



LIFE @ URBAN ROOFS

MKBA multifunctionele daken - Algemeen

Gemeente Rotterdam, Stichting Arosa, De Heuvel, De
Rotterdamsche Vastgoed Maatschappij, Vestia

25 MEI 2018





INHOUDSOPGAVE

1	INTRODUCTIE IN LIFE@URBAN ROOFS	5
1.1	Probleemanalyse	5
1.2	Het programma LIFE	5
1.3	Rekeninstrument voor multifunctionele duurzame daken	5
1.4	Leeswijzer	6
2	TOELICHTING FINANCIËLE BUSINESSCASE	7
2.1	Uitgangspunten	7
2.2	Financiële kosten en baten	7
3	TOELICHTING MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATENANALYSE	8
3.1	Uitgangspunten	8
3.2	Bepalen en waarderen van relevante effecten	8
3.2.1	Kosten	11
3.2.2	Energieopbrengsten	11
3.2.3	Imago en vestigingsklimaat	12
3.2.4	Waterretentie en waterkwaliteit	12
3.2.5	Luchtkwaliteit en klimaat	13
3.2.6	Hittestress	13
3.2.7	Gezondheid (fysiek en mentaal)	14
3.2.8	Implementatiesnelheid van een project	14
3.2.9	Biodiversiteit	14
3.2.10	Sociale cohesie	15
3.2.11	Bewustzijn klimaatopgave	15
3.2.12	Cultuurhistorie	16
3.3	Verdienmodellen	16
4	GEBRUIK VAN HET REKENINSTRUMENT	17
4.1	Introductie	17
4.2	Invoer in het rekeninstrument	17
4.3	Lezen van de resultaten	20
4.4	Waardering van de effecten in het rekeninstrument	20



4.5 Gevoeligheidsanalyse

22

5 CONCLUSIE EN REFLECTIE

23

5.1 Reflectie op de resultaten

23

5.2 Toepassing van het rekeninstrument elders

23

6 REFERENTIES

25

COLOFON

26



1 INTRODUCTIE IN LIFE@URBAN ROOFS

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. Daken kunnen we dus zien als een uitbreiding van het gebruiksoppervlak in de stad. Dit kun je op verschillende manieren vormgeven. Conform de insteek van de gemeente Rotterdam onderscheiden we de volgende vier categorieën daken (en bij voorkeur combinaties hiervan):

- Groene daken zijn daken met begroeiing. Dit kan variëren van mos (een sedumdak) of gras tot hogere beplanting, zoals struiken of bomen.
- Blauwe daken zijn daken die speciaal ontworpen zijn om zo veel mogelijk water te bergen en/of bufferen. Dit kan in combinatie met begroeiing, zoals op groene daken, of door van het dak een tijdelijke opvang van regenwater te maken.
- Gele daken zijn daken waarop duurzame energie wordt opgewekt, bijvoorbeeld met zonnepanelen, windmolens en/of zonneboilers.
- Rode daken zijn daken met ruimte voor recreatie. Te denken valt aan een terras, een sportveld of een zwembad. Ideaal voor het efficiënt en effectief benutten van leefoppervlak in een drukke stad.

Bij multifunctionele daken worden groene, blauwe, gele en/of rode functies gecombineerd voor een zo groot mogelijk rendement. Zo is een dak niet alleen bruikbaar en ecologisch verantwoord, maar ook aantrekkelijk voor gebruikers en omwonenden.

Iedereen wil uitzicht op een groen/blauw dak of hier voordeel van ondervinden (door gebruik, energie, geluidsdemping 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 even 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). Deze maatschappelijke kosten en baten worden, naast de financiële kosten en baten, inzichtelijk gemaakt middels het rekeninstrument dat ontwikkeld is voor 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 respectievelijk value cases te ontwikkelen om investeringen in multifunctionele daken los te krijgen 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 Rekeninstrument voor multifunctionele duurzame daken

De gemeente Rotterdam heeft aan Arcadis/CE Delft gevraagd om een rekeninstrument te ontwikkelen voor vastgoedeigenaren die overwegen te investeren in de verduurzaming van het dak van hun gebouw. De opdracht vanuit de gemeente Rotterdam bestaat uit twee onderdelen die vanzelfsprekend nauw met elkaar samenhangen:

1. Het uitwerken van value cases voor vijf praktijk casussen. De value cases vormen directe input voor de investeringsafweging die de betreffende eigenaren moeten nemen. Uit de value cases wordt duidelijk in hoeverre de investeringen opwegen tegen de baten en hoe deze over de verschillende belanghebbenden zijn verdeeld.
2. Een generieke rekentool die voor andere partijen toepasbaar is en waarmee zij (op hoofdlijnen) inzicht krijgen in de benodigde investeringen voor een duurzaam multifunctioneel dak en de baten die een dergelijk dak met zich meebrengt.

Het rekeninstrument dat ontwikkeld is, biedt inzicht in de relevante aspecten (zowel kwalitatief als kwantitatief) bij de afweging van het besluit voor investering in een bepaald type multifunctioneel dak.



Het project past naadloos in de Rotterdam Resilience Strategie (RRS). De RRS geeft een visie over hoe om te gaan met klimaatuitdagingen in de stad. Acties uit de RRS die nauw samenhangen met het project LIFE@Urban Roofs zijn het creëren van een duurzaam dakenlandschap in de stad en de ‘resilient Peperklip’:



RRS actie ‘Duurzaam Dakenlandschap’

‘Het multifunctionele en duurzame gebruik van platte daken past bij de verdere verbetering van de kwaliteit en het stadsklimaat in het Rotterdamse centrum. Concreet gaat het om: betere waterberging, meer groen, schonere lucht, betere gezondheid en een sterkere sociale cohesie. Het initiatief tot duurzame daken in het centrum heeft ook een positieve invloed op de sociale veerkracht van de stad, omdat de multifunctionele daken ook sociale functies kunnen herbergen. Denk aan ontmoetingsplekken voor bewoners, cafés en restaurants.’



RRS actie ‘Resilient Peperklip’

‘De fysieke investeringen in het gebouw bieden voordelen op het gebied van klimaatadaptatie, energiebesparing en duurzame energieopwekking. Door mensen bij elkaar te brengen en mee te laten helpen bij de vernieuwingsplannen heeft het project ook invloed op de sociale resilience.’

1.4 Leeswijzer

Om tot een praktisch toepasbaar rekeninstrument te komen waarmee maatschappelijke kosten en baten bepaald kunnen worden, is gewerkt met vijf praktijk casussen: De Peperklip (Vestia), De Heuvel en de volgende drie panden op de Robert Fruinstraat: Het Gemeentearchief, De Rotterdamse Vastgoed Maatschappij (DRVM) en Stichting Arosa. Elk van deze praktijk casussen is afzonderlijk gerapporteerd.

Dit rapport beschrijft de algemene werkwijze en bevindingen in het project. De algemene toelichting op de methodiek zoals toegepast in de financiële business case en de maatschappelijke kosten-batenanalyse is te vinden in hoofdstukken 2 en 3. In hoofdstuk 4 is de opzet van het rekeninstrument te vinden. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en reflectie.



2 TOELICHTING FINANCIËLE BUSINESSCASE

2.1 Uitgangspunten

In de financiële businesscase worden de kosten (investeringskosten en beheer en onderhoud) afgezet tegen de financiële baten (energieopbrengst). 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 (baten). Toekomstige kosten en baten worden gediscoteerd naar het basisjaar zodat deze vergelijkbaar worden.

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 (prijsspeil 2017). 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 3%, zoals voorgeschreven door de rijksoverheid. Ter illustratie: stel dat een effect optreedt in 2018 en het effect gewaardeerd is op € 100. Dan is de contante waarde gelijk van dit effect in 2017 gelijk aan € 97,09 ($(€ 100 / (1+0,03)^1)$).

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

De analyseperiode is variabel in te stellen in de tool, variërend van 10 tot 40 jaar.

2.2 Financiële kosten en baten

De investeringskosten voor een multifunctioneel dak bestaan in beginsel uit: aanloopkosten, kosten voor projectmanagement, monitoringskosten, communicatiekosten en kosten voor het materiaal en de uitvoering.

Bij een financiële businesscase wordt ook rekening gehouden met de dekking. Denk hierbij aan bijvoorbeeld reserveringen t.b.v. groot onderhoud en eventuele subsidies. Subsidies worden in de financiële businesscase als financiële baat opgenomen. De reservering ten behoeve van groot onderhoud zijn van de investeringskosten afgetrokken. Ofwel, de meerkosten ten opzichte van de referentiesituatie zijn opgenomen als kosten in plaats van de initiële investeringskosten.

Voor de invulling van de vijf casussen is gebruikt gemaakt van de ramingen behorende bij de LIFE-aanvraag, naast additionele informatie van casushouders. Daarnaast worden de jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten meegenomen in de financiële businesscase.

Gele daken zijn ingericht met zonnepanelen en/of windturbines. De energieopbrengsten die het dak oplevert worden uitgedrukt in euro's en zijn als baat meegenomen.



3 TOELICHTING MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN-BATENANALYSE

3.1 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).

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 CO₂ 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.

Verder gelden dezelfde uitgangspunten zoals beschreven bij de financiële business case (zie hoofdstuk 2.1).

3.2 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 beide 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 literatuurlijst in hoofdstuk 6):

- 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).



Effect	Beschrijving	€/ kwalitatief
Investeringskosten dak	Meerkosten € per m ² dak t.o.v. het referentiealternatief	€
Beheer- en onderhoudskosten dak	Meerkosten € per m ² dak t.o.v. het referentiealternatief	€
Energieopbrengsten	Energieopbrengsten (m.n. geel dak)	€

Imago en vestigingsklimaat	<p>Effecten op het imago en vestigingsklimaat wordt vanuit meerdere indicatoren benaderd:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Vastgoedwaarde</i>: Er wordt uitgegaan van 10% stijging vastgoedwaarde door groen dak. Deze aanname is gebaseerd op literatuur waarin een spreiding van 1-21% vastgoedwaarde stijging door groen te zien is. In het rekeninstrument kan geschoven worden binnen deze bandbreedte. De default waarde is 10%. De vastgoedwaarde stijging reflecteert de volgende sub-effecten: esthetische waardering, geluiddemping, productiviteit en comfort). Alhoewel een verhoging van de vastgoedwaarde in beginsel zowel een financiële batenpost als een maatschappelijke batenpost kan zijn, is een verandering van vastgoedwaarde alleen als <i>maatschappelijke batenpost</i> opgenomen. Uitgangspunt is namelijk dat de eigenaren de huurprijzen niet zullen verhogen. Dit betekent dat deze baten neerslaan in de vorm van een hogere woonkwaliteit voor de huurders van de panden maar niet terugkomen in de businesscase voor de vastgoedeigenaren. • <i>Leegstand/ gemiddeld aantal reacties op woning</i> <ul style="list-style-type: none"> • In het geval van private woningen wordt gekeken naar leegstand en de daarmee gekoppelde gedeelde huurinkomsten. Vervolgens wordt een aanname gedaan van de impact van een multifunctioneel dak op deze leegstand. De vermindering van leegstand reflecteert de toename van comfort van bewoners en de gewildheid van het pand. • Bij sociale huur is leegstand niet (of nauwelijks) van toepassing. Daarom wordt hier kwalitatief beschreven wat het effect is op aantal reacties op een woning. Hierbij wordt aangenomen dat meer reacties op een woning overeenkomt met een verbeterd imago van de woning. • <i>Imago eigenaar</i>: draagt het project bij aan een groen/innovatief profiel van de eigenaar van het pand? We bespreken deze indicator kwalitatief. • <i>Vestigingsklimaat van de wijk en stad</i>: draagt het project bij aan een verbeterd vestigingsklimaat voor inwoners en bedrijven? We bespreken deze indicator kwalitatief. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vastgoedwaarde en leegstand: € • Reacties op woning (bij sociale huur), imago eigenaar en vestigingsklimaat van de wijk en stad: Kwalitatief
Waterretentie	<p>Bij waterretentie is de fysieke maatstaf het aantal extra m³ waterretentie door het project.</p> <p>In de waardering van het effect wordt onderscheid gemaakt tussen de financiële en maatschappelijke businesscase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financieel: omvang relevante subsidies. • Maatschappelijk: schaduwkosten/ vermeden kosten alternatieve retentievoorziening (€500 per m³). In het rekeninstrument wordt een bandbreedte (€300-800 per m³) ingebouwd waartussen geschoven kan worden. De waarde €500 per m³ wordt ingesteld als default 	€



waarde.

Waterkwaliteit	<p>Waterberging op een multifunctioneel dak kan leiden tot een vermindering van het aantal m³ 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. Dezelfde vermindering van het aantal m³ 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 in de rapportage.</p>	Kwalitatief
Klimaat	<p>Klimaat wordt gewaardeerd vanuit vermeden uitstoot uit fossiele centrales (Handboek Milieuprijzen). De afvang van CO₂ door daken is beperkt. Zie paragraaf 3.2.5 voor een verdere onderbouwing hiervan.</p>	Vermeden uitstoot: €
Luchtkwaliteit	<p>De effecten door vermeden uitstoot uit fossiele centrales worden gewaardeerd aan de hand van het Handboek Milieuprijzen. Hierin zijn milieuprijzen opgenomen voor meer dan 2000 milieugevaarlijke stoffen. Het gebruik van de milieuprijzen in het Handboek wordt aanbevolen door het ministerie van I&W. We zullen de baten bepalen voor de bespaarde uitstoot van CO₂ en luchtverontreinigende emissies die worden vermeden (fijnstof, NO_x, SO₂).</p> <p>De effecten van fijnstof op luchtkwaliteit door afvang zijn beperkt (RIVM, 2007) en worden daarom niet meegenomen. Zie voor een onderbouwing paragraaf 3.2.5.</p>	Vermeden uitstoot: €
Hittestress	<p>De effecten op hittestress door multifunctionele daken wordt bepaald door:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Albedo effect; andere reflectie zonlicht (uitgaande van zwart dak in referentiesituatie); • Toenemende isolatie; • Meer verdamping; verkoelend effect omgeving (blauw dak). <p>Ofwel, hittestress uit zicht 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.</p>	Kwalitatief
Gezondheid (fysiek en mentaal)	<p>Het gezondheidseffect is benaderd vanuit twee sub-effecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Vermeden zorgkosten</i>: 0,835 minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen een straal van 1 km rond de woning; € 868¹ per patiënt. (TEEB-stad). Voor daken wordt uitgegaan van 0,835/5 = 0,167 	<ul style="list-style-type: none"> • Gezondheidseffecten (fysiek en mentaal): € • Welzijnseffecten: Kwalitatief

¹ Prijspeil 2016



minder patiënten binnen een straal van 200 meter. Er wordt aangenomen dat alleen bewoners van het pand profijt ondervinden.

- *Voorkomen arbeidsverlies*: € 6.341 per patiënt. Uitgaande van 0.835 patiënten minder per 1000 inwoners bij 1% meer groen, komt dit neer op € 5.294,74 minder arbeidsverlies per jaar. (TEEB-stad)

Het gezondheidseffect omvat zowel fysieke als mentale gezondheidseffecten. De doorwerking van hittestress is hierin tevens meegenomen. De effecten op welzijn worden daarnaast nog kwalitatief onderbouwd.

Implementatie snelheid van het project	Bijzonderheden aan het pand (monumentstatus, uitzicht etc.) kunnen een invloed hebben op de implementatiesnelheid van het project. Dit effect wordt in de rapportage beschreven.	Kwalitatief
Biodiversiteit	In het rekeninstrument wordt gebruik gemaakt van de niet-gebruikswaarde van biodiversiteit. Hierbij worden de kengetallen van (Witteveen+Bos, 2011) gebruikt: €8-20 per persoon (met uitzicht op groen) per jaar. Hierbij wordt in deze studie €10 per persoon (met uitzicht op groen) per jaar aangenomen.	€
Sociale cohesie	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
Bewustzijn klimaatopgave	Wanneer het project zichtbaar is voor gebruikers van het gebouw kan het leiden tot extra bewustzijn van de klimaatopgave.	Kwalitatief
Cultuurhistorie	Inspiratie vanuit historische watersysteemoplossingen. Per project wordt gekeken of er historische watersysteemoplossingen aanwezig zijn en of deze zichtbaar gemaakt kunnen worden.	Kwalitatief

3.2.1 Kosten

De investeringskosten voor een multifunctioneel dak bestaan in beginsel uit: aanloopkosten, kosten voor projectmanagement, monitoringskosten, communicatiekosten en kosten voor het materiaal en de uitvoering. Voor de invulling van de vijf casussen is gebruikt gemaakt van de ramingen behorende bij de LIFE-aanvraag. Let op: in de MKBA wordt gerekend met bruto kosten, ofwel zonder aftrek van subsidies (zoals wel het geval is bij de financiële businesscase). Daarnaast worden de jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten meegenomen in de MKBA.

De investeringskosten die in de MKBA ingevuld zijn, zijn meerkosten ten opzichte van het referentiealternatief. Dit betekent dat het gaat om netto investeringskosten, ofwel de investeringskosten waar (indien aanwezig) het budget voor groot onderhoud van het dak (het referentiealternatief) afgehaald zijn.

3.2.2 Energieopbrengsten

Gele daken zijn ingericht met zonnepanelen en/of windturbines. De energieopbrengsten die het dak oplevert worden uitgedrukt in euro's en zijn hier als effect meegenomen.



3.2.3 Imago en vestigingsklimaat

Effecten op het imago en vestigingsklimaat wordt vanuit meerdere indicatoren benaderd: vastgoedwaarde, leegstand/ aantal reacties op sociale huurwoningen, imago eigenaar en vestigingsklimaat van de wijk en stad.

Vastgoedwaarde

Er wordt uitgegaan van 10% stijging vastgoedwaarde door een groen dak. Deze aanname is gebaseerd op literatuur waarin een spreiding van 1-21% vastgoedwaarde stijging door groen te zien is. In het rekeninstrument kan geschoven worden binnen deze bandbreedte. De default waarde is 10%. De vastgoedwaarde stijging reflecteert de volgende sub-effecten: esthetische waardering, geluiddemping, productiviteit en comfort). Uitzicht op een groen/blauw dak of vergroening op maaiveld zorgt voor een hogere esthetische waardering. Dit vertaalt zich door in de vastgoedwaarde (zit al opgenomen in de vastgoedwaarde stijging van 10%). Hetzelfde geldt voor geluiddemping. Er wordt aangenomen dat een groen/blauw dak leidt tot afname van geluid van buiten naar binnen van ca. 3 dB. De waardering van deze geluiddemping zit opgenomen in de vastgoedwaarde stijging van 10%.

Onderzoek van (Lee, 2015) toont aan dat een 40 seconde durende microbreak met uitzicht op een groen dak tot een hogere productiviteit van werknemers leidt. Dit kan een reden voor werkgevers zijn om meer te willen betalen voor een groen dak en heeft daarmee een positief effect op de vastgoedwaarde. Er is echter nog geen onderzoek dat de vastgoedwaardestijging van dit effect beschrijft.

Leegstand/ Aantal reacties op sociale huurwoningen

Met de gebouweigenaren is besproken wat de gemiddelde leegstand in de huidige situatie is en wat de daarmee gedeelde huurinkomsten zijn. Vervolgens is een aanname gedaan van de impact van een multifunctioneel dak op deze leegstand. De vermindering van leegstand reflecteert de toename van comfort van bewoners en de gewildheid van het pand.

Wanneer het gebouw enkel sociale huurwoningen bezit, is leegstand niet van toepassing. In dit geval kan kwalitatief beschreven worden wat de effecten zijn op het aantal reacties op de door de verhuurder aangeboden sociale huurwoningen. Wanneer het aantal reacties op aangeboden sociale huurwoningen in het gebouw stijgt, wordt aangenomen dat het imago en vestigingsklimaat van het gebouw verbeterd zijn.

Imago eigenaar

Het imago van de eigenaar van het gebouw verbetert mogelijk door publiciteit dat een innovatief dak met zich meebrengt. Dit wordt kwalitatief gewaardeerd.

Vestigingsklimaat van de wijk en stad

“Landschap heeft een wederkerige relatie met vestigingsklimaat – niet elk bedrijf past overal” is een van de conclusies van Landschap als Vestigingsvoorwaarde (Vereniging Deltametropool, 2017). Hierbij wordt door Vereniging Deltametropool aangemerkt dat de stad ook hoort bij het denken over landschap. Daken kunnen dusdanig ingericht worden dat zij onderdeel zijn van bijvoorbeeld groene verbindingen en structuren in de stedelijke omgeving. Dit draagt bij aan verhoogde waarde van stedelijk gebied en het stedelijk landschap kan daarmee van positieve invloed zijn op het vestigingsklimaat.

3.2.4 Waterretentie en waterkwaliteit

In de waardering van het effect op waterretentie wordt onderscheid gemaakt tussen de financiële en maatschappelijke businesscase. Bij de financiële businesscase worden eventuele subsidies voor aanleg van waterretentie meegenomen. Deze worden vanzelfsprekend enkel meegenomen wanneer een dak met extra waterbergend vermogen aangelegd wordt.



Bij de MKBA wordt waterretentie gewaardeerd op basis van de vermeden kosten voor alternatieve retentievoorzieningen (berging op maaiveld of ondergronds). Dit wordt ook wel de schaduwprijs genoemd. In deze MKBA is als schaduwkosten voor waterretentie € 500 per m³ aangehouden.

Voor wat betreft de waterkwaliteit geldt dat alleen een mogelijk effect optreedt door vermeden energiekosten van waterzuiveringsinstallaties. Uit onderzoek blijkt echter dat het effect nihil is (€ 0,03 / m² per jaar). Dit effect wordt daarom niet kwantitatief meegenomen in de MKBA, maar wel kwalitatief beschreven.

In het geval van een extremere klimaatverandering, kan dit het effect op waterretentie en waterkwaliteit beïnvloeden. In dat geval zal sprake zijn van meer en heviger regenval. De waterberging die op het dak gerealiseerd wordt is dan in verhouding tot de betreffende klimaat- en wateropgave kleiner.

3.2.5 Luchtkwaliteit en klimaat

De effecten op luchtkwaliteit en klimaat worden gewaardeerd op basis van vermeden uitstoot. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het Handboek Milieuprijzen. In het Handboek Milieuprijzen zijn milieuprijzen opgenomen voor meer dan 2000 milieugevaarlijke stoffen. Het gebruik van de milieuprijzen in het Handboek wordt aanbevolen door het ministerie van I&W. In het rekeninstrument worden de baten bepaald voor de bespaarde uitstoot van CO₂ en luchtverontreinigende emissies die worden vermeden (fijnstof, NO_x, SO₂).

De effecten door afvang van fijn stof door vegetatie in stedelijk gebied zijn volgens een uitgebreide literatuurstudie van het RIVM en de GGD Amsterdam marginaal (RIVM, 2011). Als de vegetatie zich bevindt langs wegen, kan de luchtkwaliteit zelfs verslechteren omdat de windsnelheid afneemt en de concentraties van stoffen omhooggaan. De aanwezigheid van vegetatie in een groot gebied kan wel de achtergrondconcentraties van stikstof positief beïnvloeden maar ook dit effect is volgens het RIVM beperkt (orde van een half procent tot enkele procenten bij grootschalige inzet van vegetatie). Er zijn daarom geen baten opgenomen voor de verbetering van de luchtkwaliteit.

3.2.6 Hittestress

Multifunctionele daken (m.n. groene en blauwe daken) kunnen hittestress mogelijk reduceren door een afname van hitteoverdracht van binnen naar buiten en van buiten naar binnen. Dit heeft de volgende oorzaken:

- Albedo effect²: andere reflectie factor van zonlicht;
- Een groen/blauw dak functioneert als een dikkere isolatielaag;
- Meer verdamping (m.n. belangrijk effect bij blauwe daken).

Bovenstaande factoren leiden tot vermindering van hittestress in een gebouw. Dit kan zich vertalen naar *lagere energiekosten* (zowel koeling als verwarming). Uit onderzoek blijkt echter dat de effecten op energiekosten door groene daken marginaal zijn (van Hooff, 2014).

Naast de effecten in een gebouw, kunnen daken ook effecten hebben op straat. Uit onderzoek blijkt echter dat de verandering in hitteafgifte door een groen dak van een gebouw naar buiten toe marginaal is (Gromke, 2015). Voor een blauw dak kan dat anders zijn. Blauwe daken leiden tot meer verdamping en reduceren daarmee de hoeveelheid beschikbare energie in de atmosfeer om de lucht te verwarmen. Blauwe daken hebben daarmee een *verkoelend effect op hun directe omgeving*. Dit is een lokaal effect. Dit effect treedt alleen op wanneer er water ligt op het blauwe dak en wanneer dit water van een lagere temperatuur is dan de temperatuur van de lucht er omheen. Dit verkoelende effect kan leiden tot (positieve) gezondheidseffecten en zijn daarom ook daarin opgenomen (zie volgende paragraaf).

² De hoeveelheid zonlicht dat door een oppervlak teruggekaatst wordt, noemt men albedo of reflectiecoëfficiënt. Dit is gewoonlijk uitgedrukt als een procentwaarde. Hoe meer straling opgenomen wordt door een oppervlak en hoe minder het reflecteert, hoe warmer dat oppervlak wordt. Zwarte voorwerpen (bijvoorbeeld bitumen daken) hebben een lagere albedo dan witte oppervlakken. Witte of lichtere oppervlakken (zoals groene of blauwe daken) reflecteren meer zonlicht en warmen daarmee minder op.



Ook voor hittestress geldt dat dit beïnvloed kan worden door verschillen in de mate van klimaatverandering. Er zijn bijvoorbeeld meer periodes met hitte. De effecten van een groen/blauw dak kunnen dan groter zijn. Dit wordt kwalitatief beschreven per casus.

3.2.7 Gezondheid (fysiek en mentaal)

Verschillende onderzoeken (o.a. (Vereniging Deltametropool, 2017), (Lee, 2015), (Vries, 2014)) beschrijven de relatie tussen groen en gezondheid. Een gezonde leefomgeving met goede luchtkwaliteit, verkoeling, de aanwezigheid van (meer) mogelijkheden tot bewegen et cetera zorgt voor minder gezondheidskwalen. Daarnaast zorgt zicht op groen en/of toegang tot een groene omgeving in de stad voor een vermindering van stress.

Een manier om deze gezondheidseffecten te waarderen is door te rekenen met vermeden zorgkosten en daarnaast ook met minder arbeidsverlies. Dit gebeurt ook in de tool TEEB-stad (zie o.a. (KPMG, 2012)). Beide effecten worden hieronder nader uitgewerkt:

- *Vermeden zorgkosten*: 0,835 minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen een straal van 1 km rond de woning; € 868³ per patiënt. (TEEB-stad). 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*: € 6.341 per patiënt. Uitgaande van 0.835 patiënten minder per 1000 inwoners bij 1% meer groen, komt dit neer op € 5.294,74 minder arbeidsverlies per jaar. (TEEB-stad)

Het gezondheidseffect omvat zowel fysieke als mentale gezondheidseffecten. De doorwerking van hittestress is hierin tevens meegenomen. De effecten op welzijn worden daarnaast nog kwalitatief onderbouwd.

3.2.8 Implementatiesnelheid van een project

Bijzonderheden aan het pand (monumentstatus, veranderd uitzicht op groen etc.) kunnen een invloed hebben op de implementatiesnelheid van het project: hoeveel tijd kost het tot de realisatie?

Wanneer een gebouw bijvoorbeeld een monumentstatus heeft, kan dit de implementatiesnelheid van een project vertragen. Echter, wanneer een gebouw leidt tot meer vergroening in de omgeving, kan dit leiden tot een grotere acceptatie / minder weerstand bij omwonenden, waarmee de implementatiesnelheid van het project vergroot. Dit effect wordt kwalitatief beschreven.

3.2.9 Biodiversiteit

Vergroening in de stad leidt tot een positief effect op de biodiversiteit. De ruimte voor groen in de stad is beperkt, daarom kan een groen dak een relatief grote bijdrage leveren aan de biodiversiteit.

Een methode om biodiversiteit te bepalen is de natuurpuntenmethodiek (zie: MKBA Werkwijzer Natuur, onderstaande tekst box). Om deze methodiek te kunnen gebruiken, dienen er relevante (stedelijke) referentienatuurtypen ontwikkeld te worden. Hierbij wordt verschil gemaakt tussen daken waar bomen op kunnen groeien en meer extensieve sedum daken. Volgens de natuurpuntenmethodiek wordt dan een soort ideaaltypische maxima voor het dak bepaald, inclusief soortensamenstellingen. Vervolgens kan bepaald worden in hoeverre bestaande of geplande ontwikkelingen van groene daken scoren t.o.v. dat maximum.

³ Prijspeil 2016



Het gebruik van de natuurpuntenmethodiek is op dit moment nog niet mogelijk, omdat er voor stedelijk gebied en vergroende daken nog geen ideaaltypische maxima van biodiversiteit bepaald zijn.

Daarom wordt in deze studie teruggerepen op bestaande kengetallen voor biodiversiteit (Witteveen+Bos, 2011), namelijk €10 per persoon per jaar (Witteveen+Bos, 2011) voor omwonenden die direct baten ondervinden van de toename in soortenrijkdom.

MKBA Werkwijzer Natuur

De door Arcadis en CE Delft ontwikkelde Werkwijzer Natuur (december 2017)⁴ maakt onderdeel uit van het formele MKBA instrumentarium, dat door de Nederlandse overheid toegepast moet worden. De Werkwijzer Natuur richt zich op veranderingen in ecosysteem-einddiensten en biodiversiteit als de belangrijkste welvaartseffecten van veranderingen in natuur. Ecosysteemdiensten zijn de stroom van diensten die door ecosystemen (bijvoorbeeld water, lucht, bossen en bodem) worden geleverd, waar de mens gebruik van maakt en die zo een bijdrage leveren aan welvaart. De drie belangrijkste categorieën van ecosysteemdiensten, conform CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) zijn:

- Productiediensten, zoals voedsel en drinkwater;
- Regulerende diensten, zoals kustbescherming, bodemvruchtbaarheid;
- Culturele diensten, zoals groene recreatie en symbolische waarde.

Alleen ecosysteem-einddiensten dragen bij aan de menselijke welvaart. Deze einddiensten zijn de 'outputs' van de ecosystemen (natuurlijk, semi-natuurlijke of kunstmatige), die de welvaart van mensen rechtstreeks beïnvloeden. Voorbeelden hiervan zijn voedsel, drinkwater en recreatie in parken en andere natuur. Regulerende ecosysteemdiensten zijn vaak intermediaire ecosysteemdiensten; ze zijn een input voor ecosysteem-einddiensten. Bodemvruchtbaarheid is bijvoorbeeld van groot belang voor de productie in de landbouw. Effecten op intermediaire ecosysteemdiensten krijgen indirect een plek in de MKBA. Regulerende ecosysteemdiensten die effecten hebben op de lokale leefomgevingskwaliteit kunnen ook direct van invloed zijn op de menselijke welvaart.

Biodiversiteit is een voorraadgrootte van het natuurlijk kapitaal: de variatie, omvang en kwaliteit van soorten, populaties en ecosystemen. Biodiversiteit beïnvloedt de welvaart direct door het leveren van culturele diensten (bijvoorbeeld een mooi en soortenrijk wandelgebied). Indirect is het behoud van biodiversiteit van belang voor de levering van ecosysteemdiensten nu en in de toekomst. Een verandering in de biodiversiteit krijgt in de MKBA dus een plek via het directe en indirecte effect ervan op de levering van ecosysteem-einddiensten. Vanwege het speciale karakter van biodiversiteit en omdat er specifiek beleid wordt gevoerd op het behoud van biodiversiteit, wordt biodiversiteit in deze werkwijzer ook apart behandeld. Daarbij wordt de zogeheten natuurpuntenmethodiek als concreet instrument voorgesteld om biodiversiteit zichtbaar te maken.

3.2.10 Sociale cohesie

Wanneer een project leidt tot extra gelegenheden voor ontmoeting (op maaiveld of op het dak) leidt dit tot versterking van de sociale cohesie. Daarnaast blijkt uit literatuur dat vergroening leidt tot minder criminaliteit en meer sociale cohesie. Dit is enkel het geval wanneer er uitzicht is op groen. Het effect wordt kwalitatief gewaardeerd.

3.2.11 Bewustzijn klimaatopgave

Als het project (en haar effecten) zichtbaar is voor bewoners kan het leiden tot extra bewustzijn van de klimaat- en wateropgave. Wanneer bewoners bijvoorbeeld uitzicht hebben op een dak met waterberging (bijvoorbeeld een polderdak) is dit gespreksstof waardoor het bewustzijn mogelijk vergroot. Dit effect

⁴ De formele vaststelling van de Werkwijzer Natuur door het kabinet wordt eind maart, begin april 2018 verwacht.



versterkt wanneer er informatieborden in het gebouw geplaatst worden of andere manieren van informatieverspreiding plaatsvindt. Het effect wordt kwalitatief gewaardeerd.

3.2.12 Cultuurhistorie

Cultuurhistorie wordt versterkt wanneer er historische watersystemen aanwezig zijn en deze door het project zichtbaar gemaakt kunnen worden. Het effect wordt kwalitatief gewaardeerd.

3.3 Verdienmodellen

Nadat de effecten van de voorgenomen investeringen zijn geïnventariseerd en gewaardeerd, rijst de vraag of en zo ja, wat voor verdienmodel aan de orde kan zijn. Hierbij is het van belang om een goed oog te hebben voor de specifieke context van de vastgoedeigenaren. Als een dak wordt verduurzaamd, kan dat in beginsel leiden tot financiële of kwalitatieve (maatschappelijke) meerwaarde waarvoor partijen bereid zijn te betalen. De ervaring van gerealiseerde groene daken rond het Schouwburgplein in Rotterdam laat zien dat vergroening van daken enorm wordt gewaardeerd. Iedereen wil uitkijken op een groen dak. Als men ervoor moet gaan betalen, verandert echter de situatie.

Het verzilveren van baten is namelijk vaak lastig. Zo kan er sprake zijn van een 'split incentive' als de vastgoedeigenaren investeren in groene daken en/of zonnepanelen/boilers maar de huurders de vruchten plukken door een lagere energierekening. De vraag is dan of vastgoedeigenaren de huurprijs kunnen verhogen. Hierbij spelen verschillende afwegingen een rol, zoals sociale overwegingen bij het betaalbaar houden van de huur, het aantrekken van een ander marktsegment, het willen investeren in de leefomgeving, imago et cetera.

Met de casushouders is besproken welke wensen en mogelijkheden zij hebben t.a.v. het verkrijgen van financieel resp. maatschappelijk rendement van hun investeringen. Ook was tijdens de stakeholderbijeenkomst het 'verzilveren' resp. 'betalingsbereidheid' een relevant onderwerp. Dit bepaalt immers in belangrijke mate de terugverdienmogelijkheid voor resp. de investeringsbereidheid van de investeerder.



4 GEBRUIK VAN HET REKENINSTRUMENT

4.1 Introductie

Elk daktype en elk ontwerp brengt andere kosten en baten met zich mee. Hierin maken we een onderscheid tussen de financiële businesscase en de maatschappelijke kosten en baten.

De financiële businesscase laat zien hoe de financiële kosten en baten uitvallen voor de investeerder over een in te stellen analyseperiode. In de maatschappelijk kosten-baten analyse beschouwen de kosten en baten niet vanuit de investeerder, maar vanuit de maatschappij als geheel. Alle kosten en baten komen terug, onafhankelijk van wie deze draagt. Daarnaast worden ook kwalitatieve baten meegenomen, dat zijn de baten die niet in geld zijn uit te drukken maar waar de maatschappij als geheel wel van profiteert. Dit zijn bijvoorbeeld de effecten van een multifunctioneel dak op het imago van de wijk en de stad, hittestress, sociale cohesie en waterkwaliteit.

In paragraaf 3.2 is aangegeven welke effecten kwantitatief resp. kwalitatief zijn opgenomen in het rekeninstrument.

De belangrijkste tabbladen in het rekeninstrument zijn: *Introductie*, de verschillende *Invoer* tabbladen en het tabblad *Resultaten*. Dit zijn de tabbladen die de gebruiker nodig heeft. Daarnaast zijn er nog tabbladen waar de achterliggende berekeningen uitgevoerd worden. De gebruiker hoeft hier niets in te voeren/te wijzigen, maar kan deze puur ter informatie beschouwen. Het *Introductie* tabblad beschrijft stapsgewijs hoe het rekeninstrument gebruikt en gelezen dient te worden.

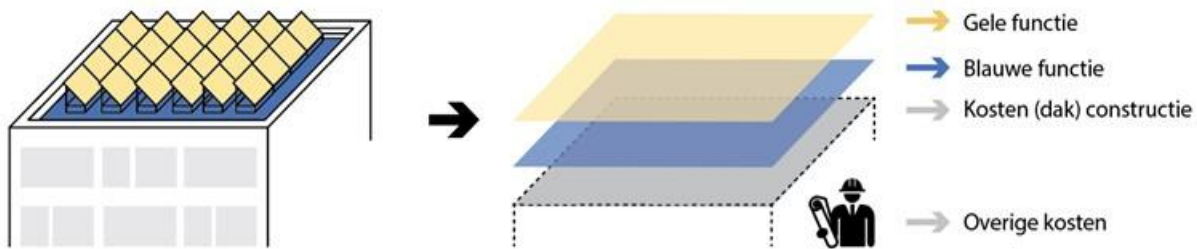
In de volgende paragrafen wordt de belangrijkste informatie gegeven over het gebruik van de verschillende *Invoer* tabbladen en het *Resultaten* tabblad. Vervolgens wordt kort ingegaan op de achterliggende berekeningen die uitgevoerd worden in de effectmodules. Dit hoofdstuk eindigt met een paragraaf over het gebruik van een gevoeligheidsanalyse.

4.2 Invoer in het rekeninstrument

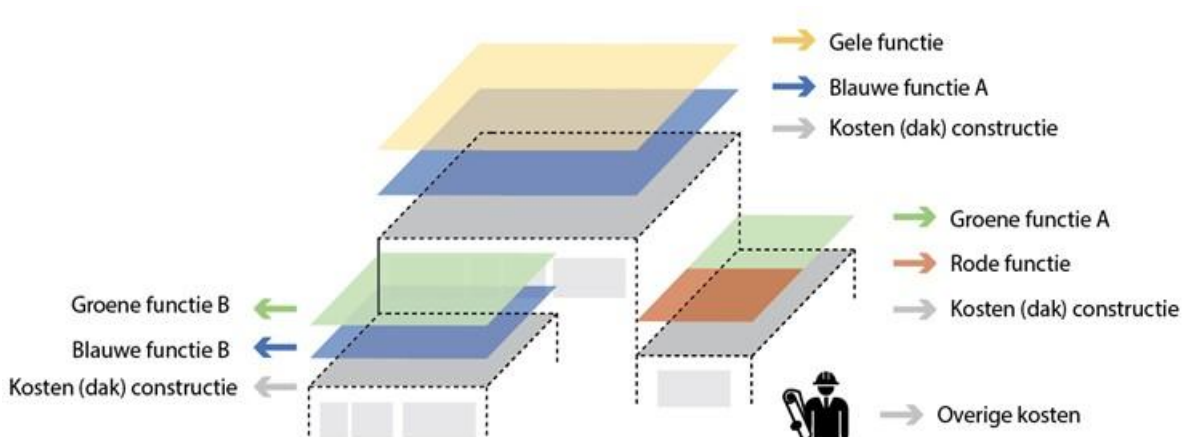
In het Invoer tabblad wordt de belangrijkste informatie ingevuld waarmee het instrument vervolgens de financiële en maatschappelijke kosten en baten van het (multifunctionele) dak berekend.

In het tabblad Invoer algemeen ziet u een aantal gekleurde vlakken. De kleur van de vlakken corresponderen met de functietypen ofwel de dak-kleuren. Elk daktype vraagt om een andere invoer. Zo is er bijvoorbeeld een variabele opgenomen voor de dikte van het waterbergingspakket van een blauw dak, en de energieopbrengst in kWh per jaar van een geel dak. De oppervlaktes en investeringskosten per vierkante meter komen terug bij elke dak-kleur.

Bij het invoeren van het ontwerp beschouwen we elke dak-kleur, maar ook elk dak-vlak apart. Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van een multifunctioneel dak dat bestaat uit zonnepanelen en een waterberging. Het dak heeft dus een gele functie en een blauwe functie. Er algemene kosten gemaakt voor het aanpassen van het dak en de dakconstructie, zoals bijvoorbeeld het verwijderen van grind, aanpassen van stijpunten, kosten voor verticaal transport of het verleggen van installaties. Daarnaast zijn er ook overige kosten, zoals bijvoorbeeld de kosten voor projectmanagement, aanloopkosten en de kosten voor jaarlijks beheer en onderhoud. Deze worden apart ingevoerd. Let erop dat er geen dubbele kosten worden opgevoerd in de investeringskosten van een dak-kleur en de algemene constructiekosten.



Voor grotere gebouwen kan het zo zijn dat het dak uit verschillende delen bestaat, en dat er verschillende blauwe of ander kleurige daken zijn opgenomen. De overige kosten en kosten dakconstructie worden juist bij elkaar opgeteld ingevoerd. Om die reden zijn er in de invoer-tab meerdere vlakken van dezelfde kleur opgenomen. Onderstaande figuur geeft een voorbeeld.



Om te kunnen rekenen met verschillende energieopbrengsten per jaar is er een extra tabblad "Invoer energieopbrengsten gemaakt". In dit tabblad vult u voor elk afzonderlijk jaar de opbrengsten en energieprijzen in voor het desbetreffende vlak. U kunt er ook voor kiezen deze gelijk te houden voor alle jaren. Daarnaast is het vaak zo dat er algemene constructiekosten gemaakt worden. Ook deze kosten kunnen apart ingevoerd worden onder het tabblad "Constructie". De reed ingevulde posten onder constructie (sloop, stijpunten, etc.) en overige kosten (aanloopkosten, projectmanagement, etc.) zijn indicatief. De namen kunnen aangepast worden zodat deze passen bij de kostenstructuur die u gebruikt. Gebruik altijd de extra tabbladen "Invoer Constructie" en "Invoer overige kosten" om alle kosten en namen in te voeren. Alles wat u in deze twee tabs invoert, verandert automatisch mee in het "Invoer algemeen" overzicht. Ook voor de jaarlijkse en periodieke kosten voor beheer en onderhoud is een extra tab aangemaakt; "Invoer beheer en onderhoud".

Achter elk vlak staat een vierkantje dat kan worden aan en uit gevinkt, bijvoorbeeld: Vlak F

Vink aan om het ingevoerde vlak mee te laten tellen in het totaal van kosten en baten. Door vlakken aan of uit te vinken kunt u spelen met de samenstelling van het dak.

In het vlak "dekking" kunt u eventuele subsidies invoeren. Deze worden afgetrokken van de investeringskosten om tot netto investeringskosten te komen.

In hetzelfde vlak vindt u ook het referentie alternatief (ook wel nulalternatief genoemd). Voor het referentiealternatief vult u de kosten voor beheer en onderhoud in die ook worden gemaakt in het geval dat er géén multifunctioneel dak wordt aangelegd. Dit doet u in het tabblad "Invoer beheer en onderhoud". Met het invullen van het referentiealternatief worden de kosten die in elk geval gemaakt worden - multifunctioneel dak of niet – verrekend, en krijgt u dus inzicht in de meerkosten van een multifunctioneel dak.

Het is ook mogelijk geen referentiealternatief in te vullen, in dat geval komen alle investeringskosten en kosten voor beheer en onderhoud terug in de resultaten.



In het vlak financiële parameters vult u de discountvoet in die gehanteerd wordt in de MKBA. Deze staat standaard op 3.0%. De volgende regel laat u de inflatie aanpassen, standaard op 5,0%. Deze wordt gehanteerd in de financiële businesscase. De vervangingstermijn van het dak vult u op de volgende regel in. Op deze termijn wordt het complete multifunctionele dak vervangen, en alle investeringskosten behalve de constructiekosten opnieuw gemaakt. Alle investeringskosten van de ingevoerde gekleurde dakvlakken vallen daaronder en de ingevoerde overige kosten bij vervanging, zoals ingevoerd in de tab "overige kosten". Op de laatste regel past u de analyseperiode van de financiële businesscase en MKBA aan, variërend van 10 tot 40 jaar.

In het paars aangegeven vlak vindt u het totaaloverzicht van de kosten, met daarin:

- De investeringskosten van het multifunctioneel dak exclusief subsidies (ook wel de "bruto investeringskosten)
- De investeringskosten van het multifunctioneel dak inclusief subsidies (ook wel de "netto investeringskosten). Met deze kosten wordt gerekend in de financiële businesscase.
- De investeringskosten als meerkosten ten opzichte van het referentiealternatief, exclusief subsidies. Met deze kosten wordt gerekend in de maatschappelijke kosten batenanalyse.
- Jaarlijks beheer en onderhoud
- Kosten bij vervanging (exclusief subsidies), deze wordt gebruikt in de financiële businesscase.
- Meerkosten bij vervanging (excl. subsidies). Met deze kosten wordt gerekend in de maatschappelijke kosten batenanalyse.

De maatschappelijke effecten worden deels bepaald aan de hand van de door u ingevoerde parameters van de dak-kleuren. Daarnaast zijn er kwalitatieve baten, deze worden ook bepaald door de "Invoer ter bepaling van de effecten in de MKBA". We lichten de vragen een voor een toe:

- De invoer van de totale oppervlakte van het dak spreekt voor zich. Aan de hand van dit getal wordt aangegeven hoeveel procent van het regenwater tijdens een extreme bui van 50mm in één uur wordt vastgehouden door de blauwe dak onderdelen.
- De volgende twee vragen (toegankelijkheid van het dak en gelegenheid tot ontmoeting) hebben betrekking op de sociale maatschappelijke baten. Wanneer een project leidt tot extra gelegenheden voor ontmoeting (op maaiveld of op het dak) leidt dit tot versterking van de sociale cohesie.
- Cultuurhistorie wordt versterkt wanneer er historische watersystemen aanwezig zijn en deze door het project zichtbaar gemaakt kunnen worden. Het effect wordt kwalitatief gewaardeerd.
- Wanneer een ingreep op het dak zichtbaar gemaakt wordt (door uitzicht op het dak of door maatregelen op maaiveld) hebben bewoners de mogelijkheid hier met elkaar over te praten en/of van te leren. Dit vergroot het bewustzijn van de klimaatopgave.
- Wanneer het gebouw enkel sociale huurwoningen bezit, is leegstand niet van toepassing. In dit geval kan kwalitatief beschreven worden wat de effecten zijn op het aantal reacties op de door de verhuurder aangeboden sociale huurwoningen. Wanneer het aantal reacties op aangeboden sociale huurwoningen in het gebouw stijgt, wordt aangenomen dat het imago en vestigingsklimaat van het gebouw verbeterd zijn.
- Er wordt uitgegaan van 10% stijging vastgoedwaarde door een groen dak. Deze aanname is gebaseerd op literatuur waarin een spreiding van 1-21% vastgoedwaarde stijging door groen te zien is. In het rekeninstrument kan geschoven worden binnen deze bandbreedte. De default waarde is 10%. Vervolgens is dit vermenigvuldigd met het aantal huishoudens in het gebouw met uitzicht op het dak om te komen tot een vastgoedwaarde stijging in euro's per jaar.
- In de MKBA wordt waterretentie gewaardeerd op basis van de vermeden kosten voor alternatieve retentievoorzieningen (berging op maaiveld of ondergronds). Dit wordt ook wel de schaduwprijs genoemd. In deze MKBA is als schaduwkosten voor waterretentie € 500 per m³ aangehouden.



4.3 Lezen van de resultaten

Het tabblad *Resultaten* laat de kosten, baten en het saldo zien van de financiële businesscase en van de MKBA, beginnend met de resultaten van de financiële businesscase.

De financiële businesscase laat zien wat het saldo van de financiële kosten en baten is. De energieopbrengst van het gele dakvlak en de exploitatie van het rode dak zijn de enige baten die in de financiële businesscase meegenomen worden. De resultaten zijn kwantitatief uitgedrukt. In het bovenste vlak staan drie grafieken. De linker grafiek geeft de verdisconteerde netto investeringskosten (dus inclusief subsidies en dekking vanuit het referentiealternatief), baten en saldo weer over de analyseperiode. De middelste grafiek laat de totale omvang van de investeringskosten zien, en het deel dat wordt gedekt door subsidies. De rechter grafiek laat de verdisconteerde beheer- en onderhoudskosten en baten uit zonnestroom zien over de analyseperiode.

In het volgende vlak zijn de resultaten van de maatschappelijke kosten-batenanalyse opgenomen. De eerste grafiek laat een overzicht zien van de verdisconteerde kwantitatieve maatschappelijke lasten en baten, en het resulterende saldo voor de analyseperiode. De middelste grafiek laat de opbouw van de kwantitatieve maatschappelijke baten zien. Het stoplichtmodel aan de rechterkant geeft aan welke kwalitatieve baten uit het project volgen. De belangrijkste kwalitatieve baten worden op het laatste deel van de pagina verder toegelicht.

4.4 Waardering van de effecten in het rekeninstrument

Alle effecten die beschreven zijn in paragraaf 3.2 worden getoond op het tabblad Resultaten. Sommige effecten zijn kwalitatief beoordeeld op basis van de beantwoording van een aantal vragen onderaan het tabblad Invoer. Andere effecten zijn berekend en gewaardeerd in het rekeninstrument. Deze berekeningen zijn uitgevoerd in verschillende achterliggende tabbladen in het rekeninstrument. De Netto Contante Waarde (NCW) van de volgende effectmodules is berekend: imago en vestigingsklimaat, waterretentie, klimaat, luchtkwaliteit, vermeden zorgkosten (gezondheidseffect), minder arbeidsverlies (gezondheidseffect), biodiversiteit en energieopbrengsten. De achterliggende berekeningen van ieder van deze modules wordt hieronder nader beschreven.

Vastgoedwaarde (imago en vestigingsklimaat)

Er is aangenomen dat uitzicht op groen leidt tot een vastgoedwaarde stijging van 10% (spreiding in de literatuur tussen 1,4% en 20%). Dit is vervolgens vermenigvuldigd met de huidige huurprijs (of vastgoedwaarde) om de absolute stijging van de vastgoedwaarde te berekenen. Vervolgens is dit vermenigvuldigd met het aantal huishoudens in het gebouw met uitzicht op het dak om te komen tot een vastgoedwaarde stijging in euro's per jaar.

Leegstand (imago en vestigingsklimaat)

In het geval van private verhuur in een gebouw kan er sprake zijn van leegstand. Met de betreffende gebouweigenaar wordt de gemiddelde leegstand en de hiermee gedeerde huurinkomsten besproken. Vervolgens wordt een aanname gedaan in de afname leegstand door aanleg van het multifunctionele dak. De verminderde leegstand wordt dan uitgedrukt in euro's per jaar.

Waterretentie

Voor waterretentie is een schaduwprijs in stedelijk gebied aangenomen. De default schaduwprijs staat op €500 per m³. Deze schaduwprijs wordt vermenigvuldigd met het aantal m³ waterberging dat door het dak gerealiseerd wordt om te komen tot de eenmalige baat waterretentie die onmiddellijk optreedt bij aanleg van het project.

Luchtkwaliteit en klimaat

De volgende emissiefactoren en milieuprijzen (Handboek Milieuprijzen; CE Delft 2017) zijn gebruikt:



Vermeden uitstoot	Kg/kWh
CO2	0,69
NOX	0,00071
SO2	0,00039
VOS	0,00056
Fijn stof	0,00003

Milieuprijzen	Euro per kg
CO2	0,048
NOX	35
SO2	24,4
VOS	2,29
Fijn stof	43,5

Vervolgens is het aantal kWh dat opgewekt wordt op het dak vermenigvuldigd met de kengetallen voor de vermeden uitstoot en met de milieuprijzen om te komen tot de jaarlijkse CO2 winst en jaarlijkse reductie in NOx, SO2, VOS en fijn stof in euro's.

Vermeden zorgkosten en vermeden arbeidsverlies (gezondheidseffect)

De volgende kengetallen zijn gebruikt (bron: TEEB-stad), zie onderstaande tabel.

Kengetallen	Aantal	Eenheid
Minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen 1 km	0,835	patiënten
Zorgkosten	€ 868	euro per patiënt
Voorkomen arbeidsverlies	€ 6.341,00	per patiënt

Er is aangenomen dat bij multifunctionele daken niet met een straal van 1 km, maar met een straal van 200 m gerekend moet worden. Hierbij is het kengetal voor de straal van 1 km door vijf gedeeld ($0,835/5=0,167$ minder patiënten bij 1% meer groen binnen 200 meter). Daarnaast is aangenomen dat er 1% meer groen is na aanleg van een groen dak. Het gemiddeld aantal personen per huishouden is geschat op twee.

De vermeden zorgkosten zijn berekend door de zorgkosten per patiënt te vermenigvuldigen met het aantal minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen 200 meter.

De baten door minder arbeidsverlies zijn berekend door de kosten van vermeden arbeidsverlies per patiënt eveneens te vermenigvuldigen met het aantal minder patiënten per 1000 inwoners bij 1% meer groen binnen 200 meter.



Biodiversiteit

De effecten van biodiversiteit zijn berekend door gebruik te maken van het kengetal van de niet-gebruikswaarde van biodiversiteit van (Witteveen+Bos, 2011): 10 euro per persoon met uitzicht op een groen dak per jaar. De biodiversiteitsbaat per jaar is vervolgens berekend door dit kengetal te vermenigvuldigen met het aantal personen dat uitzicht heeft op het groene dak.

Energieopbrengsten

De energieopbrengsten zijn berekend door het aantal kWh per jaar dat geproduceerd wordt op het dak te vermenigvuldigen met de verkoopprijs per kWh. Door verschillende verkoopprijzen te hanteren kunnen er verschillende alternatieven met elkaar vergeleken worden.

4.5 Gevoeligheidsanalyse

Als gevoeligheidsanalyse kunnen de volgende wijzigingen doorgevoerd worden in het tabblad *Invoer algemeen*:

- Alternatieve discountvoet;
- Alternatieve waarde voor inflatie (financiële businesscase);
- Alternatieve vervangingstermijn van het dak;
- Alternatieve analyseperiode.

Het tabblad *Resultaten* laat dan de vernieuwde resultaten zien.



5 CONCLUSIE EN REFLECTIE

5.1 Reflectie op de resultaten

Het ontwikkelde rekeninstrument voor de financiële businesscase en MKBA van multifunctionele daken is toegepast voor vijf praktijk casussen. De mate waarin het rekeninstrument kon worden getest, was verschillend per casus. Het ontwerp en de configuratie van alle vijf multifunctionele daken waren bij afronding van dit project nog in meer of mindere mate in ontwikkeling. De invoer was om die reden slechts voor één case (Vestia) volledig, maar nog niet definitief. Voor de andere vier cases was de invoer nog globaal en/of onvolledig, met name op de onderdelen “beheer en onderhoud”, “opbrengst zonnestroom” en de specificatie van het referentiealternatief. Waar mogelijk zijn door Arcadis aannames gedaan, gebaseerd op kentallen om de betreffende casus en de resultaten van de businesscase en MKBA compleet te maken.

Ten aanzien van de kosten en baten zijn de volgende observaties gedaan:

- Er zijn twee financiële baten geïdentificeerd: energieopbrengsten en exploitatie rood dak (bijvoorbeeld de exploitatie van een dakterras). Alhoewel de laatstgenoemde baat wel is opgenomen in de rekentool, is deze in geen van de casussen toegepast.
- Er zijn negentien maatschappelijke baten onderzocht en opgenomen in de tool. De baten zijn geïdentificeerd en gewaardeerd in nauwe samenwerking met de casushouders. Tien van deze maatschappelijke baten zijn gewaardeerd in kwantitatieve resp. monetaire termen, de overige negen zijn kwalitatief beschreven.

De resultaten laten het volgende beeld zien:

- Het maatschappelijk saldo van het multifunctioneel dak voor gebouw de Peperklip van Vestia is positief. Dit is (nog) niet het geval voor de overige casussen. Hierbij moet wel de kanttekening gemaakt worden dat een deel van de maatschappelijke baten alleen kwalitatief is gewaardeerd, en daarom dus geen onderdeel zijn van het gemonetariseerde saldo.
- Bij alle vijf de praktijk casussen is er (nog) geen sluitende financiële businesscase van het multifunctioneel dak. Dit betekent dat de financiële baten voor de eigenaar/exploitant niet opwegen tegen de kosten van het multifunctionele dak, zoals dat nu is samengesteld. Met behulp van de rekentool kunnen optimalisaties en/of een andere configuratie vlot worden doorgerekend.
- Het referentiealternatief (de kosten voor een ‘standaard’ dak vervanging) is voor geen van de casussen compleet ingevuld. Het invoeren van een referentiealternatief zal het financieel saldo positief beïnvloeden. De kosten van het multifunctioneel dak worden dan als meerkosten beschouwd ten opzichte van het beheer, onderhoud, en de periodieke vervanging van een standaard dak. Desondanks zal met deze aanvulling het saldo van de financiële businesscase waarschijnlijk voor geen van de casussen positief uitkomen.
- Energieopwekking genereert financiële baten, maar het aanleggen en onderhouden van een geel dak is een kostbare aangelegenheid. Het resulterende saldo van een geel dak is niet zondermeer positief.
- Rode daken, zoals de exploitatie van een dakterras annex ontmoetingsplek, kunnen ook financiële baten genereren, maar zijn in de vijf casussen niet aan de orde geweest.

5.2 Toepassing van het rekeninstrument elders

Het rekeninstrument is op een manier opgebouwd dat het generiek toepasbaar is. Bovendien kan het instrument gebruikt worden om combinaties te maken van verschillende dakvlakken, door middel van het ‘aan-’ en ‘uitvinken’ van dakvlakken. Zo kan het rekeninstrument ook gebruikt worden om verschillende ontwerpen met elkaar te vergelijken.

Het instrument is niet locatie of Rotterdam gebonden, maar kan het ook gebruikt worden voor toepassingen elders. Dit geldt ook landsgrensoverschrijdend. In het kader van het project LIFE@Urban Roofs is een mogelijke vervolgstap om het rekeninstrument toe te passen in ontwikkelingen in andere Europese steden. Voor toepassingen buiten Nederland is er een Engelse versie van het rekeninstrument beschikbaar.

Naast dat het instrument niet gebonden is aan een locatie, is het ook niet gebonden aan een specifieke fase in de ontwikkeling van een multifunctioneel dak. Wanneer er enkel een globaal plan voor de ontwikkeling van



een multifunctioneel dak aanwezig is kan er gebruik gemaakt worden van de kentallen die beschreven staan in het rekeninstrument. Wanneer er al een gedetailleerd plan is kan de beschikbare informatie uit bijvoorbeeld offertes en een concrete specificatie ook ingevuld worden in het rekeninstrument.



6 REFERENTIES

- 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*.



COLOFON

LIFE @ URBAN ROOFS

MKBA MULTIFUNCTIONELE DAKEN - ALGEMEEN

Deze LIFE MKBA-tool is ontwikkeld in opdracht van de gemeente Rotterdam. Zij is tot stand gekomen door een Europese subsidie binnen het LIFE-programma, en de intensieve medewerking van vijf gebouweigenaren onder leiding van de gemeente. De tool is ontworpen en geproduceerd door Arcadis en CE Delft.

KLANT

Gemeente Rotterdam, Stichting Arosa, De Heuvel, De Rotterdamsche Vastgoed Maatschappij, Vestia.
Contact gemeente Rotterdam: Infopunt Duurzaam (info.duurzaam@rotterdam.nl, telefoon: 010-4895489)

Gebouweigenaren pilotcases: Stichting Arosa, Gebouw de Heuvel, Gemeente Rotterdam, De Rotterdamsche Vastgoed Maatschappij, Vestia.

In samenwerking met de gemeente Vejle, Denemarken (Boris Schønfeldt).

AUTEUR

Jolijn Posma, Robert de Kort

ONZE REFERENTIE

079829550 B

DATUM

25 mei 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Jeroen Klooster
Senior Econoom

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com