



Gemeente  
Rotterdam



**ARCADIS**

Design & Consultancy  
for natural and  
built assets

# LIFE @ URBAN ROOFS 2.0

Onderbouwingsrapport kengetallen

21 MEI 2021





# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTIE</b>	<b>3</b>
1.1	Probleemanalyse	3
1.2	Het programma LIFE	3
1.3	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>TOEPASSING VAN HET REKENINSTRUMENT</b>	<b>4</b>
2.1	De gebruiker	4
2.2	De werkwijze	4
2.3	Typen multifunctionele daken	4
<b>3</b>	<b>TOELICHTING FINANCIËLE BUSINESSCASE</b>	<b>6</b>
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Kosten en opbrengsten	6
<b>4</b>	<b>TOELICHTING MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATEN ANALYSE</b>	<b>7</b>
4.1	Uitgangspunten	7
4.2	Bepalen en waarderen van relevante effecten	7
4.3	Natuurpunten	10
4.4	BREEAM	11
<b>5</b>	<b>GEBRUIKTE KENGETALLEN EN AANNAMES</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUUR</b>	<b>17</b>
	<b>COLOPHON</b>	<b>18</b>



# 1 INTRODUCTIE

## 1.1 Probleemanalyse

In de stedelijke omgeving is op maaiveld weinig ruimte om de klimaat- en wateropgave aan te pakken. Tegelijkertijd is een grote hoeveelheid dakoppervlak in de stad onbenut. Daken bieden allerlei kansen voor gebruik, en kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het leefklimaat en de leefbaarheid in de stad. Dit kan op verschillende manieren vormgegeven worden door de aanleg van een multifunctioneel dak, zoals een combinatie van een dak met groene functie (begroeiing) en een gele functie (zonnepanelen).

Men wil de voordelen van multifunctionele daken ondervinden (door gebruik, energie, geluiddemping etc.), maar het is lastig om partijen bereid te vinden ervoor te betalen. Dit heeft verschillende oorzaken. De belangrijkste reden is dat de baten van multifunctionele daken niet altijd inzichtelijk zijn. Niet alle baten zijn direct te waarderen in Euro's en niet direct zichtbaar voor alle gebruikers (of nog belangrijker, voor de betaler). Het rekeninstrument LIFE @ Urban Roofs biedt hier een oplossing voor. De maatschappelijke en financiële kosten en baten worden inzichtelijk gemaakt middels het rekeninstrument versie 2.0 dat ontwikkeld is voor het Europese Unie (EU) programma LIFE @Urban Roofs.

## 1.2 Het programma LIFE

In het kader van het EU-programma LIFE is de gemeente Rotterdam in samenwerking met een aantal Rotterdamse partners het project LIFE @Urban Roofs gestart. Het doel van het project is om methoden te ontwikkelen om investeringen in multifunctionele daken te vereenvoudigen in de private en de (semi)publieke sector. Daarnaast heeft het EU-programma LIFE @Urban Roofs als doel om kennis te delen tussen steden en/of landen met eenzelfde soort vraagstuk.

## 1.3 Leeswijzer

Dit onderbouwingsrapport is bedoeld om de effecten die meegenomen zijn in LIFE @Urban Roofs versie 2.0 en de daarbij gebruikte kengetallen toe te lichten. In de hierop volgende hoofdstukken kunt u het volgende verwachten:

- Algemene uitgangspunten (hoofdstuk 2).
- Toelichting financiële businesscase (hoofdstuk 3).
- Toelichting van de maatschappelijke kosten-baten analyse, inclusief een beschrijving van de bepaling en waarderingsmethode van relevante effecten (hoofdstuk 4).
- Gebruikte kengetallen en aannames (hoofdstuk 5).

Let op: Het rekeninstrument LIFE @ Urban Roofs is opgesteld binnen de context van het programma LIFE. De werkwijze en kengetallen die in dit onderbouwingsrapport beschreven staan zijn alleen op deze scope van toepassing. Bij aanvullende vragen of toepassing elders neem contact op met Arcadis via [jolijn.posma@arcadis.com](mailto:jolijn.posma@arcadis.com).

## 2 TOEPASSING VAN HET REKENINSTRUMENT

### 2.1 De gebruiker

Het rekeninstrument LIFE @ Urban Roofs biedt inzicht in de financiële businesscase en de maatschappelijke kosten en baten van een multifunctioneel dak. Voor meer informatie over multifunctionele daken: <https://duurzaam010.nl/wat-kan-ik-doen/daken/>.

Sinds de oplevering van de 1.0 versie van het rekeninstrument hebben verschillende partijen het instrument toegepast. De 2.0 versie van LIFE @ Urban Roofs betreft een actualisatie en een verbeterslag van het instrument. Middels een gebruikerssessie zijn wensen en suggesties ten behoeve van de 2.0 versie opgehaald. De 2.0 versie van het rekeninstrument LIFE @Urban Roofs is voornamelijk ontwikkeld om het instrument toegankelijker, gebruiksvriendelijker en actueler te maken ten opzichte van de eerste versie. De doelen van het LIFE-programma zijn hierbij leidend geweest.

Het 2.0 instrument kan ingezet worden als stimuleringsinstrument, maar kan ook gebruikt worden om te inspireren en informeren over de toepassing van multifunctionele daken. Het doel van het instrument is om met een beperkte invoer een eerste beeld te krijgen van de kosten en baten van een multifunctioneel dak, zowel financieel als maatschappelijk. Het rekeninstrument kan daarmee gezien worden als een QuickScan en eerste aanzet naar een financiële businesscase en maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA).

Het instrument is toegankelijk voor iedereen die interesse heeft in multifunctionele daken, zowel voor gemeenten, particulieren als enthousiastelingen. Er is in het rekeninstrument zoveel mogelijk gewerkt met default waarden. Deze default waarden kunnen indien gewenst aangepast worden op basis van een specifieke casus.

### 2.2 De werkwijze

Het rekeninstrument is een Excel bestand, bestaande uit vijf verschillende schermen:

- Introductiescherm
- 1. Huidige situatie
- 2. Nieuw dak
- 3. Resultaten
- Hoe nu verder?

De gebruiker wordt stap voor stap door het rekeninstrument geleid. Het instrument is zo opgezet dat deze in ongeveer 15 minuten doorlopen kan worden. Om de gebruiker te helpen zijn zoveel mogelijk standaardprijzen en -waarden ingevoerd. Deze waarden kan de gebruiker zelf aanpassen, indien gewenst. De gebruiker vult alle gele velden in, of laat de voor ingevulde waarden staan.

### 2.3 Typen multifunctionele daken

Het rekeninstrument maakt gebruik van zeven dakkleuren: groene, blauwe, gele, rode, oranje, paarse en grijze daken (Tabel 1).

Tabel 1: Beschrijving en effecten van typen daken die zijn opgenomen in LIFE @Urban Roofs

Type dak	Beschrijving en effecten
Groene Daken	Groene daken dragen bij aan een groene omgeving en zijn nuttig bij extreem droog, warm en nat weer. De positieve effecten van een groen dak zijn: toename in biodiversiteit, vermeden zorgkosten, voorkomen arbeidsverlies, waterretentie en toename in vastgoedwaarde.
Blauwe Daken	Blauwe daken vangen water op. Ze spelen een belangrijke rol bij erg nat of juist droog weer. De positieve effecten van een groen dak zijn waterretentie en mogelijke hergebruik van het opgevangen water.
Gele daken	Gele daken wekken duurzame energie op uit zon of wind. De positieve effecten hiervan zijn energieopbrengsten voor de eigenaar, een reductie in CO <sub>2</sub> uit de opwekking van stroom en



	een verbeterde luchtkwaliteit doordat minder vervuilende stoffen nodig zijn voor de opwekking van stroom.
<b>Rode daken</b>	Rode daken hebben een sociale functie. De samenleving kan op dit soort daken elkaar ontmoeten en er zijn exploitatiemogelijkheden op een rood dak.
<b>Oranje daken</b>	Oranje daken worden gebruikt voor verbinding en vervoer.
<b>Paarse daken</b>	Paarse daken zijn woondaken.
<b>Grijze daken</b>	Grijze daken zijn voor technische installaties.

## 3 TOELICHTING FINANCIËLE BUSINESSCASE

### 3.1 Uitgangspunten

In de financiële businesscase worden de kosten (investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten) afgezet tegen de financiële opbrengsten (bijvoorbeeld energieopbrengst of exploitatieopbrengsten). Dit wordt gedaan door de Netto Contante Waarde (NCW) van het project te bepalen.

De NCW is een maatstaf om de huidige waarde van een bedrag weer te geven voor een bepaald zichtjaar. De NCW houdt rekening met de tijdwaarde van geld en de risico's die samenhangen met een investering. Om de NCW te bepalen worden de contante waarde van toekomstige uitgaven (totale investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten) afgetrokken van de contante waarden van alle toekomstige ontvangsten (opbrengsten). Toekomstige kosten en baten worden verdisconteerd naar het basisjaar zodat deze vergelijkbaar worden.

De analyseperiode is in het rekeninstrument variabel in te stellen, variërend van 10 tot 60 jaar. De standaardwaarde staat op 40 jaar.

#### Netto Contante Waarde

Het is niet zondermeer mogelijk om kosten en baten die in verschillende perioden optreden met elkaar te vergelijken. Investeringskosten worden gedaan op het moment dat het project wordt uitgevoerd, terwijl de baten, later optreden. Deze effecten zijn bovendien vaak niet eenmalig.

Om alle effecten met elkaar te kunnen vergelijken wordt in de MKBA en de financiële business case gebruik gemaakt van contante waarden. Met behulp van een discontovoet worden de toekomstige waarden van kosten en effecten teruggerekend naar vandaag (prijspeil 2020). Vanwege de tijdwaarde van geld is een Euro nu meer waard dan een Euro later in de tijd. Daarnaast zijn er risico's dat de baten lager uitvallen in de toekomst. Ook deze risico's zijn in de discontovoet verwerkt.

In de financiële businesscase wordt de discontovoet gebruikt die door de casushouders wordt aangehouden. In de MKBA is een reële discontovoet gebruikt van 2,25%, zoals voorgeschreven door de Rijksoverheid. Voor CO<sub>2</sub> prijzen is een discontovoet van 2,9% gehanteerd.

Wanneer van de contante waarde van de baten de contante waarde van de kosten wordt afgetrokken resteert het saldo: de Netto Contante Waarde.

### 3.2 Kosten en opbrengsten

#### Kosten

Er is aangenomen dat alle kosten additioneel zijn ten opzichte van de referentiesituatie (regulier onderhoud). De kosten in de financiële businesscase bestaan uit investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten. Daarnaast worden subsidies in de financiële businesscase als opbrengsten opgenomen. Hierbij wordt aangenomen dat subsidies in jaar 1 ontvangen worden.

#### Opbrengsten

De belangrijkste opbrengsten in de financiële businesscase hebben betrekking op gele, blauwe en rode daken. Gele daken zijn ingericht met energieopwekking (zonnepanelen en/of windturbines). De energieopbrengsten die het dak oplevert worden uitgedrukt in Euro's en zijn als opbrengsten meegenomen. Rode daken hebben een sociale functie. Dit kan bijvoorbeeld ook een bar of een restaurant betreffen. In dat geval worden de exploitatieopbrengsten meegenomen. Tot slot kan waterretentie op het dak mogelijkheden bieden voor waterhergebruik en daarmee tot vermeden kosten voor drinkwater.



## 4 TOELICHTING MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATEN ANALYSE

### 4.1 Uitgangspunten

Voor de bepaling van de maatschappelijke kosten en baten wordt zoveel mogelijk de Algemene Leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse (Algemene MKBA-leidraad) gevolgd. Deze beschrijft in stappen waaraan elke MKBA volgens de huidige inzichten dient te voldoen. De leidraad is opgesteld door het Centraal Planbureau (CPB) en het Planbureau voor de leefomgeving (PBL). Let wel, het rekeninstrument LIFE @ Urban Roofs betreft een QuickScan. Dit wil zeggen dat niet alle stappen doorlopen zijn, zie ook onderstaande tekst box.

Voor de bepaling van de NCW gelden dezelfde uitgangspunten zoals beschreven bij de financiële business case (zie hoofdstuk 2.1).

#### Algemene Leidraad MKBA

Strikt genomen dienen er, conform de genoemde Algemene Leidraad, voor de uitvoering van een MKBA verschillende stappen genomen te worden, waaronder een analyse van het achterliggende probleem en het ontwikkelen van meerdere varianten die het probleem zouden kunnen oplossen. De gemeente Rotterdam zou bijvoorbeeld ook op een andere manier CO<sub>2</sub> kunnen reduceren dan door zonne-energie op daken, bijvoorbeeld door extra in te zetten op energiezuinig vervoer.

Deze studie heeft zich echter gefocust op de maatschappelijke kosten en baten van multifunctionele daken, omdat een analyse van alternatieve klimaatmaatregelen niet tot de scope van de studie behoorde. Daarbij dragen multifunctionele daken bij aan de oplossing van meerdere problemen dan alleen het klimaatprobleem (biodiversiteit, water retentie, hittestress etc.), waardoor het in de praktijk lastig is om alternatieven te ontwikkelen die aan een oplossing bijdragen voor al deze problemen.

#### Algemene Leidraad MKBA

Strikt genomen dienen er, conform de genoemde Algemene Leidraad, voor de uitvoering van een MKBA verschillende stappen genomen te worden, waaronder een analyse van het achterliggende probleem en het ontwikkelen van meerdere varianten die het probleem zouden kunnen oplossen. De gemeente Rotterdam zou bijvoorbeeld ook op een andere manier CO<sub>2</sub> kunnen reduceren dan door zonne-energie op daken, bijvoorbeeld door extra in te zetten op energiezuinig vervoer.

Deze studie heeft zich echter gefocust op de maatschappelijke kosten en baten van multifunctionele daken, omdat een analyse van alternatieve klimaatmaatregelen niet tot de scope van de studie behoorde. Daarbij dragen multifunctionele daken bij aan de oplossing van meerdere problemen dan alleen het klimaatprobleem (biodiversiteit, water retentie, hittestress etc.), waardoor het in de praktijk lastig is om alternatieven te ontwikkelen die aan een oplossing bijdragen voor al deze problemen.

### 4.2 Bepalen en waarderen van relevante effecten

Bij het bepalen van de relevante effecten in de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is er onderscheid gemaakt tussen effecten die primair toevallen aan eigenaren/gebruikers van objecten (privaat) en de maatschappelijke effecten (publiek). De private en publieke effecten komen beiden terug in de MKBA. Onderstaande tabel presenteert de effecten die opgenomen zijn in de MKBA en de wijze van waardering. De volgende bronnen zijn hierbij geraadpleegd (zie ook de bredere uitleg kengetallen in hoofdstuk 4 en de literatuurlijst in hoofdstuk 5):

- Algemene Leidraad MKBA en de verschillende MKBA-werkwijzers, zoals Natuur, Milieu en Sociaal Domein;
- Handboek Milieuprijzen;
- Waarderingskengetallen vanuit o.a. TEEB-stad, de WaterSchadeSchatter, RWS-economie;
- Vergelijkbare MKBA's over groene daken;
- KNMI'14-klimaatscenario's;
- Overige bronnen (zie literatuurlijst)

Tabel 2: Kosten en baten die multifunctionele daken kunnen genereren

Effect	Beschrijving	Waarderingsmethode
<b>Kosten</b>		
<b>Investeringskosten</b>	<i>Additionele kosten t.o.v. de referentiesituatie in € per m<sup>2</sup> per dakkleur</i>	€
<b>Beheer- en onderhoudskosten</b>	<i>Additionele kosten t.o.v. de referentiesituatie in € per m<sup>2</sup> per jaar per dakkleur</i>	€ per jaar
<b>Opbrengsten / maatschappelijke baten</b>		
	Opgewekte kWh	kWh per jaar
<b>Energieopbrengsten</b>	Energieopbrengsten: vervanging verbruik en terug levering aan het net. Er wordt aangenomen dat de opgewekte energie wordt verbruikt aan eigen consumptie. Als er een surplus is wordt dit terug geleverd aan het net. De opgewekte stroom wordt gewaardeerd tegen €0,22 per kWh.	€ per jaar
	De energieopbrengsten worden ook inzichtelijk gemaakt door deze uit te drukken in aantal huishoudens jaarlijks voorzien van elektriciteit.	Kwantitatief
<b>Exploitatie-opbrengsten rood dak</b>	<i>Mogelijkheid tot exploitatie:</i> De effecten van het multifunctionele dak worden inzichtelijk gemaakt aan de hand van de opbrengsten van eventuele exploitatie aan te geven. Dit is kwantitatief uitgedrukt.	€
<b>Vastgoedwaarde</b>	In de literatuur is een bandbreedte van 1,4-21% vastgoedwaarde stijging door groen te zien. De volgende standaardwaarden zijn opgenomen: <ul style="list-style-type: none"> <li>1,4% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 500 m<sup>2</sup></li> <li>2,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 1000 m<sup>2</sup></li> <li>5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 2000 m<sup>2</sup></li> <li>7,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 3000 m<sup>2</sup></li> <li>10% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 4000 m<sup>2</sup></li> <li>12,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 5000 m<sup>2</sup></li> <li>15% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 6000 m<sup>2</sup></li> <li>17,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 7000 m<sup>2</sup></li> <li>20% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 8000 m<sup>2</sup></li> </ul> <p>De vastgoedwaarde stijging reflecteert de volgende onderliggende effecten: esthetische waardering, geluiddemping, productiviteit en comfort.</p> <p>De aanname is dat de vastgoedwaardestijging eenmalig optreedt, in jaar 1.</p>	€
<b>Imago en vestigingsklimaat</b>	Effecten op het imago en vestigingsklimaat wordt vanuit meerdere indicatoren benaderd: <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Imago eigenaar:</i> draagt het project bij aan een groen / innovatief profiel van de eigenaar van het pand? Dit effect wordt kwalitatief beschreven.</li> <li><i>Vestigingsklimaat van de wijk en stad:</i> draagt het project bij aan een verbeterd vestigingsklimaat voor inwoners en bedrijven? Dit effect wordt kwalitatief beschreven.</li> </ul>	Kwalitatief
<b>Waterretentie</b>	Bij waterretentie is de fysieke maatstaf het aantal extra m <sup>3</sup> waterretentie door het project. Hierbij wordt uitgegaan van schaduwkosten / vermeden kosten van een alternatieve retentievoorziening (€500 per m <sup>3</sup> ).	€
	De hoeveelheid waterretentie op een blauw dak kan handmatig ingesteld worden. We nemen aan dat een groen dak 10 mm water bergt per m <sup>2</sup> .	





De waterberging wordt daarnaast ook uitgedrukt in het aantal gevulde regentonnen.

Kwalitatief

**Waterhergebruik** Het opgevangen water kan hergebruikt worden voor eigen gebruik (bijvoorbeeld irrigatie van een groen dak). Aangenomen wordt dat dit tot vermeden kosten kan leiden van €0,70 per m<sup>3</sup>. €

**Waterkwaliteit** Waterberging op een multifunctioneel dak kan leiden tot een vermindering van het aantal m<sup>3</sup> regenwater dat via het riool de waterzuivering bereikt, en daar gezuiverd moet worden. Theoretisch kan dit een vermindering van de energie- en gebruikskosten van de waterzuivering opleveren. Het effect van een groen dak blijkt in dit perspectief echter nihil en wordt daarom niet meegenomen in de MKBA. Kwalitatief

Dezelfde vermindering van het aantal m<sup>3</sup> regenwater dat het riool bereikt kan in principe lokaal het aantal overstorten van rioolwater op het oppervlaktewater doen verminderen. Dat komt ten goede aan de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit effect wordt kwalitatief meegenomen.

**CO<sub>2</sub> uitstoot** De opwekking van energie op daken leidt tot een reductie van CO<sub>2</sub> uitstoot. Dit wordt gewaardeerd met behulp van het Handboek Milieuprijzen. De afvang van CO<sub>2</sub> door groene daken is beperkt. €

Het Handboek Milieuprijzen bevat milieuprijzen voor meer dan 2000 milieugevaarlijke stoffen. Het gebruik van de milieuprijzen in het Handboek wordt aanbevolen door de Rijksoverheid. In het instrument zijn de baten bepaald voor de bespaarde uitstoot van CO<sub>2</sub> en luchtverontreinigende emissies (fijnstof, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>), zie ook effect *Luchtkwaliteit*.

**Luchtkwaliteit (uitstoot overig)** De opwekking van energie op daken leidt tot een reductie van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, VOS en fijnstof. Dit wordt gewaardeerd met behulp van het Handboek Milieuprijzen. €

**Afvang fijnstof** Groene daken vangen een beperkte hoeveelheid fijnstof af. Dit effect is gewaardeerd in Euro's. €

**Hittestress** De effecten op hittestress door multifunctionele daken wordt bepaald door:

- Albedo effect; andere reflectie zonlicht (uitgaande van zwart dak in referentiesituatie);
- Toenemende isolatie;
- Meer verdamping; verkoelend effect omgeving (blauw dak).

Ofwel, hittestress uit zich op twee manieren: het effect op energie in het gebouw (albedo en isolatie) en het effect op energie buiten het gebouw (verkoeling omgeving door verdamping). Het effect op energiekosten in het gebouw is nihil. Het effect op de energie buiten het gebouw (verkoeling omgeving) loopt via het gezondheidseffect (zie hieronder). Het resterende effect is kwalitatief beschreven. Kwalitatief

**Gezondheid (fysiek en mentaal)** Het gezondheidseffect is benaderd vanuit twee onderliggende effecten:

- *Vermeden zorgkosten*: 0,835 minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen een straal van 1 km rond de woning; € 917 per patiënt. (TEEBstad). Voor daken wordt uitgegaan van  $0,835/5 = 0,167$  minder patiënten binnen een straal van 200 meter. Er wordt aangenomen dat alleen bewoners van het pand profijt ondervinden
- *Voorkomen arbeidsverlies*: € 6.679 per patiënt (TEEB-stad). €



Het gezondheidseffect omvat zowel fysieke als mentale gezondheidseffecten. De doorwerking van hittestress is hierin tevens meegenomen.

<b>Sociale cohesie</b>	Bij dit effect beschrijven we of het project leidt tot extra gelegenheden voor ontmoeting (op maaiveld of op het dak) en minder criminaliteit door vergroening.	Kwalitatief
<b>Bijdrage biodiversiteit volgens het natuurlandpuntensysteem</b>	Op basis van het type groen dak en het oppervlakte groen van het aangelegde dak zijn het aantal natuurlandpunten bepaald aan de hand van een natuurlandpuntensysteem. Extra informatie over het natuurlandpuntensysteem kan gevonden worden in hoofdstuk 4.3.	Kwalitatief
<b>Bijdrage aan credit BREEAM</b>	Op basis van de BREEAM-methode wordt er gekeken in welke mate het aanleggen van het multifunctionele dak bijdraagt aan het realiseren van duurzame gebouwen met een minimale milieu-impact. Denk bijvoorbeeld aan het verbeteren van de waterkwaliteit of aan het bevorderen van sociale cohesie in een gebied. Op basis van de totale BREEAM-score kan dit kwalitatief inzichtelijk worden gemaakt. Extra informatie over het BREEAM-systeem kan gevonden worden in hoofdstuk 4.4.	Kwalitatief
<b>Woningen</b>	Paarse daken leiden tot een toevoeging van het aantal m <sup>2</sup> aan woonoppervlak. Dit wordt kwalitatief beschreven.	Kwalitatief
<b>Mobiliteit</b>	Oranje daken kunnen bijdragen aan een verbeterde mobiliteit. Dit effect wordt kwalitatief beschreven.	Kwalitatief

## 4.3 Natuurpunten

Met het natuurlandpuntensysteem wordt vastgesteld hoeveel punten kunnen worden behaald bij een multifunctioneel dak. Een ontwikkelaar of architect kan bij het maken van zijn ontwerp kiezen uit een lijst met groene daken. Aan die verschillende daken zijn punten toegekend. Zo is de aanleg van een biodiversdak goed voor 3 punten, de aanleg van een sedumdak levert 2 punten op en het aanbrengen van bijvoorbeeld een insectenstein geeft 1 punt. In het rekeninstrument is een selectie van de natuurlandpunten meegenomen, zie Tabel 3.

Het natuurlandpuntensysteem wordt gebruikt door o.a. de gemeente Den Haag en het Convenant Klimaatbestendig Bouwen Zuid Holland (Bouw Adaptief). Voor een klein project (500m<sup>2</sup> footprint) zijn op gevel en dak 2 punten gevraagd. Voor een middelgroot project (<2000 m<sup>2</sup>) 4 punten, en voor een groot project (>2000 m<sup>2</sup>), 6 punten.

Tabel 3 – Opgenomen natuurlandpunten

Natuurpunten	
1	Groen dak met sedum (>5-7cm)/30%
2	Groen dak met sedum, grassen en kruiden (>7-15cm)/30%
3	Groen dak met (sedum), grassen, kruiden, dwergheesters en struiken (15-30 cm)/30%
4	Groen dak met (grassen), kruiden, dwergheesters en struiken (30-50 cm)/30%
4	Groen dak met kruiden, dwergheesters, struiken en bomen (>50 cm) /30%
4	Alleen bij hoogbouw (>50m): minimaal 100% van de footprint van de stedelijke laag komt terug als horizontale buitenruimtes zoals daktuinen. Daarvan moet minimaal 40% ingericht worden met groen dat een bijdrage levert aan biodiversiteit



## 4.4 BREEAM

BREEAM staat voor Building Research Establishment Environmental Assessment Method en wordt gebruikt in meer dan 80 landen wereldwijd. De methode is oorspronkelijk ontwikkeld door het Building Research Establishment (BRE). BREEAM-NL is sinds 2009 de certificeringsmethode voor een duurzaam gebouwde omgeving. Met deze methode kunnen projecten worden beoordeeld op integrale duurzaamheid. BREEAM-NL heeft vier keurmerken.

Met het keurmerk BREEAM-NL Gebied wordt een compleet gebied op duurzaamheid beoordeeld. Dat kan een herontwikkeling van bestaande gebieden zijn, maar ook het certificeren van nieuwe gebiedsontwikkelingen is mogelijk. Het duurzaamheidskeurmerk gaat in op verschillende actuele thema's zoals hittestress, klimaatadaptatie en gezondheid door het verbeteren van de lokale luchtkwaliteit en sociale cohesie. Dat maakt BREEAM-NL Gebied de meetlat voor duurzame gebiedsontwikkeling in Nederland. Multifunctionele daken kunnen bijdragen aan deze meetlat. In dit instrument is een selectie van de credits uit BREEAM meegenomen. Deze zijn terug te zien in Tabel 4.

*Tabel 4 – Opgenomen BREEAM-punten*

SYN 5	Het stimuleren van bestuurlijke en/of financiële participatie van de gebruikers in het gebied om bij deze gebruikers de betrokkenheid met en de verantwoordelijkheid voor het gebied te vergroten.
SYN 6	Het stimuleren van samenwerkings- en financieringsconstructies tussen stakeholders onderling om de haalbaarheid van de duurzaamheidsambitie in het gebied te verhogen.
BRO 3	Het stimuleren van het lokaal opwekken van hernieuwbare energie.
BRO 4	Het verminderen van het gebruik van drinkwater in het gebied.
RO 7	Behouden en vergroten van de biodiversiteit en de ecologische waarde en functie op lokaal en regionaal niveau en duurzaam behoud hiervan.
RO 8	Het stimuleren van intensief ruimtegebruik om het landgebruik ten behoeve van bebouwing te minimaliseren.
RO 11	Het minimaliseren van het overstromingsrisico in het gebied na de ontwikkeling.
RO 12	Het voorkomen van schade aan de gebouwde omgeving en vitale en kwetsbare functies ten gevolge van extreme neerslag.
RO 13	transportbehoefte (producten) van een gebied en haar omgeving met een zo laag
WEL 2	Het bevorderen van de sociale cohesie in het gebied.
WEL 3	Het verbeteren van de kwaliteit van de omgevingsbeleving.
KLI 1	Het stimuleren van een goed thermisch buitenklimaat voor gebruikers en het voorkomen van hittestress.
KLI 3	Het optimaliseren van de lokale luchtkwaliteit.



## 5 GEBRUIKTE KENGETALLEN EN AANNAMES

De onderstaande tabel presenteert de gebruikte kengetallen en aannames uit de LIFE @Urban Roofs versie 2.0.

Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
Algemeen	Discontovoet kosten en baten (m.u.v. CO <sub>2</sub> uitstoot) (standaardwaarde, maar aan te passen door de gebruiker)	2,25	%	Rijksoverheid 2021: <a href="https://www.rwseconomie.nl/discontovoet">https://www.rwseconomie.nl/discontovoet</a>
Algemeen	Discontovoet CO <sub>2</sub> uitstoot	2,9	%	
Algemeen	Analyseperiode (standaardwaarde, maar aan te passen door de gebruiker)	40	Jaar	-
Algemeen	Prijsspeil	2020	Jaar	Consumenten Prijs Index 2020, CBS
Algemeen	Alle kosten en baten / opbrengsten zijn exclusief BTW			
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken<sup>1, 2</sup></b>	Vervangingskosten regulier dak	45	€ / m <sup>2</sup>	<a href="https://www.dakdekkerweetjes.nl">https://www.dakdekkerweetjes.nl</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn regulier dak <sup>3</sup> . Daarnaast nemen wij aan dat de vervangingstermijn van een regulier dak toeneemt bij aanleg van een groen sedumdak. In plaats 20 jaar wordt het dan 60 jaar (gelijktijdig met het groene dak).	20	Jaar	<a href="https://www.dakdekkerweetjes.nl">https://www.dakdekkerweetjes.nl</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Investeringskosten blauw dak	80	€ / m <sup>2</sup>	<a href="https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf">https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf</a> Aanname; expert judgement
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn blauw dak	30	Jaar	<a href="https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf">https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf</a> Aanname; expert judgement
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Investeringskosten (zonnepanelen) geel dak	470	€ / paneel	<a href="https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum">https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum</a>

<sup>1</sup> Dit betreffen aanvullende kosten ten opzichte van de reguliere kosten voor het dak. We gaan in de kosten-batenanalyse dus uit van *additionele* kosten ten opzichte van regulier dak beheer. Echter, bij multifunctionele daken wordt de vervangingstermijn van het reguliere dak langer. Dit leidt tot een baat. De aanname is dat deze baat optreedt op het moment van de reguliere vervangingstermijn.

<sup>2</sup> Dit is een standaardwaarde die aan te passen is door de gebruiker van het rekeninstrument.

<sup>3</sup> Dit is een standaardwaarde die aan te passen is door de gebruiker van het rekeninstrument.



<https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/>

<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn (zonnepanelen) geel dak	25	Jaar		<a href="https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Aanname vervangingstermijn rood dak	30	Jaar		<a href="https://www.dakdekker-weetjes.nl">https://www.dakdekker-weetjes.nl</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Investeringskosten groen dak (resp. sedum, natuurdak, tuindak)	50, 75 en 90	€ / m <sup>2</sup>		<a href="https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf">https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn sedum dak	60	Jaar		<a href="https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf">https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn natuurdak en daktuin	30	Jaar		<a href="https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf">https://www.rainproof.nl/sites/default/files/poster_water_op_groene_daken_web.pdf</a>
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Investeringskosten rood dak	50	€ / m <sup>2</sup>		Expert judgement
<b>Additionele Investeringskosten multifunctionele daken</b>	Vervangingstermijn rood dak	30	Jaar		Expert judgement
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak<sup>4, 5</sup></b>	Regulier dak	4	€ / m <sup>2</sup> per jaar		<a href="https://www.dakdekker-weetjes.nl">https://www.dakdekker-weetjes.nl</a>
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak</b>	Blauw dak	1	€ / m <sup>2</sup> per jaar		<a href="https://www.homedeaal.nl/dakbedekking/dakonderhoud-prijzen/">https://www.homedeaal.nl/dakbedekking/dakonderhoud-prijzen/</a>
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak</b>	Geel dak	3,50	€ / paneel per vijf jaar		<a href="https://www.zonnepanelen.net/onderhoud-zonnepanelen">https://www.zonnepanelen.net/onderhoud-zonnepanelen</a>
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak</b>	Groen dak	1,20 - 1,80	€ / m <sup>2</sup> per jaar		<a href="https://www.milieucentraal.nl/">https://www.milieucentraal.nl/</a>
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak</b>	Rood dak	10	€ / m <sup>2</sup> per jaar		Expert judgement

<sup>4</sup> Dit betreffen aanvullende onderhoudskosten ten opzichte van de reguliere onderhoudskosten voor de onderlaag van het dak.

<sup>5</sup> Dit is een standaardwaarde die aan te passen is door de gebruiker van het rekeninstrument.



<b>Wonen</b>	Aanname energieverbruik per huishouden	3.400	KWh / jaar	<a href="https://www.milieucentraal.nl/">https://www.milieucentraal.nl/</a>
<b>Wonen</b>	Wijktypologie	-	-	<a href="https://www.arcgis.com/home/item.html?id=9b0a61fcbcf140c3951c2272782f9474">https://www.arcgis.com/home/item.html?id=9b0a61fcbcf140c3951c2272782f9474</a>
<b>Wonen</b>	Huidige WOZ-waarde		€	<a href="https://www.wozwaardeloket.nl/">https://www.wozwaardeloket.nl/</a>
<b>Energieopbrengsten</b>	Energieopbrengst per paneel	300	Wp	<a href="https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum">https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum</a> <a href="https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/</a> <a href="https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/">https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/</a>
<b>Energieopbrengsten</b>	Aanname aantal m <sup>2</sup> per paneel is afhankelijk van de dakhelling. - Bij een plak dak kan 100% van de ruimte gebruikt worden. - Bij een licht hellend dak 80%. - Schuin dak 60%. - Heel schuin dak 40%.	2,5	m <sup>2</sup>	<a href="https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum">https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum</a> <a href="https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/</a> <a href="https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/">https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/</a>
<b>Energieopbrengsten</b>	Correctiefactor efficiëntie panelen	0,9	-	<a href="https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum">https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum</a> <a href="https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/</a> <a href="https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/">https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/</a>
<b>Energieopbrengsten</b>	Prijs KWh stroom <sup>6</sup> . Er wordt aangenomen dat de opgewekte energie wordt verbruikt aan eigen consumptie. Als er een surplus is wordt dit terug geleverd aan het net. De opgewekte stroom wordt gewaardeerd tegen €0,22 per kWh.	0,22	€	<a href="https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum">https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum</a> <a href="https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/">https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/</a> <a href="https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/">https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/</a>
<b>Vastgoedwaarde</b>	Vastgoedwaarde stijging, afhankelijk van het aantal m <sup>2</sup> . ▪ 1,4% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 500 m <sup>2</sup> ▪ 2,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 1000 m <sup>2</sup> ▪ 5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 2000 m <sup>2</sup>	1,4-20	% van de WOZ waarde	<a href="https://www.pmc/articles/PMC3524597">pmc/articles/PMC3524597 /</a>

<sup>6</sup> Onder de volgende aanname: de prijs voor terug leveren van elektriciteit is gelijk aan de prijs voor inkoop van elektriciteit.

- 7,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 3000 m<sup>2</sup>
- 10% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 4000 m<sup>2</sup>
- 12,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 5000 m<sup>2</sup>
- 15% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 6000 m<sup>2</sup>
- 17,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 7000 m<sup>2</sup>
- 20% vastgoedwaardestijging voor groene daken kleiner dan 8000 m<sup>2</sup>

De aanname is dat de vastgoedwaardestijging eenmalig optreedt, in jaar 1.

<b>Waterretentie</b>	Schaduwkosten / vermeden kosten van een alternatieve retentievoorziening	500	€	7SE, 2017
<b>Waterretentie</b>	Standaard waterberging groen dak. De hoeveelheid waterretentie op een blauw dak kan handmatig ingesteld worden.	10	mm	<a href="https://www.riool.net/referentieoppervlak-van-mm-naar-m3-en-terug">https://www.riool.net/referentieoppervlak-van-mm-naar-m3-en-terug</a>
<b>Waterhergebruik</b>	Drinkwaterprijs. Het opgevangen water kan hergebruikt worden voor eigen gebruik (bijvoorbeeld irrigatie van een groen dak). Aangenomen wordt dat dit tot vermeden kosten kan leiden.	0,85	€ / m <sup>3</sup> .	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Eenheidscorrectie	3,1536	Cm / s naar kg / ha / jaar	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Depositiesnelheid Fijnstof Groene Daken	0,33	Cm / s	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Maatschappelijke waarde Fijnstof	45,22	€ / kg	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Depositiesnelheid Stikstofdioxide Groene Daken	0,5	Cm / s	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Maatschappelijke waarde Stikstofdioxide	35,18	€ / kg	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Depositiesnelheid Zwaveldioxide Groene Daken	0,72	Cm / s	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Maatschappelijke waarde Zwaveldioxide	25,24	€ / kg	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Afvangen fijnstof</b>	Depositiesnelheid Ozon Groene Daken	0,75	Cm / s	TEEB-stad instrument, 2019



<b>Afvangen fijnstof</b>	Maatschappelijke waarde Ozon	4,24	€ / kg	TEEB-stad instrument, 2019
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot en luchtkwaliteit (overige uitstoot)</b>	Vermeden uitstoot			
	CO <sub>2</sub>	0,69	kg/kWh	NEV (2017)
	NO <sub>x</sub>	0,00071	kg/kWh	CE Delft (2014)
	SO <sub>2</sub>	0,00039	kg/kWh	CE Delft (2014)
	VOS	0,00056	kg/kWh	CE Delft (2014)
	Fijn stof	0,00003	kg/kWh	CE Delft (2014)
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot en luchtkwaliteit (overige uitstoot)</b>	Milieuprijzen			
	CO <sub>2</sub>	0,048	Euro/kg	
	NO <sub>x</sub>	35	Euro/kg	CE Delft (2018)
	SO <sub>2</sub>	24,4	Euro/kg	
	VOS	2,29	Euro/kg	
	Fijn stof	43,5	Euro/kg	
<b>Gezondheid fysiek en mentaal</b>	Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 1km	0,835	patiënten bij 1% meer groen	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Gezondheid fysiek en mentaal</b>	Vermeden zorgkosten	917	€ per patiënt	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Gezondheid fysiek en mentaal</b>	Voorkomen arbeidsverlies	6.679	€ per patiënt	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Gezondheid fysiek en mentaal</b>	Aanname: Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 200m	0,167	Patiënten bij 1% meer groen	TEEB-stad instrument, 2019
<b>Gezondheid fysiek en mentaal</b>	Aanname: Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 2000m	0,0334	Patiënten bij 1% meer groen	TEEB-stad instrument, 2019





## 6 LITERATUUR

### Overzicht kengetallen

- Arcadis. (2008). *Groene daken Rotterdam: Maatschappelijke kosten-batenanalyse*. Rotterdam.
- Buck Consultants International. (2016). *Bronvermelding kengetallen TEEB-stad tool*.
- CE Delft. (2017). *Handboek Milieuprijzen: Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*. Delft: CE Delft.
- Ernst & Young. (2011). *Heeft Nederland haar kansen benut? Barometer Nederland vestigingsklimaat*. Rotterdam.
- Gemeente Rotterdam. (2014). *Maatschappelijke kosten en baten analyse: Begroeide daken*. Rotterdam.
- Gromke, C. B. (2015). CFD analysis of transpirational cooling by vegetation: Case study for specific meteorological conditions during a heat wave in Arnhem. *Building and Environment*.
- Ichihara, K. &. (2011). New York City property values: what is the impact of green roofs on rental pricing? *Lett Spat Resourc Sci*, 21-30.
- KPMG. (2012). *Groen, gezond en productief. The Economics of Ecosystems & Biodiversity (TEEB NL): natuur en gezondheid*.
- KPMG. (2012). *Groen, gezond en productief: The Economics of Ecosystems & Biodiversity (TEEB NL): natuur en gezondheid*.
- Lee, K. K. (2015). 40-second green roof views sustain attention: The role of micro-breaks in attention restoration. *Journal of Environmental Psychology*, 182-189.
- Maas, J. (2009). Morbidity is related to a green living environment. *Journal Epidemiol Community Health*, 967-973.
- NRDC. (2013). *The Green Edge: How commercial property investment in green infrastructure creates value*.
- RIVM. (2007). *Cijfertool Kosten van Ziekten met cijfers uit de 'Kosten van Ziektenstudie'*.
- RIVM. (2011). *Het effect van vegetatie op de luchtkwaliteit*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
- TNO. (2016). *Rooftop impact model*.
- van Hooff, T. B. (2014). On the predicted effectiveness of climate adaptation measures for buildings. *Building and Environment*, 300-316.
- Veisten, K. Y. (2012). Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: including monetised amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 3770-3788.
- Vereniging Deltametropool. (2017). *Landschap als vestigingsvoorwaarde*.
- Vries, S. d. (2014). *Groen voor Gezondheid*. Opgehaald van Wageningen University & Research: <https://www.wur.nl/nl/project/Groen-voor-Gezondheid-1.htm>
- Witteveen+Bos. (2011). *KBA-kengetallen voor omgevingskwaliteiten: aanvulling en actualisering*.

### Overzicht kwalitatieve baten

Natuurpunten: [https://denhaag.raadsinformatie.nl/document/7416644/1/RIS301953\\_bijlage\\_het\\_rapport](https://denhaag.raadsinformatie.nl/document/7416644/1/RIS301953_bijlage_het_rapport)

BREEAM: <https://www.breeam.nl/>



## COLOPHON

LIFE @ URBAN ROOFS 2.0  
ONDERBOUWINGSRAPPORT KENGETALLEN

### AUTHOR

Jolijn Posma

### DATE

21 Mei 2021

### STATUS

Final

### CHECKED BY

Douwe Fischer  
Adviseur

### RELEASED BY

Jolijn Posma  
Projectleider

### Arcadis Nederland B.V.

P.O. Box 264  
6800 AG Arnhem  
The Netherlands  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)