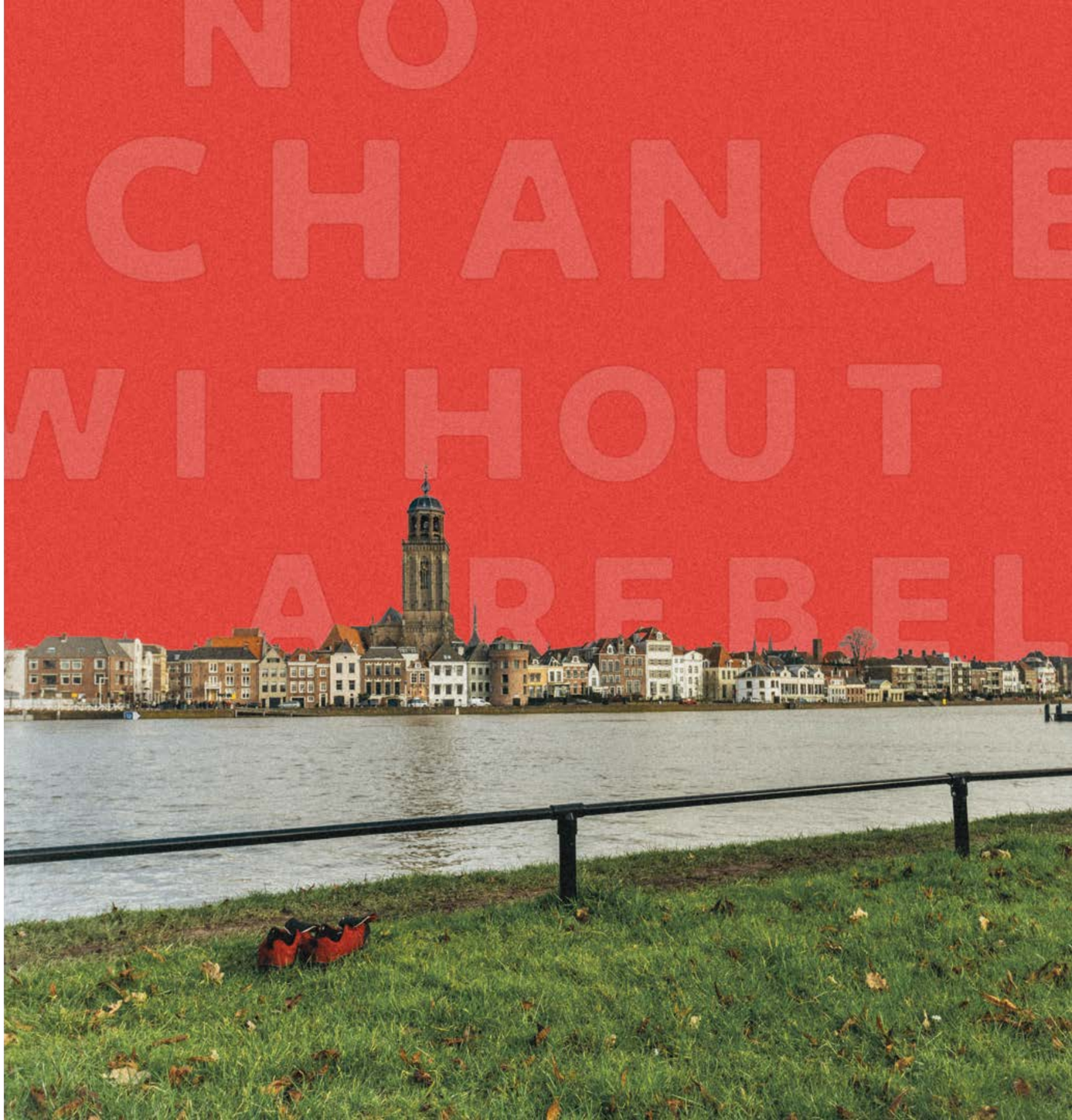
Financiële verkenning *maatlat klimaatadaptatie*

Droge voeten, koele plekken en gezonde steden

© Rebel 2024

Dit rapport is opgesteld in opdracht van ministeries van BZK en IenW

REBEL

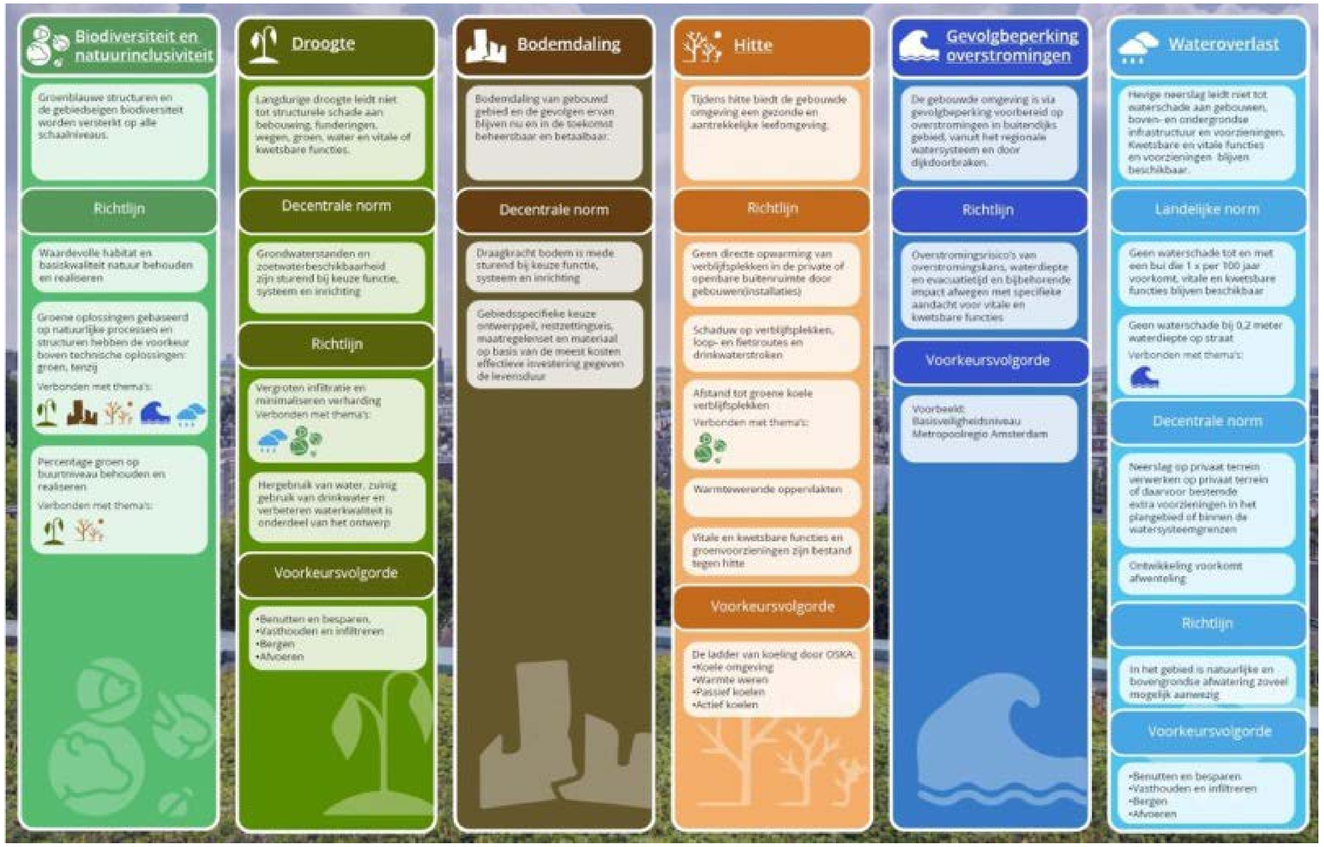


Op weg naar een *groen en klimaatadaptief Nederland*

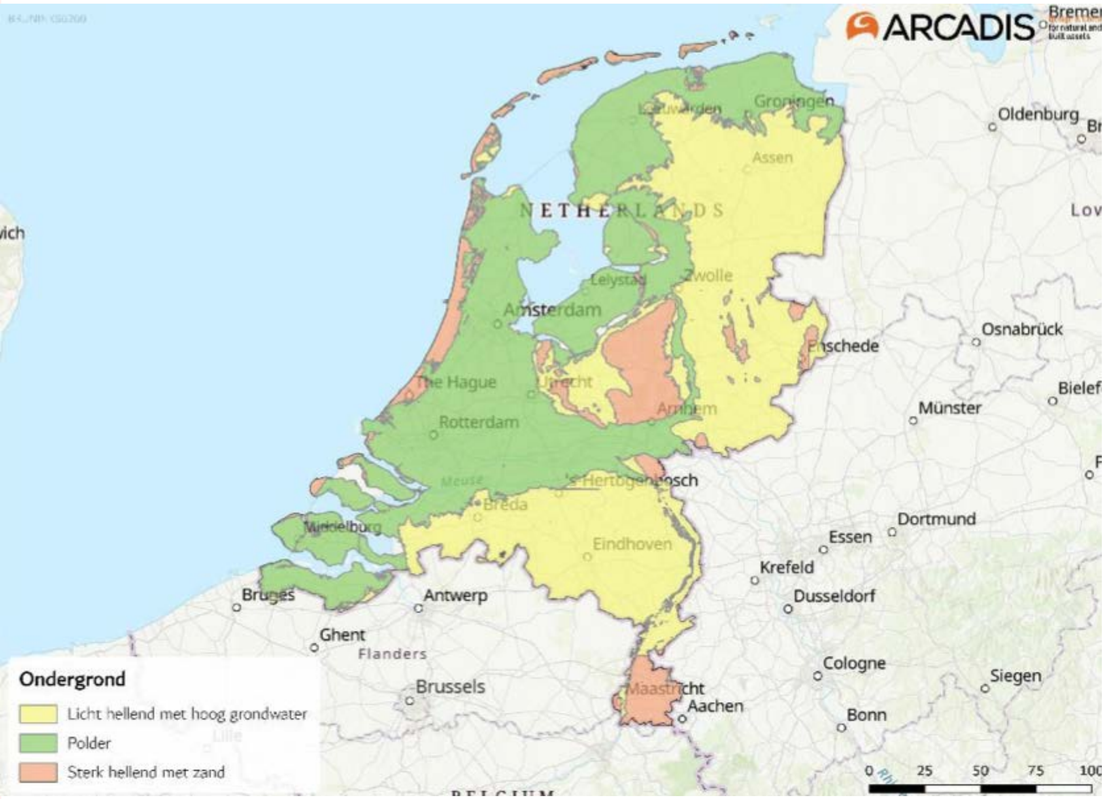
Nederland heeft een enorme opgave voor haar gebouwde omgeving. Het gaat hierbij niet alleen om woningbouw, maar ook om gebiedsontwikkeling: meerdere uitdagingen kunnen we integraal op gebiedsniveau oplossen, voor dat wat er komen gaat én voor dat wat er al staat. Daarbij kijken we niet alleen naar het hier en nu, maar ook naar de toekomst: hoe ontwerpen, ontwikkelen en bouwen we deze gebieden dusdanig, dat ze toekomstbestendig zijn?

Een toekomstbestendige gebouwde omgeving betekent rekening houden met klimaatverandering. Klimaatadaptatiemaatregelen hebben tevens vaak positieve neveneffecten op biodiversiteit en welzijn.

Over de definitie van klimaatadaptief bouwen is al veel bekend. Zo heeft de Rijksoverheid in maart 2023 een ‘Landelijke maatlat voor een groene klimaatbestendige gebouwde omgeving’ (hierna: Maatlat) opgeleverd. Deze Maatlat staat in de overzichtstabel rechts.



Maatlat groene klimaatadaptieve gebouwde omgeving



Verdeling van Nederland in drie bodemtypologieën (Financiële en ruimtelijke impact klimaatadaptatie Nederland, Arcadis 2024)

Het Rijk heeft behoefte aan inzicht in de *kosten en baten* van een klimaatadaptieve gebouwde omgeving

In 2023 is door Rebel en Arcadis verkend wat de kosten en baten zijn van het klimaatadaptief maken van de gebouwde omgeving binnen de Metropool Regio Amsterdam (hierna: MRA). De wens is ontstaan om deze verkenning op landelijk schaal uit te voeren.

Om de vertaling te maken naar heel Nederland, heeft Arcadis een onderverdeling gemaakt in drie bodemtype: licht hellend met hoog grondwater, polderlandschap en sterk hellend met zand. Hieraan ten grondslag liggen drie thema's:

- de **hoogte** beïnvloedt overstromingskans en afstroming van neerslag;
- het **afwateringssysteem** beïnvloedt verwerking van neerslag en
- de **ondergrond** beïnvloedt de mate van infiltratiecapaciteit.

Deze financiële verkenning naar de baten neemt het onderzoek van Arcadis als uitgangspunt. Dit betekent:

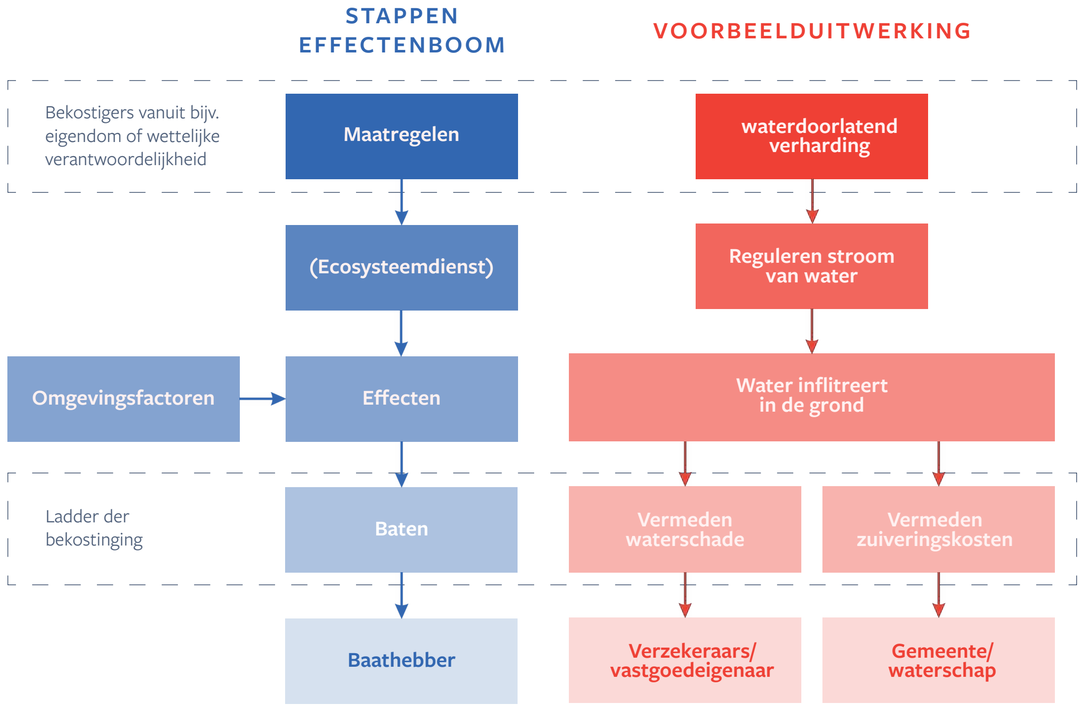
- dat het maatregelpakket uit het Arcadis-model, bron zijn voor de effectenbomen en batenanalyse;
- dat de maatregelen zo veel mogelijk zijn toegepast in de openbare ruimte en
- dat de maatregelen zo zijn ingetekend dat de bestaande functies uit de planologie niet wijzigen.

Klimaatadaptiemaatregelen leiden tot effecten waarvan de *baten zijn doorgerekend* en geïnterpreteerd

De maatregelpakketten - zoals in 2023 door Arcadis geformuleerd - zijn op landelijke schaal toegepast. Rebel heeft deze maatregelen vertaald naar effecten, door middel van effectenbomen (zie schematisch weergegeven rechts en voorbeeld in bijlage A). De omvang van de effecten verschilt per wijktype door omgevingsfactoren, zoals bestaande afwatering (rioleringscapaciteit), temperatuur of de huizenprijzen.

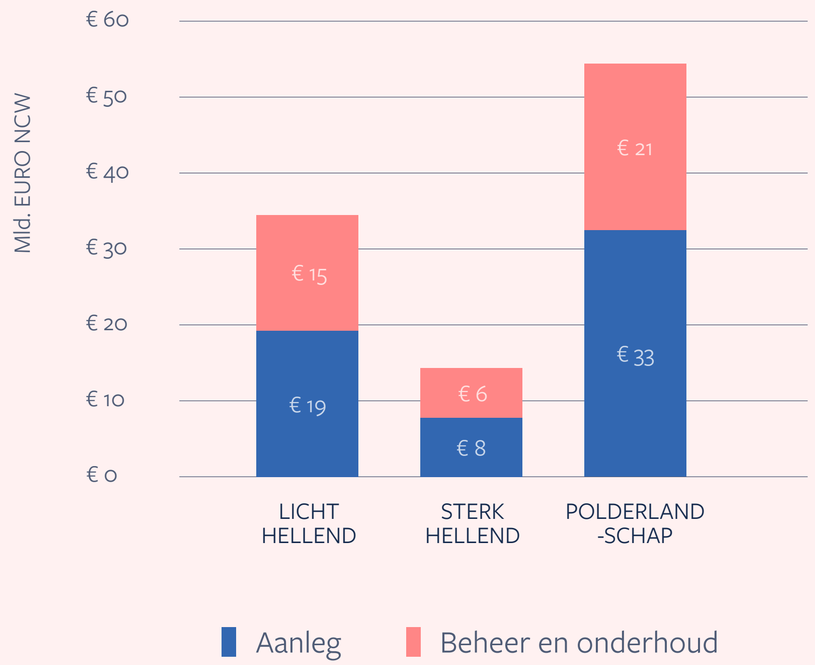
Effecten worden vervolgens vertaald naar baten en baathebbers. Deze aanpak sluit aan bij de ladder der bekostiging.[1] De ladder is gebaseerd op het principe 'wie profiteert, betaalt' en wordt gebruikt als denklijn voor de bekostiging van projecten in de leefomgeving.

Samen met het onderzoek van Arcadis (2024) geeft dit onderzoek een eerste beeld van de kosten en baten van het klimaatadaptief inrichten van de gebouwde omgeving. Het doel van deze verkenning is om zoveel mogelijk baten in beeld te krijgen, zoveel mogelijk baten door te rekenen, een zo goed mogelijk beeld te geven wat de maatschappelijke baten zijn van klimaatadaptieve maatregelen en bij wie deze baten landen. 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. Deze verkenning betreft geen MKBA volgens de richtlijn, maar een MKBA-achtige analyse.



[1] Meer doen. Meer samen doen. (Rebel, 2019)

FIGUUR 1
Investeringskosten Maatlat t/m 2050



De investering in klimaatadaptatie bedraagt *€102 miljard*, waarvan 40% beheer en onderhoud

In totaal komt de investering voor de aanleg van maatregelen uit op een bedrag van €60 miljard tot €139 miljard. Daarnaast zijn er kosten voor beheer en onderhoud. Wanneer we uitgaan van een tijdhorizon van 30 jaar, kunnen deze oplopen tot ruim €41 miljard. Dit is gebaseerd op de minimumprijzen zoals vastgesteld door Arcadis, omdat deze prijzen in de meeste situaties van toepassing zijn.

De uitkomst van deze berekening laat zien, dat gebieden die classificeren als polderlandschap, meer investeringskosten vragen rondom klimaatadaptatie. Ter vergelijking: polderlandschap en licht hellend zijn qua oppervlak ongeveer gelijk (45 % van totaal).

Voor het in kaart brengen van de totale kosten zijn de beheer- en onderhoudskosten hier voor de komende 30 jaar omgezet naar netto contante waarde (hierna: NCW, zie ook bijlage B). Daar kunnen ook de jaarlijkse baten mee vergeleken worden. Hieronder staan de minimale jaarlijkse bedragen voor beheer en onderhoud per bodemtype weergegeven.

BODEMTYPE	BEHEER EN ONDERHOUD PER JAAR
Polderlandschap	€ 964.273.000
Licht hellend	€ 684.612.000
Sterk hellend	€ 263.803.000

40% van de investering is voor groene maatregelen en dit kan vergroot worden door functieverandering

Bij nadere analyse van de kostencalculaties en maatregelpakketten van Arcadis, vallen twee zaken op:

- 40% van de kosten wordt gemaakt voor groene maatregelen* en
- de kosten voor beheer en onderhoud zijn voor grijze maatregelen* hoger dan voor groene.

Het aandeel groene maatregelen is gezien de uitgangspunten van de berekening van Arcadis (geen functieverandering) niet geheel verrassend. De ruimte voor groen blijft hetzelfde, waardoor de nadruk ligt op grijze maatregelen die via technische oplossingen weinig beroep doen op ruimte.

De verhouding tussen beheer- en onderhoudskosten enerzijds en aanlegkosten anderzijds, impliceert dat grijze maatregelen gepaard gaan met aanzienlijke kosten voor beheer en onderhoud. Dit staat haaks op de algemene perceptie dat groene maatregelen relatief hoge beheer- en onderhoudskosten hebben.

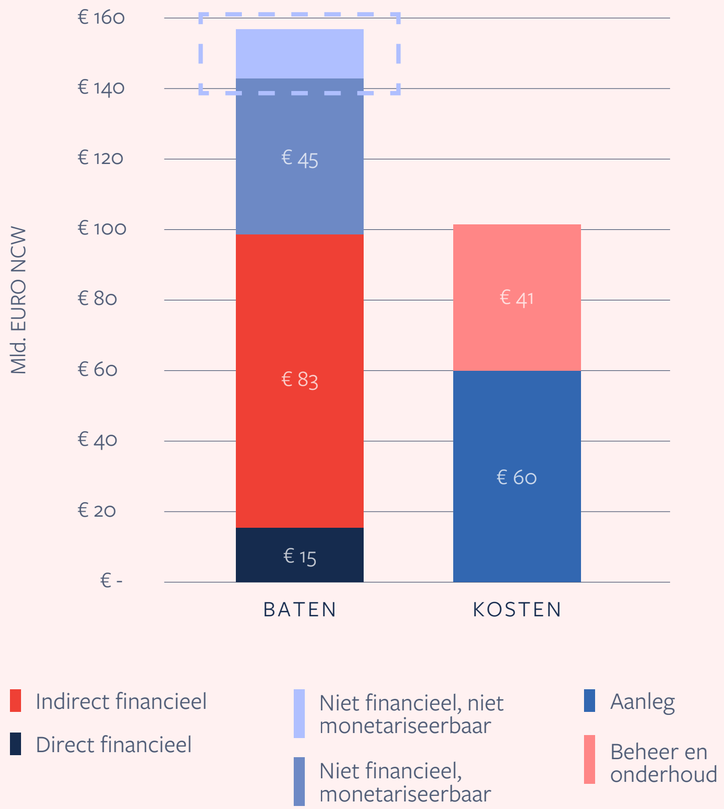
Het scenario functieverandering is doorgerekend voor de kosten

De Maatlat kent het principe ‘groen, tenzij’. Het relatief beperkte aandeel aan groene maatregelen kan vergroot worden door uit te gaan van functieverandering, zoals stoepen verkleinen of tuinen vergroenen. Hiervoor zou ‘onnodige’ verharding kunnen worden verwijderd, zodat ruimte ontstaat voor groen. Een scenario-analyse hiervan is uitgewerkt op pagina 16.

FIGUUR 2
Verhouding kosten van groene en grijze maatregelen in maatregelpakket

* Met groene maatregelen worden maatregelen bedoeld die met natuur te maken hebben. Voorbeelden zijn bomen, infiltratievelden, wadi’s en groene daken. Grijze maatregelen zijn typisch technische maatregelen, zoals infiltratiekratten en waterdoorlatende verharding.

FIGUUR 3
Ladder der bekostiging Maatlat



Klimaatadaptieve maatregelen zijn zowel *maatschappelijk als financieel een goede investering*

Op basis van maatregelpakketten uit de MRA-studie (Rebel, 2023) zijn effectenbomen gemaakt (zie bijlage A), effecten gekwantificeerd en gemonetariseerd[1] volgens de ladder der bekostiging. De totale gemonetariseerde baten die hieruit volgen, zijn ongeveer € 143 miljard.

De ladder laat zien dat de financiële baten (direct en indirect) samen optellen tot zo'n € 98 miljard, bijna gelijk aan de totale investeringskosten. Dit impliceert dat de opgave voor de Maatlat een nagenoeg dekkende financiële businesscase heeft. Er zijn namelijk geldstromen betrokken.

Bovenop deze financiële baten komen nog niet-financiële baten. Een deel daarvan is door te rekenen in maatschappelijke euro's, zoals klimaatmitigatie door CO_2-vastlegging of lagere sterfte door hitte. De niet-financiële baten die zijn doorgerekend bedragen totaal € 45 miljard.

Tot slot zijn er nog belangrijke baten die niet zijn te monetariseren, zoals de intrinsieke waarde van biodiversiteit of verbetering van de sociale cohesie. Gezien het belang van deze baten, zijn ze wel weergeven in de grafiek, maar de omvang is puur illustratief.

[1] Het monetariseren van baten betekent het uitdrukken in euro's, ook als de baten niet financieel zijn. Een methode hiervoor is het uitrekenen van vermeden schades, zoals vermeden zorgkosten.

De grootste baten zijn *waterberging, verkoeling en verdroging*

Uit de batenanalyse komen 6 thema's naar voren die voor 99% van de baten zorgen. Deze staan in de figuur links weergegeven.

Waterberging heeft de grootste baten. Deze post bestaat uit meerdere baten, waarvan de belangrijkste: vermeden waterschade bij wateroverlast (13% van het totaal) en vermeden afvoer- en zuiveringskosten (6%). Dit zijn indirect financiële baten.

Vergelijkbaar qua grootte is verkoeling. Dit gaat om de impact op arbeid en is doorgerekend in twee effecten. De eerste is besparing energieverbruik voor binnenpersoneel (10%). Dit is een direct financieel effect. De tweede is verbeterde arbeidsproductiviteit voor buitenpersoneel (9%). Dit is een indirect financieel effect.

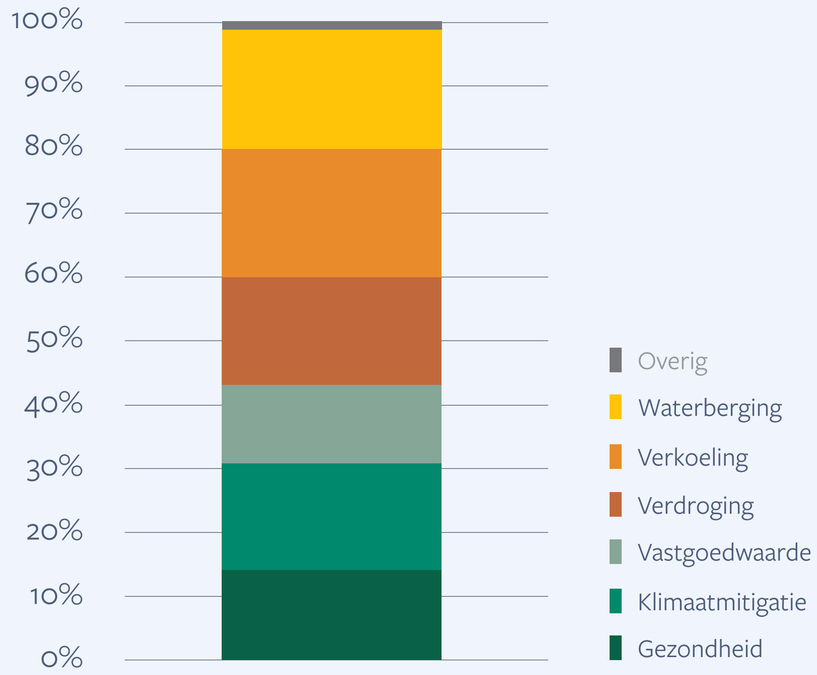
De derde baat ontstaat door maatregelen tegen verdroging. Uitgangspunt is dat droogte bodemdaling veroorzaakt en vervolgens schade toebrengt aan de infrastructuur. Het vermijden van schades aan kabels en leidingen (9%) is even groot als aan wegen (9%). Beide zijn indirect financieel.

Klimaatmitigatie door CO_2-opslag is de vierde baat (17%). Deze baat is niet financieel, maar maatschappelijk.

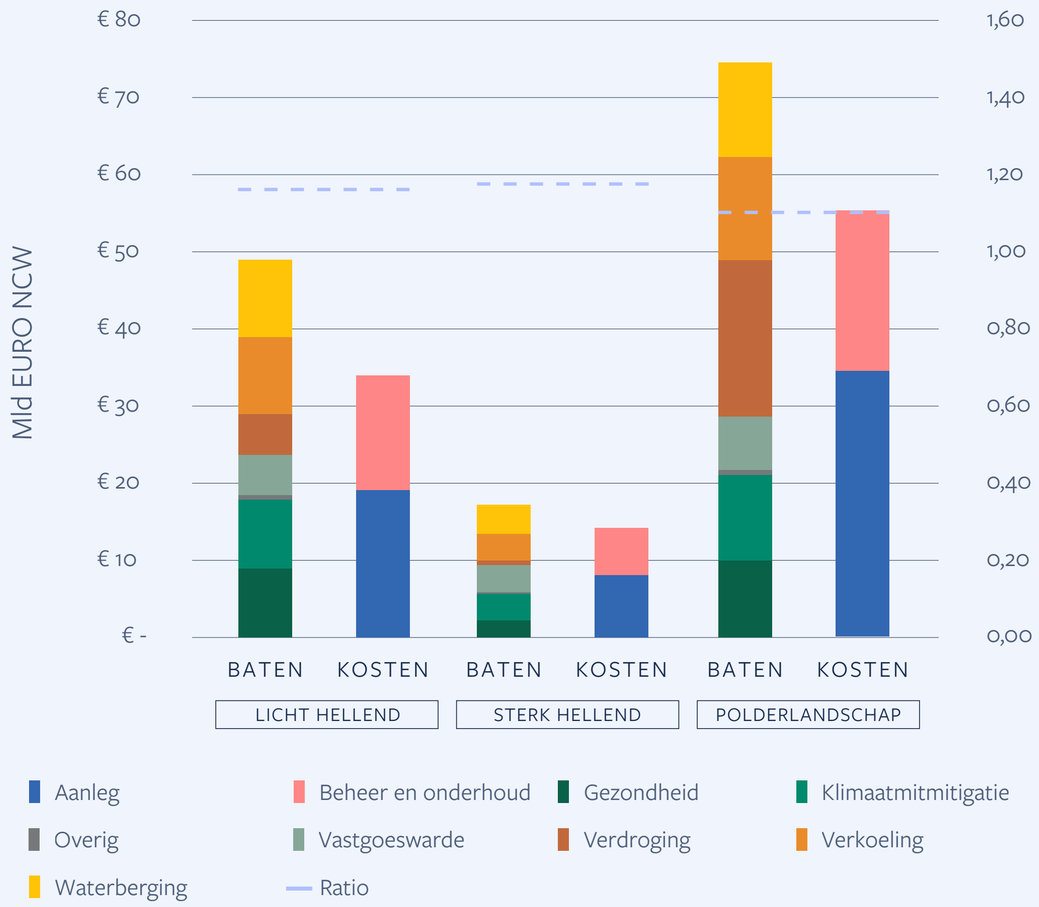
Het vijfde thema is gezondheid en bestaat uit de baten: verbeterde luchtkwaliteit (1%); vermindering van geluidsoverlast (1%) en minder sterfgevallen door hitte (12%). Ook dit zijn maatschappelijke baten.

Het laatste thema is de stijging (of vermeden daling) van vastgoedwaarde (12%). Deze baat is indirect financieel.

FIGUUR 4
Baten verdeeld naar thema (%)



FIGUUR 5
Kosten en baten per bodemtype



De doorgerekende *baten zijn voor alle bodemtypen hoger dan de kosten*

Voor alle bodemtypen zijn de baten groter dan de kosten. Bij de typen licht hellend en sterk hellend is de verhouding ongeveer hetzelfde. De baten gedeeld door de kosten komt ongeveer uit op 1,44. De baten zijn dus bijna anderhalf keer groter dan de kosten. Bij de ondergrond polderlandschap zien we een andere verhouding: 1,38.

Dit wordt veroorzaakt door de relatief lage kosten in hellende gebieden. Dit geldt met name voor de maatregelen die te maken hebben met de wateropgave. Aan de batenkant zien we dat waterberging in sterk hellend het meest omvangrijk is en in polderlandschap het minst.

Het verschil is ook te verklaren doordat bij het bodemtype polderlandschap de bodemproblematiek een belangrijke rol speelt. Door verdroging heeft de bodem hier sneller last van inklinking, waardoor deze moet worden opgehoogd (zoals beschreven in maatregelpakket van Arcadis). Dit leidt tot extra kosten.

Wat verder opvalt, is dat het effect op de vastgoedwaarde (een stijging of voorkomen van een daling) in sterk hellend gebied relatief het grootst is. Hoewel er in elk gebied wordt gerekend met een stijging van 0,5 procent, is de vastgoedwaarde (in WOZ) in sterk hellend gebied relatief hoog. Dat is terug te zien in de omvang van de baat.

De andere kosten en baten zijn in verhouding ongeveer gelijk over de drie gebieden.

De gedetailleerde uitkomsten zijn te vinden in bijlage B.

Deze batenanalyse is *niet-uitputtend en kent onzekerheden*

Deze batenanalyse is niet-uitputtend

De berekende baten zijn geselecteerd op relevantie, significantie en beschikbaarheid van data. Er is een grote kans dat totaal aan baten hoger uitpakt door baten die wel relevant en significant zijn maar niet in de analyse zijn meegenomen door gebrek aan data of beschikbare methoden. Denk hierbij onder andere aan:

- Versterken sociale cohesie: in een koele groene omgeving ontmoeten mensen elkaar vaker.
- Beter internationaal vestigingsklimaat: klimaatrisico's kunnen meespelen in de overweging om zich al dan niet in Nederland te vestigen.
- Minder drinkwater gebruik: het vasthouden van water kan ervoor zorgen dat minder vanuit drinkwater beregend hoeft te worden er minder drinkwaterputten geslagen moeten worden (hier gaan nog wel fundamentele keuzes over het watersysteem aan vooraf).

Rioleringsinvestering, vermeden funderingsschade en grondexploitatie zijn belangrijk om te onderzoeken

- Bij samenstelling van de maatregelpakketten is soms gekozen voor het maken van kosten in plaats van het voorkomen van schade. Denk aan het aanleggen van groen waardoor de riolering minder wordt belast. Een alternatief was geweest investeren in een grotere afvoercapaciteit van de riolering.
- Aangezien de maatregelen grotendeels in de openbare ruimte worden getroffen is het voorkomen van funderingsschade aan huizen door verzakking of paalrot, zowel aan de kosten als aan de batenkant, niet meegenomen in deze analyse.
- Een belangrijke baat bij nieuwbouw is vaak de grondopbrengst. Aangezien de informatie hiervan ontbreekt, is dit hier niet meegenomen.

De uitkomsten zijn gevoelig voor veranderingen in aannames, met name aan de kostenkant.

De batenanalyse is gebaseerd op aannames die in de praktijk anders kunnen zijn (zie bijlage C voor toelichting). Onzekerheid in de aannames kan leiden tot gevoeligheid van de uitkomsten. Daarom is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (zie bijlage D).

- Aan de kostenkant zit de grootste onzekerheid. Als er wordt gerekend met de maximale kosten (zoals vastgesteld door Arcadis) kunnen de resultaten significant negatiever worden. Hoewel hier in de praktijk in veel gevallen geen sprake van is, is het aan te raden om op projectbasis het kosten-batensaldo in kaart te brengen.
- Aan de batenkant is de gevoeligheid minder sterk. In potentie kan het voorkomen van vastgoedwaardedaling significant hoger uitvallen. De klimaatmitigatiebaten kunnen lager uitvallen afhankelijk van de uitgangspunten over de CO_2-prijs. Let wel: in de meeste baten zit enige onzekerheid. Cumulatief kan dit de uitkomsten alsnog sterk doen verschillen.

Lokaal kunnen uitkomsten verschillen

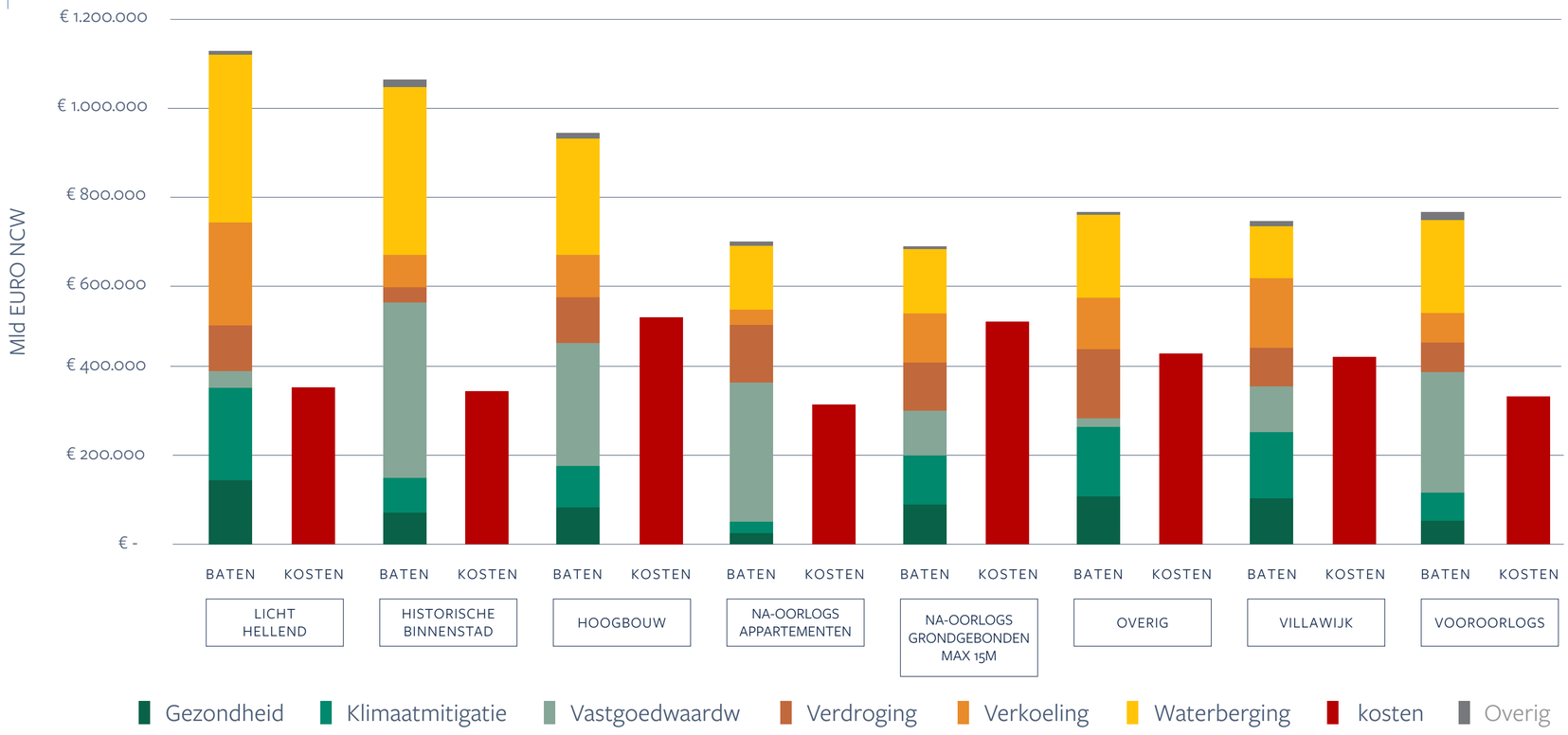
Voor deze studie is een analyse gemaakt van omgevingsfactoren per gebiedstype (zie bijlage E). Dat betekent dat de uitkomsten iets zeggen over het gemiddelde gebiedstype. Lokaal kunnen de uitkomsten anders uitvallen.

Bedrijventerreinen en historische centra **hebben de grootste winst per geïnvesteerde euro**

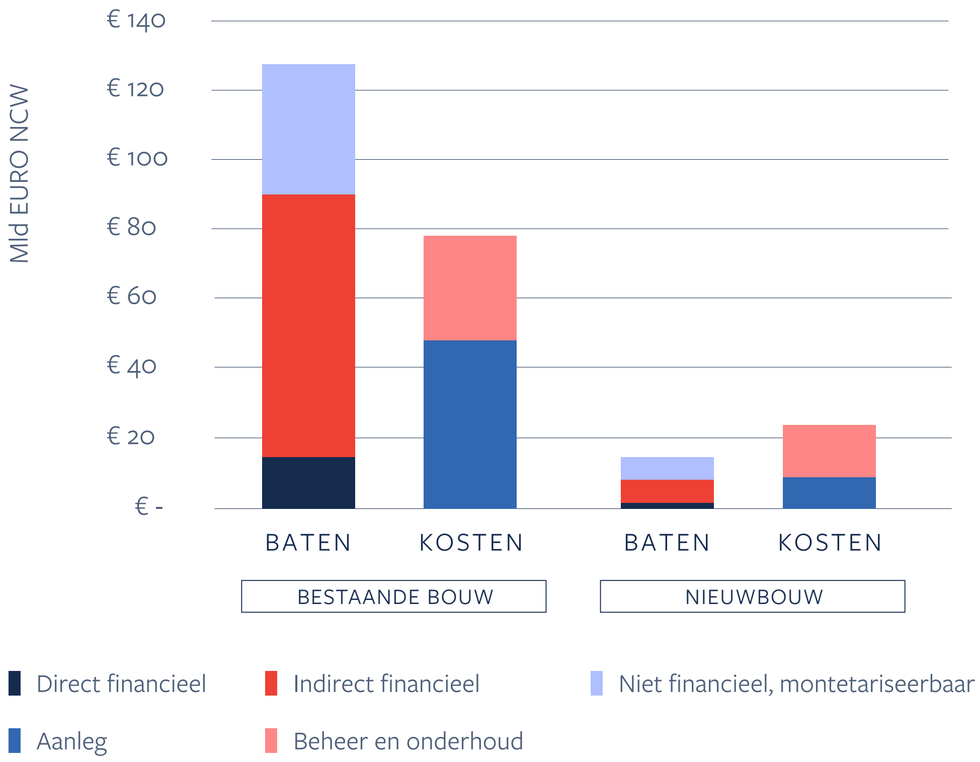
De tabel rechts laat de verschillen in baten zien per wijktype. Bedrijventerreinen en historische centra hebben de beste kosten-batenverhouding. Naoorlogs grondgebonden max. 15m de minste. Voor bedrijventerreinen geldt dat waterberging en verkoeling, verdroging en gezondheid, grote effecten zijn. Voor de historische binnenstad is dat met name vastgoedwaarde en waterberging. Al met al lijkt waterberging hierin de bepalende baat.

Aan de kostenkant zien we minder verschil in bedragen per hectare.

FIGUUR 6
Kosten en baten per wijktype per hectare (Bestaande bouw)



FIGUUR 7
Kosten en baten nieuwbouw versus bestaande bouw



Nieuwbouw heeft een minder sterke businesscase door de gebouwgebonden maatregelen

In de huidige batenanalyse komt een groot verschil tussen nieuwbouw en bestaande bouw naar voren. Waar bestaande bouw een positieve maatschappelijke businesscase laat zien, laat nieuwbouw een negatieve businesscase zien. Dit is aan de kostenkant (€ 23,1 miljard) te verklaren doordat er voor de nieuwbouw relatief dure (gebouwgebonden) maatregelen worden genomen, zoals groene daken en groene gevels (79% van de kosten).

Aan de batenzijde ontbreekt het aan de baat vermeden waterschade bij wateroverlast, die bij de bestaande bouw voor 14% van het batentotaal zorgt.

Er zijn een aantal factoren die meegenomen kunnen worden bij het interpreteren van de resultaten voor nieuwbouw:

- Klimaatadaptieve maatregelen hebben in de nieuwbouw een positief effect op de vastgoedwaarde. Deze stijging is in theorie meer dan kostendekkend, maar zal in de praktijk worden beperkt door de eisen die worden gesteld aan de betaalbaarheid. In deze batenanalyse gaan we van hetzelfde effect uit voor bestaande bouw en nieuwbouw.
- Deze analyse is exclusief de niet-monetariseerbare baten. Deze baten maken dat het niet geheel zeker is dat de voorgestelde maatregelen voor nieuwbouw tot een negatieve maatschappelijke businesscase leiden.
- Voor nieuwbouw zou via het kostenverhaal een (redelijke) bijdrage voor de voorgestelde maatregelen kunnen komen.

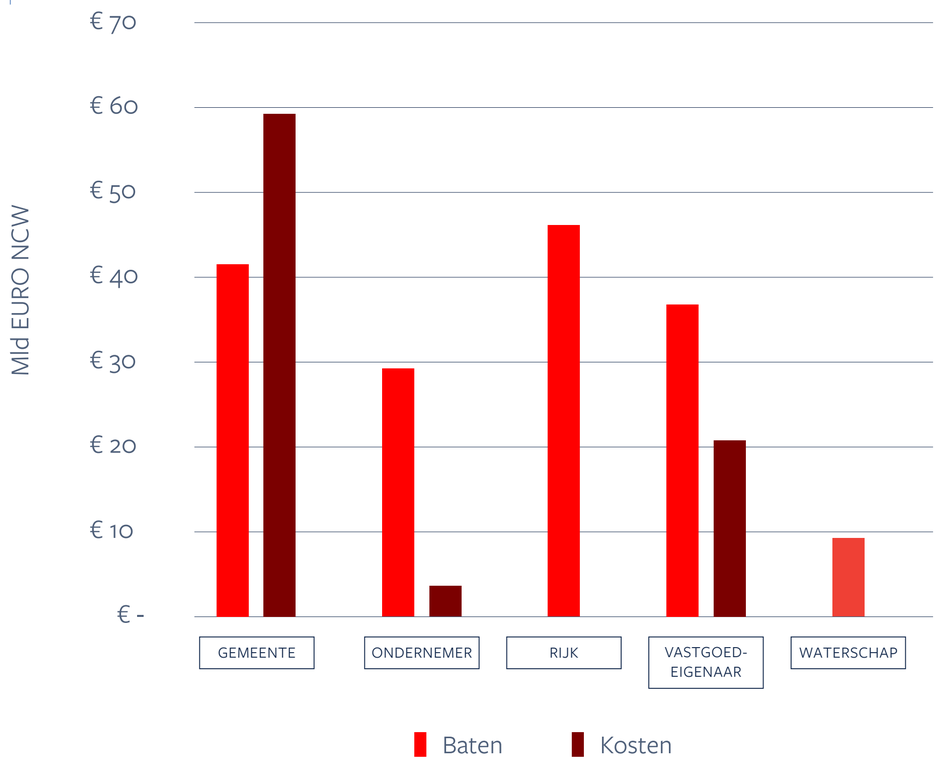
Gemeenten zijn netto bekostigers, de andere belanghebbenden netto baathebbers

Een andere belangrijke invalshoek vanuit de Ladder der Bekostiging is de verdeling van kosten en baten over verschillende stakeholders. Wij gaan hierbij uit van het volgende:

- De gemeente is bekostiger voor bijna alle maatregelen aangezien deze in de openbare ruimte van de gebouwde omgeving plaatsvinden. Daarnaast heeft zij baten zoals dubbelgebruik ruimte en vermeden schades aan infrastructuur door verzakking.
- Ondernemers bekostigen een specifieke maatregel: lamellensystemen bij bedrijfspanden. Daarnaast ervaren zij baten van de positieve invloed van hittereductie op arbeidsproductiviteit en energievraag.
- Het Rijk heeft baat bij minder gezondheidskosten en klimaatmitigatie, gezien dit bijdraagt aan nationale doelstellingen.
- Vastgoedeigenaren bekostigen gebouwgebonden maatregelen en hebben baat bij vermeden schades en waardestijging en/of voorkomen waardevermindering van woningen.
- Waterschappen hebben baat bij vermeden kosten voor afvoer en zuivering van water door extra waterberging (dit is het geval als maatregelen alleen door gemeenten worden bekostigd, echter wordt hier al vaak op samengewerkt).

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

FIGUUR 8
Bekostigers en baathebbers



Nu niets doen zorgt voor *hogere kosten in de toekomst*

De uitkomst van de batenanalyse is dat er een investering van minimaal € 102 miljard nodig is om de gehele gebouwde omgeving te laten voldoen aan de eisen gesteld in de Maatlat. Hier staan € 143 miljard euro aan financiële en maatschappelijke baten tegenover.

Een belangrijk inzicht hierbij is dat er sowieso kosten gemaakt gaan worden. Een groot deel van de baten zijn namelijk de vermeden kosten. Dit zijn uitgaven die je in de toekomst moet doen, maar die nu goedkoper zijn om te nemen. Deze vermeden kosten lopen in deze batenanalyse op naar zo'n €70 miljard euro tot en met 2050.

Andere onderzoeken naar potentiële schades komen hoger uit. Ook de AFM[1] geeft aan dat deze risico's potentieel grote financiële gevolgen hebben voor woningkopers- en eigenaren, in de vorm van mogelijke schadeposten en vermindering van woningwaarden. Ook de nieuwe KNMI-klimaatscenario's laten zien dat de urgentie groot is.

Niets doen is daarom geen optie. Deze verkenning laat de mogelijkheden zien waar gezocht kan worden naar opties voor bekostiging.

[1] Inprijzen van klimaatrisico's op de woningmarkt (AFM, 2023)

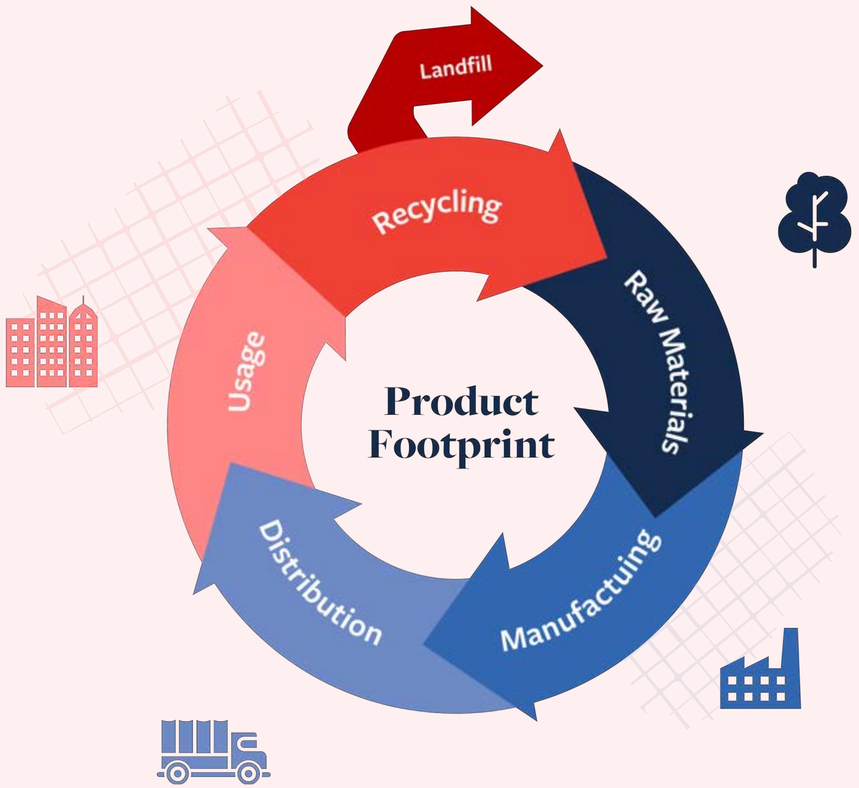
De milieuvoetafduk van maatregelen kan leiden tot een *andere selectie van maatregelen*

Deze batenanalyse hanteert de volgende logica:

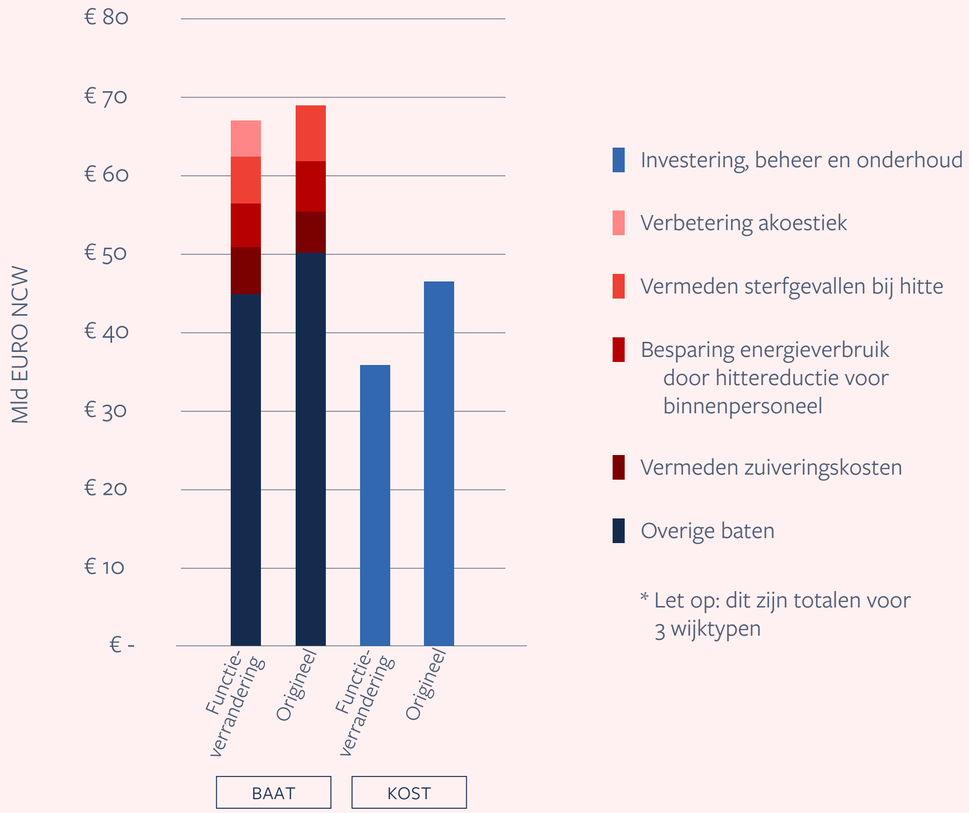
Maatregelpakket -> effecten -> baten -> baathebbers

Het uitgangspunt is hierbij om baten te identificeren en een gesprek te starten over bekostiging en financiering. In de huidige analyse ontbreken echter twee onderdelen die wel nodig zijn om een totaalafweging te kunnen maken op een maatschappelijke businesscase. Dit zijn:

- **Eventuele negatieve effecten van de maatregelpakketen.** Een negatief effect van meer groen in de stad is bijvoorbeeld de potentiële toename van het aantal tekenbeten. Wij gaan er vanuit door bij het ontwerp en de aanleg hiermee rekening te houden dat dit dusdanig klein is dat doorrekenen van deze kosten onnodig is.
- **Milieuvoetafdruk van maatregelen meenemen in de afweging voor maatregelpakketten.** In de huidige analyse is de huidige planologie leidend en het functioneel toepassen van maatregelen daar een gevolg van. Bij maatregelselectie en prijseenheden is echter niet gekeken naar de effecten op de totale levensduur van maatregelen. Een manier om dit te doen is een LCA (Lifecycle Analysis). Als deze analyse wordt meegewogen, leidt dit wellicht tot een andere selectie van maatregelen.



FIGUUR 9
Effect van functieverandering op kosten en baten*



Functieverandering leidt tot significante kostendaling, **terwijl baten vrijwel gelijk blijven**

Het toestaan van functieverandering kan de kosten met tientallen procenten reduceren. Dat blijkt uit een deelanalyse van Arcadis voor de gebieden *hoogbouw, grondgebonden tot 15 meter en bedrijventerreinen.* Geëxtrapoleerd naar de totale kosten, zou dat het totaal reduceren van 102 mld. naar € 79 mld. Jaarlijks uitgespreid komt dit neer op € 2,6 mld.

Functieverandering - zoals het vergroenen van brede stoepen, verwijderen van tuintegels, 30% eenrichtingsverkeer en parkeeroppervlak verlagen – laat toe meer groene waterbergingsmaatregelen te treffen, zoals wadi's. Deze maatregelen bereiken dezelfde bergingscapaciteit maar zijn aanzienlijk goedkoper in aanleg dan grijze maatregelen, zoals infiltratiekratten.

Kosten voor aanleg, beheer en onderhoud zouden voor de eerdergenoemde wijktypen met 23% kunnen worden gereduceerd, wanneer vergroening wordt toegepast.

De baten blijven grofweg gelijk. Een reductie van hittebaten (verkoeling) wordt gecompenseerd door een toename in waterbergingsmaatregelen (waterberging) en verbetering van de akoestiek (overlast en gezondheid). Dat laatste is het resultaat van verharding vervangen door geluiddempend groen.

De vermindering van hittebaten is een bijkomstigheid van het vergroenen van stoepen. Voor belangrijke wandel- en fietsroutes gelden schaduweisen, waaraan wordt voldaan door groen aan te leggen. De bijbehorende baten van de schaduwwerking nemen we mee in het batensaldo. Als we de functie van de helft van de stoepen veranderen in groenstructuur, dan is er voor de helft van deze stoepen dus ook geen baat meer van de schaduwwerking.

Instrumenten nodig die financiële ruimte creëren en leiden tot een betere risicoverdeling

Parallel aan deze studie loopt een verkenning naar instrumenten voor structurele financiering en bekostiging van klimaatadaptatie (Rebel, 2024). De huidige analyse van kosten en baten geeft inzicht in de thema's die instrumenten behoeven. Uit de studie naar instrumenten moet blijken of en in welke mate er geschikte instrumenten zijn om de klimaatthema's te bekostigen en/of financieren.

Deze financiële verkenning leidt tot twee implicaties voor het benodigd instrumentarium:

- De opgave is omvangrijk. Met name gemeenten hebben een grote investeringsopgave. Uit het onderzoek naar instrumenten blijkt dat dit vraagt om instrumenten die duidelijkheid creëren omtrent verantwoordelijkheden. Daarbij dient tijdspad uitgezet te worden.
- Er zijn meerdere partijen die tegelijkertijd profiteren, zeker bij preventieve maatregelen. Dat vraagt om instrumenten die leiden tot een betere risicoverdeling en een prikkel om aan de voorkant te investeren.

Daarnaast zijn er nog een aantal specifieke inzichten:

- De opgave ligt deels bij het Rijk en de samenleving, maar de gemeenten staan aan de lat voor een groot deel van de investeringen. Door opgaven (bijv. preventieve gezondheid, groen in en om de stad) van verschillende overheden te combineren, kan er gezamenlijk worden geïnvesteerd. Het ligt voor de hand dat het Rijk bijdraagt, gezien haar positieve kosten-batensaldo.
- Een klimaatadaptieve gebouwde omgeving is de beste schadeverzekering voor vastgoedeigenaren. Een gelijkmatige risicoverdeling vraagt om instrumenten die een deel van de kosten neerlegt bij vastgoedeigenaren en huizenbezitters. Indien dit tijdig gebeurt dan weet iedereen waar hij wanneer aan toe is.
- De maatregelen voor nieuwbouw zijn grotendeels gebouwgebonden. Sturing via normen is mogelijk effectief. Hiermee kunnen toekomstige problemen worden vermeden.
- Voor bestaande bouw zijn de thema's met de hoogste investeringsbehoefte wateroverlast, hitte en bodemdaling. Voor water kennen we in Nederland traditioneel al een palet aan instrumenten, maar de vraag is of dit voldoende is voor de toenemende urgentie. Instrumenten voor hitte en bodemdaling zijn beperkt, blijkt uit het onderzoek naar instrumentarium. Hier moet het instrumentenpalet verder worden ontwikkeld.

Werk programmatisch om de *uitvoering haalbaar te maken*

Nederland heeft als doel om in 2050 klimaatrobuust te zijn. Uit de Maatlat blijkt dat daarvoor een significant aantal bomen moet worden geplant. In de analyse van Arcadis (die voor deze verkenning als basis is gebruikt), wordt gerekend met de schaduw die een boom creëert nadat deze 20 jaar heeft kunnen groeien. Dat impliceert dat komende zes jaar alle bomen voor klimaatadaptatie moeten worden geplant. Dat is waarschijnlijk onhaalbaar.

Kijk naast de urgenties per wijktype ook naar financiële draagkracht

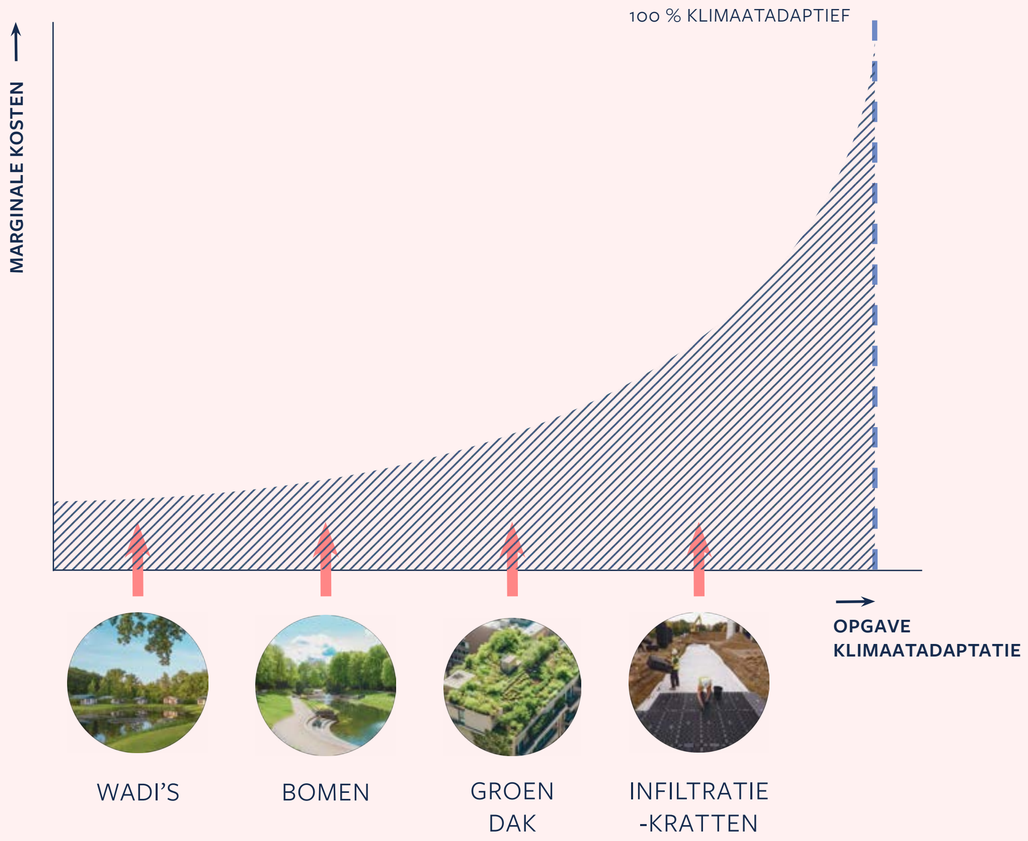
Deze analyse laat zien in welke wijken de grootste winst per geïnvesteerde euro kan worden bereikt. Zo hebben bedrijventerreinen en de historische centra zeer positieve kosten-batensaldo's. Dat impliceert dat dit gebieden zijn om te starten.

Daarnaast is de mate van problematiek een bepalende factor om te prioriteren. Uit deze analyse (bijlage E) komt geen eenduidig beeld naar voren over welke wijktypen de grootste klimaatproblemen hebben. Het is daarom aan te raden om regionaal stresstesten uit te voeren en de urgenties mee te nemen in de prioritering.

Tot slot is financiële draagkracht belangrijk om in de overwegingen mee te nemen. Zoals uit de analyse blijkt, zit een flink deel van de kosten (en de baten) bij vastgoedeigenaren. Hieruit ontstaat het beeld dat ook zij aan de lat staan om te gaan investeren. Dit is echter niet voor alle huiseigenaren mogelijk. ABN AMRO 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.

Synergie met Groen in en om de stad

Een groot deel van de maatregelen voor de maatlat klimaatadaptatie zijn te combineren met de opgave voor groen in en om de stad (GIOS). In deze opgave kan extra stedelijk groen aangelegd worden door onnodige verharding te verwijderen. Als dit groen bovendien klimaatadaptief wordt ingericht, kan tot € 10 miljard van de opgave worden gecombineerd.



De grafiek laat zien hoe verder in de opgave, hoe hoger de marginale kosten. Het is aan te raden te beginnen met maatregelen met hoge impact en lage kosten, zoals wadi's en bomen.

Begin met maatregelen die het *grootste effect hebben per geïnvesteerde euro*

De gehele investeringsopgave voor klimaatadaptieve maatregelen is omvangrijk. Dat komt mede doordat de ambitie – de gehele gebouwde omgeving klimaatadaptief – groot is. Begin daarom met het deel van de maatregelen met het grootste effect per geïnvesteerde euro. Hoe verder richting het voltooien van de opgave, hoe beperkter de ruimte voor maatregelen en hoe hoger de marginale kosten om dezelfde effecten te creëren.

Groen altijd doen – ontharden en bomen planten

Uit de batenanalyse blijkt dat groen meerdere baten oplevert t.o.v. grijze maatregelen. Daarnaast zijn de kosten van groen t.o.v. grijze maatregelen relatief laag. Het is daarom aan te raden, waar mogelijk, eerst zoveel mogelijk groene maatregelen te treffen en onnodige verharding weg te halen. Ook het planten van bomen lijkt gezien de benodigde schaduw een no-regret maatregel.

Maatregelen zoveel mogelijk bij 'natuurlijke' momenten

Er kan een aanzienlijke kostenbesparing gerealiseerd worden als de maatregelen gecombineerd worden met natuurlijke momenten, zoals geplande werkzaamheden voor groot onderhoud (bijv. het vervangen van de riolering).

Overweeg functieverandering

Zoals aangetoond is een aanzienlijke kostenreductie te behalen door functieverandering toe te staan. Hiermee is de 'staart' van de opgave te volbrengen zonder al te hoge kosten.

NO CHANGE WITHOUT A REBEL

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

info@rebelgroup.com
www.rebelgroup.com

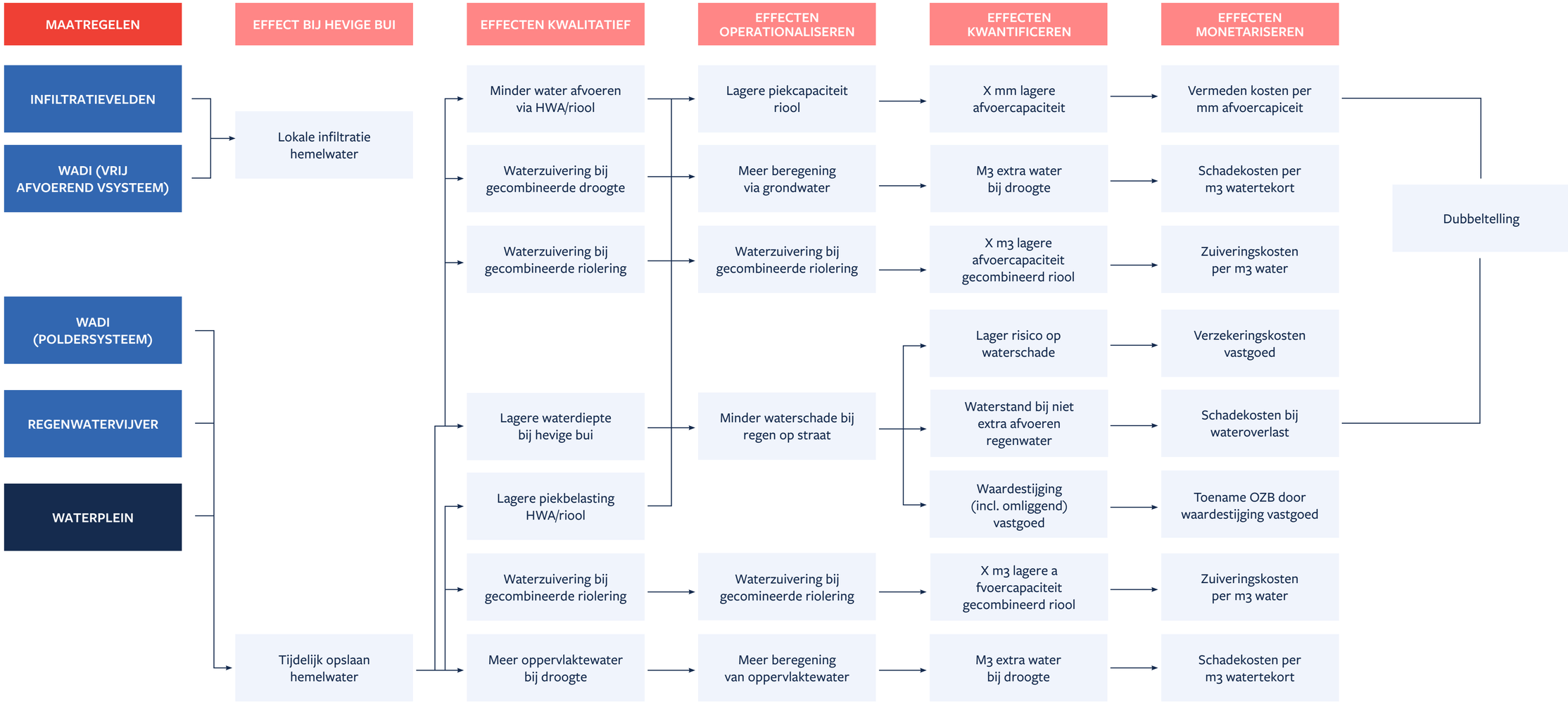
Jonne Velthuis
+31 6 26 33 60 73
jonne.velthuis@rebelgroup.com

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 | *Effectenboom (voorbeeld)*



Bijlage B | *Batentotaal*

Baten	Licht hellend	Polderlandschap	Sterk hellend	Totaal
Vermeden schadekosten bij watertekort grondwater	€ 121.715.000	€ 153.096.000	€ 44.943.000	€ 319.754.000
Besparing energieverbruik door hittereductie voor binnenpersoneel	€ 5.468.562.000	€ 7.224.989.000	€ 2.041.331.000	€ 14.734.882.000
Dubbelgebruik groen/blauwe ruimte	€ 266.861.000	€ 314.485.000	€ 126.738.000	€ 708.084.000
Klimaatmitigatie door opslag van koolstof	€ 8.928.837.000	€ 11.405.636.000	€ 3.518.103.000	€ 23.852.576.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van fijnstof PM10	€ 389.759.000	€ 603.207.000	€ 175.945.000	€ 1.168.911.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van fijnstof PM2.5	€ 65.098.000	€ 99.197.000	€ 28.995.000	€ 193.290.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van ozon	€ 134.135.000	€ 213.470.000	€ 60.717.000	€ 408.322.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van stikstofdioxide	€ 161.638.000	€ 314.686.000	€ 82.976.000	€ 559.300.000
Minder gezondheidskosten door beter luchtkwaliteit door afvang van zwaveldioxide	€ 23.303.000	€ 43.619.000	€ 13.173.000	€ 80.095.000
Schade aan kabels en leidingen door verdroging veen	€ 2.316.794.000	€ 9.529.201.000	€ 511.118.000	€ 12.357.113.000
Schade aan wegen door verdroging veen	€ 2.347.686.000	€ 9.656.256.000	€ 517.933.000	€ 12.521.875.000
Verbeterde arbeidsproductiviteit door verminderde hittestress buiten	€ 4.857.483.000	€ 6.417.641.000	€ 1.813.225.000	€ 13.088.349.000
Vermeden overstromingsschade	€ 153.612.000	€ 70.997.000	€ 7.143.000	€ 231.752.000
Vermeden sterfgevallen bij hitte	€ 7.680.320.000	€ 8.257.911.000	€ 1.608.762.000	€ 17.546.993.000
Vermeden waterschade bij wateroverlast	€ 6.857.031.000	€ 8.557.892.000	€ 3.461.488.000	€ 18.876.411.000
Vermeden zuiveringskosten door vergroten waterbergingscapaciteit	€ 3.251.040.000	€ 4.089.312.000	€ 1.200.494.000	€ 8.540.846.000
Vermindering geluidstransmissie	€ 210.365.000	€ 418.469.000	€ 109.027.000	€ 737.861.000
Waardestijging/ voorkomen waardevermindering woningen	€ 5.754.331.000	€ 7.174.352.000	€ 3.905.287.000	€ 16.833.970.000
Totaal	**€ 48.988.570.000**	**€ 74.544.416.000**	**€ 19.227.398.000**	**€ 142.760.384.000**

Bijlage C | *Toelichting methode*

Thema	Baat	Kengetallen en aannames (prijspeil 1 jan 2024)	Berekening (per aantal maatregel)
Waterberging	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	• Wateroverlast bij een bui die eens in de 100 jaar valt (klimaateffectatlas) • Inundatie: wolkbreukschatter. Drempelhoogte afhankelijk van bouwjaar. Elke 4 meter een opening in pand. Waterdiepte in een buffer van 1 meter rondom pand. • Geïndexeerd schadebedrag op basis van Waterschadeschatter, afhankelijk van schadefactor. Indirect schade op basis van 1 dag overlast. € 440,66 €/m2 voor functionele panden, €347,11 voor woon en bijeenkomst.	• Schadefactor: tussen 0 en 1, afhankelijk van waterdiepte in pand. • Drempelfactor: 0 als waterdiepte < drempel. 1 als waterdiepte > drempel. • Inundatiekans: 1 als lengte buitengevel waar water tegenaan staat > 4 meter, als lengte buitengevel waar water tegenaan staat < 4 meter, dan lengte buitengevel / 4. Verwachte jaarlijkse waterschade per pand = (directe schade (€/m2) x oppervlakte pand (m2) + indirecte schade (€/pand)) x schadefactor x drempelfactor x inundatiekans.
Verkoeling	Besparing energieverbruik door hittereductie 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 reducatie totaal gebied x totale baat per ha per graad

Bijlage C | *Toelichting methode*

Thema	Baat	Kengetallen en aannames (prijspeil 1 jan 2024)	Berekening (per aantal maatregel)
Klimaat-mitigatie	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 Umweltbundesambt)	CO2 vastlegging per maatregel x assimilatie x CO2 prijs
Gezondheid	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
	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 (Klimaatschadeschatter) - 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 reductive totaal gebied (^{O}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
Vastgoedwaarde	Waardestijging/ voorkomen waardevermindering woningen	- Gemiddeld WOZ waarde (CBS) - % waardestijging/ vermeden waardevermindering is 0,5% (eigen inschatting obv meerdere onderzoeken)	Gemiddelde WOZ waarde x % waardestijging/vermeden waardevermindering

Bijlage C | *Toelichting methode*

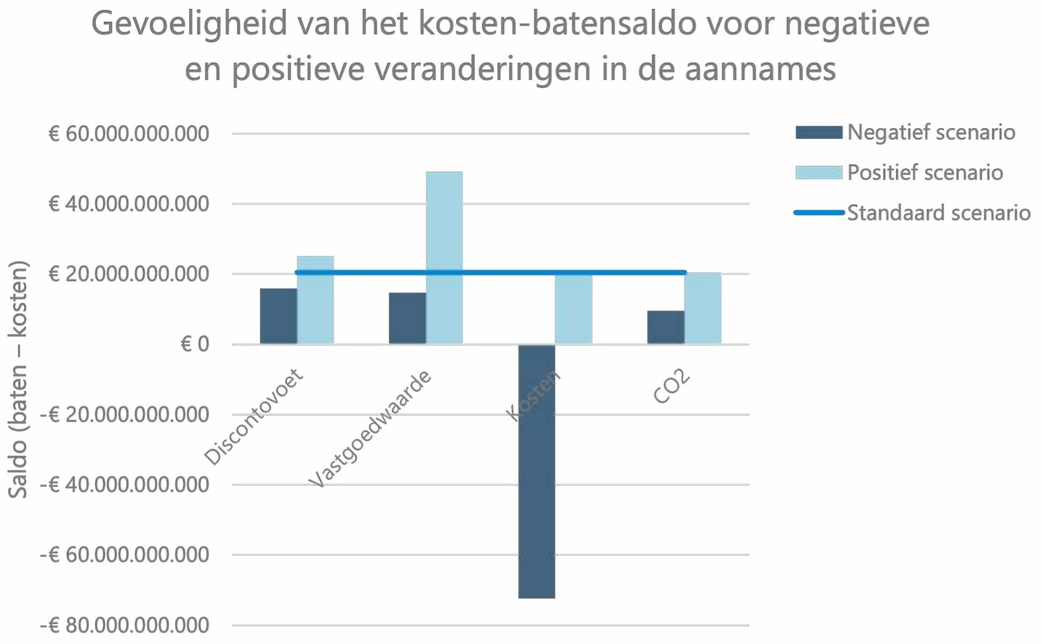
Thema	Baat	Kengetallen en aannames (prijspeil 1 jan 2024)	Berekening (per aantal maatregel)
Verdroging	Schade aan kabels en leidingen door verdroging veen	• Schade aan kabels en leidingen door verdroging veen is €1,84 per m2 per jaar (PBL)	Aantal m2 bodemmaatregel licht ophoogmateriaal x schadekosten
	Schade aan wegen door verdroging veen	• Meerkosten beheer asfaltweg op veen is €2,89 per m2 per jaar (PBL) • Meerkosten beheer klinkerweg op veen is €0,85 per m2 per jaar (PBL) • Verhouding asfalt en klinkerweg is 50-50 (eigen inschatting)	(Aantal m2 bodemmaatregel licht ophoogmateriaal x 0,5 x meerkosten asfaltweg) + (Aantal m2 bodemmaatregel licht ophoogmateriaal x 0,5 x meerkosten klinkerweg)
Overig	Vermeden overstromingsschade	- Gemiddelde m2 per woning is 60 (eigen aanname) - Jaarlijkse kans overstroming is 1% (Maatlat) - Schadebedrag woning opstal per m2is €32,83 (Schade en Slachtoffer Module) - Schadebedrag woning inboedel per woning is €16.626,56 (Schade en Slachtoffer Module) - Schadebedrag verlies woondiensten per woning is €324,71 (Schade en Slachtoffer Module)	Overstromingsmaatregelen per woning x Jaarlijkse kans op overstroming x ((schadebedrag opstal* gemiddelde m2 per woning) + schadebedrag inboedel + schadebedrag verlies woondiensten)
	Dubbelgebruik groen/blauwe ruimte	- Aandeel waterplein voor dubbelgebruik is 100% (eigen aanname) - Aandeel wadi voor dubbelgebruik is 1% (eigen aanname) - Gemiddelde kosten speelplaats per m2 is €11,93 (Jantje Beton)	m2 maatregel x aandeel dubbelgebruik x gemiddelde kosten speelplaats
Algemene parameters	• Discontovoet: 2,25% • Rekenperiode: 30 jaar • Prijspeil: januari 2024		

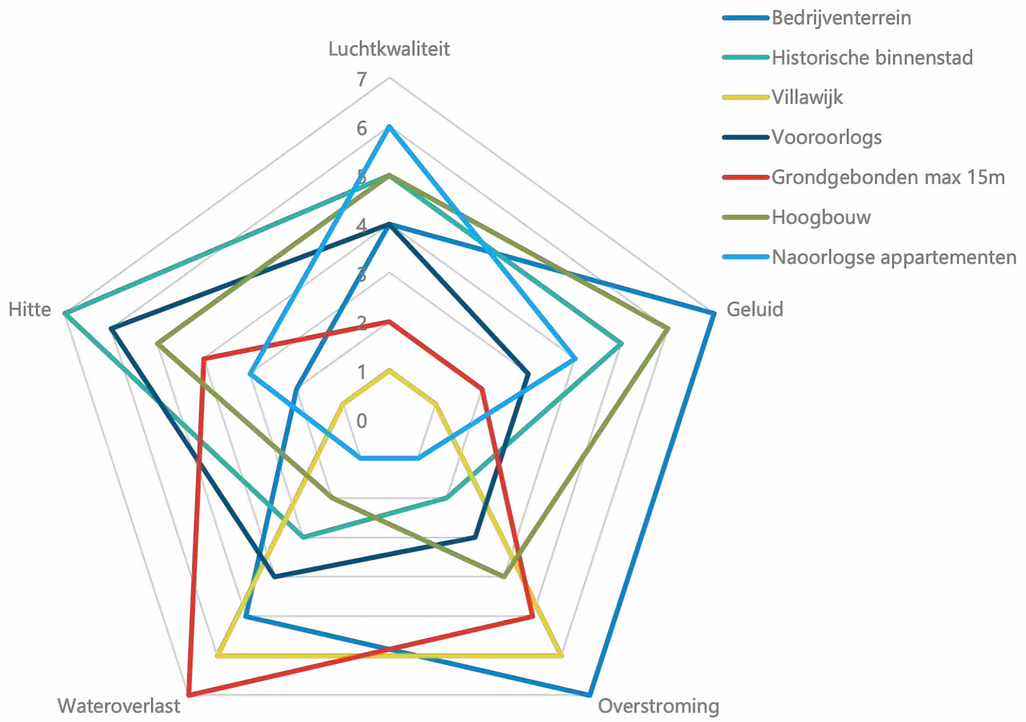
Bijlage D | *Gevoeligheidsanalyse*

De modellen die ten grondslag liggen aan de baatberekeningen zijn gebaseerd op de laatste wetenschappelijke inzichten, maar zijn tegelijk geen exacte wetenschap. Aannames, zoals hoeveel CO_2 een boom jaarlijks vastlegt of hoe de vastgoedmarkt reageert op klimaatrisico's worden sterk beïnvloedt door de specifieke context. De belangrijkste aannames zijn getoetst op gevoeligheid.

Aanname	Uitleg	Variatie
Discontovoet	De discontovoet vertegenwoordigt de tijdswaarde van geld. Een hogere discontovoet betekent dat geld in de toekomst minder waard is.	Neg.: 2,6 % Std.: 2,25 % Pos.: 1,6 % (SEO, 2021)
Vastgoed-waarde	Er is nog weinig bekend over potentiële waardedaling van niet-klimaatadaptief vastgoed, maar wel duidelijk is dat er een effect is.	Neg.: 0,1 % Std.: 0,5 % Pos.: 2,5 %
Kosten	Arcadis heeft voor de kosten een range gegeven, waarvan de minimale kosten het meest stabiel zijn. De maximale kosten zijn veel hoger, maar de kans is wel kleiner dat de kosten dusdanig oplopen.	Neg.: max kosten Arcadis. Std. en pos.: min kosten Arcadis.
CO2	In de praktijk loopt het gebruik van CO2-prijs sterk uiteen. Voor deze studie wordt in de CO2-prijs rekening gehouden met afwenteling op latere generaties. In MKBA's wordt typisch een conservatievere schatting gebruikt. Voor de gevoeligheidsanalyse is de CO2-prijs laag aangehouden.	Neg.: efficiënte prijs laag: € 12-40 per kg. (CPB en PBL, 2016) Std. en pos.: €875 per kg CO2 (Deutsche umwelbundesambt)

De grafiek laat de uitkomsten zien. Het weergeeft het saldo (baten minus kosten) van een negatief en positief scenario voor vier aannames. Wanneer rekening wordt gehouden met de maximale kosteninschatting, heeft dat zeer grote impact. Aan de andere kant zijn de baten van het voorkomen van een vastgoedwaardedaling in potentie nog veel hoger dan in het standaard scenario. Discontovoet en CO_2 in bepaalde mate hebben minder impact op de uitkomsten.



Bijlage E | *Omgevingsfactoren per wijktype*

- De grafiek weergeeft per wijktype de relatieve rangschikking op een aantal omgevingsfactoren.
- Per omgevingsfactor is bepaald welk wijktype op welke plek komt, waarbij een hogere rang grotere problematiek betekent. Zo is geluidsoverlast en overstroming het meest urgent op bedrijventerreinen.
- Voor luchtkwaliteit is op vijf indicatoren de mediaan genomen van de relatieve rang. Deze indicatoren zijn fijnstof (PM10 en PM2.5), stikstofdioxide, ozon en zwaveldioxide.
- Voor geluidsoverlast is per gebied het gemiddelde geluidsniveau van alle geluidsbronnen genomen (lden).
- Voor hitte is per gebied de gemiddelde gevoelstemperatuur op een zomerse dag genomen.
- Voor wateroverlast en overstroming is per gebied bepaald hoeveel panden er wateroverlast ondervinden bij een bui respectievelijk overstroming die eens in de honderd jaar plaatsvindt. De rang is bepaald aan de hand van het aantal huizen dat risico loopt ten opzicht van het totaal aantal huizen in het gebied.