



Reflectie onderzoek Zonnepark A15, Elst

Onderzoek naar reflectiehinder op
weggebruikers van de A15, afkomstig van
het zonnepark A15, nabij Elst

13 december 2019

Reflectieonderzoek Zonnepark A15, Elst

Onderzoek naar reflectiehinder op weggebruikers
van de A15, afkomstig van het zonnepark A15,
nabij Elst

COLOFON

Opdrachtgever:

Pure Energie
Frank Schothuis

Uitgevoerd door:

ROM₃D
Dillen Bruil, MSc

www.rom3d.nl

Harfsen, 13 december 2019

Inhoud

1	Introductie	4
2	Beleid, regelgeving en overige kaders 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
	Wat betekenen de resultaten van de tool	7
4	Resultaten	9
4.1	Uitgangspunten	9
4.2	Uitkomst reflectieonderzoek	10
	Vrachtwagenchauffeurs	12
	Huidige inpassingsplan	13
4.3	Mitigerende maatregelen	13
5	Conclusie.....	15
6	Referenties	16
7	Bijlagen.....	17
	Bijlage 1 – modelresultaten reflectieonderzoek:.....	17

1 Introductie

Pure Energie heeft plannen voor een zonnepark langs de A15, op perceel ELSoo - M – 1684, 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 A15. In de voorliggende rapportage wordt hierop ingegaan. Het te realiseren zonnepark is ontsloten door de A15 in het zuiden, De Hoge Brugstraat in het noorden en het reeds vergunde Zonnepark Overbetuwe aan de oost- en westkant, zie ook Figuur 1. Voor het reflectieonderzoek zal ROM3D uitgaan van dezelfde eigenschappen als het naastgelegen Zonnepark Overbetuwe, ontwikkeld door Green Giraffe, waar ROM3D in Oktober 2018 een reflectiestudie voor heeft uitgevoerd.



Figuur 1: Gele oppervlak: locatie zonnepark, groene oppervlak: Reeds Vergunde Zonnepark Overbetuwe. De kaart rechts geeft de locatie weer met de ster. Bron: Pure Energie

2 Beleid, regelgeving en overige kaders reflectie

Voor hinder ten gevolge van reflectie zijn er 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. Als de hoek tussen de lichtbron en de blikrichting klein is dan is de verblinding groot. 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:

1. Vaststellen van de variabelen voor de reflectiestudie:
 - Definieren van observatiepunten langs de opstellingen van zonnepanelen,
 - Vaststellen van de specificaties van het zonnepark:
 - het type materiaal van de panelen,
 - wel of geen anti reflectie coating,
 - 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.

3.1 FORGESOLAR TOOL

Voor reflectiestudies maakt ROM3D een speciaal hiervoor ontwikkelde tool: ForgeSolar. Dit was voorheen de Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) van Sandia National Laboratories uit de VS. Over de achtergrond informatie 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.

2. Keuze van specifieke karakteristieken van het zonneveld: 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 reflectie coatings.
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/risico figuur 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).

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 2): de kracht van de straling op het oog in W/cm² (retinal irradiance) en de grootte van de gezichtshoek van de lichtbron (subtended source angle). Dit betekent dat als de lichtbron sterker wordt, maar een kleine (punt) lichtbron wordt waargenomen, de kans op nabeelden in het oog kan ontstaan. Dit gebeurt bij ongeveer 10 W/cm² en dan is een lichtbron zo sterk als de zon. Naarmate de lichtbron groter wordt in het gezichtsveld en een hoek heeft van 144 graden is de kans op nabeelden bij een zwakke lichtbron (< 0.001 W/cm²) aanwezig (omslag naar geel).

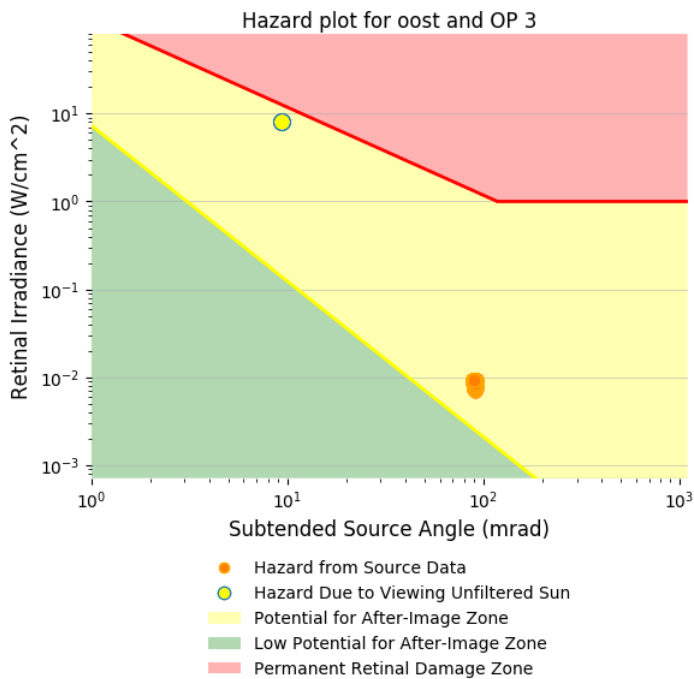
Schade aan het oog ontstaat als de lichtbron sterker is dan de zon (10 W/cm²) of de hoek in het gezichtsveld groter is dan van de zon (3,6 graden). Uiteraard speelt dan ook mee hoe lang de lichtbron zichtbaar is voor het oog.

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.

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.



Figuur 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, de oranje stippen duiden het gevaar/risico van observatiepunt 1 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.

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.

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 licht.

4 Resultaten

4.1 UITGANGSPUNTEN

Voor de analyse van het Zonnepark A15, Elst is uitgegaan van dezelfde eigenschappen van het naastgelegen Zonnepark Overbetuwe:

— Hoogte panelen boven grond ² :	2 meter ³
— Hellingshoek panelen:	10°
— Meedraaiend met de zon:	Nee
— Oriëntatie panelen:	
○ Oost:	85°
○ West:	265°
— Panelen materiaal:	Smooth glass
○ Bijbehorende 'slope error' ⁴ :	8.43 mrad (0.48°)
○ Anti reflectie coating (ARC):	Ja
— Ooghoogte automobilist:	1.20 meter ⁵
— Tijdzone:	UTC +1 (wintertijd)

De reflecties zijn berekend voor 7 observatiepunten, zie hiervoor ook Figuur 3.

1. 300m ten westen van het zonnepark (beoordelingsveld in oostelijke richting)
2. Ter hoogte van het westelijke deel van het zonnepark (beoordelingsveld in oostelijke richting)
3. Op 1/3 van het zonnepark (beoordelingsveld in beide richtingen)
4. Op 2/3 van het zonnepark (beoordelingsveld in beide richtingen)
5. Ter hoogte van het oostelijke deel van het zonnepark (beoordelingsveld in westelijke richting)
6. 300m ten oosten van het zonnepark (beoordelingsveld in westelijke richting)
7. 600m ten oosten van het zonnepark (beoordelingsveld in westelijke richting)

Omdat er twee verschillende oriëntaties zijn zal het reflectieonderzoek twee keer uitgevoerd worden. Eenmaal voor de oost georiënteerde panelen (85°) en eenmaal voor de west georiënteerde panelen (265°). 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

² Boven topografische hoogte van het maaiveld gemeten via het AHN.

³ Hoogste punt van de hellende panelen. Voor de berekeningen is deze hoogte voor de zonnepanelen gebruikt, op deze manier zal de reflectie een worst-case scenario nabootsen.

⁴ De 'slope error' is verantwoordelijk voor de lichtbundelverstrooiing op de zonnepanelen (grotere verstrooiing zorgt voor minder hinderlijke reflectie). In dit geval is uitgegaan van een worst-case scenario.

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

werkelijkheid ook het geval zal zijn. De gemiddelde hoogte van de ondergrond waar de tafels met panelen op staan is bepaald met het AHN₃ (Actueel Hoogtebestand Nederland, www.ahn.nl). Hieruit is gebleken dat de ondergrond onder de tafels gemiddeld 8.5m boven NAP ligt, en de weg gemiddeld 9.7m boven NAP.



Figuur 3: Ingetekende zonnepark met daarbij de observatie punten. Inzet linksboven: inpassingsplan (Bron: Pure Energie)

4.2 UITKOMST REFLECTIEONDERZOEK

De berekende reflectietijden zijn 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.

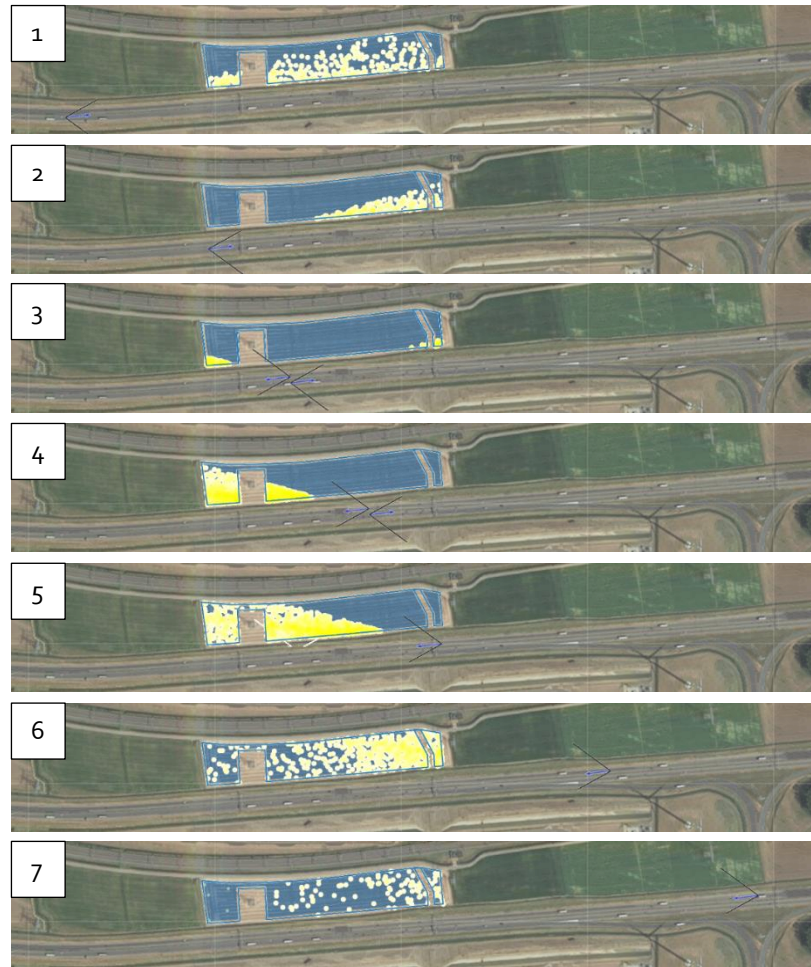
De schittering is berekend met panelen die van glad glas gemaakt zijn, met anti reflectie coating. De bijbehorende 'slope error', die verantwoordelijk is voor de lichtbundelverstrooiing op de zonnepanelen (grotere verstrooiing zorgt voor minder hinderlijke reflectie), is voor dit type panelen 8.43 mrad (0.48°).

De resultaten, de gecompenseerde reflectietijden in uren per jaar, van het reflectieonderzoek kunnen in Tabel 1 gevonden worden.

Tabel 1: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor automobilisten in uren per jaar veroorzaakt door de oost en west georiënteerde panelen.

Observatie punt	Oost georiënteerde panelen		West georiënteerde panelen		Cumulatief	
	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie
1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.2
2	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7
3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5
4	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	3.2
5	0.0	4.3	0.0	0.0	0.0	4.3
6	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4
7	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.7

Zoals te zien is ondervinden automobilisten, afhankelijk van het observatiepunt waar ze zich bevinden, hinder van de reflecties. Op alle observatiepunten wordt gele, maskerende, reflectie waargenomen. Dit wordt ook duidelijk uit Figuur 4. Deze figuur laat de oorsprong zien van waar de schittering vandaan komt voor alle zeven observatiepunten. Voor alle observatiepunten zijn ook het beoordelingsveld naar links en rechts weergegeven. Het beoordelingsveld van weggebruikers wordt begrenst bij 27 graden naar links en 53 graden naar rechts (TNO, 2016). Alle reflectie die buiten het beoordelingsveld van de weggebruiker valt, zal niet tot hinderende verblinding leiden.

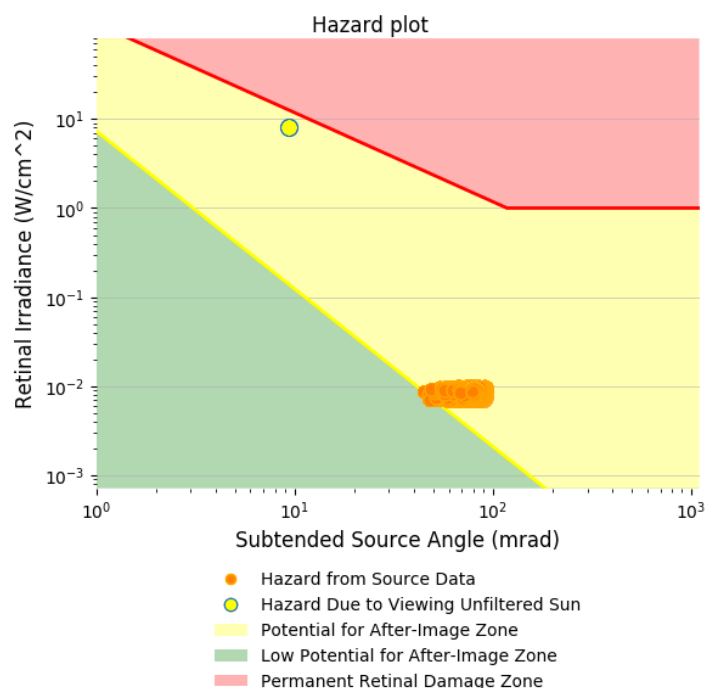


Figuur 4: Schitterende delen van de zonnepanelen voor elk van de 7 observatiepunten. Hoe geler de kleur, hoe meer reflectie. De blauwe pijlen indiceren de rijrichting met het beoordelingsveld van de weggebruiker.

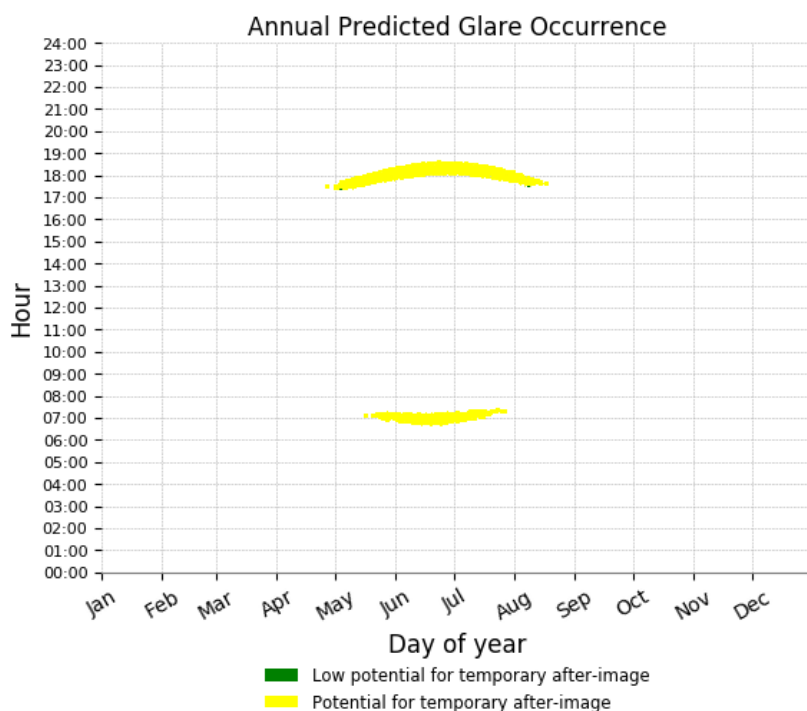
Zowel in oostelijke als in westelijke richting vallen de panelen binnen het beoordelingsveld van automobilisten en zullen automobilisten dus hinder ondervinden van de reflectie.

De mate van hinder wordt ook duidelijk uit Figuur 5, waarin te zien is dat bijna alle reflectie in het gele gebied licht. De observatiepunten waarop geen reflectie wordt waargenomen zullen niet voor problemen zorgen daarom zijn alleen de gevaarplots van observatiepunten waarop reflectie wordt waargenomen gecombineerd in de figuur.

In de geschetste situatie zal de duur van de reflectie de toelaatbare verblindingstijd van 1.8 seconden (bij 120 km/h op de snelweg



Figuur 5: Gevaarplots van alle observatiepunten waarop reflectie wordt waargenomen voor oost en west georiënteerde panelen



Figuur 6: Totale tijd wanneer schittering wordt waargenomen voor alle observatiepunten.. Op een tijd (wintertijd) en dag waar de figuur geel is zal op minimaal één van de observatiepunten hinderlijke schittering worden waargenomen.

Tabel 1 kan gevonden worden dat alleen op observatiepunten 1 en 2 reflectie wordt waargenomen vanaf westelijk georiënteerde panelen. Op deze observatiepunten zal alleen verkeer richting het oosten last hebben. 's Ochtends zal dus verkeer richting het oosten last hebben van reflectie en vice versa zal verkeer richting het westen 's avonds last hebben van de reflectie.

Waar er in Tabel 1 rekening is gehouden met filtering door autoruiten en atmosferische effecten is dat niet het geval in Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6. Daarom is er bijvoorbeeld in Figuur 4 voor observatiepunt 3 wel gele reflectie te zien vanaf de oostelijk georiënteerde panelen, maar is dit niet opgenomen in Tabel 1. Het gaat hier om 11 minuten. Na compensatie en omrekening naar uren is er op dit punt 0.046 uur per jaar (afgerond 0.0) hinder te ondervinden.

Door atmosferische verstrooiing/bewolking kan de retinal irradiance afnemen. De mate van hinder zal hierdoor afnemen en verschuiven van geel naar groen. In de praktijk zal er dan ook minder hinderlijke reflectie plaatsvinden dan in Figuur 4 en Figuur 6 geschetst is.

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 2.

(TNO, 2016)) overschrijden. De totale tijd van hinderlijke schittering voor de observatiepunten is weergegeven in Figuur 6. Alleen gedurende de zomermaanden zal hinderlijke reflectie waar te nemen zijn. De totale schitteringsduur en tijdstip per observatiepunt is te vinden in de bijlage. Hieruit blijkt dat de westelijk georiënteerde panelen 's ochtends (rond 8.00 uur) voor hinderlijke reflectie zorgen en de oostelijk georiënteerde panelen alleen 's avonds (tussen 18.00 en 20.00 uur, afhankelijk van de maand). In

Tabel 2: Gecompenseerde groene en gele reflecties voor automobilisten in uren per jaar veroorzaakt door de oost en west georiënteerde panelen.

Observatie punt	Oost georiënteerde panelen		West georiënteerde panelen		Cumulatief	
	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie	Groene reflectie	Gele reflectie
1	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2
2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	1.6
3	0.0	2.1	0.0	0.4	0.0	2.5
4	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	6.6
5	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	8.2
6	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	6.6
7	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.8

Ten opzichte van automobilisten is de reflectie vergelijkbaar, alleen is de totale tijd waarvoor hinder wordt ondervonden groter voor vrachtwagenchauffeurs. De richting en mate van hinder zijn wel vergelijkbaar met hinder die automobilisten ondervinden. Daarom zal het huidige inpassingsplan ook positief effect hebben op de hinder ondervonden door vrachtwagenchauffeurs. De resultaten per observatiepunt zijn te vinden in de bijlage.

Huidige inpassingsplan

Zoals eerder geschreven zijn obstakels als bomen en beplanting niet meegenomen in de berekeningen. In het inpassingsplan is hier wel rekening mee gehouden. Als de beplanting volledig bladdekkend is in de zomer zal dit op de punten waar de beplanting staat alle reflectie tegen houden. Als het blad uitvalt in de winter is dit niet erg omdat er alleen in de zomermaanden reflectie is waar te nemen. Om binnen de gemiddeld geaccepteerde tijd te blijven waarop weggebruikers geen zicht op de weg te hebben mag er maximaal 60m⁶ geen aaneengesloten beplanting staan waarbij de bladeren de eventuele reflectie volledig blokkeert. In het huidige inpassingsplan is de afstand tussen de beplanting tussen de A15 en het zonnepark nergens groter dan 60m.

4.3 MITIGERENDE MAATREGELEN

Vanwege het inpassingsplan zullen de panelen zelf niet aangepast hoeven te worden, mits de beplanting aan een aantal voorwaarden voldoet:

- De beplanting is 100% bladdekkend:
 - In de zomermaanden en
 - Hoger dan de hoogte van de zichtlijn tussen weggebruikers en zonnepanelen

⁶ bij 120 km/h en een rijstrookbreedte van minimaal 3,25m (TNO, 2016)

- Er is aan de zijanten van het zonnepark beplanting of de naastgelegen vergunde zonneparken hebben beplanting aan de zijde van de A15 die reflectie vanaf observatiepunten 1, 6 en 7 kan blokkeren

Vergunning technisch kan er aan de opstelling niets veranderd worden omdat deze gelijk moet zijn aan de opstelling van het naastgelegen Zonnepark Overbetuwe. Mocht de beplanting van het inpassingsplan niet voldoen aan bovengenoemde voorwaarden dan zou het materiaal van de panelen misschien wel aangepast kunnen worden binnen de vergunning. Met dezelfde opstelling en diep getextureerde panelen (met een slope error van 82.6 mrad (4.73°)) wordt er geen hinderlijke reflectie waargenomen. Deze uitgangspunten zijn doorgerekend en de totale gecompenseerde reflectie in uren per jaar zijn te vinden in Tabel 3.

Tabel 3: Totale jaarlijkse reflectietijd in uren voor het oost en west opstellingen voor zowel automobilisten als vrachtwagenchauffeurs.

Opstelling	Totale Groene reflectie	Totale Gele reflectie
Oost, automobilist	38.4	0.0
West, automobilist	0.0	0.0
Oost, vrachtwagenchauffeur	107.2	0.0
West, vrachtwagenchauffeur	0.0	0.0

Zoals te zien is in Tabel 3 wordt er geen hinderlijke reflectie waargenomen met deze mitigerende maatregel, maar alleen niet hinderlijke reflectie.

5 Conclusie

Op alle observatiepunten wordt hinderlijke reflectie ondervonden bij de keuze voor glad glas met anti reflectie coating. Wenselijk voor de verkeersveiligheid is dat alle reflectie in het groene bereik van de modeluitkomsten ligt, of dat er geen reflectie wordt waargenomen. De situatie die zal ontstaan bij het geplande zonnepark is **niet** wenselijk en zal toegestane regels overschrijden.

Zonder beplanting zal 's ochtends het verkeer richting het oosten last hebben van reflectie en vice versa zal het verkeer richting het westen 's avonds last hebben van de reflectie.

Toch zullen weggebruikers geen last hebben van reflectie afkomstig van het Zonnepark A15, Elst als de beplanting in het huidige inpassingsplan zoals weergegeven in Figuur 3 voldoet aan de volgende voorwaarden:

- De beplanting is 100% bladdekkend:
 - In de zomermaanden en
 - Hoger dan de hoogte van de zichtlijn tussen weggebruikers en zonnepanelen
- Er is aan de zijkanten van het zonnepark beplanting of de naastgelegen vergunde zonneparken hebben beplanting aan de zijde van de A15 die reflectie vanaf observatiepunten 1, 6 en 7 kan blokkeren

Er wordt sterk aangeraden om het inrichtingsplan uit te voeren met de bovengenoemde voorwaarden en/of om diep getextureerd materiaal te gebruiken voor de zonnepanelen.

6 Referenties

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:

- Oost – auto.pdf
- Oost – vrachtwagen.pdf
- West – auto.pdf
- West – vrachtwagen.pdf