

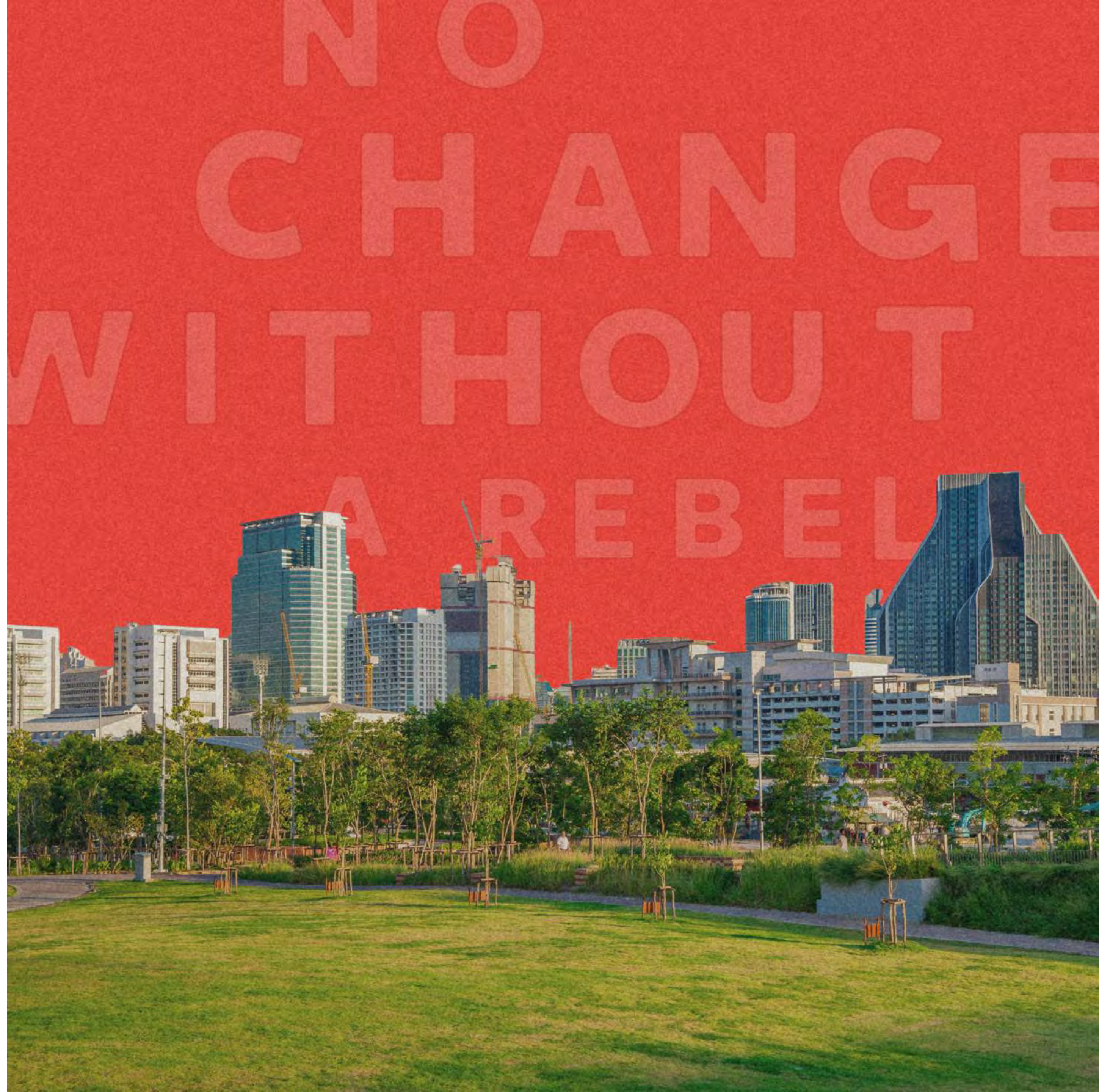
Financiële verkenning *Groen* *in en om de Stad*

Een groene en gezonde
leefomgeving voor iedereen

© Rebel 2024

Dit rapport is opgesteld in opdracht van
het Ministerie LNV, in samenwerking met
het Ministerie van BZK.

REBEL



Een groene en gezonde leefomgeving voor iedereen

Er is een urgentie om aan de slag te gaan met een groene bebouwde omgeving - Dit komt doordat hier bevolkingsgroei, biodiversiteitsverlies en klimaatadaptatie samenkomen. Investeren in groen geeft een impuls aan de leefomgeving, omdat het (1) bijdraagt aan een betere fysieke en mentale gezondheid, (2) helpt bij de bestrijding van sociaaleconomische gezondheidsverschillen, en (3) extra waarde heeft als het wordt ingericht als groene netwerken of groene schakels voor biodiversiteit en recreatie.

Het Rijk wil en moet investeren om de stedelijke omgeving groener te maken - De ministeries van LNV en BZK zetten hierop in via de programmatische aanpak Groen in en om de Stad (GIOS). Daarbij ligt de focus op meer biodiversiteit bij stedelijke ontwikkelingen. Daarnaast is er een nieuwe EU-verordening betreffende natuurherstel op komst, waarin is opgenomen dat er tegen 2030 geen nettoverlies van stedelijke groene ruimte en van stedelijke boomkroonbedekking is.

Het koppelen van groen aan de woningbouwopgave is kansrijk, maar de kosten en baten zijn nog niet volledig bekend – deze verkenning sluit aan op eerdere onderzoeken, en richt zich op de kosten en baten van drie - tot nu toe niet berekende - scenario's:

- Scenario 1 – *Compenseren* van 2.147 ha groen en 240.800 bomen die verloren gaan door de verstedelijkingsopgave tot en met 2030. De kosten zijn €6,32 miljard tegenover €4,61 miljard monetariseerbare baten;
- Scenario 2 – *Groengroeit mee met de groei* van de stad door 4.477 ha openbaar gebruiksgroen en ecosysteemgroen toe te voegen voor 900.000 woningen. De kosten zijn €12,91 miljard tegenover €8,91 monetariseerbare baten;

- Scenario 3 – *Groengroeit meer richting een gezonde en klimaatbestendige stad* door 23 miljoen bomen en ruim 48 miljoen m² pergola's te plaatsen om 40% van alle belangrijke routes in de stad van schaduw te voorzien. De opgave is vele malen groter dan de compensatieopgave.

Beheer en onderhoud in scenario 2 bedraagt €3,7 miljard NCW en is daarmee een belangrijke post – ook is er nog een post voor afschrijvingskosten van € 2,0 miljard NCW. Gezien de grootte van de posten wordt aangeraden niet alleen naar incidentele, maar ook naar structurele middelen te kijken.

De grootste monetariseerbare baten zijn gezondheid, klimaatmitigatie en vermeden waterschade – historische centra en wijken met een hoog klimaatrisico vragen extra investeringen t.o.v. andere wijktypen. Biodiversiteit en een aantal gezondheidsbaten zijn niet te monetariseren, maar hebben wel een groot effect.

De batenanalyse geeft een goed beeld, maar kent onzekerheden - de aannames die gedaan zijn in de berekeningen, kunnen van grote invloed zijn op de uitkomsten. Gevoelige aannames zijn de tijdshorizon, vastgoedwaarde, CO₂-prijs en waterschade.

GIOS kan meer financiële stromen aanboren als het gekoppeld wordt aan klimaatadaptatie – uit de batenanalyse en de verdeling over baathebbers komt naar voren dat (1) het logisch is om te kijken naar instrumenten voor financiering en bekostiging van Rijk naar gemeente, (2) het Rijk moet verkennen wat de mogelijkheid is tot financiering en bekostiging van CO₂ vastlegging, en (3) dat de opgave GIOS financiële stromen kan aanboren als het gekoppeld wordt aan klimaatadaptatie.

De GIOS opgave is ruimtelijk haalbaar en heeft een positieve maatschappelijke business case – het binnenstedelijk plaatsen van het groen is haalbaar door bestaande ruimte te 'ontharden'. Er is nog extra waarde te halen uit de kwalitatieve inrichting van het aan te leggen groen door rekening te houden met (1) sociaal-economische posities en financieel kwetsbare huishoudens bij de implementatie, (2) groen in te richten als groene netwerken of groene schakels.



Er is urgentie om aan de slag te gaan met een groene bebouwde omgeving

Aan de slag gaan met een groenere bebouwde omgeving wordt urgenter. Dit komt doordat hier belangrijke ontwikkelingen samenkomen:

- Ten eerste wijst onderzoek uit dat de Nederlandse bevolking groeit en blijft groeien. Hierdoor stijgt de vraag naar plekken om te wonen en te werken. De meeste bevolkingsgroei wordt verwacht in stedelijke gebieden. Deze groei gaat gepaard met ‘verstening’. Sinds 2000 scoort Nederland bovengemiddeld in de EU als het gaat om grootschalige toename van verstening (PBL, 2020). De verwachting is dat deze trend doorzet.
- Ten tweede gaat de biodiversiteit wereldwijd achteruit. Biodiversiteit is een belangrijk fundament van een gezonde en duurzame leefomgeving voor iedereen. Om biodiversiteitsverlies wereldwijd een halt toe te roepen, wordt ook gekeken naar de rol van stadsnatuur (PBL, 2023).
- Ten derde verandert het klimaat. Zomers worden heter en winters worden natter. De laatste KNMI scenario's geven aan dat de gevolgen groot zijn voor Nederland, ook in het meest optimistische scenario. Een stedelijke omgeving versterkt doorgaans de effecten van klimaatverandering. Als het gaat om de gevolgen van hitte, droogte en wateroverlast verergert de bebouwing het in goede banen leiden van warmte, waterafvoer en waterberging (RIVM).

Groen kan bijdragen aan oplossingen voor de opgaven rond leefbare steden (PBL, 2023), biodiversiteit en klimaatadaptatie. Helaas is er steeds minder groen beschikbaar voor de groeiende bevolking.

Investeren in groen geeft een impuls aan de leefomgeving

Een groene omgeving draagt bij aan de gezondheid van mensen (WUR), door onder andere:

- Reduceren van stress;
- Aanzetten tot sociaal contact;
- Bijdragen aan een optimale ontwikkeling van kinderen;
- Persoonlijke ontwikkeling;
- Stimuleren tot bewegen.

Ook het RIVM beaamt dat groen in de omgeving bijdraagt aan een betere fysieke en mentale gezondheid. Een groene omgeving nodigt uit om te bewegen en te ontspannen. Groen speelt daardoor een rol bij de vermindering van overgewicht, diabetes type 2, hart- en vaatziekten. Onderzoekers zien ook een gunstig effect tussen groen en hoe lang mensen leven, hoe zwaar baby's bij hun geboorte zijn, de werking van het immuunsysteem en een verbeterde nachtrust.

Op basis van onderzoeken weten we dat mensen met een lagere sociaal-economische positie relatief meer baat kunnen hebben bij groen dan mensen met een hogere sociaal-economische positie (Hunter et al., 2019). Tegelijk weten we dat mensen met een lagere sociaal-economische positie in Nederland beschikken over (kwalitatief en kwantitatief) minder groen in hun nabije omgeving (De Vries et al., 2020).

Onlangs adviseerde de SER het kabinet over bestrijding van sociaal-economische gezondheidsverschillen. Hierin geeft zij aan dat beleid zich moet richten op het wegnemen van maatschappelijke oorzaken van gezondheidsrisico's én op het verbeteren van de gezondheid van iedereen, met gerichte en extra aandacht voor mensen in een kwetsbare positie. Onderdeel hiervan is een wijkaanpak, waarin als uitwerking *'groene wijken met voldoende sport- en spelmogelijkheden' en een 'groene gezonde buitenruimte' wordt benoemd*.

Die extra aandacht voor mensen in een kwetsbare positie is inzichtelijk gemaakt door ABN AMRO. Zij heeft berekend dat er 900 klimaatkwetsbare wijken in Nederland zijn. In de studie wordt aangegeven dat financieel kwetsbare huishoudens door klimaatproblematiek, de schade/herstelkosten niet kunnen financieren en dan gedwongen zijn hun huis te verkopen.

Bovenstaande argumenten laten zien dat het investeren in groen in financieel en klimaatkwetsbare wijken, een impuls kan geven aan de leefomgeving en de portemonnee van de mensen die dit het meest nodig hebben.





Het effect van groen is afhankelijk van de *kwaliteit hiervan en ecologische en recreatieve verbindingen*

De impuls die groen geeft aan de leefomgeving is afhankelijk van de precieze invulling van het stedelijk groen. Hier ligt een mogelijkheid om via aaneengesloten groen, ecologische verbindingen te maken die belangrijk zijn voor de groenstructuur en biodiversiteitsstrategieën van steden en dorpen.

Met name grote steden geven aan ook ontsluiting als belangrijke doelstelling te zien. Dit zijn groene netwerken (bijv. de groene scheggen van Amsterdam) waardoor je vanuit de binnenstad via het groen naar het buitengebied kan.

Groen heeft extra waarde als het wordt ingericht als groene netwerken of groene schakels. Groene schakels¹ gaan bijvoorbeeld om de verbinding tussen:

- Voordeurgroen
- Buurtgroen
- Wijkgroen
- Raamwerkgroen
- Landschap

¹ Groen Groeit Mee

Het Rijk wil en moet investeren om de stedelijke omgeving groener te maken

Groen in en om de stad kent vele voordelen. Groen kan bijdragen aan oplossingen voor de opgaven rond leefbare steden (PBL, 2023), biodiversiteit en klimaatadaptatie. Helaas is er steeds minder groen beschikbaar voor de groeiende bevolking.

Het Rijk wil daarom de stedelijke omgeving groener, gezonder, meer biodivers en meer klimaatadaptief maken. De ministeries van LNV en BZK zetten hierop in via de programmatische aanpak Groen in en om de Stad (GIOS), waarbij de focus ligt op meer biodiversiteit in stedelijke ontwikkelingen. In de kamerbrief van 23 maart 2023 geeft het Rijk dan ook aan:

- richting te willen geven aan een grotere inzet op GIOS, en dat naast de handreiking GIOS (separate opdracht) ook;
- de financiële consequenties van een grotere inzet op groen in en om de stad in beeld te willen brengen, in afstemming met de financiële verkenning van de Nationale aanpak klimaatadaptatie gebouwde omgeving.

Naast deze nationale ontwikkelingen is er een nieuwe EU-verordening betreffende natuurherstel op komst, waarin ook doelen zijn opgenomen voor stedelijk groen. Hierin is opgenomen dat lidstaten in alle stedelijke ecosysteemgebieden geen nettoverlies van stedelijke groene ruimte en van stedelijke boomkroonbedekking mogen hebben.

Uit een analyse van Arcadis blijkt dat er voor deze EU-verordening nog geen beleidsmatige borging in Nederland is. Nederland kent wel vele programma's die bezig zijn met het thema groen in de stad, maar geen van deze programma's hanteert op nationaal niveau een norm, specifieke criteria of verplichting.





2022 – binnenstedelijk groen

- norm o.b.v. 3 referentiesteden
- € 20 miljard om alle buurten in NL naar het gemiddelde groenpercentage voor NL te krijgen
- € 80 miljard voor alle buurten in NL naar het gemiddelde + 1x standaarddeviatie
- exclusief privaat terrein



2023 – buitenstedelijk groen i.r.t. woningbouw

- norm: 350-500m2 natuur- en recreatieterrein per (nieuwe) woning
- incl. grote kunstwerken (ecoducten/ fietsducten)
- €23-€37 miljard en jaarlijks €316-529 miljoen extra beheer tot 2050

Het koppelen van groen aan de woningbouwopgave is kansrijk, *maar kosten en baten zijn niet volledig bekend*

Door de opgave om meer woningen te bouwen ontstaat de kans om een kwalitatieve impuls te geven aan onze leefomgeving door het toevoegen van groen. Voor een deel is hier al onderzoek naar gedaan. Zo berekende Flux en Bureau Buiten (2023) dat de opgave voor groen **om** de stad tussen de € 23 miljard en € 37 miljard gaat kosten. Hierbij is de groenopgave gekoppeld aan de woningbouwopgave, omdat met nieuwe woningen ook behoefte ontstaat aan nieuwe natuur en recreatieterreinen. Voor groen in de stad berekende Arcadis (2022) al eens, dat de landelijke opgave op basis van de groennorm van 3 referentiesteden, € 20 - € 80 miljard gaat kosten.

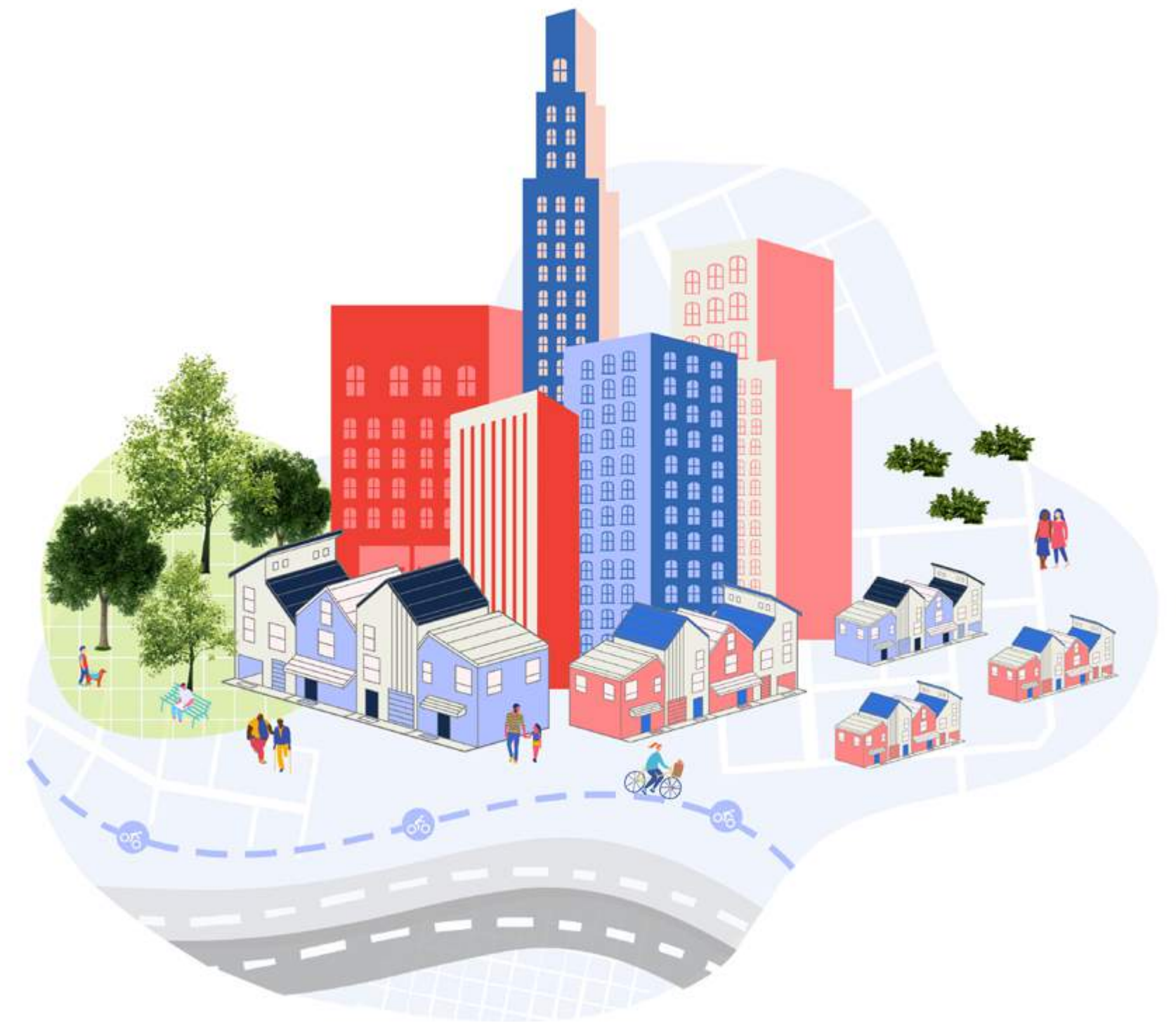
De scope van deze verkenning is om de opgave voor groen **in en om** de stad te koppelen aan de woningbouwopgave. Dit heeft meerdere redenen:

- In de eerdere verkenningen is niet gekeken naar de opgave van groen **in** de stad gerelateerd aan de woningbouwopgave (en daarmee de bredere verstedelijkingsopgave).
- De aankomende EU-verordening betreffende natuurherstel geeft aan dat er geen nettoverlies van stedelijk groen en boomkroonbedekking mag zijn tot 2030. Dit verlies is wel te verwachten doordat areaal met stedelijk groen gebruikt gaat worden voor de woningbouwopgave. Hier ligt vanuit de EU-verordening een compensatieopdracht.
- Deze compensatieopgave wordt gezien als het minimum (namelijk dezelfde hoeveelheid groen behouden). Zowel het Rijk als veel gemeenten willen de hoeveelheid stedelijke natuur/groen echter laten groeien. Zij willen dus meer doen dan het minimum en dit meteen in relatie tot de woningbouwopgave gaan realiseren.
- Alle onderzoeken richten zich tot nu toe op de kosten en niet op de baten van groen in en om de stad.

We verkennen voor 3 scenario's de kosten en baten *van groen in en om de stad*



Huidige situatie



Situatie indien woningen worden
toegevoegd en het weggenomen groen
niet wordt gecompenseerd

We verkennen voor 3 scenario's de kosten en baten *van groen in en om de stad*



Scenario 1 de compensatie

In dit scenario is sprake van een minimale verplichte inspanning die uit gaat van alleen kwantitatieve eisen. Het principe dat je alleen compenseert wat je weghaalt. Dit betekent feitelijk een achteruitgang van de hoeveelheid groen die er per woning beschikbaar is.



Scenario 2 - Groen groeit mee met de groei van de stad

In dit scenario wordt voortgebouwd op de compensatie en wordt het groen kwantitatief verder aangevuld tot een meer acceptabel aantal m² groen per extra woning. Hier wordt gewerkt met 2 varianten: groennorm van de Metropoolregio Amsterdam (MRA) en Metropoolregio Utrecht (MRU).



Scenario 3 - Groen groeit mee tot een gezonde en klimaatbestendige stad

In dit scenario gaan we niet meer uit van een inspanningsverplichting of een absolute norm maar van een kwalitatief doel: een gezonde stad. We rekenen hiervoor met de norm waarbij 40% van alle belangrijke routes in de stad van schaduw zijn voorzien.



We verkennen voor 3 scenario's de kosten en baten van groen in en om de stad

Deze verkenning geeft een overzicht van de totale kosten en baten van 3 scenario's voor groen in en om de stad.

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het onderzoek Calculaties GIOS Nationaal van Arcadis naar de kosten voor deze 3 scenario's. De uitkomsten van dat onderzoek worden hier beknopt samengevat en gebruikt. Samen met een batenanalyse wordt de totaalbalans opgemaakt.

Hierbij moet direct worden opgemerkt dat de gebruikte normen anders is dan die uit eerder onderzoek van Arcadis uit 2022. Houdt hier rekening mee bij het vergelijken van de resultaten uit deze verkenning met het onderzoek van Arcadis uit 2022.

Deze verkenning wordt uitgevoerd in samenhang met een voor het Rijk op te stellen Handreiking GIOS voor gemeenten en provincies waarbij ook aandacht is voor de kwaliteit van het groen naast kwantitatieve parameters. Zo wordt geborgd dat de berekende groene maatregelen passen bij de strategie uit deze Handreiking.

Daarnaast loopt er ook een juridische verkenning naar het invoeren van een groennorm op nationaal niveau. Het ontbreken van deze groennorm maakt echter dat deze verkenning nog geen beeld van de definitieve uitwerking kan geven. In de huidige maatregelpakketten is in de eenheidsprijzen uitgegaan van een oogwaardige kwaliteit groen. Dat geeft een goed beeld van de kosten/baten raming van stedelijk groen van hoge kwaliteit.

De compensatieopgave voor de nieuwbouw tot en met 2030 is 2.147 ha groen en 240.800 bomen

Om een beeld te krijgen van de compensatieopgave, heeft Arcadis berekend wat de ruimtevraag is van de woningbouwopgave tot en met 2030. Samengevat, is hier op basis van 4 woonmilieus een inschatting gemaakt van de woningen per hectare. Daarna zijn de 35 regionale woondeals gebruikt om een verdeling van de woonmilieus per gemeente te maken. De hoeveelheid woningen in elk woonmilieu geeft dan de benodigde ruimtevraag. In onderstaande tabel is deze verdeling weergegeven.

Op basis van de koers van het Rijk, de quickscan van de Woondeals 2023-2030 en expert judgement van Arcadis is een aanname gedaan van de verdeling inbreiding (binnenstedelijk) versus uitbreiding (buitenstedelijk). De uitkomst is dat 83% van de woningen binnenstedelijk gebouwd gaan worden en de bijbehorende ruimtevraag van die woningen is 75% van het totaal aantal hectares.

TABEL 1

WOONMILIEU	HECTARES		WONINGEN	
Hoogstedelijk	552	3%	63.865	7%
Stedelijk	5.885	33%	485.075	53%
Suburbaan	8.465	47%	318.607	35%
Dorpslandelijk	2.843	16%	42.643	5%
Totaal	17.745	100%	910.191	100%

TABEL 2

TOTALE INBREIDING EN UITBREIDING	INBREIDING		UITBREIDING	
Totaal hectare	13.964	75%	4.626	25%
Totaal woningen	751.404	83%	158.788	17%

De ruimtevraag is vervolgens voor inbreidingslocaties vertaald naar wijktypen. Eerst is gekeken naar het huidige percentage groen per wijktype. Daarmee is berekend hoeveel groenoppervlakte en boomkroonbedekking er op dit moment is voor de locaties waar nieuwbouwwijken gepland staan.

- Het huidige groenoppervlak waar nieuwe woningen worden gepland bedraagt totaal **7.711 ha**. Arcadis schat dat er in de planontwikkeling **5.564 ha** groen (nieuw of te handhaven) terugkomt. Uitgangspunt is dat deze gefinancierd wordt uit de GREX. Daarmee maken deze kosten geen onderdeel uit van de compensatieberekening. De totaal te compenseren groene oppervlakte is daarmee **2.147 ha** (7.711 – 5.564 ha).
- De huidige boomkroonbedekking (BKB) voor locaties waar nieuwbouwwijken gepland staat is **3.171 ha**. De inschatting is dat een deel (80%) van de bomen gehandhaafd kan blijven tijdens nieuwbouw. Omdat er de aanneme wordt gedaan dat elke afname in bomen door nieuwbouw vanuit de GREX wordt gecompenseerd, komt de totale BKB die terugkomt uit op **2.569 ha**. De compensatieopgave voor BK is daarom **602 ha** aan boomkroonvolume, wat omgerekend **240.800 bomen** betekent.



Deze groenopgave is te behalen *door te ‘ontharden’*

Om de vergroeningsopgave te behalen stelt Arcadis op basis van de rapportages “Klimaat adaptatie impact MRA” en “Kosten ambitieus groen in de stad beleid” een aantal relevante en kansrijke maatregelen voor, zie tabel 2.

Deze maatregelen zijn, op basis van de opgave in hectares, in verschillende samenstellingen voorgesteld voor verschillende wijktypen. Wijktypen zijn gecategoriseerd in historisch centrum, lage klimaatproblemen, gemiddelde klimaatproblemen, hoge klimaatproblemen en overig. Zo kan er in de historische binnenstad minder overbodige verharding verwijderd worden dan in andere wijken.

Uit de analyse van Arcadis blijkt dat de opgave voor scenario 1 en deels voor scenario 2 kan plaatsvinden door bestaande verharde oppervlaktes in de publieke ruimte te verwijderen of te vervangen door groen. De compensatieopgave op nationaal niveau is minder dan 2% van het totaal aan verhardingen binnen de bebouwde kom in Nederland. Dit betekent dat er geen ruimteclaim hoeft te komen op grond die ook andere functies en maatschappelijke opgaven kan dienen.



TABEL 3

MAATREGEL	SAMENSTELLING/TOELICHTING
Overbodige verharding verwijderen (bijv. trottoirs, pleinen en vervallen parkeerplaatsen)	- Gazon 10% - Gras/kruiden ecologisch 20% - Vaste planten 20% - Heesters 50%
Wegen versmallen naar 1-richting en vrijgekomen ruimte vergroenen	- Gazon 10% - Gras/kruiden ecologisch 20% - Vaste planten 20% - Heesters 50%
Vergroenen van parkeerplaatsen	Solidrain o.g.
Klimplanten en groene wanden	Klimplanten en systeemwanden
Bomen in bestaand groen	Stamomtrek maat 30-35 zonder verdere grondverbetering
Bomen in verharding	- Stamomtrek maat 20-25 15m3 ondergrondse groeiplaats gemiddeld te rekenen met bomenzand

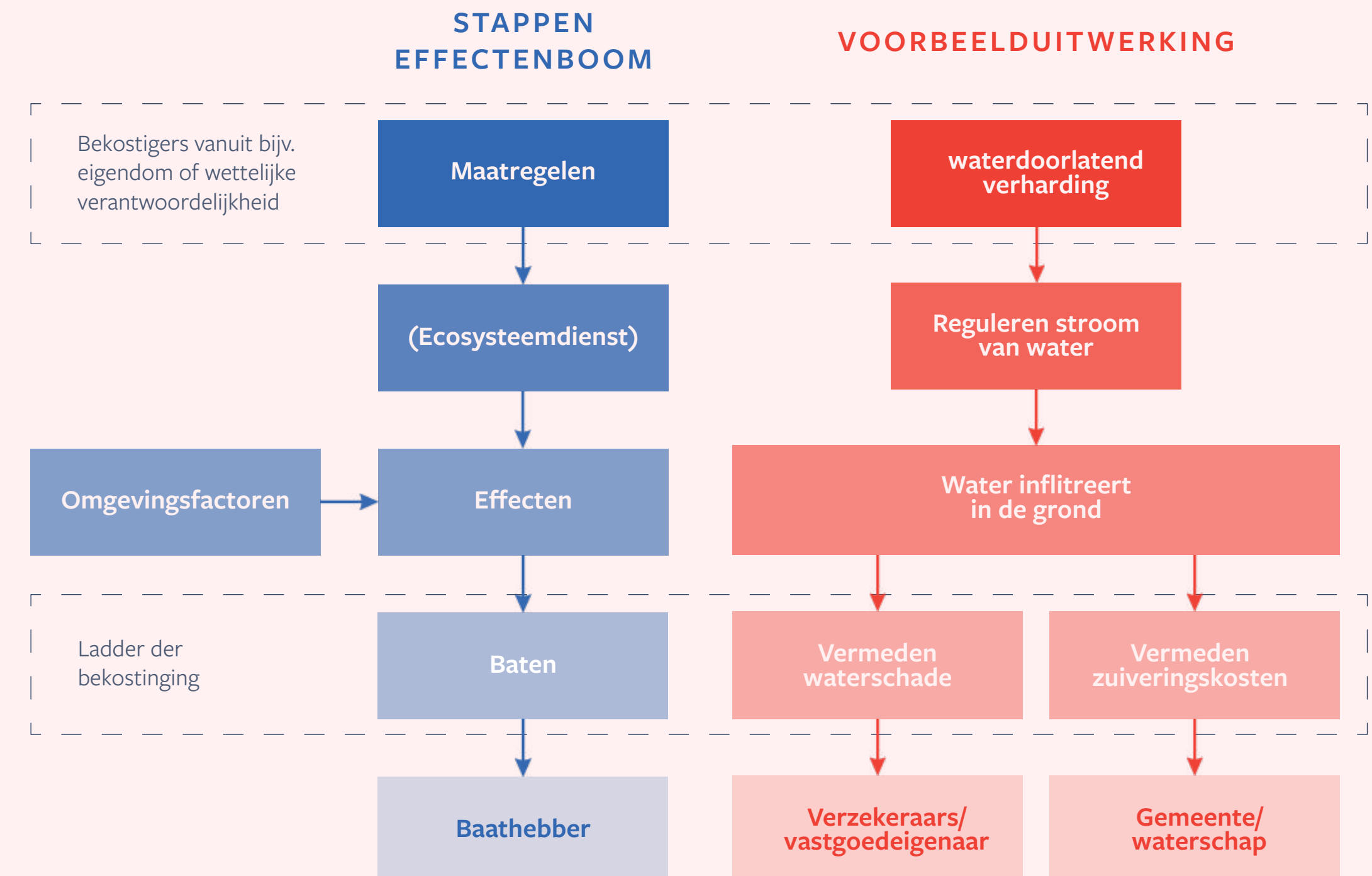
Groene maatregelen vertalen naar baten en het interpreteren daarvan

De maatregelpakketten zijn vertaald naar effecten, door middel van effectenbomen (zie schematisch weergegeven rechts). De omvang van de effecten verschilt per wijktype door omgevingsfactoren, zoals bestaande afwatering (rioleringscapaciteit), temperatuur of gemiddelde WOZ-waarde.

Effecten worden vervolgens vertaald naar baten en baathebbers. Deze aanpak sluit aan op de ladder der bekostiging (Rebel, 2019). De ladder is gebaseerd op het principe ‘wie profiteert, betaalt’ en wordt gebruikt als denkbij voor de bekostiging van projecten in de leefomgeving. Voor het berekenen van de kosten en baten hanteren we de volgende uitgangspunten:

- We zien GIOS als geïsoleerde opgave. Er wordt stedelijk groen aangelegd en dit heeft baten. Het nul-alternatief is dat dit stedelijk groen niet wordt aangelegd. Andere ontwikkelingen (zoals afname groen elders) laten we buiten beschouwing.
- De maatregelen zoals door Arcadis voorgesteld worden getroffen in jaar 0. Er is, ter simplificering, geen rekening gehouden met de implementatietijd over meerdere jaren.
- Jaarlijks beheer en onderhoud en jaarlijkse baten lopen 50 jaar door en hiervoor wordt gerekend met een standaard discontovoet van 2,25%.
- Prijspeil is 2023.

Het is goed om te benoemen dat deze financiële verkenning is gedaan in de context van onzekerheid. Steeds meer baten zijn bekend, maar niet alle effecten zijn even duidelijk en niet alle effecten zijn even groot. Het betreft een batenanalyse en geen zuivere MKBA volgens de richtlijnen die daarvoor gelden.



De kosten voor compensatie zijn €6,32 miljard tegenover €4,61 miljard monetariseerbare baten

De investeringsopgave voor de groencompensatie gekoppeld aan de woningbouwopgave tot en met 2030 komt neer op € 6,32 miljard. Dit is verdeeld in kosten voor aanleg, beheer en onderhoud en afschrijving. De kosten voor aanleg zijn berekend in jaar 0 en zijn €3,58 miljard. Kosten voor beheer en onderhoud zijn berekend voor de komende 50 jaar en zijn €1,85 miljard euro. Afschrijving is €0,89 miljard.

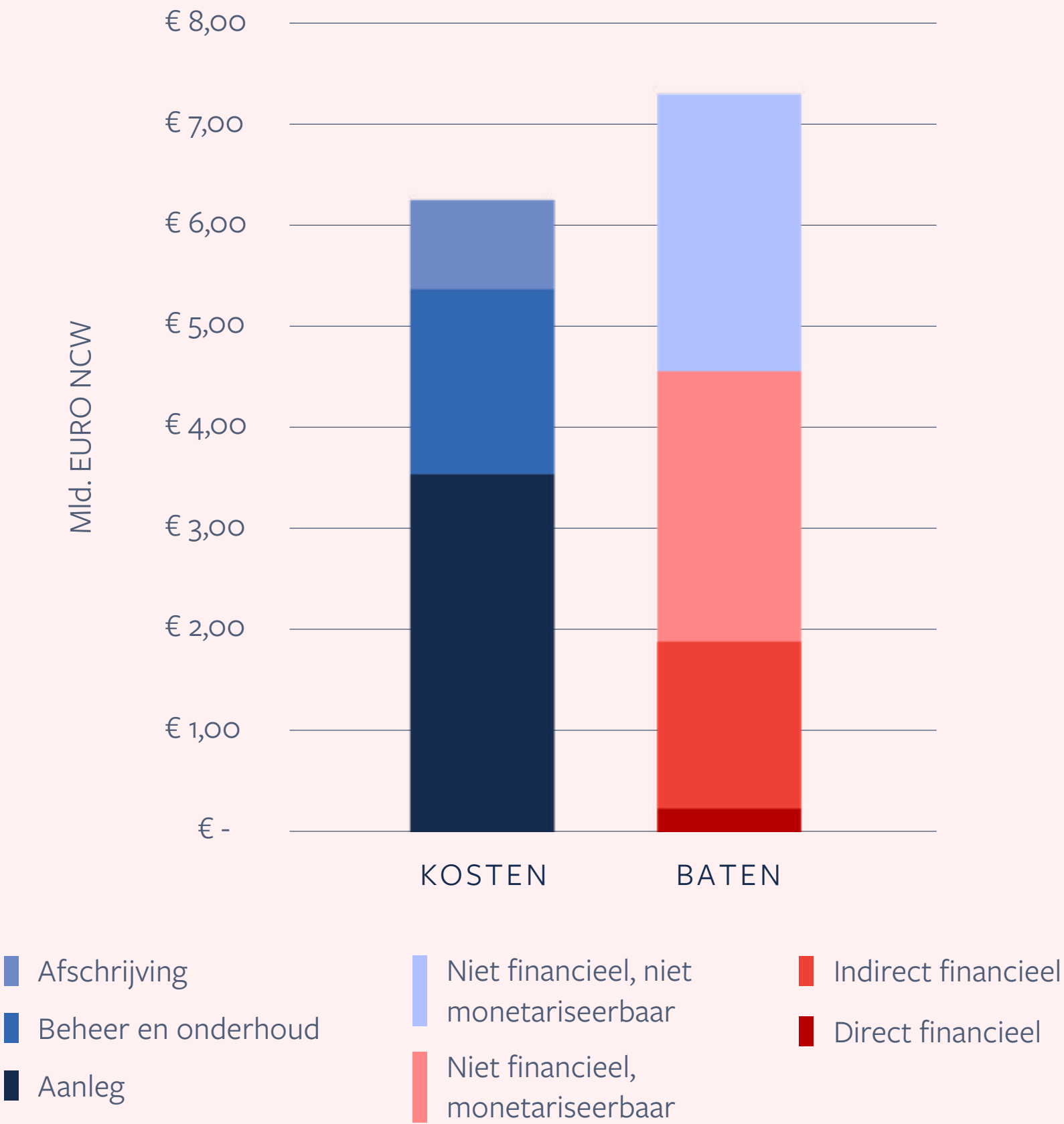
De uitkomsten van de batenanalyse laten zien dat de totale monetariseerbare baten €4,61 miljard bedragen. Deze baten zijn gesplitst in eenmalige baten (voorkomen waterschade) en jaarlijkse baten (betere luchtkwaliteit). Net zoals beheer en onderhoud lopen de jaarlijkse baten 50 jaar door. Dit maakt de kosten en baten vergelijkbaar in tijd.

De ladder die uit deze batenanalyse komt, laat zien dat de financiële baten (direct en indirect) samen optellen tot zo’n € 1,91 miljard. Dit impliceert dat de opgave geen positieve directe financiële businesscase is. Maar er worden meer baten gegenereerd. Daarvan is een deel te monetariseren (o.a. klimaatmitigatie en hittesterfte) en een deel niet (o.a. biodiversiteit en sociale cohesie). De monetariseerbare, niet-financiële baten bedragen € 2,70 miljard. Niet-monetariseerbare baten zijn wel opgenomen in de grafiek, maar kunnen hierbij niet opgeteld worden.

Gezien eerdere onderzoeken, zoals Natuur in en om de stad (PBL, 2023), ligt het wel in de lijn der verwachting dat de baten de kosten overstijgen. Dit impliceert dat de investeringen in aanleg en beheer en onderhoud maatschappelijk gezien een goede businesscase zijn, maar zegt nog niet iets over bekostiging of financiering.

De totale kostentabel is terug te vinden in bijlage A.

FIGUUR 1
Scenario 1 - de compensatie
Maatschappelijke businesscase GIOS voor de compensatieopgave



De kosten voor groen groeit mee met de groei van de stad zijn €12,91 miljard tegenover €8,91 miljard monetariseerbare baten

Zoals eerder aangegeven hebben gemeenten en het Rijk een hogere ambitie voor het investeren in groen dan louter het compenseren van groen dat verdwijnt.

Dit betreft de situatie waarin het groen meegroeit met de stad. Het uitgangspunt is dat bij elke nieuwe woning de hoeveelheid groen, water en boomkroonbedekking ook groter wordt. We hebben ervoor gekozen de volgende normen te gebruiken:

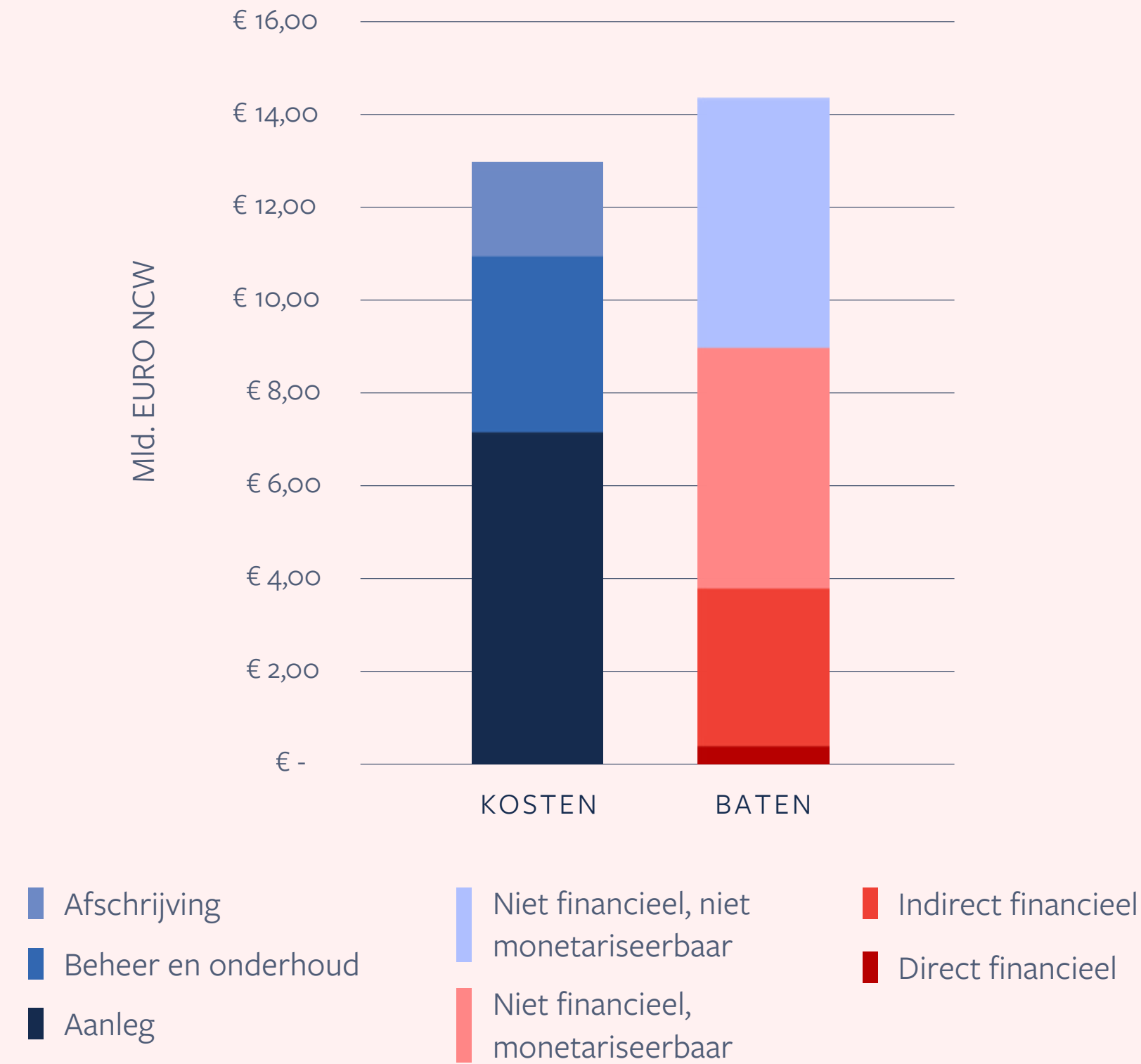
- Variant 1 - gebaseerd op de Amsterdamse norm: voor elke woning extra in binnenstad, stadswijk of buitenwijk respectievelijk 8 + 8 m2, 16 + 6 m2 of 24 + 4 m2 openbaar gebruiksgroen en ecosysteemgroen erbij. Arcadis heeft berekent dat deze opgave **2.330 ha** bovenop de compensatie is.

- Variant 2 - gebaseerd op de Utrechtse norm: minimaal 75m2 groen per nieuwbouwwoning realiseren waarbij voor inbreiding geldt dat voor bestaande woningen in de inbreidingswijk het bestaand aantal m2 groen per woning gehandhaafd blijft (dit wordt dus niet aangevuld tot 75m2). Arcadis heeft berekent dat deze opgave **2.480 ha** bovenop de compensatie is.

Omdat de opgaven dicht bij elkaar liggen en de samenstelling van de maatregelpakketten gelijk blijft, hebben we alleen voor variant 1 de (kosten en) baten berekend.

Belangrijk om te benoemen is dat we in beide varianten spreken over een **binnenstedelijke opgave**. De buitenstedelijke groenopgave betreft €23 tot €37 miljard zoals geraamd door Flux en Bureau Buiten (2023). Van de buitenstedelijke groenopgave zijn de baten niet in beeld gebracht.

FIGUUR 2
Scenario 2 - Groen groeit mee met de groei van de stad





De opgave groen groeit mee tot een gezonde en klimaatbestendige stad is vele malen groter dan de compensatieopgave

Het scenario Groen groeit mee tot een gezonde en klimaatbestendige stad gaat vooral om groen ook kwalitatief te beschouwen en te koppelen aan de meerdere doelen van vergroenen. Denk hierbij aan klimaatadaptatie, gezondheid, biodiversiteit en leefbaarheid. Het is vooralsnog lastig te bepalen welke set aan criteria gehaald moet worden om hieraan te voldoen. Voorbeeld voor input zijn de Maatlat Klimaatadaptatie en Basiskwaliteit Natuur.

In dit geval is ervoor gekozen om vanuit de Maatlat Klimaatadaptatie de eis voor 40% schaduw op belangrijke loop- en fietsroutes, drinkwaterstroken op het heetste moment van de dag te nemen, omdat dit een zeer dure en complexe maatregel is die vooral bestaat uit het planten van zeer veel bomen.

Dit geeft richting aan de omvang van de kosten van dit scenario. Uitkomst van de berekening van Arcadis is dat er voor deze eis ruim **23 miljoen bomen en ruim 48 miljoen m2 pergola's nodig zijn**. Dit is qua aantal bomen een factor 100 hoger dan de compensatieopgave die eerder is berekend.

Dit geeft aan dat de groenopgave vanuit klimaatadaptatie ooggpunt vele malen groter is dan zowel het compensatiescenario als het groen groeit mee met de groei van de stad scenario.

Voor batenanalyse van de Maatlat Klimaatadaptatie verwijzen we naar de financiële verkenning hierover die gelijktijdig plaatsvindt als deze verkenning.



Beheeren onderhoud bedraagt €3,7 miljard NCW

en is daarmee een belangrijke post

In de financiële verkenning gaan we hierna uit van scenario 2 – groen groeit mee met de groei van de stad.

Allereerst valt op dat er een significant bedrag van beheer en onderhoud bij deze opgave hoort. De beheer- en onderhoudskosten zijn voor de komende 50 jaar en worden verdisconteerd naar netto contante waarde met een discontovoet van 2,25%.

Beheer en onderhoud bedraagt **€3,7 miljard NCW** (waarvan **€1.8 miljard NCW** voor het compensatiescenario). Dit betreft 34% van de totale opgave. De figuur hiernaast geeft de opgave per categorie weer.

Er zijn drie kanttekeningen te plaatsen bij voorliggende verkenning:

- De tijdshorizon is op 50 jaar gezet. Dit betekent dat een deel van het groen tussentijds moet worden vervangen: **deze afschrijvingskosten bedragen ca. €2,0 miljard NCW.**
- De totale jaarlijkse kosten zijn €83,6 miljoen en staan uitgewerkt in bijlage A.
- In het compensatiescenario is het uitgangspunt dat bij buitenstedelijk bouwen de bijbehorende compensatie-opgave resulteert in extra beheer- en onderhoudskosten, omdat het veelal (voormalig) landbouwareaal betreft. Dit hoeft niet het geval te zijn als de gemeente in de huidige situatie ook al te maken heeft met beheer en onderhoud op het perceel. Daardoor kan het bedrag van €1.8 miljard mogelijk lager uitvallen.

Gezien de grootte van de posten wordt aangeraden om extra aandacht te hebben voor de meerkosten van beheer en onderhoud en afschrijving bij deze opgave.

FIGUUR 3

Extra beheer en onderhoud voor 50 jaar



De grootste monetariseerbare baten zijn gezondheid, klimaatmitigatie en vermeden waterschade

Wanneer we naar de monetariseerbare baten kijken, zien we de volgende trend in thema's:

- Gezondheidsbaten omvatten in totaal 35% van de monetariseerbare baten. Deze komen voort uit effecten van het groen op het dempen van geluid, verbeteren van de luchtkwaliteit en reduceren van hitte.
- Groen slaat CO2 op en draagt daarmee bij aan klimaatmitigatie. Dit bedraagt 23% van de totale monetariseerbare baten. Voor de berekening hiervan is een relatief hoge CO2-prijs gebruikt. Het heeft een grote impact op de totale baten wanneer deze CO2-prijs in de praktijk lager uitvalt. De tekst op bladzijde 19 legt uit welke CO2-prijs is gebruikt.
- Watergerelateerde baten, zoals vermeden kosten voor waterzuivering en vermeden waterschade, bedragen 21% van de monetariseerbare baten. (Vermeden waterschade kent echter een grote onzekerheid. Onder andere vanwege locale situaties die sterk kunnen verschillen.)
- Vastgoedwaardestijging bedraagt 14% van de monetariseerbare baten. Dit betreft alleen de extra waardering door het toevoegen van groen in de wijk.
- Groen zorgt voor een reductie van hittestress buiten. Dit heeft een positief effect op de arbeidsproductiviteit voor werkzaamheden die buiten worden uitgevoerd en bedraagt 3% van de totale monetariseerbare baten.

De totale baten per scenario en wijktypen staan in bijlage B. Een toelichting op de gebruikte methode staat in bijlage C.

TABEL 4

BAAT CATEGORIE	BEDRAG	PERCENTAGE
Klimaatmitigatie door CO2 opslag en besparen energie	€ 2.009.500.000	23%
Minder gezondheidskosten door betere akoestiek en minder geluidstransmissie	€ 1.953.600.000	22%
Vastgoedwaardestijging door toevoegen groen	€ 1.285.600.000	14%
Vermeden waterschade bij wateroverlast	€ 1.236.200.000	14%
Vermeden sterfgevallen bij hitte	€ 710.700.000	8%
Vermeden kosten door vergroten waterbergingscapaciteit	€ 597.800.000	7%
Minder gezondheidskosten door betere luchtkwaliteit	€ 465.800.000	5%
Besparing energieverbruik door hittedeductie voor binnenpersoneel	€ 396.800.000	4%
Verbeterde arbeidsproductiviteit door verminderde hittestress buiten	€ 252.100.000	3%
Totaal	€ 8.908.100.000	100%

Biodiversiteit en een aantal gezondheidsbaten zijn niet te monetariseren, maar hebben wel een groot effect

Een belangrijk deel van de baten kunnen we niet monetariseren. We verwachten echter dat deze niet-monetariseerbare baten zoals biodiversiteit (gezien het belang van de gezondheid van stedelijke ecosystemen) en een gezonde leefomgeving (in termen van meer bewegingen en mentale gezondheid) en sociale cohesie, de grootste baten zijn. De dekking van monetariseerbare baten van de opgave bedraagt 83%. Deze resterende 17% bestaat uit kwalitatieve en niet-monetariseerbare baten waarvan we verwachten (maar in deze financiële verkenning niet hard kunnen maken) dat ze de opgave zullen dekken. Dat heeft de volgende redenen:

- De **kwaliteit van de leefomgeving** krijgt een flinke impuls voor mensen, dieren en planten. Effecten van een groenere omgeving zoals meer biodiversiteit, meer geluk, minder stress, meer bewegen, meer sociale cohesie, meer comfort door minder hitte, zijn niet te monetariseren, maar voegen wel degelijk waarde toe.
- Daarnaast hebben we te maken met **beperkingen in het monetariseren**. Veel baten zijn om uiteenlopende redenen niet te monetariseren. Dat kan zijn omdat het wetenschappelijk onderzoek naar een bepaald effect ontbreekt; dat een causaal verband tussen groen en de baat ontbreekt (zoals een aantal gezondheidseffecten); of dat baten zeer lokaal zijn en we daarover op landelijke schaal (nog) geen uitspraken kunnen doen. Wetenschappelijk onderzoek naar de baten van groen is sterk in ontwikkeling. Hierover worden regelmatig nieuwe inzichten gepubliceerd waardoor meer baten monetariseerbaar worden. Daarom is de verwachting dat de totale baten op termijn eerder hoger dan lager zullen uitvallen.
- Omdat baten regelmatig onderwerp van discussie zijn, benaderen wij de batenberekening over het algemeen **conservatief**.

TABEL 5

BAAT	NIET/WEL MONETARISEERBAAR
Versterken biodiversiteit	Niet monetariseerbaar
Gezonde leefomgeving - meer beweging	Niet monetariseerbaar
Gezonde leefomgeving - sociale cohesie	Niet monetariseerbaar
Gezondheidsbaten - betere luchtkwaliteit	Wel monetariseerbaar
Gezondheidsbaten - minder sterfte door hitte	Wel monetariseerbaar
Vermeden kosten door extra waterberging	Wel monetariseerbaar
Vermeden waterschade door infiltratie en tijdelijke berging	Wel monetariseerbaar
Opslag van CO2	Wel monetariseerbaar



Historische centra en wijken met een hoog klimaatrisico vragen extra investeringen

TABEL 6

BAAT CATEGORIE	KOSTEN	MONETARISEER-BARE BATEN	RATIO
Historisch centrum	€ 1.823.700.000	€ 921.900.000	0,51
Lage klimaatproblemen	€ 1.131.500.000	€ 816.800.000	0,72
Gemiddelde klimaatproblemen	€ 3.448.000.000	€ 2.681.000.000	0,78
Hoge klimaat-problemen	€ 6.505.000.000	€ 4.488.400.000	0,69
Totaal	€ 12.908.200.000	€ 8.908.100.000	0,69

Een analyse van de categorieën laat zien dat de kosten/baten verhouding in totaal 0,69 is. De meeste categorieën zitten dicht bij dit gemiddelde, behalve het historisch centrum met een kosten-baten ratio van 0,51.

Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt doordat de prijs voor het nemen van groenmaatregelen in de historische centra, aanzienlijk hoger is dan voor andere categorieën. Ter illustratie: een boom in verharding plaatsen voor de categorie met lage klimaatproblematiek, is in de analyse van Arcadis € 5.000. Voor een historisch centrum is dit € 6.500.

Dit laat zien, dat de kosten-baten verhouding in de praktijk, per locatie, zeer kan verschillen.

TABEL 7

CATEGORIE	WIJKTYPE	M2 TOTALE WIJK	OPENBAAR GROEN	PRIVAAT GROEN	TOTAAL
Historisch centrum	Historische binnenstad	4007452	10%	6%	16%
	Bloemkoolwijk	10499281	26%	8%	34%
Lage klimaat-problemen	Hoogbouw	760061	16%	14%	29%
	Sub-urbane uitbreiding - VINEX	7026036	13%	9%	22%
	Vooroorlogse woonwijk	2672392	21%	17%	38%
Gemiddelde klimaat-problemen	Naoorlogse woonwijk	10923592	29%	10%	40%
	Tuinstad hoogbouw	1223946	37%	7%	44%
	Tuinstad laagbouw	5260815	21%	9%	30%
Hoge klimaat-problemen	Tuindorp	8102155	10%	19%	29%
	Vernieuwd	3674008	14%	8%	22%
	Volkswijk	816062	5%	20%	25%
Overig	Bedrijven	27641152	25%	7%	32%
	Geen typologie	4305889	25%	10%	35%
	Groen	13120544	39%	13%	52%
	Villa	10051102	23%	20%	43%

De tabel hierboven geeft de o-meting weer die Arcadis heeft gemaakt van het percentage stedelijk groen in verschillende wijktypen (bron: klimateffectatlas en BGT). Deze zijn geclusterd in categorieën waarop maatregelen worden voorgesteld. We zien dat wijken met grote klimaatproblemen gemiddeld ook een lager groenpercentage kennen.

De gemeente en vastgoedeigenaren zijn netto bekostigers

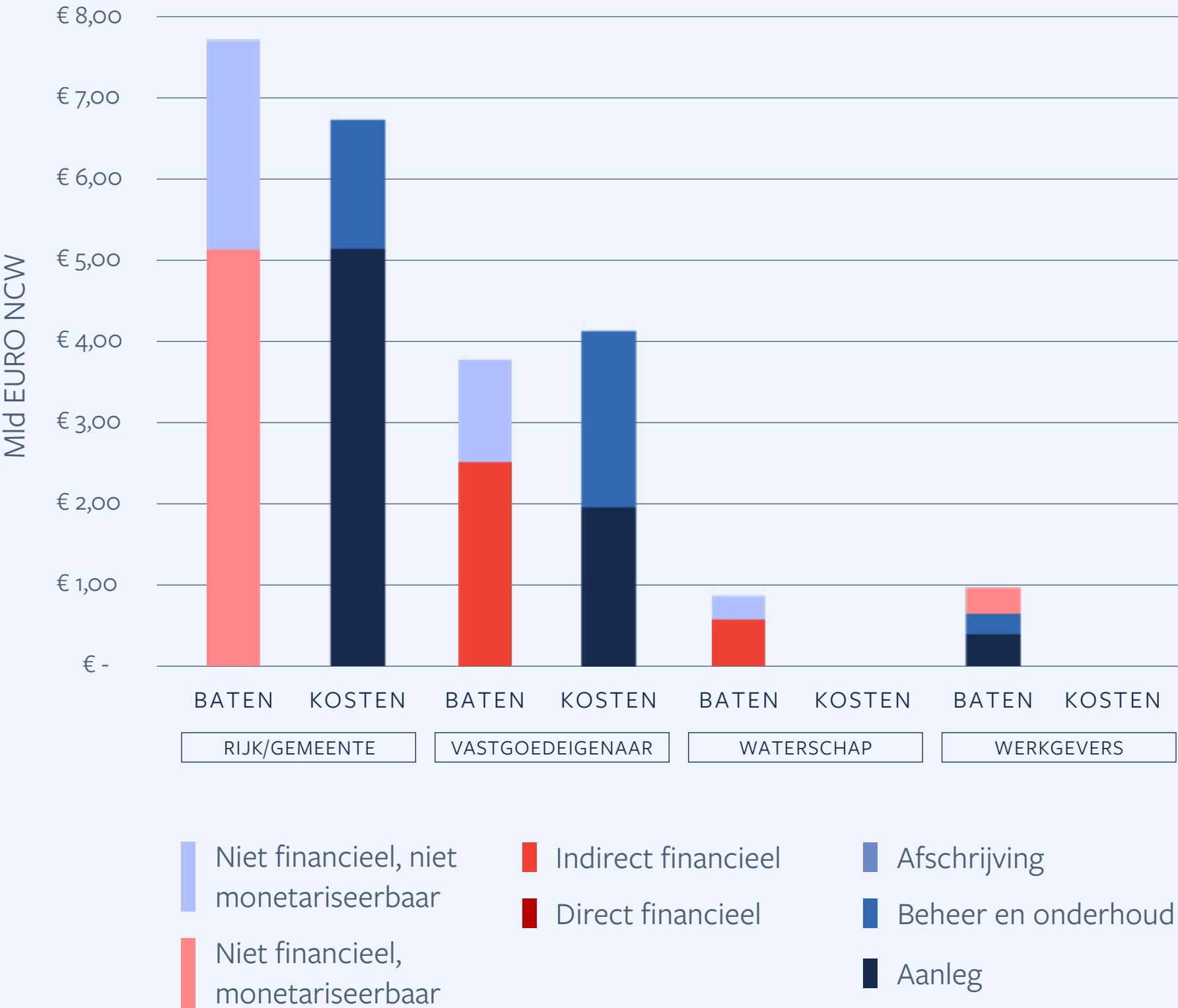
Een andere belangrijke invalshoek vanuit de Ladder der Bekostiging is de verdeling van kosten en baten over verschillende stakeholders.

In de berekeningen gaan we ervan uit dat de maatregelen voor ontharden, groene parkeerplaatsen en het aanleggen van bomen plaatsvindt in de openbare ruimte en daarmee wordt bekostigd door de gemeente. De maatregelen zoals sedumdak en groene gevels worden bekostigd door vastgoedeigenaren.

- Hieronder staat een korte samenvatting van de kosten-baten balans per stakeholder:
- Rijk/Gemeente: bekostigt het grootste deel van de maatregelen (62%). Daar staan veel publieke baten tegenover zoals klimaatmitigatie en gezondheid. Het kosten-baten saldo lijkt hier in balans.
- Vastgoedeigenaar: bekostigt een significant deel van de maatregelen (38%). Een vastgoedeigenaar kijkt vooral naar de directe financiële baten en niet naar indirecte financiële baten zoals vermeden waterschade. Daarmee komt de balans voor een vastgoedeigenaar niet positief uit. Dit verkleint de kans dat zij deze investeringen volledig gaan doen.
- Waterschappen: bekostigen nu gebruikelijk niet, maar hebben baat bij een grotere waterbergingscapaciteit.
- Werkgevers: bekostigen nu gebruikelijk niet, maar hebben baat bij een hogere arbeidsproductiviteit en lagere energielasten.

Deze verdeling van kosten en baten over de verschillende stakeholders geeft een globaal beeld van de verhoudingen van publieke en private belangen. Deze is enigszins arbitrair en kan per situatie verschillen, zoals ook de maatregelmix per situatie van verschillen. Het heeft als doel om 1) de baathebbers inzichtelijk te maken, 2) een uitgangspunt te bieden om kosten-baten verhoudingen te bespreken en 3) een afwegingen te maken m.b.t. in te zetten instrumenten die de balans herstellen.

FIGUUR 4
Verdeling over bekostigers en baathebbers



De batenanalyse geeft een goed beeld, *maar kent onzekerheden*

De berekende baten op de vorige pagina's geven een goed beeld van de te verwachten effecten van de maatregelen. Dergelijke analyses kennen echter onzekerheden. De aannames die gedaan zijn in de berekeningen, kunnen van grote invloed zijn op de uitkomsten. We lichten er vier toe:

Tijdshorizon. Voor groene batenanalyses is het gebruikelijk om een tijdshorizon te hanteren van 30 jaar. Op basis van de voorgestelde maatregelen is in deze analyse echter het uitgangspunt dat bomen minimaal 50 jaar meegaan. Daarom gebruiken we in deze analyse een tijdshorizon van 50 jaar. Hier staat tegenover dat er extra afschrijvingskosten ontstaan voor andere groene maatregelen die geen 50 jaar meegaan.

Vastgoedwaarde. Studies laten uiteenlopende percentages - ca. 0,2% (PBL, 2023) tot ca. 5-10% (Arcadis, Life @ Urban Roofs, 2018) - zien van de invloed van groen op de vastgoedwaarde. In dit onderzoek is gerekend met een conservatieve 0,02% waardeverhoging per 1% vergroening van het totale oppervlak (PBL, 2023). Het hanteren van een hoger percentage zou het kosten-batensaldo voor vastgoedeigenaren aanzienlijk verbeteren.

CO₂-prijs. CO₂ prijzen variëren van € 100-1.000 per ton. Over het algemeen is de aanname dat de ETS-prijs niet de werkelijke kosten van een ton CO₂ weergeeft (in termen van maatschappelijke schade). Deze batenanalyse maakt gebruik van CO₂ prijs van €875 per ton (prijspeil 2022) waarbij het niet-afwentelprincipe is gebruikt door het Duitse RIVM. Dit betekent dat de CO₂-prijs voor toekomstige generaties niet duurder wordt dan nu.

Waterschade. Er is steeds meer bekend over potentiële waterschade, maar de effecten zijn lokaal vaak heel verschillend. Onze waterschadeberekeningen zijn gedaan met de waterschadeschatter en gebaseerd op een steekproef op wijk- en bodemtype. De maatregelen voor groen groeit mee met de groei van de stad voorkomen een deel van de mogelijke waterschade, maar niet alles.

Kijk ook naar negatieve effecten van groen in en om de stad

Naast baten kent het toevoegen van groen in en om de stad ook negatieve effecten. Voorbeelden hiervan zijn de toename van teken, muggen, en allergenen. Veel is afhankelijk van de inrichting, maar het is goed aandacht te hebben voor deze effecten.

Daarnaast is de totale levenscyclus van groenmaatregelen ook van belang. Het produceren en aanplanten van groen heeft effect op het klimaat en milieu. Zo is bekend dat in kwekerijen gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt.



Zowel kosten als baten zijn te optimaliseren

Er zijn nog een aantal punten te bespreken m.b.t. het optimaliseren van kosten en baten. De optimalisaties kunnen van aanzienlijke invloed zijn op de uitkomst van de analyse. Tegelijkertijd behoren ze niet geheel tot de oorspronkelijk opdracht.

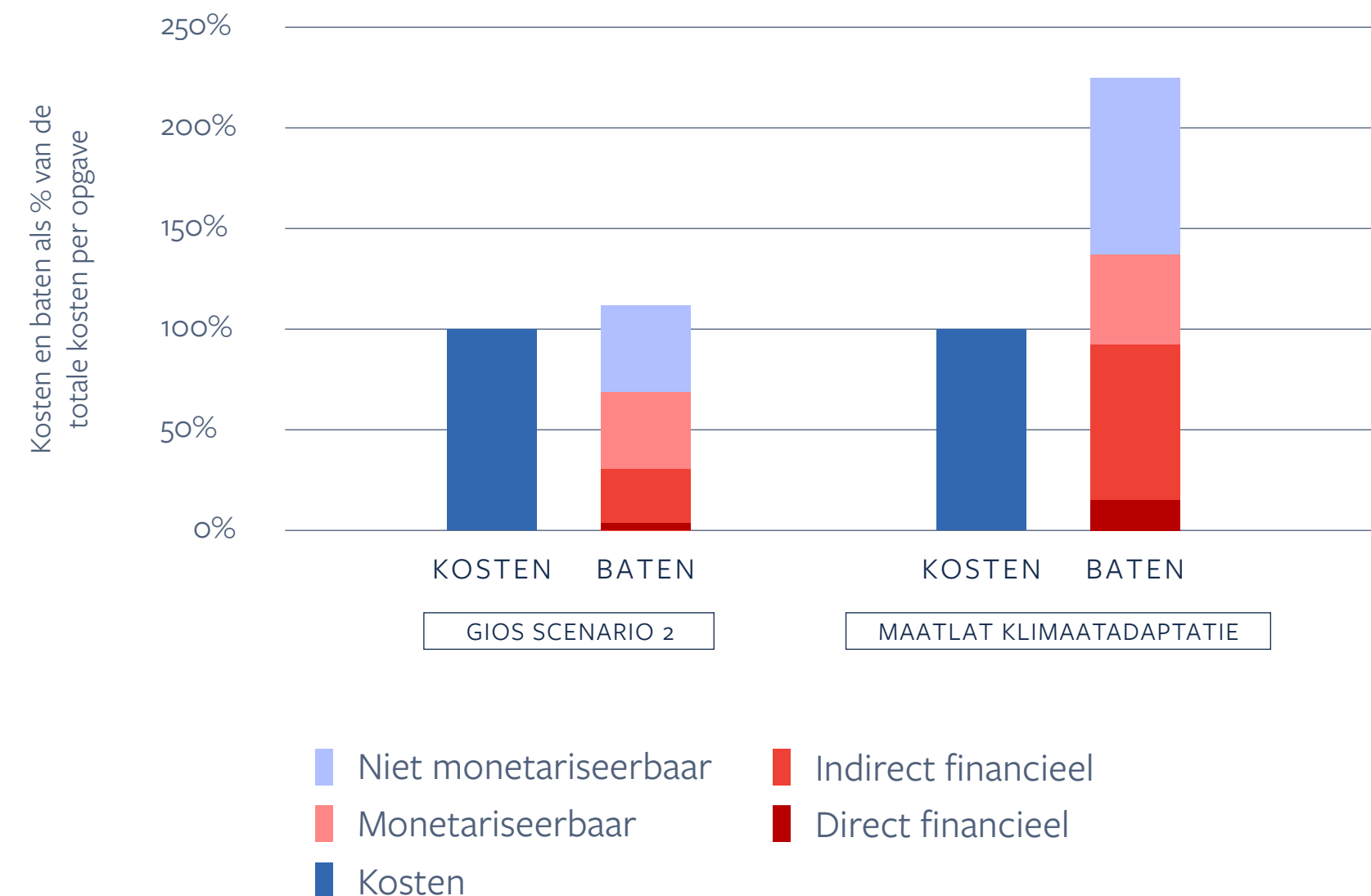
- De **onderhoudskosten** maken 34% uit van de totale investeringen. Dit is een aanzienlijk deel. Het verdient daarom nadere studie hoe deze kosten zich verhouden tot het huidige onderhoud en wat er met de kosten gebeurt op het moment dat er gecompenseerd wordt.
- In de berekeningen van de **aanlegkosten** voor het groen, is geen rekening gehouden met zgn. “natuurlijke” momenten zoals geplande werkzaamheden (vervanging riool) en groot onderhoud. Ook is er geen rekening gehouden met **vervangingstermijnen** van de huidige grijze infrastructuur. Dit kan aanzienlijke kostenbesparingen met zich meebrengen.

- **Groene maatregelen zijn overwegend goedkoper dan grijze** maatregelen zoals onze studie over klimaatadaptatie laat zien. Optimalisatie in maatregelpakketten is nog mogelijk. Gebouwgebonden maatregelen (groene gevel, sedumdak) zijn duurder en leveren minder kwalitatieve en kwantitatieve baten. De volgorde om een zo hoog mogelijk kosten-batensaldo te verkrijgen is dan om eerst grondgebonden groenmaatregelen te treffen (bomen, struiken, gras) en daarna pas gebouwgebonden.
- De **afschrijvingskosten** van het groen in deze opgave zijn aanzienlijk. Tegelijkertijd herstelt en reproduceert natuur zichzelf. Wellicht is er winst te behalen door op een andere manier naar het aanleggen van groen te kijken.
- Voor **optimalisatiekansen** verwijzen we naar het rapport dat we eerder maakten voor de MRA “Klimaatadaptatie in de bebouwde omgeving” d.d. 11/10/2023.
- Op lokale schaal is **optimalisatie van baten** mogelijk die we niet kunnen berekenen. Binnen het maatregelpakket kunnen we geen rekening houden met lokale en **zeer specifieke functies** die het groen kan hebben en lokaal tot baten leidt. Dit kan gaan om zeer uiteenlopende functies zoals groen dat bijdraagt aan sociale veiligheid, verkeersveiligheid, voedsel, buurttuinen die bijdragen aan ontspanning en sociale cohesie etc.. Als groen voor deze functies lokaal wordt ingezet, verhoogt dit lokaal de baten.



FIGUUR 5

Ladder der beskosting GIOS vs Klimaatadaptatie



GIOS kan meer financiële stromen aanboren als het gekoppeld wordt aan klimaatadaptatie

Op basis van de batenanalyse en verdeling van baten over baathebbers, komen we tot 3 aanbevelingen:

- **Instrumenten voor financiering en bekostiging van Rijk naar gemeente** – uit de batenanalyse komt naar voren dat de gemeente bekostiger is van 62% van de maatregelen, maar dat veel baten landen op nationale schaal, zoals gezondheid (baten overwegend landelijk, voor het Rijk). Instrumentarium om deze geldstromen te heralloceren zou daarbij passend zijn.
- **Verkennen wat de mogelijkheid is tot financiering van CO2 vastlegging** – tot op heden wordt bij financiering van CO2-vastlegging vanuit bedrijven en de EU vooral gekeken naar CO2-vastlegging in bossen. In scenario 3 gaat het om de aanleg van 23 miljoen bomen in stedelijk gebied. Gezien deze omvang loont het, om te bestuderen of hier met instrumenten geldstromen aan gekoppeld kunnen worden.
- **De opgave GIOS kan financiële stromen aanboren als het gekoppeld wordt aan klimaatadaptatie** – veel van de baten komen voort uit vermeden kosten voor klimaatadaptatie. Het ligt daarom voor de hand om de stakeholders met eventuele bijbehorende financiële middelen te verbinden aan deze opgave.

De GIOS opgave is ruimtelijk haalbaar en heeft een positieve maatschappelijke business case

Als algemene reflectie op de financiële verkenning kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Het binnenstedelijk plaatsen van het groen is in scenario 1 en 2 **haalbaar** door bestaande ruimte te 'ontharden' voor de verstedelijkingsopgave tot 2030 (900.000 woningen).

De **dekking** van scenario 2 bedraagt **69%** vanuit monetariseerbare baten. Het is zeer aannemelijk dat de dekking uiteindelijk positief uitvalt vanwege:

- de **kwaliteit van de leefomgeving** krijgt een flinke impuls voor mensen, dieren en planten.
- de baten waarvan we weten dat ze er zijn, maar die om verschillende redenen **niet gemonetariseerd** kunnen worden zoals de positieve effecten van een groenere omgeving op de biodiversiteit, geluk, stress, sociale cohesie, meer comfort door minder hitte etc.

Er is **extra waarde** te halen uit de kwalitatieve inrichting van het aan te leggen groen:

- Ondanks dat sociaal-economische posities en financieel kwetsbare huishoudens niet in de o-meting zijn meegenomen, raden we aan deze aspecten bij de implementatie mee te nemen. Hiermee worden immers potentieel de hoogste maatschappelijke baten gerealiseerd.
- Groen heeft extra waarde als het wordt ingericht als groene netwerken of groene schakels.
- Wanneer groen ook klimaatadaptatief wordt aangelegd zijn er meer financiële stromen aan te boren.



NO CHANGE WITHOUT A REBEL

*Wijnhaven 23
3011 WH Rotterdam
Nederland
+31 10 275 59 90*

*info@rebelgroup.com
www.rebelgroup.com*

Jonne Velthuis

+31 6 26 33 60 73
jonne.velthuis@rebelgroup.com

Mark Bode

+31 6 21 88 81 99
mark.bode@rebelgroup.com

Lianne van Ruijven

+31 6 158 715 54
lianne.vanruijven@rebelgroup.com

Jan Smelik

+31 6 25 12 83 10
jan.smelik@rebelgroup.com

Bijlage A

Aanlegkosten GIOS i.r.t. woningbouw t/m 2030*

	Scenario 2 – groen groeit mee met de groei van de stad (excl. compensatie)					Scenario 1 - de compensatie					
Maatregelen uit pakket	Historisch centrum	Klimaat hoog	Klimaat laag	Klimaat middel	Subtotaal	Historisch centrum	Klimaat hoog	Klimaat laag	Klimaat middel	Subtotaal	Scenario 2 Totaal
Investering Bomen in bestaand groen	€ -	€ 63.200.000	€ -	€ -	€ 63.200.000	€ 9.000.000	€ 63.200.000	€ 16.300.000	€ 43.300.000	€ 131.800.000	€ 195.000.000
Investering Bomen in verharding	€ -	€ 126.400.000	€ -	€ -	€ 126.400.000	€ 60.200.000	€ 126.400.000	€ 6.000.000	€ 36.100.000	€ 228.700.000	€ 355.100.000
Investering Sedumdak	€ 69.900.000	€ 317.700.000	€ 17.500.000	€ 104.800.000	€ 509.900.000	€ 73.400.000	€ 317.700.000	€ 16.000.000	€ 95.700.000	€ 502.800.000	€ 1.012.700.000
Investering Trottoirs versmallen c.q. overbodige verharding verwijderen	€ 29.100.000	€ 397.100.000	€ 145.600.000	€ 349.500.000	€ 921.300.000	€ 42.000.000	€ 397.100.000	€ 133.600.000	€ 319.100.000	€ 891.800.000	€ 1.813.100.000
Investering Vergroenen parkeerplaatsen	€ 69.900.000	€ 423.500.000	€ 93.200.000	€ 349.500.000	€ 936.100.000	€ 63.000.000	€ 423.500.000	€ 85.500.000	€ 319.100.000	€ 891.100.000	€ 1.827.200.000
Investering Verticaal groen, klimmers	€ 24.500.000	€ 37.100.000	€ 4.100.000	€ 24.500.000	€ 90.200.000	€ 22.000.000	€ 37.100.000	€ 3.700.000	€ 22.300.000	€ 85.100.000	€ 175.300.000
Investering Verticaal groen, systeemwanden	€ 86.400.000	€ 211.800.000	€ -	€ -	€ 398.200.000	€ 167.900.000	€ 211.800.000	€ -	€ -	€ 379.700.000	€ 777.900.000
Investering Wegen versmallen naar 1 richting	€ 17.500.000	€ 238.200.000	€ 69.900.000	€ 157.300.000	€ 482.900.000	€ 26.200.000	€ 238.200.000	€ 64.100.000	€ 143.600.000	€ 472.100.000	€ 955.000.000
Totaal	€ 397.300.000	€ 1.815.000.000	€ 330.300.000	€ 985.600.000	€ 3.528.200.000	€ 463.700.000	€ 1.815.000.000	€ 325.200.000	€ 979.200.000	€ 3.583.100.000	€ 7.111.300.000

*Kosten op basis van onderzoek Arcadis

Bijlage A

Beheer en afschrijvingskosten per jaar GIOS i.r.t. woningbouw t/m 2030*

	Maatregelen uit pakket	Beheer en onderhoud	Afschrijving	Totaal
Scenario 2 – groen groeit mee met de groei van de stad	Historisch centrum	€ 9.388.837	€ 3.960.551	€ 13.349.388
	Klimaat hoog	€ 23.355.605	€ 19.511.540	€ 42.867.145
	Klimaat laag	€ 3.395.590	€ 3.785.821	€ 7.181.411
	Klimaat middel	€ 10.938.111	€ 11.182.734	€ 22.120.845
	Totaal scenario 2 (excl. compensatie)	€ 47.078.143	€ 38.440.647	€ 85.518.790
Scenario 1 - de compensatie	Historisch centrum	€ 7.278.180	€ 3.070.200	€ 10.348.380
	Klimaat hoog	€ 18.105.150	€ 15.125.250	€ 33.230.400
	Klimaat laag	€ 2.632.245	€ 2.934.750	€ 5.566.995
	Klimaat middel	€ 8.479.170	€ 8.668.800	€ 17.147.970
	Totaal scenario 1	€ 36.494.745	€ 29.799.000	€ 66.293.745
Totaal	Totaal scenario 2	€ 83.572.888	€ 68.239.647	€ 151.812.535

*Kosten op basis van onderzoek Arcadis

Bijlage B

Totale (kwantitatieve) baten per scenario en wijktype

	Scenario 2 – groen groeit mee met de groei van de stad (excl. compensatie)					Scenario 1 - de compensatie					Scenario 2 totaal
Baten	Historisch centrum	Klimaat hoog	Klimaat laag	Klimaat middel	Subtotaal	Historisch centrum	Klimaat hoog	Klimaat laag	Klimaat middel	Subtotaal	
Vermeden schadekosten bij watertekort grondwater	€ 700.000	€ 5.200.000	€ 1.300.000	€ 3.800.000	€ 11.000.000	€ 600.000	€ 5.200.000	€ 1.200.000	€ 3.500.000	€ 10.500.000	€ 21.500.000
Besparing energieverbruik door hitteductie voor binnenpersoneel	€ 5.900.000	€ 120.700.000	€ 7.300.000	€ 21.200.000	€ 155.100.000	€ 23.400.000	€ 120.700.000	€ 24.300.000	€ 73.300.000	€ 241.700.000	€ 396.800.000
Klimaatmitigatie door opslag van koolstof	€ 64.900.000	€ 463.700.000	€ 72.300.000	€ 211.700.000	€ 812.600.000	€ 81.100.000	€ 463.700.000	€ 89.100.000	€ 261.400.000	€ 895.300.000	€ 1.707.900.000
Klimaatmitigatie door verminderen uitstoot CO2 door besparen energie (excl groendak)	€ 4.400.000	€ 91.500.000	€ 5.700.000	€ 16.100.000	€ 117.700.000	€ 17.700.000	€ 91.500.000	€ 18.900.000	€ 55.800.000	€ 183.900.000	€ 301.600.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van fijnstof PM10	€ 10.600.000	€ 54.700.000	€ 13.000.000	€ 37.600.000	€ 115.900.000	€ 9.800.000	€ 54.700.000	€ 12.200.000	€ 35.100.000	€ 111.800.000	€ 227.700.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van fijnstof PM2.5	€ 1.900.000	€ 9.300.000	€ 2.100.000	€ 6.300.000	€ 19.600.000	€ 1.800.000	€ 9.300.000	€ 2.000.000	€ 5.800.000	€ 18.900.000	€ 38.500.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van ozon	€ 4.200.000	€ 19.500.000	€ 4.300.000	€ 12.600.000	€ 40.600.000	€ 3.900.000	€ 19.500.000	€ 3.900.000	€ 11.600.000	€ 38.900.000	€ 79.500.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van stikstofdioxide	€ 6.700.000	€ 25.600.000	€ 4.900.000	€ 16.600.000	€ 53.800.000	€ 6.100.000	€ 25.600.000	€ 4.500.000	€ 15.300.000	€ 51.500.000	€ 105.300.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van zwaveldioxide	€ 800.000	€ 3.500.000	€ 700.000	€ 2.500.000	€ 7.500.000	€ 800.000	€ 3.500.000	€ 700.000	€ 2.300.000	€ 7.300.000	€ 14.800.000
Vastgoedwaardestijging door toevoegen groen	€ 140.200.000	€ 331.300.000	€ 38.200.000	€ 146.700.000	€ 656.400.000	€ 127.500.000	€ 331.300.000	€ 35.300.000	€ 135.100.000	€ 629.200.000	€ 1.285.600.000
Verbeterde akoestiek	€ 145.100.000	€ 476.900.000	€ 66.600.000	€ 262.300.000	€ 950.900.000	€ 132.000.000	€ 476.900.000	€ 61.600.000	€ 241.700.000	€ 912.200.000	€ 1.863.100.000
Verbeterde arbeidsproductiviteit door verminderde hittestress buiten	€ 3.700.000	€ 76.700.000	€ 4.600.000	€ 13.500.000	€ 98.500.000	€ 14.900.000	€ 76.700.000	€ 15.400.000	€ 46.600.000	€ 153.600.000	€ 252.100.000
Vermeden geluidstransmisie	€ 6.300.000	€ 28.700.000	€ 1.600.000	€ 9.500.000	€ 46.100.000	€ 5.700.000	€ 28.700.000	€ 1.400.000	€ 8.600.000	€ 44.400.000	€ 90.500.000
Vermeden sterfgevallen bij hitte	€ 10.500.000	€ 216.200.000	€ 13.100.000	€ 37.900.000	€ 277.700.000	€ 41.900.000	€ 216.200.000	€ 43.500.000	€ 31.400.000	€ 433.000.000	€ 710.700.000
Vermeden waterschade bij wateroverlast	€ 8.000.000	€ 180.500.000	€ 103.900.000	€ 345.400.000	€ 637.800.000	€ 7.200.000	€ 180.500.000	€ 95.300.000	€ 315.400.000	€ 598.400.000	€ 1.236.200.000
Vermeden zuiveringskosten door vergroten waterbergingscapaciteit	€ 17.700.000	€ 140.200.000	€ 35.400.000	€ 101.600.000	€ 294.900.000	€ 15.900.000	€ 140.200.000	€ 32.500.000	€ 92.800.000	€ 281.400.000	€ 576.300.000
Totaal	€ 431.600.000	€ 2.244.200.000	€ 375.000.000	€ 1.245.300.000	€ 4.296.100.000	€ 490.300.000	€ 2.244.200.000	€ 441.800.000	€ 1.435.700.000	€ 4.612.000.000	€ 8.908.100.000

Bijlage C - Toelichting methode

Baat	Kengetallen en aannames (prijspeil 1 jan 2024)	Berekening (per aantal maatregel)
Vermeden zuiveringskosten door vergroten waterbergingscapaciteit	- In Nederland valt 0.851 m neerslag per jaar (KNMI) - Het kost € 1,02 om één m3 water te zuiveren (STOWA) - Het waterbergende vermogen per maatregel. (TEEBstadtool)	Neerslag per jaar × (waterbergend vermogen groenmaatregelen – waterbergend vermogen grijs) × kosten voor waterzuivering van 1 m3 water (TEEB Stad).
Vermeden schadekosten bij watertekort grondwater	- In Nederland valt 0.851 m neerslag per jaar (KNMI) - Eén m3 grondwater kost € 0,038 (Provincie Brabant) - Het waterbergende vermogen per maatregel. (TEEBstadtool)	Neerslag per jaar × (waterbergend vermogen groenmaatregelen – waterbergend vermogen grijs) × kosten voor 1 m3 grondwater.
Vermeden waterschade bij wateroverlast	- Waterschade door plasvorming na een bui die eens in de 100 jaar valt (€/m3) (Klimaatschadeschatter) - Het waterbergende vermogen per maatregel (m3/m2) (TEEBstadtool) - Getroffen maatregelen (m2)	Waterschade door plasvorming x waterbergende vermogen maatregelen x getroffen maatregelen
Besparing energieverbruik door hitteductie voor binnenpersoneel	85% van alle werkenden werkt binnen (HEAT) - PET reductie (%) per maatregel (HvA) - Schaduw (m2) per maatregel (Arcadis) - Totale stroombehoefte per jaar per ha per graad is 2529 kwh (eigen berekening) - Isolatie-effect- 50% (TEEB Stad) - Prijs per Kwh is € 0,51 (CBS)	(PET Reductie x aantal maatregel x schaduw per maatregel x % totaal oppervlakte = PET reductie totaal gebied) x totale stroombehoefte per jaar per ha x isolatie-effect x prijs per kwh.
Verbeterde arbeidsproductiviteit door verminderde hittestress buiten	15% van alle werkenden werkt binnen (HEAT) - PET reductie (%) per maatregel (HvA) - Schaduw (m2) per maatregel (Arcadis) - Toename productiviteit op hete dagen bij 1 graad koeler (Kjellstrom et al., 2009) - Totale baat per ha per graad temperatuurreductie van €407,71 (eigen berekening)	PET Reductie x aantal maatregel x schaduw per maatregel x % totaal oppervlakte = PET reductie totaal gebied x totale baat per ha per graad

Baat	Kengetallen en aannames (prijspeil 1 jan 2024)	Berekening (per aantal maatregel)
Klimaatmitigatie door opslag van koolstof door groenmaatregelen	- CO2 vastlegging per maatregel per jaar (TEEB stad) - Assimilatie (kg/boom/jaar) (TEEB Stad – alleen voor bomen) - Maatschappelijke CO2 prijs (zonder afwenteling) van € 0,8870 per kilo CO2 (Duitse Umweltbundesamt)	CO2 vastlegging per maatregel x assimilatie x CO2 prijs
Minder gezondheidskosten door betere luchtkwaliteit (PM10-PM2.5-NO2-SO2-O3)	- Depositiesnelheid (TEEB Stad) - Lokale concentratie (RIVM) - Resuspentiefactor (TEEB Stad) - Milieuprijs kg stof (CE Delft)	Depositiesnelheid x resuspensiefactor x Omrekenfactor van cm/s * ug/m3 naar kg/m2/jaar x milieuprijs x lokale concentratie
Vermindering geluidstransmissie door groen dak en groene gevel	- Percentage woningen met geluidsoverlast (RIVM) - Aantal inwoner per woning is 2,14 (CBS) % inwoners dat overdag thuis is 0,25 (eigen aanname) - Vermindering dB per maatregel per woning (Manso et al., 2021) - Milieuprijs geluidsoverlast per dB is €75,82 (CE Delft)	Aantal woningen met groen dak of gevel x % woningen met overlast x aantal inwoners x % thuis x vermindering dB x milieuprijs geluidsoverlast
Verbeterde akoestiek	- Percentage personen met geluidsoverlast gedurende de dag (RIVM) - Aantal inwoners Nederland (CBS) - Vermindering dB per maatregel per woning (Manso et al., 2021) - Milieuprijs geluidsoverlast per dB is €75,82 (CE Delft)	Aantal woningen met groendak of gevel x % personen met geluidsoverlast x aantal inwoners Nederland x vermindering dB x milieuprijs geluidsoverlast
Minder sterfgevallen door hitte	- PET reductie (%) per maatregel (HvA) - Schaduw (m2) per maatregel (Arcadis) - Minder sterfgevallen per graad verkoeling per dag (bij daggemiddelde > 16) is 5,71 (WUR) - Aantal dagen > 16 graden etmaaltemperatuur per jaar is 98,33 (KNMI) - Aantal jaren eerder overlijden bij hitte is 10 (Klimaschadeschatter) - Waarde van een levensjaar is €52.529,61 (Hurley, 2005)	PET reductie totaal gebied = PET Reductie x aantal maatregel x schaduw per maatregel x % totaal oppervlakte PET reductie totaal gebied (°C) x minder sterfgevallen per graad verkoeling per dag x oppervlakte gebied t.o.v. Nederland x aantal dagen met etmaalgemiddelde > 16 graden x aantal verloren levensjaren per sterfgeval x waarde levensjaar
Waarestijging/ voorkomen waardevermindering woningen	- Gemiddeld WOZ waarde (CBS) % waarestijging is 0,02% (eigen inschatting obv meerdere onderzoeken)	Gemiddelde WOZ waarde x % waarestijging