



# Hoogstaande zonnecollectoren faciliteren hoge plantendiversiteit op groendak

Steeds vaker worden groendaken aangelegd met als doel het bevorderen van biodiversiteit in stedelijke gebieden. Helaas is er nog weinig inzicht in de ontwikkeling van de begroeiing op verschillende typen groendaken. Om nieuwe daken succesvol te kunnen aanleggen is het belangrijk om de ontwikkeling van de begroeiing op bestaande daken die op verschillende manieren zijn ingericht te vergelijken. In dit artikel gaan we in op verschillen in begroeiing tussen groendaken met en zonder zonnecollectoren.

Henk-Jan van der Kolk & Petra van den Berg

**Foto 1.** Groendaken met zonnecollectoren (achtergrond) en zonder zonnecollectoren (voorgrond) op het terrein van NIOO-KNAW in de winter. Foto: Eke Hengeveld, december 2018.

Er is tegenwoordig veel aandacht voor het duurzaam inrichten van daken. Dit kan bijvoorbeeld door de plaatsing van zonnepanelen, voorzieningen voor waterberging op het dak, of de aanleg van een groendak (Green Deal Groene Daken, 2019). Voordeel van het aanleggen van een groendak zijn het creëren van groene leefruimte, verhoging van de biodiversiteit en energiebesparing door demping van temperatuureffecten op het onderliggende gebouw (Sinem & Ozden, 2018; Oberndorfer et al., 2007). De verschillende functies van daken kunnen elkaar aanvullen, maar ook concurreren wanneer het gaat om de hoeveelheid beschikbaar dakoppervlak. Dit geldt met name voor groendaken en de plaatsing van zonnepanelen.

Het is echter ook mogelijk om waarden van diverse typen daken te stapelen. Steeds vaker worden groendaken gecombineerd met zonnepanelen of zonnecollectoren. Zonnepanelen (fotovoltaïsche (PV) panelen) zetten zonlicht om in stroom, terwijl zonnecollectoren via zonlicht water opwarmen dat gebruikt kan worden in verwarmingsinstallaties. Inmiddels is het bekend dat zonnepanelen enkele procenten meer opbrengst hebben op groendaken dan op grinddaken (Lamnatou & Chemisana, 2015), doordat zonnepanelen in de zomer beter presteren wanneer de daken

door begroeiing gekoeld worden. Hoewel er verschillende studies bekend zijn over de effecten van de begroeiing op groendaken op opbrengst van zonnepanelen en waterhuishouding (Dunnett et al., 2008; Wolf & Lundholm, 2008), wordt er helaas weinig gemonitord hoe de begroeiing zelf zich ontwikkelt op groene daken. Pas sinds kort worden monitoringsresultaten van begroeiing op daken met zonnepanelen beschreven, maar vooralsnog zonder eenduidige resultaten. Zo werd er op groendaken in het mediterraan gebied geen effect van zonnepanelen op plantendiversiteit gevonden (Schindler et al., 2018), terwijl op groendaken in Londen de vegetatie onder zonnepanelen diverser leek te zijn (Nash et al., 2016).

## Groendaken op het NIOO

Op de gebouwen van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) in Wageningen liggen groendaken die op verschillende manieren ingericht zijn. Een deel van de daken is ingericht als onderzoeksdak. Dit deel kan water bergen en is voorzien van verschillende substraten en substraatdiktes. De andere daken zijn aangelegd met een klassiek sedumdak. In dit artikel vergelijken we de begroeiing op twee daken die gelijktijdig als klassiek

sedumdak aangelegd zijn, maar één waarop er bij aanleg zonnecollectoren zijn geplaatst (NIOO-KNAW Gebouw 7) en één zonder zonnecollectoren (NIOO-KNAW Gebouw 5/6) (foto 1). De groendaken die we vergelijken liggen naast elkaar in een open omgeving zonder beschutting of beschaduwing en zijn identiek opgebouwd. Beide daken zijn in 2010 aangelegd door een mengsel van verschillende soorten sedumsprossen uit te strooien op ongeveer 60mm hoog substraat. Sedumsprossen zijn scheuten van *Sedum* planten die na uitstrooien zelfstandig kunnen vastgroeien in het substraat. Het mengsel bevatte muurpeper, wit vetkruid, tripmadam, Spaans vetkruid (*Sedum hispanicum*), kamtsjatka-muurpeper (*S. kamtschaticum*), zacht vetkruid en roze vetkruid. Het gebruikte substraat is een lichtgewicht substraat dat vaak wordt toegepast voor het creëren van sedumdaken. Het substraat bestaat uit een mengsel van onder andere perliet, kleikorrels, lava, baksteensplit en groenafvalcompost (Optigroen, 2018). Op het zonnecollectordak zijn bij aanleg van het dak hoog staande zonnecollectoren geplaatst (foto 1). De zonnecollectoren hebben een hoek van 25°, en staan aan de zuidzijde 1,10m en aan de noordzijde 2,25m boven het platte dak. In de randzone



Foto 2. Kruidenrijke begroeiing op het dak met zonnecollectoren. Foto: Petra van den Berg, juni 2019.

van beide daken ligt een kiezelstrook. Op het zonnecollectordak liggen ook kiezelstroken aan de voorkanten van de rijen zonnecollectoren (foto 1). In de loop der jaren is het onderhoud op beide daken minimaal geweest. Houtige planten worden enkele malen per jaar handmatig verwijderd en één keer per jaar (na 15 oktober) worden de daken gemaaid en het maaisel afgevoerd.

#### Inventarisatie van de begroeiing

In 2017 en 2018 (7 en 8 jaar na aanleg van de daken) zijn er vegetatieopnamen gemaakt in respectievelijk 12 en 15 permanente kwadranten (1 m<sup>2</sup>) op de groendaken met en zonder zonnecollectoren. De plots liggen op plekken die representatief zijn voor de begroeide

delen van het dak. De bedekking van alle soorten vaatplanten is bij het maken van de vegetatieopnamen in procenten geschat. Daarnaast is de bedekking door mos in elk plot geschat. Uit de gegevens zijn de volgende variabelen berekend en vergeleken tussen daken: Soortenrijkdom (aantal soorten per plot), Shannon diversiteit index, totale bedekking (%), houtige planten bedekking (%), kruiden bedekking (%), gras bedekking (%), *Sedum* bedekking (%) en mos bedekking (%). Om te bepalen of bovengenoemde variabelen significant tussen de daken verschillen is een lineair mixed model analyse toegepast (Bates et al., 2015). Hierbij is gecorrigeerd voor het feit dat dezelfde plots in twee jaar (2017 en 2018) bekeken zijn.

#### Grote verschillen in begroeiing en diversiteit

Op het dak met zonnecollectoren zijn in 2017 en 2018 in totaal respectievelijk 50 en 52 soorten planten aangetroffen in 12 plots (tabel 1). De begroeiing op dit dak is zeer divers en wordt gekenmerkt door een grote variatie van kruiden en loofbomen (foto 2). Soorten die algemeen op het zonnecollectordak voorkomen (minimaal 10 plots) zijn onder andere zachte berk, grauwe wilg, rietorchis, gewoon biggenkruid, jakobskruiskruid, hopklaver en gestreepte witbol. Op het dak zonder zonnecollectoren zijn in 2017 en 2018 in totaal respectievelijk slechts 12 en 15 soorten planten aangetroffen (tabel 1). Het dak wordt gekenmerkt door een dichte *Sedum*-vegetatie met enkele grassen en kruiden (foto 3). Dominante soorten planten op het dak zonder zonnecollectoren zijn wit vetkruid, Spaans vetkruid, zwenkgras (*Festuca spec.*) en hazenpootje. Het verschil in soortenrijkdom op plotniveau tussen de daken is erg groot: op het zonnecollectordak groeiden in 2018 gemiddeld 19 soorten planten in een plot

ZONNECOLLECTOREN	PLOTS	SOORTEN 2017	SOORTEN 2018
Ja	12	50	52
Nee	15	12	15

Tabel 1. Overzicht van het aantal plots en het totaal aantal gevonden plantensoorten in 2017 en 2018 op groendaken met en zonder zonnecollectoren, 7-8 jaar na aanleg.



Foto 3. De begroeiing op het dak zonder zonnecollectoren wordt gedomineerd door Sedum. Foto: Petra van den Berg, juni 2019.

tegenover gemiddeld vijf soorten per plot op het dak zonder zonnecollectoren (fig. 1). De totale bedekking was niet significant verschillend tussen de daken (fig. 1). Wel hadden de plots op het zonnecollectordak een significant hogere bedekking van kruiden, houtige planten en mossen, maar

een lagere bedekking van grassen en *Sedum* (fig. 1).

#### Positief effect van zonnecollectoren via vochtregulering

Op het dak met zonnecollectoren groeien veel soorten kruiden en houtige planten die

kenmerkend zijn voor vochtige grond, zoals rietorchis en grauwe wilg, maar geen soorten die kenmerkend zijn voor schaduw. Dit suggereert dat de beschaduwing door zonnecollectoren niet direct de plantensamenstelling beïnvloedt, maar vooral indirect doordat via afkoeling en verminderde verdamping het substraat vochtiger blijft. Doordat de zonnecollectoren hoog staan, komt er nog steeds voldoende licht op het dak voor groei van kruiden die open standplaatsen prefereren.

*Sedum* ontwikkelt zich echter niet goed onder de zonnecollectoren. In tegenstelling tot andere soorten planten is *Sedum* zeer bestendig tegen droogtestress (Nagase & Dunnett, 2010). Droogteresistentie en afwezigheid van concurrentie van andere vaatplanten is de reden waarom *Sedum* wel floreert op het droge en zonovergoten dak zonder zonnecollectoren.

Het geïnventariseerde dak zonder zonnecollectoren heeft op het oog een vergelijkbare begroeiing met de sedumdaken met een dunne substraatlaag op de andere bijgebouwen van het NIOO. Het is daarmee een typisch voorbeeld van een

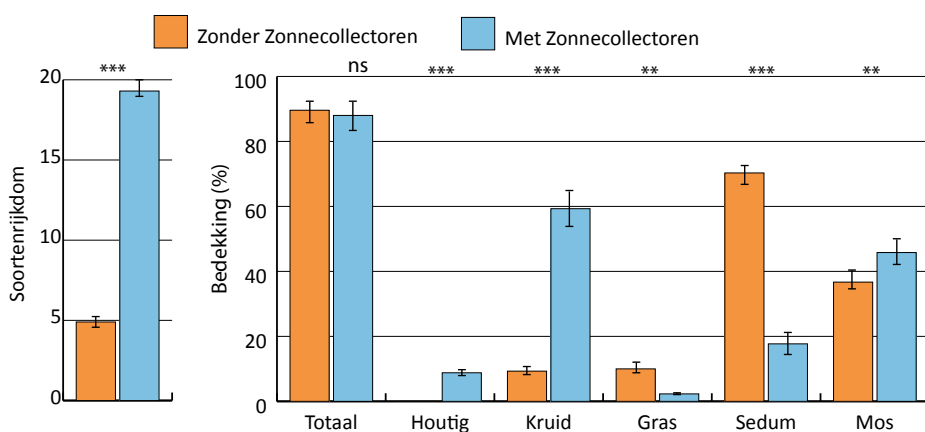


Fig. 1. Gemiddelde soortenrijksdom, totale bedekking, houtige bedekking, kruiden bedekking, gras bedekking, *Sedum* bedekking en mos bedekking in plots op daken met en zonder zonnecollectoren in 2018, 8 jaar na aanleg. Gegevens van 2017 zijn vrijwel identiek. Foutbalken geven standaardfout weer. Significantie: ns = niet significant, \* =  $0.01 \leq P < 0.05$ , \*\* =  $0.001 \leq P < 0.01$ , \*\*\* =  $P < 0.001$ .

'groendak', zoals dat op veel plaatsen in Nederland is aangelegd. De diversiteit in begroeiing op dit soort klassieke sedumdaken kan dus verbeterd worden door combinatie met hooggeplaatste zonnecollectoren. We merken hierbij wel op dat er ook veel andere mogelijkheden zijn om natuurwaarden en biodiversiteit op daken te stimuleren, bijvoorbeeld door het dak in te richten met schaduwrijke plekken, water en een diverse begroeiing (Green Deal Groene Daken, 2019). Zonnepanelen en zonnecollectoren leiden tot ruimteverlies waardoor in het algemeen minder effectief bijgedragen kan worden aan leefruimte en voedselgebied voor vogels en insecten.

### Interactie tussen het dak en omliggende tuinen

De soortenrijkdom op het zonnecollectordak wordt waarschijnlijk deels gefaciliteerd door de hoge diversiteit aan wilde planten in de omliggende tuinen. Voorbeelden van soorten die zich waarschijnlijk vanuit de tuinen op het zonnecollectordak gevestigd hebben, zijn rietorchis en kleverige ogentroost. Beide soorten zijn in de tuinen van Wageningen Universiteit en NIOO-KNAW ingezaaid en komen hier op sommige plekken vrij talrijk voor, net als vele andere soorten kruiden. De kans dat er tijdens de plaatsing van de zonnepanelen soorten zijn geïntroduceerd, is overigens verwaarloosbaar: de zonnepanelen werden geplaatst voordat het groendak werd aangelegd en daarna hadden wind en regen nog even vrij spel. Het bevorderen van diversiteit in de vegetatie op maaiveldniveau kan door migratie dus een positief effect hebben op de plantendiversiteit op het dak. Door een variatie in plantensoorten op maaiveldniveau te combineren met deels beschaduwde en vochtvasthoudende daken zou dan naar verwachting een structuur kunnen ontstaan die beter bijdraagt aan het verhogen van plantendiversiteit in de bebouwde omgeving.

### Stapeling van waarden

Een hoge diversiteit aan vaatplanten kan prima op één dak samengaan met zonnecollectoren. Door de combinatie van zonnecollectoren en begroeiing toe te passen op daken is er sprake van een stapeling van waarden: zowel opwekking van duurzame energie als een verhoging van de plantendiversiteit. Het effect van zonnecollectoren op de plantendiversiteit zal naar verwachting niet verschillen van

het effect van zonnepanelen, mits ze op ongeveer dezelfde manier geplaatst zijn. Een nadeel van groendaken met zonnecollectoren is wel dat er meer onderhoud nodig is, omdat houtige planten sneller opkomen. Voor daken die niet geconstrueerd zijn voor houtige planten is het in het algemeen wenselijk om deze soorten te verwijderen. Voorts is van belang dat het positieve effect van zonnecollectoren op de plantendiversiteit is geconstateerd bij panelen die hoger dan een meter opgesteld staan, waardoor de grond onder de panelen ondanks beschaduwning voldoende licht krijgt. Zonnecollectoren of zonnepanelen die dicht op het dak geplaatst zijn, zullen waarschijnlijk een minder groot of zelfs negatief effect op de begroeiing hebben omdat dan te weinig licht de begroeiing kan bereiken. We willen anderen aanmoedigen om op meer locaties de begroeiing op groendaken in kaart te brengen en waar mogelijk tussen daken te vergelijken.

### Literatuur

- Bates, D., M. Mächler, B. Bolker & S. Walker, 2015.** Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1): 1-48.
- Dunnett, N., A. Nagase., R. Booth & P. Grime, 2008.** Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments. *Urban Ecosystems* 11(4): 385-398.
- Green Deal Groene Daken, 2019.** Handreiking natuurdaken. [www.greendealgroenedaken.nl](http://www.greendealgroenedaken.nl). (publicatiedatum maart 2019).
- Lamnatou, C. & D. Chemisana, 2015.** A critical analysis of factors affecting photovoltaic-green roof performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 43: 264-280.
- Nagase, A. & N. Dunnett, 2010.** Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: effects of watering and diversity. *Landscape and urban planning* 97(4): 318-327.
- Nash, C., J. Clough, D. Gedge, R. Lindsay, D. Newport, M.A. Ciupala & S. Connop, 2016.** Initial insights on the biodiversity potential of biosolar roofs: a London Olympic Park green roof case study. *Israel Journal of Ecology & Evolution* 62(1-2): 74-87.
- Oberndorfer, E., J. Lundholm, B. Bass, R.R. Coffman, H. Doshi, N. Dunnett, S. Gaffin, M. Köhler, K.K.Y. Liu & B. Rowe, 2007.** Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions and services. *BioScience* 57(10): 823-833.
- Optigroen, 2018.** Optigrün Substraat E-L. [www.optigroen.nl/producten/substraten/optigruen-substraat-e-l/](http://www.optigroen.nl/producten/substraten/optigruen-substraat-e-l/). Geraadpleegd op 18 december 2018.
- Schindler, B.Y., L. Blaustein, R. Lotan, H.**

**Shalom, G.J. Kadas & M. Seifan, 2018.** Green roof and photovoltaic panel integration: effects on plant and arthropod diversity and electricity production. *Journal of environmental management* 225: 288-299.

**Shannon, C.E., 1948.** A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal* 27(3): 379-423.

**Sinem, Y. & O. Ozden, 2018.** Positive effects of vegetation: Biodiversity and extensive green roofs for Mediterranean climate. *International Journal of Advanced and Applied Sciences* 5(10): 87-92.

**Wolf, D. & J.T. Lundholm, 2008.** Water uptake in green roof microcosms: effects of plant species and water availability. *Ecological Engineering* 33(2): 179-186.

### Summary

#### Solar collectors facilitate high plant diversity on green roofs

We compared the vegetation on green sedum roofs with and without solar thermal collectors, 7 and 8 years after construction. The vegetation on the roof with solar collectors harboured a much higher plant species richness and diversity, particularly for weeds and woody plants, than the roof without solar thermal collectors. Several species typical for moist soils were found on the roof with solar collectors. This plant diversity is likely facilitated by the shading of the solar collectors keeping the substrate moist. The solar collectors are placed in a 25° angle at 1.10 to 2.25m height, allowing sufficient light to reach the roof to promote plant growth. Several typical plant species from the surrounding areas at ground level were observed, suggesting migration of these plant species to the roofs. These results demonstrate that solar collectors can be combined with green roofs resulting in a beneficial synergy between generating solar energy and stimulating high plant diversity. We encourage others to monitor and report the vegetation development on green roofs, especially at locations where multiple roofs with different characteristics can be compared.

### Dankwoord

Wim Verdonk (NIOO-KNAW) en Leo van Dalen (Van Ginkel Groep) verstrekten gegevens over de aanleg en het onderhoud van de daken.

MSc H. van der Kolk

Dr. ir. P.A.W. van den Berg

Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)

Droevendaalsesteeg 10

6708 PB Wageningen

H.vanderKolk@nioo.knaw.nl