



Gemeente  
Rotterdam



Committed to the Environment



**ARCADIS**

Design & Consultancy  
for natural and  
built assets

# REKENINGSTRUMENT MULTIFUNCTIONELE DAKEN VERSIE 3.0

Onderbouwingrapport kengetallen

LIFE@Urban Roofs  
Gemeente Rotterdam

MAART 2024





# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTIE</b>	<b>3</b>
1.1	Probleemanalyse	3
1.2	Het LIFE-programma	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	5
<b>3</b>	<b>TOELICHTING FINANCIËLE BUSINESSCASE</b>	<b>6</b>
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Kosten en opbrengsten	7
<b>4</b>	<b>TOELICHTING MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATEN ANALYSE</b>	<b>8</b>
4.1	Uitgangspunten	8
4.2	Bepalen en waarderen van relevante effecten	8
4.3	Natuurpunten	12
4.4	BREEAM	13
<b>5</b>	<b>GEBRUIKTE KENGETALLEN EN AANNAMES</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUUR</b>	<b>20</b>
	<b>COLOFON</b>	<b>23</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 beplanting (groene functie), waterberging (blauwe functie) en zonnepanelen (gele functie).

Men wil de voordelen van multifunctionele daken benutten (door gebruik, energie, geluiddemping etc.), maar het is lastig om partijen te vinden die bereid zijn hiervoor 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 multifunctionele daken biedt hier een oplossing voor. De maatschappelijke en financiële kosten en baten worden inzichtelijk gemaakt middels het rekeninstrument multifunctionele daken versie 3.0 dat ontwikkeld is voor LIFE@Urban Roofs Rotterdam, in kader van het EU-programma LIFE.<sup>1</sup>

## 1.2 Het LIFE-programma

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 3.0 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 of de gemeente Rotterdam.

---

<sup>1</sup> [Link naar het Europese LIFE-programma](#)



## 2 TOEPASSING VAN HET REKENINSTRUMENT

### 2.1 De gebruiker

Het rekeninstrument multifunctionele daken biedt inzicht in de financiële businesscase en de maatschappelijke kosten en baten van een multifunctioneel dak. Voor meer informatie over multifunctionele daken; zie [deze website](#) van de gemeente Rotterdam.

Sinds de oplevering van de 1.0 versie van het rekeninstrument in 2018 hebben verschillende partijen het instrument toegepast. In 2021 is het rekeninstrument geactualiseerd (versie 2.0). De 3.0 versie van het rekeninstrument uit 2024 betreft wederom een actualisatie en een verbeterslag van het instrument. Partijen die de tool in het verleden hebben gebruikt (onder andere partners van het [Nationaal Dakenplan](#)) hebben bijgedragen aan deze actualisatie- en verbeterslag door feedback aan te leveren. De 3.0 versie van het rekeninstrument multifunctionele daken is voornamelijk ontwikkeld om de toegankelijkheid en gebruiksvriendelijkheid van het instrument te vergroten en tegelijkertijd gebruikte kengetallen en aannames bij de bepaling van financiële en maatschappelijke kosten en baten te actualiseren. De doelen van het project LIFE@Urban Roofs zijn hierbij leidend geweest.

Het 3.0 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 zogenaamde 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 dat bestaat 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 default waarden ingevoerd. Deze waarden kan de gebruiker zelf aanpassen, indien gewenst. De gebruiker vult alle gele velden in, of laat de vooraf ingevulde waarden staan.



## 2.3 Typen multifunctionele daken

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

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

Type dak	Beschrijving en effecten
<b>Groene Daken</b>	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.
<b>Blauwe Daken</b>	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.
<b>Gele daken</b>	Gele daken wekken duurzame energie op (uit zon). 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. Rode daken bestaan uit commerciële en sociale activiteiten. Commerciële activiteiten brengen kosten én opbrengsten met zich mee, sociale activiteiten enkel kosten.
<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, zie ook onderstaand tekstkader.

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. De vervangingstermijn van verschillende soorten daken bepaalt of en wanneer de investeringskosten van een nieuw dak/nieuwe dakfunctie opnieuw worden meegenomen in de analyseperiode.

#### Netto Contante Waarde (NCW)

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 2023). Vanwege de tijdswaarde 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 additionele kosten zijn ten opzichte van de referentiesituatie (regulier onderhoud van het dak). De kosten in de financiële businesscase bestaan uit investeringskosten en beheer- en onderhoudskosten.

### Opbrengsten

De belangrijkste opbrengsten in de financiële businesscase hebben betrekking op gele, blauwe en rode daken. Er zijn verschillende opbrengstenposten meegenomen in de financiële businesscase:

Opbrengsten	Toelichting
Opbrengsten exploitatie rood dak	Rode daken kunnen een sociale en commerciële functie hebben. Een commerciële functie kan ook een bar of een restaurant betreffen. In dat geval worden de exploitatieopbrengsten meegenomen.
Opbrengsten gele daken: <ul style="list-style-type: none"><li>• Energieopbrengsten teruglevering</li><li>• Energiebesparing verbruik</li></ul>	Gele daken zijn ingericht met energieopwekking (zonnepanelen). De energieopbrengsten die het dak oplevert door teruglevering en energiebesparing worden uitgedrukt in Euro's en zijn als opbrengsten meegenomen.
Waterhergebruik	Waterretentie op het dak kan mogelijkheden bieden voor waterhergebruik en daarmee tot vermeden kosten voor drinkwater en vermeden kosten voor een alternatieve retentievoorziening.
Subsidies	Subsidies worden in de financiële businesscase als opbrengsten opgenomen. Hierbij wordt aangenomen dat subsidies in jaar 1 ontvangen worden.



## 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 multifunctionele daken betreft een QuickScan naar maatschappelijke kosten en baten. Het rekeninstrument geeft dus een eerste indicatie van *mogelijke* maatschappelijke kosten en baten van een multifunctioneel dak. Dit wil zeggen dat niet alle stappen van een MKBA doorlopen zijn; zie ook onderstaand tekstkader.

Voor de bepaling van de NCW gelden dezelfde uitgangspunten zoals beschreven bij de financiële business case (zie hoofdstuk 3).

#### 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, 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 5 en de literatuurlijst in hoofdstuk 6):

- Algemene Leidraad MKBA en de verschillende MKBA-werkwijzers, zoals Natuur, Milieu en Sociaal Domein.
- Handboek Milieuprijzen CE Delft.
- Waarderingskengetallen vanuit o.a. TEEB 2019 (RIVM, 2019), 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>	Additionele kosten t.o.v. de referentiesituatie in € per m <sup>2</sup> per dakkleur	€
<b>Beheer- en onderhoudskosten</b>	Additionele kosten t.o.v. de referentiesituatie in € per m <sup>2</sup> per jaar per dakkleur	€ per jaar
<b>Opbrengsten / maatschappelijke baten</b>		
	Opgewekte kWh	kWh per jaar
	De energieopbrengsten in de MKBA bestaan uit: <ul style="list-style-type: none"> <li>Energieopbrengsten door de teruglevering van stroom</li> <li>Energiebesparing door minder verbruik</li> </ul> <p><i>Energieopbrengsten teruglevering</i> De gebruiker kan zelf bepalen of de salderingsregeling wel of niet geldt. Hier is voor gekozen vanwege de onduidelijkheid met betrekking tot het wel/niet afbouwen van de salderingsregeling in de toekomst.</p> <p>Wanneer deze wel geldt, is er sprake van 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 prijs per kWh stroom (excl. BTW) is in te vullen door de gebruiker zelf, zodat deze altijd actueel is.</p> <p>Wanneer de salderingsregeling niet geldt, zijn er geen energieopbrengsten. Dit betekent dat de energieopbrengsten uit teruglevering € 0 zullen bedragen.</p> <p><i>Energieopbrengsten verbruik (besparing)</i> De energieopbrengsten in relatie tot energieverbruik worden bepaald door de hoeveelheid energie dat op het dak opgewekt wordt. Deze energie hoeft niet elders opgewekt te worden.</p>	€ per jaar
<b>Energieopbrengsten</b>	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 waarden worden als suggestie genoemd in de tool: <ul style="list-style-type: none"> <li>1,4% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 0-500 m<sup>2</sup></li> <li>2,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 500-1000 m<sup>2</sup></li> <li>5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 1000-2000 m<sup>2</sup></li> <li>7,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 2000-3000 m<sup>2</sup></li> <li>10% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 3000-4000 m<sup>2</sup></li> <li>12,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 4000-5000 m<sup>2</sup></li> <li>15% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 5000-6000 m<sup>2</sup></li> <li>17,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 6000-7000 m<sup>2</sup></li> <li>20% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 7000-8000 m<sup>2</sup></li> <li>21% vastgoedwaardestijging voor groene daken groter dan 8000 m<sup>2</sup></li> </ul>	€



Effect	Beschrijving	Waarderingsmethode
	<p>In de tool kan de gebruikers zelf een vastgoedwaardestijging invullen, op basis van deze informatie.</p> <p>De vastgoedwaardestijging 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> <p>Disclaimer: vastgoedwaardestijging is zeer locatieafhankelijk. Dit rekeninstrument geeft een eerst inschatting. De exacte bepaling van de mogelijke vastgoedwaardestijging dient per locatie nader onderzocht te worden.</p>	
<b>Imago en vestigingsklimaat</b>	<p>Effecten op het imago en vestigingsklimaat wordt vanuit meerdere indicatoren benaderd:</p> <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>	<p>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 (€415,4 per m<sup>3</sup>).</p> <p>De hoeveelheid waterretentie op een blauw dak kan handmatig ingesteld worden. De standaardwaarde staat ingesteld op 60 mm/L water per m<sup>2</sup> (DakenPlan, 2024). Het wordt aangenomen dat een groen dak 30 mm/L water bergt per m<sup>2</sup>.</p>	€
	<p>De waterberging wordt daarnaast ook uitgedrukt in het aantal gevulde regentonnen.</p>	Kwantitatief
<b>Waterhergebruik</b>	<p>Het opgevangen water kan hergebruikt worden voor eigen gebruik (bijvoorbeeld irrigatie van een groen dak). Dit leidt tot een besparing in leidingwatergebruik. De omvang van deze baat in Euro's is afhankelijk van het actuele drinkwatertarief per m<sup>3</sup>.</p>	€
<b>Waterkwaliteit</b>	<p>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.</p> <p>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.</p>	Kwalitatief
<b>Luchtkwaliteit: uitstoot</b>	<p>De opwekking van energie op daken leidt tot een reductie van CO<sub>2</sub> uitstoot. Dit wordt o.a. gewaardeerd met behulp van het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023) en de Klimaat- en energieverkenning 2022 (PBL, 2022). De afvang van CO<sub>2</sub> door groene daken is beperkt.</p> <p>Het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023) bevat milieuprijzen voor meer dan 2.000 milieugevaarlijke stoffen. Het gebruik van de milieuprijzen in het Handboek wordt aanbevolen door de Rijksoverheid. In het instrument zijn de</p>	€



Effect	Beschrijving	Waarderingsmethode
	<p>baten bepaald voor de bespaarde uitstoot van CO<sub>2</sub> en luchtverontreinigende emissies (VOS, fijnstof, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>).</p> <p>De opwekking van energie op daken leidt verder tot een reductie van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, VOS en fijnstof. Dit wordt ook gewaardeerd met behulp o.a. van het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023), de Klimaat- en Energieverkenning (PBL, 2022) en TEEB 2019 (RIVM, 2019).</p>	
<b>Afvang fijnstof en andere stoffen</b>	<p>Groene daken vangen een beperkte hoeveelheid fijnstof en andere stoffen af. Dit effect is als depositiesnelheid in cm/s gewaardeerd in Euro's. Hierbij is gebruik gemaakt van TEEB 2019 (RIVM, 2019).</p>	€
<b>Hittestress</b>	<p>De effecten op hittestress door multifunctionele daken worden bepaald door:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Albedo effect: andere reflectie zonlicht (uitgaande van zwart dak in referentiesituatie).</li> <li>• Toenemende verkoeling.</li> <li>• Meer verdamping: verkoelend effect omgeving (blauw dak).</li> </ul> <p>Ofwel, hittestress uit zich op twee manieren: het effect op energie in het gebouw (albedo en verkoeling) en het effect op energie buiten het gebouw (verkoeling omgeving door verdamping). Volgens de literatuur bespaar je door het verkoelingseffect 3 tot 75% op airco (in de zomer); de cijfers lopen uiteen (Groen Kennisnet, z.d.) (Papa Green, z.d.) (Regionaal Energieloket, z.d.). Hoe groot dit effect en dus de energie- en kostenbesparing is, hangt daarnaast ook af van of een groen dak bijvoorbeeld goed geïrrigeerd is en wat voor vegetatie erop staat, en of een blauw dak goed "gevuuld is" (Powerly, z.d.) (Solar Sedum, 2022) (Wong, Chen, Ong, &amp; Sia, 2003). Daarmee kan een multifunctioneel dak dus zorgen voor verkoeling, maar dit is wel afhankelijk van een aantal voorwaarden. Vanwege deze onzekerheden is het effect op hittestress/verkoeling in dit rekeninstrument niet kwantitatief gewaardeerd. Wil men dit wel waarderen, dan is naast zekerheid over bovenstaande zaken ook kennis nodig over het energieverbruik en de energiekosten specifiek voor airco.</p> <p>Het effect op de energie buiten het gebouw (verkoeling omgeving) loopt via het gezondheidseffect (zie hieronder). Het effect dat hittestress heeft op de fysieke en mentale gezondheid is gemonetariseerd bij het effect <i>Gezondheid</i>. Het resterende effect dat gerelateerd aan hittestress is kwalitatief beschreven.</p>	Kwalitatief
<b>Gezondheid (fysiek en mentaal)</b>	<p>Het gezondheidseffect is benaderd vanuit twee onderliggende effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vermeden zorgkosten</i>: 0,835 minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen een straal van 1 km rond de woning; € 917 per patiënt (RIVM, 2019). Aangenomen wordt dat de reikwijdte van positieve gezondheidseffecten voor daken een straal van 200 meter bevat in plaats van 1 km. Daarom wordt uitgegaan van <math>0,835/5 = 0,167</math> minder patiënten per 1000 bewoners binnen een straal van 200 meter. Deze 0,167 patiënten per X aantal personen wordt vervolgens gecorrigeerd tot het aantal patiënten per X aantal personen met uitzicht op het dak. Dit wordt tot slot dan vermenigvuldigd met de € 917 zorgkosten per patiënt.</li> <li>• <i>Voorkomen arbeidsverlies</i>: € 6.679 per patiënt (RIVM, 2019)</li> </ul> <p>Het gezondheidseffect omvat zowel fysieke als mentale gezondheidseffecten. De doorwerking van hittestress is hierin tevens meegenomen. Deze € 6.679 wordt vermenigvuldigd met het aantal patiënten per X aantal personen met uitzicht op het dak.</p>	€



Effect	Beschrijving	Waarderingsmethode
<b>Sociale cohesie</b>	Bij dit effect wordt beschreven of het project leidt tot extra mogelijkheden voor ontmoeting (op maaiveld of op het dak) en minder criminaliteit door vergroening.	Kwalitatief
<b>Bijdrage biodiversiteit volgens het natuurpunten-systeem</b>	Op basis van het type groen dak en het oppervlakte groen van het aangelegde dak zijn het aantal natuurpunten bepaald aan de hand van een natuurpuntensysteem. Extra informatie over het natuurpuntensysteem kan gevonden worden in hoofdstuk 4.3.	Kwalitatief
<b>Bijdrage aan credit BREAAAM</b>	Op basis van de BREEAM-methodiek 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. Het toevoegen van woonoppervlak brengt wel kosten met zich mee.	Kwantitatief
<b>Mobiliteit</b>	Oranje daken kunnen bijdragen aan een verbeterde mobiliteit. Het toevoegen van oranje dakoppervlak brengt wel kosten met zich mee.	Kwantitatief

### 4.3 Natuurpunten

Met het natuurpuntensysteem 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 biodivers dak 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 natuurpunten meegenomen; zie Tabel 3.

Het natuurpuntensysteem wordt gebruikt door o.a. de gemeente Den Haag en het Convenant Klimaatbestendig Bouwen Zuid Holland (Bouw Adaptief) (Gemeente Den Haag, 2020). 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 natuurpunten (Gemeente Den Haag, 2020).

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 (BREEAM-NL, 2018) 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.

Disclaimer: de bijdrage aan BREEAM-punten betreft een indicatie, aan de score kunnen geen rechten worden ontleend.

Indien gewenst, kan de bijdrage aan credits BREEAM ook worden uitgezocht op gebouwniveau door de gebruiker zelf.

Tabel 4 Opgenomen BREEAM-punten (BREEAM-NL, 2018)

Credit	Omschrijving
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 vergroten.
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	Het stimuleren van een optimaal systeem voor de vervoers- (mensen) en transportbehoefte (producten) van een gebied en haar omgeving met een zo laag mogelijke milieubelasting.
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 het rekeninstrument multifunctionele daken versie 3.0.

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	%	Discontovoet Rijksoverheid (RWS, z.d.)
	Discontovoet CO <sub>2</sub> uitstoot	2,9	%	Discontovoet Rijksoverheid (RWS, z.d.)
	Analyseperiode <sup>2</sup> (standaardwaarde, maar aan te passen door de gebruiker)	40	Jaar	-
	Prijspeil	2023	Jaar	Consumenten Prijs Index 2023 (CBS StatLine, 2024)
<i>Alle kosten en baten / opbrengsten zijn exclusief BTW</i>				
<b>Kosten</b>				
Additionele Investeringskosten multifunctionele daken <sup>3, 4</sup>	Vervangingskosten <sup>2</sup> regulier dak	45	€ / m <sup>2</sup>	
	Vervangingstermijnregulier dak <sup>5</sup> . Daarnaast is aangenomen 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	Homedeal Dakbedekking (Homedeal, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Investeringskosten blauw dak	100-150	€ / m <sup>2</sup>	(Gemeente Rotterdam, z.d.) Poster: Water op groene daken (Amsterdam Rainproof, 2024)
	Vervangingstermijn blauw dak	30	Jaar	Aanname; expert judgement Aan te passen door gebruiker van de tool
	Investeringskosten (zonnepanelen) geel dak	470	€ / paneel	

<sup>2</sup> De vervangingstermijn bepaalt of en wanneer de investeringskosten van een nieuw dak/nieuwe dakfunctie opnieuw worden meegenomen in de analyseperiode van de MKBA.

<sup>3</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>4</sup> Dit is een standaardwaarde die aan te passen is door de gebruiker van het rekeninstrument.

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



Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
	Vervangingstermijn (zonnepanelen) geel dak	25	Jaar	Zonneplan Kenniscentrum (Zonneplan, 2024) Homedeal: De prijs van zonnepanelen (Homedeal, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Aanname vervangingstermijn rood dak	30	Jaar	Homedeal Dakbedekking (Homedeal, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Investeringskosten groen dak (resp. sedum, natuurdak, tuindak)	50, 75 en 90	€ / m <sup>2</sup>	Poster: Water op groene daken (Amsterdam Rainproof, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Vervangingstermijn sedum dak	60	Jaar	
	Vervangingstermijn natuurdak en daktuin	30	Jaar	
	Investeringskosten rood dak	200-500	€ / m <sup>2</sup>	(Gemeente Rotterdam, z.d.) Expert judgement Aan te passen door gebruiker van de tool
	Vervangingstermijn rood dak	30	Jaar	
	Investeringskosten oranje, paarse en grijze daken	Resp. 200, 500 en 50 (onderwaarde) als default, maar aanpasbaar door gebruiker	€ / m <sup>2</sup>	(Gemeente Rotterdam, z.d.) Aan te passen door gebruiker van de tool
<b>Additionele Beheer- en onderhoudskosten dak<sup>6, 7</sup></b>	Regulier dak	4	€ / m <sup>2</sup> per jaar	Homedeal Dakbedekking (Homedeal, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Blauw dak	1	€ / m <sup>2</sup> per jaar	Homedeal: Dakonderhoud prijzen (Homedeal, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool
	Geel dak	3,50	€ / paneel per vijf jaar	Solvari: Onderhoud zonnepanelen (Solvari, 2024) Aan te passen door gebruiker van de tool

<sup>6</sup> Dit betreffen aanvullende onderhoudskosten ten opzichte van de reguliere onderhoudskosten voor de onderlaag van het dak.

<sup>7</sup> Dit is een standaardwaarde die aan te passen is door de gebruiker van het rekeninstrument.





Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
	Groen dak	1,20 - 1,80	€ / m <sup>2</sup> per jaar	Milieu Centraal Aan te passen door gebruiker van de tool
	Rood dak	10	€ / m <sup>2</sup> per jaar	Expert judgement Aan te passen door gebruiker van de tool
	Oranje, paarse en grijze daken	3% van de investeringskosten als default, maar aanpasbaar (resp. 6, 15 en 1,50 euro)	€ / m <sup>2</sup> per jaar	Aan te passen door gebruiker van de tool
	Aanname energieverbruik per huishouden	3.400 als default, maar aanpasbaar	KWh / jaar	Milieu Centraal Aan te passen door gebruiker van de tool
<b>Wonen</b>	Wijktypologie	-	-	Wijktypologie volgens Klimaateffectatlas (Klimaateffectatlas, ESRI, 2024) In te vullen door gebruiker van de tool
	Huidige WOZ-waarde <sup>8</sup>		€	WOZ waardeloket (Rijksoverheid, 2024) In te vullen door gebruiker van de tool
	Energieopbrengst per paneel	-	Wp	In te vullen door gebruiker van de tool
<b>Energieopbrengsten</b>	Afmetingen zonnepaneel Aanname aantal m <sup>2</sup> per paneel is afhankelijk van de dakhelling. <ul style="list-style-type: none"> <li>Bij een plat dak kan 100% van de ruimte gebruikt worden.</li> <li>Bij een licht hellend dak 80%.</li> <li>Schuin dak 60%.</li> <li>Heel schuin dak 40%.</li> </ul>	Default waarde op 2,5, maar aanpasbaar	m <sup>2</sup>	Aan te passen door gebruiker van de tool Zonneplan Kenniscentrum (Zonneplan, 2024) Homedeal: De prijs van zonnepanelen (Homedeal, 2024) Opbrengsten zonnepanelen (Zonnepaneleninformatie, z.d.)
	Correctiefactor efficiëntie panelen	Default waarde op 0,9, maar aanpasbaar	-	Kan aangepast worden door gebruiker van de tool

<sup>8</sup> De resultaten kunnen worden gedifferentieerd naar de hoeveelheid woningen waar het in het gebouw om gaat. Voor nu is het aan de gebruiker of de wens er is om dit te doen; als bekend is om wat voor gebouw het gaat en hoeveel woonlagen er zijn, kan je zelf de WOZ-waarde bepalen en de resultaten differentiëren.





Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
	Prijs kWh stroom (excl. BTW) <sup>9</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.	-	€ / kWh	Zelf in te vullen door gebruiker van de tool Voltasolar Kenniscentrum (Voltasolar, 2022)
<b>Vastgoedwaarde<sup>9</sup></b>	<p>In de literatuur is een bandbreedte van 1,4-21% vastgoedwaarde stijging door groen te zien. De volgende standaardwaarden worden als suggestie genoemd in de tool:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4% vastgoedwaardestijging voor groene van 0-500 m<sup>2</sup></li> <li>• 2,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 500-1000 m<sup>2</sup></li> <li>• 5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 1000-2000 m<sup>2</sup></li> <li>• 7,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 2000-3000 m<sup>2</sup></li> <li>• 10% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 3000-4000 m<sup>2</sup></li> <li>• 12,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 4000-5000 m<sup>2</sup></li> <li>• 15% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 5000-6000 m<sup>2</sup></li> <li>• 17,5% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 6000-7000 m<sup>2</sup></li> <li>• 20% vastgoedwaardestijging voor groene daken van 7000-8000 m<sup>2</sup></li> <li>• 21% vastgoedwaardestijging voor groene daken groter dan 8000 m<sup>2</sup></li> </ul> <p>In de tool kan de gebruikers zelf een vastgoedwaardestijging invullen, op basis van deze informatie.</p> <p>De vastgoedwaardestijging 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> <p>Disclaimer: vastgoedwaardestijging is zeer locatieafhankelijk. Dit rekeninstrument geeft een eerst inschatting. De exacte bepaling van de mogelijke vastgoedwaardestijging dient per locatie nader onderzocht te worden.</p>	1,4-20%, maar aanpasbaar	% van de WOZ waarde	Kan aangepast worden door gebruikers van de tool International Journal of Environmental Research and Public Health (Veisten K. Y., 2012)
	Schaduwkosten / vermeden kosten van een alternatieve retentievoorziening	415,4	€	Expert judgement Arcadis (2024)

<sup>9</sup> Onder de volgende aanname: de prijs voor terug leveren van elektriciteit is gelijk aan de prijs voor inkoop van elektriciteit.



Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
<b>Waterretentie blauwe en groene daken</b>	Standaard waterberging groen dak. De hoeveelheid waterretentie op een blauw dak kan handmatig ingesteld worden.	30	mm/L per m2	Subsidie klimaatadaptatie (Gemeente Rotterdam, 2024)
<b>Waterhergebruik</b>	Drinkwatertarief. Het opgevangen water kan hergebruikt worden voor eigen gebruik (bijvoorbeeld irrigatie van een groen dak). Aangenomen wordt dat dit tot vermeden kosten kan leiden.	-	€ / m <sup>3</sup>	Zelf in te vullen door gebruiker van de tool; actuele drinkwatertarief
<b>Afvangen fijnstof en andere stoffen</b>	Eenheidscorrectie	3,1536	Cm / s naar kg / ha / jaar	
	Depositiesnelheid Fijnstof Groene Daken	0,33	Cm / s	
	Maatschappelijke waarde Fijnstof	45,22	€ / kg	
	Depositiesnelheid Stikstofdioxide Groene Daken	0,5	Cm / s	
	Maatschappelijke waarde Stikstofdioxide	35,18	€ / kg	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)
	Depositiesnelheid Zwaveldioxide Groene Daken	0,72	Cm / s	
	Maatschappelijke waarde Zwaveldioxide	25,24	€ / kg	
	Depositiesnelheid Ozon Groene Daken	0,75	Cm / s	
<b>CO<sub>2</sub> uitstoot en luchtkwaliteit (overige uitstoot)</b>	Vermeden uitstoot <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub></li> <li>• NO<sub>x</sub></li> <li>• SO<sub>2</sub></li> <li>• VOS</li> <li>• Fijn stof</li> </ul>	0,56 0,00071 0,00039 0,00056 0,00003	kg/kWh kg/kWh kg/kWh kg/kWh kg/kWh	KEV (PBL, 2022) (CE Delft, 2015) (CE Delft, 2015) (CE Delft, 2015) (CE Delft, 2015)
	Milieuprijzen <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub></li> <li>• NO<sub>x</sub></li> <li>• SO<sub>2</sub></li> <li>• VOS</li> <li>• Fijn stof (PM10)</li> </ul>	0,13 29,9 57,5 2,73 69,3	Euro/kg Euro/kg Euro/kg Euro/kg Euro/kg	Handboek milieuprijzen 2023 (CE Delft, 2023)
<b>Gezondheid (fysiek en mentaal)</b>	Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 1km	0,835	patiënten bij 1% meer groen	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)
	Vermeden zorgkosten	917	€ per patiënt	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)
	Voorkomen arbeidsverlies	6.679	€ per patiënt	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)



Categorie	Effect / aanname	Kengetal	Eenheid	Bron
	Aanname: Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 200m	0,167	Patiënten bij 1% meer groen	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)
	Aanname: Minder patiënten bij 1000 inwoners, binnen 2000m (afhankelijk van aantal personen met uitzicht op dak)	0,02505	Patiënten bij 1% meer groen	TEEB Stadtool (RIVM, 2019)

---



## 6 LITERATUUR

- Amsterdam Rainproof. (2024). *Poster: Water op groene daken*. Opgehaald van <https://www.rainproof.nl/communicatiemiddelen/poster-water-op-groene-daken>
- Arcadis. (2008). *Groene daken Rotterdam: Maatschappelijke kosten-batenanalyse*. Rotterdam.
- BREEAM-NL. (2018). *BREEAM-NL Gebied 2018 v1.0*. Opgehaald van <https://richtlijn.breeam.nl/1-inleiding-188>
- Buck Consultants International. (2016). *Bronvermelding kengetallen TEEB-stad tool*.
- CBS StatLine. (2024, februari 1). *Consumentenprijzen; prijsindex 2015=100*. Opgehaald van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83131ned/table?fromstatweb>
- CE Delft. (2015). *Emissiekentallen elektriciteit*. Opgehaald van [https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE\\_Delft\\_4F65\\_defnotitieMO.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_4F65_defnotitieMO.pdf)
- CE Delft. (2017). *Handboek Milieuprijzen: Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*. Delft: CE Delft.
- CE Delft. (2023, februari). *Handboek Milieuprijzen 2023*. Opgehaald van [https://ce.nl/wp-content/uploads/2023/03/CE\\_Delft\\_220175\\_Handboek\\_Milieuprijzen\\_2023\\_DEF.pdf](https://ce.nl/wp-content/uploads/2023/03/CE_Delft_220175_Handboek_Milieuprijzen_2023_DEF.pdf)
- DakenPlan, N. (2024). *handreiking blauw-groene daken van Nationaal DakenPlan gebruikt worden*. Opgehaald van handreiking blauw-groene daken van Nationaal DakenPlan gebruikt worden: <https://dakenplan.nl/storage/pdfs/ndp-handreiking-blauw-groen.pdf>
- Ernst & Young. (2011). *Heeft Nederland haar kansen benut? Barometer Nederland vestigingsklimaat*. Rotterdam.
- Gemeente Den Haag. (2020). *Bijlage Evaluatie Puntensysteem groen- en natuurinclusief bouwen Den Haag*. Opgehaald van [https://denhaag.raadsinformatie.nl/document/10321327/1/RIS309253\\_Bijlage\\_Evaluatie\\_Puntensysteem\\_groen-\\_en\\_natuurinclusief\\_bouwen\\_Den\\_Haag](https://denhaag.raadsinformatie.nl/document/10321327/1/RIS309253_Bijlage_Evaluatie_Puntensysteem_groen-_en_natuurinclusief_bouwen_Den_Haag)
- Gemeente Rotterdam. (2014). *Maatschappelijke kosten en baten analyse: Begroeide daken*. Rotterdam.
- Gemeente Rotterdam. (2024). *Subsidie klimaatadaptatie aanvragen*. Opgehaald van <https://www.rotterdam.nl/subsidie-klimaatadaptatie-aanvragen>
- Gemeente Rotterdam. (z.d.). *Aan de slag met uw dak*. Opgehaald van <https://duurzaam010.nl/wat-kan-ik-doen/daken/>
- Groen Kennisnet. (z.d.). *Waardevermeerdering met een groen dak*. Opgehaald van <https://groenkennisnet.nl/nieuwsitem/waardevermeerdering-met-een-groen-dak-1>
- 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*.
- Homedeal. (2024). *Dakbedekking*. Opgehaald van <https://www.dakdekker-weetjes.nl>
- Homedeal. (2024). *Dakonderhoud prijzen*. Opgehaald van <https://www.homedeal.nl/dakbedekking/dakonderhoud-prijzen/>
- Homedeal. (2024). *De prijs van zonnepanelen*. Opgehaald van <https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/>
- Ichihara, K. &. (2011). New York City property values: what is the impact of green roofs on rental pricing? *Lett Spat Resourc Sci*, 21-30.
- International Journal of Environmental Research and Public Health. (2012, oktober). *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*. Opgehaald van International Journal of Environmental Research and Public Health: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524597/>
- Klimaat-effectatlas, ESRI. (2024). *Wijktypologie*. Opgehaald van <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=9b0a61fcbcf140c3951c2272782f9474>



- 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.*
- Papa Green. (z.d.). *Voordelen groendak.* Opgehaald van <https://papagreen.org/groen/voordelen-groendak/>
- PBL. (2022). *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2022.* Opgehaald van <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2022-klimaat-en-energieverkenning-4838.pdf>
- Powerly. (z.d.). *Een groendak of sedumdak aanleggen: de 9 voordelen.* Opgehaald van [https://powerly.nl/blog/sedumdak/#:~:text=De%20R%2Dwaarde%20\(isolatiewaarde\),maar%20zeker%20niet%20een%20vervanger.](https://powerly.nl/blog/sedumdak/#:~:text=De%20R%2Dwaarde%20(isolatiewaarde),maar%20zeker%20niet%20een%20vervanger.)
- Regionaal Energieloket. (z.d.). *Groendak.* Opgehaald van <https://regionaalenergieloket.nl/woning-verbeteringen/natuur-en-groen/groendak>
- Rijksoverheid. (2024). *WOZ waardeloket.* Opgehaald van <https://www.wozwaardeloket.nl/>
- 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).
- RIVM. (2019). *TEEB Stadtool: Actualisatie en Doorontwikkeling.* Opgehaald van <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0011.pdf>
- RWS. (z.d.). *Discontovoet.* Opgehaald van <https://www.rwseconomie.nl/discontovoet>
- Solar Sedum. (2022). *Onderhoud sedumdak.* Opgehaald van <https://www.solarsedum.nl/blog/onderhoud-sedumdak>
- Solvari. (2024). *Onderhoud zonnepanelen.* Opgehaald van <https://www.zonnepanelen.net/onderhoud-zonnepanelen/>
- Stichting RIONED. (z.d.). *Referentieoppervlak.* Opgehaald van <https://www.riool.net/referentieoppervlak-van-mm-naar-m3-en-terug>
- 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.*
- Voltasolar. (2022). *Zonnepanelen opbrengst.* Opgehaald van <https://voltasolar.nl/kenniscentrum/financieel/zonnepanelen-opbrengst/>
- 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.*
- Wong, N., Chen, Y., Ong, C., & Sia, A. (2003). *Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment.* *Building and Environment*, 38, 261-270.
- Zonnepaneleninformatie. (z.d.). *Opbrengsten.* Opgehaald van <https://www.zonnepaneleninformatie.nl/opbrengsten/>



Zonneplan. (2024). *Kenniscentrum*. Opgehaald van <https://www.zonneplan.nl/kenniscentrum>



## COLOFON

LIFE@URBAN ROOFS 3.0  
ONDERBOUWINGSRAPPORT KENGETALLEN

### AUTEUR

Jolijn Posma

### DATUM

Maart 2024

### STATUS

Definitief

### GECONTROLEERD DOOR

Jeroen Klooster  
Senior consultant

### VRIJGEGEVEN DOOR

Jolijn Posma  
Projectleider

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

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