

Licht reflectie analyse Zonnepark De Groenendaal te Druten

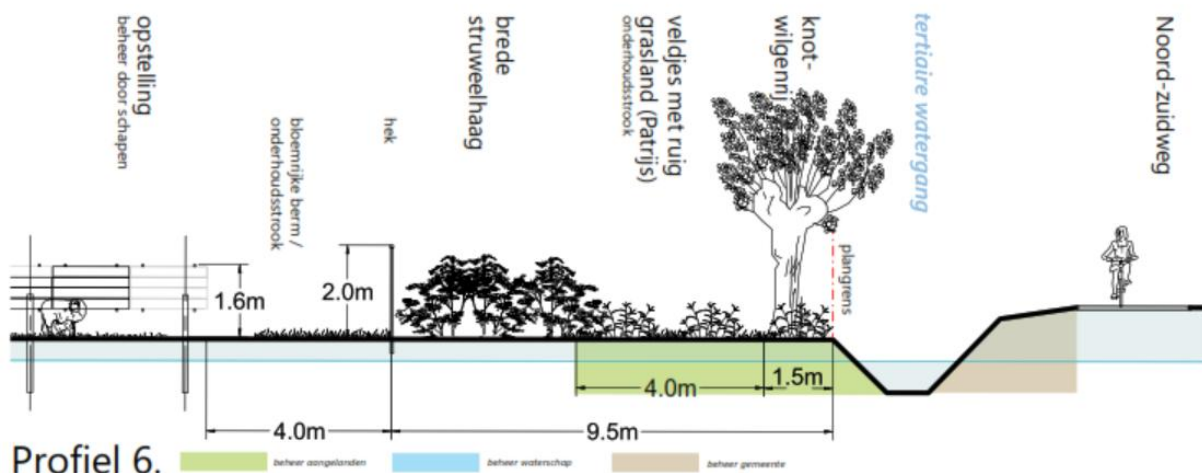
Sunvest is van plan een zonnepark te realiseren aan de Ulandsestraat en naast de N329 (zie figuur 1). Het zonnepark zal uit ongeveer 42.600 panelen bestaan die in rijen geplaatst zullen worden. De rijen staan in een zuid gerichte opstelling. Bij een zuidgerichte opstelling staan de paneelrijen gericht op het zuiden, met een enkelvoudige tafel rij, zie figuur 3.



Figuur 1. Plan overzicht De Groenendaal

Landschappelijke inpassing

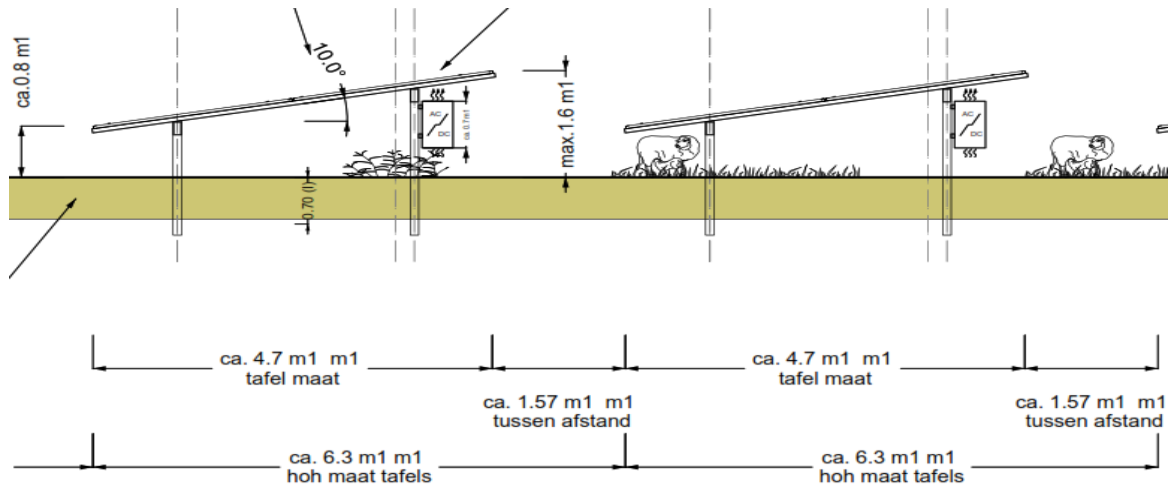
Zoals te zien in figuur 1 zal overal om het gehele plangebied een afschermend struweel worden geplaatst minimaal net zo hoog als de maximale hoogte van de panelen, 1,6 meter hoogte, zodat de panelen zoveel mogelijk uit het zicht worden genomen.



Figuur 2. Dwarsdoorsnede profiel 6 ter hoogte van de Noord-Zuidweg

De paneel opstelling

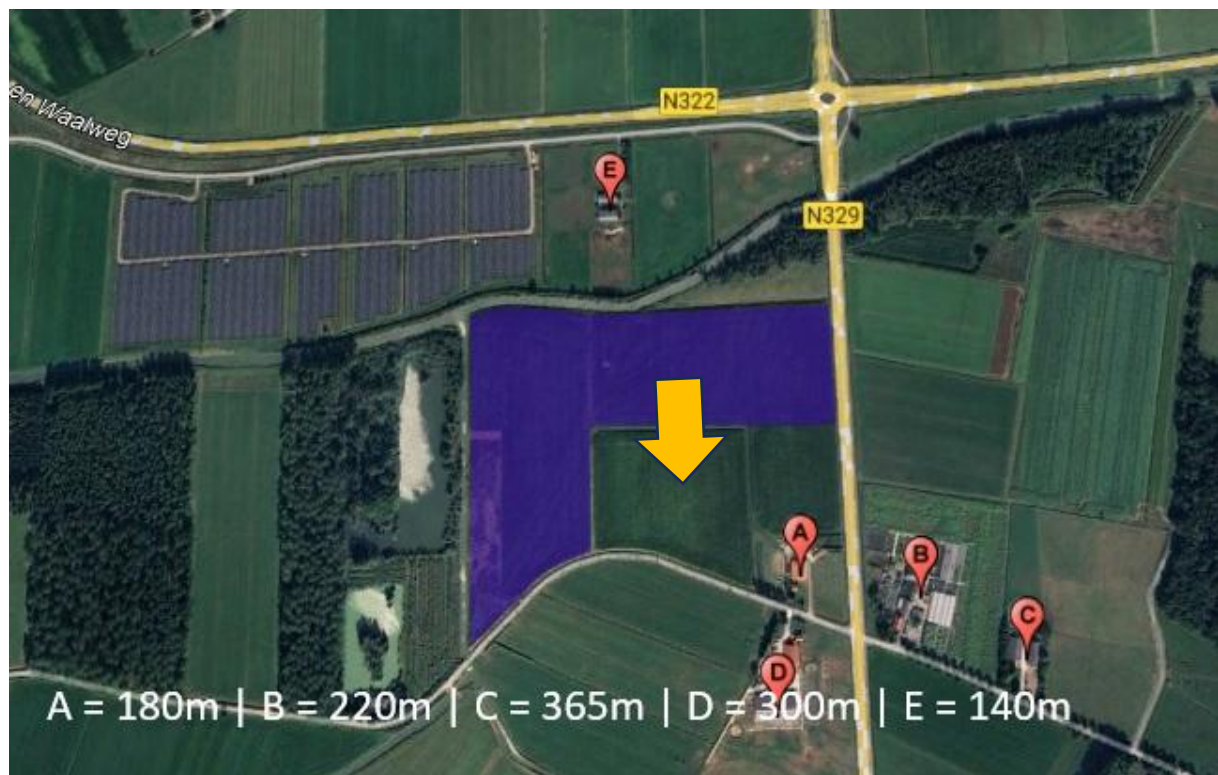
De panelen worden geplaatst op een frame, dit heet een tafel. In figuur 3 zijn de maten van de tafels aangegeven zoals ze geplaatst worden bij Zonnepark De Groenendaal. De hoek van de panelen met de grond is 10 graden. De tafel is 4,7 meter lang en bevindt zich minimaal 0,80 en maximaal 1,60 meter van de grond.



Figuur 3. Tafel opstelling van het zonnepark De Groenendaal

De omgeving

In het gebied zijn een aantal gebouwen en wegen. In figuur 4 zijn deze in kaart gebracht evenals de richting van de zonnepanelen in het landschap.



Figuur 4. Overzicht planlocatie met bewoonde locaties en omliggende wegen.

Reflectie door zonlicht

Licht dat weerkaatst wordt heeft altijd dezelfde uitgaande hoek als ingaande hoek. 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

Bij reflectie van voren of van achteren zal de hoek ten opzichte van de grond veranderen, bij licht van de zijkant blijft de vallende en de uitgaande hoek gelijk



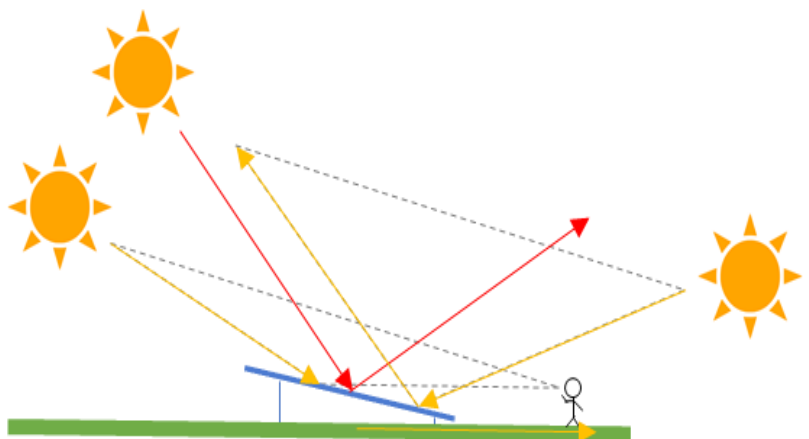
Figuur 5. Bij reflectie van zonlicht is de inkomende hoek altijd gelijk aan de uitgaande hoek, ten opzichte van een loodrechte lijn op het oppervlak van het paneel

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.

Reflectie en oriëntatie ten opzichte van de zon

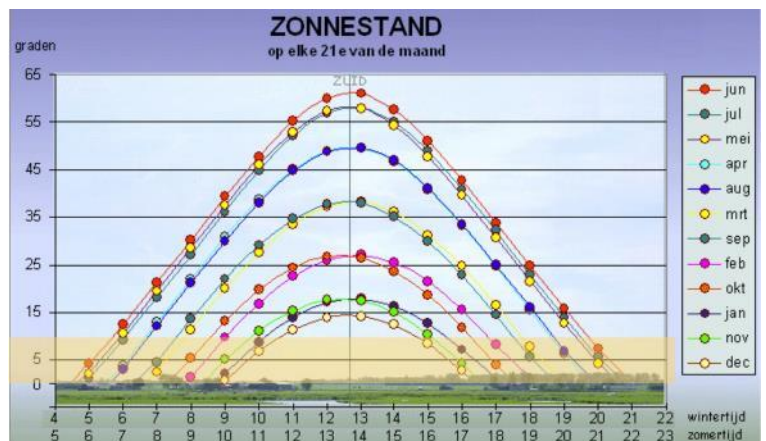
Alleen op locaties waar de zon aan de andere kant van het zonnepark staat dan de betreffende huizen is directe weerkaatsing van zonlicht mogelijk (zie figuur 4). Om de weerkaatsing zichtbaar te hebben op maaahoogte of lager, is het noodzakelijk dat de zon niet hoger aan de hemel staat als de hoek van de panelen met de grond (10°). Wanneer de zon hoger staat, zal ook het weerkaatste lichtomhoog gekaatst worden, over de huizen heen.



Figuur 6. Mogelijkheden van zonlicht weerkaatsing bij zonnepanelen

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 het geval van De Groenendaal betekent dat wanneer de zon hoger in de hemel staat dan 10 graden.

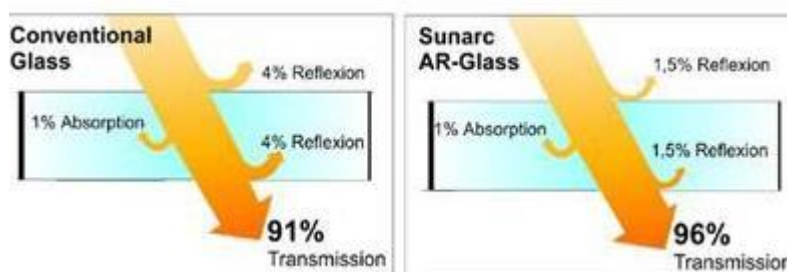
In figuur 7 is op de zonnestand kaart een geel vlak ingetekend. Dit gele vlak geeft aan wanneer in het jaar de zon onder de 10 graden komt.



Figuur 7. Stand van de zon gedurende het gehele jaar op bepaalde tijdstippen van de dag

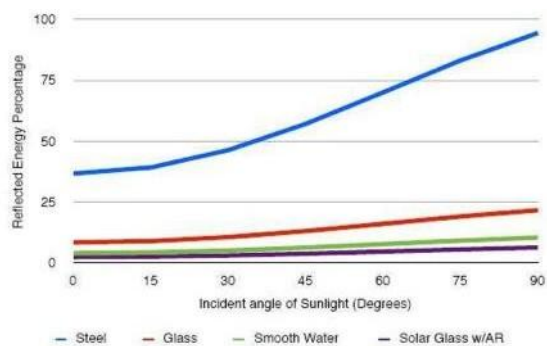
Absorptie en reflectie van zonlicht op zonnepanelen

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 8). Sunvest gebruikt panelen met dit soort anti-reflectielagen. Deze lagen 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 9).



Figuur 8: 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 erg laag vergeleken met andere oppervlakten zoals staal, gewoon glas, water, gras of sneeuw (zie figuren 12 en 13) zeker als er een anti-reflecterende laag op de panelen zit. Een meer geeft meer reflectie dan een zonnepark van vergelijkbare grootte.



Figuur 9. Reflectie afhankelijk van invalshoek en materiaal

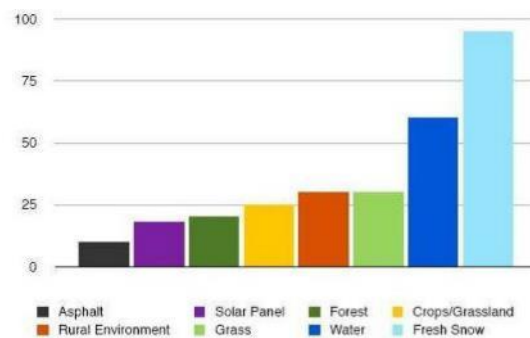
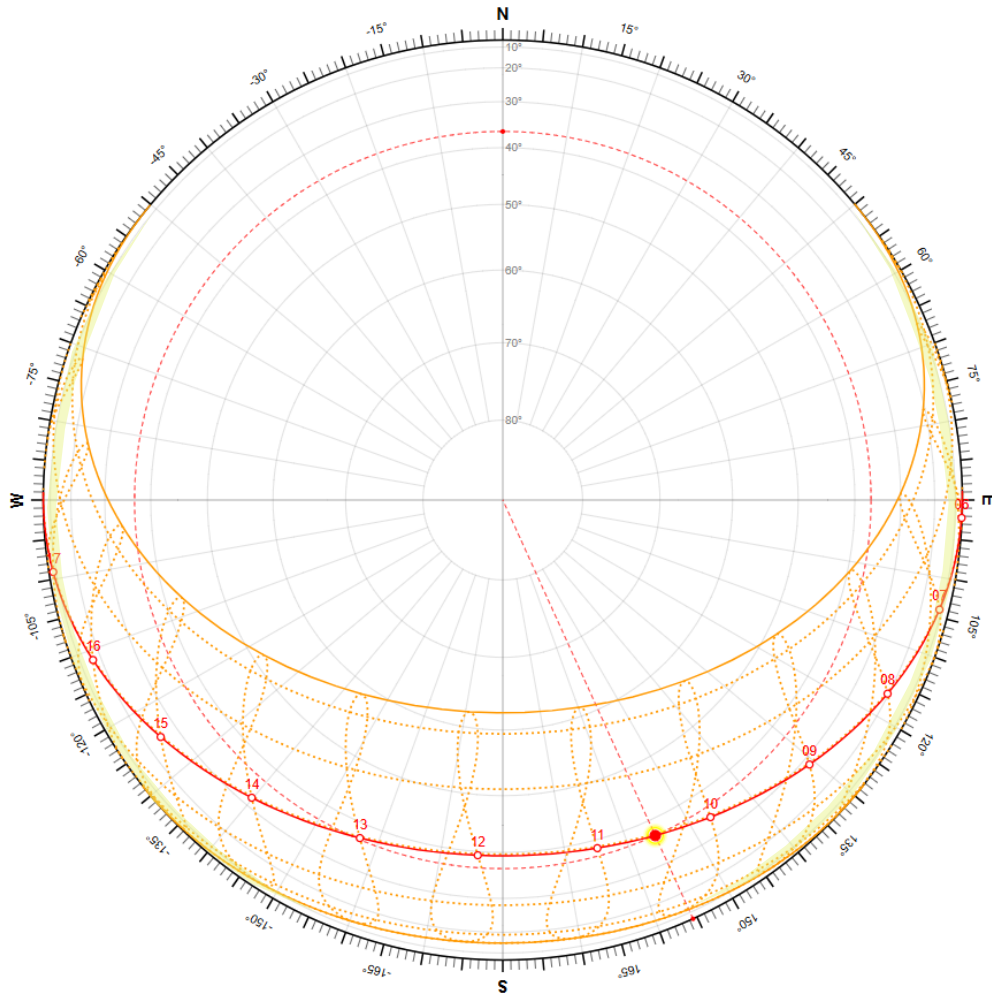


Figure 3: Comparative reflection analysis

Figuur 10. Reflectie % voor verschillende oppervlakten

Situatie Zonnepark De Groenendaal

De vraag is of er in de omliggende gebouwen, de omgeving en/of voor het verkeer hinderlijke schittering van het zonnepark zichtbaar zal zijn. Om daar antwoord op te geven is figuur 7 vertaald naar een 2D gradencirkel. In figuur is een zonnediagram te zien waarop met een rode stippellijn 10 graden is aangegeven. In lichtgeel is aan de zijanten aangegeven waar de zon onder de 10 graden komt



Figuur 11. Een zonnediagram op basis van de coördinaten van de planlocatie die weergeeft wanneer de zon theoretisch kan reflecteren op de 10 graden op zuid gerichte paneel opstelling [PD: 2D Sun-Path](#)

Door figuur 11 over te nemen op een plattegrond van het plangebied is figuur 12 geconstrueerd. Hier is het gehele plangebied te zien inclusief de stand van de zon die theoretisch tot hinderlijke reflectie zou kunnen leiden. De zwarte lijn duidt aan waar de zon niet kan zorgen voor reflectie aangezien het een enkelvoudige zuid gerichte opstelling betreft. De zon zal achter die lijn op de achterkant van de panelen vallen waardoor er geen reflectie op kan treden.

In figuur 13 is weergegeven waar die reflectie zou kunnen optreden. Dit betekent dus aan de andere zijde van het zonnepark waar de waarnemer staat ten opzichte van de zon en waar directe weerkaatsing mogelijk kan zijn. Weerkaatsing is alleen mogelijk van oost, zuid en westelijke zijden van het paneelveld.



Figuur 12 Planoverzicht met zonnepark in blauw, aanduidingen van nabije woningen met blauwe cirkels en letters inclusief corresponderende afstanden in meters van het zonnepark en zonnestanden onder de 10 graden in de hemel.



Figuur 13. Theoretisch mogelijke reflectie van het zonnepark

In alle gevallen is de directe weerkaatsing alleen mogelijk zichtbaar rond het tijdstip van zonsopkomst of ondergang. De zon intensiteit is op die tijdstippen significant minder ten opzichte van wanneer de zon hoger in de hemel staat. In al deze gevallen zal het zonnepark enkel zichtbaar zijn als een vlek op

de grond, vlak onder de laaghangende zon. Zeker aangezien een anti reflecterende coating ervoor zorgt dat de weerkaatsing van het paneelveld lager is dan een meer of bos, zie figuren 9 en 10.

Daarnaast zal iedere begroeiing tussen de 0,8 en 1,6 meter hoogte het merendeel van het weerkaatste licht verstrooien of tegenhouden. Rondom het park worden hagen, struweelsingels en knotwilgen geplaatst van tussen de 1,6 en 2,5 meter hoogte.

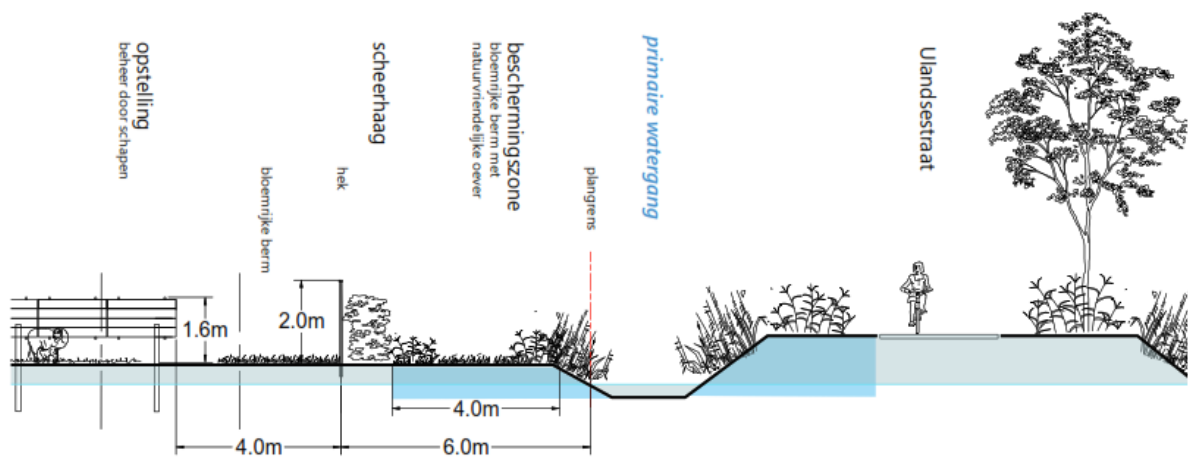
Tenslotte zal weerkaatsing van zonlicht alleen mogelijk zijn bij een onbewolkte hemel. Volgens het KMNI zijn er in Nederland tussen de 1400 en 1700 zonuren per jaar, wat betekent dat ieder moment van de dag gemiddeld tussen de 30% en 40% kans is dat de zon schijnt.

Hoogtes en beschutting

Door de kleine hoek van de panelen zal de hoogte van de opstellingen gering zijn. De rand van de bovenste panelen zal niet hoger zijn dan 1,6 meter boven het maaiveld. Door de inpassing zal de reflectie óver de begroeiing gaan, waardoor enige reflectiehinder op (bijna) alle objecten is uitgesloten. Het voorziene struweel is hoger dan de panelen, waardoor reflectie van de panelen enkel boven de inpassing kan gaan. Verdere begroeiing tussen de omliggende woningen en het zonnepark dragen bij aan het uitsluiten van reflectie.

Het zonnepark wordt ingepast met struweel aan de oost-, zuid- en westkant rietoevers, zie figuur 1 en 14. Riet in figuur 14 kan daarnaast 3 meter hoog worden zal zo het zien van directe reflectie verhinderen.

Daarnaast komt er langs alle randen een hekwerk met gevarieerde haag die ervoor zorgt dat het paneelveld uit het zicht wordt genomen gedurende de periode waar weerkaatsing kan plaatsvinden. Ook wanneer in de winter de haag haar blad grotendeels verliest zal de houtbegroeiing en het hekwerk tenminste werken als verstrooier van gereflecteerd licht.



Figuur 14. Profielaanzicht 3 van het plangebied aan de zuidzijde, ter hoogte van de Ulandsestraat

Woningen

Aangenomen kan worden dat is de omliggende woningen buiten een korte periode rond zonsop- 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. Daarnaast zorgt de anti reflecterende laag van de panelen voor een sterk verminderde reflectie zodat de kans hierop in feite nihil is.

Locaties C, D en E: Hier is geen kans op reflectie

Locatie A: Heeft kans op reflectie, de locatie bevindt zich binnen 200 meter van de panelen zelf. Echter schuilt het plangebied aan de linkerzijde van locatie A achter de extra voorziene inpassing onder de naam 'Uland'. Deze inpassing bestaat o.a. uit verscheidene fruitbomen en een struweelhaag, waardoor vanaf deze kant weinig tot geen schittering verwacht is locatie A te bereiken. Aan de noordzijde van locatie A is inpassing voorzien middels knotwilgen en een struweelhaag, welke ook zorg dragen het park uit het gezichtsveld te halen, en daarmee ook de eventueel mogelijke reflectie hiervan. Bovendien is reflectie alleen mogelijk bij zons-op of ondergang. Dat limiteert de kans tot enkele tientallen minuten per dag.

Locaties B en C: Hebben een kleine kans op reflectie, echter is dit zeer beperkt aangezien zij zelf al een voldoende afscherming hebben in de vorm van erfafscheiding. Daarnaast gelden ook hier de bovengenoemde argumenten voor locatie A.

Verkeer

Om de locatie van het zonnepark heen zijn meerdere wegen aanwezig. De Maas en Waalweg (N322) (groen) loopt ten noorden van de locatie van het park en de Noord-Zuid (oranje) loopt ten oosten haaks op het plangebied. De Ulandsestraat loopt ten zuiden aan de locatie voorbij.

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.

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 (Maas en Waalweg) zal geen lichtreflectie zichtbaar zijn aangezien de automobilisten hier naar de achterzijde van de panelen kijken (buiten gele zone).

Pal 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).

Noord-Zuid (oranje) hier zou theoretisch reflectie mogelijk zijn tijdens de zonsondergang gedurende de lente en of herfst. Reflectie is overwegend haaks op de weg. Daarmee is eventuele plotselinge verblinding van bestuurders uitgesloten aangezien het niet recht in de ogen schijnt. Verder neemt de ruime landschappelijke inpassing nagenoeg alle mogelijkheid op zichtbare reflectie weg (zie figuur 2).

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-reflectielaag 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.

Bron 1:

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

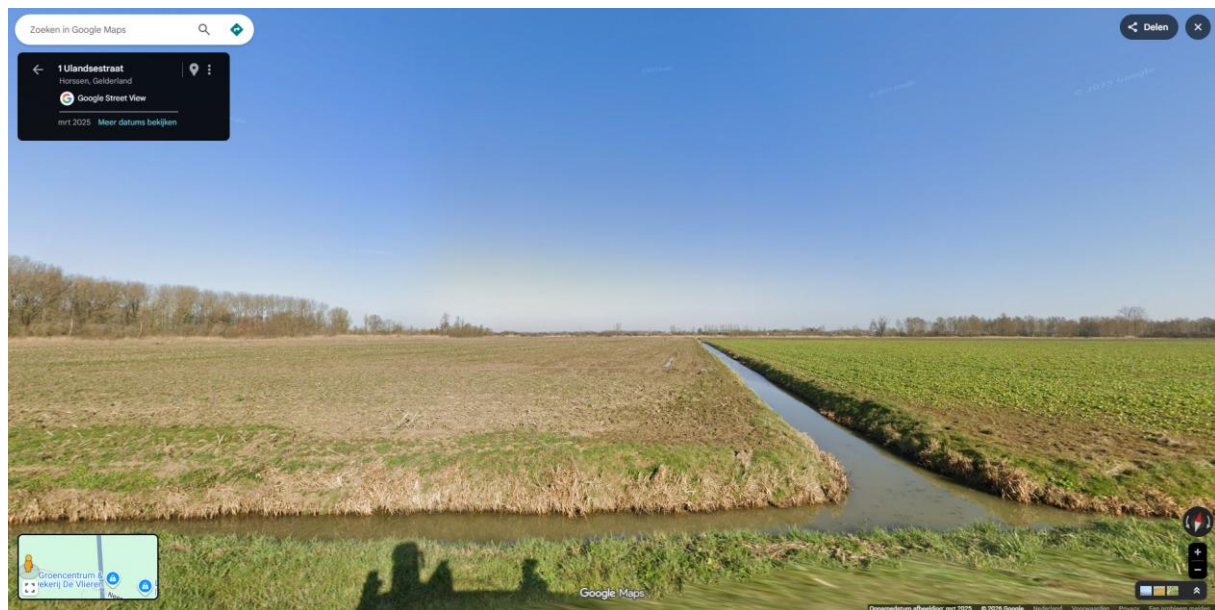
Situatie foto's



Figuur 15. Situatie foto plangebied Google Earth – Nooroostkant vanaf de Noord-Zuid



Figuur 16. Situatie foto plangebied Google Earth – Zuidoostkant vanaf de Noord-Zuid



Figuur 17. Situatie foto plangebied Google Earth – Zuidkant vanaf de Ulandsestraat