

‘Layman’s report’



Solar Highways

Zonnepanelen als geïntegreerde constructie-elementen in geluidsschermen langs snelwegen

Een veelzijdig onderzoek naar de het ontwerp, bouw en opbrengst van een bifaciaal zonne-geluidsscherm.

Dit project werd uitgevoerd tussen 1 Juni 2014 en 30 juni 2020 door Rijkswaterstaat en TNO met een subsidie van de Europese Commissie binnen het LIFE+ programma.

Auteur:
Minne de Jong
Juni 2020



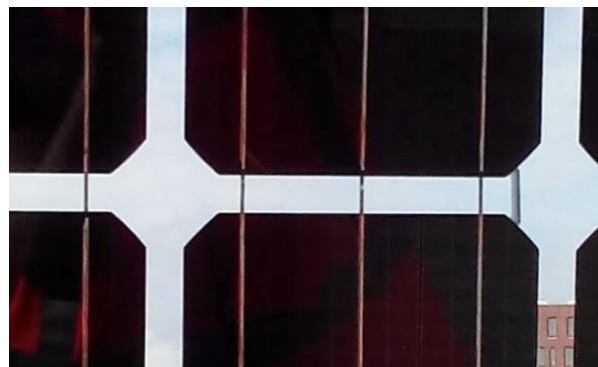
Een uniek project

Nederland en Europa staan voor een geweldige opgave om de uitstoot van broeikasgassen een halt toe te roepen. De opwekking van duurzame zonne-energie maakt deel uit van de oplossing. De opwekking van zonne-energie gaat gepaard met het gebruik van veel oppervlakte. In dichtbevolkte gebieden is ruimte schaars. Daarom is het meervoudig gebruik van oppervlakte voor de opwekking van zonne-energie een aantrekkelijke optie.

Een goed voorbeeld van dubbel ruimtegebruik is het plaatsen van zonnepanelen op daken, zoals op woningen, maar ook op grote bedrijfspanden of boerenschuren. Ook de infrastructuur biedt kansen voor dubbel gebruik van ruimte. Je kunt hierbij denken aan berm, klaverbladen, in het wegdek zelf, maar ook aan geluidsschermen. In Nederland staat ongeveer 1500 km geluidsschermen langs wegen, die gebruikt zou kunnen worden voor het opwekken van zonne-energie. Het potentieel in Europa is uiteraard nog veel groter. Denk daarbij ook aan geluidsschermen langs spoorlijnen.

Bifaciaal geluidsscherm

Waar systemen met zonnepanelen zo worden gebouwd dat ze zo veel mogelijk licht vangen, volgt een geluidsscherm de oriëntatie van de weg. Een zonne-geluidsscherm heeft daarom niet altijd de beste oriëntatie voor het opwekken van energie. Met een dubbelzijdig of *bifaciaal* systeem is de opbrengst veel minder afhankelijk van de oriëntatie van het systeem. Daarom is zo'n systeem zeer interessant voor geluidsschermen. Een bifaciaal systeem maakt gebruik van zonnecellen die van twee kanten licht kunnen opvangen en omzetten in elektriciteit.



Het zonne-geluidsscherm in Uden



Het resultaat van dit project mag er zijn! In Uden langs de A50, bouwden we een bifaciaal zonne-geluidsscherm van 400 meter lang en 5 meter hoog. De bovenste 4 meter werd uitgevoerd als zonne-geluidsscherm.

Veel zonnepanelen zijn gericht op het zuiden, om zo het meeste zonlicht op te vangen. Echter, de A50 in Uden loopt van het zuiden naar het noorden. Daardoor 'kijkt' het geluidsscherm naar het oosten en het westen. Door het gebruik van bifaciale zonnecellen wordt het zonlicht in de ochtend- én de avonden omgezet in elektriciteit. Op deze manier wordt minstens zoveel energie opgewekt als door een zonne-geluidsscherm dat gericht staat op het zuiden.

Dit is niet het eerste project in Nederland waarbij zonnepanelen en geluidsschermen worden gecombineerd, maar bij eerdere projecten werden standaard zonnepanelen op een geluidsscherm geplaatst. Nieuw aan het Solar Highways project is dat we gebruik maken van geïntegreerde zonnepanelen die deel zijn van de constructie. Op deze manier hebben de zonnepanelen een dubbele functie: Ze houden het geluid tegen én ze wekken duurzame stroom op.

Samen kom je verder!

Zo'n geluidsscherm was op deze schaal nog nooit gebouwd. Om het project tot een succes te maken, sloegen TNO en Rijkswaterstaat (RWS) de handen ineen. Rijkswaterstaat had de leiding in dit project en zorgde voor de geluidswerende functie van het zonne-geluidsscherm. TNO heeft ruime ervaring met zonne-energie en hielp Rijkswaterstaat bij het uitvoeren van het project. TNO ontwierp, bouwde en testte een onderzoeksprototype van het zonne-geluidsscherm en maakte een referentie-ontwerp voor het scherm in Uden. Dit hielp RWS bij de aanbesteding van het scherm in Uden. Vervolgens heeft TNO na de oplevering de energieopbrengst van het zonne-geluidsscherm 18 maanden gemeten en geanalyseerd. Door deze metingen te koppelen aan metingen van de zoninstraling, kan er een analyse gemaakt worden van de prestaties van het systeem. Deze informatie is belangrijk om in de toekomst een goede inschatting te kunnen maken van de energieprestaties en financiële opbrengst van toekomstige zonne-geluidsschermen.

De aanbesteding en bouw

De opdracht voor de bouw van het scherm is vergund in een aanbestedingsprocedure. Door het gebruik van speciale selectiecriteria werden bedrijven uitgedaagd om in te schrijven met een innovatief ontwerp. Uiteraard speelde de prijs ook een belangrijke rol.

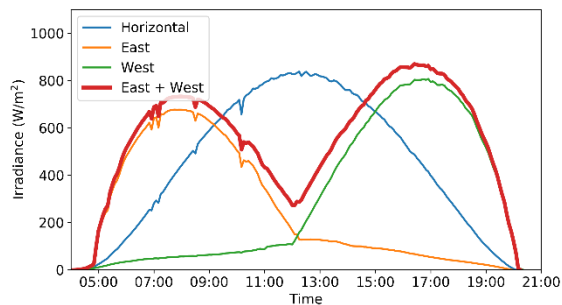


Na de beoordeling van de ingediende voorstellen is de opdracht aan Heijmans Infra B.V. gegund. Heijmans liet in het ontwerp zien aandacht te hebben besteed aan verschillende innovatieve aspecten. Door een slim vlakontwerp werd de invloed van schaduw geminimaliseerd, in combinatie met slimme elektronica, die ook bijdroeg aan de elektrische veiligheid van het ontwerp.

Begin 2018 werd het oude geluidsscherm weggehaald (om elders hergebruikt te worden). In de zomer van dat jaar werd de fundering geplaatst en in het najaar werd het scherm opgebouwd. Aan het eind van november werd de eerste duurzame stroom geproduceerd. Op 18 februari 2019 werd de installatie officieel in gebruik genomen door de minister van Infrastructuur en Waterstaat.



Een mooie opbrengst!

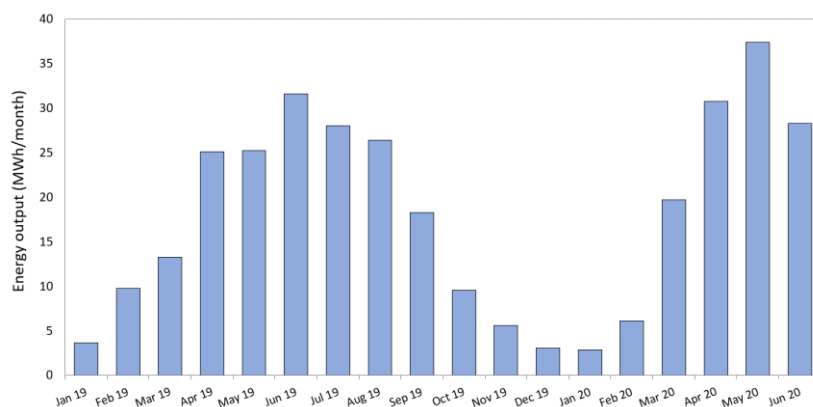


Anders dan de meeste zonnepanelen staan de panelen in deze installatie recht op. Omdat de zonnecellen dubbelzijdig zijn, zijn ze gericht op het oosten en westen. Dat betekent dat als de zon opkomt in het oosten, er meteen vol op de panelen wordt geschoten. Gedurende de dag schuift de zon langzaam naar het westen, zodat rond het middaguur de zon evenwijdig staat met het scherm en er niet veel licht op beide kanten valt. 's Avonds, bij zonsondergang, schijnt de zon

weer recht op de westzijde van het scherm. De grafiek hierboven laat zien wat dat betekent voor de instraling over de dag: Er ontstaat een instralingscurve met een dubbele piek. Een piek in de ochtend en een piek in de namiddag. Hierdoor heeft ook de elektriciteitsopbrengst van het scherm een piek in de ochtend en een piek in de namiddag. Dit is anders dan een conventioneel zonne-energiesysteem, dat één piek geeft, die midden op de dag valt.

		Opbrengst [kWh/m ²]	Opbrengst [MWh]	#Huishoudens	km elektrisch rijden	Vermeden CO ₂ uitstoot	#km wegverlichting
400 m	Solar Highways	129	203	67	1 miljoen km	95 ton	14
1500 km	Alle geluidsschermen in NL	129	750,000	250,000	3750 miljoen km	360 kton	50,000

Na de bouw heeft TNO de opbrengst anderhalf jaar nauwkeurig gemeten. In het eerste jaar is er 203 MWh (203 duizend kWh) opgewekt. Dat is genoeg om ongeveer 67 huishoudens een jaar lang van elektriciteit te voorzien. Er kan ook 1 miljoen km mee worden gereden met een elektrische auto, of 14 km snelwegverlichting een jaar van stroom worden voorzien.

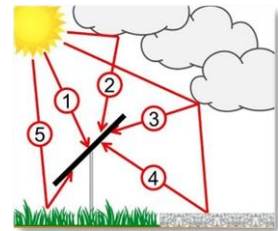


Als alle geluidsschermen langs wegen in Nederland zouden zijn uitgevoerd als Solar Highways zonnegeluidsscherm, zouden naar schatting 250 duizend huishoudens van duurzame stroom kunnen worden voorzien.

De grafiek hierboven laat de opbrengst van de installatie zien in de eerste 18 maanden dat het scherm in gebruik was. In de wintermaanden wordt veel minder energie opgewekt dan in de zomermaanden. Dat is ook zo bij gewone zonnepanelen, maar bij deze verticale opstelling is het verschil tussen zomer en winter nog groter. Bij elkaar is de opbrengst voor deze dubbelzijdige opstelling, gericht op het oosten en het westen, per geïnstalleerd vermogen vergelijkbaar met een installatie die op het zuiden gericht staat.

Hogere opbrengst door een lichte omgeving

Zonnepanelen zetten niet alleen licht dat direct van de zon komt (① in het plaatje) om in elektriciteit, maar ook zogenaamd diffuus licht. Dit diffuus of indirect licht (② t/m ⑤) is het licht dat niet rechtstreeks van de zon komt, maar eerst is gereflecteerd aan bijvoorbeeld wolken of een oppervlak op de grond, zoals gras of gebouwen. Wanneer de omgeving lichter van kleur is, kan meer gereflecteerd licht de zonnepanelen bereiken en meer energie worden opgewekt. Om dat effect te onderzoeken hebben we bij een deel van het scherm het talud aan de achterkant van het geluidsscherm bekleed met lichtgrijze tegels. Deze tegels reflecteren ongeveer 50% van het licht terwijl gras maar ongeveer 25% van het licht weerkaatst.



Uit metingen blijkt dat de opbrengst door het plaatsen van een lichtere ondergrond 3% tot 5% werd verhoogd voor dit deel. Dit effect zou nog kunnen worden vergroot door aan beide kanten van het scherm een lichtgekleurde taludbekleding te plaatsen. Op deze manier kan met dezelfde zonnepanelen meer duurzame energie worden opgewekt!

De kosten voor onderhoud vallen mee



Voor wegbeheerders is het belangrijk om inzicht te hebben in de kosten en extra werk als ze een zonne-geluidsscherm in beheer krijgen. Vooral de kosten voor reiniging zijn onzeker. Om daar meer inzicht in te krijgen, hebben we in dit project onderzoek gedaan of reiniging van de zonnepanelen in het geluidsscherm nuttig is. Om dat te onderzoeken hebben we het scherm onderverdeeld in verschillende vakken. Vijf identieke vlakken, de zogenaamde proefvlakken, hebben we op een verschillende manier schoongemaakt. Van sommige vlakken hebben we alleen de stille kant schoongemaakt, van andere vlakken alleen de wegzijde of beide zijden. Ook hebben we sommige vlakken één keer per jaar schoongemaakt, terwijl we andere vlakken twee keer per jaar schoonmaakten. Door de elektriciteitsopbrengst van de verschillende vlakken met elkaar te vergelijken, konden we vaststellen of de verschillende reinigingsmethoden hebben geleid tot meer opbrengst, en hoeveel.

De verschillende manieren van schoonmaken hebben niet geleid tot een meetbaar verschil in opbrengst. Daarom is het vanuit het oogpunt van de energieopbrengst niet nodig om het scherm schoon te maken. Uiteraard kunnen er andere redenen zijn voor het reinigen van het scherm, zodat het er altijd netjes uitziet.

Vaak wordt er graffiti gespoten op geluidsschermen. Als dat gebeurt op de delen van het scherm met zonnepanelen ziet dat er niet alleen rommelig uit, maar leidt het ook tot minder opbrengst van duurzame energie. Gelukkig hebben we weinig graffiti gezien op het Solar Highways scherm, of bleef het beperkt tot de delen waar geen zonnepanelen zitten, zoals de betonnen plint. Een keer hebben we graffiti aangetroffen op de zonnepanelen, maar die is ook weer snel verwijderd.



Een ander gevaar is vandalisme. Helaas is er geprobeerd het scherm te beschadigen door er objecten tegenaan te gooien. Dat heeft geleid tot een aantal gebroken glasplaten. Onderzoek heeft uitgewezen dat dat geen gevaar oplevert. Het heeft ook niet geleid tot een lagere energieopbrengst.

Investeren in een duurzame toekomst

Een zonne-geluidsscherm is nu nog duurder dan een normaal geluidsscherm, vooral omdat er nog niet veel van gebouwd zijn. Een zonne-geluidsscherm kost niet alleen geld, maar levert ook geld op door de verkoop van de opgewekte stroom. In dit project hebben we onderzocht of we de meerkosten van een zonne-geluidsscherm kunnen terugverdienen met de verkoop van de opgewekte elektriciteit. Voor de pilotstudie in Uden is gebleken dat de aanschafkosten en de kosten voor onderhoud aan het scherm niet kunnen worden terugverdiend met de verkoop van de elektriciteit. Als in de toekomst op grotere schaal zonne-geluidsschermen worden gebouwd, kan de prijs dalen en kan een groter deel van de kosten worden terugverdiend.

Omdat dit een pilotproject is werden er extra kosten gemaakt. Deze kosten worden gedekt door een subsidie van de Europese Commissie in het LIFE+ framework.

Meer informatie

Voor meer informatie kijk op www.solarhighways.eu.