	o	o	o	o	o	o	o	o	1.2	3	o	30.8	o	43.5

Alleen van de laatste 3 PV Arrays komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.41 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP). Noordelijk in het gebouw veroorzaakt PV Array 5 geen reflectie op het gebouw, zuidelijk in het gebouw wel. PV Arrays 5 en 6 veroorzaken op het gehele gebouw hinderlijke reflectie. Voor PV Array 5 is de trend dat lager in het gebouw minder hinder wordt ervaren van de reflectie en de reflectie is noordelijker in het gebouw ook minder. Voor PV Array 6 geldt ook dat er lager in het gebouw minder reflectie zichtbaar is. Zuidelijker in het gebouw wordt de reflectie minder hinderlijk. Voor PV Array 7 is dat andersom. Hoger in het gebouw is er minder reflectie en noordelijker in het gebouw is de reflectie minder hinderlijk. In de figuur zijn ook blauwe hulplijnen getekend. Alles zuidoostelijk van die hulplijnen wordt geblokkeerd door andere gebouwen. Nergens voor Meander 901 wordt de reflectie geblokkeerd door de huidige bebouwing. Zodra er een gebouw komt te staan op kavel DEKRA dan zal dit gebouw, afhankelijk van de afmetingen, wel een deel van de reflectie kunnen blokkeren.

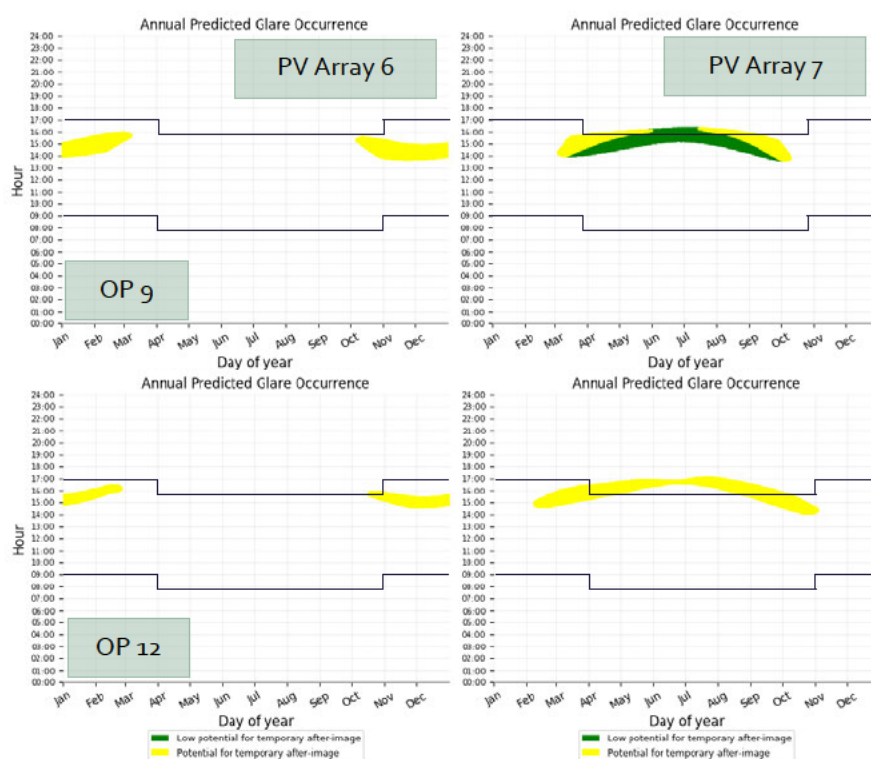


Figuur 4.40: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Meander 901. Observatiepunten (OP) 9 en 12, 10 en 13 en 11 en 14 liggen op dezelfde locatie.

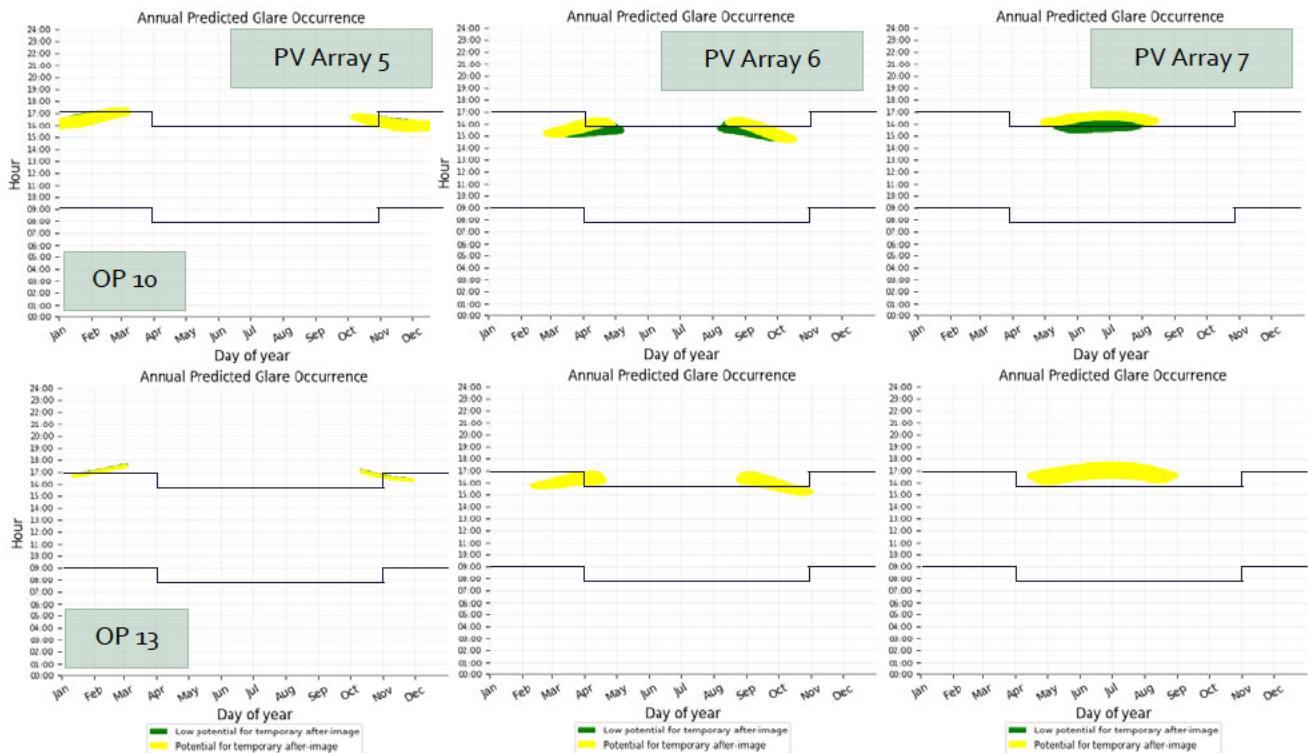


Figuur 4.41: Bron waar de reflectie vandaan komt voor alle observatiepunten (OP's) op Meander 901 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, met daarbij in blauw hulplijnen. Alles zuidoost van de hulplijnen kan worden geblokkeerd door andere gebouwen. In oranje kavel DEKRA. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven

Figuur 4.42 (noordkant) en Figuur 4.43 (zuidkant) laten zien wanneer de reflectie zichtbaar is vanaf de observatiepunten. Observatiepunten 11 en 14 zijn zeer vergelijkbaar met respectievelijk observatiepunten 10 en 13. Door het gebouw heen verschuift de schitteringstijd tussen de getoonde reflectietijden. De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn.



Figuur 4.42: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 9 (boven) en 12 (onder), veroorzaakt door PV Array 6 (links) en PV Array 7 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren

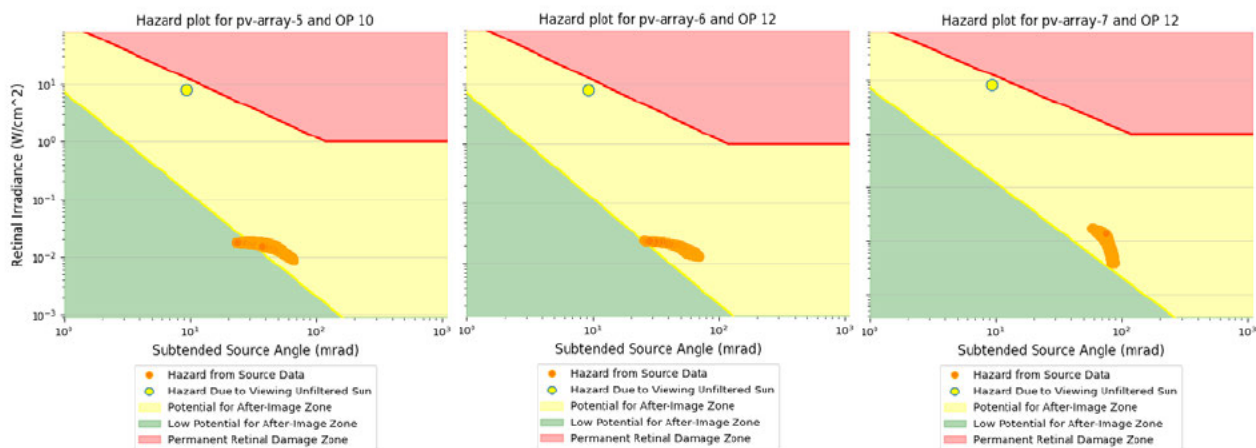


Figuur 4.43: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 10 (boven) en 13 (onder), veroorzaakt door PV Array 5 (links), PV Array 6 (midden) en PV Array 7 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

Aan de noordkant van het gebouw is er van begin oktober tot begin maart hinderlijke reflectie afkomstig van PV Array 6 waar te nemen. Dit zal zijn tussen 14.30 uur en 17.00 uur (zomertijd). De reflectie van PV Array 7 is van half februari tot eind oktober, tussen 14.30 uur en 18.00 uur waar te nemen (zomertijd, let op niet in de gehele periode is er sprake van zomertijd).

Aan de zuidkant van het gebouw is er aan het eind van de werkdag hinderlijke reflectie afkomstig van PV Arrays 5 en 6. Voor PV Array 5 is dit van begin oktober tot begin maart tussen 15.30 uur en 18.00 uur (wintertijd). Voor PV Array 6 is dit van begin februari tot begin mei en van begin augustus tot eind oktober, beiden tussen 15.30 uur en 18.00 uur (zomertijd, let op niet in de gehele periode is er sprake van zomertijd). PV Array 7 veroorzaakt alleen buiten kantooruren hinder op de zuidkant van het gebouw. Van half april tot eind augustus is er tussen 17.00 uur en 19.00 uur (zomertijd) hinder te ervaren.

In Figuur 4.44 zijn 3 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder een worst case scenario. In de meeste gevallen is de mate van hinder minder dan weergegeven, maar nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.44. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.41, Figuur 4.42, Figuur 4.43 en Figuur 4.44 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Daarnaast zal ook de zon zelf voor hinder kunnen zorgen. Ten tijden van de reflectiehinder zal het zonlicht uit ongeveer dezelfde hoek komen als het gereflecteerde zonlicht. De zon zelf is aangegeven met het gele bolletje in Figuur 4.44. Als men recht de zon in kijkt is dat altijd veel hinderlijker dan de reflectie.



Figuur 4.44: Gevaarplots van 3 observatiepunten met het worst case scenario van PV Array 5 (links), PV Array 6 (midden) en PV Array 7 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

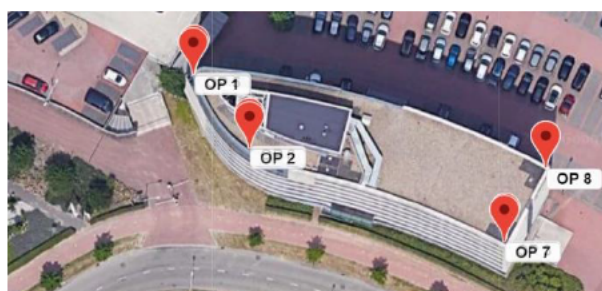
4.10 MEANDER 861

In Figuur 4.45 en Figuur 4.46 kunnen de gebruikte observatiepunten op het gebouw gevonden worden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking staan in Tabel 4.11.



Figuur 4.45: Locaties van de gebruikte observatiepunten op Meander 861. Bron foto: Google Streetview.

Alleen van PV Array 6 en PV Array 7 komt hinderlijke reflectie af. In Figuur 4.47 is de bron weergegeven van de reflectie voor elk van de observatiepunten. In de figuur is te zien waar reflectie, afkomstig van de PV Arrays, cumulatief op jaarbasis te zien is vanaf een specifiek observatiepunt (OP).

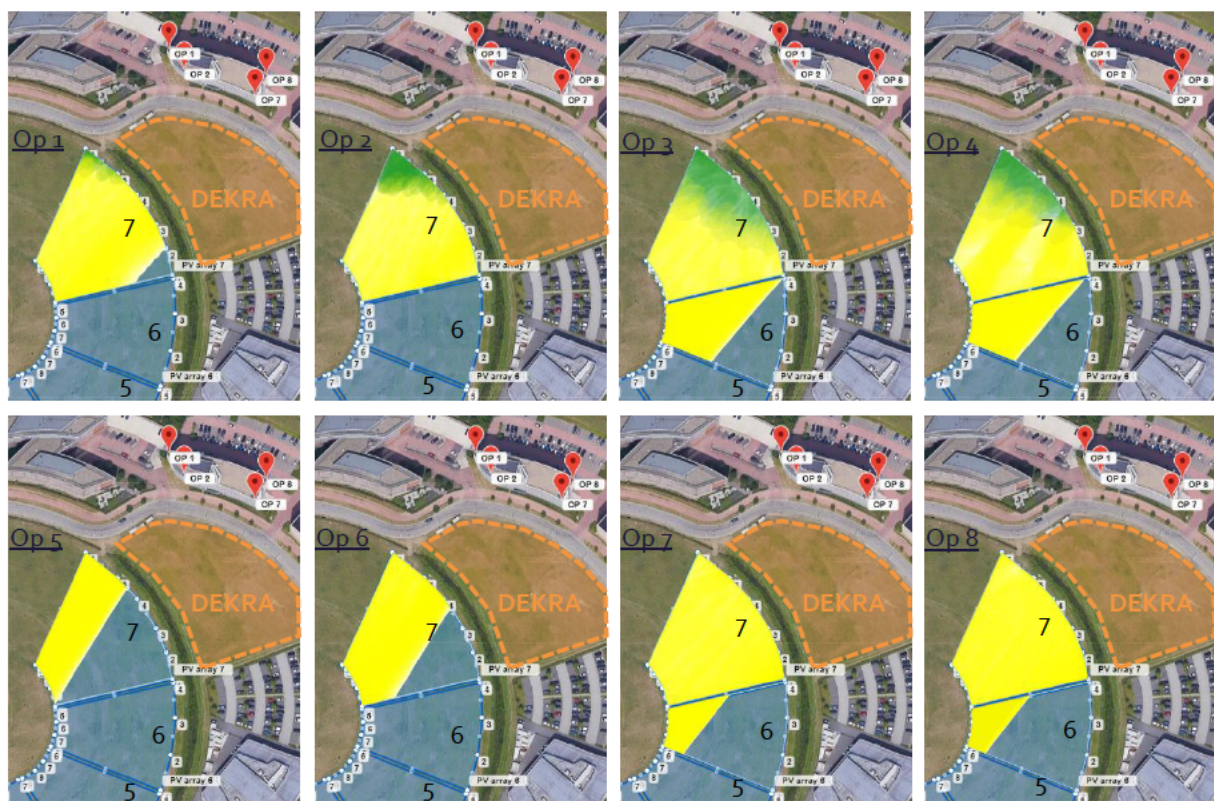


Figuur 4.46: Bovenaanzicht van de verschillende observatiepunten op Meander 861. Observatiepunten (OP) 1 en 5, 2 en 6, 3 en 7 en 4 en 8 liggen op dezelfde locatie.

Tabel 4.11: Gecompenseerde groene en gele reflecties waargenomen vanaf de observatiepunten (OP's) op Meander 861 in uren per jaar. De achtergrondkleuren geven het type reflectie aan (groen is niet hinderlijk, geel is hinderlijk).

OP	PV Array 1		PV Array 2		PV Array 3		PV Array 4		PV Array 5		PV Array 6		PV Array 7	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.8	99.1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.6	101.6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37.5	52.4	46.8
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32.8	31.5	45.4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46.4
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.8
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6	0	79
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	8.3	0	69.3

Zoals in de tabel en in de figuur te zien zijn is alleen vanaf de oostzijde van het gebouw hinderlijke reflectie te zien vanaf PV Array 6. PV Array 7 veroorzaakt op het hele gebouw hinderlijke reflectie. Voor PV Array 6 is de trend dat hoger in het gebouw meer hinder wordt ervaren van de reflectie. Westelijker in het gebouw neemt de hinder af tot er geen reflectie meer te zien is. Voor PV Array 7 geldt dat er hoger in het gebouw de laaggelegen panelen zorgen voor meer niet hinderlijke reflectie en westelijker in het gebouw is er minder reflectie waarneembaar. Nergens in het gebouw wordt de reflectie geblokkeerd door de huidige bebouwing. Zodra er een gebouw komt te staan op kavel DEKRA dan zal dit gebouw, afhankelijk van de afmetingen, wel een deel van de reflectie kunnen blokkeren. Vanaf observatiepunten 1 en 5 zal langs het te bouwen gebouw

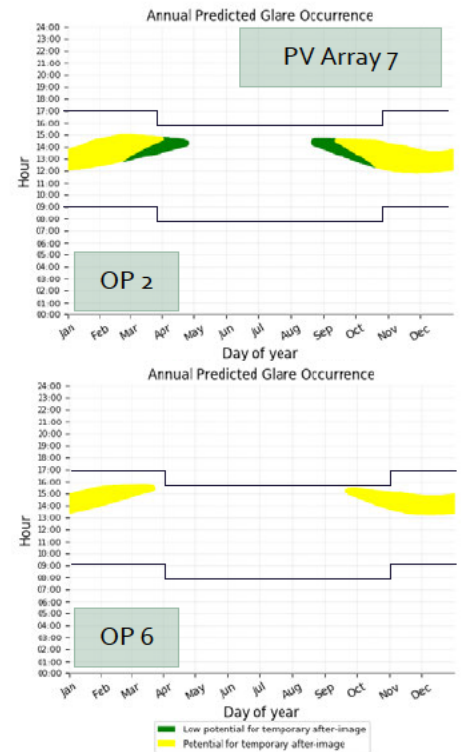


Figuur 4.47: Bron waar de reflectie vandaan komt voor alle observatiepunten (OP's) op Meander 861 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, met daarbij in blauw hulplijnen. Alles zuid van de hulplijnen kan worden geblokkeerd door andere gebouwen. Op de panelen is het nummer van de PV Array aangegeven.

opgekeken worden. Vanaf observatiepunten 2 en 6 kan wel alle reflectie geblokkeerd worden, in dat geval moet het nieuwe gebouw maximaal gebruik maken van de kavel, dus op de rand van de oranje stippellijn gebouwd worden. Als er verder zuidoostelijk gebouwd wordt, dan wordt er noordwestelijk in Meander 861 meer zichtbaar van de reflectie. Om vanaf de begane grond (uitgangspunt observatiepunt 6) het zicht op de reflecterende zonnepanelen te ontnemen, dan moet het gebouw 4.9¹⁰ meter hoog worden boven maaiveld, om vanaf de bovenste verdieping (uitgangspunt observatiepunt 2) ook het zicht op de reflecterende panelen te ontnemen dan moet het gebouw 37.4¹¹ meter hoog worden boven maaiveld. Als het gebouw een hoogte krijgt tussen deze hoogtes zal alleen aan de onderkant van Meander 861 een gedeelte geblokkeerd worden. Bij een hoogte van bijvoorbeeld 12 meter boven maaiveld (vergelijkbaar met het hoogste punt van het gebouw van DEKRA aan de Meander 300) zal er vanaf 8.6¹² meter boven maaiveld reflectie te zien zijn (ter hoogte van observatiepunt 2 en 6). De genoemde afstanden hoogtes kunnen variëren per observatiepunt.

Qua reflectietijd zijn observatiepunten zijn de oostelijke en westelijke observatiepunten redelijk vergelijkbaar. Wel zit er verschil in zichtbaarheid tussen de lage en hoge observatiepunten. PV Array 7 zorgt voor de hoge westelijke observatiepunten voor hinder tussen half september en begin april tussen 12.00 en 15.00 uur (wintertijd). De lagere observatiepunten ervaren hinder in dezelfde periode alleen een uur later. Zie ook Figuur 4.48.

Aan de oostkant van het gebouw wordt hinder ervaren van zowel PV Array 6 als PV Array 7 (Figuur 4.49). De hogere observatiepunten ervaren hinder van eind oktober tot half februari tussen 13.30 en 16.00 uur (wintertijd) van PV Array 6. PV Array 7 veroorzaakt hinder van begin februari tot eind april en van half augustus tot begin november, beide periodes tussen 13.00 uur en 17.00 uur (winter/zomertijd). De lagere observatiepunten ervaren hinder tussen begin november en eind januari tussen 15.00 uur en 16.00 uur (wintertijd) van PV Array 6. Voor PV Array 7 is dat van begin augustus tot begin mei tussen 13.30 en 17.00 (wintertijd). Van begin april tot eind augustus valt voor observatiepunten 7 en 8 de hinderlijke reflectie vanaf PV Array 7 volledig buiten kantooruren.

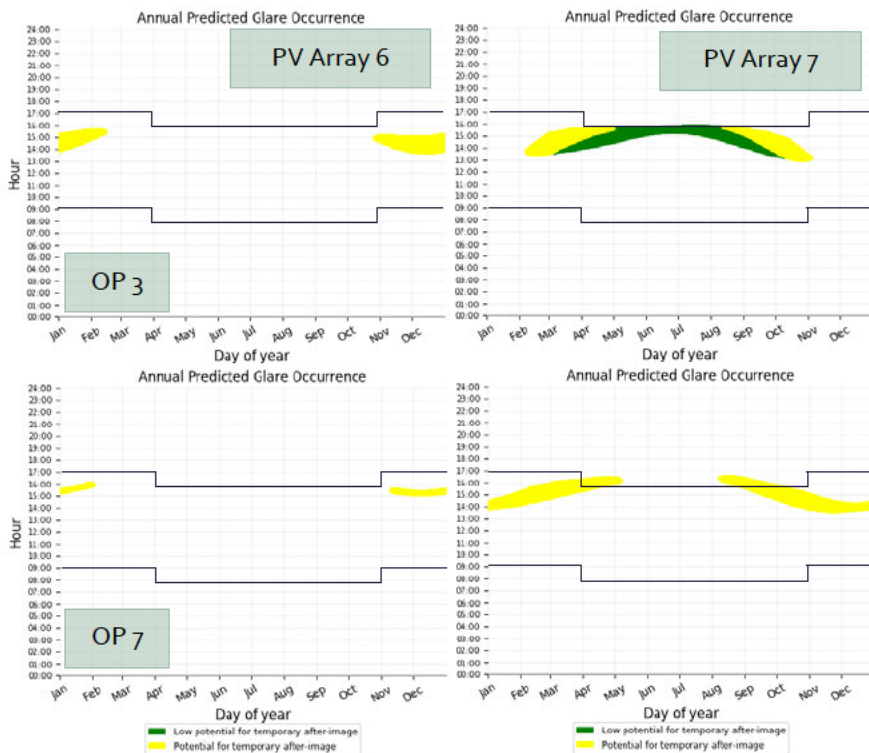


Figuur 4.48: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 2 (boven) en 6 (onder) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing, veroorzaakt door PV Array 7 zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stippellijnen geeft de kantooruren aan.

¹⁰ Hoogste punt reflectie: 34.4 + 1.01 (hoogte panelen) meter +NAP, hoogte observatiepunt: 12.8 m +NAP. Afstand reflectie: 155 m, afstand tot nieuwe gebouw: 32 m, verschil in maaiveld: 0.2m $\rightarrow (35.41 - 12.8)/155 * 32 + 0.2 = 4.9$ meter boven maaiveld

¹¹ Hoogste punt reflectie: 34.4 + 1.01 (hoogte panelen) meter +NAP, hoogte observatiepunt: 38.4 m +NAP. Afstand reflectie: 155 m, afstand tot nieuwe gebouw: 60 m, verschil in maaiveld: 0.2m $\rightarrow 38.4 - (38.4 - 35.41)/155 * 60 + 0.2 = 37.4$ meter boven maaiveld

¹² Hoogste punt reflectie: 34.4 + 1.01 (hoogte panelen) meter +NAP, hoogte nieuwe gebouw: 12 + 11.3 m +NAP. Afstand reflectie: 155 m, afstand tot nieuwe gebouw: 155 - 32 m, verschil in maaiveld: 0.2m $\rightarrow 12 - (35.41 - 23.3)/(155-32) * 32 - 0.2 = 8.6$ meter boven maaiveld



Figuur 4.49: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op observatiepunt 3 (boven) en 7 (onder), veroorzaakt door PV Array 6 (links) en PV Array 7 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal er hinderlijke schittering worden waargenomen. Bij groen is er geen sprake van hinder. Alles tussen de stipellijnen geeft de kantooruren aan.

Door het gebouw heen verschuift de schitteringstijd tussen de getoonde reflectietijden. De exacte reflectietijden per observatiepunt kunnen gevonden worden in de bijlagen, daar is ook de exacte duur per dag weergegeven. Zo kan er per dag gekeken worden of er wel geen sprake is van hinder rond een bepaalde tijd in het jaar. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden dat als van het ene PV Array geen hinder wordt ondervonden op een bepaalde tijd, dat er van een andere PV Array wel hinderlijke reflectie zichtbaar kan zijn.

In Figuur 4.50 zijn 2 gevaarplots weergegeven. De gekozen observatiepunten zijn qua mate van hinder een worst case scenario. In de meeste gevallen is de mate van hinder minder dan weergegeven, maar nergens is de mate van hinder groter dan weergegeven in Figuur 4.50. Door atmosferische verstrooiing en/of bewolking zal de retinal irradiance afnemen. Hierdoor zal in de praktijk de mate van hinder minder hinderlijk zijn dan geschetst in deze figuren en zal het geel in Figuur 4.47, Figuur 4.48, Figuur 4.49 en Figuur 4.50 (gedeeltelijk) groen kunnen worden waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Daarnaast zal ook de zon zelf voor hinder kunnen zorgen. Ten tijden van de reflectiehinder zal het zonlicht uit ongeveer dezelfde hoek komen als het gereflecteerde zonlicht. De zon zelf is aangegeven met het gele bolletje in Figuur 4.50. Als men recht de zon in kijkt is dat altijd veel hinderlijker dan de reflectie.



Figuur 4.50: Gevaarplots van 2 observatiepunten met het worst case scenario van PV Array 6 (links) en PV Array 7 (rechts) zonder nog rekening te houden met aanwezige bebouwing.

4.11 MITIGERENDE MAATREGELEN

Voor gebouwen is het lastig te zeggen of hinder daadwerkelijk hinderlijk is. Wegverkeer heeft een bepaalde richting waar het beoordelingsveld op georiënteerd is. Voor gebouwen is er geen rekening gehouden met een dergelijk beoordelingsveld. Op moment dat iemand aan het werk is in één van de onderzochte gebouwen, hoeft dat niet te betekenen dat diegene de zonnepanelen ook daadwerkelijk ziet. Om hinder te ervaren van de reflectie, moeten de panelen wel zichtbaar zijn voor diegene die er hinder van zou kunnen ervaren. Tijdens het werk ligt het beoordelingsveld van iemand het merendeel van de tijd op een beeldscherm. Bovendien komt de reflectie als deze binnen kantooruren vallen uit dezelfde richting als het zonlicht. De natuurlijke reactie van de mens is om hinder van het zonlicht direct te verkleinen zodra de mogelijkheid daartoe is. Dit gebeurt onder andere door het bijdraaien van een beeldscherm, een andere kant op te kijken of door het zonlicht te blokkeren middels een vorm van zonwering. Het zonlicht is altijd vele malen hinderlijker dan de reflectie omdat er maar een deel van het zonlicht gereflecteerd wordt. In veel gevallen zal door het blokkeren/vermijden van zonlicht ook een (groot) deel van de reflectie geblokkeerd/vermeden worden.

Om te zorgen dat er geen hinder veroorzaakt wordt, zijn er een aantal variabelen die aangepast kunnen worden. Dit zijn onder andere het aanpassen van de oriëntatie en de hellingshoek. Gezien de complexe situatie waarin panelen rondom de Bult liggen en er rondom de Bult aan alle kanten gebouwen staan is de kans groot dat het weinig effect heeft om dit aan te passen. De kans is groot dat het oplossen van hinder voor het ene gebouw bijdraagt aan meer hinder voor een ander gebouw. Een andere variabele die aangepast kan worden is het aanpassen van de hoogtes. Maar ervaring uit eerder uitgevoerde reflectiestudies heeft geleerd dat dit weinig effect heeft op de resultaten en de gewenste uitkomst.

Een andere maatregel kan zijn om een ander type PV glas te kiezen. In deze studie is uitgegaan van een worst case scenario van glad glas met antireflectiecoating. Een licht getextureerd glas heeft het voordeel dat de inkomende zonnestrallen meer diffuus gereflecteerd worden. Ervaring uit eerder uitgevoerde onderzoeken heeft echter geleerd dat ook dan de intensiteit van de reflectie groot genoeg is om alsnog hinderlijk te zijn. Diezelfde ervaring heeft ook geleerd dat diep getextureerd glas wel zorgt voor minder hinderlijke reflectie. In geval van diep getextureerd glas is het teruggekaatste zonlicht diffuus genoeg om de intensiteit dermate af te laten nemen waardoor de reflectie niet meer hinderlijk is. Het gevolg is wel dat de hoeveelheid groene reflectie enorm toeneemt, maar die zorgt, zoals eerder gezegd niet voor problemen.

Ook technologie staat niet stil. Door technologische ontwikkelingen zal minder licht gereflecteerd gaan worden. In dit onderzoek is uitgegaan van een worst-case scenario. Huidige zonnepanelen zullen hoogstwaarschijnlijk gunstiger optreden qua opbrengst en reflectie dan in het onderzoek vanuit is gegaan. In de toekomst zal dit nog meer verbeteren. Elk percentage gereflecteerd zonlicht is ook een percentage minder licht wat omgezet kan worden in energie. Als door toepassing van nieuwere technieken een hoger rendement behaald kan worden doordat meer zonlicht wordt opgenomen door de panelen, zal ook de hoeveelheid reflectie afnemen.

5 Conclusie

Het onderzoek naar eventuele hinderlijke reflectie is uitgevoerd voor zonnepanelen van glad glas met anti-reflectiecoating, wat neer komt op een worst-case scenario. Wenselijk voor de verkeersveiligheid is dat alle reflectie in het groene bereik van de modeluitkomsten ligt, of dat er geen reflectie wordt waargenomen. Gele reflectie geeft kans op nabeelden en wordt daarom in dit onderzoek als hinderlijk beschouwd. Het onderzoek is niet alleen uitgevoerd voor wegverkeer, maar ook voor een aantal gebouwen op het bedrijventerrein rondom het zonnepark. Voor gebouwen en mensen in die gebouwen, zijn er geen specifieke richtlijnen wat wel en niet mag. Voor gebouwen is dezelfde grens voor hinderlijk/niet hinderlijk aangehouden als voor wegverkeer, maar de kans op onveilige situaties als gevolg van hinder is voor gebouwen vele malen kleiner dan voor wegverkeer. Het voorkomen van eventuele hinder op gebouwen kan al bereikt worden middels het plaatsen van zonwering of door niet richting de zon of het zonnepark te kijken. Op de weg is dat niet altijd mogelijk. Verder is de reflectie die van de zonnepanelen af komt in principe minder hinderlijk dan de reflectie van stilstaand water of glas/ramen af komt. Hoe een observant dit ervaart is nog wel afhankelijk van de positie ten opzichte van het glas en het water en de hoek waarin deze zich bevinden.

Verkeer

Het onderzoek is uitgevoerd voor vier routes langs het zonnepark. Op de routes over de N325, de A12 richting Duitsland en de westkant van knooppunt Velperbroek, van de A12 richting de N325 is geen hinderlijke reflectie voor automobilisten en vrachtwagenchauffeurs naar voren gekomen. Op de A12 richting Utrecht is er uit de berekeningen wel hinderlijke reflectie naar voren gekomen. Maar als er gebouwd wordt op Kavel C6 dan zal, afhankelijk van de afmetingen van het gebouw, de zichtbare reflectie geblokkeerd worden. Daarbij is de mate van hinder minimaal. In de modeluitkomsten is geen rekening gehouden met atmosferische verstrooiing en filtering door autoruiten. Door beide neemt de mate van hinder af waardoor de verwachting is dat de hinder ofwel niet hinderlijk zal zijn ofwel helemaal zal verdwijnen. De verwachting is dan ook dat ontstane hinder voor weggebruikers op de A12 richting Utrecht minder dan de maximale verblindings tijd van 1.6 seconden bij 100 km/u zal zijn, conform de richtlijnen van Rijkswaterstaat.

Gebouwen

Voor gebouwen zijn er geen richtlijnen opgesteld qua reflectiehinder zoals voor verkeer. Op verzoek van de opdrachtgever is er aanvullend onderzoek gedaan naar mogelijke hinder voor gebouwen. Het onderzoek is uitgevoerd voor 6 gebouwen en 2 kavels waarop gebouwen zullen worden gerealiseerd. Er is van een worst-case scenario uitgegaan qua reflectieprofielen van de zonnepanelen. Door technologische ontwikkelingen sinds de modellen zijn ontwikkeld en nieuwe ontwikkelingen naar de toekomst toe, is de verwachting dat de panelen minder zullen reflecteren dan waar er in het onderzoek van uit is gegaan.

Het gebouw op kavel Ho is het enige gebouw waar geen reflectie zichtbaar zal zijn. Voor de gebouwen op kavel H4A en Meander 1101 zal geen hinder ontstaan, omdat alle hinderlijke reflectie buiten kantooruren valt.

Voor Meander 1051 valt ook alle hinder buiten kantooruren, met uitzondering van observatiepunt 3. Aan de noordkant, hoog in het gebouw is in de maand maart bij perfecte condities maximaal 1 uur per dag beginnend tussen 16.00 uur en 17.00 uur mogelijk hinder te ervaren van de reflectie.

Voor de andere gebouwen: Delta 1, Meander 725, Meander 861 en Meander 901, is er mogelijk (hinderlijke) reflectie waar te nemen. Deze is zowel binnen als buiten kantooruren waar te nemen. Of dit ook daadwerkelijk tot overlast leidt valt te bediscussiëren. Overlast en hinder zijn voor eenieder verschillend. In dit onderzoek is er sprake van hinder als er een kans is op het ontstaan van nabeelden. Echter, ten tijden van hinder op deze gebouwen komt het zonlicht uit dezelfde richting als de reflectie. Het zonlicht is vele malen sterker, en daardoor hinderlijker, dan de reflectie. Als er overlast ontstaat door de hinderlijke reflectie, dan is de kans groot dat er ook overlast is van het zonlicht. Als er maatregelen genomen zijn om het zonlicht te beperken, bijvoorbeeld middels zonwering op de ramen, dan is ook de reflectie niet zichtbaar en zal de reflectie niet meer tot hinder leiden. De reflectie van zonnepanelen valt samen met de reflectie van de zon. Ervan uitgaande dat daarvoor zo nodig reeds maatregelen zijn getroffen, is er dan ook geen aanleiding om het project aan te passen.

6 Referenties

- FAA. (2018). *Technical Guidance for Evaluating Selected Solar Technologies on Airports*. Washington.
- ForgeSolar. (2020). *Module Reflectance Profiles*, Release 2020.04. Opgeroepen op 10 mei, 2020, van ForgeSolar Help: <https://www.forgesolar.com/help/#reflectivity>
- ForgeSolar. (2021). *Route Parameters*. Opgeroepen op 7 april, 2021, van ForgeSolar Help: <https://www.forgesolar.com/help/#route>
- Slana, J. (2018). *Solar Glare Catalogue Development For Solar Photovoltaic Project Proposals*. Calgary, AB: University of Calgary.
- Spaven Consulting. (2011). *Solar Photovoltaic energy facilities: assessment of potential for impact on aviation*. Report No.10/344/RPS/1.
- SWOV. (2014). *Maatgevende normen in de Nederlandse richtlijnen voor wegontwerp*. p73: SWOV R-2014-38.
- TNO. (2016). *Lichthinder zonreflectie voor weggebruikers – ontwikkeling beoordelingsmethode op basis van disability glare*. TNO 2016 R10690.

7 Bijlagen

In de bijlage zijn de modeluitkomsten van het reflectieonderzoek bijgevoegd. Deze zijn bijgevoegd als afzonderlijke pdf. In deze PDF rapporten is niet gecompenseerd voor de situatie met een wolkendek. Er wordt dus overal uitgegaan van perfecte – dat wil zeggen zonnige en heldere - condities voor reflectie. In de praktijk zullen bewolking en atmosferische verstrooiing zorgen voor minder schittering.

Bijlage 1 – ForgeSolar Glare Reports Verkeer

- ForgeSolar Glare Report – Automobilisten.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Vrachtwagenchauffeurs.pdf

Bijlage 2 – ForgeSolar Glare Reports Gebouwen

- ForgeSolar Glare Report – Delta 1.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Kavel Ho.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Kavel H4A.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Meander 725.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Meander 861-901.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Meander 1051.pdf
- ForgeSolar Glare Report – Meander 1101.pdf