

2017

Groene zonnepanelen



Alexandra van Waes

Milieukunde

20-1-2017



's-Hertogenbosch

has
hogeschool

Groene zonnepanelen

Adviesrapport groene zonnepanelen

's-Hertogenbosch, januari 2017

In opdracht van gemeente 's-Hertogenbosch

HAS Hogeschool
Opleiding Milieukunde
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch

Studiejaar 2016-2017

Alexandra van Waes

A.vWaes@student.has.nl

Begeleider HAS Hogeschool:

Joep van der Helm

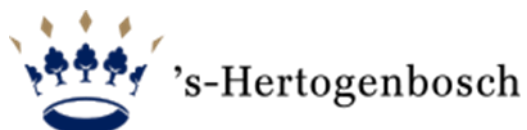
J.vanderHelm@has.nl

Begeleider gemeente 's-Hertogenbosch:

Freya Macke

F.Macke@s-hertogenbosch.nl

Foto omslag: Freya Macke, 2016.



Voorwoord

Voor u ligt een adviesrapport geschreven ter afsluiting van een derdejaars stage voor opleiding Milieukunde aan HAS Hogeschool, 's-Hertogenbosch. Dit adviesrapport voor gemeente 's-Hertogenbosch is het resultaat van 20 weken onderzoek naar groene daken, zonnepanelen en de combinatie van beiden. Dit onderzoek is uitgevoerd gedurende de periode van eind augustus 2016 tot en met eind januari 2017.

Gedurende het onderzoek zijn de bedenkingen, technische randvoorwaarden en voor- en nadelen van groene daken, zonnepanelen en de combinatie hiervan onderzocht. Dit was niet mogelijk geweest zonder de stageplaats die gemeente 's-Hertogenbosch mij geboden heeft. Mijn dank gaat uit naar de vastgoed eigenaren, woningbouwstichtingen, ontwikkelaars van gebouwen en leveranciers die tijd hebben gemaakt voor het beantwoorden van mijn interview vragen en de vele leuke bezoeken op verschillende locaties binnen deze regio. Daarnaast wil ik mijn collega's van gemeente 's-Hertogenbosch bedanken die stuk voor stuk tijd namen voor het beantwoorden van vragen.

In het bijzonder gaat mijn dank uit naar Freya Macke, voor de inspirerende woorden, het enthousiasme, de uitdagingen en het delen van de mooiste plekjes van 's-Hertogenbosch. Het is bewonderenswaardig met hoeveel enthousiasme en passie zij haar werk uitvoert.

Joep van der Helm wil ik graag bedanken voor de begeleiding vanuit HAS Hogeschool, de input en feedback.

Alexandra van Waes
's-Hertogenbosch, 3 januari 2017

Samenvatting

Gemeente 's-Hertogenbosch stimuleert klimaatadaptatie en -mitigatie, wat kiezen tussen groene daken (klimaatadaptatie) en zonnepanelen (klimaatmitigatie) en de combinatie hiervan moeilijk maakt. Dit onderzoek helpt gemeente 's-Hertogenbosch bij het krijgen van overzicht in de technische voorwaarden, kosten en baten en beweegredenen van vastgoed eigenaren om zo als gemeente een éénduidige boodschap uit te dragen met betrekking tot groene daken en zonnepanelen. Er is literatuur onderzoek uitgevoerd naar de technische randvoorwaarden en kosten en baten van groene daken en/of zonnepanelen. Het kwalitatief onderzoek naar de beweegredenen van vastgoed eigenaren is een belangrijke aanvulling op deze theoretische kennis.

Vanuit wet- en regelgeving worden er geen eisen gesteld aan groene daken en/of zonnepanelen. De Rijksoverheid heeft wel een aantal brochures over zonnepanelen publiekelijk gemaakt, voor groene daken is dit niet gedaan. Wat betreft de draagkracht verschillen groene daken en zonnepanelen niet veel in kilogrammen per m². Voor zonnepanelen is de plaatsing ten opzichte van de zon belangrijker dan voor groene daken met de juiste beplanting.

De prijs van groene daken per m² dakoppervlak loopt van €30,- voor een doe-het-zelf dak tot zo'n €130,- voor een daktuin waarop gelopen kan worden. Een prijs per m² dakoppervlakte is voor zonnepanelen geen realistische maatstaaf door de afhankelijkheid van verschillende factoren. De prijs van een zonnepanelen installatie, inclusief omvormer en installatie, groter dan 150 panelen bedraagt ongeveer €1,17 per Wp, voor kleinere installaties kan dit oplopen tot €1,60 per Wp.

De terugverdientijd van een groen dak is moeilijk te berekenen door de vele (nog niet) wetenschappelijk bewezen (vaak maatschappelijke) baten. Een aantal bewezen baten zijn de bijdrage aan het verminderen van het Urban Heat Island effect, waterretentie, kwantitatieve toename van planten en dieren, beleving, geluidsisolerende effect en het meervoudig grondgebruik. Zonnepanelen produceren groene stroom, en daarmee aan klimaatmitigatie. Voor zonnepanelen is de terugverdientijd 10 jaar voor een grootverbruiker, in de toekomst daalt deze naar verwachting. 80% van deze zonnepanelen wordt in Azië geproduceerd, deze zonnepanelen hebben een grotere CO₂-voetafdruk dan zonnepanelen geproduceerd in Europa, door de grote transportafstand en het gebruik van meer fossiele energie. Daarnaast zijn er voor groene daken en zonnepanelen verschillende subsidies en regelingen.

Financiën en overheidsbeleid zijn belangrijke beweegredenen voor vastgoedeigenaren om groene daken en/of zonnepanelen aan te leggen. De beïnvloedingsmogelijkheden van gemeente 's-Hertogenbosch zijn het grootste op gebied van kennis en beleid.

In dit onderzoek zijn bronnen waarvoor betaald dient te worden, zoals sommige richtlijnen, niet meegenomen. De invloed hiervan is naar verwachting klein. Het gebrek aan gedetailleerde informatie over de werkelijke baten van groene daken geeft een nog onvolledig beeld van de bijbehorende baten. In het kwantiteit onderzoek zijn een beperkte hoeveelheid respondenten geïnterviewd, dit kan invloed hebben op het gevormde beeld.

Uit dit onderzoek valt te concluderen dat zonnepanelen bijdragen aan klimaatmitigatie door de productie van groene stroom. Groene daken bijdragen aan klimaat adaptie, door het leveren van onder andere waterretentie en bij te dragen aan het verminderen van de gevolgen van het Urban Heat Island effect.

Aanbevelingen voor gemeente 's-Hertogenbosch op het gebied van promotie zijn, het verspreiden van kennis. Als ondersteuning hiervoor zijn infographics, bijlage 1. Een tweede aanbeveling is het kritisch blijven bij het opstellen van regelingen voor subsidies. Door up-to-date te blijven van wetenschappelijke ontwikkelingen op die gebieden. Op het gebied van stimulatie valt het aan te bevelen te kijken naar bestaande gebouwen en schuine daken. Daarnaast kan gekozen worden voor zonnepanelen op zonrijke delen van daken en een groendak op de schaduw rijke delen.

Inhoud

Voorwoord	II
Samenvatting.....	III
1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding.....	1
1.2 Doelstelling.....	1
1.3 Randvoorwaarden en projectbreedte	1
1.4 Leeswijzer	1
2 Theoretisch kader	2
2.1 Gemeente 's-Hertogenbosch	2
2.2 Opbouw groene daken	2
2.3 Werking zonnepanelen	3
2.4 Overzicht baten	4
3 Wijze van onderzoek	5
3.1 Technische voorwaarden	5
3.2 Kosten en baten	5
3.3 Kwalitatief onderzoek.....	5
4. Resultaten.....	6
4.1 Technische voorwaarden	6
4.1.1 Technische voorwaarden vanuit wet- en regelgeving	6
4.1.2 Benodigde draagkracht	7
4.1.3 Plaatsing groene daken en/of zonnepanelen.....	8
4.1.4 Onderhoud	9
4.2 kosten en baten.....	10
4.2.1 Kosten.....	10
4.2.2 Onderhoudskosten	10
4.2.3 Baten naar wetenschappelijke onderzoeken	11
4.2.4 Subsidies	16
4.3 Vastgoedeigenaren.....	19
4.3.1 Beperkingen en bedenkingen.....	19
4.3.2 Top 4 beperkingen.....	19
5. Discussie onderzoeksmethode.....	21
5.1 Technische randvoorwaarden	21
5.2 Kosten en baten	21

5.3	Vastgoedeigenaren.....	21
6	Conclusie en advies	22
6.1	Conclusies.....	22
6.2	Aanbevelingen.....	23
	Bibliografie	24
	Bijlagen	27
I.	Infographics	28
II.	Samenvatting interviews per groep	30
III.	Hittebeeld.....	33
IV.	Technische eisen vanuit de wet- en regelgeving voor daken	34
V.	Onderzoek onzichtbaar gevaar (risico en veiligheid opdracht).....	36
VI.	Interview vragen per doelgroep.....	39
	<i>Leveranciers combinatie zonnepanelen en groendaken</i>	<i>43</i>

1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de aanleiding, doelstelling en opbouw van dit adviesrapport belicht.

1.1 Aanleiding

Dit onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van de gemeente 's-Hertogenbosch, afdeling milieu. Freya Macke is de opdrachtgever vanuit deze afdeling. Gemeente 's-Hertogenbosch is een gemeente met grote ambitie op het gebied van milieu. Zo streeft deze gemeente naar klimaatneutraliteit in 2050, en eveneens is het doel om in 2020 de gemeente als organisatie klimaatneutraal te functioneren.

In 2016 is er een nieuw klimaatprogramma gestart, hierin worden stappen gezet op het gebied van verduurzaming van woningen, bedrijven, industrie en vervoer. Gemeente 's-Hertogenbosch stimuleert ontwikkelingen, die in duurzame energie voorzien en de gemeente wil klimaatbestendig worden en blijven. Klimaatbestendigheid houdt onder andere in dat hemelwater duurzaam wordt benut en niet tot onnodige schade mag leiden, nu en in de toekomst. De gemeente wil dit realiseren door afkoppeling, infiltratie, bergen of vertraagde afvoering van regenwater.

De gestelde doelen zijn niet op korte termijn te realiseren, daarnaast staan gebouwen die nu gebouwd of gerenoveerd worden er in 2050 nog. Daarom is het belangrijk nu de juiste keuzes te maken voor ieder bouwwerk. Het doel is het aanleggen van groene daken en/of zonnepanelen te stimuleren, om zo het doel voor 2050 te halen in een klimaatbestendige stad.

1.2 Doelstelling

Het hoofddoel van dit onderzoek is inzicht te verkrijgen in de beweegredenen, technische voorwaarden en kosten en baten van groene daken en zonnepanelen. Om zo optimaal gebruik te maken van de kansen die zich voor doen met betrekking tot daken met het oog op de doelen van gemeente 's-Hertogenbosch. Met de uitkomst van dit onderzoek kunnen vastgoedeigenaren worden geïnformeerd over eventuele mogelijkheden als groene daken en/of zonnepanelen op hun dak.

1.3 Randvoorwaarden en projectbreedte

De afweging voor het optimaal benutten van een dak wordt gebaseerd op de volgende thema's:

- Beweegredenen van vastgoedeigenaren om groene daken en/ zonnepanelen aan te leggen op basis van interviews.
- Technische randvoorwaarden voor groene daken en/of zonnepanelen op basis van een literatuurstudie.
- Kosten en werkelijke baten gebaseerd op literatuur.

Dit onderzoek is gericht op niet-particulieren, daarbij is uitgegaan van een beperkt aantal interviews om een algemeen beeld te vormen. In dit onderzoek is uitsluitend Nederlandse en Engelse literatuur gebruikt.

1.4 Leeswijzer

Dit adviesrapport is als volgt opgesteld. Het theoretisch kader in Hoofdstuk 2 beschrijft de gemeente 's-Hertogenbosch en de aanwezige kennis. In hoofdstuk 3 is de onderzoeksmethode uiteengezet en onderbouwd. Hoofdstuk 4 geeft de onderzoeksresultaten weer in verschillende paragrafen, met daarop volgend in hoofdstuk 5 een discussie over deze resultaten. Conclusies en aanbevelingen staan beschreven in hoofdstuk 6 en 7. In de bijlagen zijn onder andere twee infographics, samenvatting van de interviews en een hittebeeld van Gemeente 's-Hertogenbosch opgenomen. In bijlage 5 is onderzoek onzichtbaar gevaar opgenomen, dit is een arbo- en veiligheidsopdracht voor HAS Hogeschool.

2 Theoretisch kader

Dit theoretisch kader beschrijft de achtergrond van het onderzoeksgebied en de reeds bekende inhoudelijke kennis.

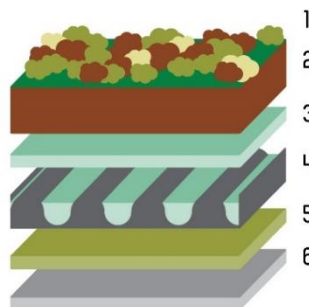
2.1 Gemeente 's-Hertogenbosch

Gemeente 's-Hertogenbosch werkt aan de klimaatopgave door (probleem) gebieden te onderzoeken om zo optimale klimaat adaptieve maatregelen te kunnen nemen. Zo is er in samenwerking met gemeente Tilburg, gemeente Breda en het KNMI een voorspelling gedaan voor de mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor deze steden: Weerbericht 2050. Verder is door onderzoeksbureau Tauw onderzocht wat een hittegolf in 2050 voor invloed heeft op de luchttemperatuur anderhalve meter boven maaiveld van 's-Hertogenbosch met de infrastructuur van 2014, bijlage III. Gemeente 's-Hertogenbosch telt zo'n 151.000 inwoners en er ligt nog ongeveer 38 hectare aan platte daken "braak". Deze ruimte kan ingezet worden voor klimaatmaatregelen door deze te benutten voor zonnepanelen en/of groene daken.

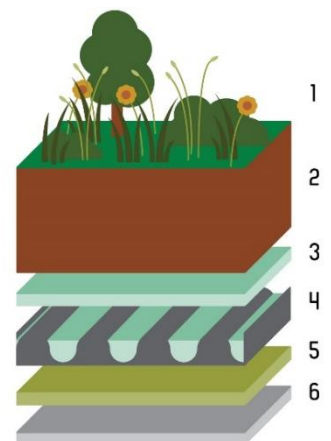
2.2 Opbouw groene daken

Ter introductie en verkenning van de groene daken is deze paragraaf opgesteld. Groene daken bestaan uit verschillende lagen, zoals te zien in figuur 2 en 3. De opbouw van deze lagen is als volgt.

1. Vegetatielaag en erosie laag
De vegetatie kan bestaan uit mossen, sedum, grassen, kruiden, struiken en zelfs bomen. De vegetatie wordt ingezaaid, gepland of geleverd in kant-en-klare matten.
2. Substraat laag
Het substraat biedt houvast, voeding en water voor de vegetatie. Meestal in de vorm van mineraalgesteenten met open poriën, gerecyclede materialen of organische stoffen. De keuze hiervan wordt bepaald door de waterdoorlatendheid, gewichtsbelasting, voldoende schraalheid, dakconstructie en de geschiktheid van het vegetatie type.
3. Filter laag
Dit is een geweven vlies- of kunststofdoek wat voorkomt dat deeltjes uit de substraat laag de drainagelaag verstoppen.
4. Drainagelaag
Deze laag voorkomt een ophoping van water en daarmee afstroming van vegetatie en substraat. Aantasting van de vegetatie door een te hoog of te laag waterpeil wordt tevens voorkomen. Drainage is niet noodzakelijk bij een helling groter dan 3°, wel is erosiebescherming nodig om te voorkomen dat het substraat wegspoelt. Deze drainagelaag kan bestaan uit steenwol, kunststof matten of drainage-elementen van kunststof, kortom poreuze materialen. Deze bevatten holle ruimten die water vasthouden of andere afvoer vertragende elementen.



Figuur 1 Extensief groendak (Opbouw van een groendak, 2016)



Figuur 2 Intensief groendak (Opbouw van een groendak, 2016)

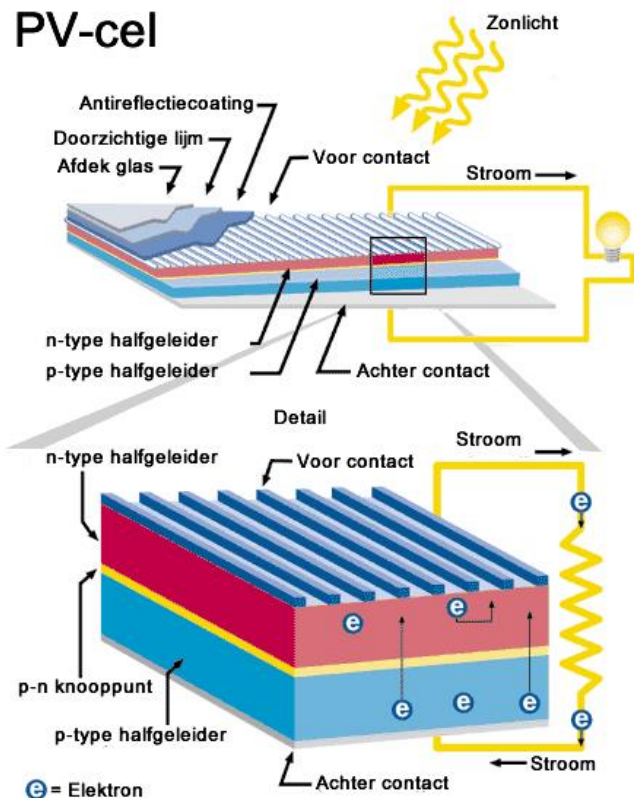
5. Buffer laag
De buffer laag zorgt voor voldoende beschikbaar vocht voor de vegetatie, dit is realiseerbaar door het hoger plaatsen van de hemelwaterafvoer, er zijn systemen die de afvoer van hemelwater regelbaar maken.
6. Grindstroken
Grindstroken rond de groene daken dienen tegen brandoverslag en voor beheersing van de vegetatie.
7. Beschermende laag
 - a. Wortelwerende laag
Beschermt de onderliggende dakconstructie van het binnen- of doordringen van plantenwortels. Wortelkering en waterkering zijn in één materiaal uit te voeren
 - b. Schuif- en beschermplaat
Deze laag beschermt het dak tegen mechanische beschadigingen, ijsvorming en belopen van het dak en onderhoudsactiviteiten.
 - c. Waterkerende laag
Deze laag bestaat meestal uit bitumineuze of kunststof materialen. Deze laag en de onderliggende dakconstructie behoren tot de gebouwconstructie.
8. Dakconstructie
Draagt het gewicht van het dak, en zorgt voor warmte-isolatie, bestaat vaak uit: hout, staal, beton, steen of kunststof-gerelateerde materialen.

Het substraat van groene daken heeft verschillende vochtgehalten en daarmee ook verschillende gewichten. De volgende vier situaties kunnen ontstaan: helemaal droog (minimaal gewicht), verwelkingspunt, veldcapaciteit en verzadiging (maximaal gewicht). Deze gehalten bepalen tevens de en regulerende werking, hoe droger het dak hoe beter de regulatie.

Het vasthouden van water kan bij groene daken beïnvloed worden door (STOWA en Stichting RIONED, 2015)

2.3 Werking zonnepanelen

Zonnecellen werken op basis van twee halfgeleiders, een P-laag (positieve lading) en een N-laag (negatieve lading). Tussen deze lagen zit een grenslaag welke alleen elektronen door laat van de P-laag naar de N-laag. De elektronen in de P-laag worden vervolgens door Fotonen uit het zonlicht 'los' gemaakt. De elektronen in de P-laag hopen zich op in de N-laag die hierdoor een negatieve lading krijgt. Hierdoor ontstaat er een elektrische spanning tussen de twee lagen, een zogenaamde gelijkstroom. Met een omvormer is deze gelijkstroom uiteindelijk omgezet in een wisselstroom van 230V. Dit proces is te zien in figuur 3. In ditzelfde figuur is de opbouw te zien van een PV-cel. (Natuurkunde.nl, 2016)



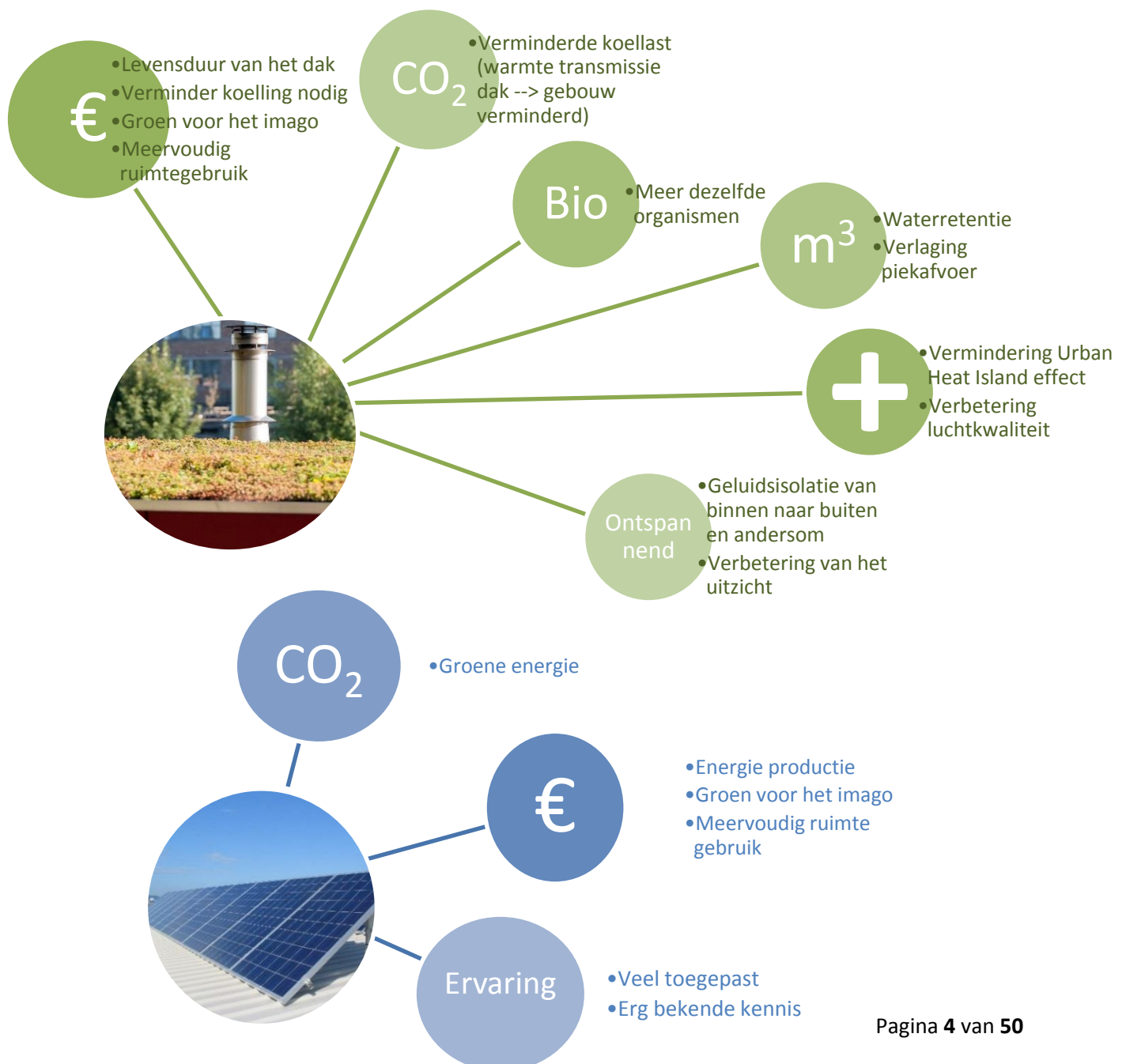
Figuur 3 Werking PV-cel (SolarKompas B.V., 2017)

In huidige zonnecellen is silicium de meest gebruikte halfgeleider. Hiermee kunnen drie typen zonnecellen gemaakt worden:

- Monokristallijn silicium (sc-Si) heeft meestal een egale antraciet tot donkerblauwe kleur. De cellen worden uit een blok silicium gezaagd, wat bestaat uit een groot kristal. Gemiddeld wordt er 15 á 17% van het zonlicht omgezet in elektriciteit.
- Multikristallijn silicium (mc-Si) is het meest toegepaste materiaal voor zonnepanelen. Het bestaat uit een blok silicium, wat bestaat uit meerdere kristallen. Waardoor het paneel verschillende tinten blauw heeft. Het rendement van de omzetting is 14 á 16%.
- Amorf silicium (a-Si) (bevat geen kristallijn structuur) wordt uit een dunne laag op een dragermateriaal aangebracht. Deze techniek maakt het mogelijk om alle vormen en afmetingen te realiseren. Het rendement van ongeveer 8% daalt na verloop van tijd naar een stabiele 6 á 7%.

Om een wisselstroom te realiseren is met een omvormer gelijkstroom om te zetten. Deze omvormers zijn meestal aangesloten op het net en uitgerust met een Maximum Power Point (MPP) tracker, die ervoor zorgt dat het maximaal haalbare vermogen wordt geleverd. (NL, 2010)

2.4 Overzicht baten



3 Wijze van onderzoek

Dit onderzoek is opgedeeld in technische voorwaarden, kosten en baten en kwalitatief onderzoek om de onderzoeksvraag volledig te kunnen beantwoorden.

3.1 Technische voorwaarden

Technische voorwaarden zijn bepalend voor de mogelijkheid om groene daken en/of zonnepanelen aan te leggen. Een overzicht van deze voorwaarden is samengesteld op basis van huidige wet- en regelgeving, benodigde draagkracht en geschikte plaatsingspositie. Deze randvoorwaarden worden onderzocht door middel van literatuurstudie.

3.2 Kosten en baten

Kosten en baten zijn van belang voor de vastgoedeigenaar van het gebouw, de gebruiker, de omgeving en overheden. Een overzicht van de aanleg kosten, voor de eigenaar, en onderhoudskosten, voor de beheerder, is gemaakt op basis van literatuurstudie, evenals een overzicht van de werkelijke baten.

3.3 Kwalitatief onderzoek

Om inzicht te krijgen in het 'hoe en waarom' van groene daken en/of zonnepanelen is er gekozen voor een kwalitatief onderzoek. Deze vorm van onderzoek biedt inzichten in motivaties en gedrag en biedt veel nuttige informatie in een relatief korte tijd. Een kwantitatief onderzoek zou te weinig gegevens opleveren, en te weinig diepgang hebben om het 'hoe en waarom' in beeld te krijgen. Een steekproeven van acht tot twaalf respondenten is gebruikelijk bij deze onderzoeksmethode. Uit de praktijk blijkt dat na acht gesprekken bij een steekproef weinig nieuwe informatie wordt gegenereerd. In de eerste vier tot acht gesprekken is 80% van de informatie verkregen. In de praktijk worden vaak grotere steekproeven uitgevoerd om zo onderscheid te kunnen maken in bijvoorbeeld man of vrouw en jong of oud. Tijdens dit onderzoek zijn deze specificaties niet van belang, omdat het uitsluitend over vastgoedeigenaren in 's-Hertogenbosch gaat.

Aan dit onderzoek nemen de respondent en de onderzoeker deel, de onderzoeker neemt het gesprek op door het gebrek aan een notulist. Na het interview is de spraakopname verwerkt in notulen. In deze respondenten groep zitten geen bekenden voor de onderzoeker, daarnaast kan men indien gewenst anoniem responderen ten bate van de betrouwbaarheid van dit onderzoek. Tevens is er in verband met een klein onderzoeksgebied gekozen voor bedrijven (met een dakoppervlak > 100 m²), ontwikkelaars van gebouwen, woningbouwstichtingen, leveranciers van groene daken en/of zonnepanelen en gemeente 's-Hertogenbosch (afdeling maatschappelijk vastgoed) als respondenten met een beperkte kwantiteit respondenten om de situatie vanuit verschillende kanten te belichten. Daarmee is getracht inzicht te krijgen in de afwegingen in de markt van groene daken en zonnepanelen. In bijlage VI zijn vijf overzichten te vinden van de besproken onderwerpen tijdens de interviews. Hierbij is aan de hand van een keuze-/ vragenboom en losse vragen bepaald welke bedenkingen en beperkingen worden ervaren door de respondent. Door openvragen te stellen laat de respondent sneller naar voren schuiven wat zij zelf belangrijk vinden. (Norbert Scholl, 2014)

Het geheel van notulen is onderzocht op uitspraken die veel informatie bevatten, deze zijn vervolgens gecategoriseerd met behulp van een kantlijn benadering. Hierbij vallen typerende opmerkingen samen met een categorie zoals bijvoorbeeld "financiën."

4. Resultaten

4.1 Technische voorwaarden

Om groene daken en/of zonnepanelen zo veilig en optimaal mogelijk te plaatsen is duidelijkheid over wet- en regelgeving, draagkracht en kennis van systemen van belang. Deze drie zaken worden in de volgende paragrafen uitgelicht.

4.1.1 Technische voorwaarden vanuit wet- en regelgeving

Binnen Nederland is er geen specifieke wet- en regelgeving voor groene daken, wel bestaan er diverse niet-bindende richtlijnen van verschillende instanties.

Richtlijn vegetatiedaken bestaande bouw

Richtlijn dak begroeiing van de SBRCURnet, een kennisinstelling voor de bouwsector bevat onder andere informatie over soorten, voor- en nadelen, ontwerpen, vergunningen, het aanleggen en onderhoud van dak begroeiingen. Dit is een vertaalde versie van de Duitse richtlijn FFL-Dachbegrünungsrichtlinie welke is aangepast aan de Nederlandse wet- en regelgeving. De FFL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) is een Duitse vereniging die voor zijn leden onderzoek doet naar Landschapsontwikkeling en landbouw.

De richtlijn is tegen betaling beschikbaar op de website van SBR. De richtlijn is opgesteld in 2006 en voor het laatst herzien in 2010. Deze richtlijn is opgesteld met behulp van productschap Tuinbouw, brancheorganisatie VEBIdak, branchevereniging voor hovenier en groenvoorzieners (VHG) en gemeente Rotterdam.

Richtlijn Begroeide Daken

Richtlijn Begroeide Daken van de Vereniging Bouwwerk Begroeners (VBB), bevat onder andere informatie over prestatie-eisen, bepalingen, maatregelen, ontwerp, aanleg en onderhoud. Deze richtlijn is vrij beschikbaar via de website van de VBB. Regelmatig wordt deze richtlijn geüpdatet. De richtlijnen zijn niet vergeleken in verband met de kosten van Richtlijn dak begroeiing van SBRCURnet.

Groene daken helpen vastgoedeigenaren om te voldoen aan artikel 6.17 van Bouwbesluit 2012. Dit artikel verplicht de vastgoedeigenaar het hemelwater te kunnen verwerken zonder dat daarbij wateroverlast ontstaat. Dit regenwater moet afgevoerd worden conform de Nederlandse norm (NEN) 3215 en Nederlandse Technische Richtlijn (NTR) 3216. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van groendaken om een deel van de neerslag op te vangen. Vaak moet er alsnog een afvoer zijn voor het overtollige water (STOWA en Stichting RIONED, 2015). Dit overtollige water moet volgens NEN 3215 richtlijn worden afgevoerd naar de afvoerleiding (BRISwarenhuis, 2016). De gemeente is verantwoordelijk voor het verzamelen van dit water en het waterschap is verantwoordelijk voor de verwerking hiervan.

Voor een groendak is geen Omgevingsvergunning nodig, tenzij het een monument of Rijks beschermd stad- of dorpszicht is. Een schema zoals op de volgende pagina, voor zonnepanelen, is niet nodig gezien de eenvoud van deze regel.

Gemeente 's-Hertogenbosch ligt in de beheersgebieden van Waterschap de Dommel en Waterschap Aa en Maas. Het verzamelde afvalwater van gemeente 's-Hertogenbosch verwerken of voeren deze waterschappen af. Deze waterschappen hebben, samen met Waterschap Brabantse Delta, één keur (een verordening van het waterschap) opgesteld voor geheel Brabant. De website www.brabantkeur.nl geeft een overzicht van deze wet- en regelgeving rondom water.

De keur van de Brabantse Waterschappen verplicht in artikel 3.6 een vergunning voor het afvoeren van hemelwater naar het oppervlaktewaterlichaam wanneer het verharde oppervlakte toeneemt of bij afkoppeling van het hemelwater van het riool.

Artikel 15.1 uit de algemene regels van de Brabantse Waterschappen zorgt dat hemelwater lozingen op het oppervlakte water vergunningsvrij zijn mits:

- Het af te koppelen verhard oppervlak van maximaal 10.000 m² bedraagt
- De toename van verhard oppervlak maximaal 2.000m² bedraagt

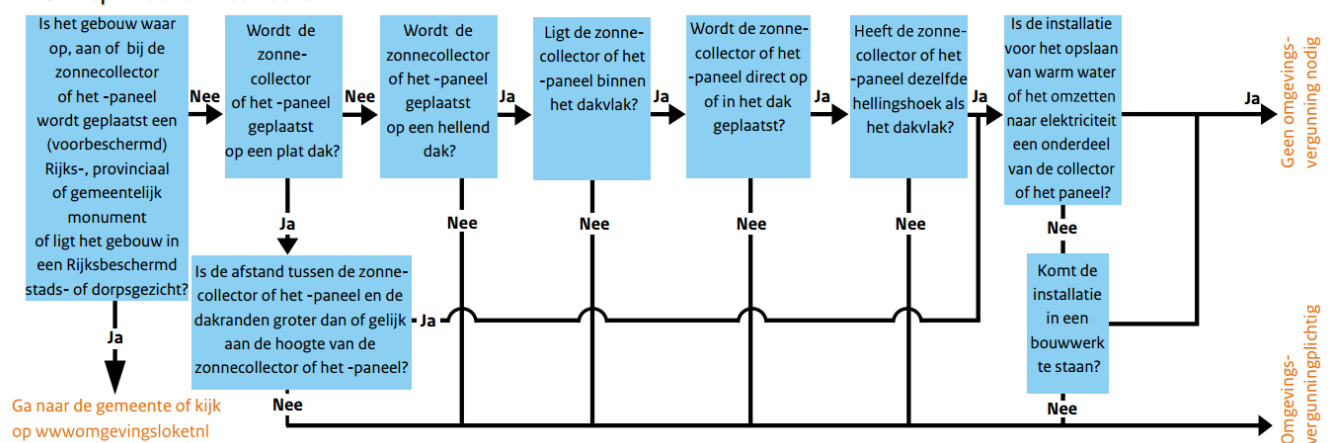
- De toename van verhard oppervlak dat bestaat uit een groendak
- De toename van verhard oppervlak tussen 2.000m² en 10.000m² mits er compenserende maatregelen zijn getroffen

Het blijkt dat er bij de waterschappen nog onduidelijkheid is over groene daken. In de algemene regels van bestuur worden groene daken gezien als verhard oppervlak zoals hierboven te lezen. Terwijl er in hoofdstuk 13 van de beleidsregels paragraaf 2.1 deze groene daken worden gedefinieerd als onverhard oppervlak. Omdat deze daken altijd bij zouden dragen aan het beperken van de afvoer van hemelwater.

Het hemelwaterafvoer beleid van gemeente 's-Hertogenbosch (Waterplan, 2017) komt hiermee overeen, al heeft deze geen ondergrens voor het verhardde oppervlak. Er moeten altijd compenserende maatregelen worden genomen wanneer het verhard oppervlak toeneemt of wordt herbouwd.

De Nederlandse Rijksoverheid heeft online verschillende brochures over zonnepanelen openbaar gemaakt en stimuleert daarmee actief de aanleg hiervan. Ook voor de aanleg zonnepanelen zijn geen wettelijke richtlijnen bekend. Veel commerciële partijen springen hierop in met hun eigen richtlijn. Onderstaand overzicht, figuur 4, is afkomstig uit folder “Zonnecollectoren en zonnepanelen” van het ministerie van binnenlandse zaken, welke onderdeel is van een serie over veel voorkomende werkzaamheden. Dit stappenplan geeft eenvoudig weer wanneer men een Omgevingsvergunning nodig heeft voor het plaatsen van zonnepanelen. De stimulatie van zonnepanelen door de overheid wordt (deels) veroorzaakt door artikel 5.2 van het bouwbesluit. Dit artikel van het Bouwbesluit gebiedt het opstellen van een berekening van de energie prestatie coëfficiënt (EPC) voor elk gebouw. Een nieuwbouw gebouw moet voldoen aan de EPC-eis welke afhankelijk is van de gebruiksfunctie van het gebouw.

Zonnepaneel en -collector



Figuur 4 Rijksoverheid zonnepaneel en -collector stappenplan (Ministerie van binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2012)

4.1.2 Benodigde draagkracht

Groene daken en zonnepanelen vormen een extra gewichtsbelasting voor het dak. Dat moet voldoende draagkracht hebben. De draagkracht van een bouwconstructie is afhankelijk van vele factoren zoals materiaal, technische constructie en ondergrond. De draagkracht van een bouwconstructie geeft de belastbaarheid weer. Het bepalen van de draagkracht van een constructie is de taak van een constructeur of bouwkundig architect. Een uitzondering op deze regel zijn de platte daken met een grindlaag. Deze zijn over het algemeen berekend op een grindlaag van 1 kN/m², die vaak vervangbaar is door een groendak met een substraatdikte van circa 7 centimeter (STOWA en Stichting RIONED, 2015). Onderstaande tabel 1 bevat een indicatie van gewicht per m² inclusief op basis van substraatdikten en het gewicht van zonnepanelen.

Tabel 1 Gewichten (Karim, 2013)

Soort dakbedekking	Opbouw hoogte	Gewicht
Extensief mos en sedum	20-150 mm	100 kg/m ²
Extensief kruiden en grassen		
Intensief Intensief beloopbaar	vanaf 150-1000 mm	Vanaf 100 kg/m ²
Zonnepanelen	Situatie afhankelijk	15-25 kg/m ²

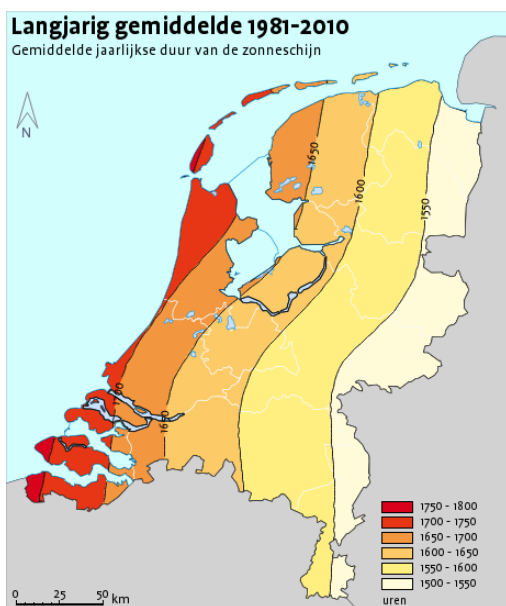
Vele stalen en betonnen daken blijken op dit moment niet te voldoen aan de Eurocode (richtlijnen voor de bouwwereld) volgens Christoph Maria Ravesloot (2016), terwijl deze constructies in het verleden wel voldeden aan de Technische Grondslagen voor Bouwconstructies (TGB) en NEN-normen. Om toch te voldoen aan deze eisen verstevigt men de dak liggers met een stalenprofiel. Een redelijk simpele oplossing. Eveneens voldoen de dakplaten vaak niet aan de TGB en NEN eisen in dit geval is vervangen een goedkope/efficiënte oplossing. Na het voldoen aan deze eisen is er extra draagkracht ontstaan om begroeiing en/of zonnepanelen te plaatsen. Dit verlaagt de terugverdientijd van de aanpassingen aan het dak, door het verlengen van de levensduur of het verminderen van de koellast en/of het genereren van energie. (Ravesloot, 2016)

4.1.3 Plaatsing groene daken en/of zonnepanelen

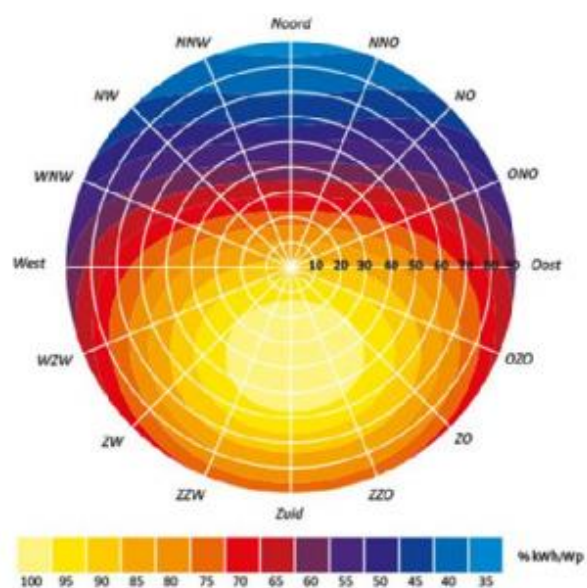
De zonnestanden veranderen gedurende jaar en dag, deze invloeden zijn voorspelbaar, weersomstandigheden daarentegen zijn dit niet. Figuur 5, geeft de gemiddelde jaarlijkse instraling weer op basis van deze zonnestanden.

In figuur 6 is een roos weergegeven die de efficiëntie van een zonnepaneel weergeeft op basis van windoriëntatie en de hoek tussen de module en de zon. Een zuidelijke oriëntatie, in combinatie met een hellingshoek van 20° tot 60° levert een optimale zonlicht instraling.

Naast het weer, de oriëntatie en de elektrische karakteristieken van de module beïnvloed de temperatuur van het PV-systeem ook het rendement. Bij het oplopen van de temperatuur van de PV-cellen boven de 25°C daalt namelijk de energieopbrengst ongeveer 0,45% per °C. Gemiddeld worden deze energieverliezen geschat op 0 tot 6%. (D. Shadmanfar, 2014)



Figuur 5 Gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid globale instraling 1981-2010 (KNMI, 2010)



Figuur 6 Efficiëntie PV-modulen naar aanleiding oriëntatie en helling (D. Shadmanfar, 2014)

Een andere factor die invloed heeft op de efficiëntie van zonnepanelen is schaduw. Dit blokkeert (een deel) van de zonnestralen, deze kunnen vervolgens niet worden omgezet in energie.

Voor het onderhoud en inspectie van zonnepanelen worden vaak looppaden aangelegd tussen de rijen met panelen. Voor het onderhoud aan zonnepanelen en groene daken worden vaak valbeveiliging systemen gebruikt, om te voldoen aan Arbo wet- en regelgeving. Hierbij kan gekozen worden voor permanente beveiliging als een balustrade of een beveilig door middel van een dakanker. Bij platte daken is een toegangsluik verplicht.

De hoeveelheid zon op een groendak heeft invloed op de beplanting, de keuze van beplanting is dan ook situatie afhankelijk. In veel gevallen is geen irrigatie mogelijk of wenselijk en ligt het dak volledig in de zon, het is dan verstandig om te kiezen voor sedum. Deze planten beschermen zichzelf tegen uitdroging door de verdamping te remmen. Het plaatsen van inheemse kruiden en planten op een extensief groendak is ook mogelijk.

Een grotere hellingshoek van een groendak vermindert de retentiecapaciteit van het groendak, ongeacht de dikte van het substraat (Brouwers, 2012). Ook blijkt dat de retentie van een groendak kan oplopen tot 90% bij een neerslag minder dan 2 millimeter/minuut, afhankelijk van de verzadiging voorafgaand aan de neerslag. Een artikel "The role of vegetation in regulating stormwater runoff from green roofs in a winter rainfall climate" uit Ecological Engineering laat zien dat er in het natte seizoen weinig tot geen verschil is tussen een substraat zonder en een substraat met begroeiing. Een substraat heeft tijdens een droge periode echter een verminderde retentiecapaciteit. (E. Schroll, 2011)

Hellingshoek $>3^\circ$ → geen drainagelaag nodig

Hellingshoek 15° → maximale hellingshoek voor een standaard groendak, en afschuif bescherming nodig

Hellingshoek 45° → maximale hellingshoek voor een groendak met speciale technieken

Bron: (STOWA en Stichting RIONED, 2015)

Leveranciers van de combinatie van een groendak en zonnepanelen bieden vaak hun eigen systemen aan voor de bevestiging. Hierdoor verschilt de hellingsgraad die deze combinatie kan hebben per techniek. Verder verschilt ook het gewicht, bij de combinatie wordt namelijk het groendak als ballast gebruikt. Hierdoor weegt de combinatie van beide systemen minder dan de gewichten van de twee aparte systemen doen vermoeden. Hierdoor is de hellingsgraad van deze systemen beperkt met een maximale hellingsgraad van 7° . Bij steilere daken wordt gekozen voor een mechanische bevestiging.

4.1.4 Onderhoud

Het onderhoud van groene daken bestaat bij extensieve daken vooral uit het controleren op zaailingen die niet op het dak thuis horen en mogelijk tot schade kunnen leiden zoals bomen. Verder worden groene daken gecontroleerd op scheuren en andere ongewone zaken, één keer per jaar is voldoende.

Het onderhoud van zonnepanelen bestaat uit het schoonmaken van de panelen en het controleren van de gehele zonne-energie installatie. Bij deze controle is het belangrijk dat men kennis heeft van de installatie, om ongewone situaties te herkennen. Het wordt aangeraden jaarlijks onderhoud uit te voeren.

4.2 kosten en baten

Een belangrijke factor bij investeringen zijn de financiële baten en lasten. In dit hoofdstuk worden deze kosten en baten belicht.

4.2.1 Kosten

De prijs van groene daken verschilt per situatie en leveranciers blijkt uit interviews. Hierdoor is het niet mogelijk om op basis van deze gegevens een richtlijn te maken voor de kosten per m² van een groendak. Onderstaande gegevens zijn afkomstig uit een rekentool van Rooftop Revolution. (Rooftop Revolution, 2017)

Rooftop Revolution is een non-profit organisatie met verschillende partners. Het doel van deze organisatie is een natuurgebied te creëren middenin Amsterdam, met inheemse flora en fauna van de rode lijst. Rooftop Revolution promoot daarnaast de subsidie van gemeente Amsterdam, crowdfunding uit de buurt en het financieren door externen.

In deze tool geven zij de kosten weer van de verschillende soorten groene daken, de prijzen voor de extensieve daken zijn hoger dan de prijzen aangegeven door geïnterviewde leveranciers. Dit wordt deels veroorzaakt door de arbeidskosten, ongeveer €30/m² welke in de interviews niet meegerekend werden. De prijzen zijn genoteerd in tabel 2 inclusief aanleg. Het zelf aanleggen of zelf inzaaien van een groendak is een goedkopere optie, hierbij is de aanleg mogelijk vanaf zo'n €30,-/m².

Tabel 2 Globale kosten prijspeil 2016

Soort groendak	Kosten per m ²
Doe-het-zelf pakket	€30,-
Sedum dak (extensief)	€60-100,-
Bio divers groendak (extensief)	€70-110,-
Daktuin (intensief)	Vanaf €125-130,-

De prijs van zonnepanelen wordt niet berekend per m² dakoppervlak maar in Wattpiek (Wp). Wattpiek is een meeteenheid om het elektrische vermogen van een zonnepaneel aan te geven onder Standard Test Conditions. Dit is geen garantie voor het rendement van zonnepanelen, wat afhangt van veel andere factoren zoals in paragraaf 4.1.3 plaatsing groene daken en/of zonnepanelen te lezen is. Een zonne-energie systeem is niet compleet zonder omvormer, deze zet de door zonnepanelen geproduceerde gelijkstroom om in wisselstroom. Deze wordt vaak meegenomen in de prijs van een installatie. De huidige prijs van deze installaties zit tussen de €1,40 en €1,60 per Wp, een standaard paneel nu zit rond 250Wp voor een klein verbruiker. Voor zonnepanelen installatie vanaf 150 panelen ligt deze prijs eveneens inclusief installatie rond €1,15 per Wp (Bossche energieconvenant, 2015). Bij deze berekening is rekening gehouden met de verandering van prijzen ten opzichte van 2015. Zonnepanelen worden meestal aangelegd aan de hand van de energiebehoefte van het gebouw, waardoor er geen realistisch aantal zonnepanelen per m² berekend kan worden.

4.2.2 Onderhoudskosten

Het onderhoud van groene daken hangt veel af van de oppervlakte en materialen van het dak, de kosten zitten rond €1,50 tot €4,- per m² per jaar.

Veel leveranciers van zonnepanelen sluiten bij installatie een contract af, hiervan worden geen prijzen genoemd.

Onderhoudskosten van de combinatie van beide systemen wordt door leveranciers erg divers de prijs verschilt per project. Deze is afhankelijk van het gekozen systeem, hoeveelheid zonnepanelen, soort groendak en opbouw van het dak.

4.2.3 Baten naar wetenschappelijke onderzoeken

Over de baten van groene daken en/of zonnepanelen ontstaan soms onduidelijkheden, zo blijken baten vaak kleiner te zijn dan over het algemeen gedacht wordt. Sommige baten vereisen nog onderzoek. Daarom volgt een toelichting op de werkelijke baten van zonnepanelen en/ of groene daken.

Isolatie

Vaak wordt aangenomen dat vegetatiedaken een isolerende werking hebben in winterse omstandigheden. De isolerende werking van een medium wordt weergegeven in een U-waarde en R-waarden, deze waarden worden ook gebruikt in de EPC-berekening voor gebouwen. De parameters die de U-waarden en R-waarden bepalen komen niet overeen met de factoren die de grootste impact hebben op de isolerende werking, zoals de water-lucht verhouding. Door deze variabelen is er geen vaste U-waarde en R-waarde te bepalen. Ditzelfde onderzoek toont aan dat er een aantal parameters zijn die isolerend werken. Echter zijn deze effecten voor een extensief dak in een Nederlandse winter nihil. Mits het mogelijk is een U- waarde of R-waarde vast te stellen voor groene daken, zou deze geen invloed hebben op energieprestatie coëfficiënt berekening. (Peter G. Teeuw, 2011)

Het bedekken van een dak met substraat en begroeiing vermindert de warmtetransmissie van het dak naar de onderliggende ruimte. Dit wordt deels veroorzaakt door het voorkomen van zonlicht direct op het dakoppervlak, ook de potentiële verdamping en de dikte van het substraat heeft hier invloed op. Dit kan resulteren in verminderde opwarming van de direct onder het dak gelegen ruimte. Als gevolg hiervan daalt de koellast voor deze ruimte. (Peter G. Teeuw, 2011) Deze verminderde koellast kan resulteren in verminderd energie gebruik, door het vermindert gebruik van een airconditioning.

Hiervoor is anekdotisch bewijs geleverd door Freya Macke.

Groene daken dragen niet bij aan isolatie, wel dragen zij bij aan het verminderen van koellast van een gebouw.

Luchtkwaliteit

In grote mate wordt de luchtkwaliteit bepaald door de hoeveelheid fijnstof in de lucht. Fijnstof is er in verschillende groottes zoals PM10, PM5 en PM2,5. Fijnstof heeft op alle niveaus negatieve effecten op de gezondheid, het verkort de levensduur en kan bestaande aandoeningen aan hart- en vaatstelsel en luchtwegen en longen verergeren. (RIVM, 2013)

Begroeiende daken kunnen deze lucht verbeteren door bijvoorbeeld het wegvangen van redelijk grote stofdeeltjes zoals PM10. Deze deeltjes worden onder andere verspreid door het opwarmen van lucht boven steenachtige oppervlakten, wat zorgt voor het opwaaien van stofdeeltjes. Als de vegetatie te veel met stof bedekt wordt zal de filterende werking verminderen. Een aantal bestanddelen van de vervuilde lucht, zoals zwavel- en fluorverbindingen, schaden tevens de ontwikkeling van planten.

De Ryerson Universiteit in Toronto heeft een onderzoek uitgevoerd naar het effect van groene daken op de luchtkwaliteit (Doug Banting, 2005). In Toronto stad zou 9% van de gebouwen in aanmerking komen voor een groendak. De hoeveelheid schadelijke stoffen die hierdoor verwijderd zouden worden is berekend, de economische waarde hiervan niet was gering (Peter G. Teeuw, 2011).

Groene daken dragen bij aan het verbeteren van de luchtkwaliteit, wanneer deze op grotere schaal toegepast worden.

Urban Heat Island (UHI)

Het UHI effect wordt veroorzaakt door de opwarming van de lucht als gevolg van zoninstraling op veelal zwarte daken. Deze opgewarmde lucht zorgt voor een grote thermiek waardoor de gehele stad warmer wordt ten opzichte van het buitengebied. Dit wordt mede gezien als oorzaak van vroegtijdig overlijden van kwetsbare groepen. Doordat groene daken minder opwarmen en minder warmte uitstralen, zou dit kunnen resulteren in minder hoog oplopen van temperaturen in de stad. Een studie van de Ryerson universiteit van Toronto toont echter aan dat een enkel groendak niet bij zal dragen aan het verminderen van het UHI effect (Doug Banting, 2005). Wanneer deze daken wijd verspreid door de stad te vinden zijn zou het effect 0,5°C tot 2,0°C kunnen zijn in Toronto, afhankelijk van het jaargetijde. Om de hittestress effectief te verminderen moet een goede groenstructuur met parken gerealiseerd worden, vegetatie daken zouden hierop een aanvulling zijn (Peter G. Teeuw, 2011).

Weerbericht 2050 (Janette Bessembinder, 2016) is een rapport opgesteld als indicatie voor lokale weersomstandigheden voor het jaar 2050. Hierin worden verschillende trends genoemd als temperatuur stijging, toename extremen in zowel temperatuur als neerslag, toename van zowel verdamping als zonnestralingen en heviger onweer. Weer bericht 2050 (Janette Bessembinder, 2016) voorspelt weinig tot geen veranderingen voor de gemiddelde temperatuur in 's-Hertogenbosch. Wel voorspelt deze meer hittegolven.

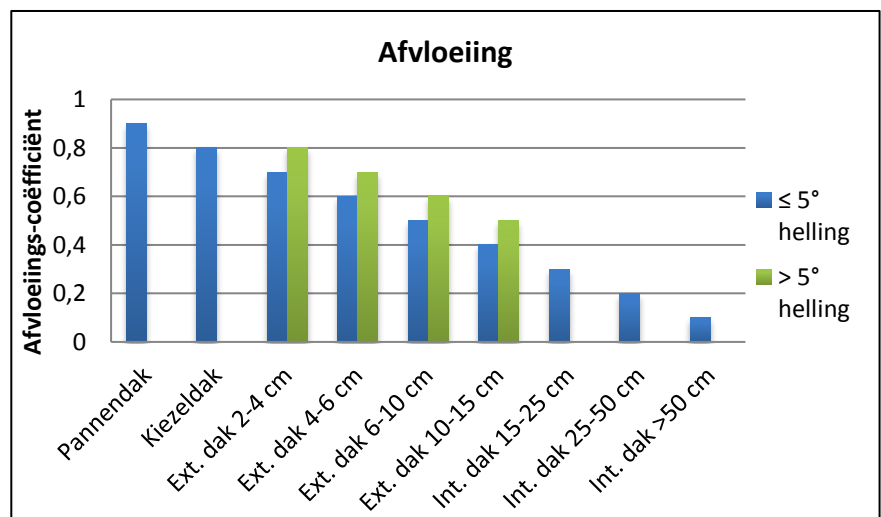
Hittekaart 2014-2050, bijlage 2, laat het verschil in de stijging luchttemperatuur zien tussen wijken in 's-Hertogenbosch. Deze hittekaart geeft een overzicht van de 2014 situatie van de stad in 2050 klimaat. Voornamelijk op bedrijventerreinen wordt het warmer.

Groene daken dragen bij aan het verminderen van het Urban Heat Island effect, wanneer deze als aanvulling worden gezien op een goede groenstructuur op maaiveld hoogte.

Waterretentie

Weerbericht 2050 (Janette Bessembinder, 2016) voorspelt tevens een toename van de jaarneerslag. Duidelijk is dat vooral in de wintermaanden de neerslag toeneemt, voor de zomer is dit niet duidelijk. Tussen jaren zal het verschil in neerslag blijven variëren, de variatie extremen kunnen toenemen. De kans op extreme neerslag en resulterende wateroverlast neemt in de toekomst toe als er geen maatregelen worden genomen.

In staafdiagram 1 zijn verschillende afvloeiingscoëfficiënten weergegeven die de verhouding tussen de hoeveelheid neerslag en de hoeveelheid water die naar het riool wordt afgevoerd laten zien. (FLL, 2008) Hierin is te zien dat de afvloeiingscoëfficiënt van een kiezel- en pannendak altijd gelijk aan of groter is dan de afvloeiingscoëfficiënt van een groendak. Wanneer de hellingsgraad van een dak groter is dan 5° wordt het een ander verhaal. Hierbij is de afvloeiingscoëfficiënt groter. Bij deze



Grafiek 1 Afvloeiingscoëfficiënten: d.w.z. het aandeel van neerslag dat van het dak afstroomt (FLL, 2008)

gegevens wordt echter geen beeld gevormd over de omstandigheden van dit substraat wordt aangenomen dat bij een verzadigd substraat de afvloeiingscoëfficiënt hoger is. Aangegeven wordt dat de beplanting, soort dak, seizoen en de oriëntatie van het dak ten opzichte van de zon invloed hebben op de afvloeiingscoëfficiënt (STOWA en Stichting RIONED, 2015).

De Duitse FLL heeft naast bovengenoemde waarden een range vastgesteld voor het vasthouden van water op jaar basis. Een extensief groendak met een substraatdikte tussen de 2 en 20 centimeter houdt ongeveer 40% tot 60% water vast. Bij een substraatdikte van 15 tot 50 centimeter houdt het groendak zelfs 60% tot 90% van het water vast op jaarbasis.

De waargenomen vertragingstijd bedraagt tussen de 40 minuten en 3 uur. Dit zal veranderen in de toekomst met steeds hevigere regenbuien in de winter, hierdoor zullen daken vaker overstromen. Uit onderzoek door STOWA en stichting RIONED (2015) blijkt, dat het aanleggen van infiltratievoorzieningen in een verdiept grasveld vaak goedkoper en eenvoudiger te realiseren is (STOWA en Stichting RIONED, 2015). Ook branche vereniging VHG (vereniging van hoveniers en groenvoorzieners) onderzoekt de vertragingstijd veroorzaakt door vegetatie daken, dit onderzoek wordt binnenkort gepubliceerd.

Deze vertragingstijd en verlaagde afvloeiings-coëfficiënt zorgen voor minder druk op het rioleringsstelsel. Hierdoor is er minder kans op overbelasting, water op straat, overstorten op oppervlakte wateren en overbelasting van de rioolwaterzuiveringen (RWZI's). Daarnaast verzorgt dit een constante en stabiele aanvoer waardoor de biologische zuivering optimaler werkt. Groene daken dragen bij aan het verminderen van de piekafvoer in riolering, al is de omvang hiervan moeilijk te bepalen. Groene daken dragen duidelijk bij aan het verminderen van de totale afvoer van neerslag, voornamelijk bij kleinere buien.

Biodiversiteit

Door de toename van potentiële verdamping zoals voorspelt in Weerbericht 2050 (Janette Bessembinder, 2016) zal de hoeveelheid water in de bodem verminderen. Ook voorspelt deze indicatie een kleine afname in bewolking. Planten zullen meer verdampen en daardoor minder goed groeien en minder water beschikbaar stellen voor verdamping, hierdoor kan de temperatuur nog meer oplopen (Janette Bessembinder, 2016). Planten zijn in de toekomst echt van belang voor de stad, om deze aangenaam en leefbaar te houden. Het effect hiervan is ook te zien in bijlage 3 Hittekaart 2014-2050, hierbij heeft wijk Groote Wielen nog onontwikkeld groen, wat een duidelijk effect heeft op de lucht temperatuur.

Op veel begroeide daken zijn niet-inheemse planten geplaatst, deze planten trekken makkelijker niet-inheemse organismen aan. De biodiversiteit op groene daken is relatief laag in vergelijking met parken. Ten opzicht van traditionele groene daken voegen bio diverse groene daken iets toe aan de biodiversiteit. Onderzoek Groene daken in Tilburg concludeert hieruit; groene daken kunnen nooit een vervanging zijn voor bijvoorbeeld een park of bos, maar kunnen een aanvulling zijn op de biodiversiteit en onderdeel uitmaken van een netwerk (Hendriks K. R., 2016).

Groene daken kunnen bijdragen aan verhoging van het aantal vogels, insecten en planten, dit is een aanvulling op een volwaardige groenstructuur op maaiveld hoogte.

Ervaring omgeving

Uitzicht op een groene omgeving heeft een positief effect op de gezondheid, herstellen van stress en pijnvermindering bij ziekenhuis patiënten. (STOWA en Stichting RIONED, 2015)

Onderzoek door Plan bureau voor de Leefomgeving (PBL) naar factoren die invloed hebben op de waarde van kantoor panden worden parken en plantsoenen genoemd als waarde verhogend mits binnen korte afstand (50 meter). Zo zouden groene daken als uitzicht ook een toegevoegde waarde geven aan omliggende gebouwen. De waarde van groen wordt als relatief gezien. In plaatsen met veel groen heeft extra groen voor kantoorpand huurders een mindere toegevoegde waarde dan in plaatsen met zeer beperkt groen (Planbureau voor de Leefomgeving, 2009).

Vooraf particulieren leggen groene daken aan vanwege het uitzicht blijkt uit ervaring van Freya Macke (2017).

Groene daken hebben een positief effect op gezondheid en in sommige gevallen op de waarde van vastgoed.



Figuur 7 Groendak op Stadskantoor 's-Hertogenbosch (foto door: Freya Macke)

Geluid

Groene daken hebben een geluid absorberend effect, de reductie is echter afhankelijk van de soort begroeiing, dikte van het substraat en het vochtgehalte. Het geluid wordt door het groendak weerkaatst, hierdoor blijft het geluid van buiten het gebouw beter buiten en het geluid binnen het gebouw beter binnen. Deze vermindering in weerkaatsing kan oplopen tot 3 decibel. Binnen een gebouw kan dit echter oplopen van 5 (nat substraat) tot 8 decibel (droog substraat) (STOWA en Stichting RIONED, 2015). Dit kan in sommige situaties een waardevolle toevoeging zijn op een gebouw.

Dubbel grond gebruik

Een dak heeft als hoofddoel bescherming bieden tegen de weersinvloeden, verder is dit vaak een loze ruimte. Door een groendak en/of zonnepanelen aan te leggen, ontstaat er een dubbel doel voor deze ruimte, dit is een vorm van dubbel grond gebruik. Dit levert voordeel op aangezien de grond in stedelijke gebieden erg kostbaar is.

CO₂ en energiebesparing

Groene daken binden koolstofdioxide (CO₂) om fotosyntheseprocessen te volbrengen. 25 vierkante meter bladoppervlak produceert ongeveer evenveel zuurstof als een mens per dag nodig heeft. Echter vragen de verbrandingsprocessen in de stad ook veel zuurstof en produceren deze weer CO₂ en andere afvalgassen. Groene daken compenseren een deel van deze CO₂ productie, dit zal niet genoeg zijn voor een volledige compensatie. De intensiviteit van de begroeiing bepaalt de mate van CO₂ reductie en zuurstof productie (Peter G. Teeuw, 2011).

Zonnepanelen produceren stroom zonder bij de omzetting van zonne-energie naar stroom CO₂ uit te stoten. Hierdoor wordt deze geproduceerde energie groene energie genoemd. Echter wordt bij de productie van deze zonnepanelen wel CO₂ uitgestoten, om groene energie te produceren moet deze CO₂-uitstoot eerst gecompenseerd worden, voor échte groene stroom.

80% van de productie van zonnepanelen vindt plaats in Azië, waar maar liefst 80 procent van de energie geproduceerd wordt uit steenkool. In Europa heeft hernieuwbare energie een groter aandeel. In de Levenscyclus analyse (LCA) uitgevoerd door Dajun Yue (2014) wordt de Energy return on energy investment (EROI) berekend. Voor mono- en multi-kristallijn panelen geproduceerd in Europa liggen deze EROI's op 16,1 en 19,1. Bij panelen uit bijvoorbeeld China is dit slechts 12,6 en 12,9. De oorzaak hiervan is

De CO₂ voetprint van panelen geproduceerd in Europa is voor mono- en multi-kristallijn panelen op 37,3 en 31,8 gram CO₂ equivalent/ kWh. Dit is bij mono- en multi-kristallijn panelen geproduceerd in China 72,2 en 69,2 gram CO₂ equivalent/ kWh. Korter omschreven produceert de productie van zonnepanelen bijvoorbeeld in China zo'n 28%-48% meer CO₂ per paneel dan productie in Europa (Dajun Yue, 2014).

Energy return on energy investment

$$EROI = \frac{\text{Totaal geproduceerde energie}}{\text{Totaal geïnvesteerde energie}}$$

Hierbij neemt men aan dat de levensduur van de panelen 30 jaar is.

Bron: (Dajun Yue, 2014)

Financieel voordeel

De terugverdientijd van zonnepanelen ligt rond de 10 jaar voor een grootverbruiker (een elektriteitsaansluiting groter dan 3*80 Ampere). Dat betekent dat er nog zo'n 15 jaar energie geproduceerd kan worden zonder kosten aan de zonnepanelen. Een omvormer zorgt eerder voor kosten waar rekening mee gehouden moet worden aangezien deze een levensduur hebben van ongeveer 10 tot 15 jaar (Spruijt, 2015). In de toekomst dalen deze terugverdientijden waarschijnlijk door toepassing van nieuwe innovaties. De afnemende bewolking zoals voorspelt door Janette Bessembinder (2016) in Weerbericht 2050 kan een positieve invloed hebben op de energieproductie, maar door het extra opwarmen van de panelen kan de energieproductie ook juist afnemen.

Van groene daken is geen effectieve terugverdientijd bekend, er is wel een Maatschappelijke Kosten en Baten Analyse (MKBA) welke erg situatie specifiek is en daardoor niet bruikbaar is voor dit onderzoek. Bij juiste installatie van een groendak, zal de levensduur van het onderliggende dak stijgen. Dit resulteert in een verlaging van de jaarlijkse kosten van het bestaande dak. Een gemiddelde terugverdientijd is desondanks moeilijk te berekenen, door een gebrek aan onderzoek naar de winst van effecten zoals verminderde koellast, meervoudig ruimte gebruik, mogelijke waarde vermeerdering van het gebouw, keurmerken zoals BREEAM en verlengde levensduur.

Combinatie vegetatiedak en zonnepanelen

Gedurende de interviewfase van dit onderzoek werd de verhoogde opbrengst van de combinatie van een groendak met zonnepanelen meerdere malen benoemd. Zo zou het verhoogde rendement voor zonnepanelen tussen de 10 tot 20 procent liggen. Dit effect is onderzocht door studenten van Hogeschool Rotterdam onder begeleiding van C. M. Ravesloot voor ZinCo. ZinCo is een bedrijf dat groene daken en de combinatie van groene daken en zonnepanelen levert en aanlegt. De energieopbrengst van zonnepanelen wordt beïnvloed door klimaatomstandigheden en verschillende verliesposten, de grootste verliespost is het gevolg van de temperatuur van de zonnepanelen. Met berekeningen aangetoond dat er op jaarbasis slechts 0 tot 6 procent verlies ontstaat als gevolg van de opwarming van een zonnepaneel. (D. Shadmanfar, 2014)

4.2.4 Subsidies

Vanuit verschillende overheden zijn er stimuleringsregelingen voor groene daken en zonnepanelen. Dit is een overzicht van de mogelijkheden van december 2016 in 's-Hertogenbosch.

Zonnepanelen

Voor het duurzaam opwekken van zonne-energie zijn de volgende subsidies beschikbaar:

- Stimulering Duurzame energieproductie (SDE+)

SDE+ is een initiatief van de Rijksoverheid, waarin zonnepanelen een grote rol spelen. Bedrijven en (non-profit) instellingen die hernieuwbare energie (gaan) produceren kunnen subsidie ontvangen. De subsidie wordt in 2017, net als in 2016, opgesplitst in een voorjaar en najaar openstelling. Tijdens deze openstelling wordt €6 miljard verdeelt over de goedgekeurde aanvragen. Hierbij wordt €0,150 subsidie verstrekt per kWh. Voor zonne-energie is subsidie aan te vragen wanneer het om een grootverbruikaansluiting.

Grootverbruikaansluiting → een elektriteitsaansluiting groter dan 3*80 Ampere.

Kleinverbruikaansluiting → een elektriteitsaansluiting 3*80 Ampere is een kleinverbruiker.

Meer informatie over deze aansluiting is op te vragen bij de energieleverancier.

Bron: (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015)

- Asbest eraf zonnepanelen erop

Deze subsidie regeling is gesloten vanaf 31-12-2016, alleen in provincie Friesland blijft deze regeling van kracht. Deze regeling stimuleerde het saneren van een asbestdak, mits er minimaal 5 kilowatt aan zonnepanelen werd aangelegd op datzelfde agrarische perceel.

Fiscale regelingen die gelden voor zonneprojecten zijn:

- Energie-investeringsaftrek (EIA)

Tot 58% van de investeringskosten van energiebesparende bedrijfsmiddelen kunnen worden afgetrokken van de fiscale winst bovenop de gebruikelijke afschrijvingen. Soms is het voordelig om een investering op te splitsen in een MIA en EIA deel, echter is dit niet mogelijk voor zonne-energieprojecten. Het is niet mogelijk om een EIA en SDE+ subsidie te combineren.

Milieu-investeringsaftrek (MIA) → is een investeringsaftrek die kan oplopen tot 36% van het investeringsbedrag. Dit komt bovenop uw gebruikelijke investeringsaftrek.

Energie-investeringsaftrek (EIA) → is een investeringsaftrek voor investeringen in energiezuinige technieken en duurzame energie.

Bron: (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015)

Voor zonne-energieprojecten zijn verschillende financieringsmogelijkheden:

- Energiefonds
Met Energiefonds Brabant werkt provincie Noord-Brabant samen met andere partijen aan een versnelde energietransitie in Brabant. Dit doen zij door kapitaal en professionele ondersteuning te bieden aan kansrijke projectideeën. Hierbij kan ook gedacht worden aan een groot zonnepanelenproject waar na realisatie aan verschillende bedrijven van een industrieterrein verkocht wordt.
- Regeling groenprojecten
Spaarders en beleggers betalen normaal 1.2% vermogensheffing over het gespaarde of belegde bedrag. Deelnemers in groenfondslen zijn hiervan vrijgesteld tot een maximaal vermogen van €56.420,- per persoon.
Anderzijds kunnen groenprojecten een financiering aanvragen met een lager rentebedrag wanneer het een project betreft met een groenverklaring.
- Energy service company (ESCO)
Een Energy service company wordt door een eigenaar of gebruiker van een gebouw gevraagd de energievoorziening van het gebouw op zich te nemen. Om zo meer kwaliteit te realiseren, minder vermogensbeslag te hebben in installaties en de eigen organisatie te ontlasten. Een ESCo komt hierdoor in aanmerking voor subsidies en fiscale regelingen.
- Klein verbruikers
Voor klein verbruikers (aansluitingen tot en met 3*80A) is het mogelijk om gebruik te maken van de salderingsregeling, waarbij energie voor de aankoopprijs terug geleverd wordt.

Groenverklaring → een groenverklaring is een goedkeuring voor een investeringsplan dat voldoet aan de eisen van de Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland.

Bron: (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015)

Groene daken

Voor de realisatie van een groendak zijn verschillende subsidies beschikbaar voor bedrijven:

- Milieu-investeringsaftrek (MIA)
De MIA is een regeling voor investeringen in milieuvriendelijke technieken die in de milieulijst staan die tot 36% van de investering afgetrokken kan worden. Groene daken staan op deze milieulijst en hebben code F 6420. Deze investeringsaftrek moet plaatsvinden in het investeringsjaar en komen bovenop de gebruikelijke investeringsaftrek. Investerings van minder dan €1.900,- komen niet in aanmerking voor deze regeling.
- Willekeurige afschrijving milieu-investering (Vamil)
Deze Vamil regeling biedt de mogelijkheid 75% van een milieu-investering op een willekeurig moment af te schrijven. Hierbij is de voorwaarde dat deze investering voor moet komen op de milieulijst en code A, B, C of F heeft. De overige 25% schrijft men regulier af. Hiermee is het mogelijk verminderde inkomsten- of vennootschapsbelasting te betalen

Voor vegetatie daken is het mogelijk om deze regelingen te combineren.

- Stimuleringsregeling Klimaatactief Bebouwd Gebied 2016-2021
Waterschap Aa en Maas stimuleert maatregelen die de groen- en waterstructuur in bebouwd gebied welke onder andere klimaat adaptief zijn en gericht is op verbinden en/of participatie. Hiermee kan een groendak aangelegd worden mits hier meerdere partijen aan mee doen. De maximale subsidie is 30% van de project kosten met een maximum van €5.000,- Deze regeling loopt tot 31 december 2021.

De fiscale regeling voor groene daken is:

- Regeling groenprojecten
Groendak projecten kunnen net als zonnepanelenprojecten ook een groenverklaring krijgen. Hierdoor zijn dezelfde regels van toepassing op groendakenprojecten als bovenstaand voor zonnepanelenprojecten.

De rijksoverheid heeft met behulp van de Green-deal actief meegewerkt aan het erkennen van de meerwaarde van groene daken bij onder andere het BREEAM keurmerk. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) is een internationaal erkend keurmerk dat de duurzaamheid van gebouwen beoordeelt.

Voor de combinatie van groene daken en zonnepanelen kunnen veel van deze regelingen gecombineerd worden.

4.3 Vastgoedeigenaren

Als gemeente is het belangrijk te weten wat er speelt onder vastgoed eigenaren, om zo optimale dienstverlening te bieden.

4.3.1 Beperkingen en bedenkingen

Door middel van interviews met bedrijven, ontwikkelaars van gebouwen, woningbouwstichtingen, leveranciers van groene daken en/of zonnepanelen en gemeente 's-Hertogenbosch (afdeling maatschappelijk vastgoed) zijn bedenkingen en beperkingen in kaart gebracht. In figuur 8 zijn deze in onderstaande categorieën gekwantificeerd weergegeven. Deze gegevens representeren de huidige situatie voor 's-Hertogenbosch.

- **50% Financiën**

50% van deze bedenkingen en beperkingen zijn gerelateerd aan financiën. Financiële kosten en baten worden genoemd door de doelgroepen, zij geven aan dat financiën een groot effect hebben op de marktwerking.

- **21% Beleid**

Van de geïnterviewde is 21% van mening dat het beleid een grote rol speelt in het beslisproces. De onzekerheden rondom salderen, het gebrek aan verplichtingen en

ingewikkelde subsidies werken tegen het aanleggen van de

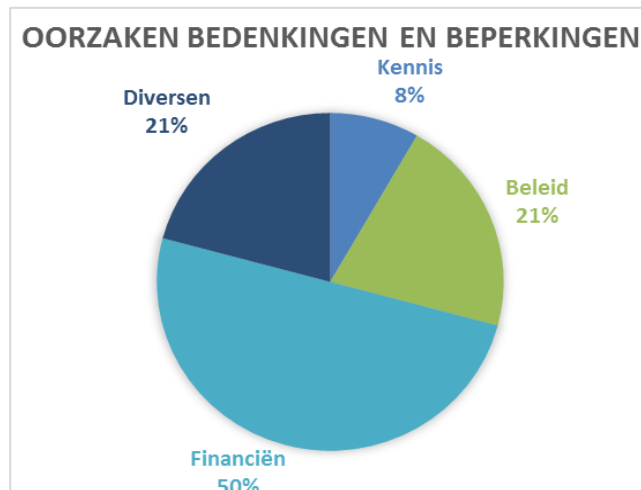
systemen. Ontwikkelaars van gebouwen geven aan dat de regelgeving Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) en juist een drijfveer is om installaties aan te leggen. Naar verwachting zal het nieuwe hemelwaterbeleid van gemeente 's-Hertogenbosch in de toekomst hetzelfde effect hebben.

- **21% Diversen**

Woningcorporaties voeren de categorie diversen aan. Zij richten zich niet op stimulatie van specifieke technieken met hun eigen beleid, maar zij streven naar een duurzaam geheel op hun eigen manier. Daarnaast geven zij aan dat duurzaamheid niet erg leeft bij bewoners als zij kijken naar officiële aanvragen of klachten. www.droomstaddenbosch.nl laat zien dat, Woningcorporatie Zayaz, actief werkt aan een duurzaamheidsinitiatief van een huurder.

- **8% Kennis**

Van de geïnterviewde geeft 8% aan dat dat er weinig goede voorbeelden en promoties zijn rondom de technieken. Deze helpen bij de voorlichting van mensen, en ervoor zorgen dat groene daken en zonnepanelen algemeen goed worden.



Figuur 8 Oorzaken bedenkingen en beperkingen

4.3.2 Top 4 beperkingen

Door deze gegevens te analyseren op beïnvloedbaarheid door gemeente 's-Hertogenbosch ontstaat de volgende top 4. Aan de hand van deze top vier worden aanbevelingen gedaan in hoofdstuk 5.2, Aanbevelingen.

1. **Kennis**

De bedenkingen en beperkingen gerelateerd aan kennis zijn weg te nemen, aangezien de kennis binnen gemeente 's-Hertogenbosch al aanwezig is. De knelpunten zitten in onoverzichtelijke subsidie regelingen, het gebrek aan promotie voor systemen op bestaande daken, het gebrek aan voorbeelden (vooral bij groene daken) en betrouwbare informatie (vooral bij zonnepanelen).

2. Beleid

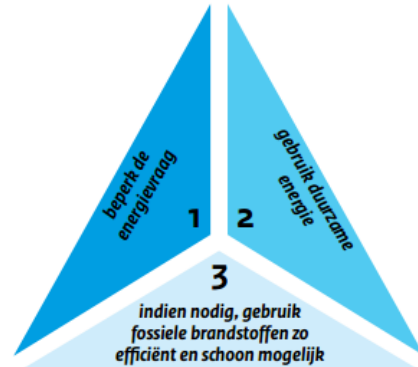
Onderdeel van het beleid zijn subsidie regelingen, door communicatie zoals bij punt 1 is het mogelijk deze overzichtelijk te maken. Het verschil in beleid tussen gemeenten ervaren leveranciers niet altijd als eerlijk, meer hierover in het verslag van leveranciers van zonnepanelen in bijlage 2.

3. Diversen

In deze categorie noemt men het voordeel van extra ruimte door het gebruik van een groendak als beweegreden genoemd. Andere beweegreden die men noemt voor de aanleg van zonnepanelen en/of groene daken zijn de Trias Energetica, zie figuur 8, en het produceren van groene energie. Gemeente 's-Hertogenbosch kan hierop invloed uitoefenen door met deze woningcorporaties afspraken te maken.

4. Financiën

Financiën zijn in veel situaties de doorslaggevende factor, ook binnen de aanleg van groene daken en zonnepanelen. Deze factor wordt actief beïnvloed door subsidies vanuit het Rijk, de waterschappen en gemeente 's-Hertogenbosch zelf, verdere beïnvloeding is gering. Medewerkers van gemeente 's-Hertogenbosch geven aan dat er geen budget is om te investeren in subsidies. Gemeente 's-Hertogenbosch kan geen invloed uitoefenen op businesscases als PR (public relations), EPC en energiebesparing. Communicatie over rijksregelingen voorkomt en verheldert onduidelijkheden. Deze regelingen blijken vaak nog onbekend te zijn, blijkt uit ervaringen van Freya Macke (2017).



Figuur 8 Trias Energetica (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2013)

Uit praktijk ervaring van Freya Macke (2017) blijkt dat bij particulieren in 's-Hertogenbosch de volgende beperkingen en bedenkingen hebben bij groene daken.

1. Onbekendheid

Groene daken zijn een relatief onbekende toevoeging aan een huis, zonnepanelen daarentegen zijn bekender.

2. Kennis

Vaak ontbreekt kennis over 'hoe' en 'wat' bij groene daken. Hierbij wordt gevraagd om informatie over opbouw, voor- en nadelen.

3. Financiën

Kennis over kosten van groene daken, deze zijn vaak totaal onbekend.

5. Discussie onderzoeksmethode

De betrouwbaarheid van een onderzoek hangt af van de kwaliteit van de verzamelde gegevens en de kwaliteit van de interpretatie van de resultaten.

5.1 Technische randvoorwaarden

Gedurende het onderzoek naar voorwaarden voor het plaatsen van de technieken is er gefocust op de draagkracht en de bezonning. Hierbij is geen onderzoek gedaan naar de voorwaarden mogelijke eisen het gebied van elektriciteitsaansluitingen voor zonnepanelen, zoals de leeftijd van de stoppenkast. Verder is richtlijn vegetatiedaken bestaande bouw van SBR Rotterdam, tegen betaling beschikbaar en hierdoor niet volledig doorgenomen. Bij de benodigde draagkracht voor groene daken en zonnepanelen is niet dieper ingegaan op de sneeuw- of andere belastingen van het dak. Deze moeten apart bij de benodigde draagkracht van een dak mee gerekend worden. Informatie over de combinatie van groene daken en zonnepanelen is minimaal en is per leverancier verschillend. Hierdoor te verwachten dat er meer mogelijkheden zijn op het gebied van bevestiging en gewicht dan in dit onderzoek weergegeven.

5.2 Kosten en baten

De kosten weergegeven in dit onderzoek zijn een samenvatting van gegevens van verschillende bronnen en zijn niet statistisch te onderbouwen. Deze gegevens geven een redelijk beeld van de werkelijkheid ondanks dit gebrek aan statistische onderbouwing. Verder zijn deze kosten aan de hand van prijspeil 2016, door de constante daling in de prijs van zonnepanelen is een vertekend beeld te verwachten. De baten zijn onderbouwd met verschillende wetenschappelijke onderzoeken, met uitzondering van de aanname dat een groendak zorgt voor verminderde warmtetransmissie tussen een dak en de ondergelegen ruimte. Verder zijn de onderzoeken naar retentiemogelijkheden door groene daken nog niet ver genoeg onderzocht in het Nederlandse klimaat om conclusies te trekken die toepasbaar zijn voor de verschillende soorten groene daken. Reeds zijn branchvereniging VGH en anderen al bezig met een onderzoek over dit thema. Aangenomen is dat een groendak dezelfde stressverminderende werking heeft als groen op maaiveld hoogte, al is dit nog niet bewezen.

5.3 Vastgoedeigenaren

Gedurende het kwalitatieve onderzoek zijn er verschillende manieren van interviewen gebruikt. Er is face-to-face, telefonisch en per e-mail informatie verkregen. Het is mogelijk dat de respondenten anders reageerden per communicatiemedium, al is dat aan de hand van de resultaten niet aannemelijk. Daarnaast is er bij de groep woningbouwstichtingen met 3 respondenten en bij gemeente 's-Hertogenbosch slechts met 1 respondent gesproken. Dit heeft invloed op het gevormde beeld, echter is het aannemelijk dat de 3 grootste woningbouwstichtingen het meeste invloed hebben op het onderzoeksgebied en daardoor uitstekende respondenten zijn. Afdeling maatschappelijk vastgoed heeft slechts één persoon beschikbaar welke meer weet van de onderzochte onderwerpen, aannemelijk is dat het gehele team hetzelfde standpunt uitdraagt.

6 Conclusie en advies

Onderzoek Groene Zonnepanelen levert conclusies en een aantal relevante aanbevelingen voor gemeente 's-Hertogenbosch.

6.1 Conclusies

Uit literatuur en kwalitatief onderzoek valt te concluderen dat een gebrek aan wet- en regelgeving voor de aanleg van groene daken en zonnepanelen geen probleem vormt. Onduidelijkheden rondom financiële regelingen zorgen wel voor een terughoudende houding bij vastgoedeigenaren. Vaak worden groene daken en zonnepanelen aangelegd om te voldoen aan wet- en regelgeving. Groene daken en/of zonnepanelen zijn bijna overal toepasbaar, met uitzondering van veel industriële loodsen. Groene daken hebben jaarlijks onderhoud nodig, net als zonnepanelen.

Uit literatuur onderzoek is te concluderen dat groene daken positief bijdragen aan klimaatadaptatie. Groene daken verlagen de koellast van gebouwen, werken geluidsisolerend, leveren water retentie en verhogen de levensduur van het onderliggende dak. Ook hebben groene daken een positief effect op de ervaring van de omgeving en het optimaliseren van ruimtegebruik. Groene daken zijn een goede aanvulling op een kwalitatieve groen structuur in de stad. Hierin dragen groene daken bij aan verbetering van luchtkwaliteit en de gevolgen van het Urban Heat Island effect en verhogen ze het aantal planten, insecten en dieren.

Een misvatting is dat groene daken bij dragen aan isolatie van gebouwen, dit is in Nederlandse winterse omstandigheden niet het geval.

In 2016 werden groene daken doe-het-zelf pakketten voor €30,- per vierkante meter verkocht. De prijs van een zonne-energie installatie inclusief omvormer kost €1,40-€1,60 per Wattpiek (Wp).

Zonnepanelen dragen bij aan klimaat mitigatie door groene stroom te produceren. Zonnepanelen die met hernieuwbare energie en een kortere transportafstand geproduceerd zijn, hebben een kleinere koolstofdioxide (CO₂) voetafdruk dan zonnepanelen geproduceerd met fossiele energie en dragen daardoor meer bij aan klimaatmitigatie. Hetzelfde is waarschijnlijk in het geval voor omvormers, hier is nog geen onderzoek van bekend. Verder dragen zonnepanelen bij aan het meervoudig ruimte gebruik, wat loont in een stad door de schaarse ruimte. Zonnepanelen zijn binnen 10 jaar terug te verdienen.

De combinatie van een groendak met zonnepanelen levert tot geen extra rendement op. Het maximale extra rendement zou 6% zijn op jaarbasis. Dit is het theoretisch gemiddelde verlies gegenereerd door het te hoog oplopen van de temperatuur van de zonnepanelen.

Een andere conclusie is dat financiën veel invloed hebben op de aanleg van groene daken en zonnepanelen. Verder heeft het beleid (stimuleren tot en met verplichten) van gemeenten veel invloed. Er is nu nog een te beperkte aandacht voor groene daken en zonnepanelen bij al bestaande gebouwen. Woningcorporaties richten zich vooral op hun eigen duurzaamheidsvisie. Uit top 4 van beïnvloeding valt te concluderen dat gemeente 's-Hertogenbosch vooral invloed uit kan oefenen op het beslisproces door bestaande kennis te delen.

6.2 Aanbevelingen

Het is op voor de promotie aan te bevelen de in dit onderzoek genoemde baten van groene daken en zonnepanelen (nog meer) bekend te maken binnen en buiten gemeente 's-Hertogenbosch. Het verspreiden van deze kennis zorgt voor aandacht voor groene daken en zonnepanelen, wat aanleg kan stimuleren. De Infographic 'Groene daken, voor een groener 's-Hertogenbosch' en de infographic 'Zonnepanelen, voor een groener 's-Hertogenbosch', bijlage I, zijn hiervoor opgesteld, deze geven een duidelijk overzicht van wat en waar groene daken en zonnepanelen wel en niet kunnen. Het valt aan te bevelen dit onderzoek jaarlijks te updaten omdat er nieuwe onderzoeken gepubliceerd worden in de nabije toekomst en prijzen zullen veranderen.

Het is aan te bevelen om te kijken en vergelijken met andere gemeenten wat zij doen aan stimulatie voor de aanleg van groene daken en zonnepanelen, om zo nieuwe ideeën op te doen of samen te werken.

Een aanbeveling op het gebied van onderzoek is om realistisch en kritisch blijven bij het opstellen van regelingen voor subsidies. Hierbij kan gedacht worden aan een jaarlijkse evaluatie van wetenschappelijke onderzoeken gerelateerd aan dit beleid. Bij zonnepanelen zou dit bijvoorbeeld kunnen resulteren in extra stimulatie van zonnepanelen met een kleinere CO₂-footprint. Bij groene daken kan gedacht worden aan stimulatie van bio diverse daken, om zo een grotere bijdrage te leveren aan leefruimte voor flora en fauna.

Op het gebied van stimulatie is aan te bevelen ook bestaande gebouwen mee te nemen in stimulatie promotie en regelingen. De aanleg van groene daken en zonnepanelen op bestaande gebouwen zijn blijft duidelijk achter. Daarnaast kan gekozen worden voor zonnepanelen op de zonrijke delen van de daken en een groendak op de schaduwrijke delen van daken. Zo is de schaarse ruimte in de daken optimaal verdeelt. Dit is een combinatie van klimaatadaptatie en -mitigatie.

Bibliografie

- Swedish National Board of Health and Welfare. (2009). *Environmental Health report 2009*. Stockholm: Swedish National Board of Health and Welfare.
- Agentschap Telecom. (2017, januari 12). *Dekking*. Opgehaald van Agentschap Telecom: <https://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/consument/mobiele-communicatie/dekking>
- Bossche energieconvenant. (2015). *Zonnestroom*. 's-Hertogenbosch: Bossche Energieconvenant.
- BRISwarenhuis. (2016, november 29). *NEN 3215: 2007*. Opgehaald van BRISwarenhuis: [http://www.briswarenhuis.nl/docs/norm/nen3215-2007/3\[1\]](http://www.briswarenhuis.nl/docs/norm/nen3215-2007/3[1])
- Brouwers, i. N. (2012). *Technische eigenschappen van groene daken en gevels*. Eindhoven: Technische universiteit Eindhoven.
- D. Shadmanfar, S. A.-R. (2014). *Green roof intergrated photovoltaic system versus conventional photovoltaic system*. Rotterdam: Hogeschoool Rotterdam.
- Dajun Yue, F. Y. (2014). *Domestic and overseas manufacturing scenarios of silicon-based photovoltaics: Life cycle energy and environmental comparative analysis*. Evaston: Elsevier Ltd.
- Doug Banting, H. D. (2005). *Report on the Environmental Benefits*. Toronto: Ryerson University.
- E. Schroll, J. L. (2011). The role of vegetation in regulating stormwater runoff from green roofs in a winter rainfall climate. *Ecological Engineering*, 595-600.
- FLL. (2008). *Richtlinien für Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie*. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).
- Gemeente 's-Hertogenbosch. (2017). *Waterplan*. 's-Hertogenbosch: Gemeente 's-Hertogenbosch.
- Gezondheidsraad. (2016, juni). Periodiek van de gezondheidsraad. *Graadmeter #2: De mensen vragen niet naar het risico*. Den Haag, Zuid-Holland, Nederland: Gezondheidsraad. Opgehaald van Gezondheidsraad.
- Gezondheidsraad. (2017, januari 12). *De gezondheidsraad*. Opgehaald van Nieuws: <https://www.gezondheidsraad.nl/>
- Health Council of the Netherlands. (2016). *Mobile phones and cancer P{art 3*. The Hageu: Gezondheidsraad.
- Hendriks, K. R. (2016). *Groene daken in Tilburg; Operationele handvatten voor ontwikkeling van gemeentelijk beleid*. Wageningen: Alterra rapport 2692.
- Hendriks, R. (2017, januari 11). *Golven*. Opgehaald van Natuurkunde: <http://www.roelhendriks.eu/Natuurkunde/w3J%20golven/golven%20theorie.pdf>

- Janette Bessembinder, V. G. (2016). *Weerbericht 2050*. De Bilt: KNMI.
- Karim, M. (2013). *Herbestemming van bestaande betonnen daken*. Rotterdam: Hogeschool Rotterdam.
- Kees Hendricks, R. S. (2016). *Groene daken in Tilbur*. Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Natuurkunde.nl. (2016, september 12). *Zonnecellen: hoe ze werken*. Opgehaald van Natuurkunde.nl: <http://www.natuurkunde.nl/artikelen/1572/zonnecellen-hoe-ze-werken>
- NL, A. (2010). *Leidraad Zonnestroomprojecten*. Utrecht: Januari.
- Norbert Scholl, A. O. (2014). *De essentie van kwalitatief marktonderzoek*. Amsterdam: MOA.
- Norwegian Institute of public Health. (2012). *Weak high frequency electromagnetic fields and assessment of health risks and management practices*. Nydalen: Norwegian Institute of public Health.
- Opbouw van een groendak*. (2016, september 28). Opgehaald van greentop-greenroofs.com: <http://greentop-greenroofs.com/nl/groendaken/opbouw-van-een-groendak/>
- Peter G. Teeuw, C. M. (2011). *Begroeide daken na 2010*. Amsterdam: Techne Press .
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2009). *De waarde van de kantooromgeving. Effecten van omgevingskenmerken op de huurprijzen van kantoorpanden*. 's-Gravenhage: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Ravesloot, C. M. (2016). *Kennispaper: Duurzame begroeide daken*. Delft: SBRCURnet.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2013). *Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen*. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2015). *Zonnestroom voor de industrie*. Utrecht: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- Rijksoverheid. (2016, november 28). *Bouwbesluit 2012*. Opgehaald van Overheid.nl: <http://wetten.overheid.nl/>
- RIVM. (2013). *Dossier 'Fijn stof', hoofdstuk 4, 'Effecten'*. Bilthoeven: RIVM.
- Rooftop Revolution. (2017, januari 15). *Rooftop Toolbox*. Opgehaald van Rooftop Revolution: <http://www.rooftoptoolbox.nl/>
- SolarKompas B.V. (2017, januari 4). *Fotovoltaïsche cellen*. Opgehaald van Solar kompas: http://www.solarkompas.nl/zonnepanelen/informatie/zonnepanelen_techniek/pvcellen
- Spruijt, J. (2015). *Wat lever een zonneweide per ha op?* Wageningen: ACRRES-Wageningen UR.
- STOWA en Stichting RIONED. (2015). *Groene daken naderbeschouwd*. Wageningen: Stichting RIONED en STOWA.

Bijlagen

I. Infographics

Groene daken, voor een groener 's-Hertogenbosch



Wist je dat een groendak:

- zorgt voor **meer** planten en insecten
- in de **schaduw** kan groeien
- ongeveer even veel weegt als een **grind dak**
- **geen omgevingsvergunning** vergt behalve bij een rijksmonument of beschermd dorpsgezicht
- met **zonnepanelen** gecombineerd kan worden
- nog **38 hectare** aan platte daken kan vergroenen in 's-Hertogenbosch

Extensieve groene daken

Intensieve groene daken

Een groendak verhoogt de levensduur van een dak tot wel 50 jaar.

50 JAAR



Een groendak houdt een gebouw koeler in de zomer.



Een extensief groendak heeft maar 1 keer per jaar onderhoud nodig.



Een groendak werkt als geluidsisolatie 5-8 dB.

Copyright gemeente 's-Hertogenbosch 2017.

Meer informatie? milieu@s-hertogenbosch.nl of bel (073) 615 51 55

Volg ons via:



Zonnepanelen, voor een groener 's-Hertogenbosch



Per Wp kost een zonne-energie
installatie groter dan 150 panelen
€1,17.

Tip: er zijn (rijks)subsidies.



Benodigde
draagkracht dak.

Wattpiek (Wp)

Geeft het vermogen aan van zonnepanelen.
Een paneel is meestal 250 Wp.



Wist je
dat zonne-
panelen:

- en een **groendak** gecombineerd kunnen worden
- wat betreft aantal afgestemd worden op het **energieverbruik** van het gebouw
- brochures beschikbaar zijn op www.rijksoverheid.nl
- bijdragen aan een groenere uitstraling van je bedrijf of woning



Copyright gemeente 's-Hertogenbosch 2017.

Meer informatie? milieu@s-hertogenbosch.nl of bel (073) 615 51 55

Volg ons via:



II. Samenvatting interviews per groep

Informatie verkregen tijdens de interviews is hieronder weergegeven als een samenvatting per doelgroep.

Bedrijven met een dakoppervlak >100m²

Het merendeel van bedrijven die een groendak of zonnepanelen aanleggen in 's-Hertogenbosch doen dit tijdens een ver- of nieuwbouw. In twee van de onderzochte gevallen zijn de technieken aangelegd vanuit een businesscase (BREEAM certificaat en PR doeleinden) en twee vanuit praktische oplossingen (aangelegd op een parkeergarage). Opmerkelijk is dat bij het creëren van extra ruimte dit als onderdeel van de werkplekken wordt gezien en niet als daktuinen.

Bij de businesscases is dit anders, de zonnepanelen en het groendak zijn er om geld aan te verdienen, dit is tevens te zien aan het jaar van aanleg. Beide businesscases zijn aangelegd in 2013 dit valt midden in de periode van de financiële crisis. Drie van de vier eigenaren geeft aan weinig te horen over groene daken en vooral veel te horen van zonnepanelen. Hierin weegt de ontwikkelingen in hen sector sterk mee. Het advies vanuit deze groep is het stimuleren van samenwerking tussen nieuwbouwprojecten, gemeentelijke plannen en bestaande bouw. Het nadenken over oplossingen zoals zonnepanelen en groene daken zou tevens gestimuleerd kunnen worden.

Ontwikkelaars van gebouwen

De geïnterviewde groep bestaat uit twee architectenbureaus en twee ontwikkelaars van gebouwen. Het is opvallend hoe sterk deze groep op een lijn zit. Bij de beweegreden om zonnepanelen aan te leggen noemt de gehele groep de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) welke is vast gesteld voor gebouwen. Tevens wordt door de geïnterviewde aangegeven in bijna alle projecten zonnepanelen te installeren en weinig tot geen groene daken aan te leggen. Zonnepanelen zijn een hot item binnen de sector ontwikkelaars van gebouwen. Twee van de vier geïnterviewde geeft aan dat er vóór de financiële crisis meer aandacht was voor groene daken binnen de sector.

Verder geven zij aan dat de toepassing van technieken nog steeds af hangt van de financiële situatie. Een geïnterviewde geeft aan dat de gewenste terugverdientijd van particulieren rond de 10 jaar zit, bij overheden kan dit rekken tot 15 jaar. Tevens wordt een groendak gezien als een onderdeel van een ecologisch huis door een van de geïnterviewde.

Verder geven zij aan dat er weinig gevraagd wordt naar de combinatie van groendak en zonnepanelen. Ook wordt de draagkracht als belangrijke factor genoemd. Als tips voor overheden worden groene energie corporaties, verbetering van informatieverstrekking over de technieken en een vereenvoudiging van de subsidie regelingen genoemd.

Woningbouwstichtingen

De woningbouw stichtingen geven aan dat in de huidige situatie al een aantal panden zonnepanelen of groene daken geïnstalleerd te hebben. Hierbij komen, in vele gevallen, de baten van deze zonnepanelen op de rekening van de bewoners. Verder geven de corporaties aan dat zij een integraal duurzaamheidsbeleid aan het vormen zijn en zich niet focussen op een specifieke techniek. Wel geven zij aan dat er vanuit huurders weinig vragen zijn over duurzaamheid. Zo krijgt woningbouwstichting Zayaz naar schatting zo'n 5 keer per jaar een vraag over duurzaamheidsoplossingen, terwijl zij zo'n 13 000 woningen bezitten. Een deel geeft aan dat zekerheid rondom saldering veel onzekerheid weg zal nemen, en investeringen in zonne-energie zou stimuleren. BrabantWonen daarin tegen geeft aan onderzoek te zijn naar manieren om zonne-energie voor een grotere groep mogelijk te maken.

Leveranciers zonnepanelen

De zonnepanelen leveranciers zien de toekomst zonnig in, drie van de vier geïnterviewde verwachten een verdere groei in de markt. Vooral de EPC heeft hier invloed op ook wordt de berichtgeving in de media genoemd als stimuleringsfactor. Verder zien zij een verschuiving in de markt, in het begin

werden er meer panelen verkocht in het voorjaar en was er in augustus een dip te zien. Worden de panelen het hele jaar door aangelegd. Verder geven zij aan dat de zonnepanelen markt in Nederland zo'n 10 jaar achterloopt op die van onder andere Duitsland. Verder verwacht een van de leveranciers geen veranderingen voor de komende periode aangezien alle bedrijven en aanbiedingen op elkaar lijken.

Over de beweegreden van klanten zijn zij het allemaal eens, het overgrote deel van de klanten legt zonnepanelen aan voor het financiële voordeel. Wel wordt er vaker nagedacht over het "waarom" vertelt een van de leveranciers. Opmerkelijk is wel dat nog een enkele klant naar een Levens Cyclus Analyse (LCA) had gevraagd. Verder wordt het rendement van zonnepanelen gezien als vervanging van de rente van de bank, aangezien sparen een tijd weinig opleverde.

Het gemiddelde vermogen van een zonnepaneel dat aangelegd wordt zit tussen de 250 en de 280 Wattpiek, en de gemiddelde levensduur is zo'n 25 jaar. Een omvormer kan zo'n 10 tot 15 jaar meegaan. Wel geven zij aan dat dit snel kan veranderen, aangezien 4 jaar geleden 185 Wattpiek nog de standaard was. De prijs per wattpiek voor de gehele installatie schommelt tussen de €1,30 en €1,70 inclusief BTW voor een polykristallijn paneel. Onderhoudsprijzen zijn niet erg duidelijk, klanten vragen hier weinig naar.

Alle leveranciers vragen een constructeur om te kijken of de constructie een dergelijke installatie kan dragen, behalve wanneer overduidelijk is dat de constructie de installatie kan dragen. Verder geven zij aan dat er weinig tot niet gevraagd wordt naar de combinatie van zonnepanelen en een groendak. Een van de leveranciers geeft aan dat groene daken een totaal ander type product is, de installatie zwaarder maakt voor het dak en de prijs omhoog schiet.

Maatregelen die overheden kunnen nemen om zonnepanelen te stimuleren zijn duidelijkheid geven rondom salderingsmogelijkheden, het goede voorbeeld geven, dit wordt nog onvoldoende gedaan. Verder geven de leveranciers aan dat vergunningsaanvragen soms (onterecht) afgekeurd worden, hierbij moet men denken aan een beschermd stadszicht waarbij op de achterkant zonnepanelen geplaatst kunnen worden, maar dit niet mag i.v.m. het uitzicht. Verder vraagt een van de leveranciers om handhaving van de plaatsing van zonnepanelen. In sommige buurten zijn er enorm veel oriëntaties van zonnepanelen waardoor het onrust uitstraalt in de straat. Anderen geven aan dat bij een "eerlijke" energiemarkt de stimuleringsmogelijkheden niet meer nodig zullen zijn.

Leveranciers groene daken

Leveranciers van groene daken zien gezamenlijk een groei in de markt die niet nog even door zal zetten. Sommigen zien het als een volwassen markt, anderen zeggen dat de markt zijn groeispurt gehad heeft en nog even gestaag door groeit. Deze groei is waarschijnlijk ontstaan uit de subsidie mogelijkheden en het populairder worden van multifunctionele daken en 'urban farming'. Verschillende leveranciers geven aan de invloed van negatieve publiciteit te merken, die veroorzaakt wordt door "nieuwe" leveranciers die slechtere kwaliteit leveren. De verkoop van groen daken gaat het gehele jaar door, alleen rond december en januari ziet men een klein dipje. De meeste doe-het-zelvers leggen echter wel hen daken aan in het voorjaar. Een groendak heeft verschillende voordelen, degene die het vaakst genoemd worden in combinatie met de beweegreden zijn het uitzicht en waterretentie.

De meest verkochte daken zijn extensieve sedum daken, gevolgd door de betreedbare intensieve daken. Een extensief dak kost in materiaal zo'n €25,- tot € 50,- per m². Een indicatie voor het de kosten voor het aanleggen is €30,- per m². Dit wel afhankelijk van onder andere de bereikbaarheid, grote, soort, dikte van het vegetatie pakket. Een intensief groendak kan aangelegd worden vanaf €100,- per m². De kosten voor onderhoud variëren sterk, deze starten vanaf €2,50 per m² voor een extensief dak, bij intensieve is dit situatie afhankelijk.

Mensen haken vooral af op de kosten, anderen moeten eerst wennen aan de kosten en gaan daarna alsnog verder met het plan. Een aantal jaar geleden merkten wij dat bij bouw project de kosten uiteindelijk hoger uitvielen dan verwacht en dat het groen dan weg bezuinigd werd.

De levensduur van een groendak kan tientallen jaren zijn, mits de dakbedekking van de juiste kwaliteit is. Voor de draagkracht halen alle geïnterviewde leveranciers er een constructeur bij, met uit zondering van gevallen waarbij overduidelijk is dat de draagkracht afdoende is. Het onderhoud wordt vaak uitbesteed door bedrijven, particulieren daarin tegen doen dit vaak zelf. Sommigen vergeten nog

wel eens deze daken onderhoud nodig hebben, al zien de leveranciers dit steeds minder. De leveranciers van groene daken zien kansen voor stimulatie op het gebied van samenwerken met verschillende partijen (zoals het waterschap), het vereenvoudigen van subsidieregelingen en het geven van goede voorbeelden.

Een van de leveranciers geeft aan dat hij graag een kwaliteitsborging zou zien, waarbij bijvoorbeeld het dak gecontroleerd wordt voor de aanleg om zo schade te voorkomen. Een ander geeft aan dat er goed gekeken moet worden naar de voordelen, zodat er geen onwerkelijke doelstellingen worden gesteld, zo zorgen sedumdaken tot een gering verkoelend effect en voor geringe afname van fijnstof in de lucht.

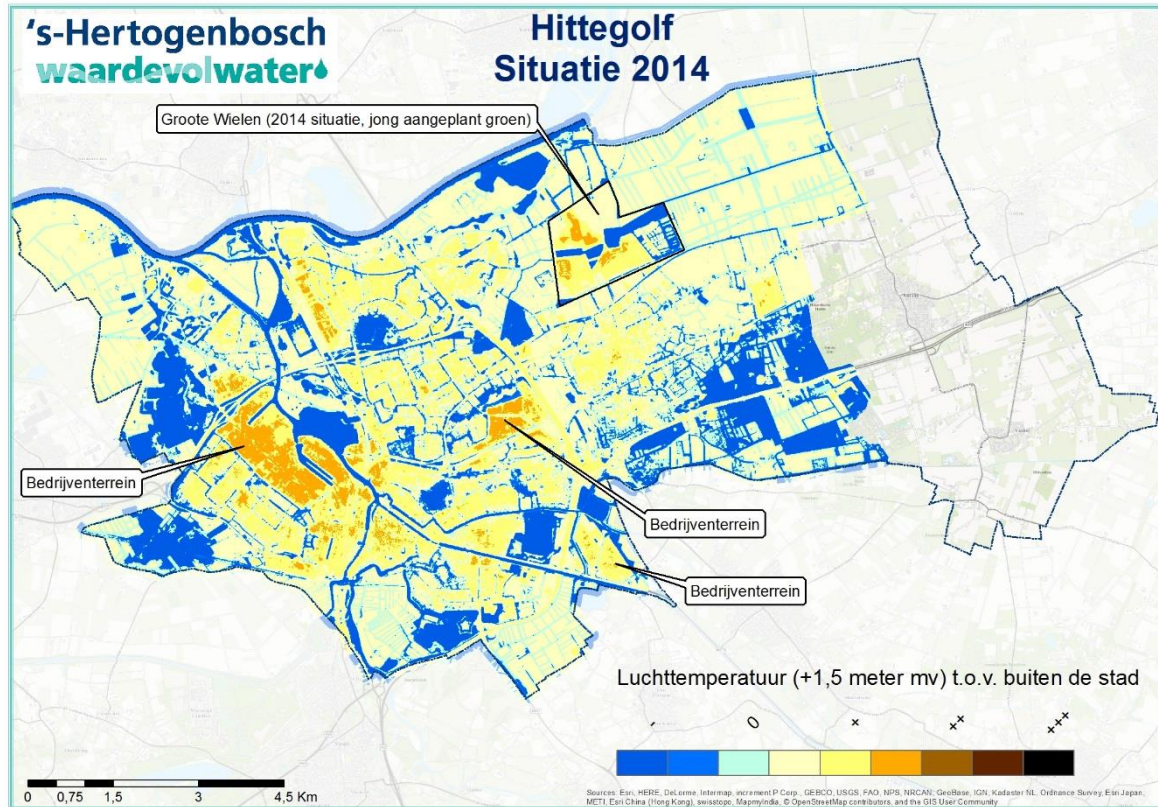
Leveranciers van de combinatie van groene daken en zonnepanelen

De leveranciers van de combinatie van groene daken en zonnepanelen zien eveneens een dalende lijn in de omzet. In de toekomst verwachten zij een groeiende markt te zien. Vooral in het voor- en najaar zijn de topverkoop seizoenen. Veel klanten leggen de combinatie aan in verband met de rendementsverhoging op jaar basis, een van de leveranciers verteld. Een van de leveranciers geeft aan vooral 50-plus klanten te hebben. Klanten haken af op de kosten, constructieve mogelijkheden en het niet overtuigd zijn van de voordelen van een groendak.

Sedummixmatten in combinatie met zonnepanelen worden het meest aangelegd. Over het onderhoud denken veel klanten wel na, daarnaast vertellen de leveranciers hier direct over wanneer zij een offerte-gesprek hebben. Echter twijfelen de leveranciers of er uiteindelijk onderhoud uitgevoerd wordt. De leveranciers kunnen geen duidelijkheid verschaffen in de kosten, hiervoor zijn de situaties en technieken te ingewikkeld. De aanleg wordt meestal gedaan door dakdekkers, hoveniers of installateurs. De levensduur van de technieken beïnvloed elkaar niet, groene daken kunnen 40 tot 50 jaar mee gaan.

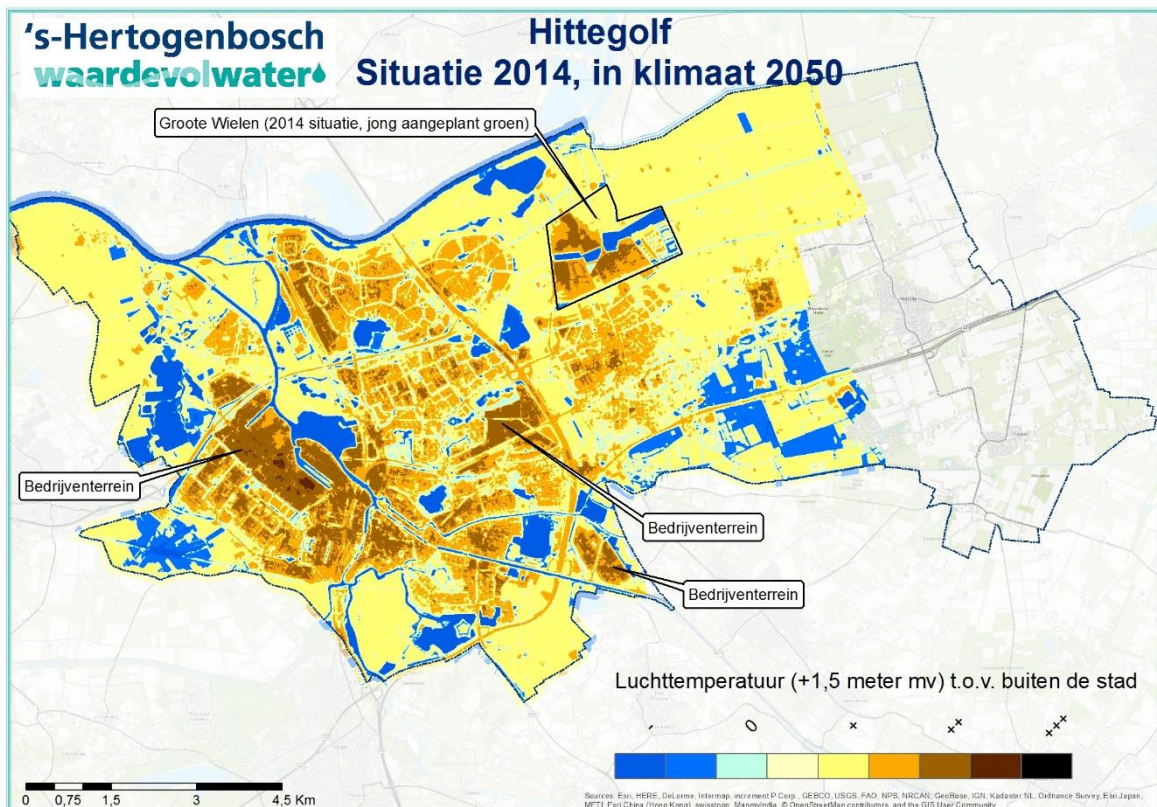
Deze leveranciers stellen eisen aan de draagkracht van de constructie. Deze achterhalen zij via de architect of een constructeur. De subsidies en de aandacht die besteed wordt aan groene daken en zonnepanelen is volgens de leveranciers oké. Graag zouden zij zien dat er iets actiefs gedaan wordt, zodat voor gebouweigenaren plannen concreet worden. Een van de leveranciers gaf aan dat een beurs organiseren met verschillende technieken waarbij mensen vragen direct kwijt kunnen erg stimuleert. Daarnaast zou gebouw eigenaren betrouwbare informatie geboden moeten worden ook over de voor- en nadelen. Een van de leveranciers vindt dat er veel onwaarheden worden verkondigd vooral over zonnepanelen.

III. Hittebeeld



Toelichting:

- Fictieve (bijna) windstille hittegolf → om te laten zien wat de toekomstige probleem gebieden zijn.
- 0 punt → weiland zonder invloed van water, groen en gebouwen.
- Gebaseerd op → literatuurstudie, luchtfoto 2014, BAG 2014, top tien data en AHN. Op de luchtfoto in 2014 is er in wijk Grote Wielen net groen aangeplant. Hierdoor is het effect van klein/jong groen te zien in een 2050 klimaat.



IV. Technische eisen vanuit de wet- en regelgeving voor daken

Vanuit wet- en regelgeving worden er verschillende eisen gesteld aan daken en dak installaties. Onderstaand hiervan een overzicht gebaseerd op het bouwbesluit, hierin worden verschillende (NEN-)richtlijnen genoemd.

Bouwbesluit

Het bouwbesluit geeft een overzicht van voorschriften over (ver)bouw van bouwwerken, over de staat en het gebruik van bouwwerken, open erven en terreinen, over sloop en over veiligheid tijdens bouwen en slopen. In het onderstaande overzicht staan de eisen ten aanzien van een dak per thema toegelicht. (Rijksoverheid, 2016)

Draagkracht

Artikel 2.3 van het Bouwbesluit legt regels op rondom de draagkracht. Een dak moet voldoen aan de in de NEN-EN 1990 gestelde eisen over het bezwijken van een bouwconstructie. Hierbij wordt uitgegaan van stootbelastingen als beschreven in NEN-EN 1991.

Rookgasafvoer

Artikel 2.59 gebieden het afvoeren van rookgas volgens de NEN 6062 voor nieuwbouw, de afstand tussen de uitmonding voor de rookgassen van een op vaste brandstof gestookt toestel en een brandgevaarlijk dak (zoals in NEN 6063) moet minimaal 15 meter zijn.

Bestaande bouw moet voldoen aan artikel 2.64, welke verplicht een brandveilige rookgas afvoervoorziening te hebben. Hierbij is het wederom verplicht om een afstand van 15 meter te hebben tot een brandgevaarlijk dak, als bedoelt in NEN 6063.

Dakoppervlak

Het dak van een nieuw bouwwerk mag niet brandgevaarlijk, NEN 6063, zijn stelt artikel 2.71 van het Bouwbesluit. De uitzonderingen zijn:

- Het gebouw heeft geen voor personen bestemde vloer hoger gelegen dan 5 meter en brandgevaarlijke delen van het dak 15 meter van de perceelgrens liggen.
- 15 meter afstand tot het hart van de weg, het water, het groen of het perceel wanneer het perceel grenst aan een openbare weg, openbaar water, openbaar groen of een perceel dat niet bestemd is voor bebouwing, een speeltuin, een kampeerterrein, een opslag van brandgevaarlijke stoffen of brandbare niet milieugevaarlijke stoffen.
- Het gebruiksoppervlak van het gebouw is kleiner dan 50m²

Inrichting vlucht routes

De inricht van vluchtroutes bij nieuwbouw zoals in artikel 2.107 van het bouwbesluit geeft een reductie van 50% op de permanente vuurlast van een dakconstructie. Mits er geen veiligheidsvluchtroute loopt op deze bovenste bouwlaag van het trappenhuis.

Plaats van de opening (nieuwbouw)

Een instroomopening en een uitmonding van een voorziening voor luchtverversing liggen op minstens 2 meter afstand van de perceelgrens en ten minsten 0,3 meter boven de bovenzijde van het constructie deel of aangesloten terrein i.v.m. ophoping van vuil of sneeuw.

Verbouw

Artikel 5.3 lid 2 van het bouwbesluit bevat eisen rondom de warmteweerstand van een dak. Een dak moet bij nieuwbouw voor verschillende functies verschillende warmteweerstanden hebben zoals in tabel 5.1 te zien.

gebruiksfunctie		grenswaarde
		thermische isolatie
	artikel	5.3
	lid	2
		[m ² .K/W]
1	Woonfunctie	
	a woonwagen	2,5
	b andere woonfunctie	6,0
2	Bijeenkomstfunctie	6,0
3	Celfunctie	
	a in een cellingebouw	6,0
	b andere celfunctie	6,0
4	Gezondheidszorgfunctie	
	a met bedgebied	6,0
	b andere gezondheidszorgfunctie	6,0
5	Industriefunctie	6,0
6	Kantoorfunctie	6,0
7	Logiesfunctie	
	a in een logiesgebouw	6,0
	b andere logiesfunctie	6,0
8	Onderwijsfunctie	6,0
9	Sportfunctie	6,0
10	Winkelfunctie	6,0
11	Overige gebruiksfunctie	–
12	Bouwwerk geen gebouw zijnde	–

Tabel 5.1 Bouwbesluit 2012

Bij het vernieuwen of vervangen van een dak is deze eis 2,0 m².K/W, welke bepaald zijn volgens de NEN 1068.

Afvoer van hemelwater

Een dak van een nieuw bouwwerk heeft een voorziening voor de opvang en afvoer van hemelwater met een volgens de NEN 3215 bepaalde capaciteit, gebied artikel 6.17 van het Bouwbesluit. De NTR 3216 geeft aanvullende informatie over methoden, en het toepassen van materialen en/of producten.

Veiligheid

Artikel 6.52 gebied een dat onderhoud aan het gebouw veilig kan worden uitgevoerd.

V. Onderzoek onzichtbaar gevaar (risico en veiligheid opdracht)

Om dit onderzoeksrapport volledig te maken, en te voldoen aan de standaard van HAS Hogeschool is onderzoek Onzichtbaar gevaar uitgevoerd. Deze rapportage geeft antwoord op de vraag: 'Is er op dit moment wetenschappelijk bewezen dat elektromagnetische straling effecten heeft op de gezondheid van de mens?' Dit onderzoek is ontstaan in overleg met Bonnie Nilhamn, arbo en veiligheidscoördinator voor gemeente 's-Hertogenbosch.

Achtergrond informatie

Wifi is een afkorting van het Engelse Wireless fidelity, een andere naam is Wireless Local Area Networks (WLAN). Deze wifi-netwerken worden hoofdzakelijk gebruikt om draadloos internet te bieden binnen een beperkt (werk)gebied. Een wifi-netwerk is eigenlijk een elektromagnetisch veld, wat bestaat uit elektromagnetische golven. De energie inhoud van deze golven wordt weergegeven in eenheid Hertz, 1 Hz is een golf per seconde.

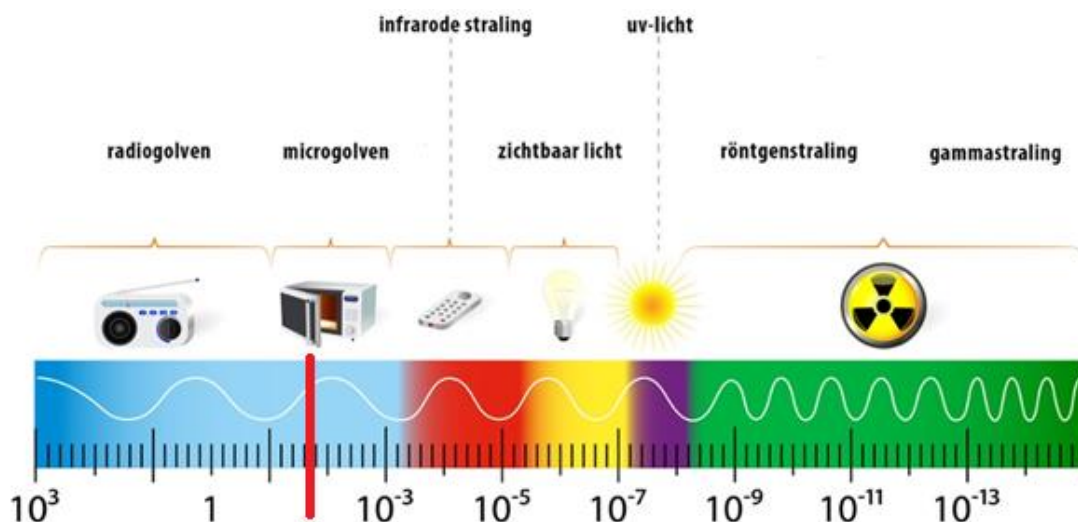
$$\begin{aligned}c &= \lambda * f \rightarrow 299.792.458 \text{ m/s} = \lambda \text{ m} * 5.000.000.000 \text{ golven/s} \\ \lambda &= 299.792.458 \text{ m/s} / 5.000.000.000 \text{ golven/s} \\ \lambda &= 0.06 \text{ meter} \\ \lambda &= 6 \text{ centimeter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}c &= \text{lichtsnelheid} = 299.792.458 \text{ m/s} \\ \lambda &= \text{golflengte} \\ f &= \text{frequentie} = 5\text{GHz}\end{aligned}$$

Bron: (Hendriks R. , 2017)

Het draadloze datanetwerk van gemeente 's-Hertogenbosch, Stads Kantoor, heeft een frequentie van 5,0GHz. Dit betekent dat er 5 miljard golven per seconde worden uitgezonden vanuit het draadloze datanetwerk. De lengte van deze golven is te berekenen, met behulp van de frequentie, 5GHz, en de lichtsnelheid. De lengte van de golven, geproduceerd door het wifi-netwerk van gemeente 's-Hertogenbosch, is 6 centimeter.

Onderstaand een illustratie als beeldvorming over elektromagnetische velden, met rood is het wifi-netwerk van gemeente 's-Hertogenbosch weergegeven. Zo is te zien dat de golven van zichtbaar licht en röntgenstraling een kortere golflengte heeft dan het betreffende wifi-netwerk.



Figuur 1 Elektromagnetische spectrum (Wetenschap in beeld, 2017)

Huidig advies gezondheidsraad

De Nederlandse gezondheidsraad adviseert de Nederlandse regering en parlement op het gebied van volksgezondheid en het gezondheids(zorg) onderzoek. De gezondheidsraad is in 1902 opgericht na aanleiding van de eerste gezondheidswet. De gezondheidsraad werkt samen met het Centrum voor

ethiek en gezondheid en is actief lid van het Europees netwerk van nationale wetenschappelijke adviesorganen op het gebied van volksgezondheid. (Gezondheidsraad, 2017)

De vaste commissie Elektromagnetische velden van de gezondheidsraad beoordeeld onderzoeken gerelateerd aan dit onderwerp. In Graadmeter #2, Mobiel bellen en kanker van juni 2016 wordt in gegaan op het effect van radiofrequente elektromagnetische velden en gezondheidseffecten.

Fysicus prof. dr. Gerard van Rhoon, hoogleraar fysische aspecten van elektromagnetische velden en gezondheid aan het Erasmus MC in Rotterdam wordt hiervoor geïnterviewd. Hieruit valt af te leiden dat het uitsluiten van een effect niet mogelijk is, wel kan de wetenschap zoeken naar aanwijzingen en risico's. Wanneer uit verschillende laboratorium studies blijkt dat er geen verband is dan worden er epidemiologische studies ingezet. Vanuit deze onderzoeken uit grote bevolkingsgroepen lijken twee groepen te ontstaan. Een kamp dat zegt: als er een risico is, dan is het heel klein. In het andere kamp, voornamelijk gevestigd in Scandinavië, vindt het risico best groot. Toch twijfelt Gerard van Rhoon aan deze onderzoeken, door de snelle groei van gebruik en de vele verschillende vormen van gebruik die er zijn. Hij geeft aan dat het moeilijk is een eenduidig beeld te vormen door de ontwikkelingen in het gebruik van elektromagnetische velden en de lange periode tussen het ontstaan van één kwaadaardige cel en merkbare symptomen in het geval van kanker. (Gezondheidsraad, 2016)

Op 1 juni 2016 publiceerde de Gezondheidsraad onderzoek "Mobile phones and cancer. Part 3. Update overall conclusions from epidemiological and animal studies" waarin de commissie concludeert dat er geen bewezen verband is tussen langdurig en frequent gebruik van een mobiele telefoon en een verhoogd risico op tumoren in de hersenen of het hoofd-hals gebied. Het wordt onwaarschijnlijk geacht dat er een samenhang is tussen het gebruik van een mobiele telefoon en het veroorzaken van kanker. (Health Council of the Netherlands, 2016)

Opvallend is dat de meeste adviezen van de gezondheidsraad alleen betrekking hebben op elektromagnetische velden afkomstig van mobiele telefoons. Deze elektromagnetische velden zitten op frequentie 2,6 GHz als hoogste, terwijl de frequentie van het gemeentelijke draadloze netwerk 5,0 GHz heeft. (Agentschap Telecom, 2017)

Internationale onderzoeken en inzichten

Noors onderzoek naar de gevolgen van het gebruik van elektromagnetische velden door de Noorse gezondheidsraad, concludeert dat er geen negatieve effecten zijn gevonden. Dit op basis van verschillende studies op weefsel, dieren en mensen. Het effect zou geen veranderingen of andere effecten hebben op de organische systemen. Toch zouden meetbare fysiologische en biologische effecten niet uitgesloten kunnen worden. (Norwegian Institute of public Health, 2012)

De Zweedse gezondheidsraad heeft sinds 2009 nieuw rapport uitgebracht over de gevolgen van elektromagnetische velden op het menselijk lichaam, welke in het Engels vertaald zijn. In 2009 rapporteren zij dat sterke elektromagnetische velden gevolgen kunnen hebben op kinderen en misschien bijdragen aan de ontwikkeling van leukemie. Dit rapport is echter een samenvatting en geeft geen volledig beeld van de sterkte van het elektronische veld en de twijfels die hierom heen hangen. (Swedish National Board of Health and Welfare, 2009)

Huidige wet- en regelgeving

Op 4 mei 2016 is er een wijziging doorgevoerd in het Arbeidsomstandighedenbesluit in verband met de vaststelling van regels met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van elektromagnetische velden. Deze zijn bekend gemaakt in Staatsblad, jaargang 2016 nummer 181. Artikel 6.12j, verwijst voor de grenswaarden hiervan naar de Europese richtlijn nummer 2013/35/EU. Dit verplicht de werkgever te voldoen aan de gestelde limieten in deze richtlijn. Wanneer deze overschreden worden moeten er preventieve maatregelen genomen worden en de risico's worden uitgebannen of tot een minimum worden beperkt.

Inventarisatie routers

Het nut van een inventarisatie van routers en afstanden tot de werkplekken kan nuttig zijn. Mits dit nodig is voor de berekeningen die verplicht uitgevoerd moeten worden aan de hand van deze richtlijn.

Discussie

Gedurende de planning van dit onderzoek was voorgenomen om een medewerker van gemeente 's-Hertogenbosch te interviewen. Met betrekking tot lichamelijke klachten waar het elektromagnetisch veld een rol in zou spelen. Helaas, is dit door omstandigheden niet mogelijk. Hierdoor zijn alleen de beperkte gegevens van de literatuurstudie. Het gebrek aan wetenschappelijk bewijs over deze klachten kan een éénzijdig beeld geven. Verder wordt er veel wetenschappelijk onderzoek gedaan naar elektromagnetische velden met een lagere frequentie dan het draadloze netwerk van Gemeente 's-Hertogenbosch. Ook dit kan voor een vertekend beeld zorgen.

Conclusie

Uit de literatuur onderzoeken valt te concluderen dat er nooit volledig uitsluitel gegeven kan worden over alle effecten van elektromagnetische velden. Een andere conclusie is dat door de huidige groei van deze elektromagnetische velden en technologie de gevolgen op lange termijn moeilijk, tot niet te monitoren zijn. Uit verschillende onderzoeken en adviezen kan men concluderen dat er op dit moment geen bewijs is voor negatieve lichamelijke effecten als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden.

Advies

Het valt gemeente 's-Hertogenbosch aan te raden het advies van de gezondheidsraad op te volgen mocht dit in de toekomst veranderen. Verder is het verstandig wat verdiepend onderzoek te doen naar de huidige wet- en regelgeving door een deskundige op dit gebied.

VI. Interview vragen per doelgroep

Bedrijven met een dakoppervlakte >100m²

Doel: Uitvinden hoe deze bedrijven de afweging groendak en/of zonnepaneel hebben gemaakt en waarom deze afweging is gemaakt.

De opzet van het interview is als volgt:



Het gaat hier om bedrijven al een groendak en/of zonnepanelen hebben aangelegd. Bij bedrijven is winst maken een van de hoofd doelen en aan deze technieken hangt een financieel plaatje vast. Het interview kan slechts een aantal kanten op zoals te zien in de figuur hierboven. De beperkingen en bedekkingen van de technieken worden aan de kaak gesteld door deze vragen te stellen.

Onderstaand zijn nog wat vragen die niet situatie afhankelijk zijn, deze zijn bedoelt om het gesprek in de juiste richting te draaien mocht van het onderwerp afgedwaald worden. Tevens wordt de tijdshorizon van de terugverdientijd vast gesteld, om deze meegenomen te nemen in de kosten en baten analyse.

- Wat is de gewenste terugverdientijd voor u als bedrijf m.b.t. investeringen?
- Heeft u het idee dat zonnepanelen en/of een groendak speelt binnen uw sector?
 - Heeft u het gevoel dat gemeente 's-Hertogenbosch meer aandacht moet besteden aan groene daken en/of zonnepanelen?
- Wat zou gemeente 's-Hertogenbosch voor u kunnen veranderen om groene daken en /of zonnepanelen te stimuleren?
- Wat zijn uw belangen bij het vergroenen van uw pand en 's-Hertogenbosch?

Ontwikkelaars van gebouwen

Doel: Hoe wordt het soort dakbedekking afgewogen?

De opzet is als volgt:



Aangezien ontwikkelaars vaak bouwen om de bouwwerken zo snel mogelijk te verkopen bestaat de kans dat de kosten zo laag mogelijk gehouden worden. Groendaken en zonnepanelen zijn een investering, die zich pas later terug betaald. Deze investering moet meegerekend worden in de prijs van de gebouwen. Voor een ontwikkelaars is dit een risico dat niet noodzakelijk is, hierdoor is het mogelijk dat deze extra investering gemeden wordt. Deze beperkingen en bedenkingen worden aan de kaak gesteld door bovenstaande vragen te stellen.

Tevens wordt gepoogd een tijdshorizon vast te stellen, waarin dergelijke investering wél mee te berekenen zijn in de prijs van een bouwwerk.

Onderstaand zijn nog wat vragen die niet situatie afhankelijk zijn. Deze vragen zijn bedoelt om het gesprek in de juiste richting te draaien mocht van het onderwerp afgedwaald worden.

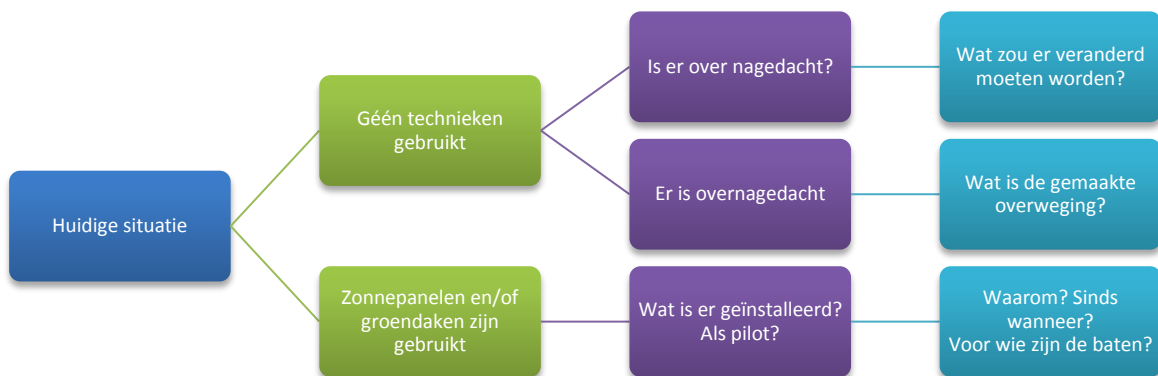
- Heeft u het idee dat zonnepanelen en/of een groendak speelt binnen uw sector?
- Heeft u het gevoel dat overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) meer aandacht moeten besteden aan groene daken en/of zonnepanelen?
- Wat zouden overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) voor u kunnen veranderen om groene daken en /of zonnepanelen te stimuleren?
- Wat zijn uw belangen bij het vergroenen van (uw) omgeving 's-Hertogenbosch?

Woningbouwstichtingen in 's-Hertogenbosch

Doel: Uitvinden wanneer de afweging wordt gemaakt en met welke visie die afweging wordt gemaakt.

De uitkomst van deze vraag is voorspelbaar, bleek tijdens het in een bespreking met Mark Hammers van Brabant Wonen. De woningbouw open staat open voor het toepassen van technieken zoals groendaken en/of zonnepanelen. Echter zit de woningbouwstichting in een situatie waarbij de gebouwen, en de investering voor hen is, maar de baten zoals het opwekken van stroom en het mooie uitzicht van een groendak niet voor hen zijn. Kortom de baten komen op een andere rekening dan waar de kosten vanaf gaan.

Deze situatie is te verwachten bij meerdere woningbouwstichtingen, hierdoor wordt interview ingevlogen op de volgende manier:



Daarnaast zijn er nog wat algemene vragen die niet situatie afhankelijk zijn, om het gesprek de juiste richting weer op te krijgen mocht dit nodig zijn.

- Heeft u het idee dat zonnepanelen en/of een groendak speelt binnen uw sector of onder bewoners?
- Heeft u het gevoel dat overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) meer aandacht aan groene daken en/of zonnepanelen moet besteden?
- Wat zouden overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) voor u kunnen veranderen om groene daken en /of zonnepanelen te stimuleren?
- Wat zijn uw belangen bij het vergroenen van uw pand en van 's-Hertogenbosch?

Leveranciers

Doel: Uitvinden waarom er nog geen zonnepanelen liggen, een groendak of de combinatie op alle beschikbare gebouwen.

Als leverancier heb je een unieke kijk op de markt en is uit praktijk ervaring eenvoudig te vertellen waar vermoedelijk de knelpunten zitten. Daar tegenover staat wel dat iedere ondernemer een bedrijf heeft om winst te maken, en de belangen van de ondernemer mee spelen in dit interview. Mits gevraagd wordt het interview anoniem afgenomen. De naam en contact gegevens worden in dit geval niet vrij gegeven.

Uit de huidige markt situatie kan veel informatie worden gehaald, zoals onder andere het type klant, de motieven en de afhaak momenten. Onderstaand eerst de vraag naar de huidige markt om zo het interview een vliegende start te geven. Daarnaast zijn er nog een aantal vragen voor specifieke leveranciers geformuleerd.



Verder is informatie over de stabiliteit van de markt belangrijk om te weten, deze wordt als volgt onderzocht:

- Is de huidige situatie al lang zo?
- Wat is uw toekomst verwachting?
- Zijn er speciale tijden waarin de verkoop beter is?

Leveranciers van zonnepanelen

Vanuit deze huidige situatie wordt een bruggetje gemaakt naar het type klant dat zonnepanelen wil aanleggen, met behulp van de volgende vragen:

- Uit welke overwegingen willen uw klanten zonnepanelen aanleggen?
- Waar haken mensen op af? Welke factoren spelen hiermee? Is hier informatie over bekend?

Daarnaast worden de volgende kosten besproken zodat de terugverdientijd met actuele prijzen kan worden berekend door middel van de volgende vragen:

- Wat zijn de meest verkochte panelen?
- Wat is het gemiddelde aantal gelegde panelen per m² dakoppervlak?
- Wat zijn de kosten van een dergelijk paneel?
- Wat zijn de installatiekosten per paneel?

- Wat zijn de onderhoudskosten per paneel?
- Wat is jullie ervaren levensduur?

Om het gesprek verder in de juiste richting te leiden zijn er nog wat extra vragen die situatie onafhankelijk gesteld worden:

- Wordt er nagedacht over het onderhoud door de klanten?
- Wordt er gevraagd naar de combinatie van een groendak en/of zonnepanelen? Zijn de klanten op de hoogte van het voordeel?
- Worden er vanuit jullie organisatie eisen gesteld aan het dak, voor de zonnepanelen geplaatst worden?
- Heeft u het gevoel dat overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) meer aandacht aan groene daken en/of zonnepanelen moet besteden?
- Wat zouden overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) voor u kunnen veranderen om groene daken en /of zonnepanelen te stimuleren?

Leveranciers van groene daken

Vanuit deze huidige situatie wordt wederom een bruggetje gemaakt naar het type klant dat een groen dak wil aanleggen met behulp van de volgende vragen:

- Uit welke overwegingen willen uw klanten een groendak aanleggen?
- Waar haken mensen op af? Welke factoren spelen hiermee? Is hier informatie over bekend?
- Welke soort groen dak wordt het beste verkocht?
- Wordt er nagedacht over het onderhoud van de groene daken?

De kosten per m² dakoppervlak worden besproken waarbij de volgende gegevens worden gevraagd.

- Wat is de meest verkochte soort groendak?
- Door wie wordt deze meestal aangelegd?
- Wat zijn de kosten per m² van dit groendak?
- Wat zijn de installatie kosten per m² groendak?
- Wat zijn de onderhoudskosten van een groendak per m²?
- Wat is de door jullie ervaren levensduur?

Hierdoor worden terugverdientijden per m² dakoppervlak brekend met actuele prijzen.

Om het gesprek verder in de juiste richting te leiden zijn er nog wat extra vragen die situatie onafhankelijk gesteld worden:

- Wordt er nagedacht over het onderhoud door de klanten?
- Wordt er gevraagd naar de combinatie van een groendak en/of zonnepanelen? Zijn de klanten op de hoogte van het voordeel?
- Wat voor eisen stellen jullie vanuit de organisatie aan een dak om er een groendak op te leggen?
- Heeft u het gevoel dat overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) meer aandacht aan groene daken en/of zonnepanelen moet besteden?
- Wat zouden overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) voor u kunnen veranderen om groene daken en /of zonnepanelen te stimuleren?

Leveranciers combinatie zonnepanelen en groendaken

Vanuit deze huidige situatie wordt een bruggetje gemaakt naar de klanten met de volgende vragen:

- Uit welke overwegingen willen uw klanten een combinatie van beide technieken aanleggen?
- Waar haken mensen op af? Welke factoren spelen hiermee? Is hier informatie over bekend?
- Welke soort combinatie wordt het beste verkocht?
- Wordt er nagedacht over het onderhoud?

De kosten van de combinatie per m² worden besproken waarbij de volgende gegevens gevraagd worden.

- Wat is de meest verkochte combinatie?
- Door wie wordt deze meestal aangelegd?
- Wat zijn de kosten per m² van deze combinatie?
- Wat zijn de installatie kosten per m² van deze combinatie?
- Wat zijn de onderhoudskosten van een combinatie per m²?
- Wat is de door jullie ervaren levensduur? Ligt deze voor beide technieken gelijk?

Om het gesprek verder in de juiste richting te leiden zijn er nog wat extra vragen die situatie onafhankelijk gesteld kunnen worden:

- Wordt er nagedacht over het onderhoud door de klanten?
- Wat voor eisen stellen jullie als organisatie aan een dak om er een combinatie op te leggen?
- Heeft u het gevoel dat overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) meer aandacht aan groene daken en zonnepanelen moet besteden?
- Wat zouden overheden (gemeente 's-Hertogenbosch) voor u kunnen veranderen om groene daken en zonnepanelen te stimuleren?

Afdeling maatschappelijk vastgoed

Doel: Uitvinden hoe en wanneer de afweging wordt gemaakt voor de dakbedekking van een pand.

Voor maatschappelijk vastgoed is het ontwikkelen, bouwen, onderhouden, beheren en exploiteren de hoofdzaak. Onder maatschappelijk vastgoed vallen vooral scholen, kinderdagverblijven, musea, buurgebouwen, ateliers en monumentale panden. Daarnaast zijn zij vooral bezig met huisvesting. Gemeente 's-Hertogenbosch bezit een aantal gebouwen, welke allemaal onderhouden, gerenoveerd of verbouwd worden in de loop van de tijd. Er is ook plaats voor nieuwbouw, maar wordt hier ook actief gekeken naar mogelijkheden voor groene daken en/of zonnepanelen? Dit sluiten we uit door de volgende vragen te stellen:

- Hoe wordt een bouw of verbouw benaderd? Wat is het doel wanneer er gebouwd wordt? De functie van het gebouw of alleen de huisvesting?
- Wanneer doen de mogelijkheden om een groendak en/ of zonnepanelen te leggen zich voor?
- Wordt er nagedacht over de doelen vanuit andere afdelingen? Worden die afdelingen betrokken?
- Hebben jullie het idee dat er meer mogelijkheden zijn voor groene daken en/ of zonnepanelen dan wat er nu wordt is toegepast?
- Wat zijn uw belangen bij het vergroenen van de panden en van 's-Hertogenbosch?
- Hebben jullie het idee dat groendaken en/of zonnepanelen leeft binnen jullie afdeling?