



Gemeente
Amsterdam



Project Smartroof 2.0

Resultaatoverzicht voor de groeiseizoenen 2017 en 2018

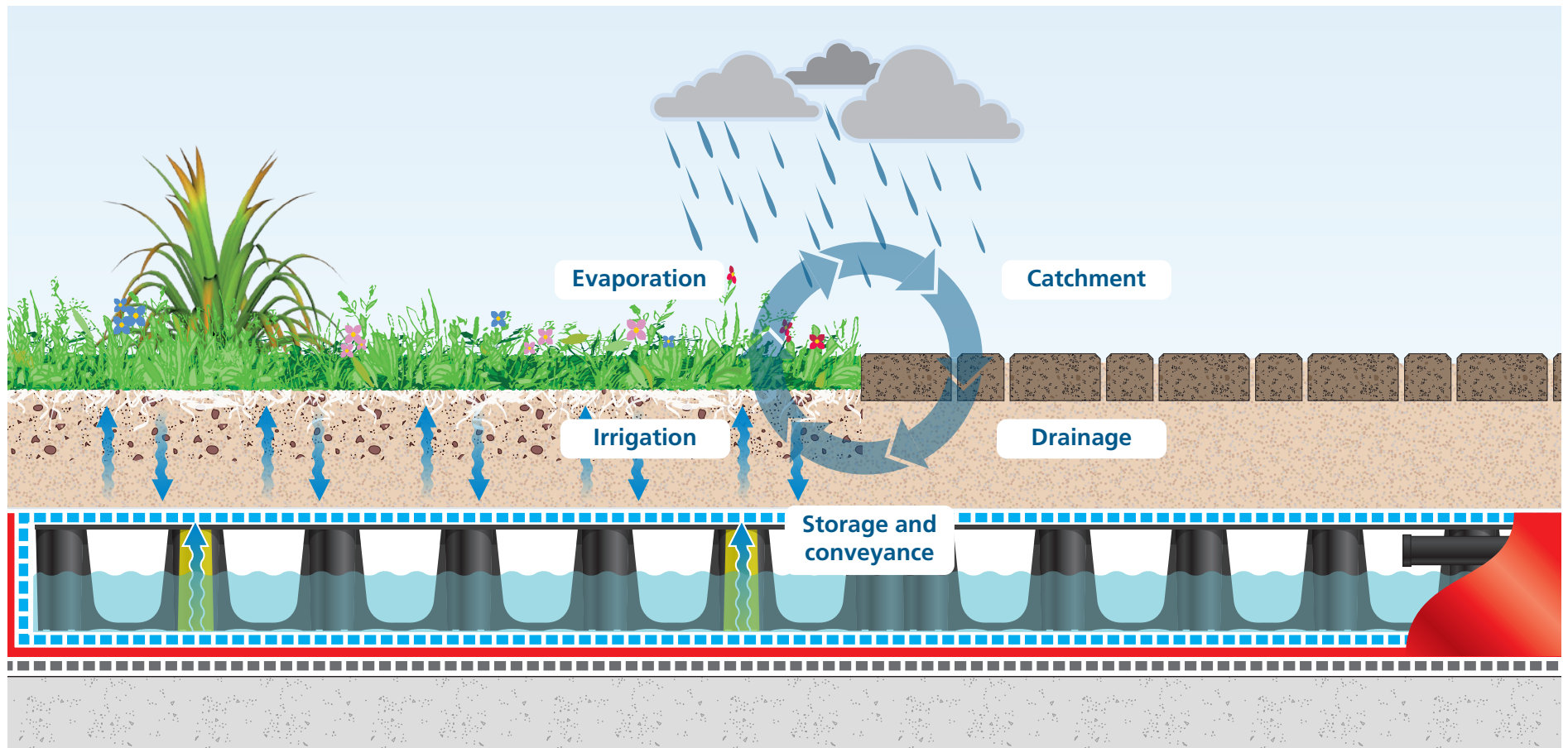
Project Smartroof 2.0

Resultaatoverzicht voor de groeiseizoenen 2017 en 2018

Steden wereldwijd worden geconfronteerd met toenemende temperaturen als gevolg van klimaatverandering en toenemende stedelijke dichtheid. Groene daken worden gepromoot als klimaatadaptatie maatregel om de luchttemperatuur te

verlagen en het comfort in stedelijke gebieden te verbeteren, vooral tijdens intensieve droge en warme perioden. Toch blijft er discussie over de effectiviteit van deze maatregel, vanwege een gebrek aan fundamentele kennis over de verdamping

van verschillende groendaksystemen. Met project Smartroof 2.0 onderzoeken we de water- en energiebalans van verschillende daktypes.



Project Smartroof 2.0 is een innovatieproject van een publiekprivate samenwerking tussen gemeente Amsterdam, Waternet, Drain Products, Aedes Real Estate, KWR Water Cycle Research Institute en Marineterrein Amsterdam en is mede gefinancierd met PPS-financiering uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Gezamenlijk hebben wij invulling gegeven aan een van de prangende stedelijke uitdagingen: hoe gaan we om met stijgende temperaturen als gevolg van klimaatverandering en toenemende stedelijke dichtheid? Een deel van de resultaten is hard: in de zin dat deze door wetenschappelijke standaarden zijn gemeten en gemodelleerd. Bovendien zijn deze resultaten gepubliceerd in een wetenschappelijk tijdschrift (ref). Andere resultaten zijn "zachter" in de zin dat ze op niet wetenschappelijke wijze vergaard. In dit verslag maken we duidelijk onderscheid tussen beide.

Voor opschaling en implementatie zijn, afhankelijk van de specifieke behoeftes, beide typen resultaten interessant. Betrokkenen bij investeringsbeslissingen, beleid en inkoopbeisen voor het realiseren van blauw-groene daken op bestaande gebouwen en in nieuw te ontwikkelen gebieden kunnen naar eigen inzicht en behoefte de resultaten gebruiken.



Water is onmisbaar voor plantengroei. Daarom hebben we drie soorten daken vergeleken. Een conventioneel groen dak en twee daken, die zijn uitgerust met een regenwateropslag- en capillair irrigatiesysteem (blauw-groene daken). Deze blauw-groene daken hebben een 85 mm hoge holle drainagelaag, direct onder de leeflaag, waarin regenwater wordt opgeslagen. Deze units hebben speciale vezelcilinders die het water tijdens droge perioden via capillaire werking terug naar de beplanting brengen. Zo ontstaat er automatische irrigatie, zonder gebruik van pompen, slangen of energie. Net als in de natuur.

Resultaat: verkoeling en vergroening als oplossing voor de gevolgen van klimaatverandering

We hebben drie verschillende onderzoeksvlakken bemeeten, die zijn bedekt met Sedum en/of grassen en kruiden en verschillende substraatdiktes (4 cm en 8 cm). Voor elk van de drie vlakken is de water- en energiebalans opgesteld. Hierdoor is het mogelijk om het effect van blauw-groene daken met een nieuw opslag- en capillairirrigatiesysteem te vergelijken met een conventioneel groendak.

Onze metingen en modellering toonden aan dat conventionele groendaksystemen (dat wil zeggen een Sedum-vegetatie op vier centimeter substraat) een lage verdamping hebben en een gering koeffect. De twee andere daken, uitgerust met een opslag- en capillair irrigatiesysteem, vertoonden een opmerkelijk hoge verdamping tijdens hete, droge periodes bij een Sedum bedekking. Bedekt met grassen en kruiden, was de verdamping nog hoger. Het implementeren van deze systemen kan daarom leiden tot een betere koel efficiëntie van daken in stedelijk gebied.

Resultaten van wetenschappelijk onderzoek¹ op basis van metingen en modellering:

- Waterberging en verdamping:** door berging van regenwater en capillaire nalevering kan de verdamping van een groendak sterk worden vergroot. Een illustratie hiervan is de gemeten verdamping tijdens een twee weken durende hittegolf in juni 2017. Het conventionele groendak bleek in deze periode 18 liter water per m² te verdampen. Het blauw-groene dak verdampte in dezelfde periode wel tot maar liefst 42 liter water per m². Door het beschikbare water kunnen de planten bijna de volledig potentiële oppervlakte verdampen (= maximale koeling efficiëntie). De langjarige werkelijke verdamping van een Sedum vegetatie loopt bijvoorbeeld op van gemiddeld 290 mm/jr bij een conventioneel systeem zonder waterberging tot 386 mm/jr bij een waterberging van 80 mm bij een potentiële (maximale) verdamping van 401 mm/jr.
- Stedelijke koeling 1:** blauw-groene daksystemen met een capillair irrigatiesysteem zetten langjarig gemiddeld bijna 50% meer inkomende (zonne-) energie om naar verdamping van water in plaats van opwarming van lucht dan conventionele groene daken. Gedurende droge hete periodes beschikken conventionele daken over te weinig water en daardoor loopt dit verschil sterk op. Bij conventionele daken wordt tijdens deze periodes het merendeel van de inkomende energie omgezet in opwarming van lucht terwijl de verdamping

en daarmee de koeling van de blauw-groene daken langdurig op peil blijft.

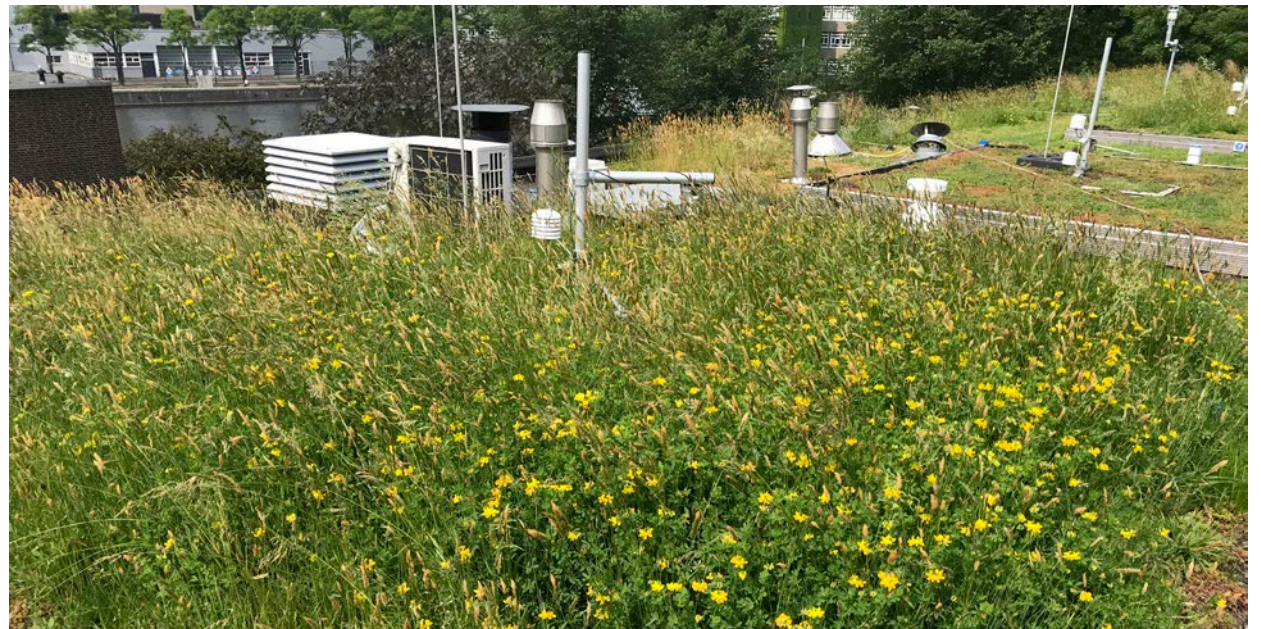
- Stedelijke koeling 2:** het aantal dagen dat het groendak niet koelt door een gebrek aan water neemt sterk af door waterberging en capillaire nalevering. Waar bij het geteste conventionele systeem in het late voorjaar en de zomer tot meer dan 10 niet koelende 'woestijn'-dagen per maand voorkomen, is dit bij het capillaire systeem bij 80 mm berging afgenomen naar 1 à 2 dagen per maand. Deze dagen kunnen helemaal voorkomen worden door verdere vergroting van de berging en/of de bijvulling van het water in de bergingslaag.
- Oppervlakte temperatuur:** het temperatuurverschil tussen het oppervlak van het referentiedak met standaard zwarte bitumen en het begroeide blauw-groene daksysteem loopt op tot 40°C op zomerse dagen.

Zachte resultaten

Project Smartroof 2.0 heeft resultaten opgeleverd die inzicht bieden in de randvoorwaarden voor de verdere ontwikkeling en opschaling van blauw-groene vegetatiesystemen. Naast de wetenschappelijk gebaseerde gegevens hebben we het dak actief beheerd en hebben we gezien en via niet wetenschappelijke methoden gemeten dat er nog meer resultaten zijn. Dit kan worden gezien als "bijvangst" van het living lab. Daarnaast hebben we gedurende het samenwerkingsproces steeds geëvalueerd.

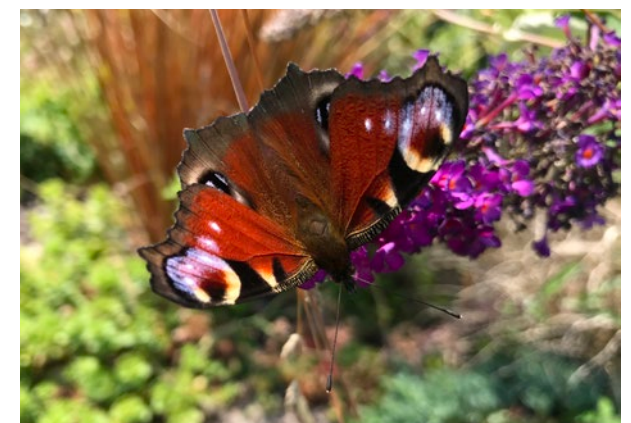
¹ Evaporation from (Blue-)Green Roofs: Assessing the Benefits of a Storage and Capillary Irrigation System Based on Measurements and Modeling by Dirk Gijsbert Cirkel, Bernard R. Voortman, Thijs van Veen and Ruud P. Bartholomeus, KWR Research Institute, 2018

1. **Diversiteit in planten:** door continue beschikbaar water is het bodemvochtgehalte in de blauw-groene daksystemen stabiel. Dit resulteert in duidelijk zichtbare vegetatieverschillen. Het blauw-groene daksysteem heeft een gemengde vegetatie van Sedum, grassen en kruiden, terwijl het conventionele groendak zich niet verder ontwikkelt dan het stadium van beginnende Sedum planten.
2. **Minder energiegebruik voor koeling:** sinds de installatie van Project Smartroof 2.0 zijn de airconditioningseenheden in de ruimten onder het dak niet gebruikt. De opzet van het blauw-groene dak bovenop het niet-geïsoleerde dak hield voldoende warmte buiten het gebouw om de noodzaak voor airco te onderdrukken. Temperatuurmetingen ondersteunen dit. Zelfs op warme zomerdagen overtreft de watertemperatuur in het systeem niet 23-24 °C.

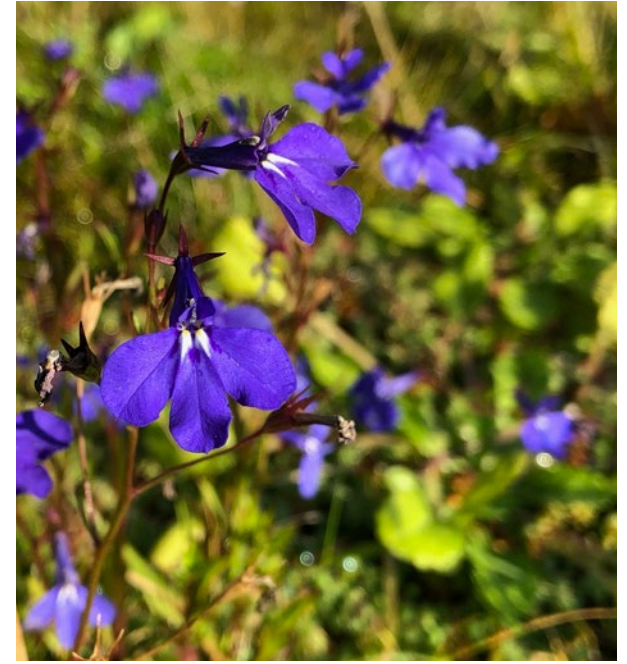


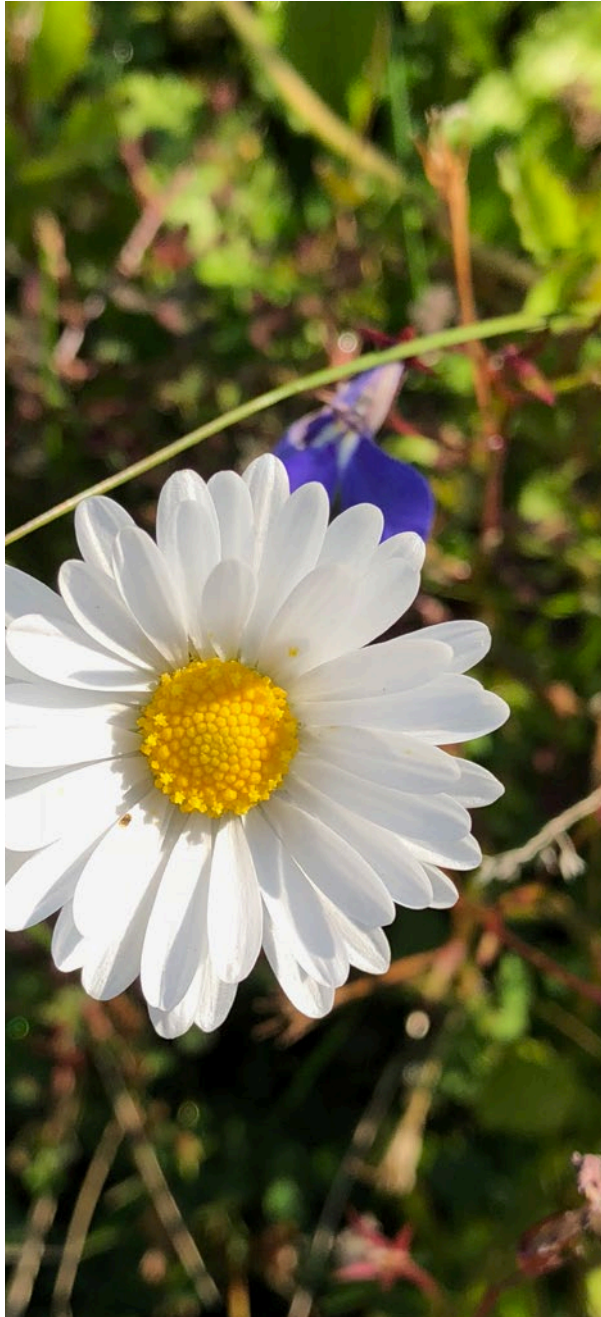
2018 werd gekenmerkt door een enorm lange droge periode. Gedurende een periode van 5 maanden, die half april 2018 begon, ontving het dak geen significante hoeveelheid neerslag. Het bood de gelegenheid om te zien hoe de verschillende systemen zouden reageren op deze omstandigheden en wat nodig zou zijn om planten in leven te houden tijdens de langdurige droge periode van spreiding. Hierdoor werden een deze extra resultaten zichtbaar:

1. **Watervoorraad:** het dak waarop Project Smartroof 2.0 is gebouwd, is nooit ontworpen om een blauw-groen dak te ondersteunen. Vandaar dat de blauw-groene constructie van Project Smartroof 2.0 (90 kg/m²) niet toestaat om veel regenwater op te slaan voor plantirrigatie. Slechts 30 mm uit de 80 mm maximale opslagcapaciteit voor regenwater kan worden gebruikt. Dit betekent dat na gemiddeld 15 dagen regenwater of irrigatiewater nodig is om de planten maximaal te laten groeien.
2. **Slimme irrigatie versus handmatige irrigatie:** tijdens de droge periode ontbrak dit regenwater. Om de planten in leven te houden zijn twee verschillende irrigatieregimes in werking gesteld. De eerste op basis van handmatig water geven met een tuinslang door een tuinarchitect, de tweede op basis van sensorwaterpeilmetingen en computergestuurde automatische klepopening/sluiting om water aan te vullen in de blauwe basis. Na vier maanden van droogte werd het verschil in irrigatieregime zichtbaar. Het elektronische systeem bestond uit volledig actieve en groene planten, terwijl de handmatig bewaterde planten tekenen van droogte begonnen te vertonen door geelverkleuring van de bladeren, ondanks dat ze 2 of 3 keer per week door een specialist werden besproeid.



3. **Biodiversiteit fauna:** In augustus 2018 bemonsterde een ecooloog Project Smartroof 2.0 op aanwezigheid van insecten en spinnen. Ondanks de lange droge periode die zomer, in een bemonsteringsperiode van slechts 24 uur, werden 42 verschillende soorten insecten gevonden, met een opmerkelijk hoog aantal vliegende insecten en een levendige populatie van meerdere soorten spinnen. Dat geeft aan dat ze allemaal voldoende insecten vinden op het dak om te eten. Er werd zelfs een zeldzame soort wesp gevonden. Dit wijst op een ecosysteem met meerdere prooi-roofdier cycli. In dit specifieke ecologieonderzoek merkte de onderzoeker op dat hij niet eerder zoveel soorten had gezien op een dergelijk blauw-groen dak van slechts 18 maanden oud, gebaseerd op een bodemlaag van slechts 40 mm diep.





1. **Internationale showcase:** de dakopstelling fungeert als een internationale showcase om onze stedelijke daken beter en multifunctioneler te gebruiken en heeft bezoekers uit Europa, Noord-Amerika, Azië en de Golfregio aangetrokken.
2. **Sleutelfactoren om innovatief samen te werken:** de oprichtende partners werkten meer dan twee jaar aan de details om de realisatie van Project Smartroof 2.0 mogelijk te maken. Ook al hebben de partijen verschillende belangen, allen erkennen het belang, de waarde en het potentieel van blauw-groene daksystemen. Of het nu gaat om de waarde van onroerend goed, biodiversiteit, beheer en hergebruik van regenwater, energieprestaties van gebouwen, veerkracht in de stad, menselijke gezondheid of vermindering van het hitte-eiland effect in de stad. Als belangrijkste sleutelfactoren in deze samenwerking hebben wij ervaren dat het benoemen, respecteren en het denken vanuit elkaars belangen sleutelfactoren zijn voor innovatieve samenwerking. Dit resulteerde erin dat alle betrokkenen eindeloos geduld en gedrevenheid toonden in alle stadia van het project. Ook als het lastig werd weigerden ze om het idee los te laten, gemotiveerd door de gezamenlijke visie dat steden een betere plaats kunnen zijn om in te leven en ook zouden moeten zijn.
3. **Mediator of innovation:** binnen de samenwerking heeft gemeente Amsterdam de rol op zich genomen als mediator of innovation². Deze procesaanpak was experimenteel en leidde tot nieuwe inzichten over de rollen die een overheid kan nemen als facilitator van innovatie. De mediator of innovation brengt de verschillende rollen in het innovatieproces samen zoals launching customer, stakeholders, innovators en kennisinstellingen. In deze rol organiseert, stimuleert en faciliteert de mediator de samenwerkende partners tot het realiseren van het innovatieproject.
4. **Uitvoering dagelijkse praktijk inzet als cofinanciering en opdrachtgever van innovatie:** vrijwel alle innovatiesubsidies in Nederland vereisen een cofinanciering en een project als living lab. Door koppeling van de belangen van de normale opgave en uitvoeringspraktijk (hier: onderhoud aan een dak) met een innovatievraag is het makkelijker om commitment en budget te krijgen waarmee andere oplossingen uitgetoetst kunnen worden. Bovendien zorgt een directe verbondenheid met de uitvoering voor een versnelling van de acceptatie van de nieuwe oplossing. Het letterlijk kunnen aanraken, zien, proeven en ruiken dat een andere invulling dan de reguliere keuze mogelijk is, is hierin belangrijk.
5. **Openlijk kennisdelen en vertrouwen:** naast de oprichtende partners om het concept te ondersteunen en het project mogelijk te maken, kan een multifunctioneel dak zoals Project Smartroof 2.0 niet worden gerealiseerd zonder de medewerking van partners die elkaar vertrouwen en openlijk kennis, ervaring en producten delen om een project te creëren met de nieuwste technologie en kennis van zaken.

² Public procurement and innovation: A conceptual framework for analyzing project-based procurement strategies for innovation, Bart Lenderink, Hans Voordijk, Joop Halman and André Dorée, 2017, University of Twente.

Project Smartroof 2.0

Heeft resultaten opgeleverd die inzicht bieden in de randvoorwaarden voor de ontwikkeling en integratie van blauw-groene vegetatiesystemen op bestaande gebouwen, daken, dekken en in nieuw te ontwikkelen gebieden en in het versnellen en verbeteren van innovatieve samenwerkingsprocessen. Beide zijn nodig om te versnellen en te veranderen. Project Smartroof 2.0 laat zien dat het kan om de gevolgen van klimaatverandering voor mensen en dieren in de stad te minimaliseren en om te zetten in een kans waarbij iedereen kan profiteren van de functies van de natuur: **van koeling, biodiversiteit, belevingswaarde, menselijke gezondheid tot zelfs vastgoedwaarde.**

