



Reflectie onderzoek Zonnepark Oude Weide, Druten

Onderzoek naar reflectiehinder op
weggebruikers van de N322 en
omwonenden.

12 mei 2021

ROM³_D
verhelderen · wegwijzen · vormgeven

Reflectie onderzoek Zonnepark Oude Weide, Druten

Onderzoek naar reflectiehinder op
weggebruikers van de N322 en
omwonenden.

Opdrachtgever:

Chint Solar

Sjoerd Sloterdijk

Uitgevoerd door:

ROM₃D

Dillen Bruil, MSc

12 mei 2021

Inhoud

1	Introductie.....	4
2	Beleid, regelgeving en kaders inzake reflectie.....	5
2.1	Lichtreflectie	5
2.2	Verblinding.....	5
3	Methode van onderzoek.....	6
3.1	ForgeSolar Tool.....	6
	Werking van de ForgeSolar tool.....	6
	Reflectieprofielen.....	7
	Wat betekenen de resultaten van de tool.....	8
4	Resultaten	10
4.1	Uitgangspunten.....	10
4.2	Uitkomst reflectieonderzoek.....	11
	Automobilisten.....	11
	Vrachtwagenchauffeurs.....	14
	Omwonenden.....	15
4.3	Inpassingsplan.....	17
5	Conclusie.....	19
6	Referenties.....	20
7	Bijlagen	21
	Bijlage 1 – modelresultaten reflectieonderzoek:.....	21

1 Introductie

Chint Solar heeft plannen voor een zonnepark langs de N322 aangeleverd aan ROM3D. Het betreft zonnepark Oude Weide, gelegen op de percelen met kadastrale nummers 732, 733, 734 en 706, sectie D in de kadastrale gemeente Druten. 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 N322 en omwonenden. In de voorliggende rapportage wordt hierop ingegaan. Het te realiseren zonnepark is omsloten door de N322 in het zuiden en de Oude Weisestraat in het noorden, zie ook Figuur 1.1. Voor het reflectieonderzoek zal ROM3D uitgaan van eigenschappen zoals aangeleverd door de opdrachtgever.



Figuur 1.1: Links: plangebied zonnepark Oude Weide, rechts: de locatie van het zonnepark aangeduid met de ster. Bron: Google Earth / Chint Solar

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.

3 Methode van onderzoek

De methode bestaat uit twee stappen:

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.

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.

3.1 FORGESOLAR TOOL

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).

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.

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.

Markeren van posities (observatie punten) rond de panelen waarvoor de potentiële reflectie per zonnepanelen opstelling, in perfecte condities¹, wordt berekend.

Instellen van kijkhoogte van de observeerder.

Daarna wordt het model doorerekend 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).

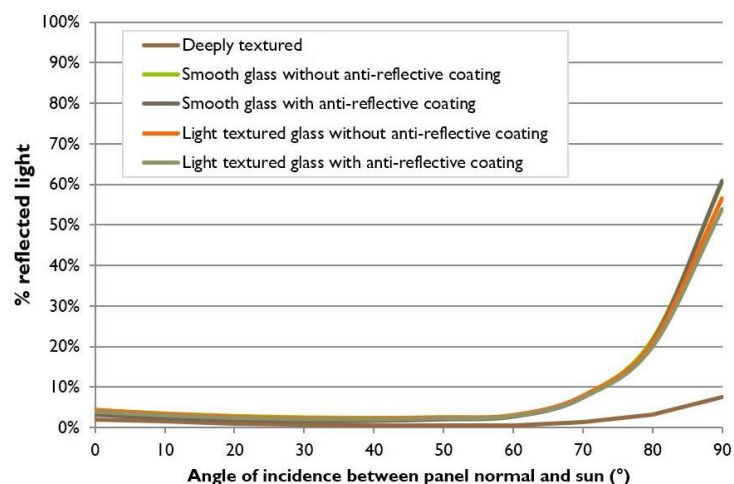
Reflectieprofielen²

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, 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.



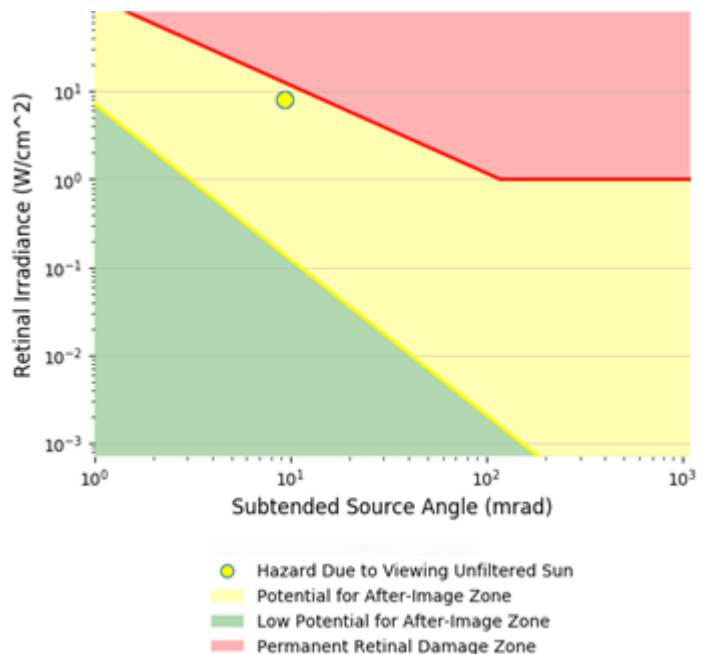
Figuur 3.1: Reflectiviteit ten opzichte van de invalshoek van het zonlicht voor de vijf generieke reflectie profielen (ForgeSolar, 2020).

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)

Wat betekenen de resultaten van de tool

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 weergegeven. 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.

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.

4 Resultaten

4.1 UITGANGSPUNTEN

Voor de analyse van eventuele reflectie afkomstig van het Zonnepark Oude Weide, Druten is uitgegaan van de volgende eigenschappen:

— Gemiddelde hoogte panelen ³ :	1.2 meter ⁴
— Hellingshoek panelen:	10°
— Meedraaiend met de zon:	Nee
— Oriëntatie panelen:	
○ Oost:	93.8°
○ West:	273.8°
— Reflectie profiel:	Textured glass met anti-reflectiecoating (ARC)
○ Bijbehorende 'slope error' ⁵ :	Correleert met materiaal ⁶
— Ooghoogte automobilist:	1.20 meter ^{7,8}
— Ooghoogte vrachtwagenchauffeur:	2.50 meter ⁸
— Ooghoogte omwonenden:	1.70 meter
— Kijkhoek weggebruiker voor routes ⁹ :	50°
— Tijdzone:	UTC +1 (wintertijd)

De reflecties zijn berekend voor 2 routes en 3 woningen, zie hiervoor ook Figuur 4.1.

Route 1. N322 (*rijrichting west*) en afrit naar de Scharenburg

Route 2. Oprit vanaf de Scharenbrug de N322 op (*rijrichting west*)

1. Scharenburg 10
2. Oude Weisestraat 25
3. Oude Weisestraat 19

³ Boven topografische hoogte van het maaiveld.

⁴ Gemiddelde hoogte van de hellende panelen. Voor de berekeningen is deze hoogte voor de zonnepanelen gebruikt..

⁵ De 'slope error' is verantwoordelijk voor de lichtbundelverstrooiing op de zonnepanelen (grotere verstrooiing zorgt voor minder hinderlijke reflectie).

⁶ Voor meer informatie zie achtergronddocumentatie op de website van de tool (www.forgesolar.com)

⁷ Zelfde hoogte als referentiehoogte automobilist in TNO onderzoek (TNO, 2016).

⁸ Referentie hoogtes van weggebruikers genoemd in Tabel 17 (SWOV, 2014)

⁹ 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).

Omdat er twee verschillende oriëntaties zijn zal het reflectieonderzoek twee keer uitgevoerd worden. Eenmaal voor de oost georiënteerde panelen (93.8°) en eenmaal voor de west georiënteerde panelen (273.8°). De uitkomsten van beide studies zullen samen geïnterpreteerd worden per observatiepunt. Op deze manier worden vanaf de observatiepunten de panelen met beide oriëntaties tegelijkertijd waargenomen, zoals in werkelijkheid ook het geval zal zijn.

In het inpassingsplan (ROM_{3D}, 2021) is een gemiddelde hoogte van de ondergrond waar de tafels met panelen op staan aangehouden van 5.5m +NAP. In dit onderzoek is deze hoogte ook aangehouden. De aangehouden hoogtes van het maaiveld van de routes en omwonenden kunnen gevonden worden in de bijlagen.



Figuur 4.1: Ingetekende zonnepark (transparant blauwe vlak) met daarbij de twee routes waarvoor de reflectie berekend wordt en de observatiepunten voor de omwonenden.

4.2 UITKOMST REFLECTIEONDERZOEK

Automobilisten

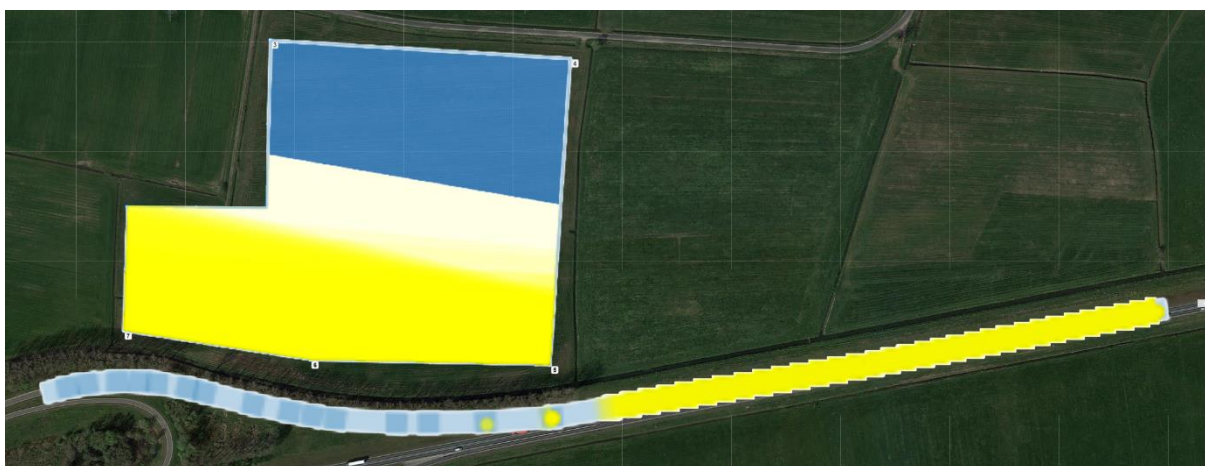
De berekende reflectietijden in de Forgesolar tool zijn niet gecompenseerd voor wolken en filtering door autoruiten. TNO (TNO, 2016) beschrijft dat de totale reflectietijd door drie gedeeld kan worden om tot een realistische reflectie tijd te komen; in Nederland is er voor 2/3 deel van het jaar sprake 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 met panelen die van getextureerd glas gemaakt zijn, met anti-reflectiecoating, die niet meedraaien met de zon.

De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die wel gecompenseerd zijn voor bewolking en filtering door autoruiten, kunnen in Tabel 4.1 gevonden worden.

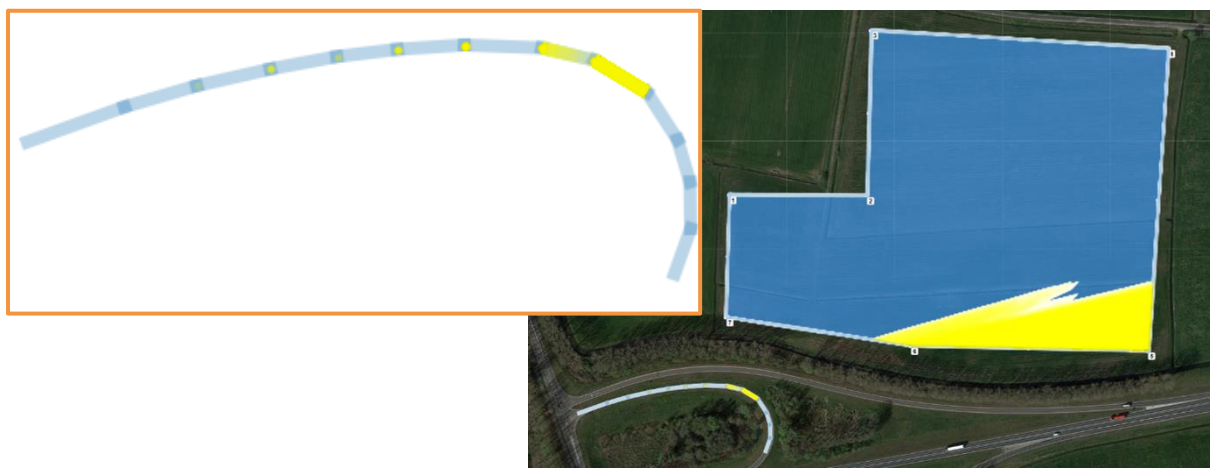
Tabel 4.1: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor automobilisten op de routes in uren per jaar.

Route	Oost georiënteerde panelen		West georiënteerde panelen		Cumulatief	
	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie
Route 1 (N322 + afrit)	0.0	10.3	0.0	0.0	0.0	10.3
Route 2 (oprit)	0.0	0.0	0.0	9.4	0.0	9.4

Zoals te zien is ondervinden automobilisten op beide routes hinder van de reflectie. Op route 1 wordt dit veroorzaakt door de oost georiënteerde panelen en op route 2 door de west georiënteerde panelen. Hier is echter nog geen rekening gehouden met de beplanting tussen de wegen en het zonnepark. Figuur 4.2 (route 1) en Figuur 4.3 (route 2) laten de bron zien van waar op de route schittering is waar te nemen en waar deze vandaan komt van het zonnepark. Bij de berekening van de reflectie op de routes is rekening gehouden met een beoordelingsveld van 50 graden naar links en rechts. Onderzoek heeft uitgewezen dat reflectie zichtbaar buiten dit beoordelingsveld geen impact heeft op de ontvanger (ForgeSolar, 2021). Dit zal daardoor niet tot hinderende verblinding leiden.

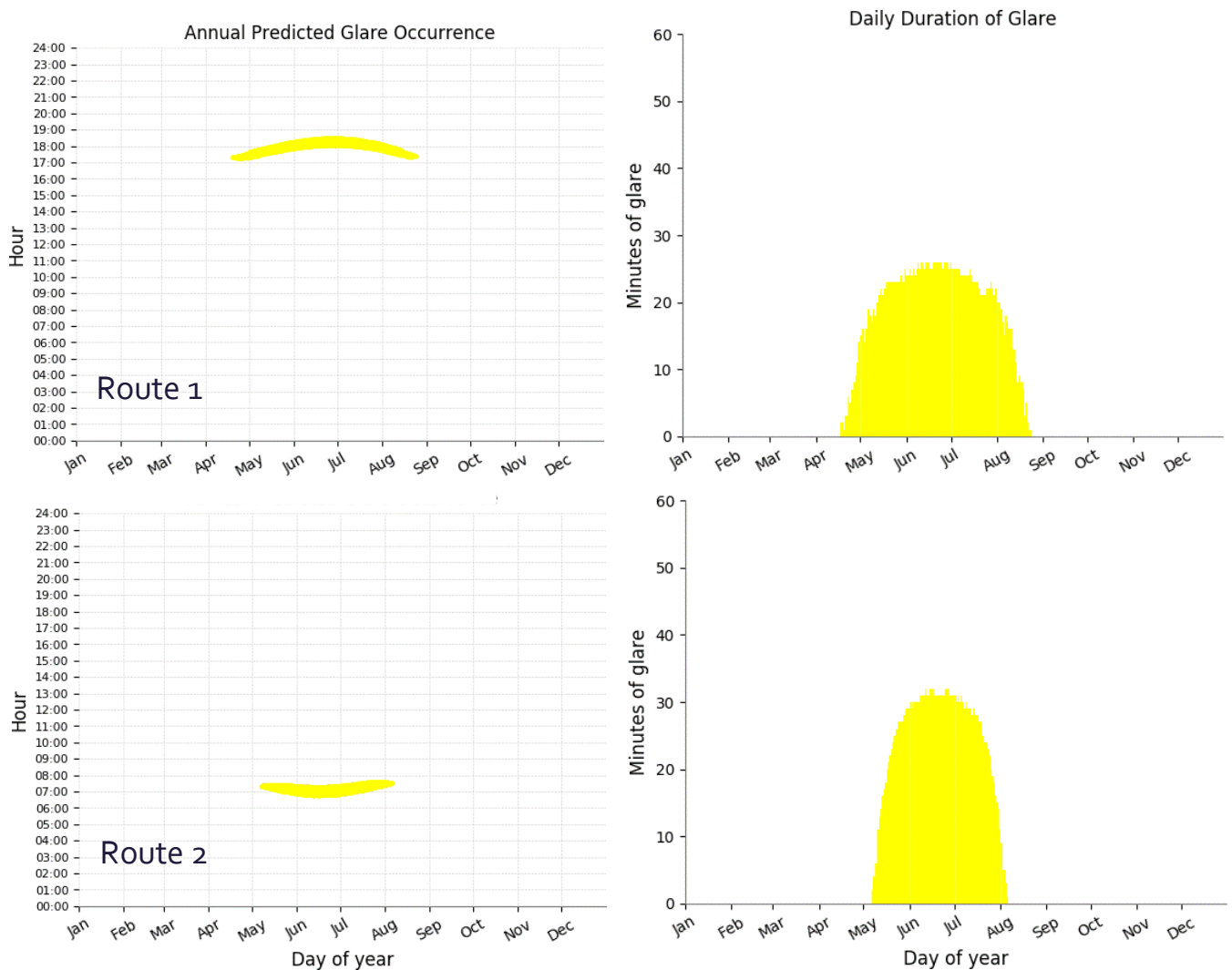


Figuur 4.2: Schitterende delen van de zonnepanelen, zichtbaar vanaf route 1 en de plekken op de route waar de reflectie tot hinder leidt. Hoe gelter de kleur, hoe meer reflectie.



Figuur 4.3: Schitterende delen van de zonnepanelen, zichtbaar vanaf route 2 en de plekken op de route waar de reflectie tot hinder leidt. Hoe gelter de kleur, hoe meer reflectie. Links in het oranje kader is de route uitgegroot

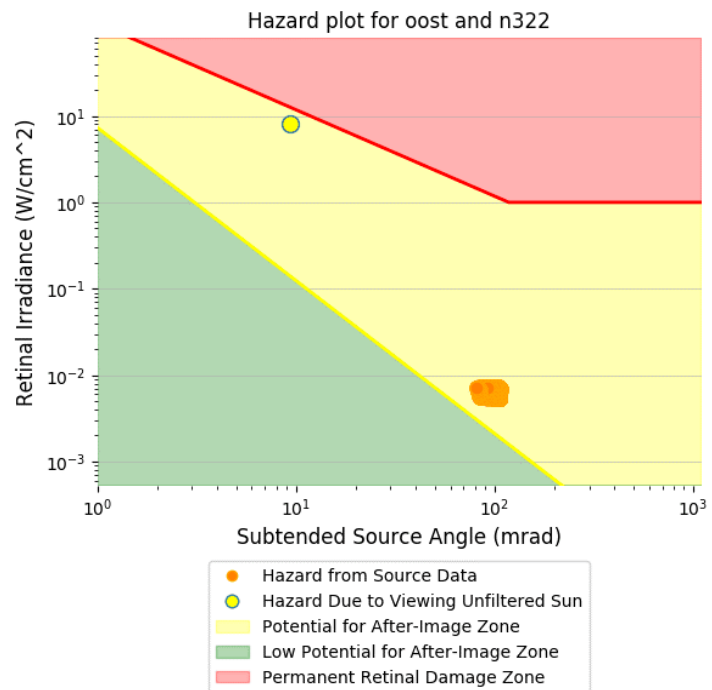
Uit de figuren is af te leiden dat automobilisten, zonder rekening houdend met het inpassingsplan, op route 1 vooral hinder ondervinden van de schittering als ze naar het zonnepark toe rijden. Op route 2 wordt de hinderlijke reflectie geblokkeerd door de beplanting tussen de oprit en het zonnepark. De berekende reflectie voor route 2 zal dus niet tot hinder leiden voor verkeer op deze route. Deze beplanting zal in de zomermaanden meer reflectie blokkeren dan in de wintermaanden, want in de zomer zit er meer blad aan de beplanting. Voor de reflectie op de route heeft dit geen gevolgen, want uit Figuur 4.4 blijkt dat de reflectie is waar te nemen in de zomermaanden, van begin mei tot begin augustus. De schittering zal dan maximaal een half uur per dag tot hinder leiden, tussen 8.00 en 9.00 uur 's ochtends (zomertijd). Op route 1 is de reflectie iets langer waar te nemen, maximaal een half uur per dag van half april tot eind augustus, tussen 18.00 uur en 20.00 uur 's avonds (zomertijd).



Figuur 4.4: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op route 1 (boven) en route 2 (onder). Links het tijdstip, rechts de totale duur. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal hinderlijke schittering worden waargenomen.

De mate van wordt duidelijk uit Figuur 4.5, waarin te zien is dat alle reflectie in het gele gebied ligt. Omdat er op route 2 geen hinder zal worden ondervonden is deze figuur alleen uitgewerkt voor route 1.

Waar er in Tabel 4.1 rekening is gehouden met filtering door autoruiten en bewolking is dat niet het geval in Figuur 4.2, Figuur 4.3, Figuur 4.4 en Figuur 4.5. Door bewolking en atmosferische verstrooiing (bijvoorbeeld nevel) kan de instraling op het oog afnemen (*retinal irradiance* - de verticale as van Figuur 4.5). 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 deze figuren geschetst is.



Figuur 4.5: Gevaarplot van route 1 op de oost georiënteerde panelen.

In de geschetste situatie zal de duur van de reflectie de toelaatbare verblindingstijd van 1.6 seconden (bij 100 km/h op de snelweg (TNO, 2016)) overschrijden. Echter is hierbij geen rekening gehouden met het inpassingsplan.

Vrachtwagenchauffeurs

Vrachtwagenchauffeurs zitten hoger dan de gemiddelde automobilist. Het reflectieonderzoek is ook uitgevoerd voor vrachtwagenchauffeurs. De uitgangspunten voor het onderzoek zijn niet veranderd, met uitzondering van de ooghoogte. Voor vrachtwagenchauffeurs is uitgegaan van een gemiddelde ooghoogte van 2.50 meter. De totale gecompenseerde reflectietijden in uren per jaar zijn te vinden in Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor vrachtwagenchauffeurs in uren per jaar.

Route	Oost georiënteerde panelen		West georiënteerde panelen		Cumulatief	
	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie
Route 1 <i>(N322 + afrit)</i>	0.0	12.1	0.0	0.0	0.0	12.1
Route 2 <i>(oprit)</i>	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	9.8

Ten opzichte van automobilisten is de reflectie vergelijkbaar, alleen is de totale tijd waarvoor hinder wordt ondervonden groter voor vrachtwagenchauffeurs. Voor vrachtwagenchauffeurs kan hetzelfde geconcludeerd worden als voor automobilisten. De modeluitkomsten zijn te vinden in de bijlage.

Omwonenden

Voor de omwonenden is gekeken naar eventuele reflectiehinder vanaf hun erf. De exacte locaties kunnen gevonden worden in Figuur 4.1. Er is een referentie ooghoogte van 1.70 meter aangehouden. De resultaten van het reflectieonderzoek: de reflectietijden in uren per jaar die alleen gecompenseerd zijn voor bewolking kunnen gevonden worden in Tabel 4.3.

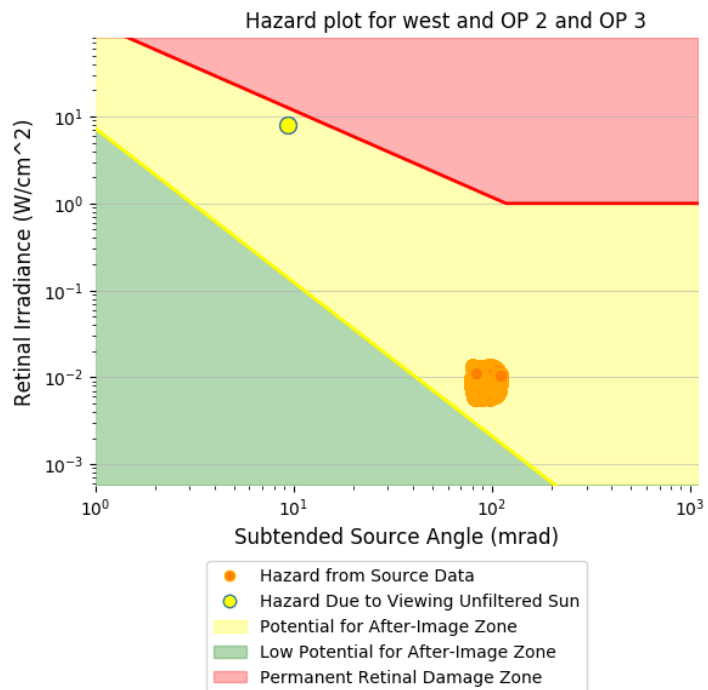
Tabel 4.3: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor omwonenden in uren per jaar.

Observatiepunt (OP)	Oost georiënteerde panelen		West georiënteerde panelen		Cumulatief	
	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie
OP 1 (Scharenburg 10)	0.0	0.0	0.0	26.4	0.0	26.4
OP 2 (Oude Weisestraat 25)	0.0	0.0	0.0	27.2	0.0	27.2
OP 3 (Oude Weisestraat 19)	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	31.0



Figuur 4.6: Schitterende delen van de zonnepanelen, zichtbaar vanaf de drie observatiepunten. Hoe gele de kleur, hoe meer reflectie.

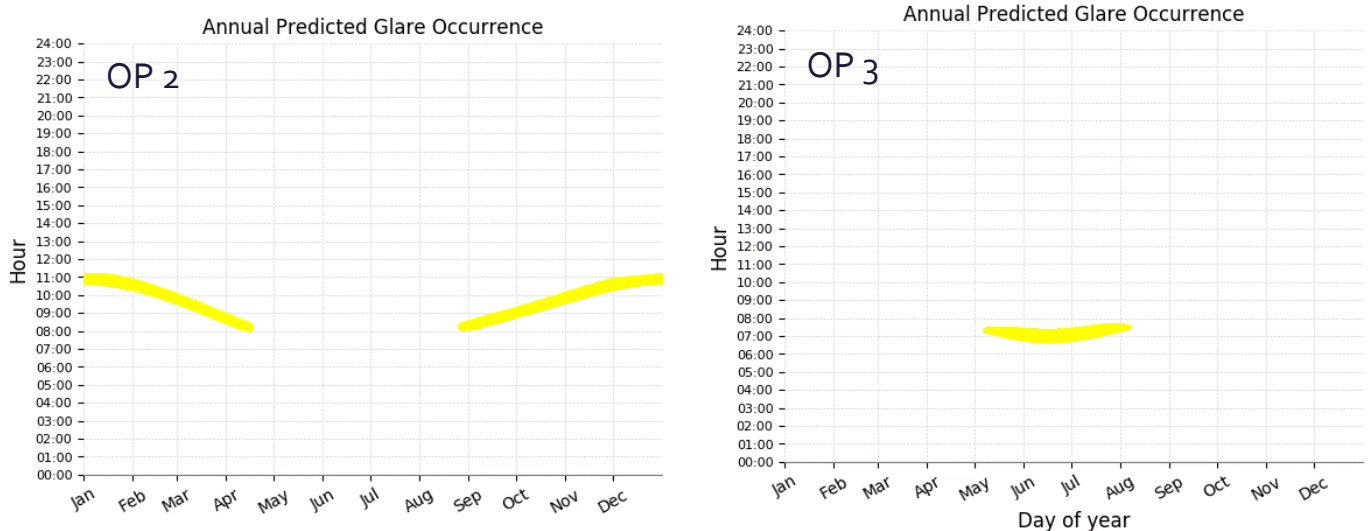
vanaf observatiepunt 2 een deel en voor observatiepunt 3 valt er niets weg achter bebouwing. Voor observatiepunt 2 valt ook een groot deel van het zonnepark weg achter beplanting. Tussen de bebouwing staat heel wat beplanting. Deze beplanting (geïnterpreteerd vanaf een luchtfoto) zou het zonnepark moeten kunnen verbergen achter het groen, of op z'n minst zorgen dat de instraling op het oog (*Retinal irradiance*) dermate afneemt dat de reflectie niet meer hinderlijk is. De mate van hinder is te zien in Figuur 4.7, waar de gevaarplots voor observatiepunt 2 en 3 zijn gecombineerd.



Figuur 4.7: Gevaarplot van OP 2 en 3 op de west georiënteerde panelen.

De reflectie is op observatiepunt 2 zichtbaar tussen 8.00 uur en 11.00 uur (wintertijd) van eind augustus tot half april. De momenten dat de reflectie om 8.00 wintertijd begint, dan is er de zomertijd. Dus in principe is de reflectie alleen tussen ongeveer 9.00 uur en 11.00 uur zichtbaar. Kanttekening daarbij is dat een deel helemaal niet zichtbaar is en de rest zeer waarschijnlijk niet zichtbaar is of niet tot hinder leidt.

Op observatiepunt 3 is de reflectie maximaal een half uur van begin mei tot begin augustus zichtbaar, tussen 7.30 uur en 9.00 uur (zomertijd). Zie hiervoor Figuur 4.8. De exacte duur per observatiepunt is te vinden in de bijlage.



Figuur 4.8: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen op OP2 (links) en OP3 (rechts). Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal hinderlijke schittering worden waargenomen.

4.3 INPASSINGPLAN

Zoals eerder geschreven zijn obstakels als bomen en beplanting niet meegenomen in de berekeningen. Voor een deel volstaat de huidige beplanting en bebouwing om hinderlijke reflectie tegen te gaan (route 2, OP1 en OP2). Voor een deel is de huidige beplanting nog niet voldoende om hinderlijke reflectie tegen te gaan (route 1 en OP3). In het inpassingsplan (ROM3D, 2021) is nieuwe beplanting opgenomen. De belangrijkste onderdelen tegen de reflectie zijn hierin de struweelhagen en de verspreide struweel.

Om binnen de richtlijnen voor het verkeer te blijven mag een bestuurder maximaal 1.6 seconden verblind worden bij een snelheid van 100 km/h (TNO, 2016). Dat komt neer op een afstand van 44 meter. Langs de zijde van het zonnepark waar de automobilist de reflectie ziet is geen struweelhaag ingepast, maar alleen verspreide struweel. Afhankelijk van de onderlinge afstand tussen de struweel en de openheid hiervan kan de hinder binnen de richtlijnen blijven. Het advies is om de struweel dicht op elkaar te plaatsen zodat deze vergelijkbaar is met

de struweelhaag en het zicht op het zonnepark dus geblokkeerd wordt en er hierdoor geen hinder zal ontstaan op het verkeer op de N322. In Figuur 4.9 is het inpassingsplan weergegeven met daarbij het grootste deel van route 1 en de bron van de reflectie op route 1. Het minimale stuk waarvoor het advies geldt is aangeduid met de dikke grijze lijn. Voor de dunne grijze lijn is het advies om de struweel ook dicht op elkaar te planten, maar hier kan meer ruimte tussen gelaten worden dan bij de dikke grijze lijn. De lichtgele kleuren in de figuur laten



Figuur 4.9: Inpassingsplan (ROM3D, 2021) met daarbij het grootste gedeelte van route 1 en de reflectie zoals waarneembaar vanaf deze route.



Figuur 4.10: Inpassingsplan (ROM3D, 2021) met daarbij de observatiepunten en de reflectie zoals waarneembaar vanaf observatiepunt 3.

zien dat er wel hinderlijke reflectie vandaan komt maar dat deze minder hinderlijk en minder vaak voorkomt dan de donker gele delen. De verwachting voor de lichtere delen is dat door atmosferische verstrooiing en verspreide struweel de reflectie hier minder snel tot hinder zal leiden voor het verkeer op de N322 dan de donkergele delen.

In Figuur 4.10 is het inpassingsplan weergegeven met daarbij de observatiepunten aangeduid en de reflectie zoals die wordt waargenomen vanaf observatiepunt 3. Alleen tussen de

struweelhagen op de noordelijke hoeken door, is hinderlijke reflectie waar te nemen. De hoeveelheid hiervan is afhankelijk van de positionering, de grootte en de onderlinge afstand van de verspreide struweel. Alle hinderlijke reflectie daarbuiten is niet waar te nemen vanaf observatiepunt 3 vanwege de struweelhagen. Om zeker te zijn dat de omwonenden op observatiepunt 3 geen hinder ondervinden van de reflectie zou de struweelhaag doorgeplant kunnen worden langs de noordzijde van het zonnepark.

Mocht de bestaande beplanting en bebouwing voor observatiepunt 2 nog niet voldoende reflectie blokkeren, dan helpt de verspreide struweel aan de westzijde van het zonnepark hier ook nog bij om dit tot een minimum te beperken.

5 Conclusie

Op de N322 wordt er hinderlijke reflectie ondervonden bij de keuze voor getextureerd glas met anti-reflectiecoating. Wenselijk voor de verkeersveiligheid is dat alle reflectie in het groene bereik van de modeluitkomsten ligt, of dat er geen reflectie wordt waargenomen. Dit is **niet** het geval voor de N322.

Voor verkeer op de N322 zal de reflectie van half april tot eind augustus maximaal een half uur per dag tot hinder leiden, tussen 18.00 en 20.00 uur 's avonds (zomertijd). Door de verspreide struweel in het inpassingsplan zal de hinder wel verminderd kunnen worden. Dit is afhankelijk van de positie, grootte en onderlinge afstand en ook atmosferische verstrooiing en bewolking helpt hierbij. Maar alleen het inpassingsplan uitvoeren zal niet voldoende zijn om de hinder volledig weg te nemen. Daarom wordt er aangeraden om het beschreven inrichtingsplan aan te vullen met een struweelhaag in plaats van verspreide struweel op minimaal de locatie van de dikke grijze lijn in Figuur 4.9.

Omwonenden aan de Scharenburg 10 en Oude Weisestraat 25 zullen geen hinder ondervinden van het zonnepark. Alle hinder die zij zouden kunnen ondervinden wordt geblokkeerd door bebouwing en beplanting. Voor omwonenden aan de Oude Weisestraat 19 is er van begin mei tot begin augustus maximaal een half uur per dag reflectie zichtbaar, tussen 7.30 uur en 9.00 uur (zomertijd). Gedeeltelijk wordt dit geblokkeerd door struweelhaag en gedeeltelijk wordt de hinder verminderd door de verspreide struweel. Afhankelijk van de positie, grootte en onderlinge afstand van de struweel kan de hinder volledig weggenomen worden.

6 Referenties

- 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>
- ROM3D. (2021). *210304_landschapsplan Zonnepark Oude Weide Druten.pdf*.
- 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 – modelresultaten reflectieonderzoek:

- ForgeSolar Glare Report – automobilisten.pdf
- ForgeSolar Glare Report – omwonenden.pdf
- ForgeSolar Glare Report – vrachtwagenchauffeurs.pdf