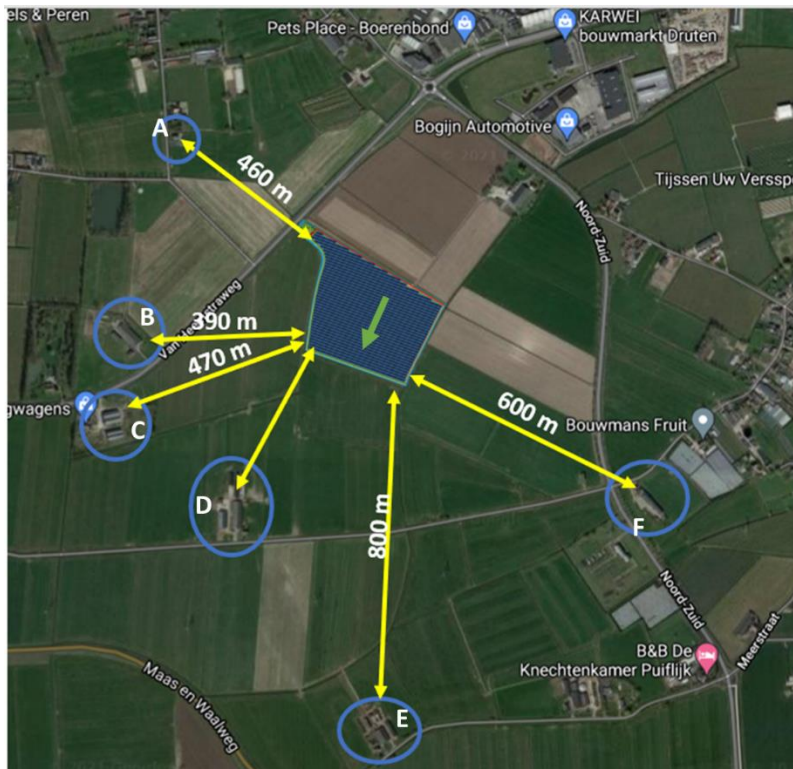


Schittering Zonnepark 'Zevend' te Druten

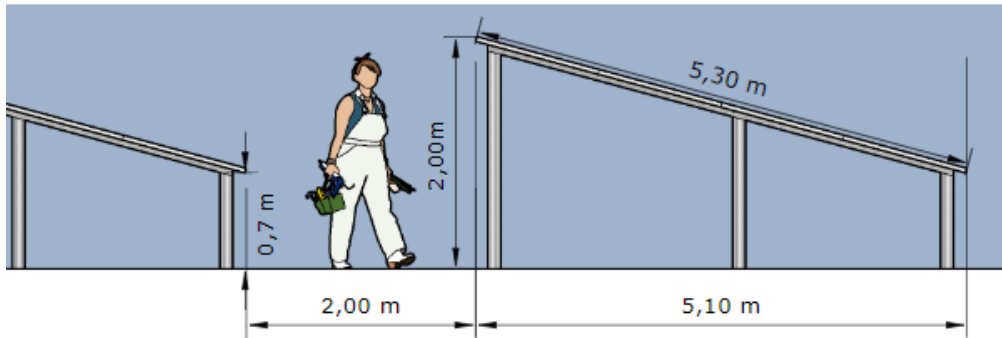
Situatie

Gutami Solar Development B.V. is van plan een zonnepark te realiseren nabij de Van Heemstraweg in Puifdijk (zie figuur 1). Het zonnepark zal uit ongeveer 33.450 panelen bestaan die in rijen geplaatst zullen worden. De rijen staan bijna in een oost-west richting, bijna haaks op de Van Heemstraweg. Dit betekent dat de panelen een bijna zuidelijke oriëntatie hebben met een hoek van ongeveer 18 graden met de grond.



Figuur 1: locatie Zonnepark Zevend te Puifdijk, met in blauw het zonnepark, met in de blauwe cirkels de dichtbij zijnde woningen en de respectieve afstand tot het zonnepark. De oriëntatie van de zonnepanelen aangegeven met de groene pijl.

De panelen worden geplaatst op zogenaamde tafels (zie figuur 2). De hoek van de panelen met de grond is 18 graden. De tafel bevindt zich 70 centimeter van de grond en de totale hoogte zal 2 meter bedragen.



Figuur 2: maten tafel zonnepanelen

De transformatoren worden aan de zuidzijde van het plangebied geïnstalleerd waarmee deze zo ver mogelijk van de bestaande woningen afdiggen.

Verder wordt het plangebied voorzien van beplanting. Aan de zijden waar omwonenden zicht op het zonnepark hebben, worden hagen van inheemse struiksoorten geplant. De rest van het zonnepark wordt voorzien van struweelbeplanting.

Schittering door zonlicht

Licht dat weerkaatst wordt heeft altijd dezelfde uitgaande hoek als ingaande hoek (zie figuur 3). Dit betekent dat de volgende factoren van belang zijn voor de weerkaatsing.

- Oriëntatie zonnepaneel
- Hoogte van de panelen
- Hoek zonnepaneel ten opzichte van de grond
- Hoogte en hoek van de zon
- Locatie en hoogte van de waarnemer

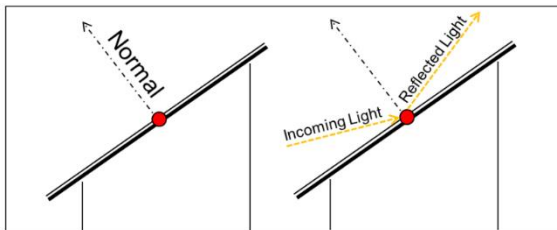


Figure 3 Illustration showing normal and solar reflection from a solar panel (side on).

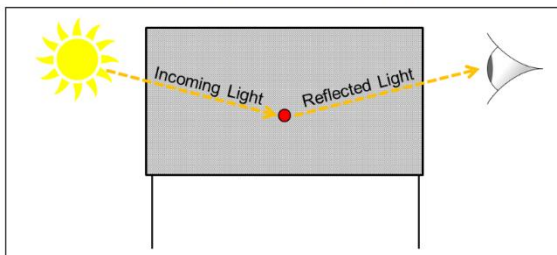


Figure 4 Illustration showing solar reflection from a solar panel (top down).

Figuur 3: bij reflectie van zonlicht is de inkomende hoek altijd gelijk aan de uitgaande hoek, ten opzichte van een loodrechte lijn op het oppervlak van het paneel. Bij reflectie van voren of van achteren zal de hoek ten opzichte van de grond veranderen, bij licht van de zijkant blijft in de vallende en de uitgaande hoek gelijk.

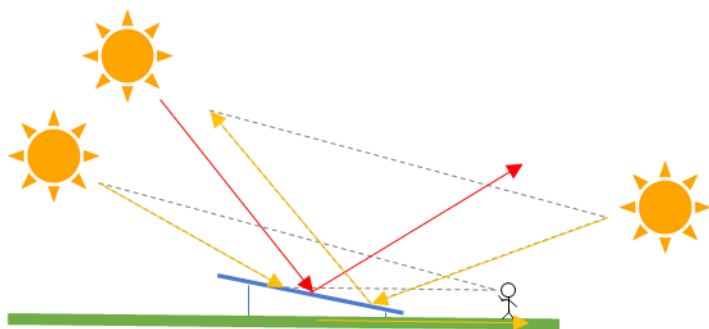
Er zijn twee soorten licht die gereflecteerd kunnen worden: direct licht en diffuus licht. Direct licht is zonlicht dat niet weerkaatst of afgebogen is (bijvoorbeeld door bewolking). Dit licht wordt als meest hinderlijk ervaren bij reflecties en kan voor schittering en in uiterst geval voor verblinding zorgen.

Diffuus licht is niet zoals direct licht sterk gebundeld. Het licht is verstrooid, doordat het bijvoorbeeld door wolken heen schijnt. Dit betekent dat het licht niet uit één plek lijkt te komen, en dat dus ook het weerkaatste licht alle kanten op gaat. Verblinding door diffuus licht is zeer onwaarschijnlijk.

Oriëntatie ten opzichte van de zon

Locatie waar weerkaatsing van direct zonlicht mogelijk is.

Alleen op locaties waar de zon aan de andere kant van het zonnepark staat dan de betreffende huizen is directe weerkaatsing van zonlicht mogelijk (zie figuur 4). Om de weerkaatsing zichtbaar te hebben op maa hoogte of lager, is het noodzakelijk dat de zon niet hoger aan de hemel staat als de hoek van de panelen met de grond (18°). Wanneer de zon hoger staat, zal ook het weerkaatste licht omhoog gekaatst worden, over de huizen heen.



Figuur 4: Alleen wanneer panelen tussen de waarnemer en de zon in staan met de hoge kant aan de zonkant, is directe weerkaatsing die parallel aan de grond gaat mogelijk. Als de zon achter de waarnemer staat, is er geen schittering zichtbaar omdat het licht altijd omhoog gereflecteerd wordt en nooit terug. En wanneer de zon te hoog staat (rode pijlen) zal ook het weerkaatste licht omhoog gericht zijn

In de kaart in figuur 5 is ingetekend met de gele curve waar de zon boven de hemel kan staan. Deze curve geeft waar wanneer op midzomer de zon boven de horizon komt (in het oosten) en 's avonds

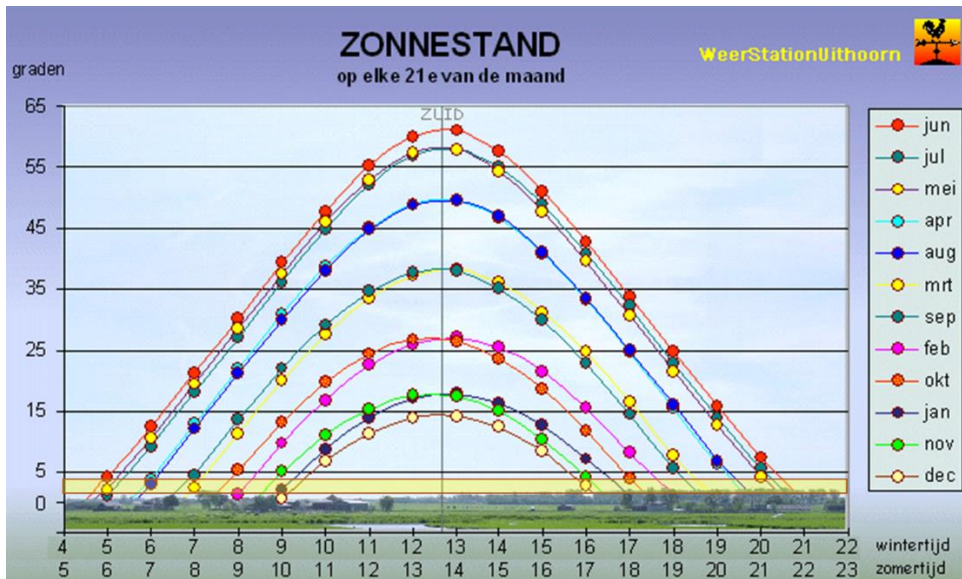
weer onder gaat (in het westen). Het licht gele gebied is de regio de zon aan de andere zijde van het zonnepark en de waarnemer kan staan en waar directe weerkaatsing mogelijk kan zijn.



Figuur 5: baan van de zon op midzomer (gele curve) en het gebied waar directe weerkaatsing mogelijk is

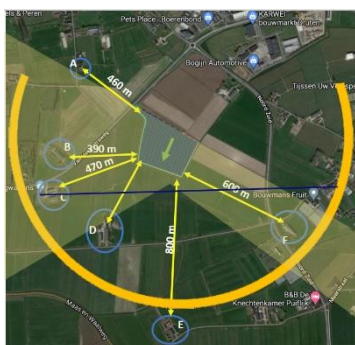
Het is direct zichtbaar dat de gebouwen D en E buiten deze regio vallen en er dus geen hinder veroorzaakt kan worden door directe weerkaatsing van het zonnepark. Ook het gebouw op locatie A valt buiten deze regio omdat vanuit hier slechts de achterzijde van de panelen zichtbaar is.

In figuur 6 is uitgelegd hoe hoog de zon komt te staan per maand en op welke tijd hij opkomt en ondergaat. De zon staat op een bepaald tijdstip altijd aan dezelfde plek aan de horizon, maar de hoogte, en of hij te zien is, is afhankelijk van het jaargetijde. In juni staat de zon om 10 uur in het zuidoosten, 45° boven de horizon, terwijl in december op hetzelfde tijdstip de zon pas opkomt. De gele balk in figuur 6 geeft aan op welke tijdstippen van de dag een waarnemer ten westen (bij zonsopkomst) of ten oosten (bij zonsondergang) van het zonnepark reflecties kan waarnemen. Dit is slechts voor korte tijd per dag (tussen de 5 minuten in de zomer en een kwartier in de winter) en slechts een heel klein gedeelte van het jaar op iedere locatie, aangezien de zon iedere maand op een ander tijdstip en dus ook op een andere locatie opkomt.



Figuur 6: hoogte van de zon in graden per maand op een bepaalde tijd.

Locatie B valt binnen de regio waar weerkaatsing theoretisch mogelijk is. In het figuur rechts is met de blauwe lijnen zichtbaar gemaakt bij welke zonnestanden dit mogelijk is. Voor directe weerkaatsing is het noodzakelijk dat de zon zich slechts enkele graden boven de horizon bevindt (in de gele balk in figuur 6). Dit kan op deze locatie alleen van april tot augustus gebeuren en dan ook gedurende 10 tot 15 minuten in een tijdvak tussen half 5 en half 7. De rest van het jaar is voor half 7 de zon nog niet boven de horizon.



Op locatie C is het zicht op het zonnepark vanuit het woonhuis bijna volledig versperrd door twee schuren. Hierdoor staat de zon alleen enkele dagen in april en augustus op de juiste positie om enkele minuten lang een weerkaatsing mogelijk te maken

Locatie F tenslotte heeft alleen kans op een directe reflectie van de zon in het zonnepark in een periode in de maanden mei tot juli. Ook hier zal de tijdsperiode minder dan 10 minuten bedragen in het tijdvak tussen 9 uur 's avonds en zonsondergang.



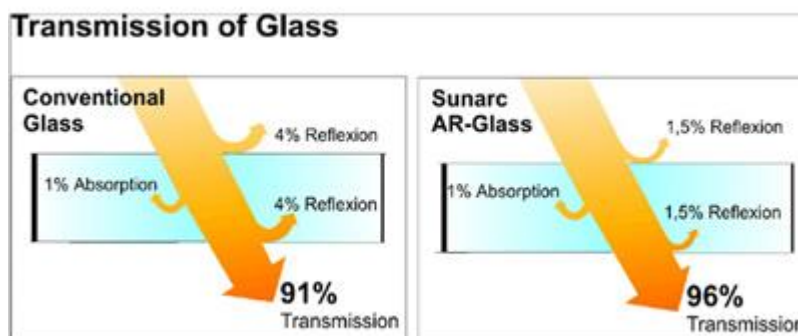
In alle gevallen is de directe weerkaatsing alleen mogelijk zichtbaar rond het tijdstip van zonsopkomst of ondergang. In al deze gevallen zal het zonnepark zichtbaar zijn als een vlek op de grond vlak onder de laaghangende zon.

Daarnaast zal iedere begroeiing hoger dan 1.50 meter het merendeel van het weerkaatste licht verstrooien of tegenhouden.

Tenslotte zal weerkaatsing van zonlicht alleen mogelijk zijn bij een onbewolkte hemel. Volgens het KMNI zijn er in Nederland tussen de 1400 en 1700 zonuren per jaar, wat betekent dat ieder moment van de dag gemiddeld tussen de 30% en 40% kans is dat de zon schijnt.

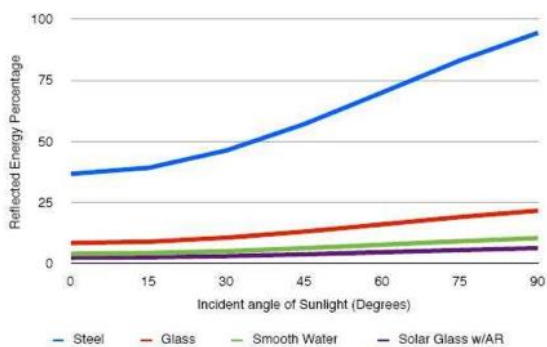
Absorptie licht

Zonnepanelen zijn erop ontworpen om zo veel mogelijk licht te absorberen. Hiervoor zijn ook speciale anti-reflectielagen aangebracht op het glas van het paneel om op deze manier weerkaatsing te verlagen, absorptie te verhogen en hierdoor de stroomopbrengst te maximaliseren (zie figuur 7). Anti-reflectielagen bestaan uit een dun niet-geleidend materiaal met een speciale dikte en brekingsindex die zo is gekozen dat het licht wordt afgebogen zodat het geabsorbeerd wordt door het zonnepaneel zonder dat het weerkaatst wordt. De zonnepanelen die gebruikt worden in het zonnepark zullen zo'n anti-reflectie laag bevatten. Deze lagen werken beter wanneer het licht met een kleine hoek invalt (zie figuur 8).



Figuur 7: bij glas met anti-reflectielagen wordt maximaal 3% van het zichtbare licht weerkaatst, 1% wordt in het glas geabsorbeerd en 96% wordt geabsorbeerd door de zonnecellen onder het glas.

De reflectie van zonnepanelen is laag vergeleken met andere oppervlakten zoals staal, glas zonder anti-reflectie laag, water, gras of sneeuw (zie figuren 8 en 9). Een meertje geeft meer reflectie dan een zonnepark van gelijke grootte.



Figuur 8: reflectie afhankelijk van invalshoek voor verschillende materialen.

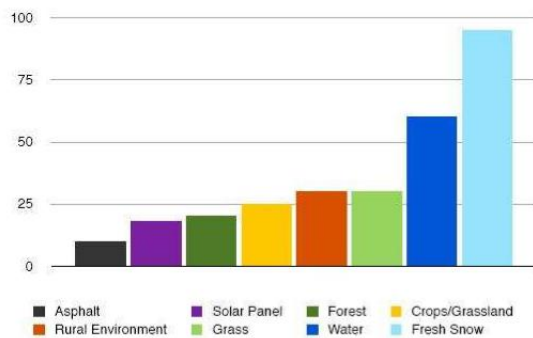


Figure 3: Comparative reflection analysis

Figuur 9: reflectie percentage voor Verschillende oppervlakten

Situatie Zonnepark Zevend

De vraag is of er in de woningen in de omgeving en/of voor het verkeer hinderlijke schittering van het zonnepark zichtbaar zal zijn.

Woningen

Aangenomen kan worden dat is de omliggende woningen buiten een korte periode rond zonsopgang of ondergang gedurende enkele weken per jaar er geen directe weerkaatsing van het zonnepark zichtbaar is. De aanwezigheid van omliggende gebouwen, hekken, bomen, rietoevers en groenstroken zullen het park nog verder aan het zicht onttrekken.

Hoogte en beschutting

Door de kleine hoek van de panelen zal de hoogte van de opstellingen gering zijn. De rand van de bovenste modules zal niet hoger zijn dan 2 meter boven het maaiveld. Iedere begroeiing tussen de omliggende woningen en het zonnepark zal werken als blokkade of tenminste als verstrooier van gereflecteerd licht.

Het zonnepark wordt ingepast met rietzones langs de oost-, zuid- en westkant rietoevers (zie figuur 10 en 11). Riet kan 3 meter hoog worden zal zo het zien van directe reflectie verhinderen.

Het maaien gebeurt meestal vóór het broedseizoen, in de winter, eens in de twee jaar. Daarnaast zal het riet gefaseerd gemaaid worden, waarbij niet alles in een keer wordt weggehaald.

Daarnaast komt er langs de noordwestelijke kant van het zonnepark bij het recreatieveld een hekwerk, ingepast met een gemengde haag. Ook wanneer in de winter de haag haar blad grotendeels verliest zal de begroeiing en het hekwerk tenminste werken als verstrooier van gereflecteerd licht.



Figuur 10: de groene lijn geeft aan waar rietoevers aangelegd zullen worden die in de lente, zomer en herfst het zonnepark gedeeltelijk of volledig van het zicht zullen onttrekken. De rode lijn geeft de locatie van het te bouwen hekwerk aan.



Figuur 11. Voorbeeld van rietzoom die om het park worden aangelegd om zichtbaarheid en glans van de panelen te verminderen

Verkeer

Om de locatie van het zonnepark zijn meerdere wegen aanwezig. De van Heemstraweg (1) loopt ten westen van de locatie van het park en de Noord-Zuid (4) loopt ten noorden en buigt dan via de westkant naar het zuiden af. Ten zuiden ligt de Vissert (2 en 3).

De positie van een bestuurder is van tussen de 1.20 meter hoogte voor personenwagens en 2.50 meter voor vrachtwagens. Bestuurders van personenwagens zullen hierdoor een groot gedeelte van het zonnepark beperkt kunnen zien. Eens in de twee jaar als het riet gedeeltelijk wordt gemaaid is er voor enkele maanden minder begroeiing.

Alleen bestuurders die vanuit het zuiden in de richting van het zonnepark rijden zullen mogelijk hinder kunnen ondervinden. Op alle wegen die ten noorden van het park liggen (gedeelten van de van Heemstraweg en Noord-Zuid) zal geen lichtreflectie zichtbaar zijn aangezien de automobilisten hier naar de achterzijde van de panelen kijken.

Ten zuiden van het park zal geen reflectie optreden aangezien de zon niet ten noorden van het park zal komen (alle buiten de gele zone).



Op weg 1 (de Van Heemstraweg) is in de vroege ochtend (vlak na zonsopgang) van de zomer een mogelijke weerkaatsing op de panelen zichtbaar. In de wintermaanden is de zon al zo ver naar het zuiden gedraaid dat het niet meer mogelijk zal zijn om de zon op de voorkant van de panelen te kunnen zien weerkaatsen. Voor automobilisten (.120 meter) zal dit bijna direct na zonsopgang zijn en voor vrachtwagens iets later op de ochtend. Dit geldt alleen voor bestuurders die dichtbij Druten rijden in de bocht bij de Van Heemstraweg nummer 5, dichtbij het veld ligt het rechts van de weg en niet meer in direct zicht.

Dit geldt ook voor bestuurders op de Vissert (2 en 3). Deze weg loop bij (2) wel richting het park, maar deze zal hoogstens zichtbaar zijn als een vlek in de linker hoek tijdens de zomermaanden in de ochtend. Maar deze tijd van het jaar zal de rietkraag het zicht op de panelen volledig verhinderen.

Op de Noord-Zuid is tijdens de zomermaanden vlak voor zonsondergang een directe weerkaatsing mogelijk voor bestuurders richting de rotonde met de Van Heemstraweg. Ook hier zal deze tijd van het jaar het groen op de aan te leggen hekwerk alle zicht op het park ontnemen.

In een vergelijkbare situatie, waar een zonnepark vlak naast de A1 bij Eemnes gebouwd werd is door TNO onderzoek gedaan naar mogelijke verblindende situaties. Ondanks dat het zonnepark bijna direct naast de weg gesitueerd was werden geen hinderlijke of gevaarlijke situaties voorspeld.¹

Conclusie

Door de positie van de panelen, de locatie van het park ten opzichte van woningen, de anti-reflectie laag op de panelen en de aan te brengen groenvoorzieningen, is bijna tot geen reflectie zichtbaar voor een waarnemer op de hoogte van het maaiveld en zal er geen hinder ondervonden worden in de omringende woningen of de omringende wegen.

¹ https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0317.BPEZonneveldA1-Va01/b_NL.IMRO.0317.BPEZonneveldA1-Va01_tb1.pdf