

› **LICHT OP DE BODEM TUSSEN ZONVOLGSYSTEMEN**
RAPPORT TNO SOLAR ENERGY

dinsdag 19 september 2023

› OVERZICHT

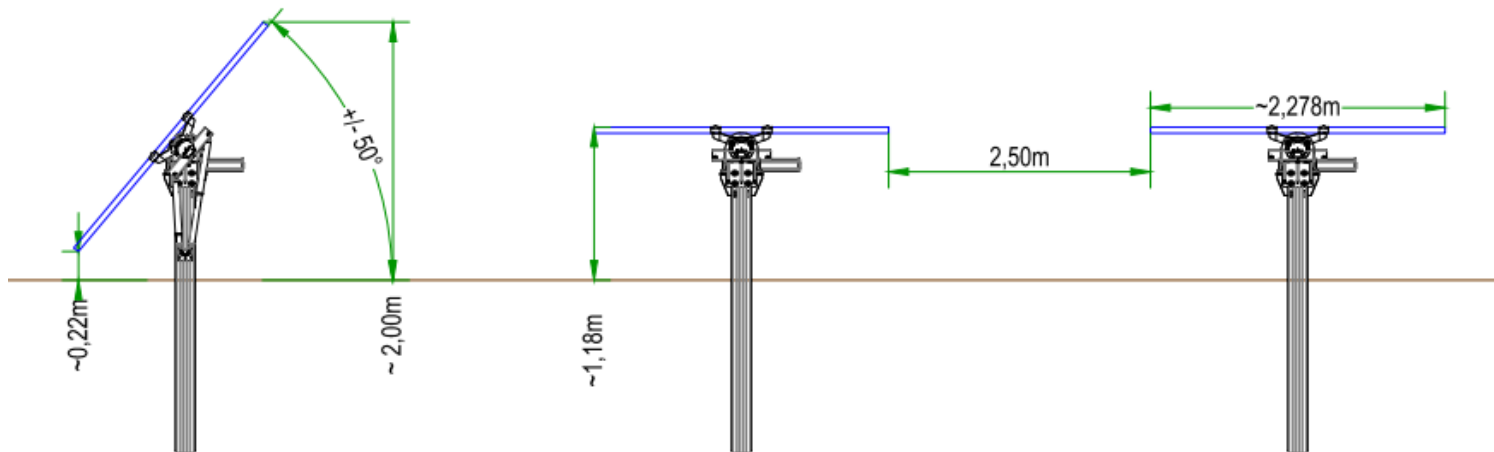
LICHT OP DE BODEM BEREKENINGEN DOOR TNO

- › Reconstructie van het voorgestelde systeem in TNO's software BIGEYE
 - › In de bijlage staat een toelichting over BIGEYE
- › Weerdata gebruikt uit 2021, via NASA website voor Hoogersmilde
- › Zonvolgsysteem optimaliseert de hoek van het systeem zodat maximaal zon opgevangen wordt
 - › Maar ook te allen tijde schaduw van de ene tafel op de volgende voorkomen wordt: zogeheten back-tracking
- › Berekening van de verdeling van licht en schaduw op de bodem tussen, onder en rondom de zonvolgsysteem
 - › Zowel (direct) zonlicht als ook (diffuus) licht van wolken en/of blauwe hemel
 - › Voor alle tijdstappen in een jaar, elk uur dat de zon boven de horizon is
 - › Voor alle punten op de bodem, gemiddeld 6 punten per meter

› GROENLEVEN WESTERVELD ZONVOLGSTEEM

LICHT OP DE BODEM BEREKENINGEN DOOR TNO

- › De afmetingen van het zonvolgsysteem waarmee gerekend is staan hieronder
- › Het veld ligt 27° naar het oosten gedraaid, de trackers lopen van ZZW naar NNO



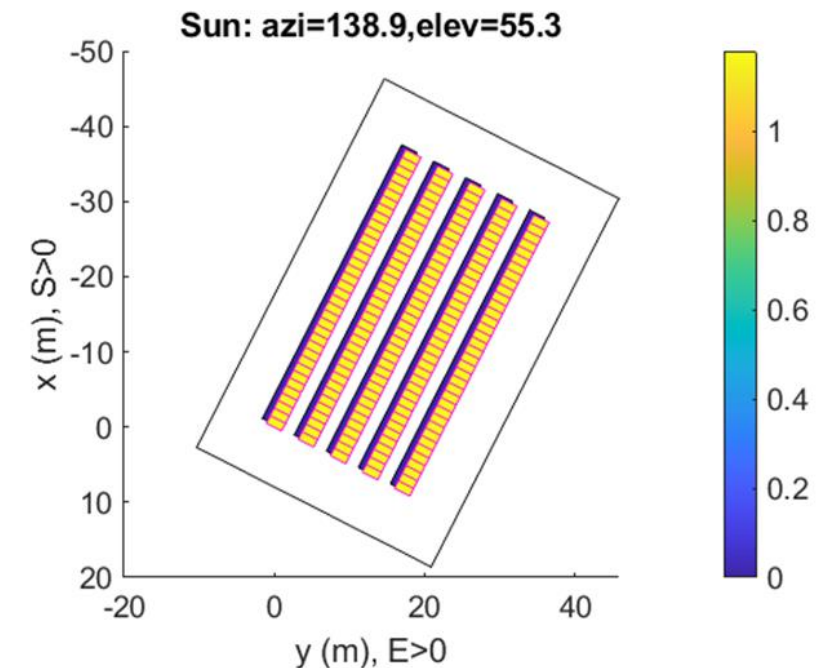
› SCHADUW OP BODEM IN DE VROEGE MIDDAG

- Wij hebben de zonpositie voor de locatie genomen voor drie dagen en drie tijdstippen
 - 21 juni, midzomer om 12:00, 14:00 en 16:00
 - 21 maart, begin van de lente om 13:00, 14:00 en 15:00
 - 21 december, midwinter om 13:00, 14:00 en 15:00
- 21 september heeft min of meer dezelfde zonstanden als 21 maart
- Het groeiseizoen voor de meeste bodemvegetatie loopt van ongeveer maart tot en met oktober
- 21 december is daarom minder relevant voor de kwaliteit van de bodem en de vegetatie

› SCHADUW OP BODEM IN DE VROEGE MIDDAG

TOELICHTING OP DE FIGUREN

- Noord is boven, oost is rechts
- De figuren kijken recht van boven naar de panelen en de bodem tussen de panelen
 - De panelen zijn geel met rode randen
 - De schaduw op de bodem zijn de donkerblauwe vlakken
- De zon positie voor een tijd en dag in het jaar wordt aangegeven met “azi” wat staat voor azimuth, de richting van de zon en “elev” wat staat voor elevation, de hoogte van de zon
 - azi 180° is zuid, 90° is oost, 225° is zuidwest, etc.
 - elev 0° zon is op de horizon, 90° zon komt recht van boven



› SCHADUW OP BODEM IN DE VROEGE MIDDAG

OP 21 JUNI OM 12:00, 14:00 EN 16:00

Op 21 juni krijgt de strook tussen de zonvolgsystemen gedurende vele uren direct zonlicht

Er is dan geen schaduw op de stroken tussen de zonnepanelen

Open veld 741 W/m²

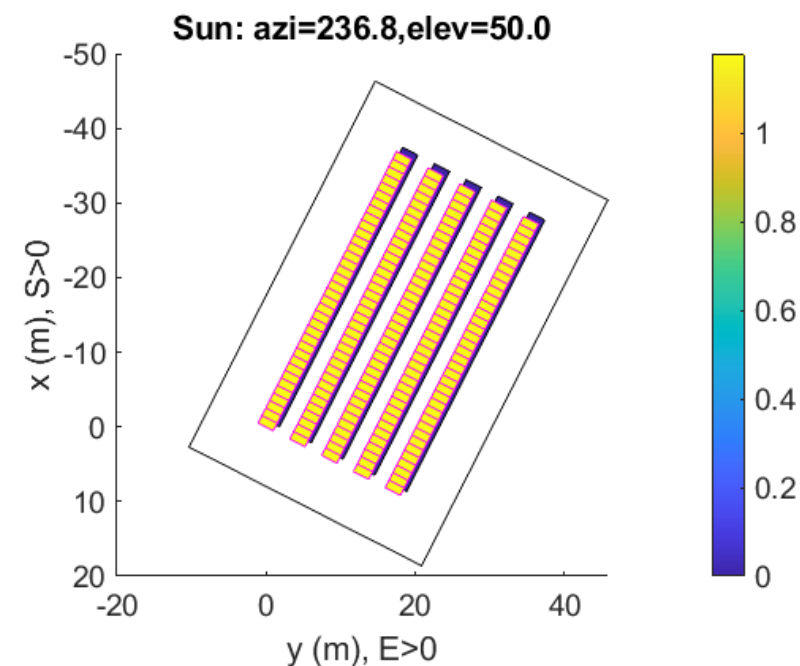
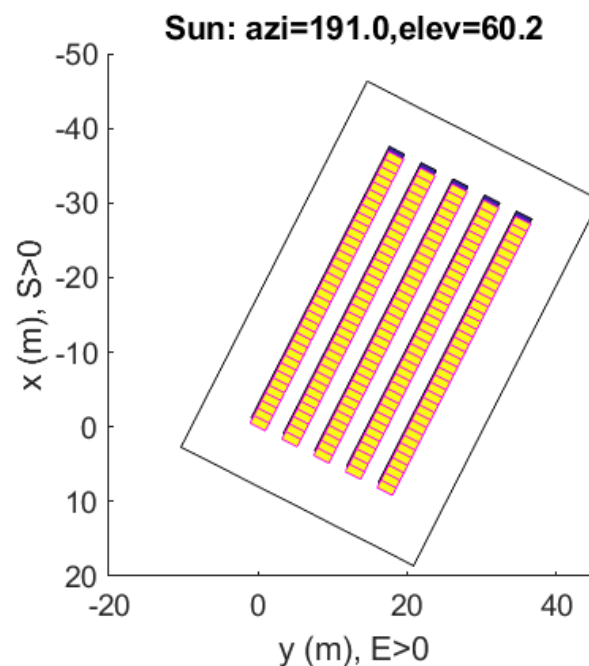
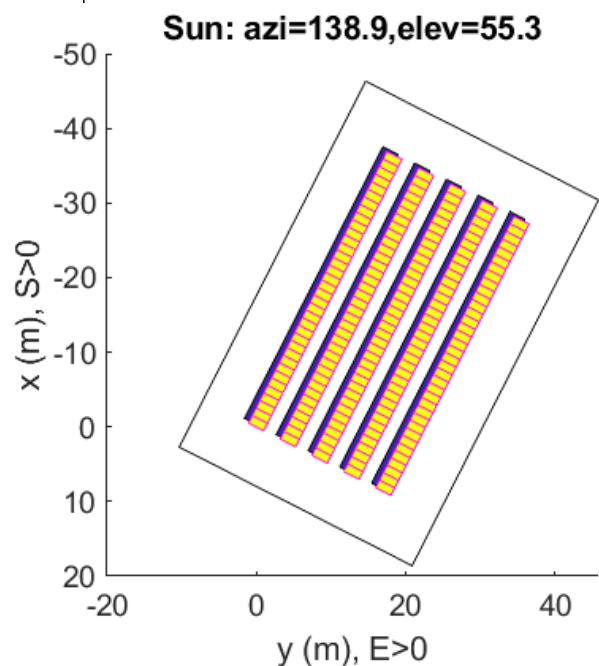
701 W/m²

501 W/m²

Tussenstrook 730 W/m²

677 W/m²

436 W/m²



› SCHADUW OP BODEM IN DE VROEGE MIDDAG

OP 21 MAART OM 13:00, 14:00 EN 15:00

Op 21 maart krijgt de strook tussen de zonvolgsystemen gedurende een aantal uren direct zonlicht

Er is dan geen schaduw op de stroken tussen de zonnepanelen

Open veld 579 W/m²

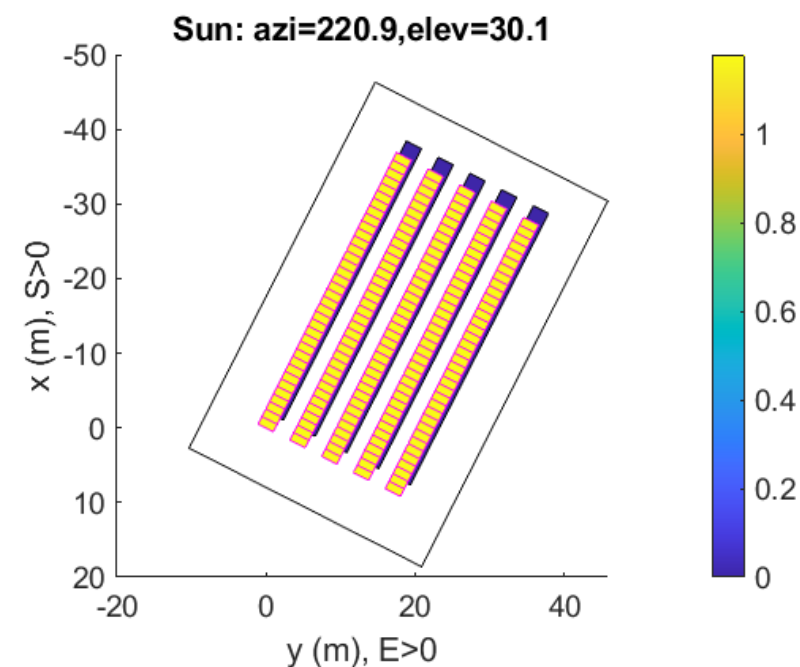
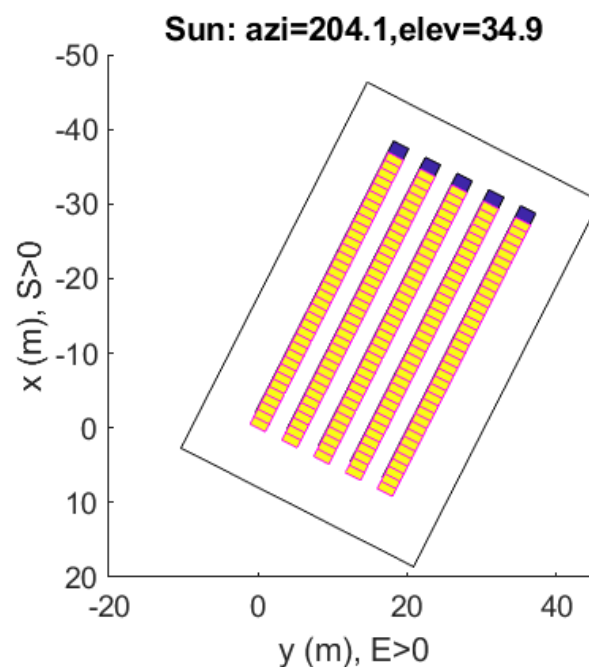
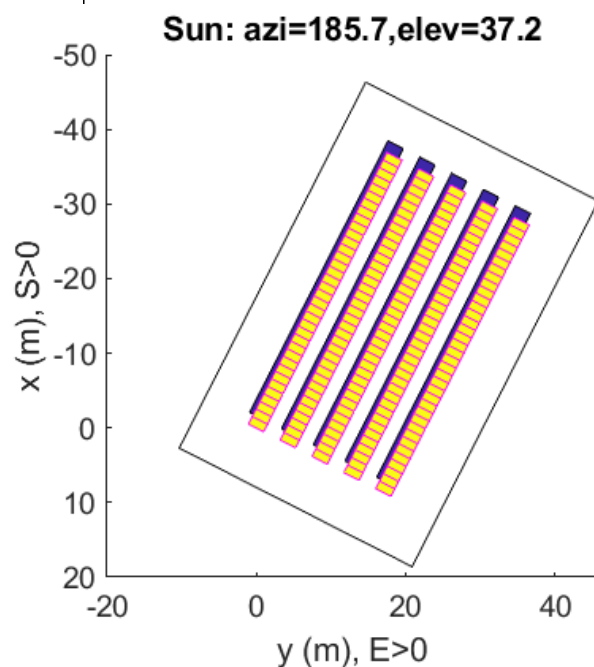
510 W/m²

392 W/m²

Tussenstrook 569 W/m²

482 W/m²

313 W/m²



› SCHADUW OP BODEM IN DE VROEGE MIDDAG OP 21 DECEMBER OM 13:00, 14:00 EN 15:00

Zelfs op 21 december krijgt de strook tussen de zonvolgsystemen nog direct zonlicht

Open veld 209 W/m²

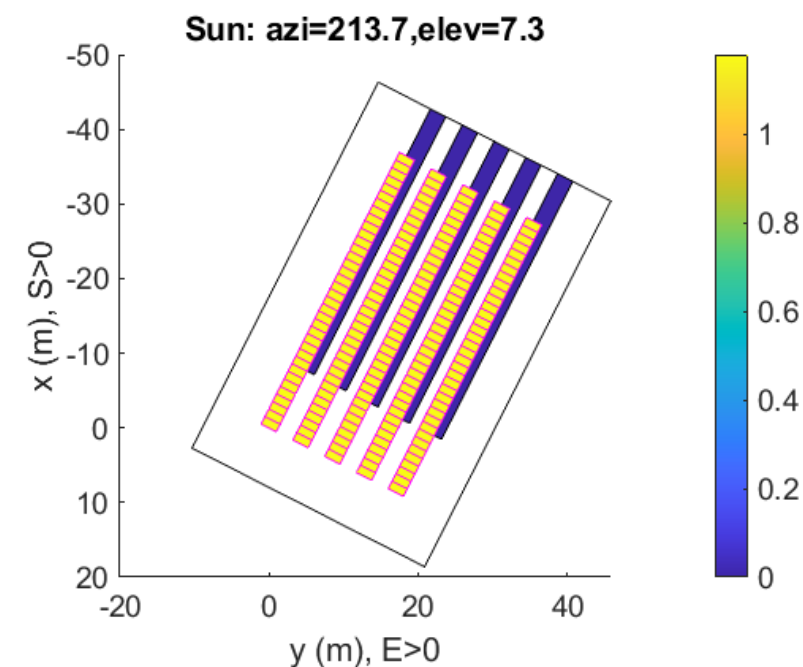
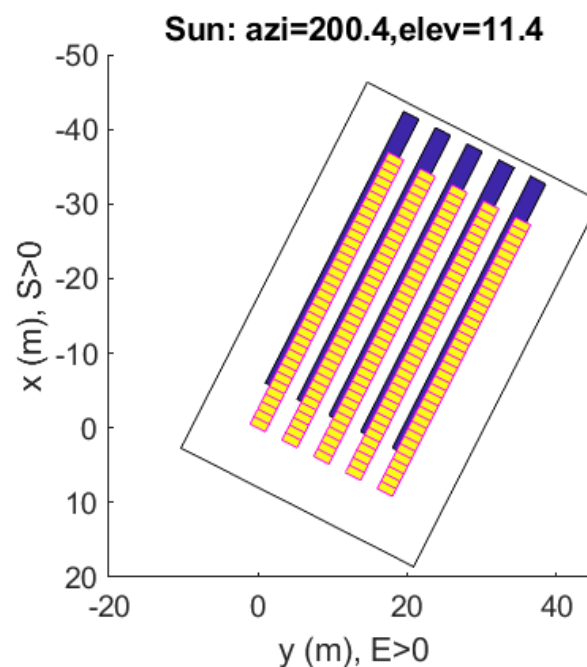
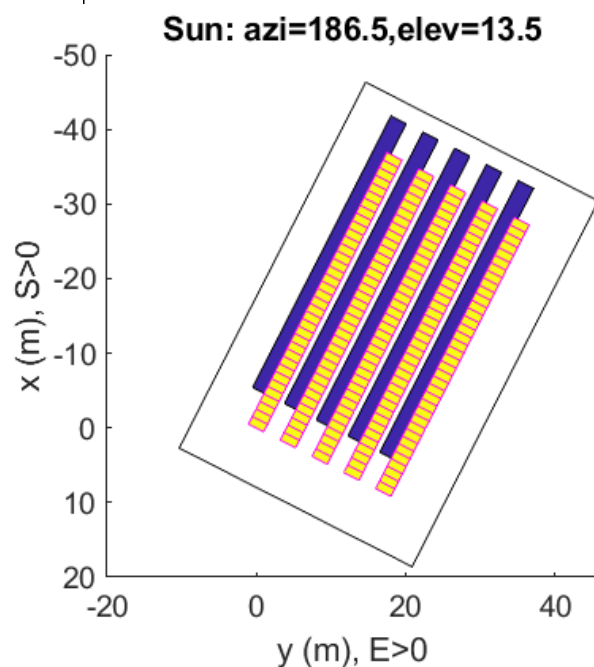
146 W/m²

58 W/m²

Tussenstrook 20 W/m²

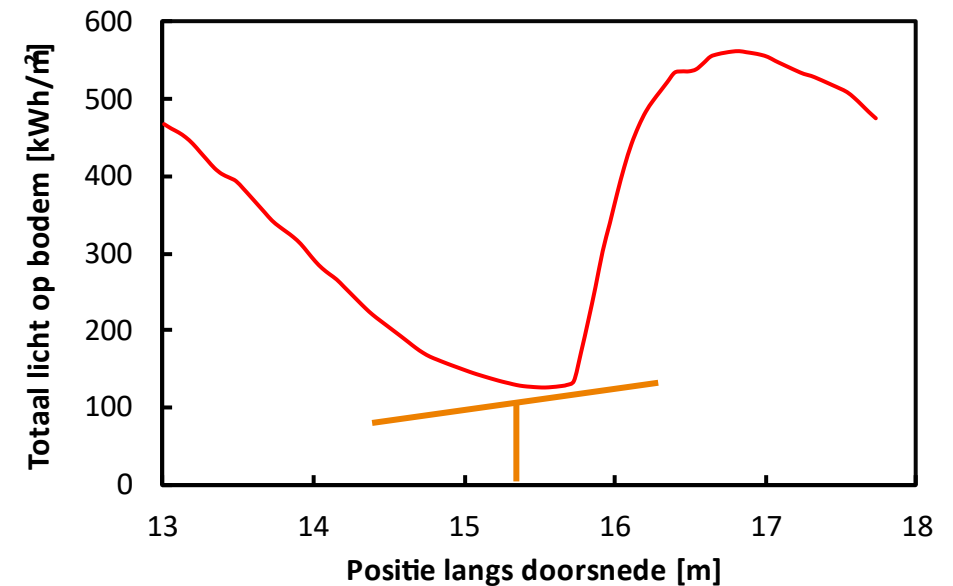
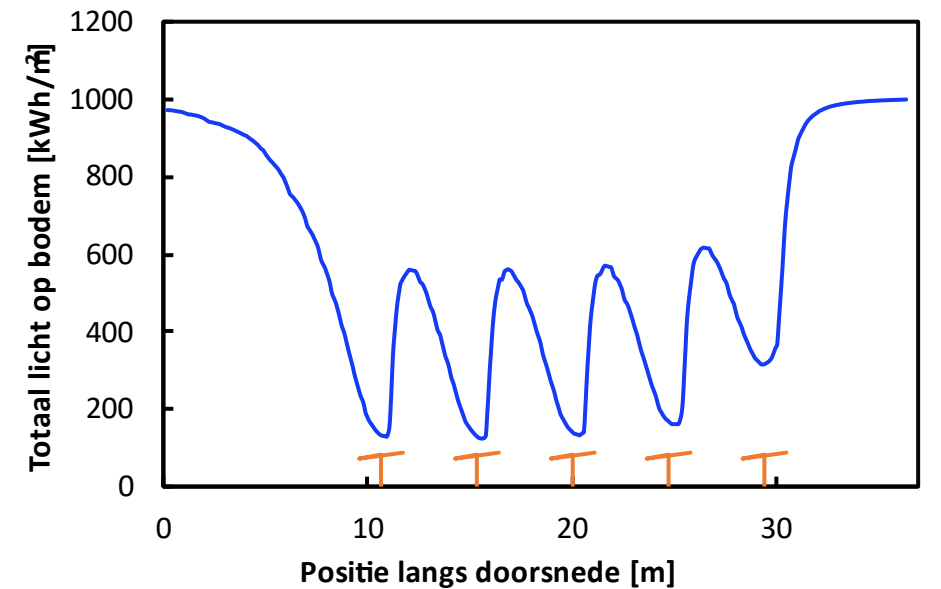
76 W/m²

43 W/m²



PROFIEL VAN LICHT OP DE BODEM DWARSDOORSNEDE DOOR EEN SYSTEEM MET VIJF TRACKERS

- Doorsnede loopt van WNW naar OZO, van 0 m tot 36 m
- Positie van de trackers is ingetekend met een willekeurige hoek voor de tafels
- Er is een afwisseling van stroken met meer en met minder licht
- De stroken met minder licht bevinden zich op de posities van de zonvolgsystemen

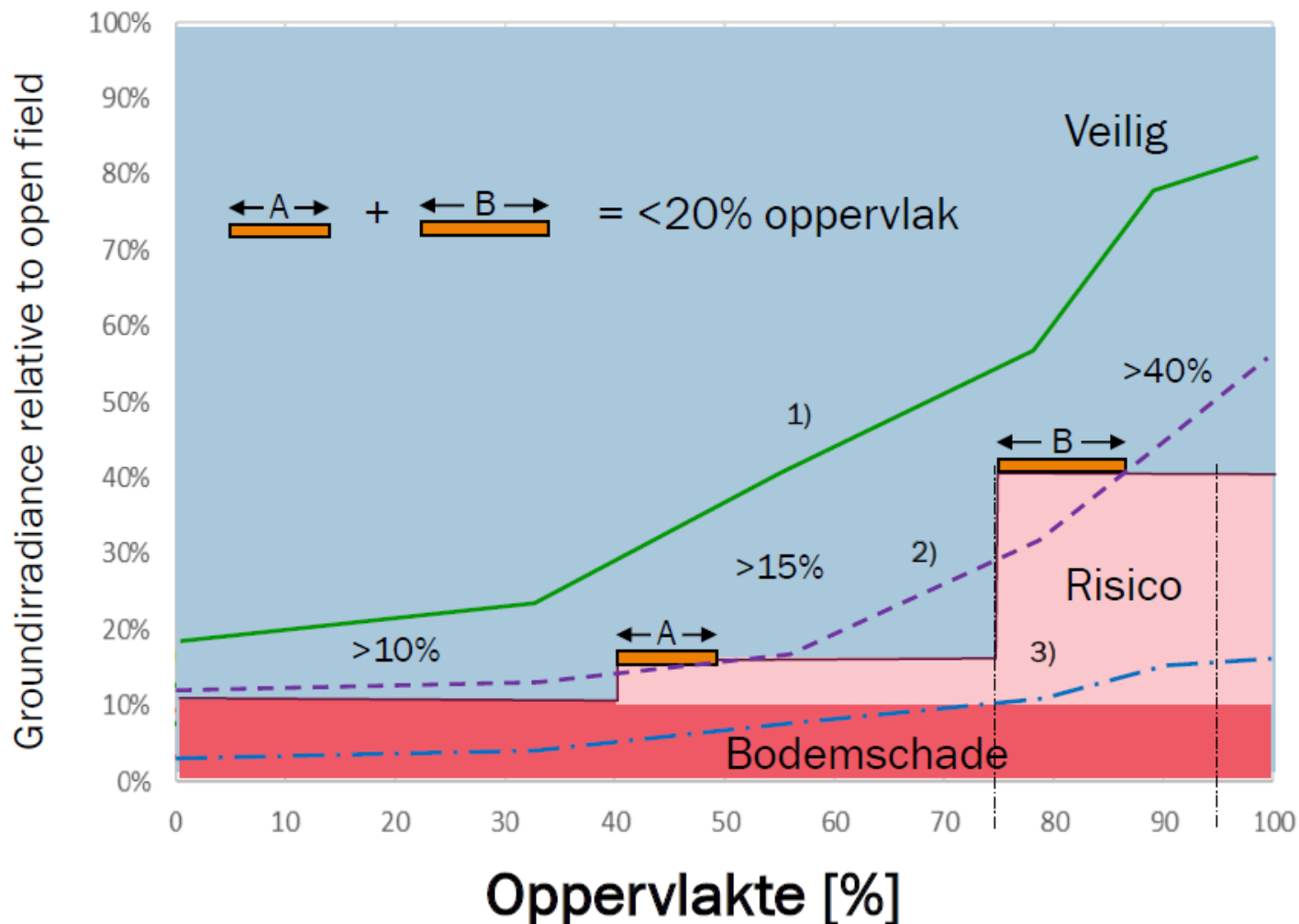


› TOETS VOOR VOLDOENDE LICHT OP BODEM – WUR/TNO

KORTE INTRODUCTIE

- WUR en TNO hebben een groot aantal zonneparken bezocht
- Vegetatie en bodemkwaliteit onder en tussen de zonnepanelen varieert sterk
- TNO heeft de verdeling van licht/schaduw op de bodem berekend
- Hoeveelheid licht heeft een sterke invloed op kwantiteit en kwaliteit van vegetatie en biodiversiteit
- Deze resultaten hebben tot een aantal ontwerpregels en kwalificaties geleidt
- De regels en kwalificaties worden in de volgende twee pagina's verder toegelicht
- Het ontwerp van GroenLeven voor het zonnepark in Hoogersmilde is volgens deze regels getoets

› REGELS VOOR TOETS VOLDOENDE LICHT OP BODEM KWALIFICATIE VAN ZONNEPARK ONTWERP



Ontwerpkwalificaties

1) Veilig

2) Toelaatbaar met risico

- Alles boven 10%
én
- Tot 20% oppervlakte voldoet niet

3) Ontoelaatbaar

Notitie:

- Toets toepasbaar op grond met lage natuur waarde (bijv. intensieve landbouw)
- Toets is in ontwikkeling

› TOELICHTING OP DE PERCENTAGES

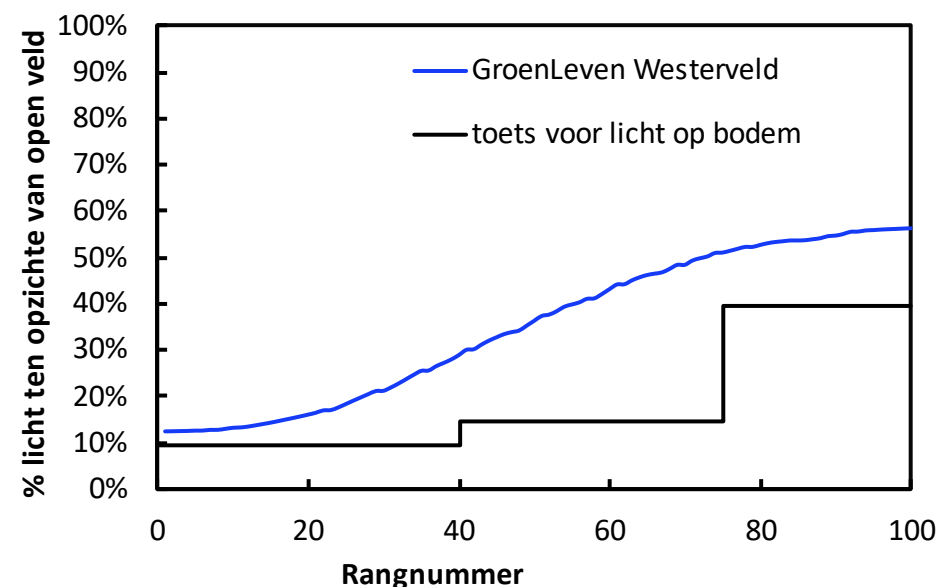
TOETS VOOR VOLDOENDE LICHT OP DE BODEM

- › Minimaal 10% grondinstraling voor 100% van de bodem
 - › Dit is op basis van huidige inzichten minimaal nodig om de bodemkwaliteit niet achteruit te laten gaan. Waarnemingen aan parken met minimale instraling <10% laten een dalend koolstof gehalte in de grond zien.
- › Minimaal 15% instraling voor 60% van de bodem
 - › Deze belichtingsgrens wordt gezien als een duidelijk betere voorwaarde voor vegetatieontwikkeling onder de panelen en wordt in de toets ingezet om een goede marge voor vegetatieontwikkeling onder de panelen te realiseren.
- › Minimaal 40% instraling voor 25% van de bodem
 - › In bestaande parken is de vegetatie tussen paneeltafels veel beter ontwikkeld dan onder de tafels. Dit gegeven wordt in de toets ingebouwd om risico's voor bodemkwaliteit af te dekken die bestaan door de nog onbekende langetermijneffecten. De verwachting is dat bij tenminste 40% van de openveldinstraling de groei en diversiteit van de vegetatie voldoende zijn om onverwachte nadelige gevolgen in de donkere gebieden op de lange termijn op te vangen.

› TOETS VOOR LICHT OP DE BODEM – WUR/TNO PUBLICATIE

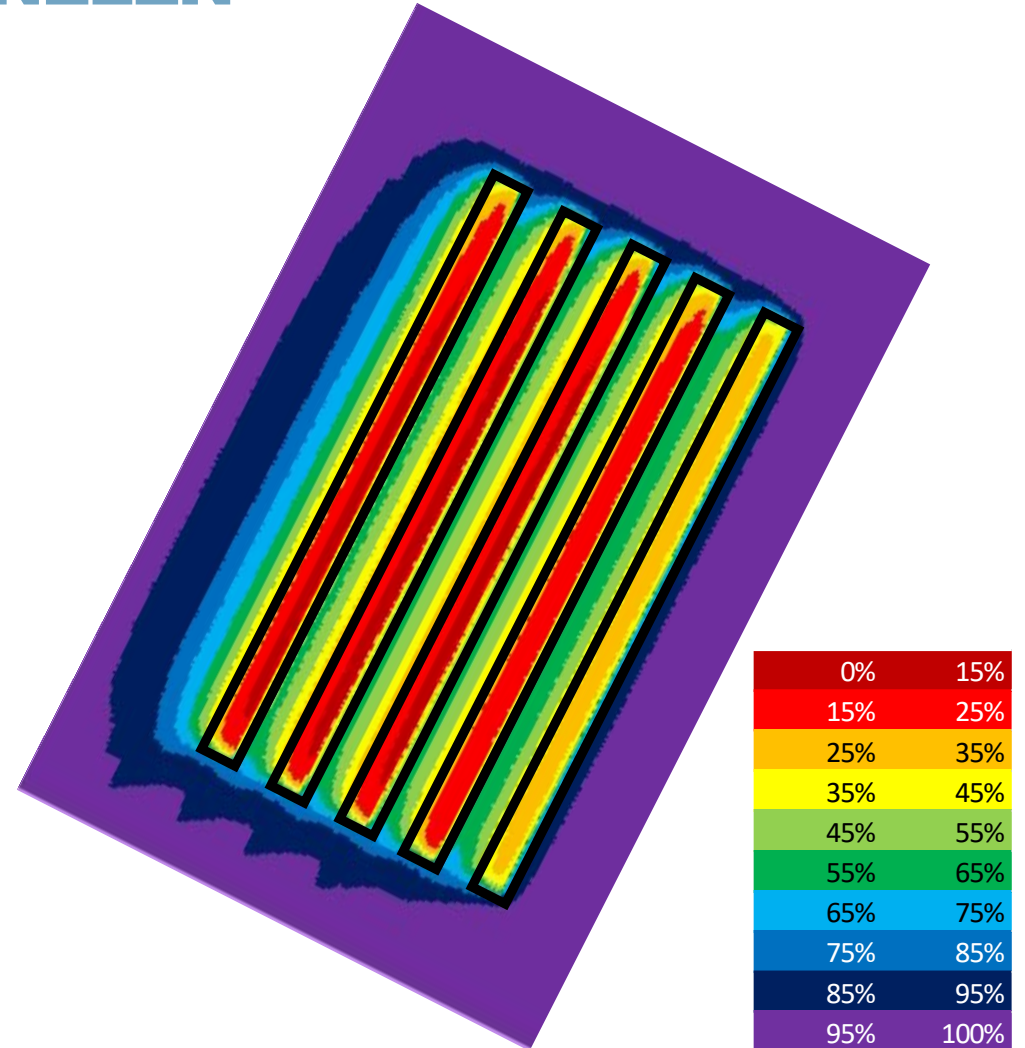
GEORDENDE RELATIEVE INSTRALING

- De toets geeft aan wat de minimale, relatieve hoeveelheid licht op de bodem moet zijn voor behoud van bodemkwaliteit, bodemleven en enige biodiversiteit
- Het huidige ontwerp zit boven de door de Wageningen Universiteit en TNO vastgestelde minimale hoeveelheid licht



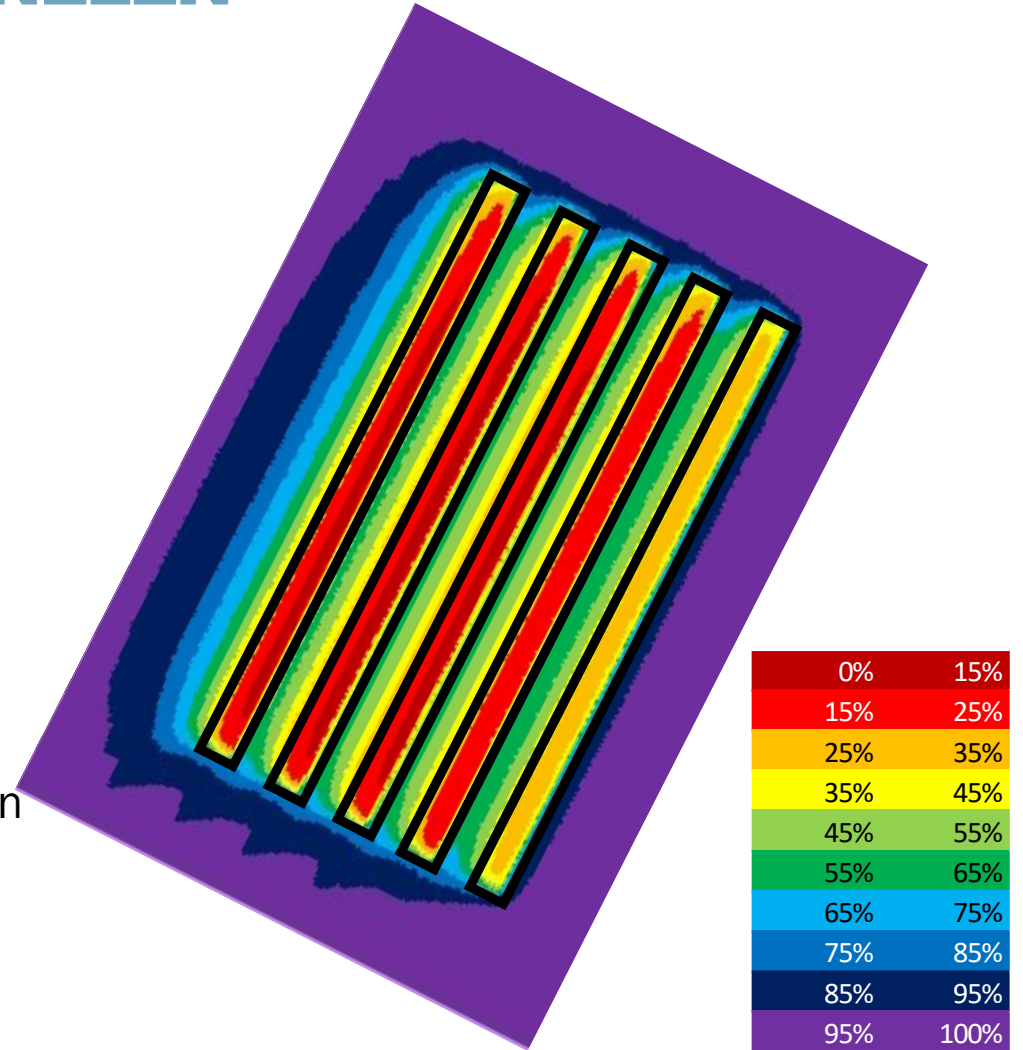
› TOTALE HOEVEELHEID LICHT OP DE BODEM ONDER EN RONDOM DE ZONNEPANELEN

- De figuur geeft de totale hoeveelheid licht tussen en rondom de zonnepanelen
- Over het hele jaar opgeteld en gerelateerd aan het licht in het open veld
- Open veld licht is 100%, tussen de rijen panelen zien we geel en groen
- De hoeveelheid licht tussen de panelen is dus meer dan 35% van het open veld
- op veel posities zelfs meer dan 55%



› TOTALE HOEVEELHEID LICHT OP DE BODEM ONDER EN RONDOM DE ZONNEPANELEN

- Tussen de panelen meer dan 35% tot meer dan 55% licht
Is dat voldoende voor vegetatie?
- De perkplantjes/frambozen direct naast een schutting in een tuin op het zuiden krijgen ook max 50% licht, al het licht uit het oosten (of westen) wordt door schutting/heg weggenomen
- Veel planten hebben geen behoefte aan 100% licht en de bijkomende hittestress en verlies aan water
- Denk aan vegetatie in een bos of bomenrij groeit: deze planten staan zeer regelmatig in de schaduw van de bomen
- En de variatie van deels open veld en deels half-schaduw zorgt juist voor meer biodiversiteit, sommige planten gedijen in de volle zon, andere in een beschutte locatie



› CONCLUSIES ZONNEPARK BOSWEG HOOGERSMILDE

- Onder de zonnepanelen valt gedurende de dag schaduw
De stroken onder de zonnepanelen zijn aan te merken als schaduwstroken
- Op de stroken tussen de zonnepanelen valt gedurende een aantal uren van de dag direct zonlicht
De stroken tussen de zonnepanelen zijn niet aan te merken als schaduwstroken
- Gedurende het gehele jaar over alle uren valt tussen de panelen vergeleken met een open veld meer dan 35% van het licht en op veel plekken meer dan 55% van het licht op de bodem
- Het ontwerp van de opstelling van de zonnepanelen krijgt de kwalificatie “veilig” voor de toets voor voldoende licht op de bodem
Hierbij worden zowel de schaduwstroken als de overige stroken meegenomen

› BIJLAGE: TOELICHTING OP BIGEYE

- BIGEYE is een software pakket dat TNO ontwikkeld heeft om lichtverdeling over bodem, panelen en andere objecten, temperatuur van zonnepanelen en energieopbrengst van een zonnepark te berekenen met een- of tweezijdige zonnepanelen die wel of niet deels licht doorlaten
- BIGEYE is daarmee verder ontwikkeld vergeleken met industrie standaard software als Pvsyst
 - Pvsyst geeft het licht op de bodem als een (1) getal, waar BIGEYE dit geeft voor elk punt op de bodem en voor elk tijdstap
- BIGEYE is gebruikt voor onderzoek naar licht op de bodem in opdracht van het College van Rijksadviseurs. Het college heeft BIGEYE data en figuren opgenomen in haar rapport “sturen op meervoudige doelen”
- In een vergelijking met alternatieve software door een Zwitserse universiteit deed BIGEYE het beter, met name voor minder standaard opstellingen in minder-zonnige omstandigheden

[Advies over een grootschalig zonnepark in de Noordoostpolder](#) | [Publicatie](#) | [College van Rijksadviseurs](#)

› BIJLAGE: TOELICHTING OP BIGEYE

- BIGEYE berekent direct zonlicht (1) op de zonnepanelen maar ook op de bodem (5)
- Daarnaast ook het indirecte (diffuse) licht van wolken (of blauwe hemel) op de panelen (2) en (3) maar ook op de bodem (4)
- Sommige paneeltypes laten deels licht door (6)
- Objecten zoals constructies en elektrakasten beïnvloeden ook de lichtverdeling op panelen en bodem, die kunnen ook in BIGEYE meegenomen worden

