

Op weg naar een klimaatbestendige leefbare stad

Op weg naar een klimaatbestendige leefbare stad

Samen met gebruikers werken aan MKBA-tool
klimaatadaptatiemaatregelen

Definitieve versie 20 december 2019



Op weg naar een klimaatbestendige leefbare stad

Samen met gebruikers werken aan MKBA-tool klimaatadaptatiemaatregelen

Definitieve versie 20 december 2019

Kernwoorden:

klimaatbestendige bestendige stad, MKBA, klimaatbaten, groene baten, klimaatschade, NKWK KBS werkpakket MKBA

Auteurs:

Arienne de Blaeij¹,
Remon Koopman¹,
Sien Kok²,
Mark de Bel²,
Reinder Brolsma²,
Joop Spijker³,
Robbert Snep³,
Edwin van de Straate⁴,
Manel van der Sleen⁵,
Susanne van der Kooij⁵,
Nico Polman³,
John Verberne¹,
Taco Zwaanswijk¹,
Ton de Nijs¹.

¹RIVM, ²Deltares, ³WUR, ⁴Tauw, ⁵Ecorys

Dit rapport is verschenen onder de onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad binnen het onderzoeksprogramma Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK KBS).



Inhoudsopgave

1	Inleiding — 5
2	Keuzes bij opzet MKBA-tool NKWK Klimaatbestendige stad — 9
2.1	Waarom een MKBA tool? — 10
2.2	Uitwerking maatschappelijke baten — 11
2.2.1	Vermindering wateroverlast — 12
2.2.2	Vermindering hittestress — 13
2.2.3	Betere luchtkwaliteit — 14
2.2.4	Betere gezondheid — 14
2.2.5	Toename fysieke activiteit — 15
2.2.6	Toename vastgoedwaarde — 16
2.2.7	Vermindering CO ₂ -emissies door koolstofopslag — 16
2.2.8	Andere verkende additionele baten — 17
2.3	Uitwerking maatschappelijke kosten — 18
2.3.1	Investeringskosten — 18
2.3.2	Beheerkosten klimaatmaatregelen — 18
2.3.3	Aandachtspunten bij kostenbepaling — 19
2.4	Gebruik discontovoet — 19
2.5	Presenteren resultaten — 21
3	Toepassen MKBA in drie cases — 23
3.1	Selectie van de cases — 24
3.2	Voorbereiden cases en eerste gebruikersoverleg — 24
3.3	MKBA casus Utrecht Kanaleneiland Noord — 25
3.3.1	Context — 25
3.3.2	Probleembeschrijving — 26
3.3.2.1	Wateroverlast — 26
3.3.2.2	Hittestress — 26
3.3.2.3	Droogte — 26
3.3.3	Klimaatmaatregelen — 26
3.3.4	Uitwerking maatschappelijke baten — 28
3.3.4.1	Reductie verwachte klimaatschade — 28
3.3.4.2	Additionele baten — 28
3.3.5	Uitwerking maatschappelijke kosten — 29
3.3.6	Presentatie resultaten MKBA Utrecht Kanaleneiland Noord — 29
3.3.7	Kostendragers en Baathouders — 31
3.3.8	Leerpunten case en verslag gebruikerssessie Utrecht — 31
3.4	MKBA casus Zoeterwoude — 32
3.4.1	Context — 32
3.4.2	Probleembeschrijving — 32
3.4.2.1	Wateroverlast — 32
3.4.2.2	Hittestress — 33
3.4.2.3	Droogte — 33
3.4.3	Klimaatmaatregelen — 33
3.4.4	Uitwerking maatschappelijke Baten — 35
3.4.4.1	Reductie verwachte klimaatschade — 35
3.4.4.2	Additionele baten — 35
3.4.5	Uitwerking maatschappelijke kosten — 36
3.4.6	Presentatie resultaten MKBA Zoeterwoude — 37

- 3.4.7 Kostendragers en Baathouders — 39
- 3.4.8 Leerpunten case en verslag gebruikerssessie Zoeterwoude — 39
- 3.5 MKBA casus Dordrecht — 40
- 3.6 Conclusies cases — 53
 - 3.6.1 Reflectie o.b.v inhoudelijke analyse — 53
 - 3.6.2 Reflectie op gebruikersvragen over resultaten en toepassing MKBA — 55

4 Verkenning ontwikkeling MKBA Tool — 45

- 4.1 Gewenste functionaliteit van een MKBA Tool — 59
- 4.2 Verkenning inhoudelijke uitwerking MKBA-tool — 63
- 4.3 Verkenning ICT Architectuur MKBA-tool — 68
 - 4.3.1 TKS uitbreiden met MKBA-indicatoren — 71
 - 4.3.2 GBP uitbreiden met MKBA-indicatoren — 74
 - 4.3.3 MKBA tool ontwikkelen op basis van TKS en GBP — 77
 - 4.3.4 Voor- en nadelen van de verschillende ontwikkelingsroutes — 79
- 4.4 Verkenning gebruikersinterface — 80
 - 4.4.1 Gebruikers Interface TKS+ — 81
 - 4.4.2 Gebruikers interface MKBA — 82
- 4.5 Plan ontwikkeling MKBA-tool — 83
- 4.6 Voorstel NKWK KBS werkpakket MKBA 2020 — 83

Literatuur — 87

Bijlage 1: beschrijving KSS, TKS en GBP — 91

Bijlage 2: Verschilkaarten case Dordtwijkzone (Dordrecht) —94

Bijlage 3: Verschilkaarten case Kanaleneiland Noord (Utrecht) — 96

Bijlage 4: Verschilkaarten case Zoeterwoude Rijndijk — 98

1 Inleiding

Binnen het onderzoeksprogramma NKWK klimaatbestendige stad is dit jaar samen met gebruikers gewerkt aan een verkenning voor een MKBA-tool voor klimaatadaptatiemaatregelen. Deze tool is aanvullend op de andere twee tools die de afgelopen jaren binnen dit onderzoeksprogramma zijn ontwikkeld: de Klimaatschadeschatter (KSS) en de Toolbox Klimaatbestendige Stad (TKS). De KSS geeft een inschatting van de te verwachten schade bij klimaatverandering op het niveau van de gemeente. Vanuit de KSS en de stresstesten voor droogte, hittestress, wateroverlast en overstromingen wordt de urgentie en de aard van de impact van klimaatverandering duidelijk. Dit kan worden meegenomen in het programma van eisen voor stedelijke gebiedsontwikkeling en het beheer van de buitenruimte. De TKS biedt inzicht in de fysieke effecten van maatregelen op verschillende klimaatopgaven in het gebied. Het is een ruimtelijke planning-support tool op wijk/straat niveau. Hierbij kunnen verschillende verschillende alternatieve ontwerpen met (klimaat)adaptatiemaatregelen (op het vlak van neerslag, droogte en hitte) worden ontwikkeld.

In de TKS wordt er bij de selectie van maatregelen gekeken naar de bijdrage van een (klimaat)maatregel aan het oplossen van de opgave die geïdentificeerd is in de KSS (de primaire prestatie) en de kosten. In een MKBA worden alle effecten - zowel ten aanzien van de klimaatopgave als additionele welvaartsverhogende effecten - gemonetariseerd zodat ze op gelijke voet vergelijkbaar zijn. Gemeenten geven aan dat zij naast de primaire effecten ook de additionele baten willen meewegen in de besluitvorming. Daarvoor is dus inzicht nodig in alle effecten van de voorgestelde maatregelen en de daarmee samenhangende baten: zo geeft meer groen in de wijk niet alleen vermindering van wateroverlast en hittestress, maar kan het ook een bijdrage leveren aan verbetering van gezondheid, vermindering van fijnstof en verlaging van de geluidsbelasting. Verder draagt groen bij aan een verbetering van de biodiversiteit en biedt ruimte om te recreëren en te ontspannen. Om de effecten van de verschillende beleidskeuzes vooraf in beeld te brengen kan een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) hulp bieden. De MKBA biedt een systematisch overzicht van de voor- en nadelen van een voorgenomen besluit, vanuit het perspectief van de maatschappij als geheel (Romijn en Renes, 2013).

Om de maatschappelijke baten van groen en blauw in de stad in beeld te brengen hebben het RIVM en Wageningen Environmental Research modellen ontwikkeld. Deze baten kunnen op kaart zichtbaar gemaakt worden middels de Groene Baten Planner (GBP). Voor het NKWK-programma is dit een nieuwe tool, die interessant is om te verkennen als aanvulling op de TKS en KSS. Omdat in de TKS klimaatmaatregelen centraal staan die zowel groen als grijs kunnen zijn, is een vertaalslag nodig van de TKS naar de GBP.

Resultaten inventarisatie gebruikerswensen 2017

In 2017 zijn vanuit NKWK de gebruikerswensen geïnventariseerd door interviews met de betrokkenen bij de Community of Practice (CoP) 'De Waarde van Groen en Blauw in de Stad'. Uit deze interviews en een workshop werd duidelijk dat bestaande tools weinig worden gebruikt, vooral omdat ze onvoldoende aansluiten bij het werkproces van de gebruikers van de tools. Gebruikers zijn in eerste instantie gemeenten, maar ook waterschappen en provincies werken aan klimaatadaptatiemaatregelen in de stad. Daarbij maakten de bestaande tools naar mening van de gebruikers onvoldoende differentiatie naar de specifieke locatie bij het vaststellen van kosten en baten. De gebruiker wil graag handvatten aangeboden krijgen om de kosten en baten zelfstandig en in samenwerking met stakeholders te identificeren, die aan moeten sluiten bij de informatie die het beste gebruikt kan worden in de verschillende fasen van de beleidscyclus.

In 2019 is binnen dit project onderzocht welke vraag er is naar een zogenaamde MKBA-tool bij het maken van keuzes voor klimaatadaptatiemaatregelen. In deze zogenaamde MKBA-tool wordt de KSS en TKS bij elkaar gebracht en aangevuld met andere (additionele)baten, onder andere via de GBP. Het doel is om de kosten en baten op een systematische manier in kaart te brengen. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat een verregaande standaardisatie van kosten- en bateninformatie (bijvoorbeeld kengetallen voor kosten) het gevaar heeft voorbij te gaan aan de complexiteit die gebruikers in de praktijk tegenkomen. Het werkproces van de gebruiker moet daarom centraal staan. Ten slotte is belangrijk dat duidelijk wordt welke stakeholders welke kosten dragen en welke baten genieten. Daarbij hoeven niet alle baten gemonetariseerd te worden en kan ook een makkelijkere duiding van effecten overwogen worden (bijvoorbeeld in termen van risicoreductie, kostenbesparing, of een meer kwalitatieve duiding, als verbetering biodiversiteit).

Binnen het werkpakket MKBA van NKWK KBS is daarom nagedacht over de ontwikkeling van een MKBA-tool die op basis van de KSS en de TKS een systematisch overzicht geeft van de voor- en nadelen van de klimaatmaatregelen. Met deze tool zou voor een serie aan klimaatmaatregelen de verschillende maatschappelijke kosten en baten te analyseren (MKBA-tool). Hierbij worden zowel groenblauwe (denk aan bomen of watermaatregelen) als grijsrode (denk aan wateropvang in rioolbekkens, waterdoorlatende verharding/riolering) maatregelen meegenomen. We hebben een verkenning gedaan om de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een dergelijke tool in beeld te krijgen.

- in drie cases (in Dordrecht, Utrecht en Zoeterwoude) is een vergelijking gemaakt tussen de maatschappelijk kosten en baten van de huidige situatie met één of meerdere sets van maatregelen, zoals die met de Toolkit Klimaatbestendige Stad (TKS) zijn ontworpen en aansluiten op de klimaatschade zoals die in beeld zijn gebracht met de Klimaat Schade Schatter (KSS). Het doel van deze cases was om zicht te krijgen op welke additionele baten van klimaatadaptatie belangrijk zijn, maar ook om inzicht te krijgen op de gebruikerswensen: 'Welke vragen hebben gebruikers waarbij een MKBA een ondersteunend instrument zou kunnen zijn' en

- er is een concreet plan gemaakt voor het ontwikkelen van een MKBA-tool die aansluit op - en consistent is met - de KSS en de TKS. Het doel van deze tool is bijdragen aan een klimaat robuuste ontwikkeling van gemeenten door het formuleren van het juiste programma van eisen bij een gebiedsontwikkeling of in het beheer van de buitenruimte.

2 Keuzes bij opzet MKBA-tool NKWK Klimaatbestendige stad

Zoals in de inleiding al beschreven, verkennen we binnen dit project de kansen die het samenvoegen van verschillende tools met zich meebrengen als instrument bij het zoeken naar klimaatbestendige oplossingen, waarin het vergroten van het maatschappelijk rendement centraal staat. De insteek voor de MKBA-tool is dat deze aanvullend aan moet zijn aan de TKS. Voor verschillende klimaatmaatregelen waarvan de effectiviteit en de kosten in beeld zijn, worden aanvullend de additionele baten (co-benefits) weergegeven. Hierdoor wordt een brede afweging (in klimaat- en additionele maatschappelijke baten) mogelijk als ondersteuning bij het maken van een keuze tussen verschillende maatregelenpakketten. Binnen deze studie is voor drie cases een MKBA uitgevoerd waarin ruimtelijke ingetekende klimaatadaptatie maatregelen zijn doorgerekend door gebruik te maken van de verschillende tools. Voor de cases die met de TKS zijn uitgewerkt gaat het dan vooral om de ontwikkeling van klimaat robuuste omgevingsplannen en voor het beheer van de buitenruimte. In de toekomst zou de MKBA-tool ook breder toegepast kunnen worden.

In dit hoofdstuk zullen we eerst ingaan op de vraag waarom zo'n tool interessant is (paragraaf 2.1). Vervolgens wordt voor elk van de meegenomen effecten een korte beschrijving gegeven over de wijze waarop deze worden ingeschat; voor de baten in paragraaf 2.2 en voor de kosten in paragraaf 2.3. Om uiteindelijk de baten en kosten over de tijd met elkaar te kunnen vergelijken worden kosten en baten met een discontovoet netto contant gemaakt. Dit wordt uitgewerkt in paragraaf 2.4. In paragraaf 2.5 wordt ingegaan op de presentatie van de resultaten. Voor meer informatie over de gebruikte modellen en aannames wordt verwezen naar achtergrondliteratuur en naar bijlage 1 en 2.

2.1 **Waarom een MKBA tool?**

In 2019 is een verkenning gedaan naar de ontwikkeling van een MKBA tool om voor een serie aan klimaatmaatregelen, groenblauwe maar ook grijsrode, de verschillende maatschappelijke kosten en baten te analyseren. Deze tool kan te zijner tijd bijdragen aan een klimaat robuuste ontwikkeling van gemeenten door het formuleren van het juiste programma van eisen bij een gebiedsontwikkeling of in het beheer van de buitenruimte. Met een dergelijke tool zouden de gemeenten een onderbouwd instrument in handen krijgen voor het vormgeven van hun ruimtelijke adaptatie strategie die de maatschappelijke kosten, de klimaatbaten (wateroverlast, hittestress en droogte) maar ook de maatschappelijke baten op andere domeinen zoals gezondheid, natuur, recreatie en biodiversiteit in beeld zou kunnen brengen.

In deze verkenning worden de mogelijkheden onderzocht om op basis van de bestaande instrumenten KSS, TKS en GBP een MKBA tool te ontwikkelen die deze maatschappelijke kosten en baten van een set van maatregelen in een gebied in beeld kan brengen. De focus ligt daarbij op klimaatadaptatiemaatregelen maar in een MKBA dient men in het

referentiescenario echter rekening te houden met alle vastgestelde ontwikkelingen in een gebied.

In een MKBA worden de klimaatmaatregelen afgezet tegen het zogenaamde 'business as usual (BAU)' scenario (of nulalternatief). Dit scenario geeft de meest waarschijnlijke ontwikkeling zonder additioneel beleid. Het gaat dus niet om de huidige situatie, maar om hoe deze zich ontwikkelt zonder het project of nieuw beleid. In de MKBA wordt zo een vergelijking gemaakt tussen de ontwikkelingen met én zonder de additionele maatregelen. Het is belangrijk om bij het opstellen van de scenario's goed na te denken over de context. Waar zitten kwetsbare en vitale functies, en hoe kunnen deze beschermd worden.

Wat is het verschil tussen TKS en GBP in relatie tot de onderliggende data die verzameld moeten worden en de meerwaarde van GBP om een afweging locatiespecifiek te kunnen maken?

2.2 Uitwerking maatschappelijke baten

Bij het inschatten en moneteriseren van de baten van de maatregelen uit de TKS wordt gebruik gemaakt van de basiskennis en informatie uit de klimaatschadeschatter en de Groene Baten Planner en aanvullende specifieke informatie over CO2 vasthouden. De baten worden waar mogelijk aan de hand van de geografische detaillering van de maatregelen bepaald, daar eenzelfde fysiek effect niet op alle plaatsen dezelfde baat zal hebben. Daarnaast zullen ook effecten naast die van klimaatverandering in beeld worden gebracht, bijvoorbeeld welvaartseffecten van een groene(re) omgeving. In deze rapportage noemen we dat de additionele baten. De batenposten die zijn meegenomen zijn weergegeven in tabel 2.1.

Door aan te sluiten bij de binnen het NKWK programma ontwikkelde tools (KSS en TKS) en de GBP is in de beschrijving van het werkpakket een keuze gemaakt voor welke baten wel, en daarmee ook welke baten niet, in beschouwing zijn genomen. Sommige zijn door gebrek aan detail in de beschikbare informatie of door gebrek aan detail in de onderliggende tools nog niet meegenomen in de casussen.

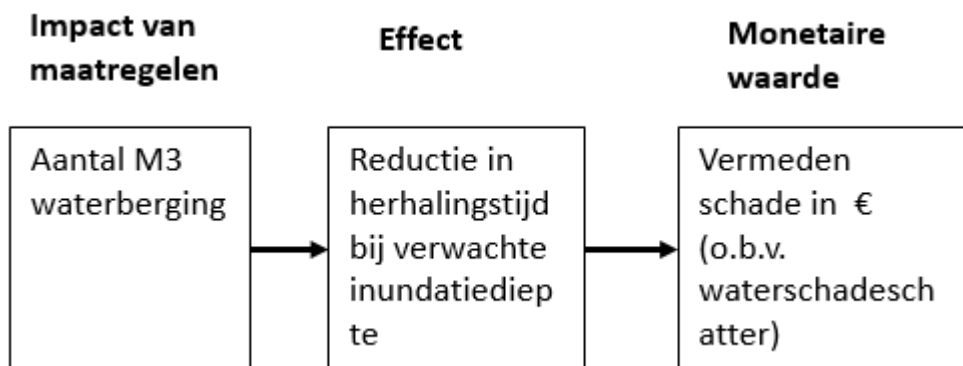
Tabel 2.1: overzicht met de baten die zijn meegenomen in de cases, inclusief de onderliggende modellen

	Batenpost	Berekend met
Klimaatadaptatiebaten	Vermindering wateroverlast	WaterSchadeSchatter, D-FIAT en KSS
	Vermindering hittestress/ Verkoeling in de stad	Nog niet meegenomen i.v.m. niet volledig in de KSS/ Groene Baten Planner
	Verminderen droogteschade	Niet meegenomen
	Verbetering waterkwaliteit	Niet meegenomen
Additionele baten	Verbetering luchtkwaliteit	Groene Baten Planner
	Betere gezondheid	Groene Baten Planner
	Toegenomen koolstofopslag (Vermindering CO2-emissies)	op basis van schattingen voor Koolstofvastlegging, in 2019 voor het eerst globaal toegepast in de Benchmark

	Batenpost	Berekend met
		Gemeentelijk Groen; www.benchmarkgroen.nl
	Toename vastgoedwaarde	Groene Baten Planner
	Toegenomen biomassa productie	Niet meegenomen
	Toegenomen houtproductie	Niet meegenomen
	Toename recreatiemogelijkheden	Niet meegenomen
	Biodiversiteit	Niet meegenomen

2.2.1 Vermindering wateroverlast

Voor de berekening van de baten van maatregelen door vermindering van de wateroverlast wordt uitgegaan van de wateroverlastkaarten zoals die worden gebruikt in de Klimaatschadeschatter (zie voor opbouw berekening Figuur 2.1). In de KSS staat echter alleen de toename van de schade door klimaat, terwijl bij het berekenen van de baten van maatregelen uit de toolbox-KBS de mogelijke vermindering van de huidige schade door wateroverlast wordt berekend. De schade door wateroverlast is bepaald met behulp van D-FIAT (Deltares, 2016), de wateroverlastkaarten uit de KSS en de schadefuncties van de waterschadeschatter (Hoes et al, 2013). Met deze informatie kan de huidige schade door wateroverlast worden bepaald. De schade door wateroverlast zal door klimaatverandering toenemen en zal globaal verdubbelen in de periode tot 2050 (STOWA, 2018). De toename van de schade door wateroverlast wordt lineair verondersteld. Op deze manier kan de totale schade door wateroverlast worden bepaald voor de komende 30 jaar, de periode waarover de maatregelen worden geëvalueerd (zie ook paragraaf 2.4).



Figuur 2.1. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door vermindering van de wateroverlast.

Eén van de uitkomsten van de Toolbox-KBS is de hoeveelheid extra waterberging en infiltratie in m3 die door de maatregelen gerealiseerd wordt, en een factor 'herhalingsstijd'. Deze factor geeft aan in hoeverre de herhalingsstijd van een bepaalde gebeurtenis wordt gereduceerd. Dit betekent dat wanneer de maatregelen in de Toolbox-KBS een factor 10 geven, de herhalingsstijd van de schade vanuit een 1:10 gebeurtenis met het maatregelenpakket wordt veranderd in een herhalingsstijd van

1:100. Dit betekent ook dat de schade door wateroverlast voor dit specifieke geval met 90 % wordt verminderd.

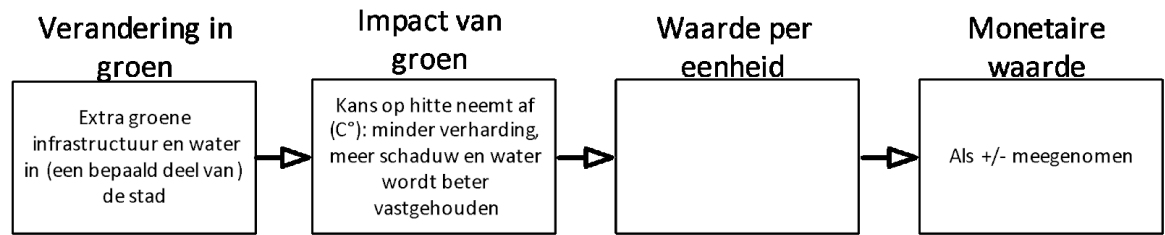
Voor elk projectgebied kan hiermee op basis van de waterschadeschatter (die ten grondslag ligt aan de schade-informatie op de klimaatschadeschatter) de vermeden schade met een bepaald maatregelpakket uit de TKS ten opzichte van de huidige situatie worden berekend.

2.2.2 *Vermindering hittestress*

Door klimaatverandering stijgt de temperatuur op aarde. In steden wordt dit nog versterkt door het hitte-eiland effect. Klimaatadaptatie kan bijdragen aan vermindering van de hitte in de stad. Minder hitte problemen betekent ook extra baten. In de TKS zitten berekeningen waarmee de impact van hittemaatregelen in beeld te brengen is. De eerste uitkomst geeft de gemiddelde reductie van het hitte-eiland effect in graden Celsius. Het nadeel van deze berekening is dat de uitkomst gemiddeld wordt over het projectgebied waardoor hoge en lage waarden elkaar uitsluiten. Hierdoor zegt een gemiddelde (vaak lage) reductie in graden Celsius niet zoveel over het verminderen van hittestress. Interessanter zou zijn te berekenen in welke mate de pieken van de stedelijke hittestress worden afgevlakt tijdens zomerse periodes. Door deze pieken te verminderen kunnen belangrijke gezondheidsbaten worden gerealiseerd. In de regel treden de pieken op aan het einde van de middag, de avond en begin van de nacht.

De tweede berekening in de TKS richt zich op de aanwezigheid van koele gebieden. Dit zijn gebieden van aaneengesloten hoge vegetatie (bladerdek) van 250m², waaronder de schaduw resulteert in de verlaging van de gevoelstemperatuur. De gevoelstemperatuur in deze 'koele gebieden' kan vaak meerdere graden koeler zijn dan in de omringende omgeving. Een toename in toegankelijke koele gebieden is in dit geval een andere indicator voor de reductie van hittestress dan de gemiddelde verkoeling van het hitte-eiland effect. De aanwezigheid van koele en aangename plekken betekent dat de openbare ruimte beter beleefbaar is. Dit schaduweffect treedt met name overdag op, door afscherming van de intense zonnestraling. In gebieden met aaneengesloten bladerdek heeft het ook een verkoelend naijl-effect, omdat de schaduw ook gezorgd heeft dat verharding eronder, of onmiddellijk aangrenzende bebouwing minder is opgewarmd en in de late middag en avond minder warmte afgeeft.

De welvaartsverschillen worden niet berekend in de KSS en TKS en worden hierdoor ook nog niet meegenomen in deze tool. Ook in de GBP wordt een inschatting gemaakt van het effect van groen op hittestress. De impact wordt gekwantificeerd door aan te geven met hoeveel graden het hitte-eiland effect afneemt (zie Figuur 2.2). Deze batenpost wordt niet gemonetariseerd meegenomen in de GBP maar kan uitgedrukt worden in de grootte van het gebied waar het 2 of 3 graden koeler is.



Figuur 2.2. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door verminderen hittestress

2.2.3

Betere luchtkwaliteit

Luchtkwaliteit veroorzaakt door fijnstof, stikstof en NOx is een probleem in de stad. Groen kan bijdragen aan een betere luchtkwaliteit omdat het deze stoffen kan "afvangen" doordat groen de depositie van deze stoffen beïnvloedt. Bepaalde groene elementen kunnen ook bijdragen aan een lokaal slechtere luchtkwaliteit, bijvoorbeeld doordat het fijnstof onder het bladerdek blijft hangen. In Figuur 2.3 is schematisch weergegeven hoe betere luchtkwaliteit berekend wordt met de GBP. Voor deze berekening is gestart met het bepalen van de hoeveelheid groene infrastructuur die wel bijdraagt aan een betere luchtkwaliteit door het afvangen van fijnstof (deeltjes tot 10 microgram).



Figuur 2.3. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door betere luchtkwaliteit

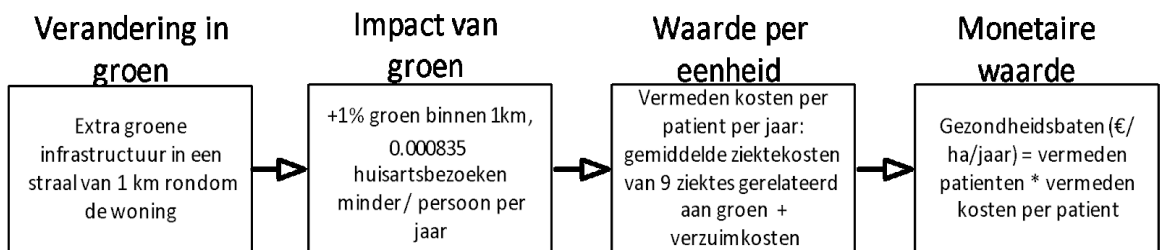
De berekening start met het bepalen van de fijnstofdepositie in elke cel door de depositiesnelheid per vegetatietype (bomen, middelhoge vegetatie en lage vegetatie) te vermenigvuldigen met de vegetatie fractie in de cel. Vervolgens wordt berekend hoeveel fijnstof er jaarlijks wordt afgevangen in dezelfde cel door de totale depositiesnelheid te vermenigvuldigen met de aanwezige fijnstofconcentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). De depositie van fijnstof wordt binnen een cel van $10 \times 10 \text{m}$ berekend. De waarde van de afgevangen hoeveelheid fijnstof in een cel is afhankelijk van de bevolkingsdichtheid in de cel. De monetaire waarde per cel wordt berekend door het gemiddelde aantal inwoners in een hectare (dus $100 \times 100 \text{m}$) rondom de cel te bepalen. Vervolgens wordt, via een lineaire relatie tussen bevolkingsdichtheid en de milieubaten van fijnstof, de monetaire waarde van een kilogram fijnstof afgeleid en vermenigvuldigd met de daadwerkelijke hoeveelheid afgevangen fijnstof in de cel (€/jr) (Remme et al., 2017; Paulin et al., 2019).

2.2.4

Betere gezondheid

In de groene baten planner worden verschillende baten van groen voor de gezondheid bepaald (Remme et al., 2017; Paulin et al., 2019). In Figuur 2.4 is schematisch weergegeven hoe de waarde van betere gezondheid berekend wordt met de GBP. De eerste baat die wordt

meegenomen, is de jaarlijkse afname van huisartsbezoeken door een toename in groen. De gezondheidswinst van 1% meer groen is berekend op 0.000835 minder huisartsbezoeken per persoon per jaar (Maas, 2008). De hoeveelheid groen in een radius van 1 km rondom elke cel (10x10m) wordt bepaald en vermenigvuldigd met het kengetal van vermeden huisartsbezoeken. Het totale aantal vermeden huisartsbezoeken in elke cel wordt vermenigvuldigd met de bevolkingsdichtheid in elke cel. Vervolgens wordt het aantal vermeden huisartsbezoeken gemonetariseerd door te vermenigvuldigen met de ziektekosten per patiënt.



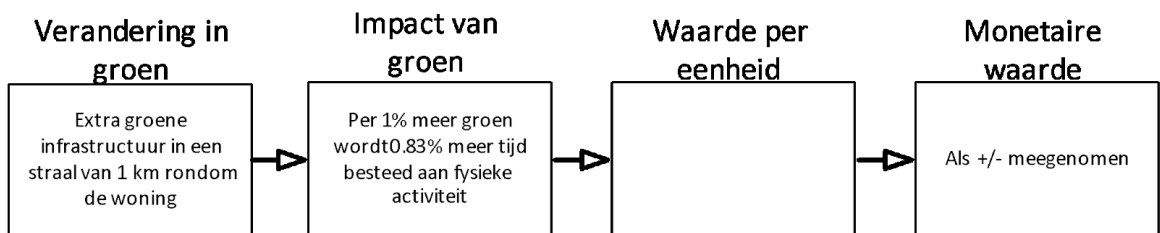
Figuur 2.4. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door betere gezondheid

De gemiddelde vermeden ziektekosten per patiënt per jaar zijn €868,- (TEEB stad tool; 2016 waardes). De specifieke aandoeningen/ ziektes waarvan de kosten zijn meegenomen voor het berekenen van de gemiddelde ziektekosten zijn: infectie darmkanaal, migraine, urineweginfectie, bovenste luchtwegen, angst, diabetes, astma & COPD, nek&rugklachten, depressie en coronaire hartziekten (KPMG, 2012).

2.2.5

Toename fysieke activiteit

Daarnaast kijkt de groene baten planner ook naar het effect van meer groen op bewegen en op hittestress (zie Figuur 2.5 en Figuur 2.6). Beide baten leveren gezondheidswinst op. Gezondheidswinst van meer fietsen door aanleg van extra groen wordt wel berekend in de Groene Baten Planner. Doordat onbekend is hoeveel overlap er is met de andere gezondheidswinsten die worden meegenomen, worden deze baten als PM post in de MKBA van de cases meegenomen.



Figuur 2.5. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door toename fysieke activiteit

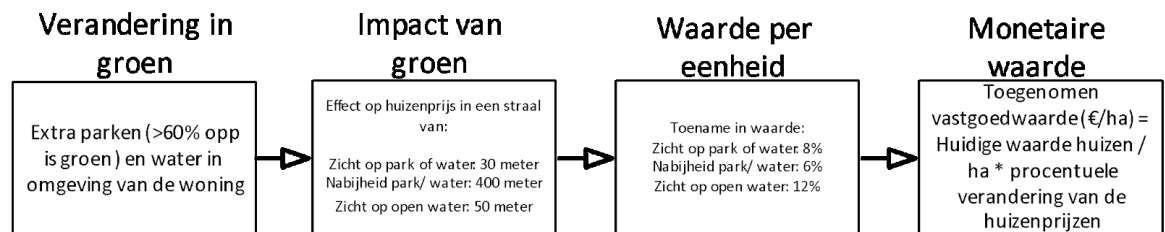
Het verkoelend effect van groen wordt in de GBP berekend door de reductie van het stedelijk hitte-eilandeffect te bepalen. Het stedelijk hitte-eiland effect is afhankelijk van het type landgebruik, de bevolkingsdichtheid, de windsnelheid en het type groen wat aanwezig is. Het verkoelend effect van groen wordt bepaald door het (theoretische)

maximale hitte-eilandeffect te reduceren met het werkelijke hitte-eilandeffect, waarbij het verkoelend effect van groen in elke cel is meegenomen (Lauwaet ea, 2018). Deze baat wordt op dit moment nog niet gemonetariseerd meegenomen .

Figuur 2.6. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door afname hittestress

2.2.6 *Toename vastgoedwaarde*

Zicht op en nabijheid van bomen, parken en open water heeft invloed op de huizenprijzen. In de Groene Baten Planner (Remme et al., 2017; Paulin et al., 2019) is een aanname gemaakt voor de afstand waarbij huizen profiteren van de baat, en zijn de percentages waarmee de huizenprijzen toenemen bij zicht op en nabijheid van groen waarmee gerekend gebaseerd op Luttik en Zijlstra (1997) en Ruijgrok (2006). Een park wordt gedefinieerd als een cluster van cellen die samen 1 ha of groter zijn en waarbij elke cel voor minimaal 60% uit vegetatie bestaat. Open water wordt gedefinieerd als een cluster van cellen die samen 1 ha of groter zijn (zie Figuur 2.7).



Figuur 2.7. Schematische weergave van de berekening van de baten van maatregelen door toegenomen vastgoedwaarde

2.2.7 *Vermindering CO2-emissies door koolstofopslag*

In stedelijk groen wordt ook koolstof (C) opgeslagen in de vegetatie en in de bodem. De opname in de vegetatie is vooral van belang in meerjarige vegetatie, zoals bomen, struikbeplantingen en grasvelden. In de houtige delen van deze vegetatie (bomen, struikbeplantingen) wordt jaarlijks C vastgelegd en dat kan worden uitgedrukt in vermeden CO2. Ook in de bodem wordt C gebonden, maar dit komt merendeels vrij als de bodem wordt omgeploegd, in de winter braak ligt, of zoals bij veel traditioneel groenbeheer 'zwart' wordt gehouden door schoffelen. De in de bodem vastgelegde C kan in een zelfde orde van grootte liggen als die in de houtige biomassa.

Hoeveel C in het stedelijk groen wordt vastgelegd wordt niet bijgehouden, zoals de C-vastlegging in bos- en natuurgebieden wordt gerapporteerd (Ruyssenaars et al., 2019). Op basis van de aannames in de rapportage voor de vastlegging in bos en natuur zijn aannames gedaan over de jaarlijkse vastlegging in bomen, struikbeplantingen en gras (zie Tabel 2.2).

Voor de cases is voor de waarde van de vastlegging de marktprijs voor een ton CO2 aangenomen van 20 Euro (Afgeleid van de prijsontwikkeling van de CO2-emissiehandel; European Energy

Exchange, <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/spot-market/european-emission-allowances>).

Tabel 2.2. CO2 opslag, en de waarde van CO2 opslag in bomen, struiken en gras

Koolstofopslag in	Opslag van CO2 ton CO ₂ /jaar	€/ha/jaar
Bomen	0,0132 *)	2,64*)
Struiken	7,5	150
Gras	2,2	44

*) : €/boom/jaar

2.2.8

Andere verkende additionele baten

Naast de bovengenoemde (neven)baten die meegenomen worden in de drie genoemde tools en monetair in een MKBA kunnen worden meegenomen, zijn er een aantal andere baten te relateren aan klimaatadaptatiemaatregelen waarvoor dit nog niet mogelijk is. Deze zijn niet meegenomen in de casussen.

Gezondheidsbaten

Toename fysieke activiteit door toename in groen

Een groenere omgeving stimuleert mensen om meer te bewegen in het groen (wandelen, fietsen, tuinieren). De toegepaste berekening voor deze baat is gebaseerd op de studie van Klompmaker et al. (2018) waarin een relatie gevonden is tussen de hoeveelheid groen in een radius van 300m en het aantal extra minuten dat volwassenen besteden aan fysieke activiteit in het groen. Het percentage groen in elke cel wordt berekend en gekoppeld aan het aantal extra minuten dat besteed wordt aan activiteit in het groen (maximaal 43.8 minuten). Vervolgens worden de extra minuten vermenigvuldigd met het inwoneraantal in de cel om tot het totale aantal extra minuten per jaar te komen (Paulin et al., 2019).

Toename fietsen voor woon-werkverkeer door groen

Uit de studie van Maas et al. (2008) is gebleken dat er een relatie bestaat tussen de hoeveelheid groen in een straal van 1km en het aantal minuten dat er gefietst wordt voor woon-/werkverkeer. De relatie laat zien dat een toename van 1% groen leidt tot 0,83 minuten extra fietsen van en naar werk. Het percentage groen in elke cel wordt berekend en gekoppeld aan het aantal extra minuten dat besteed wordt aan fietsen voor woon-/werkverkeer. Vervolgens worden de extra minuten vermenigvuldigd met het aantal personen van de beroepsbevolking dat met de fiets van en naar werk reist (Paulin et al., 2019).

Fietsen levert een gezondheidsbaat doordat het de kans op overlijden kan reduceren (Kelly et al. 2014). Het aantal minuten dat extra gefietst wordt van en naar werk, resulteert daarom in een verminderde kans op overlijden. Deze verminderde kans op overlijden, wordt vermenigvuldigd met het inwoneraantal in elke cel om te komen tot het aantal vermeden sterfgevallen. Deze vermeden sterfgevallen zijn vervolgens gemonetariseerd met de HEAT Tool waarin de waarde van een mensenleven in euro's (€2.877 miljoen) wordt gegeven. Het aantal vermeden sterfgevallen wordt met deze monetaire waarde vermenigvuldigd om tot een monetaire waarde van het vermeden levensverlies te komen (Paulin et al., 2019).

Toename hout- en biomassaproductie

Deze is nog niet in deze MKBA opgenomen. Momenteel is dit ook nog geen belangrijke baat als het gaat om de monetaire waarde per eenheid. Momenteel zijn de kosten van verwerking van vrijkomende biomassa (snoeihout, maaisels, schoffelresten, incidenteel stamhout) vaak nog hoger dan de opbrengsten. Wel neemt de prijs van houtchips de laatste jaren wat toe, door vraag uit Duitsland in de grensregio's en afzet aan kleine en middelgrote biomassacentrales. De circulaire economie zal hier verandering in kunnen aanbrengen. Zie Spijker et al. in prep; Spijker et al. 2013.

2.3 Uitwerking maatschappelijke kosten

De kosten van de klimaatmaatregelen zijn bepaald op basis van de toolkit klimaatbestendige stad (zie Tabel 2.3).

Tabel 2.3: overzicht met de meegenomen kosten van klimaatmaatregelen

Kostenpost	Berekend met
Investeringskosten	Toolkit klimaatbestendige stad
Beheerskosten	Toolkit klimaatbestendige stad

2.3.1 Investeringskosten

Bij de ontwikkeling van de Adaptation Support Tool en de van daaruit doorontwikkelde Toolkit Klimaatvriendelijke Stad (TKS) zijn de investeringskosten van groene en niet-groene maatregelen voor klimaatadaptatie in beeld gebracht. Hiervoor is voor de groene maatregelen gebruik gemaakt van het Normenboek Natuur, bos en landschap 2018, Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen, alsmede van het Normenboek Gemeentelijk Groen 2018, Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van openbaar groen. Inrichtingsmaatregelen waar nog geen norm van bestaat zijn afgeleid uit informatie van afgeronde projecten en expert-judgement van Deltares, Tauw en Wageningen Environmental Research.

2.3.2 Beheerkosten klimaatmaatregelen

Bij de beheerkosten is voor de groene maatregelen gebruik gemaakt van informatie uit de eerder genoemde normenboeken. Voor de beheerkosten van niet-groene maatregelen is veelal gebruik gemaakt van expert-judgement en is een percentage geschat van de investeringskosten als onderhoudskosten.

In de beheerskosten zijn meegenomen de kosten van uitvoering inclusief een toeslag van 20% voor bedrijfsvoering, administratie, algemene reiskosten en risico. Ook kosten voor inzet van arbeid, materieel en materiaal zijn meegenomen. Niet inbegrepen zijn de kosten voor BTW, en bij uitbesteding de kosten voor het opstellen van bestekken en contact met en toezicht op uitvoerders. Ook de kosten van sloop of verwijdering van een eventueel reeds bestaande inrichting is niet meegenomen.

2.3.3 *Aandachtspunten bij kostenbepaling*

Een algemeen aandachtspunt is dat er zonder het treffen van een klimaatmaatregel (zoals een groen dak, boom, park) in de autonome ontwikkeling ook beheerskosten zouden zijn. Deze feitelijk vermeden kosten zijn niet meegenomen. Dit leidt tot een onderschatting van de baten. In bepaalde gevallen, bijv. bij de aanleg en onderhoud van een gazon in een nieuwe wijk in plaats van een betegeld plein, kunnen de vermeden kosten (geen tegelplein aanleggen) zelfs hoger zijn dan de kosten voor de groene klimaatmaatregel.

Daarnaast zijn de investeringskosten nu ruim ingeschat: de volledige bijkomende kosten zijn hierin opgenomen. Bij het aanleggen van waterdoorlatende bestrating zijn de volledige kosten van herbestrating meegenomen; bij het aanleggen van een groen dak de volledige kosten van dakherstel. In de praktijk zullen de klimaatmaatregelen echter vaak niet 'stand-alone' worden uitgevoerd, maar worden meegekoppeld met lopende uitvoeringsprocessen - zoals gepland dakherstel of herbestrating. De werkelijke extra investeringskosten van de klimaatmaatregelen zijn dan eigenlijk alleen de extra materiaalkosten/extra maatregelen t.b.v. klimaatbestendigheid. In de huidige kosteninschatting is er daarmee dus een overschatting van de extra investeringskosten van maatregelen ten opzichte van geen maatregelen.

2.4 **Gebruik discontovoet**

De klimaateffecten die in de stresstest worden onderzocht, en daarmee ook de baten van eventuele maatregelen, spelen met name op de (middel)lange termijn. Investeringskosten worden op korte termijn gemaakt, onderhoudskosten jaarlijks of periodiek. Om een goede afweging te kunnen maken tussen wel of niet investeren, moeten baten en kosten over de tijd op gelijke voet met elkaar worden vergeleken. Dit gebeurt door de kosten en baten naar hetzelfde basisjaar terug te rekenen, oftewel door te verdisconteren. De achterliggende gedachte hierbij is dat er een verschil is in de waardering tussen consumptie (baten) nu, ten opzichte van consumptie (baten) in de toekomst. Daar zijn drie redenen voor (Werkgroep Discontovoet, 2015):

1. De verwachting dat de welvaart in de toekomst groeit – 100 euro is nu meer waard dan over 5 jaar, als we met z'n allen rijker zijn geworden.
2. Een pure tijdsvoorkeur – liever 100 euro nu in de portemonnee, dan over een jaar.
3. Onzekerheid over de toekomst. Ook als de baten in de toekomst tegenvallen moeten ze nog hoog genoeg zijn om de investering in het heden te verantwoorden.

Met behulp van de discontovoet worden kosten en/of baten in alle jaren tijdens de levensduur van de investering - dus ook jaarlijks terugkerende baten of kosten zoals onderhoud - verdisconteerd naar het basisjaar en bij elkaar opgeteld. Dat is dan de 'contante waarde'. De discontovoet bestaat uit een risicovrije discontovoet en risico-opslag. Daarnaast kan het zo zijn dat doordat baten in bepaalde sectoren zeldzamer worden, er sprake is van een relatieve prijsstijging - hier geldt het argument van verwachte welvaartstoename niet meer, en kan een lagere discontovoet worden gerekend. De werkgroep discontovoet geeft aan dat dit geldt voor transportinfrastructuur met reistijdwinst als bate, natuur, en klimaat (CO2).

Er is niet één discontovoet die overal voor kan worden gebruikt. Zo is de risico-opslag voor publieke fysieke investeringen 4.5%, gebaseerd op het argument van "substantiële vaste kosten" (Steunpunt economische analyses RWS, 2016).

De risico-opslag voor natuur is vastgesteld op 3%. Daarnaast wordt vervolgens voor de baten van natuur van de berekende discontovoet (0% + 3%) een prijsstijging afgetrokken om de effectieve discontovoet vast te stellen. Voor effecten op ecosysteemdiensten/ natuur wordt aangeraden een prijsstijging van (meer dan) 1% te gebruiken (Koetse et al., 2017; Ruijs en Renes, 2017; Werkgroep Discontovoet, 2015), mits de effecten niet of nauwelijks substitueerbaar zijn door consumptiegoederen, en een lagere groeivoet hebben dan consumptie. Sterk locatiegebonden ecosysteemdiensten die relatief schaarser worden en moeilijk substitueerbaar zijn, zoals recreatie en kwaliteit van de leefomgeving (*verkoeling, luchtkwaliteit*) in of nabij stedelijke gebieden, zijn hier een goed voorbeeld van. Het marginale nut van deze diensten stijgt: ze hebben een 'relatieve prijsstijging' die meegenomen wordt in de effectieve discontovoet.

Conclusie: Voor deze tool stellen we de discontovoet vast op 4,5% (gebaseerd op Werkgroep Discontovoet, 2015). Uitzondering hierop is de discontovoet die we gebruiken voor de baten van groene maatregelen. Op basis van de risico opslag voor natuur en een prijsstijging voor locatiegebonden ecosysteemdiensten wordt de effectieve discontovoet van 1% toegepast (de risicovrije disconto (0%) plus risico-opslag voor natuur (3%) minus prijsstijging voor locatiegebonden ecosystemen (2%)) (Zie voor overzicht Tabel 2.4).

Tabel 2.4: Discontovoet zoals gebruikt in de cases

Investing/ effectpost	Gehanteerde discontovoet	Redenatie	Bron
Investing maatregel	4,5%	Investing publieke infra	Werkgroep discontovoet, 2015
Beheer en Onderhoud	4,5 %	Investing publieke infra	Werkgroep discontovoet, 2015
Vermindering wateroverlast	1%	Schaarse Ecosysteemdienst in stedelijk gebied	Ruijs en Renes, 2017
Gezondheid	1 %	Schaarse Ecosysteemdienst in stedelijk gebied	Ruijs en Renes, 2017
Vastgoedwaarde door groen	1%	Schaarse Ecosysteemdienst in stedelijk gebied	Ruijs en Renes, 2017
Luchtkwaliteit	1%	Schaarse Ecosysteemdienst in stedelijk gebied	Ruijs en Renes, 2017

De maatregelen die in de Toolkit Klimaatbestendige Stad opgenomen zijn, kennen een grote diversiteit, en daarmee ook verschillen in levensduur. Zo kan een bomenrij na 200 jaar nog steeds bestaan, terwijl een groene gevel of een greppel misschien al na 30 jaar aan vervanging toe is. Idealiter worden voor elke maatregel dus de levenscycluskosten over dezelfde periode berekend – met voor maatregelen met een kortere levensduur een hernieuwde investering. Omdat de levensduur per maatregel in de TKS niet bekend is, nemen we voor de MKBA een gemiddelde levensduur van 30 jaar aan.

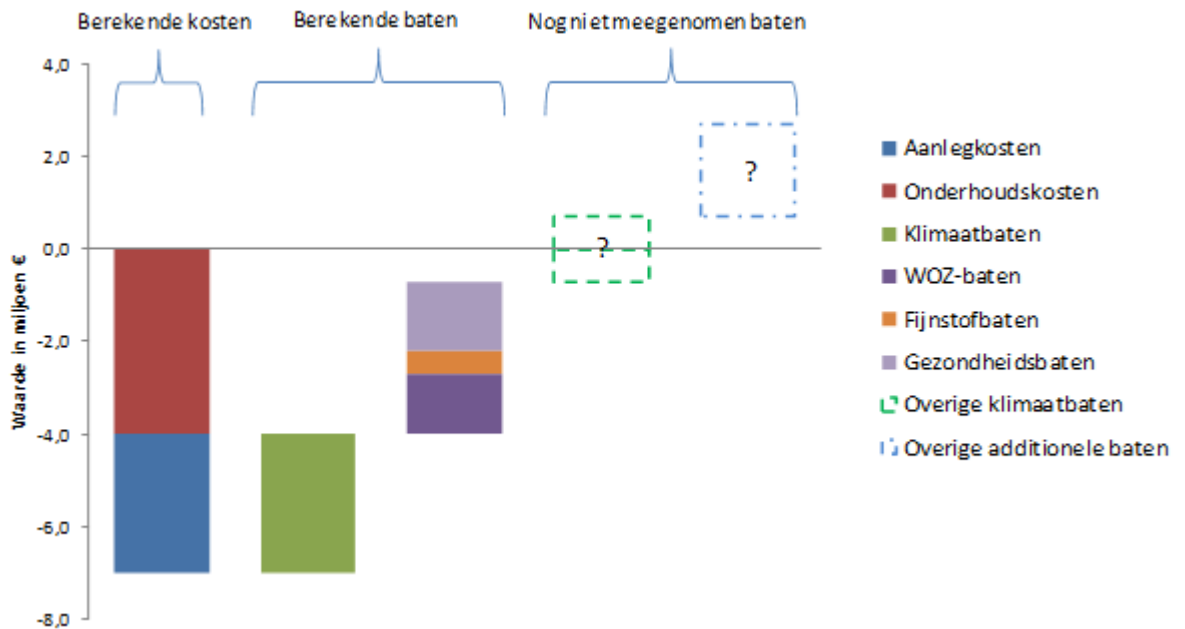
Voor het optreden van maatschappelijke baten is de tijdsdimensie erg belangrijk: een “stedenbouwkundige ingreep” kan direct effect opleveren terwijl een maatregel om biodiversiteit te stimuleren pas veel later tot maatschappelijke baten leidt (zie bijvoorbeeld Renes ea, 2011). Deze tijdsdimensie is niet meegenomen in de verschillende casussen.

2.5 Presenteren resultaten

Om als stad klimaatbestendig te worden, worden kosten gemaakt. Hiertegenover staan de baten van klimaatbestendigheid. Afhankelijk van de gekozen maatregelen, zullen er ook andere (additionele) baten (en eventueel kosten) optreden. De vraag is of de maatschappelijke effecten de gemaakte kosten waard zijn. Een MKBA wil antwoord geven op deze vraag.

De kosten voor klimaatbestendigheid zijn vaak goed in te schatten. Voor een deel van de baten geldt dit ook; er is een duidelijke oorzaak-effect relatie empirisch vastgesteld, en het is mogelijk om deze effecten ook monetair te waarderen. Daarnaast zijn er baten waarvan bekend is dat ze zullen optreden, maar waarvoor nog geen monetaire waarde bekend is. Het kan ook zijn dat effecten van een verandering in de leefomgeving van beperkt belang zijn in een MKBA, maar wel een grote rol in het

maatschappelijk debat (Koopmans, 2018). Wij kiezen ervoor om bij het presenteren van de resultaten alle effecten zichtbaar te maken. Voor het presenteren van de resultaten van de casussen kiezen we ervoor om naast een MKBA overzichtstabel de resultaten zo te presenteren dat er zicht komt op de orde van grootte van de baten en op de verhouding tussen de baten (een watervalgrafiek, zie Figuur 2.8). We kiezen ervoor om zichtbaar te maken welke baten relatief zeker zijn, maar ook om de minder zekere baten niet weg te laten om een algemeen beeld te kunnen laten zien. Sommige baten zijn bijvoorbeeld behoorlijk zeker te realiseren, maar relatief gering (luchtkwaliteit). Andere baten zijn heel onzeker, maar kunnen potentieel heel groot zijn. Door het op deze manier te presenteren kan zichtbaar worden dat klimaatadaptatiemaatregelen maatschappelijk rendement opleveren doordat deze ook additionele baten opleveren. Deze baten zijn argumenten om andere baathebbers mee te nemen in het besluitvormingsproces rondom klimaatadaptatie.



Figuur 2.8 Presenteren MKBA-tool resultaten: voorbeeld waterval grafiek

In het waarderen van de baten kunnen dubbeltellingen optreden,, waarbij door de gebruikte proxy's hetzelfde effect (deels) bij verschillende categorieën baten wordt meegenomen. Een voorbeeld hiervan zijn fysieke en mentale gezondheidsbaten. Er zijn veel onderzoeken die empirisch aantonen dat groen een positief effect heeft op allerlei ziektebeelden. Een daarvan is het verminderen van luchtwegklachten doordat meer groen de luchtkwaliteit kan verbeteren. Maar fijnstofafvang kan ook los worden gemonetariseerd, via een prijs per afgevangen kilo. In de casussen is nog geen inzicht gegeven in mogelijke dubbeltelling - hier zal volgend jaar wel aandacht aan worden besteed.

3 Toepassen MKBA in drie cases

3.1 Selectie van de cases

Om beter inzicht te krijgen in de voor- en nadelen van een MKBA zijn er drie cases geselecteerd waarvoor de maatschappelijke kosten en baten van één of meerdere alternatieven van klimaatmaatregelen voor een wijk/buurt uitgewerkt. Voor een case (Zoeterwoude) zijn al eerder de mogelijke klimaatadaptatiemaatregelen met de TKS in beeld gebracht. Voor de andere twee cases hebben we gezocht naar gebruikers die mogelijk geïnteresseerd zijn in het gebruik van een MKBA -tool in besluitvormingsprocessen rondom klimaatadaptatie. De drie casussen kunnen worden gekarakteriseerd door verschillende kenmerken. In Tabel 3.1 worden enkele kenmerken samengevat.

Tabel 3.1: kenmerken van de verschillende casussen

	Dordrecht	Kanaleneiland (Utrecht)	Zoeterwoude Rijndijk (Zoeterwoude)
Type plan	omgevingsvisie	klimaatadaptatie en ruimtelijke inrichten buitenruimte woonwijk	klimaatadaptatie industrieterrein
maatregelen waren al met TKS in beeld gebracht	nee	nee	ja
Schaalniveau	4036 ha	56 ha	296 ha
Verstedelijking	woonopgave en vergroening	dichtbevolkt	vooral bedrijventerrein
aantal inwoners	140.000	8367	2626
aantal ha extra groen	Scenario 1: 64 ha Scenario 2: 38 ha	6 ha	15 ha
aantal ha extra blauw	Scenario 1: 6 ha Scenario 2: 40 ha	0 ha	1 ha

3.2 Voorbereiden cases en eerste gebruikersoverleg

In Dordrecht, Kanaleneiland (Utrecht) en Zoeterwoude Rijndijk is is een MKBA uitgewerkt waarin een referentiaalalternatief (de huidige situatie onder klimaatveranderingen) en één of meerdere adaptatieplan(en) zijn opgesteld. Voor twee van de drie casussen zijn de adaptatie-plannen met de TKS uitgewerkt/ doorgewerkt. Bij de derde case zijn de plannen door een stedenbouwkundig bureau in overleg met de gemeente op kaart gezet. Het doel van deze cases was om inzicht te krijgen op de voor- en nadelen van een MKBA zijn als beslissingsondersteunend instrument bij het maken van klimaatadaptatie-plannen voor een

gemeente. Welke gebruikerswensen leven er, welke vragen hebben gebruikers waarbij een MKBA een ondersteunend instrument zou kunnen zijn? Een ander doel is om beter zicht te krijgen op welke (additionele)baten van klimaatadaptatie belangrijk zijn.

Voor iedere case zijn minimaal twee gebruikersoverleggen georganiseerd waarbij aansluiting is gezocht met zowel het bestuurlijke proces als het werkproces in gemeenten. Voor deze sessies zijn presentaties gemaakt (op verzoek verkrijgbaar via auteurs). Tijdens het eerste gebruikersoverleg is de opzet en methode van de MKBA besproken en is de context van de specifieke case geschetst, waarbij onder andere is besproken:

- In welke planfase het project zit
- Wat het schaalniveau van het project is
- Welke klimaatadaptatiemaatregelen worden voorgesteld
- Welke andere maatschappelijke opgaven er in het gebied spelen en welke andere potentiële baten er te verwachten zijn.
- Waar en door wie besluitvorming zal plaatsvinden
- Hoe de MKBA na verwachting in de besluitvorming zal worden ingezet; Welke vragen de gebruikers hebben waarbij een MKBA een ondersteunend instrument zou kunnen zijn.

Na het eerste overleg is de projectgroep aan de slag gegaan met de drie MKBAs. In een tweede gebruikersoverleg zijn de resultaten teruggekoppeld en is onder andere besproken:

- Welke partijen bij elkaar gebracht worden voor optimalisatie van ontwerp?
- Of de gebruiker van de resultaten geïnteresseerd is in de totale kosten/baten of juist om toedeling naar verschillende baathouders en kosthouders?
- Op welke wijze de resultaten bruikbaar zijn voor de vervolgstap in het besluitvormingsproces van de gebruiker?
- Wat een MKBA tool waard (euros) is voor een gebruiker?

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van de drie MKBAs en de reflectie van de gebruikers op de MKBA en de resultaten een voor een worden besproken. Het hoofdstuk sluit af met een overkoepelende conclusie.

3.3 MKBA casus Utrecht Kanaleneiland Noord

3.3.1 Context

De wijk Kanaleneiland Noord ligt in het zuidwesten van de gemeente Utrecht en wordt ingesloten door drie grote wegen en het Amsterdam-Rijnkanaal. De wijk is aangelegd in de jaren '60 als uitbreiding van de stad en wordt gekenmerkt door een wederopbouwstructuur, waarin langgerekte stempels van hoogbouw worden afgewisseld met laagbouw op de hoeken. Een groot deel van de gebouwen en omliggende terreinen zijn eigendom van woningcorporaties. Gezien de slechte staat van veel gebouwen en terreinen, vindt er veel herontwikkeling plaats en staat een groot deel van de wijk op de planning om gerenoveerd te worden. Op dit moment is er relatief veel verharding in de wijk en het is het aanwezige groen de afgelopen jaren verschaald: de beplanting is eenzijdiger geworden en de groeicondities zijn verslechterd. Tijdens de eerste gebruikersbijeenkomst is de bovenstaande context van de case besproken met de gemeente Utrecht en is gesproken over de

toepassing van een MKBA van klimaatadaptatie maatregelen. Er werd aangegeven dat het nog onzeker was of een MKBA meerwaarde heeft in de besluitvorming wat betreft klimaatadaptatie. Zeker wanneer een MKBA negatief uitvalt, dan dit de besluitvorming bemoeilijken. Echter zijn tijdens deze bijeenkomst ook de mogelijkheden van de Groene Batenplanner gepresenteerd. De additionele baten van klimaatadaptatie maatregelen op o.a. het gebied van gezondheid, bewegen en huizenprijzen bieden kansen om de meerwaarde van maatregelen op andere beleidsterreinen binnen de gemeente te tonen. Mogelijk kunnen klimaatadaptatie maatregelen meegekoppeld worden met projecten uit deze andere beleidsterreinen.

3.3.2 *Probleembeschrijving*

Door de hoge mate van verharding in de wijk, is er weinig ruimte voor water om te infiltreren in de bodem. Ook zorgt de hoge mate van verharding en bebouwing voor hitte-eilandeffecten in de wijk. De wijk is gebouwd op de zandlaag die bovenop een kleilaag ligt. Het gevolg hiervan is dat water redelijk snel infiltreert in de zandlaag en door ondergrondse stroming richting het Amsterdam-Rijnkanaal wegstroomt. Deze snelle infiltratie van water kan, met het oog op klimaatverandering, leiden tot toekomstige droogteproblemen en schade aan de groene voorzieningen.

3.3.2.1 Wateroverlast

In de wijk treedt bij heftige regenval weinig waterschade op. Het water kan zich gelijkmatig over de wijk verdelen en blijft op de rijbaan liggen totdat het via het riool wordt afgevoerd naar het oosten met een overstort op het Merwedekanaal. Deze gelijkmatige verdeling van water is het resultaat van relatief weinig hoogteverschillen in de wijk, doordat het op een zandlaag is aangelegd, en het gemengde rioolstelsel. Het rioolstelsel is gelijktijdig met de wijk aangelegd in de jaren '60 en verkeerd in goede staat doordat de buizen gefundeerd zijn.

3.3.2.2 Hittestress

Doordat de wijk voor een groot deel verhard en bebouwd is, wordt er veel warmte vastgehouden. Op sommige plekken zorgt vegetatie voor verkoeling, bijvoorbeeld de bomenrij aan de Beneluxlaan, maar waar de vegetatie ophoudt is de temperatuur gelijk hoger. Het grootste hittestress knelpunt is rondom het winkelcentrum met weinig groen en een groot parkeerterrein. Er is nog niet gekwantificeerd hoe hoog de schade zal zijn als gevolg van hittestress.

3.3.2.3 Droogte

De zandlaag waarop de wijk gebouwd heeft een slechte buffer functie en is niet in staat om voldoende water vast te houden. Het geïnfilteerde water kan niet door de onderliggende kleilaag en stroomt ondergronds weg richting het Amsterdam-Rijnkanaal. Door klimaatverandering kan deze slechte bufferfunctie van de bodem leiden tot droogteproblematiek. Kwantificering van de verwachte droogteschade is op het op het moment van deze rapportage nog niet mogelijk.

3.3.3 *Klimaatmaatregelen*

De gemeente Utrecht heeft in samenwerking met Tauw een visie ontwikkeld voor het gebied Kanaleneiland Noord in het jaar 2050. Deze

visie is met name gericht op het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit en het klimaatbestendig maken van de wijk. Zo wordt er ingezet op het verbeteren van het groen in de wijk en een vermindering van het verharde oppervlak. Het aanleggen van bomenlanen en vergroenen van binnenhoven en speeltuinen moeten verdroging tegengaan en bijdragen aan meer verkoeling in de wijk. Door parkeerplaatsen te clusteren en gebruik te maken van grastegels neemt het verharde oppervlak af wat verkoeling en de infiltratie van water ten goede komt. Verdere vergroening zou gerealiseerd kunnen worden door het aanleggen van groene daken op laagbouw en het aanleggen van een dakpark op het winkelcentrum. Een overzicht van alle beoogde maatregelen in het gebied wordt weergegeven in tabel 3.2. Niet al deze maatregelen kunnen vertaald worden naar maatregelen in de TKS, daarom wordt in tabel 3.2 ook aangegeven welke maatregelen vertaald zijn naar de TKS. Alleen de vertaalde maatregelen zijn doorgerekend met de TKS en de GBP.

Tabel 3.2 Klimaatmaatregelen in Kanaleneiland Noord volgens de visie van Tauw en de gemeente Utrecht, inclusief de vertaalslag naar Toolkit Klimaatbestendige Stad (TKS).

Maatregel volgens de visie van Tauw en de Gemeente Utrecht	Locatie in Kanaleneiland Noord	Maatregel TKS
Groene daken aanleggen op laagbouw	Rijtjeshuizen met 2 of minder verdiepingen + Rafaelschool	Groene daken
Openbare speelplekken vergroenen	Adenauerlaan, Spaaklaan, Nansenlaan	Verharding eruit, groen erin
Versterken centrale groene as loodrecht op kanaal + middenas	Peltlaan, Bevinlaan, Van Heuven Goedhardlaan, Atleeplantsoen, Bernadottelaan, Marshallaan	Straatbomen en bomenlanen
Dak winkelcentrum dakpark	Winkelcentrum NOVA	Groene daken
Parkeerplaatsen vergroenen	Grote parkeerplaatsen door gebied	Waterdoorlatende verharding
Binnentuinen activeren		Niet meegenomen
Bestaande groenstructuur langs rijnkanaal versterken		Niet meegenomen
Groene verbindingen die leiden naar groenstructuren versterken		Niet meegenomen
Nieuwe bomen Churchilllaan		Niet meegenomen
Herinrichten wegen/spoor, meer ruimte voor groen		Niet meegenomen

3.3.4 *Uitwerking maatschappelijke baten*

De baten van de klimaatmaatregelen bestaan uit het reduceren van de verwachte klimaatschade (zie sectie 3.3.4.1) en additionele baten in de vorm van gezondheid en woningwaarde. Onderstaande paragrafen beschrijven de verschillende baten van de klimaatmaatregelen.

3.3.4.1 Reductie verwachte klimaatschade

Uit de Waterschadeschatter blijkt dat de verwachte schade door wateroverlast op € 2.4 miljoen zal uitkomen in 2050. De klimaatmaatregelen resulteren in een extra bergingscapaciteit van 5637 m³ met een herhalingstijd factor van 3.63 (voor toelichting, zie 2.2.1). De grondwateraanvulling is 191 mm en de evapotranspiratie 154mm. Hitte wordt met 0.15 °C gereduceerd en er worden zes nieuwe gebieden gekoeld.

Deze klimaatmaatregelen zijn doorgerekend met de Waterschadeschatter, waardoor de nieuwe verwachte waterschade in 2050, berekend wordt op €0.1 miljoen. Daarmee is de verwachte reductie van de klimaatschade door wateroverlast €2.3 miljoen. Schade door hitte- en droogtestress kon nog niet gekwantificeerd worden ten tijde van het schrijven van dit rapport.

3.3.4.2 Additionele baten

De additionele baten van de klimaatmaatregelen op het gebied van gezondheid, bewegen en woningwaarde zijn berekend met de GBP. De additionele baten in het jaar 2050 worden bepaald door het verschil tussen een nulalternatief, waarin alleen het inwoneraantal toeneemt, te vergelijken met het scenario waarin de klimaatmaatregelen en de bevolkingsgroei zijn meegenomen. Een overzicht van de additionele baten volgens de GBP wordt gegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Overzicht van de additionele baten volgens de Groene Baten Planner.

			Nulalter -natief	Scenario	Baat (verschil)	% veranda- ring
Luchtkwaliteit	Afvang van fijnstof	€/jr	312912	315180	2268	0,72
Gezondheid	Afname zorgkosten door stedelijk groen	€/jr	1477520	1498390	20870	1,41
	Vermeden kosten van arbeidsverlies door groen	€/jr	7404690	7509350	104660	1,41
Fysieke activiteit	Monetaire waarde van vermeden doden door fietsen van en naar werk	€/jr	4093770 0	41190100	252400	0,62

			Nulalter -natief	Scenario	Baat (verschil)	% veranda- ring
Woningwaarde	Bijdrage van groen en blauw aan de woningwaarde	€	1699750 000	17025500 00	2800000	0,16

3.3.5 *Uitwerking maatschappelijke kosten*

De aanlegkosten voor de verschillende maatregelen zijn berekend volgens de berekeningen in de TKS. De jaarlijkse beheerskosten zijn bepaald op basis de toename van het type groen (bomen, middelhoge vegetatie en lage vegetatie). Tabel 3.4 geeft een overzicht van de totale aanleg- en beheerskosten. Vervallen beheerskosten voor bijvoorbeeld bestrating (ontharding-maatregelen, straatvegen, onderhoud wegdek etc), zijn niet meegenomen in dit kostenoverzicht, wat wellicht leidt tot een overschatting van de totale beheerskosten.

Tabel 3.4 overzicht van de kosten van klimaatmaatregelen in Kanaleneiland Noord

Klimaatmaatregelen	Kosten aanleg in €	Kosten onderhoud in €/jr
Straatbomen en bomenlanen	€1.256.763	€ 208.675
Middelhoge vegetatie (1 > x < 2.5 m)	€946.562	€ 9.340
Lage vegetatie (> 1m)	€1.183.517	€ 22.455
Totaal	€3.402.969	€ 240.470

3.3.6 *Presentatie resultaten MKBA Utrecht Kanaleneiland Noord*

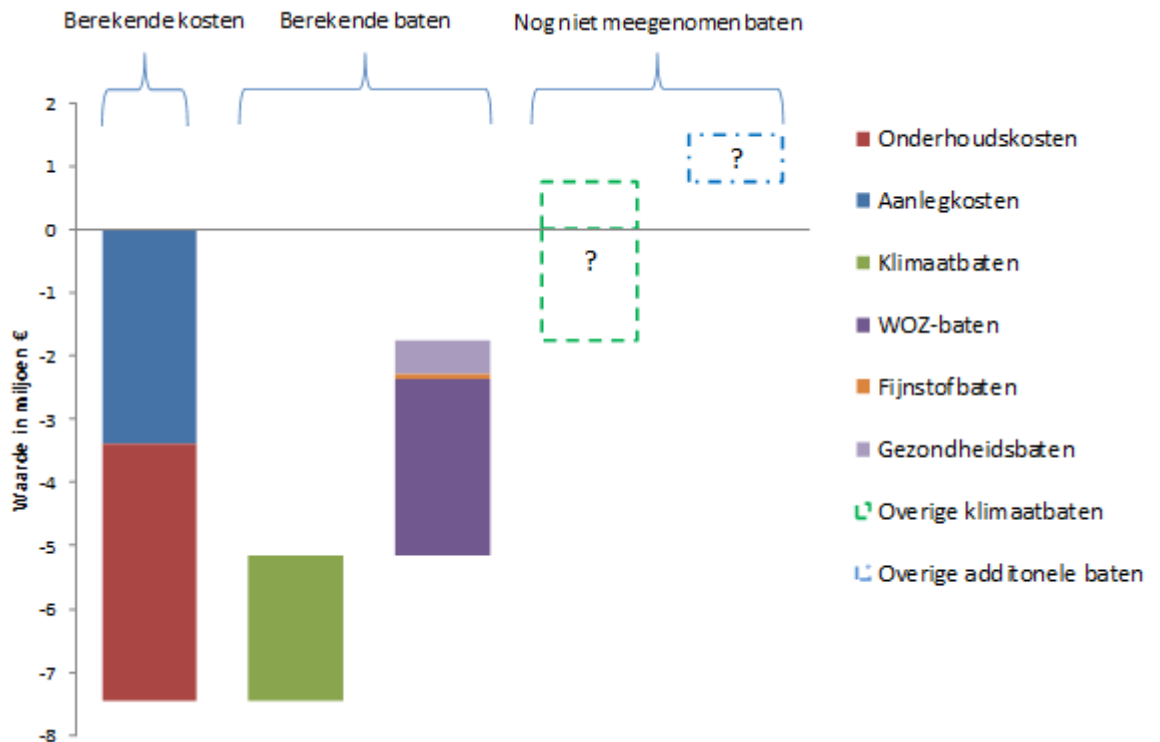
Tabel 3.5 geeft het overzicht van de contante waarde van alle kosten - en batenposten van de klimaatmaatregelen in Kanaleneiland Noord. Een deel van de additionele baten kan nog niet gemonetariseerd worden. Deze baten worden derhalve kwantitatief aangegeven met een + of -, afhankelijk van hun effect. Op dit moment is de balans van de MKBA nog negatief, de baten van reductie van wateroverlast en additionele baten (gezondheid, luchtkwaliteit en vastgoedwaarde) wegen niet op tegen de investerings- en onderhoudskosten. Monetarisering van overige klimaat- en additionele baten zou kunnen leiden tot een balans van nul of zelfs een positieve balans. De verhouding tussen de verschillende kosten- en batenposten is weergegeven door middel van een waterval grafiek in figuur 3.1.

Op dit moment worden de vervallen onderhoudskosten niet meegenomen. Onder vervallen onderhoudskosten verstaan we bijvoorbeeld de vervallen onderhoudskosten voor tegels of asfalt, doordat deze vervangen worden door groen. Wellicht dat de MKBA minder negatief of zelf positief uitslaat wanneer vervallen kosten meegenomen worden. De kosten houden op dit moment ook nog geen rekening met al geplande werkzaamheden. Wellicht bestaan er kansen

om een deel van de investeringskosten te beperken door de klimaatmaatregelen mee te nemen in bestaande geplande werkzaamheden.

Tabel 3.5 Overzicht van de kosten en baten van de MKBA voor Kanaleneiland Noord.

MKBA overzichtstabel		
Kosten/batenpost	Scenario	
Investeringskosten	€ 3,4	Gemeente, gebouweigenaren
B&O kosten	€ 4,1	Gemeente, gebouweigenaren
Totaal kosten	€ 7,5	
Vermeden schade wateroverlast	€ 2,3	Gebouweigenaren, inwoners, bedrijven
Luchtkwaliteit	€ 0,1	Inwoners, werknemers
Gezondheid	€ 0,6	Inwoners, werknemers
Vastgoedwaarde	€ 2,8	Gebouweigenaren, Gemeente
Overige additionele baten		
Biodiversiteit	+	
Verkoeling	+	Inwoners, werknemers, bezoekers
Recreatie	+	Inwoners, bezoekers
Totaal baten	€ 5,7	
Balans	-€ 1,7	
Baten-Kosten Ratio	€ 0,8	



Figuur 3.1: De waterval grafiek behorend bij de MKBA van Kanaleneiland Noord (NCW 2019-2050). Staafdiagrammen laten de verhouding tussen de kosten- en batenposten zien. Overige klimaat- en additionele baten zijn speculatief.

3.3.7

Kostendragers en Baathouders

In de case Kanaleneiland Noord is de voornaamste kostendrager de gemeente Utrecht (infrastructuur en nieuw groen). Een deel van de kosten voor groene daken zal ten laste komen van de gebouweigenaren, waaronder de woningcorporaties. De klimaatgerelateerde baten zoals de vermeden wateroverlast en hittestress komen voornamelijk ten goede van bedrijven (minder kans op schade aan bedrijfsprocessen, minder kans op reductie van arbeidsproductiviteit), inwoners en bezoekers van het gebied (minder kans op waterschade en hittestress).

De additionele baten, waaronder de gezondheidsbaten (zowel minder huisartsbezoek als fijnstof afvang), komen zeer waarschijnlijk ten goede van inwoners, de gemeente Utrecht en ook de zorgverzekeraars. De baten van toegevoegde WOZ-waarde komen de gemeente Utrecht (WOZ-belastingen) en andere publieke of private vastgoedeigenaren ten goede.

3.3.8

Leerpunten case en verslag gebruikerssessie Utrecht

Inhoudelijk:

- Op dit moment worden vervallen beheerkosten niet meegenomen, waardoor de berekende onderhoudskosten hoger uitvallen en de kosten-baten analyse eerder negatief uitvalt.
- Niet alle voorgestelde maatregelen die genoemd zijn in de visie, konden vertaald worden naar TKS maatregelen. De huidige kosten en baten zijn daarom een onderschatting van het totale maatregelenpakket wat in de visie genoemd wordt.

Toepassing door gebruikers

- Het overzichtelijk maken van de kosten en baten van klimaatadaptatie kan een meerwaarde in het besluitvormingsproces. Hoewel de kosten-baten analyse nu negatief uitvalt voor Kanaleneiland Noord, bieden met name de additionele baten kansen om andere beleidsterreinen te overtuigen van het nut van klimaatadaptatie (met name gezondheids- en WOZ-baten). Meekoppeling biedt mogelijk kansen voor cofinanciering van maatregelen en hun onderhoud. Toename in WOZ-waarde betekent ook meer inkomsten voor de gemeente via de WOZ-belasting, wat kosten voor de gemeente kan compenseren.
- Door het ruimtelijk inzichtelijk maken van de resultaten kan snel beoordeeld worden, waar de meeste 'winst' qua baten behaald kan worden. Zo laat de kaart van het verkoelend effect van groen zien waar de meeste verkoeling behaald kan worden in de wijk, wat kan bijdragen aan het maken van keuzes voor maatregelen.
- Voor de politieke besluitvorming is niet altijd een overzicht van kosten en baten nodig, aansluiting met problemen die er spelen kan in sommige gevallen ook al voldoende zijn. In Utrecht speelt bijvoorbeeld de problematiek rond fijnstof. Het aantonen dat klimaatadaptatiemaatregelen ook fijnstofbaten leveren, biedt kansen om deze maatregelen in de besluitvorming te krijgen.

3.4 MKBA casus Zoeterwoude

3.4.1 Context

De context van de case Zoeterwoude Rijndijk is geschetst op basis van de eerste gebruikerssessie met vertegenwoordigers van Hoogheemraadschap Rijnland en de Gemeente Zoeterwoude. Het projectgebied Zoeterwoude-Rijndijk ligt midden in het Groene Hart langs de A4 en ligt in het noorden van de Gemeente Zoeterwoude. Het noordwesten van de wijk heeft een woonfunctie en in het zuiden en oosten van het gebied liggen bedrijventerreinen (Grote Polder, Barrepolder en Rijnke Boulevard). Begin 2019 is in opdracht van de Gemeente en Waterschap Rijnland een klimaatstresstest uitgevoerd. Op dit moment wordt de risicodialoog met betrokkenen in het gebied gevoerd – in eerste instantie vooral met ondernemers, later ook met bewoners. Samen zal gekeken worden welke maatregelen er getroffen worden, en wie hiermee aan de slag gaat. De uitkomsten van de MKBA kunnen een ondersteuning vormen voor deze risicodialoog.

3.4.2 Probleembeschrijving

Zoeterwoude-Rijndijk is in het bijzonder kwetsbaar voor hittestress en wateroverlast door hevige buien (Dekker, 2019). Door de gedeelde woon - en bedrijfsfunctie in het gebied zijn er zowel bedrijven als bewoners die hiervan negatieve gevolgen ondervinden.

3.4.2.1 Wateroverlast

Wateroverlast ontstaat bij piekbuien en treed vooral op langs infrastructuur en op verdiepte locaties op particuliere (bedrijfs)terrein. Met de klimaatschadeschatter is berekend dat de te verwachten *extra* direct en indirecte schade bij klimaatverandering zonder extra

adaptatiemaatregelen tot 2050 op ongeveer € 7 miljoen euro uit zou komen (Stichting CAS, 2019).

3.4.2.2 Hittestress

Hittekaarten laten zien dat vooral op de bedrijventerreinen Grote Polder en Rijneke boulevard door de hoeveelheid platte daken en verhard oppervlak de temperatuur flink kan oplopen - het hitte-eiland effect is ongeveer 1,6 graden. Belangrijke elementen in het gebied die hier last van kunnen ondervinden zijn een school, beweegbare bruggen en bedrijfspanden (Dekker, 2019).

Met de klimaatschadeschatter is berekend dat de te verwachten *extra* schade door verminderde arbeidsproductiviteit, een toename in ziekenhuisbezoeken en een grotere kans op vroegtijdige sterfte zonder extra adaptatiemaatregelen op ongeveer € 1 miljoen euro uit zou komen tot 2050 (Stichting CAS, 2019). Naar verwachting is de daadwerkelijke schade door hitte nog hoger. Zo is er onvoldoende bekend over de schaderelaties rondom hitte en productieprocessen om de orde grootte van schade te kunnen schatten: de verwachting is dat deze schade in dit gebied significant kan zijn.

3.4.2.3 Droogte

Het gebied ligt op een zachte ondergrond van veen en klei. Door droogte zal huidige daling versneld worden. Dit kan leiden tot scheuren in wegen en andere infrastructuur, en mogelijk tot schade aan panden en/ of hun funderingen.

In het projectgebied staan ongeveer 200 panden die waarschijnlijk grotendeels zijn gefundeerd op staal (ondiep gefundeerd). Funderingen op staal zakken mee met de bodem. Als dit ongelijkmatig gebeurt, wat vaak het geval is, kan er schade ontstaan aan het pand.

Klimaatverandering kan ervoor zorgen dat de bodem sneller daalt, met (extra) verschilzetting tot gevolg. Op basis van de analyse van (Bakker, 2019) lijkt de *extra* te verwachten bodemdaling door klimaatverandering in het gebied echter mee te vallen.

3.4.3 *Klimaatmaatregelen*

In 2019 zijn door Deltares, CAS en WEnR drie klimaatmaatregelpakketten voor Zoeterwoude Rijndijk ontwikkeld en doorgerekend op kosteneffectiviteit in de Toolkit Klimaatbestendige Stad. Variant 2 'Middenoptie' bevat zowel grijze als groene maatregelen. Variant 3 'Stevig Aanpakken' zet vol in op technische en groene maatregelen voor wateropslag en afkoeling. Variant 1 was de minimumoptie, met alleen grijze maatregelen.

Naar aanleiding van de beoordeling van de pakketten in de Toolkit Klimaatbestendige stad wordt Variant 2 'Middenoptie' als voorzichtig voorkeursalternatief gezien. Met de Groene Baten Planner zijn de baten van deze variant doorgerekend. Tabel 3.6 geeft een overzicht van de maatregelen die in de Varianten worden genomen. De groen gemarkeerde maatregelen hebben additionele baten naast een reductie in klimaatschade.

Voor de effecten op wateroverlast is er naast Variant 2 en Variant 3 ook nog een variatie op Variant 2 doorgerekend, waarin geen groene daken zijn opgenomen.

Tabel 3.6. Klimaatmaatregelen Zoeterwoude

Overzicht Varianten		
Variant 2 Bis Middenoptie zonder groene daken	Variant 2 Middenoptie	Variant 3 Stevig aanpakken
20% groene gevels	20% groene gevels	30% groene gevels
Regentonnen	Regentonnen	Regentonnen
20% verhard straatoppervlak: wateropvang onder straat	20% verhard straatoppervlak: wateropvang onder straat	25% verhard straatoppervlak: opvang onder bestrating
(ver)Planten bomen Rijneke boulevard N	(ver)Planten bomen Rijneke boulevard N	(ver)Planten bomen Rijneke boulevard N
	25% groene daken	50% groene daken
Verbreden oppervlaktewater (Oranjelaan) en verlagen stateterrein noodopvang	Verbreden oppervlaktewater (Oranjelaan) en verlagen stateterrein noodopvang	Verbreden oppervlaktewater (Oranjelaan + Blauwmutsenpad)
Verlagen groenstrook tot wadi industrieweg	Verlagen groenstrook tot wadi industrieweg	Verlagen groenstrook tot wadi Industrieweg + langs Energieweg
Aanpassingen wegennetwerk: doorprikken spoorlijn (Elfenbaan in systeem), wegbanden Rijneke boulevard, Productieweg en Nijverheidsweg, aanpassen,verlagen skateterrein Oranjelaan	Aanpassingen wegennetwerk: doorprikken spoorlijn (Elfenbaan in systeem), wegbanden Rijneke boulevard, Productieweg en Nijverheidsweg, aanpassen,verlagen skateterrein Oranjelaan	Aanpassingen wegennetwerk: doorprikken spoorlijn (Elfenbaan in systeem), wegbanden Rijneke boulevard, Productieweg en Nijverheidsweg, Energieweg aanpassen/ laten aflopen ,verlagen skateterrein Oranjelaan

3.4.4 *Uitwerking maatschappelijke Baten*

De baten van de klimaatbestendigheidmaatregelen bestaan uit i) een reductie in te verwachte klimaatschade en ii) additionele baten door meer groen in de buurt.

3.4.4.1 Reductie verwachte klimaatschade

De belangrijkste problemen met klimaatverandering in het gebied ontstaan naar verwachting door wateroverlast en hittestress. In deze fase is alleen de impact van de maatregelen op wateroverlast monetair berekend (zie ook 2.2.1). De initiële berekende jaarlijkse schade zonder klimaatmaatregelen door wateroverlast in Zoeterwoude komt uit op €166.000 per jaar (prijspeil 2019).

Met klimaatverandering neemt de verwachte - en de vermeden - schade over de tijd toe. De vermeden schade door maatregelen in Variant 2 komt in eerste instantie uit op € 161.000. Contant gemaakt over een periode van 30 jaar komt deze baat uit op € 6,3 miljoen. In variant 3 wordt ook € 6,3 miljoen euro schade vermeden, in Variant 2 zonder groene daken € 5,9.

3.4.4.2 Additionele baten

De additionele baten van de klimaatmaatregelen in Variant 2 op het gebied van gezondheid, bewegen en woningwaarde zijn berekend met de GBP. Relevante maatregelen in deze casus zijn groene gevels, bomenrijen, groene daken en oppervlaktewater/ bergvijvers. De additionele baten tot en met het jaar 2050 worden bepaald door het verschil tussen een 'business as usual' scenario, waarin alleen het inwoneraantal toeneemt, te vergelijken met het scenario waarin de klimaatmaatregelen en de bevolkingsgroei zijn meegenomen. Een overzicht van de additionele baten volgens de GBP wordt gegeven in tabel 3.7.

Hoewel Variant 3 en Variant 2 zonder groene daken niet zijn doorgerekend in de GBP wordt om een idee te geven van de vergelijking tussen de Varianten een aanname gedaan over de additionele baten in deze Varianten ten opzichte van Variant 2. De aanname is hierbij dat groene daken 50% van de additionele baten verzorgen en er een lineaire relatie bestaat. In Variant 3, met twee keer zoveel groene daken, worden dan 150 % van de additionele baten in Variant 2 behaald, in Variant 2 zonder groene daken nog slechts 50 %.

Tabel 3.7 Overzicht van de additionele baten volgens de Groene Baten Planner voor Casus Zoeterwoude Variant 2

			Referentie	Variant 2	Baat (verschil)	% verandering
Air quality	PM10 retention	€/yr	1687690	1691880	4.190	0,25
Health	Reduced health costs due to urban green	€/yr	2834580	2846690	12.110	0,43
	Reduced health-related labor costs due to urban green	€/yr	14207500	14268300	60.800	0,43
Physical activity	Avoided premature deaths from cycling to-from work ^{1,2,3}	€/yr	55162600	55210400	47.800	0,09
Property value	Contribution to property value	€	1843360000	1844650000	1.290.000	0,07

3.4.5 Uitwerking maatschappelijke kosten

De kosten van de maatregelen zijn berekend met de kostenmodule in de Toolbox Klimaatbestendige stad. Deze kostenmodule berekent investerings- en beheer en onderhoudskosten *zonder* rekening te houden met al geborgde kosten vanuit regulier onderhoud/ werkzaamheden (zoals onderhoud van daken, wegen, riolen: zie ook sectie 2.2). Omdat voor de MKBA alleen meerkosten ten opzichte van het nulalternatief relevant zijn, zijn om overschatting van de kosten te voorkomen met name meerkosten van 'bestrating' niet meegenomen - deze wegen zwaar op het totaal van de kosten, omdat hierin de volledige kosten van herbestrating zijn opgenomen. De materiaal en onderhoudskosten van waterdoorlatende bestrating zijn naar verwachting echter niet hoger dan van reguliere bestrating. Tabel 3.8 laat zien wat de investerings - en beheer en onderhoudskosten van de maatregelen in de doorgerekende varianten zijn, x 1000 euro, op basis van de kostenmodule in de TKS. In de overzichtstabel (3.4.6) zijn deze kosten omgerekend naar contante waarde. Groene daken en groene gevels hebben de hoogste investerings - en beheer en onderhoudskosten.

Tabel 3.8: Kostentabel MKBA Zoeterwoude

Maatregelen	Variant 2 zonder groene daken		Variant 2		Variant 3	
	Investering	Beheer & Onderhoud	Investering	Beheer & Onderhoud	Investering	Beheer & Onderhoud
Wadi's met Drainage	81	0,8	81	0,8	81	0,8
Groene Gevels	998	99	998	99	2100	210
Extra Wateroppervlak maken (m2)	133	0,05	133	0,05	330	0,1
Regentonnen	161	0	161	0	161	
Groene daken met afvoertraging			943	570	11057	663
Holle en schuine wegen	248	18	248	18	248	18
Bergingsvijvers	376	1,8	376	1,8	993	5
Waterdoorlatende bestrating	0	0	0	0		
Verlagen terras	46	0,6	46	0,6	46	0,6
Totaal X € 1000	2.043	120	2.986	690	15.016	898

3.4.6

Presentatie resultaten MKBA Zoeterwoude

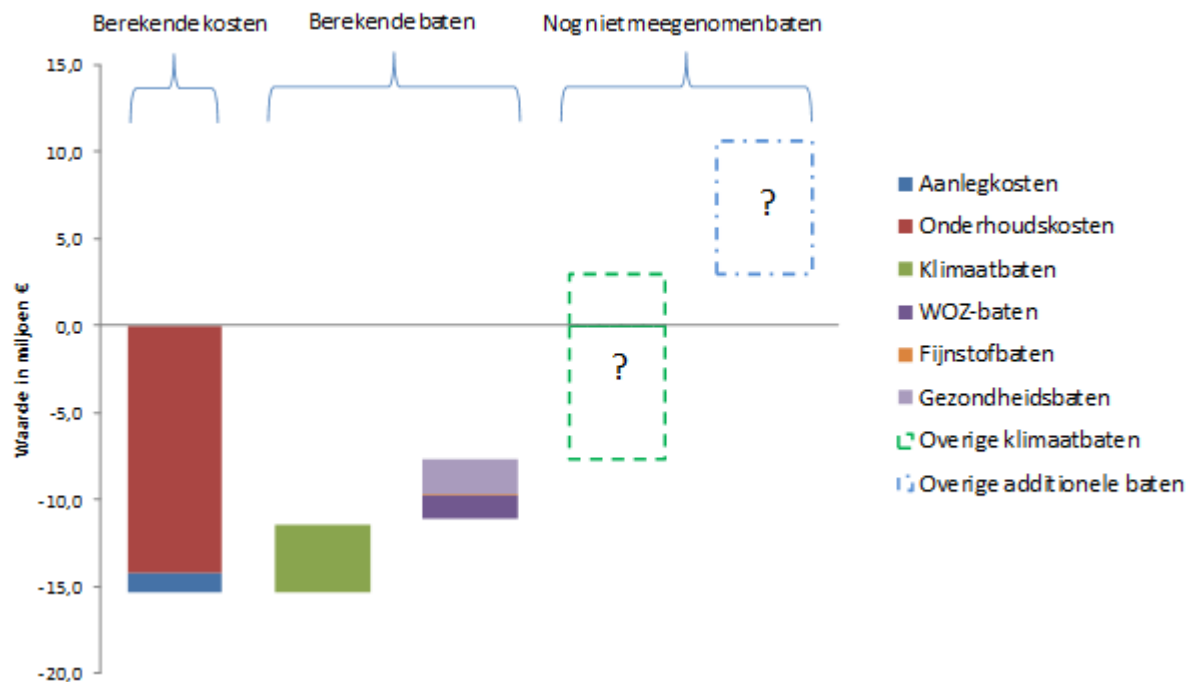
In tabel 3.9 is de contante waarde van elke kosten - en batenpost weergegeven. Daarnaast is voor enkele additionele baten die niet gemonetariseerd zijn met een + of - de verwachte richting van het effect weergegeven. Het is mogelijk dat deze baten, als ze wel gemonetariseerd zouden worden, de uitkomst van de MKBA veranderen. De weergave van de kosten en baten in de watervalgrafiek (Figuur 3.2) laat zien wat de verhouding is tussen kosten, gemonetariseerde klimaat - en additionele baten, en mogelijke (niet-gewaardeerde) baten.

De analyse laat zien dat de gemonetariseerde baten van Variant 2 (reductie van wateroverlast, gezondheid, vastgoedwaarde, luchtkwaliteit en fysieke activiteit) niet opwegen tegen de investerings - en beheer en onderhoudskosten. Hoewel van Variant 3 en subvariant 2 (zonder groene daken) additionele baten niet met de Groene Baten Planner zijn berekend, zijn deze baten op basis van een indicatieve aanname toch meegenomen, met als doel een gevoel te krijgen over de verwachte orde grootte en verhouding tot investeringen. De vermeden wateroverlast voor deze varianten is wel berekend. Met deze aannames eindigt Variant 3 net als Variant 2 met een negatief saldo. Variant 2 zonder groene daken heeft wel een positief saldo.

Belangrijke onzekerheden zitten met name in de kostenberekening/ het niet meenemen van vermeden beheerkosten (die naar verwachting een overschatting geeft van de nieuwe kosten voor beheer en onderhoud, zie heeft ook 2.3), en in de niet - gemonetariseerde maar mogelijk wel significante effecten zoals hittestress. Meer inzicht/ een verbeterslag in deze posten zou kunnen leiden tot hogere baten.

Tabel 3.9: overzichtstabel MKBA Zoeterwoude

MKBA overzichtstabel				
Kosten/batenpost	Variant 2 - zonder groene daken	Variant 2	Variant 3	
Investerings kosten	2,0	1,1	15,0	Gemeente, gebouweigenaren
B&O kosten	2,5	14,2	18,5	Gemeente, gebouweigenaren
Totaal kosten	4,6	15,3	33,5	
Vermeden schade wateroverlast	5,9	6,3	6,3	Gebouweigenaren, huiseigenaren, bewoners, bedrijven
Luchtkwaliteit	0,1	0,1	0,2	Bewoners, werknemers
Gezondheid	1,0	2,0	2,9	Bewoners, werknemers
Vastgoedwaarde	0,6	1,3	1,9	Gebouweigenaren
Additional baten				
Verkoeling	+	+	+	Bedrijven, bewoners
Vermeden risico bodemdaling	0	+	+	Gebouweigenaren
Recreatie	0	+	+	Bewoners, werknemers
Totaal baten	7,6	9,6	11,4	
Balans	3,1	-5,7	-22,2	
Baten-Kosten Ratio	1,7	0,6	0,3	



Figuur 3.2: De waterval grafiek behorend bij de MKBA van Zoeterwoude (NCW 2019-2050).

3.4.7 *Kostendragers en Baathouders*

De belangrijkste kostendragers van de klimaatmaatregelen in Zoeterwoude-Rijndijk zijn de gemeente (infrastructuur, bomenlanen, oppervlaktewater) en gebouweigenaren - met name van private bedrijfsgebouwen (groene gevels, groene daken). De klimaatgerelateerde baten die de maatregelen met zich mee brengen - vermeden wateroverlast, vermeden hittestress - komen ook ten goede aan de bedrijven (minder risico op verminderde arbeidsproductiviteit, minder risico op onderbreking bedrijfsprocessen), aan bezoekers of passanten door het gebied, en bewoners. De additionele baten - zoals toename van gezondheid, afvang van fijnstof, en vastgoedbaten - komen ten goede aan bewoners, publieke en private vastgoedeigenaren.

3.4.8 *Leerpunten case en verslag gebruikerssessie Zoeterwoude*

Op basis van reflectie op de analyse en tweede gebruikerssessie zijn de volgende leerpunten uit de case Zoeterwoude gedestilleerd:

Inhoudelijk

- De casus Zoeterwoude-Rijndijk is een gebied met gemengde functie: deels wonen, deels bedrijventerreinen. Veel van de op dit moment bekende schadefuncties van klimaatschade in de klimaatschadeschatter en dosis-effectrelaties van additionele baten in de groene baten planner zijn ingesteld op gebied met een woonfunctie. Daarmee komen de baten van de maatregelen voor bedrijven niet optimaal in beeld.
- Gevoelsmatig missen er een aantal batenposten die wel relevant zouden (kunnen) zijn in het gebied: vermeden pompkosten (voor waterschap), vermeden kosten voor zuivering rioolwater, overige vermeden klimaatschade (hitte, droogte, bodemdaling), overige vermeden beheerkosten
- De presentatie van de resultaten van de MKBA in een watervalgrafiek biedt niet direct veel meerwaarde - het overzicht in de tabel is intuïtiever te begrijpen. Met voldoende toelichting kan het misschien wel meerwaarde bieden.
- Het zou waardevol zijn een tijdsdimensie toe te voegen aan de maatregelen of maatregelpakketten, waarin wordt meegenomen dat veel van de maatregelen uit de TKS niet 'stand-alone' worden uitgevoerd, maar meegekoppeld met lopende onderhoudsprocessen - zoals dakvervanging en herbestrating/ rioolvervanging.
- De MKBA biedt nu geen inzicht in de verschillende schadeposten in het nulalternatief. Dat zou wel waardevol kunnen zijn in communicatie: wat is het vertrekpunt op de schadeposten? Hoe sterk is de impact van de maatregelen in relatie hiermee?
- Door de nog onvoldoende uitgewerkte kostenposten (zoals de verwachte overschatting van de investeringskosten/ het niet meenemen van vermeden beheerkosten) ten opzichte van het nulalternatief voor de klimaatmaatregelen valt de kosten-baten analyse eerder negatief uit.

Toepassing door gebruikers

- Op hoofdlijnen zijn met de gebruikers drie manieren gedistilleerd waarop de MKBA meerwaarde zou kunnen bieden:
 - Vergelijking alternatieven/ maatregelpakketten in initiatie/ beginfase van een project; op hoger niveau bieden deze

- resultaten en inzichten input voor ontwikkeling
klimaatstrategie in de gemeente
- Urgentiebesef en eigenaarschap klimaatproblematiek: op strategisch niveau kan inzicht in klimaatschade en de baten (en baathouders) van investeren in klimaatbestendigheid helpen met de raad overtuigen van het nut & noodzaak tot investeren. Op projectniveau/ lokaler niveau kunnen deze inzichten helpen burgers & bedrijven mee te krijgen.
 - De volle breedte van de baten die inzichtelijk worden gemaakt kunnen helpen met collega's uit andere beleidsvelden te overtuigen van de meerwaarde voor hun dossiers - dit kan helpen budget vrij te maken.
 - In projectgebied Zoeterwoude-Rijndijk is de MKBA in huidige vorm niet erg waardevol in de risicodialoog. In dit project moeten met name bedrijven worden overtuigd van investeringen op eigen terrein. Vanwege de sterke insteek in het bepalen van de baten op openbaar gebied en bredere maatschappelijke baten, sluit dit niet goed aan op de besluitvormingspraktijk van bedrijven. Met name het duiden van baten van (groene) maatregelen op gebouwniveau is hierbij nuttige beslisinformatie.
 - De MKBA kan wel relevant zijn in het overtuigen van de raad te investeren in klimaatbestendigheid. Hierin zijn vooral de inzichten in te verwachten en te vermijden klimaatschade waardevol.
 - Bij een negatief resultaat heeft een MKBA waarde wanneer op basis van de informatie een positieve variant ontwikkeld kan worden (zoals de variant 2 bis) om de raad te overtuigen te investeren in klimaatbestendigheid. Op deze manier kunnen bepaalde elementen uit de analyse gebruikt worden voor een beter inzicht in te vermijden klimaatschade door maatregelen.
 - In een kleine gemeente als Zoeterwoude is de potentiële baat voor het overtuigen van collega's uit andere beleidsvelden niet direct relevant: de lijntjes zijn al kort, en er niet direct behoefte aan extra (monetair gemaakte) argumenten om elkaar te overtuigen.

3.5 MKBA casus Dordrecht

3.5.1 Context

De Dordtwijkzone kan worden gezien als het overgangsgedebied tussen de kern van Dordrecht in het westen en de wijken Stadspolders en Dubbeldam in het oosten. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door de Beneden Merwede, en aan de zuidzijde door de Polder de Biesbosch.



Figuur 3.3.1: Dordtwijkzone¹

De gemeente Dordrecht wil het gebied ontwikkelen tot een stadspark, wat bijdraagt aan het verhogen van de kwaliteit van de leefomgeving van de inwoners van Dordrecht. De ontwikkeling van het gebied omvat met name het toevoegen of verbeteren van beplanting en water en het bouwen van woningen in en rondom het gebied. De gemeente beoogt met het extra groen en blauw positieve effecten op het welzijn van haar inwoners. Voorts biedt dit kansen om samen met andere partijen te werken aan de ontwikkeling van het gebied. Voor de gemeente Dordrecht is de bouwopgave het belangrijkste thema, dit betekent dat het veelal om nieuw te ontwikkelen stedelijk gebied gaat, en niet om het klimaatbestendig maken van een bestaande stad.

De waterdriehoek is de naam van het gebied dat bestaat uit Kinderdijk, kern Dordrecht, Hollandse Biesbosch, en het gebied ertussen. In dit gebied wordt samengewerkt met 10 actoren om de regionale economie te versterken, onder andere door het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van de Dordtwijkzone, ook als verbinding tussen de oude kern Dordrecht westelijk van de provinciale snelweg en de wijk Stadspolders en de oude kern Dubbeldam oostelijk van deze weg.

3.5.2 *Probleembeschrijving*

Op 1 juli 2019 heeft er een workshop plaatsgevonden over de Dordtwijkzone met vertegenwoordigers van de provincie Zuid-Holland,

¹ Deze kaart is een rekenaarscenario voor de mogelijke ontwikkeling van de Dordtwijkzone in 2030 (zie paragraaf 3.3.3)

Rijkswaterstaat, de GGD, Staatsbosbeheer, gemeente Dordrecht en de Vogelwacht. Het doel van deze workshop was het bespreken van de twee door de Urbanisten ontwikkelde Dordtwijkzonescenario's. Aan de hand van deze besprekingen zijn de scenario's nog gedeeltelijk aangepast. De opzet van de MKBA was ook onderdeel van de workshop. In de volgende subparagrafen worden de door partijen bij de workshop aangegeven gewenste ontwikkelingen beschreven.

3.5.2.1 Wateroverlast

Voor de gemeente Dordrecht is van belang dat in de Dordtwijkzone ruimte kan worden gecreëerd voor de opvang van water in piekperiodes. Voor Rijkswaterstaat is het buitendijkse gedeelte van de Dordtwijkzone langs de Beneden-Merwede van belang. Dit wordt als getijddepark ingericht waarbij huizenbouw wordt gecombineerd met wateropvang.

3.5.2.2 Hittestress

Dit onderwerp is bij de workshop niet uitgebreid besproken, maar de Dordtwijkzone zou nog meer als een koelte-eiland kunnen worden ingericht, waarbij door een gericht ontwerp de koelte ook beter de stad ingeleid zou kunnen worden in de namiddag en avond. In beide Dordtwijkzone-scenario's wordt groen toegevoegd door het gehele gebied. Met name de toevoeging van bomen draagt bij aan het verkoelen van het gebied en de wijken eromheen (zie ook figuur xxx), door reductie van het hitte-eiland effect.

3.5.2.3 Droogte

Het gebied zou mede benut kunnen worden voor de berging van water, dat in tijden van droge periodes ook gebruikt kan worden voor de waterhuishouding van het omringende stedelijke gebied. Er is echter in Dordtwijk nu een waterkwaliteitsprobleem dat bij verdere opwarming van het klimaat ernstiger kan worden. Het waterschap Hollandse Delta wil de waterkwaliteit verbeteren en richting de toekomst op orde houden en robuust maken. Nu kan er wel relatief schoon water uit de rivier worden ingelaten (zowel voor Nieuwe Dordtse Biesbosch, het omliggende agrarische gebied en het stedelijk gebied), maar er is nog geen inlaat naar en doorstroming in het stedelijk gebied. Dit zou in het project Dordtwijkzone kunnen worden opgenomen, bijv. door het verbreden van watergangen.

3.5.2.4 Overige baten

De deelnemende belanghebbenden hebben tijdens de workshop aangegeven dat zij de volgende baten belangrijk vinden:

Biodiversiteit:

De verschillende belanghebbenden, benoemden het onderwerp biodiversiteit als een belangrijke pijler om verschillende redenen: De gemeente Dordrecht heeft de ambitie voor het verbeteren van biodiversiteit centraal gesteld in de groenblauwe strategie voor het Eiland van Dordrecht. Voor de provincie is biodiversiteit belangrijk bij het ontwikkelen van het landschapspark Zuidvleugel, waarin met name verweving van de bouwopgave in combinatie met natuur en groen centraal staat.

Rijkswaterstaat vindt extra biodiversiteit vooral een belangrijke baat in het noordelijke deel van de Dordtwijkzone bij de Merwede. Het

getijddepark wat hier gecreëerd wordt, biedt kansen voor waardevolle biodiversiteit.

Staatsbosbeheer wil natuur tot de voordeur brengen.

Ook ondertunneling van een deel van de provinciale weg dwars door de Dordtwijkzone kan zorgen voor beter functionerende ecologische netwerken.

Waterkwaliteit

Zie ook de opmerking bij de paragraaf over droogte. Voor Rijkswaterstaat kan het buitendijkse gebied ook bijdragen aan een betere waterkwaliteit, vooral van belang vanuit de KRW-opgave, namelijk het realiseren van 40 hectare ha deltanatuur.

Gezondheid

Zoals eerder aangegeven is in de paragraaf hittestress kan een groenere invulling van de Dordtwijkzone bijdragen aan een reductie van de hittestress in en rondom het gebied. Bij de gezonde leefomgeving zijn sociaaleconomische gezondheidsfactoren van groot belang; hoe kan groen worden verbeterd in en rond wijken met een oververtegenwoordiging van lage sociaaleconomische status?

Voor de GGD zijn een gezonde leefomgeving met beweegroutes (ook belangrijk voor gemeente Dordrecht) en de reductie van fijnstof belangrijk. Ondertunneling van een deel van de provinciale snelweg dwars door de Dordtwijkzone kan aan beide opgaven tegemoet komen en daarnaast ook bijdragen aan vermindering van de geluidsoverlast. Meer ruimte voor recreatie draagt bij aan het welbevinden van de Dordtenaar, wat een belangrijk punt vormt voor de GGD, Staatsbosbeheer, de waterdriehoek en de gemeente Dordrecht. Veel gezondheidsinstellingen liggen ver van het groen. Bij een groenere invulling van deze zone kan hierin gerichte verbeteringen worden aangebracht.

Voor Staatsbosbeheer gaat het erom de natuur dichterbij de mens te brengen. Beleven van de natuur is een belangrijke component die ook bijdraagt aan de gezondheid.

Sport

Voor Dordrecht is ruimte voor sporten belangrijk. Een belangrijk deel van de groene oppervlakte in de Dordtwijkzone bestaat uit sportvelden. Het is de vraag of het gebruik van de sportvelden efficiënter zou kunnen, de sportverenigingen zouden op dat punt meer moeten samenwerken. Er kunnen ook sportterreinen worden opengesteld, zodat ook niet-sporters en ongeorganiseerde sporters van (gedeelten van) de terreinen gebruik kunnen maken.

Bouwopgave

Wat is het effect van groen op de WOZ-waarde? Die meerwaarde wil de gemeente gebruiken om de projectontwikkelaars bij te laten dragen aan de ontwikkeling van het groen in het park. Die woningen uit het duurdere marktsegment wil de gemeente graag hebben om ook meer financieel daadkrachtige inwoners naar Dordrecht te trekken. Een mooie invulling van de Dordtwijkzone kan daarbij helpen. Anderzijds kan een aantrekkelijke inrichting de WOZ-waarde van bestaande woningen

verhogen hetgeen leidt tot hogere inkomsten voor de gemeente via de OZB waarmee een en ander deels gefinancierd kan worden.

Evenwichtiger bevolkingsopbouw

Voor Dordrecht is de bouwopgave van groot belang. Deze leidt tot een evenwichtiger bevolkingsopbouw met een positieve spin-off op voorzieningen (cultureel) die ook weer bijdragen aan een positieve vestigingsfactor voor (potentiële) Dordtenaren. De bouwopgave is een belangrijke factor in de businesscase die nodig is om deze gewenste baten te kunnen realiseren. De gemeente is daarom geïnteresseerd in de business case, en de mogelijkheid tot cofinanciering van het groen en blauw in de Dordtwijkzone vanuit de projectontwikkelaars, resp. de OZB-inkomsten. Vragen die hierbij binnen de gemeente spelen zijn bijvoorbeeld:

- Kunnen vanuit deze baten grote ingrepen (zoals de gedeeltelijke ondertunneling van de N3) worden mede-gefinancierd?
- Hoeveel woningen moeten langs of in de zone bijgebouwd worden om bruggen over of ondertunneling onder de N3 te financieren?

3.5.3 Klimaatmaatregelen

De klimaatmaatregelen zijn aangegeven op twee kaarten van de Urbanisten, een adviesbureau dat zich richt op stedelijke gebiedsinrichting. Beide kaarten betreffen rekenscenario's. De eerste kaart betreft onder andere projecten die nu al in de pijplijn zitten. Dit eerste scenario wordt het Dordtwijkzone scenario genoemd en heeft als ijkjaar 2030 (Figuur 3.3). De tweede kaart bestaat uit maatregelen die op de lange termijn kunnen worden getroffen. Dit is het tweede scenario dat het Dordtwijkzone-plus scenario wordt genoemd met ook als ijkjaar 2030 (Figuur 3.3.2).

Onderstaand zijn de kaartbeelden van beide rekenscenario's opgenomen



Figuur 3.3.2: kaart van Dordtwijkzone, rekenscenario-1 links, rekenscenario 2-rechts

In (reken)scenario 1 is rekening gehouden met de aanleg van het getijdepark aan de Beneden Merwede met een groenblauwe invulling, en buitendijkse woningen. Voorts zijn er enkele verbeteringen van de fietspadenstructuur en vindt er een uitbreiding plaats van bomen, struiken en lage vegetatie. De bevolkingsgroei van Dordrecht wordt merendeels in de bestaande kernen gehuisvest, maar deels ook aan de rand van de Dordtwijkzone.

Scenario 1 in cijfers:

- toename groen 63,5 ha (bomen 11 ha, struiken 38 ha, lage vegetatie 14,5 ha)
- toename water 6 ha
- woningbouw: 1422 woningen

In (reken)scenario 2 vindt er een veel grootschaligere toevoeging van groen en blauw plaats. In het zuidelijke gebied verdwijnt de landbouw. Hier worden woningen gerealiseerd, net als in sommige andere delen van Dordtwijkzone langs de randen. Er wordt door de gehele zone meer

oppervlaktewater gerealiseerd, de sportvelden worden deels vervangen door groen gebied of verplaatst naar het zuidoosten van de Dordtwijkzone. De provinciale weg die het gebied doorsnijdt wordt voor een deel ondertunneld, en daarmee samenhangend wordt de aansluiting met Dordrecht verplaatst. De nieuwbouw in de Dordtwijkzone wordt gerealiseerd langs de randen, het buitendijkse deel naast de Beneden-Merwede en in het zuidelijke nu landbouwkundige deel. De helft van de verwachte bevolkingsgroei (ca 10.000 inwoners) wordt gehuisvest in de Dordtwijkzone en het overige deel wordt over bestaande wijken verdeeld.

Scenario 2 in cijfers:

- toename groen 39 ha (bos 20 ha, struiken 32 ha, lage vegetatie - 13 ha)
- toename water 40 ha
- woningbouw: 5390 woningen

De ontwikkelde rekenscenario's van de Urbanisten worden als basis gebruikt voor de berekeningen in de MKBA.

3.5.4 *Uitwerking maatschappelijke baten*

Conform de berekeningen in de andere cases (Utrecht en Zoeterwoude) is bij de berekening van de kosten en baten uitgegaan van een periode van 31 jaar.

Reductie verwachte klimaatschade

De Dordtwijkzone is in vergelijking met de andere cases een zeer omvangrijk gebied. De toevoeging van bomen in beide scenario's zorgt voor een toename in de CO₂ opslag in het gebied. De waarde van deze extra opslag is respectievelijk €12 miljoen voor scenario 1 en €19 miljoen voor scenario 2. De twee rekenscenario's zijn deels ook vertaald naar TKS maatregelen, waarmee vervolgens de vermeden waterschade is berekend. De vermeden waterschade is berekend op €12 miljoen voor scenario 1 en €11 miljoen voor scenario 2.

Additionele baten

De additionele baten voortkomend uit de twee ontwikkelde Dordtwijkzone-scenario's op het gebied van gezondheid, verkoeling, bewegen en woningwaarde zijn berekend met de GBP. De additionele baten in het jaar 2030 worden bepaald door het verschil tussen een nulalternatief scenario, waarin alleen het inwoneraantal toeneemt, te vergelijken met het scenario waarin de ontwikkeling van de Dordtwijkzone, geplande woningbouw en de bevolkingsgroei zijn meegenomen. Een overzicht van de additionele baten van scenario 1 volgens de GBP wordt gegeven in tabel 3.10 en voor scenario 2 in tabel 3.11. De figuren 3.4 en 3.5 geven voorbeelden van twee baten in beide scenario's: verkoeling door groen en afname van zorgkosten door fijnstof afvang.

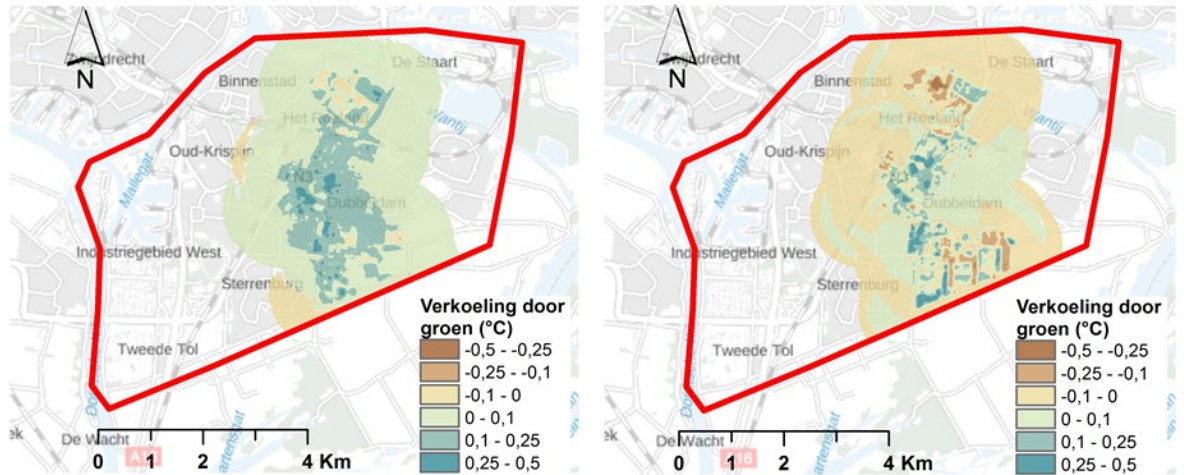
Voor verkoeling, recreatie en biodiversiteit zijn de baten niet berekend. Voor beide scenario's kan wel worden aangegeven dat de additionele baten voor deze drie categorieën positief zijn.

Tabel 3.10. Overzicht van de additionele baten van Dordtwijkzone scenario 1 volgens de Groene Baten Planner.

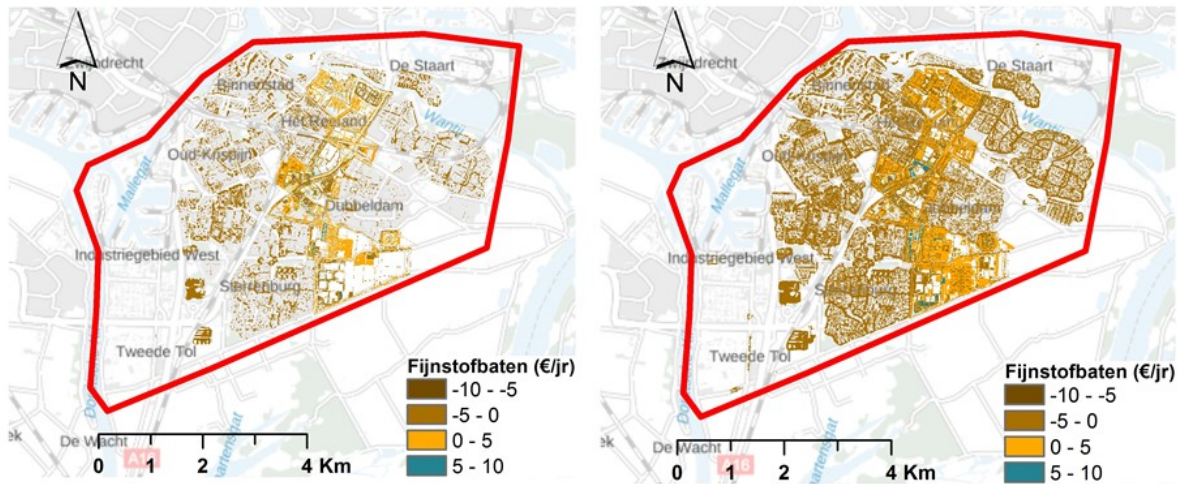
			Nul- alternatief	Scenario 1	Baat (verschil)	% verandering
Lucht- Kwaliteit	Afvang van fijnstof	€/jr	6948380	6958670	10290	0,15
Gezond- heid	Afname zorgkosten door stedelijk groen	€/jr	7706600	7803770	97170	1,26
	Vermeden kosten van arbeidsverlies door groen	€/jr	36685800	37146600	460800	1,26
Fysieke activiteit	Monetaire waarde van vermeden doden door fietsen van en naar werk	€/jr	153328000	153657000	329000	0,21
Woning- waarde	Bijdrage van groen en blauw aan de woningwaarde	€	541735000	542732000	997000	0,18

Tabel 3.11. Overzicht van de additionele baten van Dordtwijkzone scenario 2 volgens de Groene Baten Planner.

			Nulalt ernatief	Scenari o 2	Baat (verschil)	% verandering
Luchtk waliteit	Afvang van fijnstof	€/jr	6948380	6958670	10290	0,15
Gezon dheid	Afname zorgkosten door stedelijk groen	€/jr	7706600	7574650	-131950	-1,71
	Vermeden kosten van arbeidsverlies door groen	€/jr	36685800	36057200	-628600	-1,71
Fysiek e activiti et	Monetaire waarde van vermeden doden door fietsen van en naar werk	€/jr	153328000	153283000	-45000	-0,03
Wonin gwaard e	Bijdrage van groen en blauw aan de woningwaarde	€	5778750000	5920440000	141690000	2,45



Figuur 3.4: A) De toename van verkoeling Dordwijkzone scenario 1 en het referentie scenario in °C. De waarde geeft de vermindering van het stedelijk hitte-eilandeffect door groen weer. **B)** De toename van verkoeling Dordwijkzone scenario 2 en het referentie scenario in °C. De waarde geeft de vermindering van het stedelijk hitte-eilandeffect door groen weer.



Figuur 3.5: A) De afname van zorgkosten door afname van fijnstof tussen Dordwijkzone scenario 1 en het referentie scenario in €/jr. **B)** De afname van zorgkosten door afname van fijnstof tussen Dordwijkzone scenario 2 en het referentie scenario in €/jr.

3.5.5 Uitwerking maatschappelijke kosten

Voor de groene en blauwe elementen zijn de kosten zoveel mogelijk in beeld gebracht en meegenomen bij de berekeningen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de eenmalige investeringskosten en de jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten van extra groen en blauw gebaseerd op gebruikte kengetallen van de Toolkit Klimaatvriendelijke Stad. Tabel 3.12 geeft een beeld van deze kosten in beide scenario's.

Tabel 3.12. Overzicht van de additionele kosten van Dordtwijkzone scenario 1 en scenario 2.

Kostenpost	Scenario 1	Scenario 2	
Investeringskosten	€ 35	€ 115	Gemeente, gebouweigenaren
B&O kosten	€ 26	€ 37	Gemeente, gebouweigenaren

Niet meegenomen zijn de kosten voor de grijze infrastructuur (bijv. wegen, paden, ondertunneling provinciale weg, lantaarnpalen, prullenbakken, reiniging). Voorts zijn besparingen in onderhoud niet meegenomen door een functieverandering van het terrein. Bijvoorbeeld als een sportveld wordt omgevormd in bloemrijk grasland, dan zijn de beheerkosten aanzienlijk lager. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate als de hoeveelheid oppervlaktewater toeneemt, waardoor er geen extra ondergrondse rioleringsbassins aangelegd hoeven worden.

3.5.6

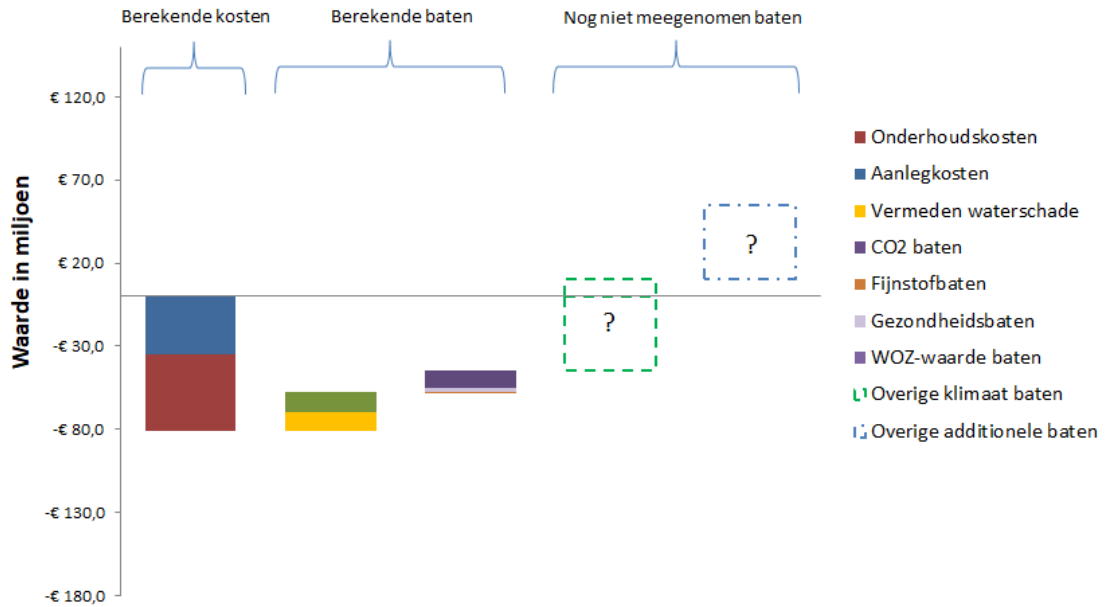
Presentatie resultaten MKBA Dordrecht

Tabel 3.13 geeft het overzicht van de contante waarde van alle kosten - en batenposten van de twee rekenscenario's voor de Dordtwijkzone in Dordrecht. Een deel van deze additionele baten kan nog niet gemonetariseerd of meegenomen (door dubbeltellingen) worden in de MKBA. Deze baten worden derhalve kwantitatief aangegeven met een + of -, afhankelijk van hun effect. Op dit moment is de balans van de MKBA nog negatief voor beide scenario's, de klimaat (vermeden waterschade en CO2 opslag) en additionele baten (gezondheid, luchtkwaliteit en vastgoedwaarde) wegen niet op tegen de investerings- en onderhoudskosten. Monetarisering/toevoeging van overige klimaat- en additionele baten zou kunnen leiden tot een balans van nul of zelfs een positieve balans. De verhouding tussen de verschillende kosten- en batenposten voor beide scenario's worden weergegeven door middel van waterval grafieken in figuren 3.6 en 3.7.

De vervallen onderhoudskosten zijn niet meegenomen in de huidige MKBA. Onder vervallen onderhoudskosten worden bijvoorbeeld de vervallen onderhoudskosten voor tegels of asfalt verstaan, doordat deze vervangen worden door groen. Mogelijk is de MKBA minder negatief of zelfs positief wanneer vervallen kosten meegenomen worden. Tevens houden de kosten op dit moment ook nog geen rekening met geplande woningbouw en werkzaamheden.

Tabel 3.13: Overzicht van de kosten en baten van de MKBA voor de twee Dordtwijkzone scenario's (S1 en S2) in Dordrecht. De bedragen zijn in miljoen €.

MKBA overzichtstabel			
Kosten/batenpost	Scenario 1	Scenario 2	Belanghebbenden
Investeringskosten	€ 35	€ 115	Gemeente, gebouweigenaren
B&O kosten	€ 46	€ 67	Gemeente, gebouweigenaren
Totaal kosten	€ 81	€ 182	
Vermeden waterschade	€ 12	€ 11	Gemeente, inwoners
CO2 baten	€ 12	€ 19	Gemeente, inwoners
Luchtkwaliteit	€ 0,4	€ 0,3	Inwoners, werknemers
Gezondheid	€ 3	-€ 4	Inwoners, werknemers
Vastgoedwaarde	€ 10	€ 142	Gebouweigenaren, gemeente
Overige additionele baten			
Biodiversiteit	+	+	Gemeente, natuurorganisaties
Verkoeling	+	+	Inwoners, werknemers, bezoekers
Recreatie	+	+	Inwoners, bezoekers
Totaal baten	36	168	
Balans	-45	-14	
Baten-Kosten Ratio	0,45	0,93	



Figuur 3.6: De watervalgrafiek behorend bij de MKBA van Dordtwijkzone scenario 1.



Figuur 3.7: De watervalgrafiek behorend bij de MKBA van Dordtwijkzone scenario 2.

3.5.7 Kostendragers en Baathouders

Een belangrijk aandachtspunt is dat de kostendragers niet altijd de baathouders zijn. De kosten voor ontwikkeling van groen en blauw komt

voor een groot deel terecht bij de gemeente, terwijl de klimaatbaten maar deels terugvloeien naar de gemeente. Een groot deel van de vermeden waterschade komt terecht bij de inwoners van Dordrecht. Een vergelijkbare situatie treedt op bij de toegenomen woningwaarde door de aanleg van meer groen en meer oppervlaktewater. Veel groen is openbaar groen en dit geldt zeker ook voor water. De kostendragers hier zijn dus met name gemeente en waterschap. De baathouders zijn de projectontwikkelaars, de eigenaren van de woningen en kantoren/bedrijven en de woningbouwcorporaties. Een deel van de baten kunnen via de OZB en de waterschapslasten alsnog in terecht komen bij de kostendragers. De baten van recreatie, verkoeling door groen en gezondheidsbaten van fijnstof afvang en groen komen voornamelijk bij de inwoners en bezoekers van het gebied terecht.

3.5.8 *Leerpunten en verslag gebruikerssessie case Dordrecht*

Terugkoppeling van de gebruikers (gem Dordrecht)

Op zich is interessant voor de gemeente welke maatschappelijke effecten optreden bij het scenario 1 (2030) en scenario 2 (2030). Het is echter onvoldoende duidelijk welke beleidskeuzes men nu kan maken op basis van deze gegevens. Belangrijkste punt is dat voorafgaand aan een MKBA duidelijke keuzes en prioritering gemaakt moeten worden over de belangrijke uitgangspunten/randvoorwaarden van de gemeente, dan kunnen op basis van deze rekenscenario's alternatieven worden neergelegd voor 2030. Doorrekening in een MKBA van deze alternatieven kan dan helpen bij de beleidskeuzes. Als bijv. de onroerende-zaakwaarde van belang is voor de gemeente, dan kan gefocust worden op niet alleen het effect op de bestaande bebouwing (waarvan de baten terecht komen bij de huiseigenaren, woningcorporaties), maar ook op de betekenis voor de grondontwikkeling voor de te bouwen woningen in het plangebied. De gegeneerde WOZ-baten kunnen een mogelijkheid bieden om cofinanciering van de plannen te realiseren met projectontwikkelaars, omdat zij ook weer profiteren van de toegevoegde waarde. Hetzelfde geldt voor de vermeden waterschade baat, wellicht is het mogelijk om hiermee cofinanciering te realiseren met het waterschap. Voor een goed gebruik van de MKBA is het niet noodzakelijk dat alle baten gemonetariseerd zijn. Biodiversiteit is bijvoorbeeld erg lastig te monetariseren. Een goed onderbouwde kwalitatieve beschouwing over de verschillen tussen de scenario's kan echter wel helpen bij de keuzes, en dat ontbreekt nog. Met betrekking tot de kosten, is nodig om deze voor de scenario's nog beter te onderbouwen. Wat nu ontbreekt zijn kostenschattingen voor civieltechnische werken (bijv. de ondertunneling), alsmede is niet goed uitgewerkt welke kostenbesparingen in het beheer optreden doordat groen en blauw grotere oppervlakten innemen. De meerkosten van dit groen- en waterbeheer zijn wel opgenomen, de minderkosten door het verdwijnen van andere arealen niet (bijv. minder verharding). Voorts ontbreken nog specifieke kosten en baten die wel belangrijk zijn voor de Dordtwijkzone en geheel Dordrecht. Zo verbetert in de plannen de waterkwaliteit door een betere inlaat van water in het gebied. Dit heeft niet alleen positieve gevolgen in de Dordtwijkzone, maar voor de gehele gemeente. En bovendien is waterkwaliteit van toenemend belang

in een opwarmend Nederland/Dordrecht. De kosten en baten van dit element ontbreken in de huidige MKBA.

Tenslotte kan de link naar maatregelen van de TKS scherper.

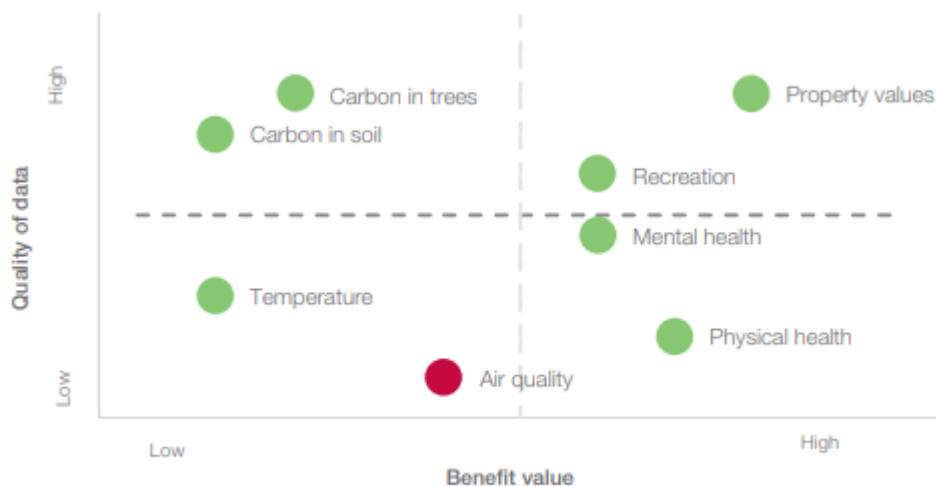
Aandachtspunt bij de Dordwijkzone is dat dit een heel groot areaal betreft, terwijl de TKS geschikt is om van elk metertje beplanting, wadi, etc. de effecten en kosten te berekenen.

3.6 Conclusies cases

3.6.1 Reflectie o.b.v inhoudelijke analyse

Overheersende batenposten

In Zoeterwoude is de meest overheersende gemonetariseerde batenpost de vermeden waterschade. Daarna komen de baten gezondheid en waardestijging van vastgoed. In Dordrecht en Utrecht is meerwaarde voor vastgoed overheersend: in verhouding tot het projectgebied in Zoeterwoude hebben deze gebieden een hogere bevolkingsdichtheid en overheersende woonfunctie. In alle casussen zijn de baten voor luchtkwaliteit relatief laag - hoewel de huidige berekeningswijze waarschijnlijk een onderschatting vormt (zie 2.2.3), komt de lage inschatting van deze baat wel overeen met resultaten uit andere MKBA's van stedelijk groen - zoals bijvoorbeeld te zien in figuur 3.8 ([Vivid Economics 2017](#)).



Source: Vivid Economics

Figuur 3.8: De baten van luchtkwaliteit in vergelijking tot andere baten van groen

Niet gewaardeerde baten

In de casussen is slechts een beperkt aandeel van de te verwachten klimaat - en additionele baten gemonetariseerd. Sommige posten zijn als 'PM'-post, met een waardering met + of - opgenomen. Sommige van deze baten kunnen naar verwachting wel significant zijn. Aan de kant van de klimaatbaten gaat het bijvoorbeeld om hittestress (impact op gezondheid, arbeidsproductiviteit, schade aan infrastructuur, impact op fysieke bedrijfsprocessen) - met name in de vrij versteende gebieden

Zoeterwoude Rijndijk en Utrecht Kanaleneiland is de verwachting dat het risico (en daarmee de baten van maatregelen) op schade door hittestress hoog zou kunnen zijn.

Ook recreatiebaten zijn op dit moment nog niet gewaardeerd. Met name als er nieuwe parkjes/ groene ruimte om te recreëren wordt aangelegd kan dit een significante baat vormen. Met name in Utrecht Kanaleneiland, waar een dakpark op een groot winkelcentrum tot de mogelijkheden behoort, zou dit significante recreatiebaten kunnen betekenen.

Ook lastiger te monetariseren baten die wel goed kunnen aansluiten op de ambities van de gemeente missen nu nog in de analyse: bijvoorbeeld de impact op sociale cohesie en biodiversiteit.

Vergelijking tussen alternatieven / inpassing in beleidsproces

In essentie is een MKBA bedoeld om verschillende alternatieven met elkaar, en met het nulalternatief te vergelijken - is er een positieve economische rationale voor investering? Welk alternatief heeft de hoogste impact op maatschappelijk welzijn? Op basis van de resultaten van de vergelijking tussen alternatieven kan door de betrokkenen dan een optimaal alternatief (voorkeursalternatief) worden samengesteld.

Of dit ook een realistische toepassing van de MKBA in de context van het proces van klimaatadaptatie is, hangt af van de fase in het beleidsproces - in hoeverre is er nog ruimte om tussen verschillende ontwerprichtingen te kiezen? In Utrecht Kanaleneiland en in Dordrecht was er slechts één ruimtelijk ontwerp beschikbaar: ook in Zoeterwoude was al een voorkeursrichting gekozen op basis van de resultaten van de uitkomst van de Toolkit Klimaatbestendige stad. Daarmee kan de MKBA weliswaar inzicht bieden in de volle breedte van de baten en de economische rationale van de maatregelen, maar is minder bruikbaar in het afwegen van voor en nadelen van verschillende ontwerpen en het optimaliseren van het ontwerp.

Definitie van het nulalternatief

In een MKBA worden de effecten van maatregelen in relatie tot een nulalternatief afgewogen tegen de investeringskosten. Het nulalternatief beschrijft de ontwikkelingen in het gebied in de context van het probleem (bijvoorbeeld toename van klimaatschade) zonder dat er extra maatregelen worden genomen. Bij het bepalen van de additionele baten in de GBP bestaat het nulalternatief uit de huidige samenstelling van groen in een gebied, en een aanname over de te verwachten bevolkingsgroei. Bij het berekenen van de reductie van wateroverlast is op dit moment verandering van verwachte wateroverlast over de tijd door klimaatverandering wel, maar bevolkingstoename niet meegenomen.

Berekening van de kosten

Ook bij het berekenen van de verwachte investerings - en onderhoudskosten is geen rekening gehouden met het nulalternatief - zo zal in de praktijk aanleg van klimaatmaatregelen veelal worden meegekoppeld met al geplande werkzaamheden zoals het vervangen/

herdimensioneren van riolen, wegen, nieuwbouw, dakonderhoud - , en komen veel maatregelen/ kosten in de plaats van andere investeringen. Dit leidt tot een overschatting van de *extra* investeringen en onderhoudskosten van de klimaatmaatregelen. Daarnaast kunnen huidige onderhoudskosten komen te vervallen - deze zijn nu niet als baat opgenomen. In de doorontwikkeling van de tool (4.2) zal aandacht worden besteed aan een realister inschatting van investeringen en onderhoudskosten van klimaatmaatregelen en vermeden onderhoudskosten t.o.v. het nulalternatief.

Tot slot

In het merendeel van de alternatieven in de casussen valt op dit moment de balans in de MKBA negatief uit: de kosten zijn hoger dan de baten. Dit is niet helemaal in lijn met de verwachtingen: 1) de ingeschatte investeringen - en beheerkosten zijn door het gebrek aan vergelijking met een nulalternatief naar verwachting (significant) te hoog en 2) slechts een deel van de klimaat en - additionele baten is gemonetariseerd (Zie ook hoofdstuk 2). In een volgende ronde kunnen deze onzekerheden worden verkleind.

3.6.2

Reflectie op gebruikersvragen over resultaten en toepassing MKBA

De resultaten van de MKBA berekeningen zijn bij iedere casus gepresenteerd. Daarbij zijn enerzijds de inhoudelijke resultaten gepresenteerd en is vervolgens een gesprek gevoerd over de bruikbaarheid van de informatie. In deze paragraaf hebben we de behoeftes van de 3 cases samengevat.

Projectfase/fase besluitvorming

De 3 cases staan allen in een andere fase van de planvorming/besluitvorming. Wat blijkt is dat een MKBA als '**beslissingsondersteunende**' tool een goede aanvulling kan zijn maar dat het daarbij wel afhankelijk is van de fase in planvorming en besluitvorming. Zo werd opgemerkt dat de tool heel geschikt had kunnen zijn bij de afweging op gemeentelijk schaalniveau waar groen en waar bebouwing zou kunnen plaatsvinden. Oftewel als onderbouwing (naar college en raad) van een ruimtelijk planningsbesluit over waar gebouwd mag worden en waar niet. Daarnaast was de indruk dat de tool ook vooral geschikt is in de initiatief fase van een project en in mindere mate voor het concrete inrichtingsontwerp.

Bij een andere case werd aangegeven dat de MKBA niet zozeer helpt om exact te bepalen wat wel en niet gedaan moet worden bij de inrichting van de wijk maar dat het wel helpt om aan te geven wélke maatregelen een bijdrage leveren aan de speerpunten van het college. Oftewel niet zozeer de absolute waarde van een score is belangrijk maar wel óf een maatregel een positieve impact heeft op een **beleidsdoel** (bv luchtkwaliteit).

Kostendragers vs baathouders

De MKBA geeft een uitkomst van impact voor de 'maatschappij' (zowel publiek als privaat terrein/eigendom). Uit de verschillende cases blijkt dat dat soms nuttig kan zijn als het gaat om een 'algemene' beleidsafweging. Maar ook bleek bij alle cases dat er behoefte is aan toedeling aan publiek en privaat. Oftewel wie draagt de kosten en wie

ontvangt de baten. Bij de casus van Zoeterwoude was de wens dat de MKBA zou helpen om private partijen te overtuigen om zelf iets te doen maar was de conclusie dat de resultaten daarvoor onvoldoende inzicht geven in wat de baten voor die partijen dan zijn. En bij Utrecht werd de toename van de OZB waarde als positief gezien aangezien dat leidt tot toename van inkomsten van de gemeente.

Het is geen businesscase

Wat bij alle cases terug komt is dat de MKBA en de met name de 'harde getallen' niet een eigen leven moeten gaan leiden maar dat ze vooral als 'indicator' in de besluitvorming gebruikt moeten worden. Mogelijk kan presentatie op een andere wijze dat voorkomen.

Ook werd aangegeven dat het niet nodig is om alles 'bij elkaar te vegen' maar dat per thema inzichtelijk maken van verschillen al heel nuttig en relevant is omdat dat gekoppeld kan worden aan de specifieke speerpunten van het college.

Interessant was de discussie in Dordrecht waarbij de baten van het groen op de woz-waarde wordt gebruikt om de projectontwikkelaars financieel bij te laten dragen aan de ontwikkeling en het beheer van het groen.

Tijdsdimensie

Er is behoefte aan inzicht in het moment waarop de investeringen moeten plaatsvinden en wanneer de baten kunnen worden geïncasseerd omdat dit van invloed is op de begroting van de gemeente. Zo kunnen bv de gezondheidsbaten mogelijk pas over 10 jaar geïncasseerd worden terwijl de investering voor groen nú gedaan moet worden. Daarbij is het dan ook van belang om inzichtelijk te maken wanneer een maatregel ook daadwerkelijk impact heeft (een boom heeft minimaal 10 jaar om 'volgroeid' te raken).

Wijze van presenteren

De presentatie van resultaten in MKBA tabel werd als positief beoordeeld. De watervalgrafiek daarentegen vond men lastig te doorgronden en werd daarmee ook minder nuttig gevonden. Daarentegen werd het weergeven van de effecten op kaartbeelden door Utrecht (mede door het schaalniveau bij die casus) als heel nuttig gevonden omdat men op basis daarvan gerichte keuzes kon maken waar maatregelen wel en niet effectief zijn.

Mate van betrouwbaarheid van info

Wat bij 2 cases naar voren kwam was dat de resultaten een richting geven qua score maar dat de absolute getallen niet volledig wetenschappelijk onderbouwd hoeven te zijn. Uiteindelijk zijn de resultaten onderdeel van een totaal aan informatie dat gebruikt wordt voor het nemen van een besluit en daarbij is richtinggevende info heel nuttig ook als die niet volledig wetenschappelijk onderbouwd is.

User interface

Over de user interface is in de casus niet expliciet gesproken. Wat wel is aangegeven is dat de gemeenten deze tool graag als beslissingsondersteunend willen toepassen en dat het daarbij prettig is als men zelf ook makkelijk inzicht heeft in de impact van getallen en indien mogelijk ook nog wijzigingen in maatregelen kan aanbrengen wanneer de resultaten daarom vragen.

Kortom een makkelijk toegankelijke bediening waar het ook mogelijk is om zelf input in te vullen met wel een weergave in tabellen en kaartbeelden van de resultaten.

4 Verkenning ontwikkeling MKBA Tool

In deze verkenning beschrijven we de ontwikkeling van een MKBA tool door eerst te kijken wat een MKBA tool zou moeten kunnen, de gewenste functionaliteit. Vervolgens beschrijven we wat er nu is en wat er nodig is om een MKBA tool te ontwikkelen. Daarbij gaan we achtereenvolgens in op wat er nu al is en wat er nog nodig is om een MKBA tool te ontwikkelen ten aanzien van de inhoudelijke kennis en informatie, de ict-architectuur en de gebruikersinterface. De laatste paragraaf beschrijft het plan voor de ontwikkeling van een MKBA tool, het minimal viable product en het werkplan 2020.

4.1 Gewenste functionaliteit van een MKBA Tool

Een MKBA tool zou de gebruiker moeten helpen bij het uitvoeren van een maatschappelijke kosten en baten analyse. Op basis van de resultaten van een volledige MKBA kan een beleidsmaker alternatieven (in verschillende scenario's) op basis van maatschappelijk rendement vergelijken. Gelijktijdig alle maatschappelijke kosten en baten van klimaatadaptatie in beeld brengen laat zien dat een integrale benadering belangrijk is. Om alle baten in een MKBA mee te kunnen nemen is het nodig om alle relevante en significante effecten van de maatregelen te kunnen bepalen (kwantificeren), en vervolgens ook om de kosten en baten van deze effecten te kunnen bepalen (te moneteriseren) zodat deze bij elkaar opgeteld kunnen worden.

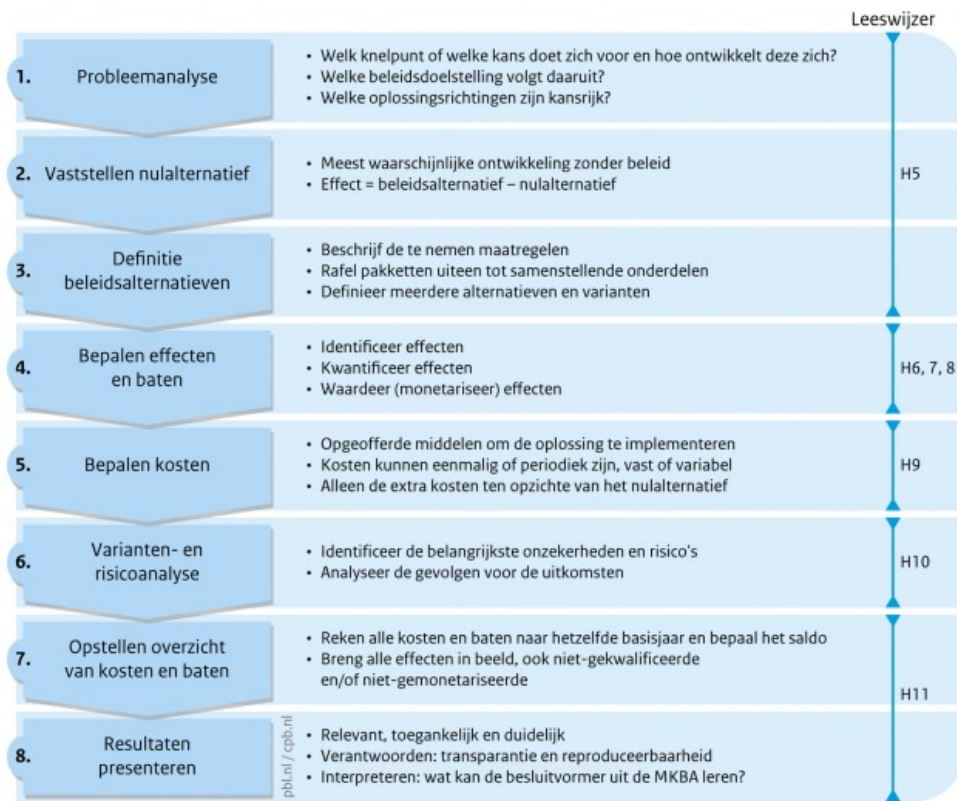
In de praktijk blijkt het vaak lastig om alle relevante effecten kwantitatief in beeld te brengen. Vaak zijn een aantal effecten weliswaar kwalitatief of kwantitatief bekend maar ontbreekt de specifieke kennis om deze te kunnen moneteriseren. Om deze reden kunnen deze effecten dan niet in een monetaire vergelijking worden meegenomen. Wel kunnen de effecten een positieve of negatieve waardering krijgen, met een ordinale schaal. Op deze manier kunnen ze in het besluitvormingsproces meegenomen worden. Verdere voorbeelden van andere overwegingen die niet gemonetariseerd kunnen worden meegenomen zijn verdelingsvraagstukken of andere politieke voorkeuren. Het op systematische wijze inzichtelijk maken van informatie waarop een keuze kan worden gemaakt is daarom waardevol binnen een MKBA en het besluitvormingsproces. Echter, alleen door alle relevante baten en kosten zo consistent mogelijk in beeld te brengen, kan een afweging gemaakt worden of de niet-gemonetariseerde baten opwegen tegen de kwantitatieve monetaire verschillen tussen de alternatieven.

Bij het moneteriseren van effecten binnen een MKBA kunnen dubbelstellingen optreden. Effecten, of de beprijzing daarvan, kunnen overlappen waardoor ze niet bij elkaar mogen worden opgeteld in de MKBA. Het is belangrijk om over het mogelijk voorkomen van dubbelstellingen transparant te zijn. Op basis van de prioriteiten van de beleidsmaker kunnen verschillende effecten naast elkaar worden afgewogen.

Het uitgangspunt van de te ontwikkelen MKBA-tool is het maatschappelijk rendement te bepalen van pakketten bestaande uit klimaatadaptatiemaatregelen, dit inclusief zoveel mogelijk overige ontwikkelingen die in een gebied spelen. Het uitgangspunt voor deze tool is daarom een gebiedsbenadering. Hierbij het het wel belangrijk om de projectbeschrijving goed af te bakenen, zodat er een helder beeld ontstaat welke effecten bij het project horen en welke bij andere initiatieven horen. We willen alle effecten ruimtelijk in beeld brengen. Ieder effect afzonderlijk kan een valide argument zijn om te kiezen voor een bepaalde variant. De effecten die misschien overlappen laten vaak wel een verschillende ruimtelijke verdeling zien, bijvoorbeeld gezondheidsbatens. Er zit een zekere overlap met extra WOZ waarde in een gebied, maar deze komt vaak op een andere locatie terecht dan de gezondheidsbatens. Wel laten we in de te ontwikkelen tool zien waar mogelijke dubbeltellingen op kunnen treden. Op deze wijze kunnen we uiteindelijk een zo volledig mogelijke MKBA presenteren.

Qua schaalniveau kan de focus van de MKBA tool op verschillende niveaus liggen, bijvoorbeeld een wijk, buurt of straatniveau . Voor de te ontwikkelen tool zou de focus van de MKBA op het planniveau van gemeente of wijk moeten komen te liggen om in lijn met de TKS te kunnen gebruiken. De leidraad (Romijn en Renes, 2013) voor MKBA beschrijft de verschillende stappen die daarbij doorlopen moeten worden. Naast de leidraad zijn er verschillende werkwijzers (Natuur,Milieu) om de gebruiker te ondersteunen in de toepassing van de MKBA.

Stappenplan van MKBA



Bron: CPB/PBL, 2013

Figuur 4.1. Schematisch stappenplan in de Leidraad met de verschillende onderdelen die nodig zijn om tot een goede MKBA te komen.

Probleemanalyse

Dit is een belangrijke stap in een MKBA. Om de maatschappelijke kosten en baten in de tool goed uit te kunnen rekenen dienen in de eerste stap, de probleemanalyse, de verschillende maatschappelijke opgaven zo goed mogelijk en ruimtelijk in beeld te brengen met kaarten die aangeven waar er sprake is van wateroverlast, een slechte luchtkwaliteit, te veel geluidsoverlast, te weinig groen in de buurt. Soms is het niet mogelijk om precies aan te duiden waar de mogelijke effecten optreden. Zo kunnen we voor hittestress wel aangeven waar de (gevoels)temperatuur waarschijnlijk het hoogst is maar zegt dit nog niets het aantal hittedoden. Waarschijnlijk dat hier in de toekomst meer informatie over beschikbaar komt. De stap probleemanalyse wordt niet in de tool opgenomen.

Vaststellen nulalternatief en definiëren beleidsalternatieven

Bij het vaststellen van het nulalternatief dient de meest waarschijnlijke ontwikkeling van het gebied in beeld gebracht te worden. Daarbij wordt meestal uitgegaan van het vastgestelde beleid. Toch kan het zeker, voor het ontwikkelen van de scenario's interessant zijn om het probleem breder te bekijken. Wat zijn de kwetsbare en vitale functies in het gebied. Het vastgestelde nulalternatief en de beleidsalternatieven zijn

input voor de te ontwikkelen tool.

Deze tool wordt gemaakt voor het nemen van maatregelen in de buitenruimte of aan gebouwen die bijdragen aan klimaatadaptatie en die eventueel gelijktijdig kunnen bijdragen aan andere maatschappelijke opgaven. De tool wordt niet gemaakt voor het in beeld brengen van de maatschappelijke kosten en baten van nieuwe woonwijken (zie case Dordrecht).

De keuzes die gemaakt zijn in de stappen 4, 5, 7 en 8 zijn uitgebreid aan de orde geweest in Hoofdstuk 2. De inhoudelijke ontwikkelingen die in deze stappen nog nodig zijn om te komen tot een tool worden in paragraaf 4.2 besproken.

Vanuit NKWK KBS is en wordt gewerkt aan verschillende instrumenten die achtereenvolgens ingezet kunnen worden om de klimaatkosten (de klimaatschade binnen de KSS), de te nemen adaptatiemaatregelen (de TKS, inclusief de directe baten) en de additionele baten in beeld te brengen (de "MKBA-Tool"). Het wordt echter aanbevolen om één tool te ontwikkelen die alle stappen uit het stappenplan naar een adaptatieplan zo goed mogelijk kan ondersteunen omdat:

- de functionele wensen en eisen van de verschillende onderdelen van de tool goed op elkaar aan moeten sluiten en allemaal voor hetzelfde doel ontwikkeld moeten worden. KSS, TKS en GBP dienen momenteel verschillende sub-doelen waardoor er functionele verschillen tussen deze instrumenten zijn die de koppeling van de instrumenten en daarmee het gebruik door de gemeenten en andere stakeholders belemmeren;
- de inhoudelijke beschrijving van de maatschappelijke kosten en baten in de verschillende stappen van de MKBA dienen onderling consistent te zijn. Als je daar verschillende instrumenten voor gaat gebruiken worden er:
 - mogelijk verschillende aannames en uitgangspunten gekozen, zeker wanneer het om functioneel verschillende systemen gaat die de maatschappelijke kosten en baten ten behoeve van andere doeleinden en op andere ruimtelijke schaalniveaus beschrijven en
 - verschillende data, parameters, kentallen en met name geografische bestanden gebruiken die leiden tot inconsistenties tussen de verschillende berekeningen van de (maatschappelijke) kosten en baten;
- de gebruiksvriendelijkheid van het systeem tekort zal schieten. Als de gebruiker op basis van voortschrijdend inzicht in de maatschappelijke kosten en baten de plannen of maatregelen aan wil aanpassen dan is het niet handig wanneer de gebruiker dan weer terug moet grijpen naar eerdere instrumenten en tools om het planproces consistent te houden;
- de ontwikkelingskosten (en beheerskosten) van de tool te beperken. Doordat men niet eenduidig kiest voor een instrument met een bepaald doel en daaruit voortvloeiende functionele eisen en wensen zullen de systemen uit elkaar gaan lopen waardoor op termijn aansluiting tussen de tools problematisch wordt en nieuwe investeringen noodzakelijk zijn. In principe zullen de beheerskosten voor meerdere separate systemen altijd groter zijn dan voor een geïntegreerd instrument. Als de verschillende instrumenten een

verschillend doel dienen dan valt daar niet aan te ontkomen maar als het om één doel gaat, het in beeld brengen van de maatschappelijk kosten en baten van klimaatadaptatie, dan moet je dat niet in meerdere verschillende ict systemen onderbrengen.

Functioneel gezien zou de MKBA-tool één instrument moeten zijn dat:

- de maatschappelijke kosten en baten van een set van maatregelen conform het stappenplan in een gebied in beeld brengt . De tool dient zich daarbij niet te beperken tot klimaatadaptatie maar alle relevante maatschappelijke opgave in het gebied voor zover mogelijk in beschouwing te nemen;
- verschillende scenario's kan vergelijken met een business as usual scenario;
- de maatschappelijke kosten en baten voor zover relevant ook ruimtelijk in beeld brengt. Maatregelen worden genomen om de maatschappelijke opgave, wateroverlast, hittestress etc. te verminderen;
- de gebruiker op eenvoudige wijze ondersteunt bij het invoeren van een scenario door één of meerdere maatregelen te definiëren. Deze maatregelen zou de gebruiker uit een set met maatregelen moeten kunnen selecteren waarna hij specificeert waar de maatregel toegepast moet worden;
- die resultaten presenteert die de gebruiker nodig heeft om het besluitvormingsproces te ondersteunen. Het gaat dan om de berekende maatschappelijke kosten en baten en die kosten en baten die (nog) niet goed te berekenen of te monetariseren zijn en
- ter ondersteuning van het planproces aanvullende aanwijzingen kan geven om de kwaliteit van het plan en de uiteindelijke implementatie te verbeteren. Deze aanwijzingen kunnen veelal direct gekoppeld worden aan de maatregelen.

De MKBA tool moet geschikt zijn om meerdere alternatieven en varianten met elkaar te vergelijken en de selectie van een voorkeursvariant te ondersteunen. Daarbij worden de relevante aspecten op hoofdlijnen binnen de planfase in beeld gebracht. Dit plan zal daarna gegeven de wettelijke randvoorwaarden, zoals bijvoorbeeld de omgevingswet, nader uitgewerkt worden. De MKBA tool beperkt zich tot de planfase om de complexiteit en de ontwikkelingskosten van het instrument te beperken. De focus dient daarbij initieel te liggen op de maatschappelijke kosten en baten van (klimaatadaptatie) maatregelen in de fysieke leefomgeving. Op termijn kan de tool verder uitgebreid worden met maatregelen die aangrijpen op andere beleidsterreinen in de stedelijke omgeving.

Voor de ontwikkeling van de tool dient een werkplan gemaakt te worden met een planning waarbij stapsgewijs de tool wordt ontwikkeld en uitgebreid met de meest relevante onderdelen.

4.2 Verkenning inhoudelijke uitwerking MKBA-tool

Deze paragraaf bouwt voort op hoofdstuk 2 en 3 die de inhoudelijke keuzes, aannames, berekeningen en de toepassing van de MKBA in de cases beschrijven. Een groot aantal maatschappelijke kosten en baten

kunnen we al berekenen met de verschillende tools zoals de KSS, TKS, D-FIAT² en de GBP.

Welke baten nemen we mee?

Figuur 4.2 geeft een overzicht van de potentiële maatschappelijke effecten van de klimaatmaatregelen. Voor ieder van deze potentiële effecten is in de tabel aangegeven [1] in hoeverre de verschillende baten al in de tools zitten, en [2] hoe groot naar verwachting de impact van klimaatmaatregelen in de stad kunnen zijn. De grootte van het effect zal van case tot case verschillen, maar gemiddeld gezien denken wij dat dit een realistische eerste inschatting is. Daarnaast [3] is een grove inschatting gemaakt van de maatschappelijke waarde van deze effecten. De potentiële omvang van het fysieke effect of de mogelijke maatschappelijke waarde kunnen belangrijke redenen zijn om deze baten alsnog toe te voegen aan de tool.

De Figuur is samengesteld op basis van de baten die al meegenomen zijn in deze studie, de tabel zoals samengesteld in Ellen et al. (2016) en op basis van de lijst (figuur) met ecosysteemdiensten die op de PBL website³ te vinden is.

² <https://publicwiki.deltares.nl/display/DFIAT/Delft-FIAT+Home>

³ <https://themasites.pbl.nl/natuurlijk-kapitaal-nederland/over-natuurlijk-kapitaal-nederland/wat-is-natuurlijk-kapitaal>

	Meegenomen in de cases? [1]	Potentiele grootte effect [2]	Inschatting maatschappelijke impact [3]
Baten			
Klimaatadaptatiebaten			
Vermindering wateroverlast	● 2	● 2	● 2
Vermindering hittestress	◐ 1	● 2	● 2
Vermindering droogteschade	○ 0	● 2	● 2
Verbetering waterkwaliteit	○ 0	● 2	◐ 1
Additionele baten			
Verbetering luchtkwaliteit	● 2	◐ 1	◐ 1
Betere gezondheid	● 2	◐ 1	● 2
Vermindering CO2 emissies	● 2	◐ 1	◐ 1
Toename vastgoedwaarde	● 2	● 2	● 2
Toename fysieke activiteit	◐ 1	◐ 1	● 2
Toename recreatiemogelijkheden	○ 0	● 2	● 2
Toename biodiversiteit	○ 0	◐ 1	● 2
Toename voedselproductie	○ 0	◐ 1	◐ 1
Toename belevingswaarde	○ 0	◐ 1	◐ 1
Toename sociale cohesie	○ 0	◐ 1	◐ 1
Vermindering geluidsoverlast	○ 0	◐ 1	◐ 1
Vermeden bodemdaling	○ 0	◐ 1	● 2

Figuur 4.2: De baten en additionele baten van klimaatadaptatie

[1] In de kolom: Hoe in de tool? Staat een lege cirkel voor 'niet meegenomen', een halfvolle cirkel voor 'enkel de grootte van het effect ingeschat in de tool' en een volle cirkel voor een 'welvaartseffect is gemonetariseerd meegenomen'.

[2] in de kolommen potentiële grootte effect en [3] inschatting maatschappelijke impact staat Een lege cirkel voor 'geen effect, een halfvolle cirkel voor 'weinig tot gemiddeld effect en een volle cirkel voor 'veel effect'.

Zoals uit Figuur 4.2 blijkt is het voor het verder ontwikkelen van deze MKBA tool van belang om te werken aan schattingen voor de grootte van het effect gerelateerd aan verminderde hittestress en droogteschade in de stad en over de waardering hiervan - deze posten zijn nu niet meegenomen maar kunnen naar verwachting wel sterk worden beïnvloed door klimaatmaatregelen en hebben in potentie een grote maatschappelijke impact. In mindere mate geldt dat ook voor het verwachte effect op de waterkwaliteit. Andere posten waarvan wij inschatten dat deze voor veel gebruikers belangrijk zijn bij besluitvormingsprocessen zijn gezondheid, fysieke activiteit en recreatie (zie kolom inschatting maatschappelijke impact in Figuur 4.2). Onder

gezondheidseffecten kunnen verschillende effecten onderscheiden worden die door de grootte waarde die aan gezondheid gehecht worden vaak een rol zullen spelen in besluitvorming. Andere posten die als mogelijk relevant naar voren komen zijn het effect op belevingswaarde, biodiversiteit en op bodemdaling (zie Figuur 4.2).

Tabel 4.1: Overzicht van additionele baten die niet in de cases zijn meegenomen

Batenpost		literatuur
Toename biodiversiteit	De soortenrijkdom van planten en dieren (aantallen en kwaliteit)	Zie Bos en Ruijs, 2019
Toename voedselproductie	Voedsel uit (landbouw)gewassen	Zie Baltussen et al., 2018
Toename belevingswaarde	De waarde van de beleving van de omgeving (zoals beschikbare open ruimten en architectonische vormgeving)	Zie Dammers et al., 2005
Toename sociale cohesie	De samenhang tussen grotere groepen mensen in een gemeenschap, zoals de dynamiek binnen een dorp of samenleving	Baltussen et al., 2018
Vermindering geluidsoverlast	Het gaat hier om de geluidsoverlast die hinder veroorzaakt voor de omwonenden	Zie de Bruyn et al., 2017
Vermeden bodemdaling	Vermindering bodemdaling door inklinking van veen /klei of boven grondbelasting	Zie bijv. Kok, 2017

Wel zitten er bij deze effecten potentiële dubbeltellingen waarbij bij de ontwikkeling van de tool goed gekeken moet worden. Hierbij kan ook aan een differentiatie van de wijze van monetarisering van de effecten gedacht worden waarbij in de ene omgeving meer aandacht gaat naar de ene waarderingmethodiek van het effect dan in een andere omgeving.

Afhankelijk van de vraag van de gebruikers zouden we er ook voor kunnen kiezen om effecten in een nog bredere zin te bekijken. In dat geval zouden we bijvoorbeeld aan kunnen sluiten bij de sustainable development goals. Het gaat dan niet meer alleen rechtstreeks om de baten die direct gelinkt zijn aan leefomgeving, maar bijvoorbeeld ook armoede of biodiversiteit.

Kosten	meegenomen in de cases? [1]	Potentiele grootte effect [2]	Inschatting maatschappelijke impact [3]
Klimaatadaptatiekosten			
Investeringskosten klimaatadaptatie	● 2	● 2	● 2
Extra beheerkosten groen	● 2	● 2	● 2
Vermeden beheerkosten groen	○ 0	● 2	● 2
Extra beheerkosten grijs	○ 0	● 2	● 2
Vermeden beheerkosten grijs	○ 0	● 2	● 2

Figuur 4.3. De kosten van klimaatadaptatie

[1] In de kolom: Hoe in de tool? Staat een lege cirkel voor 'niet meegenomen', een halfvolle cirkel voor 'enkel de grootte van het effect ingeschat in de tool' en een volle cirkel voor een 'welvaartseffect is gemonetariseerd meegenomen'.

[2] in de kolommen potentiële grootte effect en [3] inschatting maatschappelijke impact staat Een lege cirkel voor 'geen effect, een halfvolle cirkel voor 'weinig tot gemiddeld effect en een volle cirkel voor 'veel effect'.

Zoals uit Figuur 4.3 blijkt dat de investerings- en beheerkosten de kostenposten zijn. Op dit moment zijn vermeden kosten ten opzichte van de referentiesituatie nog niet goed in beeld. Dit moet in een verbeterslag binnen de TKS en de MKBA tool beter in beeld worden gebracht.

Naast de effecten en de monetaarisering van de baten moeten ook de kosten van de maatregelen zo nauwkeurig mogelijk in beeld worden gebracht. Op het moment is er nog niet voldoende inzicht op de manier waarop investeringkosten worden bepaald en kosten voor beheer en onderhoud, met name in relatie tot de referentiesituatie (wat zijn gemaakte kosten in het gebied zonder klimaatmaatregel). Van andere maatregelen zijn ook de private baten soms niet duidelijk in beeld; zo zijn voor groene daken wel de "publieke" groene baten inzichtelijk, maar

niet mogelijke energiebesparingen voor de gebouwbeheerder/gebruiker. Deze aspecten zullen in het werkplan voor de ontwikkeling van de MKBA tool een plaats krijgen binnen de verdere ontwikkeling en mogelijke samenvoeging met de TKS.

Voor wie is welke informatie waardevol?

In de drie casussen hebben we ook aangegeven hoe de kosten en baten over de verschillende partijen verdeeld worden. Dit is informatie die ook terug zal komen in de te ontwikkelen tool. Hier is vraag naar omdat de baten van een oplossing of concept voor de ene partij belangrijker dan voor een andere partij (verdelingseffecten). Bijvoorbeeld, verbetering van de waterkwaliteit zal voor waterrecreanten belangrijker zijn dan voor iemand die nooit recreëert aan het water. Vermindering van de wateroverlast en bijbehorende vermindering van de schade is belangrijker voor bewoners, weg- en waterbeheerders dan voor een zorgverzekeraar. Daartegenover is het stimuleren van lichamelijke activiteit en de bijbehorende gezondheidswinst belangrijker voor een zorgverzekeraar dan voor een wegbeheerder.

Risico-analyse

In de cases is tot nu toe gewerkt met puntschattingen. In de uiteindelijke tool is het plan om naast puntschattingen ook met ranges te werken.

Discontovoet

In de MKBA die voor de drie cases is gemaakt is er een differentiatie gemaakt in de discontovoet voor de verschillende typen maatregelen en bijbehorende baten. De gekozen discontovoet is gebaseerd op adviezen in verschillende richtlijnen. Er kan op basis van deze richtlijnen ook een andere keuze gemaakt worden. Voor de uiteindelijke tool zal hier nogmaals naar gekeken worden zodat er een goed onderbouwde keuze gemaakt kan worden voor de toe te passen discontovoet voor de verschillende baten (categorieën). Daarbij lijkt het goed om binnen de tool de discontovoet aan te kunnen passen aan mogelijk nieuwe toekomstige inzichten met betrekking tot het gebruik van de discontovoet, een eventuele toepassing van een prijsstijging op kosten en baten, en de de richtlijnen die hiervoor worden gepubliceerd.

levensduur

Voor de levensduur is binnen de drie cases 30 jaar gebruikt, dit lijkt echter aan de korte kant voor maatregelen voor klimaatadaptatie. In de regel wordt binnen een MKBA op het gebied van klimaatadaptatie een langere periode gebruikt, bijvoorbeeld 50 - 100 jaar. Aan de andere kant is een stedelijke, bebouwde omgeving veel meer onderhevig aan verandering dan buiten de bebouwde omgeving, wat ook van invloed is op de (technische) levensduur van de maatregelen. Bij de ontwikkeling van de MKBA tool moet er dus voldoende aandacht worden gegeven aan de keuze van de evaluatieperiode binnen de MKBA.

4.3 Verkenning ICT Architectuur MKBA-tool

De mogelijkheden om op basis van de beschikbare ICT-architectuur van de KSS, TKS en GBP een MKBA tool te ontwikkelen zijn tijdens een workshop op het RIVM besproken met John Verberne, Taco Zwaanswijk,

Reinder Brolsma, Edwin van der Strate, Robbert Snep en Ton de Nijs. Deze verkenning is met name gebaseerd op de gewenste functionaliteit van een MKBA tool, de functionaliteit van de huidige instrumenten en de verschillen daartussen en de mogelijkheden om bestaande ICT componenten te koppelen. In aanvulling op de TKS en de GBP zullen daarnaast aanvullende rekenmodules ontwikkeld of gekoppeld moeten worden om de meest relevante maatschappelijke kosten en baten door te kunnen rekenen. Zo zouden de waterschades optioneel met de WaterSchadeSchatter berekend kunnen worden.

De KSS bevat relevant kennis voor de ontwikkeling maar is geen applicatie vergelijkbaar met de TKS en de GBP. In de KSS wordt de schade niet berekend maar toont de schades zoals die offline zijn berekend. Voor de verder ontwikkeling van een MKBA tool kan voortgebouwd worden op de ICT van de TKS en de GBP. De rekenmodule voor de KSS zou wel opgenomen kunnen worden in een dergelijke applicatie.

In onderstaande paragrafen zijn eerst de overeenkomsten en verschillen van de beide bestaande toepassingen op inhoudelijk en technisch technische niveau uitgewerkt. Deze bepalen in belangrijke mate de mogelijke ontwikkeling van een MKBA tool. Op basis van deze overeenkomsten en verschillen zijn vervolgens de verschillende opties uitgewerkt om een MKBA tool te ontwikkelen.

Overeenkomsten en verschillen

Overeenkomsten in beide instrumenten:

- hebben een web-interface waarmee de gebruikers toegang krijgen tot het instrument;
- maken gebruik van zogenaamde REST api waarbij er sprake is van ontkoppeling van de gebruikersinterface en de achterliggende rekenmodellen. Hierdoor wordt het technisch gezien mogelijk om de achterliggende rekenmodellen in de andere gebruikersinterface aan te roepen;
- maken gebruik van een geografische kaart waar de gebruikers de maatregelen op in kunnen tekenen. De representatie verschilt wel, de TKS maakt gebruik van Shapes en de GBP van Grids en zijn gebruikersvriendelijk.

Verschillen tussen beide instrumenten:

- in de GBP is er rekening mee gehouden dat de referentie situatie aangepast moet kunnen worden, in de TKS gaat uit van de bestaande situatie;
- in de GBP wordt het model realtime doorgerekend, in de TKS geeft instantaan resultaten terug door gebruik te maken van opzoektabels met rekenresultaten, hierdoor zijn de rekentijden in de GBP langer dan in de TKS;
- in de TKS kun je maatregelen kiezen uit een lijst met maatregelen, in de GBP teken je maatregelen in door de twee belangrijkste invoerkaarten die met het landgebruik en de vegetatie aan te passen;
- in de GBP kun je meerdere scenario's vergelijken ten opzichte van de referentiesituatie, in de TKS kun je scenario's downloaden en met elkaar vergelijken;

- de GBP maakt gebruik van de beschikbare lokale geografische informatie, in de TKS dient de gebruiker gebiedskenmerken in te voeren;
- de TKS rekent op basis van het oppervlak van en de belangrijkste kenmerken van verschillende maatregelen en een aantal gebiedskenmerken, de GBP rekent met de ligging van de maatregelen waarbij de gebiedskenmerken in het model beschikbaar zijn en
- de toepassing van de TKS richt zich op klimaatadaptatie in de bestaande stad, de GBP richt zich meer op ontwikkeling van de ruimte: omgevingsplannen en omgevingsvisies

Voor en nadelen van Shapes en Grids.

Shapes en grids zijn beide methoden ruimtelijke informatie weer te geven. Iedere shape of gridcel beschrijft de ruimte op een bepaalde locatie met een aantal omgevingskenmerken, bodemtype, landgebruik, vegetatie, grondwaterstand, luchtkwaliteit etc. Waar Shapes een variabel gebied qua grootte en vorm kunnen beschrijven worden grids gekenmerkt door een vooraf gedefinieerde vorm. Beide methoden kunnen toegepast worden in ruimtelijke modellen. Het grote voordeel van shapes betreft de manier waarop de gebruiker maatregelen kan definiëren. Nadeel is dat als de shapes te groot worden er moeilijker rekening gehouden kan worden met de ruimtelijke variabiliteit binnen de shapes als het landgebruik, bodemtype of de vegetatie varieert. Nadeel van grids is dat je de werkelijkheid representeert in de vorm van gridcellen met een waarde. Omdat grids een vooraf vastgestelde grootte hebben is het niet mogelijk om gedetailleerde informatie binnen de gridcel weer te geven. Wil je ruimtelijk gedetailleerdere analyses doen dan moet je de resolutie van je grids vergroten waardoor de rekentijden snel toenemen. met grids kun je eenvoudiger rekening houden met allerlei neighborhood effecten dan met shapes. Zo worden de mogelijke gezondheidseffecten op een bepaalde locatie door de gemiddelde kenmerken van de omgeving bepaald: hoeveel groen is er binnen een straal van 300m. De keuze voor om met shapes of grades hangt daarmee sterk van de berekening en de toepassing af.

Een MKBA tool gebaseerd op een combinatie van TKS en GBP kan toegepast worden om strategische keuzes over de ruimtelijke invulling van een wijk of buurt te maken. Door de resolutie van de GBP van 10m modules zal een MKBA tool slecht of niet toepasbaar zijn op gebieden met een oppervlak van minder dan 1 ha.

Indien men met de GBP gedetailleerder wil gaan rekenen zullen de basiskaarten in het systeem aangepast moeten worden. Een hogere ruimtelijke resolutie zal de rekentijden van het systeem kwadratisch beïnvloeden: als je de resolutie verdubbelt neemt de rekentijd grofweg met een factor vier toe. Vraag daarbij is echter wel hoe nauwkeurig de relevante geo-informatie is. Het heeft weinig zin om zeer gedetailleerd te rekenen als de resolutie van de invoergegevens veel lager is. Inmiddels is zeer veel informatie op een zeer gedetailleerd schaalniveau beschikbaar binnen de Basisregistraties. De hydrologie, bodemkenmerken en milieukwaliteit is veelal niet op dat gedetailleerde schaalniveau beschikbaar.

Ontwikkeling MKBA tool

Voor de verdere ontwikkeling van een MKBA tool is met name het verschil in toepassing van de TKS en GBP bepalend. De TKS richt zich op klimaatadaptatie in de bestaande steden de GBP op de planvorming, de ontwikkeling van de ruimte. Een nieuw te ontwikkelen MKBA tool zou idealiter voor beide toepassingen ingezet moeten kunnen worden waarbij vooraf een afweging gemaakt moet worden tussen de manier waarop de ruimtelijke kenmerken in het model meegenomen worden, shapes of grids, wanneer in welke modelberekening welke methode de voorkeur heeft. Daarnaast is het ook de vraag welke methode bij voortschrijdend inzicht het eenvoudigst is aan te passen of uit te breiden.

Voor de ontwikkeling van een MKBA tool wordt het aanbevolen om op termijn toe te werken naar één datamodel om ruimtelijke ontwikkelingen en beheer aspecten te definiëren. Dit datamodel zou voort moeten bouwen op de bestaande datamodellen zoals die voor de basisregistraties zijn ontwikkeld. Door toe te werken naar één datamodel toe te werken worden verschillen in de definities van maatregelen en inconsistent gebruik van (geografische) invoergegevens, en daarmee in de resultaten, voorkomen en wordt het systeem op termijn eenvoudiger uit te breiden met nieuwe modules die andere aspecten van de ontwikkeling, inrichting en het beheer van de ruimte beoordelen.

Mogelijke ontwikkelingsroutes

Binnen de ICT is het altijd de vraag of het beter is bestaande software modules te hergebruiken of van scratch af aan opnieuw te beginnen: "Greenfields and Legacies". Naarmate de software ouder is, is het vaak beter om van scratch aan opnieuw te beginnen. Zowel de TKS als de GBP zijn relatief nieuwe tools gebaseerd op state-of-the-art technologie. Om de ontwikkelingskosten te beperken wordt in de verkenning van de mogelijke ontwikkelingsroutes zoveel mogelijk de bestaande software code hergebruikt.

Tijdens de workshop zijn drie verschillende ontwikkelingsroutes besproken:

1. TKS uitbreiden met MKBA indicatoren
2. GBP uitbreiden met MKBA indicatoren
3. MKBA tool ontwikkelen op basis van TKS en GBP

Deze ontwikkelingsroutes worden in onderstaande paragrafen nader beschreven.

4.3.1 TKS uitbreiden met MKBA-indicatoren

De TKS kan uitgebreid worden met MKBA indicatoren door deze te koppelen met GBP en andere modules die de maatschappelijke kosten en baten in beeld brengen.

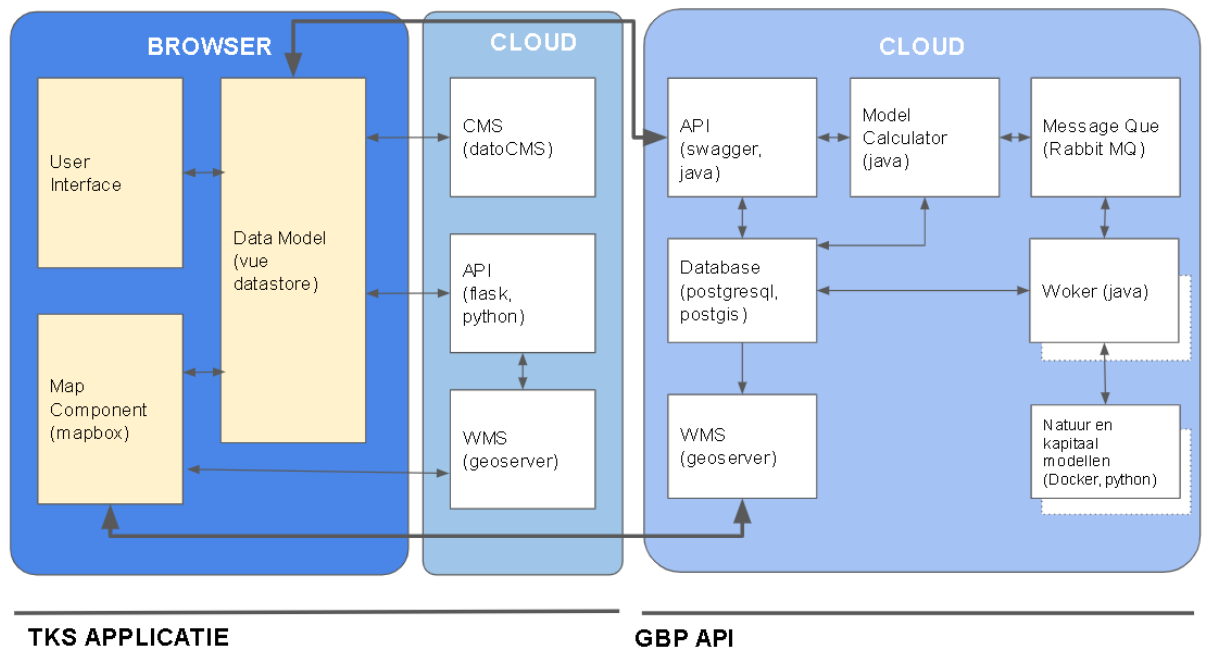
Om aan te geven hoe de TKS uitgebreid kan worden met MKBA indicatoren wordt een beknopt overzicht gegeven van de architectuur van de TKS en aangegeven hoe deze uitgebreid kan worden met de GBP. Daarnaast zullen aanvullende (reken)modules ontwikkeld moeten worden binnen de TKS of de GBP om de meest relevante

maatschappelijke kosten en baten zoals voor wateroverlast, droogteschade en de (vermeden) beheerkosten mee te nemen (zie par 4.2)

Voor een volledig overzicht van de documentatie van de TKS wordt verwezen naar: <https://publicwiki.deltares.nl/display/AST/>

Architectuur TKS

De verschillende componenten waar de ICT-architectuur van de TKS uit bestaat en de uitbreiding met de GBP API worden weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.4. Schematische weergave van de verschillende componenten van de ICT-architectuur van de TKS en de uitbreiding met de GBP API.

De TKS omvat de volgende componenten:

- **Data Model**
Het data model staat centraal in de TKS toolbox. Hierin worden alle instellingen van de applicatie opgeslagen alsmede alle projectkenmerken en de door de gebruiker ingetekende maatregelen, kenmerken en de berekende KPI's. Het datamodel zorgt ervoor dat de verschillende componenten op de juiste manier worden aangestuurd en dat de juiste informatie wordt opgehaald.
- **Content Management System (CMS)**
Het Content Management System (DatoCMS) wordt gebruikt voor het beheer van alle kenmerken, beschrijvingen en foto's van de maatregelen en de overige content.
- **Application Programming Interface (API)**
De Application Programming Interface wordt gebruikt voor het uitvoeren van de effectiviteitsberekeningen. Onderdeel hiervan zijn de data tabellen met vooraf berekende effectiviteit voor de verschillende maatregelen per wijktypen.

- User interface
De User interface is de website TKStoolbox.nl die de gebruiker ziet als deze de TKS toolbox opent.
- Map component
De map component is de kaart waar de gebruiker het projectgebied of maatregelen op intekent. Deze component geeft vervolgens deze gegevens van de getekende objecten door aan het Datamodel. Daarnaast kunnen in de map component verschillende thematische kaartlagen worden getoond.
- Web Mapping Server (WMS)
De Web Mapping Server is de voor de TKS opgezette dataserver waar thematische kaartlagen opgeslagen en opgeroepen kunnen worden. Daarnaast kunnen sinds dit jaar (2019) ruimtelijke analyses en bewerkingen plaatsvinden op deze server middels een API. Ook zijn verwijzingen naar externe wms (wms, wmts, ArcGIS) servers mogelijk.

De berekeningen, de kaartlagen en de kenmerken van de maatregelen worden allemaal beheerd in de cloud. Het datamodel dat data uitgewisseld met de cloud, de map component en de user interface draaien allemaal binnen de webbrowser van de gebruiker. Het is door deze opzet mogelijk grote aantallen gebruikers tegelijk met de TKS te laten werken en het systeem indien gewenst op te schalen.

Uitbreiding TKS met indicatoren GBP

De TKS is gebaseerd op maatregelen, inrichtingselementen die kunnen worden toegepast in een projectgebied. Deze inrichtingselementen zijn herkenbare eenheden in de openbare ruimte (bijv. wadi, waterplein of groen dak) en zijn daarom vrij specifiek. Deze maatregelen dienen vertaald te worden naar invoerparameters van de GBP in de verandering van het landgebruik en de hoeveelheid groen waarbij onderscheid wordt gemaakt in bomen, struiken en lage vegetatie. Hiertoe zal per maatregel een conversiematrix gedefinieerd moeten worden.

Berekeningen door de API worden uitgevoerd door de API-TKS na veranderingen in het Data Model. Het komt er op neer dat de eigenschappen van een maatregel in combinatie met een scenario naam als een tekst in json-formaat naar de API-GBP wordt gestuurd en deze een antwoord in json-formaat met de berekende effectiviteitswaarden terugstuurt naar de API-TKS ontvangt. Met een vergelijkbaar principe kunnen ook andere KPI's die op andere servers worden berekend worden uitgewisseld. Door de langere rekentijd voor de GBP zullen de berekeningen niet automatisch geïnitieerd moeten worden na veranderingen in het Data Model, maar na het aanklikken van een knop door de gebruiker.

In de GBP worden, conform de opzet van de MKBA, verschillende scenario's met elkaar vergeleken met een referentie of business as usual scenario. Dit referentie scenario kan bestaan uit de huidige situatie maar kan ook aangepast worden op basis van vastgesteld beleid waarbij er al besluitvorming is over bepaalde nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen. In de TKS wordt de huidige situatie gebruikt als referentie of business as usual scenario.

De verschillende kaartlagen in de GBP bevatten de huidige situatie (voor zover de kaarten up to date zijn).

Om de GBP indicatoren met de TKS door te rekenen zullen een aantal aanpassingen doorgevoerd moeten worden:

- Toevoegen van de locatiegegevens aan de maatregelen in de TKS en vertalen naar invoergegevens voor de GBP
- Koppelen van de API-TKS en de API-GBP
- Versturen van invoergegevens vanuit de TKS naar de API van de GBP
- Berekenen van de relevante indicatoren voor het Business As Usual scenario (huidige situatie) door de GBP voor het projectgebied (json-formaat)
- Berekenen van de relevante indicatoren van het projectgebied met de door de gebruiker ingetekende maatregelen door de GBP voor het projectgebied (json-formaat)
- Verschil in indicatoren bepalen tussen de verschillende scenario's
- Versturen verschil indicatoren van API van de GBP aan TKS
- Uitbreiden van de userinterface van de TKS met nieuwe indicatoren

TKS uitbreiden met andere MKBA indicatoren

Naast de indicatoren die nu met de TKS en de GBP berekend kunnen worden zullen ook nieuwe rekenmodules ontwikkeld moeten worden om de andere relevante maatschappelijke kosten en baten in beeld te brengen zoals voor wateroverlast, bodemdaling, droogte etc. Als je die indicatoren locatiespecifiek uit wilt werken dan zou je dat als een nieuwe module in de GBP willen doen, als het niet noodzakelijk is om deze locatiespecifiek uit te werken dan zouden ze als nieuwe modules binnen de TKS uitgewerkt kunnen worden.

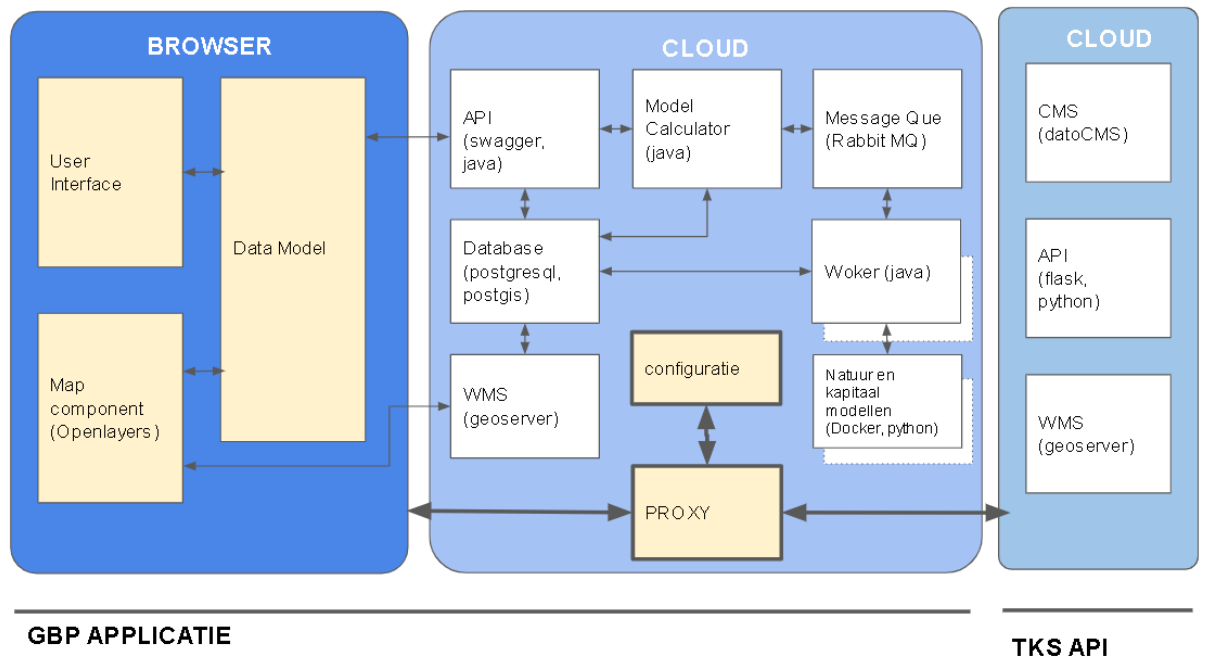
Resultaat is een TKS met additionele MKBA indicatoren. Deze additionele indicatoren kosten dan meer rekentijd en zouden optioneel meegenomen kunnen worden. In de uitwerking van de plannen dient de gebruiker zich bewust te zijn van de extra rekentijd die zich met dit meebrengt. de ruimtelijke resolutie van de GBP indicatoren. Deze applicatie kan de maatschappelijke kosten en baten van één scenario doorrekenen en kan niet de voor- en nadelen van verschillende scenario's met elkaar vergelijken.

4.3.2 GBP uitbreiden met MKBA-indicatoren

Ook de GBP kan als basis gebruikt worden om een MKBA tool te ontwikkelen door deze te koppelen met TKS en andere modules die de maatschappelijke kosten en baten in beeld brengen. Vergelijkbaar met de TKS wordt een beknopt overzicht gegeven van de architectuur van de GBP om daarna aan te geven hoe de GBP uitgebreid kan worden met indicatoren uit de TKS. Daarnaast zullen aanvullende (reken)modules ontwikkeld moeten worden binnen de TKS of de GBP om de meest relevante maatschappelijke kosten en baten zoals voor wateroverlast, droogteschade en de (vermeden) beheerkosten mee te nemen (zie par 4.2)

Architectuur GBP

De ICT-architectuur van de GBP en de uitbreiding om de indicatoren uit de TKS door te kunnen rekenen worden weergegeven in figuur 4.5. De ICT-architectuur van de GBP lijkt op de architectuur van de TKS en bestaat uit een los ontwikkelde front-end (browser) die op basis van een open REST api communiceert met de back-end en het rekenmodel. De backend is ontwikkeld in java en maakt gebruik van de in AERIUS.NL ontwikkelde schaalbaar uit te voeren modellen platform. Daarnaast worden via de geoserver een aantal kaartlagen beschikbaar gemaakt in de front-end waarop de gebruiker zijn scenario's kan definiëren. De nieuw te ontwikkelen modules om de ontbrekende maar relevante maatschappelijke kosten en baten in beeld te brengen kunnen direct aan de GBP, de TKS of via de Proxy gekoppeld worden, afhankelijk van de manier waarop die modules het eenvoudigst zijn te realiseren en toe te voegen.



Figuur 4.5. Schematische weergave van de verschillende componenten van de ICT-architectuur van de GBP en de koppeling met de TKS API.

In aanvulling op de TKS bestaat de GBP uit de volgende componenten.

- Database
Kerngegevens van de modellen worden hier bewaard en de rekenresultaten worden per berekening bewaard.
- Model calculator
Aangeboden rekentaken worden hier voorbereid voor uitrekenen met het model. Deze worden na voorbereiding op een wachtrij gezet en de status wordt bijgewerkt in de database.
- Message QUE
Een methode voor het asynchroon verwerken van veel en mogelijk grote rekentaken.
- Worker
Een process data uit de wachtrij rekentaken verwerkt met bijbehorende modellen en de resultaten daarvan in de database

en WMS kaartlagen opslaat en bijwerkt. Voor de schaalbaarheid worden meerdere workers ingezet. Deze kunnen allen gelijktijdig taken uit de wachtrij halen en verwerken.

- Rekenmodellen
Een in docker draaiende instantie van de rekenmodellen beschikbaar in python die door middel van een worker gestart kan worden.

De front-end van de TKS en de GBP lijken qua architectuur sterk op elkaar. De architectuur van de back-end van de GBP is daarentegen wezenlijk anders dan die van de TKS. De back-end van de GBP is gebaseerd op de architectuur die voor AERIUS. AERIUS is het systeem dat in het kader van de PAS is ontwikkeld voor de vergunningverlening van stikstof emissies. Dit systeem is zo opgezet dat het schaalbaar is en kan rekenen met 10, 20 of 50 processoren als het nodig is. Dit systeem maakt het mogelijk om de verschillende berekeningen in de GBP, TKS of nieuwe berekeningen parallel en asynchroon door te rekenen, de resultaten te verzamelen en via de proxy terug te koppelen naar de user interface.

Uitbreiding GBP met indicatoren TKS

In de GBP kan men momenteel maatregelen definiëren door de verschillende invoerkaarten zoals het landgebruik en vegetatietype (bomen, struiken, gras) aan te passen. In de TKS zijn specifieke maatregelen gedefinieerd die toegepast worden op het gebied dat door de gebruiker op de kaart is ingetekend. Deze opzet maakt het voor de gebruiker makkelijker om specifieke maatregelen op te geven maar biedt ook meer mogelijkheden om de maatregelen uitvoeriger te definiëren waardoor de plannen beter beoordeeld kunnen worden. Met deze inrichtingselementen kan bijvoorbeeld het type vegetatie (welke bomen, struiken en planten; exoten of planten van hier) en het type beheer (jaarlijks maaien, snoeien, natuur-inclusief beheer) beter gedefinieerd worden waardoor de effecten op de biodiversiteit, gezondheid (teken, eikenprocessierups, allergieën) en de ontwikkelings- en beheerkosten beter te beoordelen zijn. Ook kan men bij het inplannen van waterelementen (fontein, wadi's, vijvers) bij de selectie direct wijzen op de potentiële risico's op water gerelateerde pathogenen (legionella) en hoe deze zijn te ondervangen.

Anderzijds is het mogelijk (en wenselijk) dat de relevante locatie-specifieke informatie die door de gebruiker ingevoerd moet worden in de TKS, zoals het bodemtype, direct uit de beschikbaar geografische bestanden wordt opgehaald. De gebruiker hoeft zelf minder op te zoeken, parameters kunnen beter gedefinieerd worden en het maakt de analyse beter reproduceerbaar.

Voorstel is om:

- de userinterface van de GBP zodanig aan te passen dat de gebruiker ook op basis van verschillende inrichtingselementen zoals in de TKS maatregelen kan definiëren. Deze set met maatregelen zou zodanig gedefinieerd moeten worden dat deze in de loop van de tijd eenvoudig is uit te breiden. Hetzelfde geldt voor de uitvoer uit de modellen die via de user interface richting de gebruikers wordt teruggekoppeld. Deze zou ook zodanig opgezet moeten worden dat deze op termijn op eenvoudige wijze

uit is te breiden. Daarnaast zou de userinterface de locatie specifieke invoergegevens voor de TKS uit de relevante kaartlagen moeten halen in plaats van dat de gebruiker dit moet invoeren.

- binnen de nieuwe architectuur een Proxy component te ontwikkelen die zorg draagt voor:
 - de vertaling van de invoer uit de userinterface naar de invoer die de GBP en de TKS nodig hebben
 - het verzamelen van de resultaten van de berekeningen en
 - de terugkoppeling van de resultaten via de user interface terug naar de gebruiker.
- een configuratie module te ontwikkelen om de belangrijkste instellingen van het systeem aan te kunnen passen en
- de API van de TKS via de Proxy te koppelen aan de GBP.

GBP uitbreiden met andere MKBA indicatoren

Naast de indicatoren die nu met de TKS en de GBP berekend kunnen worden zullen ook nieuwe rekenmodules ontwikkeld moeten worden om de andere relevante maatschappelijke kosten en baten in beeld te brengen zoals voor wateroverlast, bodemdaling, droogte etc. Als je die indicatoren locatiespecifiek uit wil werken dan zou je dat als een nieuwe module in de GBP willen doen, als het niet noodzakelijk is om deze locatiespecifiek uit te werken dan zouden ze als nieuwe modules binnen de TKS uitgewerkt kunnen worden.

Zoals aangegeven kan de gebruiker in de GBP verschillende scenario's definiëren en vergelijken met een referentie of business as usual scenario. In de TKS kan maar één scenario gedefinieerd worden waarbij de huidige situatie als referentie scenario wordt gebruikt. Daarnaast zit er een verschil in de ruimtelijke resolutie van de GBP, die met 10m grids rekt, en de TKS, die met shapes rekt.

4.3.3 MKBA tool ontwikkelen op basis van TKS en GBP

Voor de lange termijn zou het goed zijn om de ontwikkeling, inrichting en beheer van de ruimte te ondersteunen met een tool waarbij de gebruikers vanuit een bredere context de verschillende ruimtelijke opgaven in het stedelijk gebied kunnen beoordelen. In een wijk spelen niet alleen klimaatopgaven. Integendeel vaak moeten de klimaatopgaven slim gekoppeld worden aan ingrepen en maatregelen die ten behoeve van andere opgaven genomen moeten worden zoals de energietransitie, gezonde leefomgeving of duurzame en gezonde mobiliteit. Bij het nemen van (sectorale) maatregelen dient voorkomen te worden dat de oplossing voor de ene opgave een nieuwe probleem veroorzaakt voor een andere opgave.

De opzet van een MKBA tool kan hierbij voortbouwen op de architectuur van GBP en TKS. Zoals bij de andere varianten, wordt hiertoe een beknopt overzicht gegeven van de voorgestelde architectuur van zo een MKBA tool en daarna beschreven hoe deze ontwikkeld kan worden.

Architectuur MKBA tool

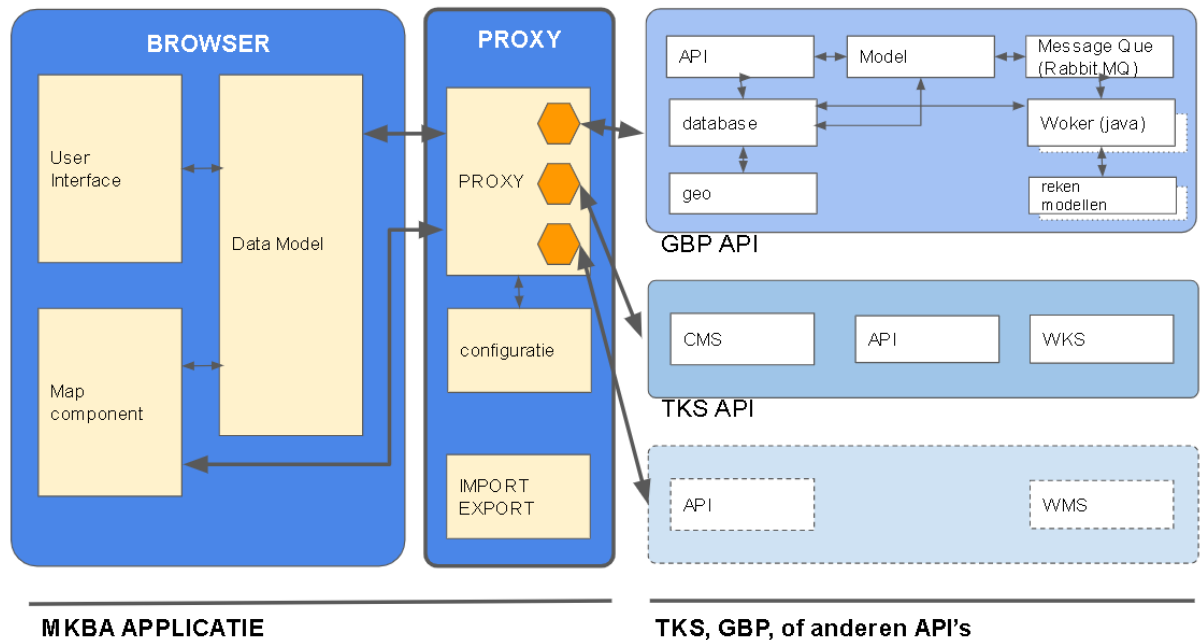
De ICT-architectuur van de MKBA tool bouwt voort op de koppeling van de GBP met de TKS en wordt weergegeven in figuur 4.6. De aanvullende (reken)modules om de meest relevante maatschappelijke kosten en

baten zoals voor wateroverlast, droogteschade en de (vermeden) beheerkosten mee te nemen kunnen ontwikkeld worden binnen de TKS of de GBP maar kunnen ook direct gekoppeld worden aan de front-end via de Proxy module

De voorgestelde architectuur benut de bestaande componenten zo optimaal mogelijk en biedt meer mogelijkheden om de MKBA tool uit te breiden. Zo zou de WaterSchadeSchatter als een nieuwe module gekoppeld kunnen worden om de vermeden waterschade te berekenen.

In aanvulling op de aanpassingen die nodig zijn om de GBP met de TKS te koppelen zouden een beperkt aantal modules ontwikkeld moeten worden:

- een generieke communicatie module voor in de Proxy waarmee op eenvoudige wijze de invoer uit de gebruikersinterface vertaald kan worden in verschillende formats en de uitvoer op de juiste manier doorgeeft naar de gebruikersinterface zodat nieuwe rekenmodellen op eenvoudige wijze gekoppeld kunnen worden.
- een Export/Import module te ontwikkelen die het mogelijk maakt om scenario's en hun maatregelen uit te wisselen.



Figuur 4.6. Schematische weergave van de verschillende componenten van de ICT-architectuur van een MKBA tool op basis van TKS en GBP.

MKBA tool uitbreiden met andere MKBA indicatoren

Vergelijkbaar met de TKS en de GBP zullen in deze uitwerking ook nieuwe rekenmodules ontwikkeld moeten worden om de andere relevante maatschappelijke kosten en baten in beeld te brengen zoals voor wateroverlast, bodemdaling, droogte etc. Locatiespecifieke indicatoren Als je die indicatoren locatiespecifiek uit wil werken dan zou je dat als een nieuwe module in de GBP willen doen, als het niet noodzakelijk is om deze locatiespecifiek uit te werken dan zouden ze als nieuwe modules binnen de TKS uitgewerkt kunnen worden.

In deze optie kan de gebruiker verschillende scenario's definiëren en vergelijken met een referentie of business as usual scenario. Deze optie kan in principe voortbouwen op de uitbreiding van de GBP met TKS en andere indicatoren. Nieuwe maatschappelijke kosten en baten berekeningen kunnen toegevoegd worden aan de GBP of de TKS maar ook door de Proxy module. Hierdoor wordt het eenvoudiger om nieuwe modellen als een API aan de tool te koppelen.

4.3.4

Voor- en nadelen van de verschillende ontwikkelingsroutes

De opzet van de verschillende architecturen om een MKBA tool te ontwikkelen lijken sterk op elkaar. De Front End met de gebruikersinterface is bij alle opties gebaseerd op internettechnologie, toegankelijk via webbrowser. Voor de Back End maken alle opties van los aan te roepen REST api voor het doorrekenen van de maatregelen en het terugkoppelen van de resultaten naar de Front End. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de ontwikkelingsroutes.

Tabel 4.2. overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de ontwikkelingsroutes.

Functionele verschillen	TKS+	GBP+	MKBA
Scenario's vergelijken	-	+	+
Referentie aanpassen	-	+	+
Nieuwe modules TKS toevoegen	+	+	+
Nieuwe modules GBP toevoegen	+	+	+
Koppelen andere modellen	-	-	+
Toepasbaar wijk en buurtniveau	+	+	+
Verschillen in realisatie			
Uitbreiden Front End: maatregelen		+	+
Uitbreiden Front End: resultaten	+	+	+
Toevoegen nieuwe MKB berekeningen	+	+	+
Koppelen met:	GBP	TKS	GBP & TKS
Koppelen met nieuwe modellen			+

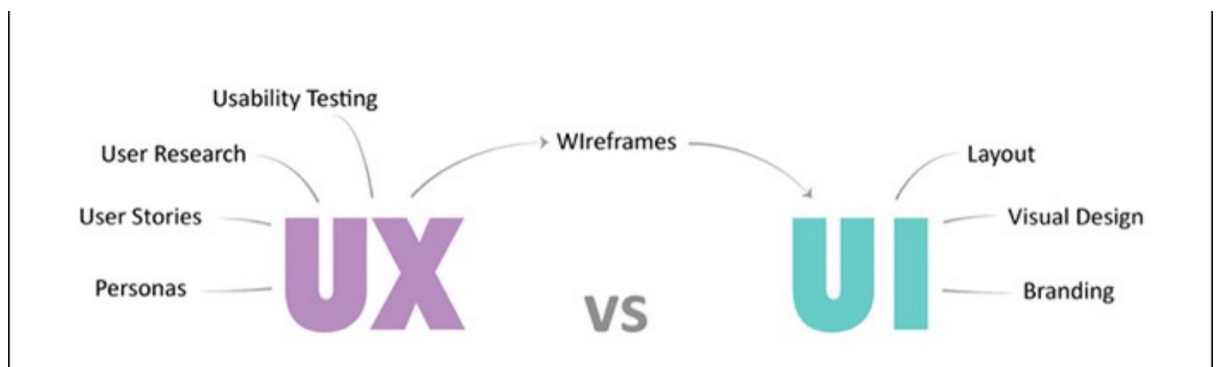
Het belangrijkste functionele verschil tussen de drie ontwikkelingsroutes betreft de optie om verschillende scenarios te vergelijken met het referentie of business as usual scenario aan te passen. De derde optie om een MKBA tool te ontwikkelen bouwt voort op de uitbreiding van de GBP met de TKS en andere MKB berekeningen. Die derde optie biedt ook de mogelijkheid om andere modellen zoals de WaterSchadeSchatter

als een API aan de MKBA tool te koppelen. Hierdoor verschillen de ontwikkelingskosten van de drie routes

4.4 Verkenning gebruikersinterface

Binnen deze activiteit wordt een eerste verkenning van de user interface en user design uitgevoerd voor de verschillende ontwikkelings routes. Tijdens de gebruikerssessies van de cases is niet expliciet gesproken over de gebruikersinterface. Wat wel is aangegeven is dat de gemeenten deze tool graag als beslissingsondersteunend willen toepassen en dat het daarbij prettig is als men zelf ook makkelijk inzicht heeft in de impact van getallen en indien mogelijk ook nog wijzigingen in maatregelen kan aanbrengen wanneer de resultaten daarom vragen (zie paragraaf 3.6.2).

Voor de verkenning van de gebruikersinterface is het belangrijk het onderscheid te kennen tussen user-design en user-interface (zie figuur 4.7). Het user-design van een applicatie richt zich op het proces, de stappen die gebruiker bij gebruik van de applicatie neemt. Op basis van die verschillende stappen wordt de gebruiker door de applicatie geleid en worden per stap user stories, wireframes en de user-interface ontwikkeld. Het user design moet zo dicht mogelijk aansluiten bij het werkproces van de gebruiker, de user interface omvat daarbij niet meer dan het grafische ontwerp van de verschillende schermen in de gebruikersinterface



Figuur 4.7. Het verschil tussen user design (UX) en use rinterface (UI)

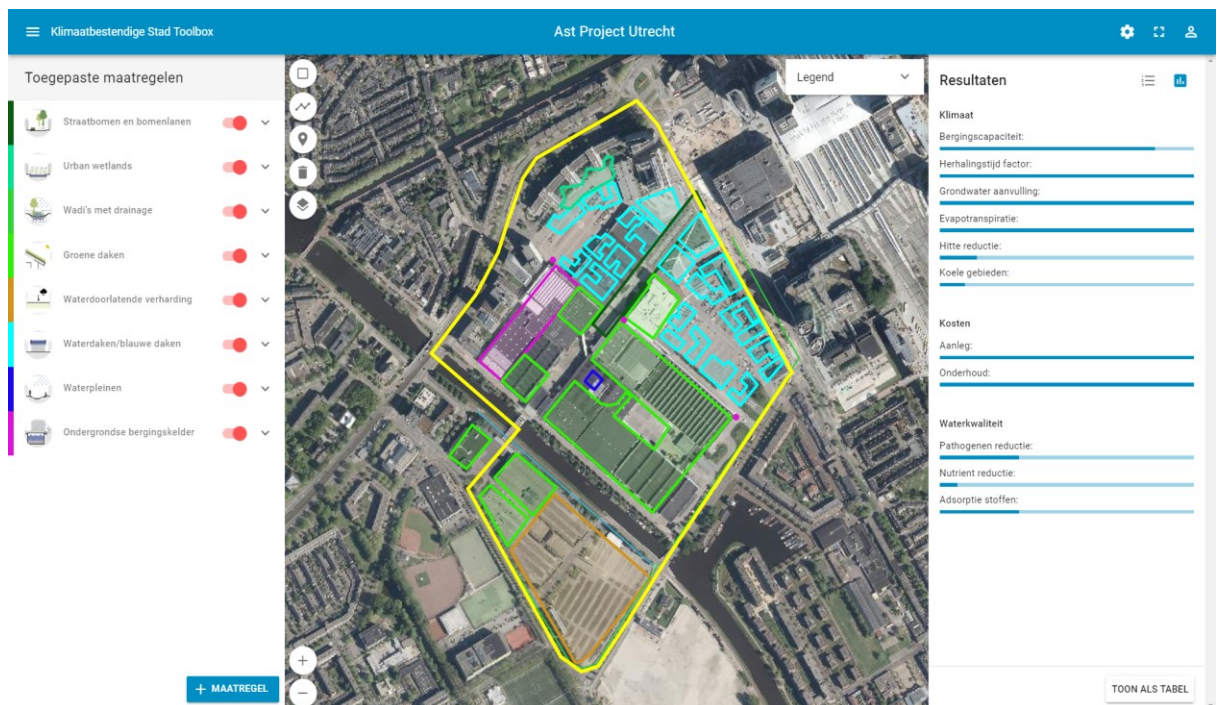
Als de applicatie wordt ontwikkeld op basis van de ICT architectuur van de TKS dan zal de gebruikersinterface er anders uit zal zien dan wanneer je voortbouwt op de architectuur van de GBP of een nieuwe MKBA tool ontwikkeld op basis van de GBP en de TKS. Bepalend daarbij is dat je in de TKS slechts één scenario door kunt rekenen en in de andere twee opties een referentiescenario en meerdere alternatieve scenario's kunt uitwerken en met elkaar kunt vergelijken. Daarmee verschilt het user design en de userinterface voor de TKS van de andere twee ontwikkelingsroutes.

In onderstaande paragrafen worden beide opties op hoofdlijnen nader uitgewerkt. Omdat er nog gekozen moet worden voor een van de verschillende ontwikkelings routes is er nog geen gedetailleerd grafisch ontwerp van de user interfaces gemaakt.

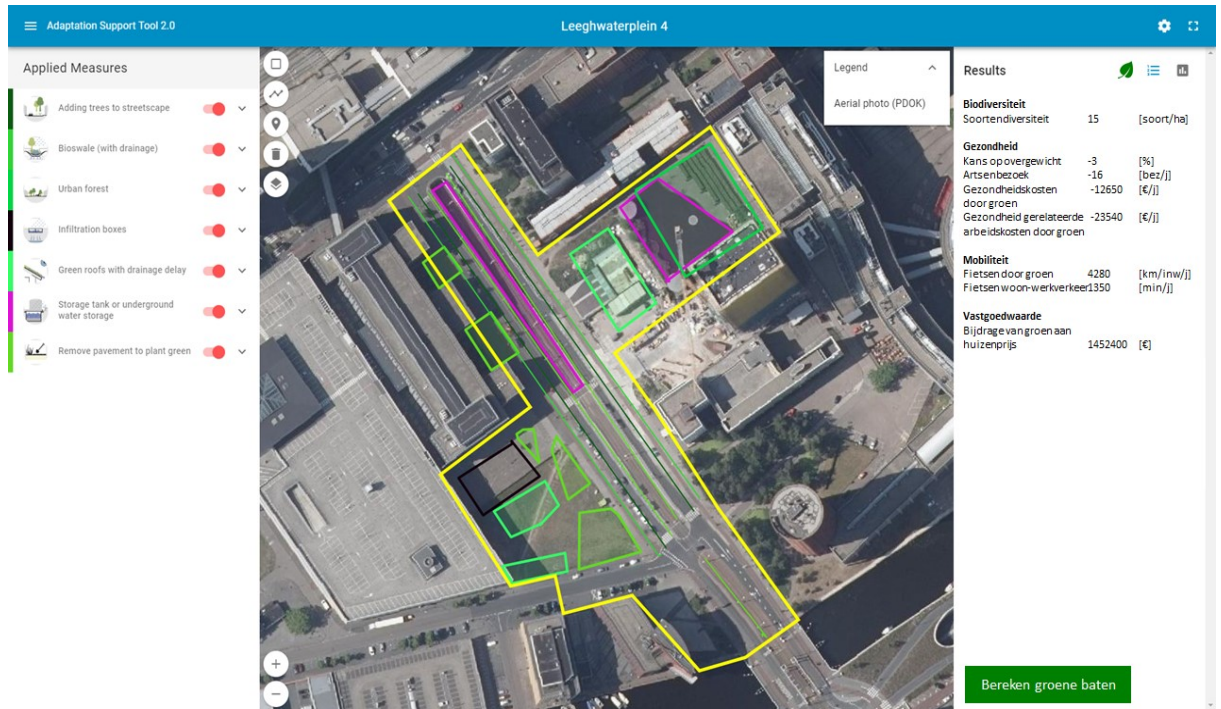
4.4.1 Gebruikers Interface TKS+

Figuur 4.8 toont de huidige gebruikersinterface van de TKS. Als de TKS wordt uitgebreid zal de gebruikersinterface van de TKS ook aangepast moeten worden. De verschillende stappen die de gebruiker daarbij doorloopt kunnen daarbij hetzelfde blijven. Als de TKS uitgebreid wordt met een MKB berekeningen zullen de resultaten van die berekeningen ook in het user design opgenomen moeten worden. De huidige ruimte in de userinterface kan uitgebreid worden met een extra tabblad waar de resultaten worden gepresenteerd is daarvoor te beperkt om. van de co-benefites Voorstel is om om de MKBA resultaten te tonen.

In tegenstelling tot de TKS rekenresultaten zijn de MKBA rekenresultaten niet instantaan beschikbaar. Daarom wordt voorgesteld om een extra knop toe te voegen aan het user design waarbij de gebruiker voor de huidige set met maatregelen de maatschappelijke kosten en baten kan berekenen waarna deze kunnen worden getoond in de resultatentabel.



Figuur 4.8. Gebruikersinterface TKS



Figuur 4.8. Voorbeeld gebruikersinterface TKS met groene baten

4.4.2

Gebruikers interface MKBA

Figuur 4.9. toont de huidige interface van de GBP. Deze interface volgt de verschillende stappen van het stappenplan van de MKBA. De linker kolom vormt het hoofdmenu en geeft aan in welke fase de gebruiker zit. De tweede kolom van links varieert per stap. Hier kunnen de maatregelen gespecificeerd worden en wordt bij de resultaten een overzicht getoond van de invoergegevens. De rechterzijde van het scherm wordt benut om de maatregelen op kaart in te tekenen en de resultaten te presenteren.



Figuur 4.9. Gebruikers interface MKBA

De manier waarop de maatregelen in de GBP gespecificeerd worden kan verbeterd worden door zoals in de TKS een set met maatregelen aan te reiken waar de gebruiker uit kan kiezen. Hierdoor worden de maatregelen eenduidiger gedefinieerd waardoor de mogelijke effecten

beter beoordeeld kunnen worden. Hiertoe zal in het huidige scherm waar men maatregelen kan invoeren een extra pull-down menu worden toegevoegd waar de maatregelen uit de TKS die op wijk of buurtniveau relevant zijn geselecteerd kunnen worden. Het type maatregel uit de TKS legt vervolgens restricties op aan de additionele invoergegevens die voor de GBP noodzakelijk zijn.

Als het aantal effectmodellen in de tool wordt uitgebreid dan zullen de resultaten daarvan ook in de userinterface gepresenteerd moeten worden. Ook is het wenselijk om de waterval tabel met het overzicht van de verschillende maatschappelijke kosten en baten op te nemen in de tool samen met een duiding van de verschillende baathouders.

Tijdens de gebruikerssessie kwamen er veel vragen hoe de verschillende baten berekend zijn. Deze informatie zou per effect aan de gebruikersinterface toegevoegd moeten worden. Daarnaast dient de tool op termijn een rapportage op te leveren met een overzicht van de verschillende scenario, maatregelen en effecten zodat deze ook ter toelichting of documentatie beschikbaar gemaakt kan worden vergelijkbaar met de huidige rapportage van de cases.

4.5 Plan ontwikkeling MKBA-tool

Er is binnen het NKWK vraag naar een ruimtelijke MKBA-tool, zodat de juiste maatregelen op de juiste plek genomen kunnen worden. Een dergelijke MKBA tool kan op termijn van grote waarde zijn voor de maatschappij doordat men beter in staat is om de maatschappelijke kosten en baten bij de planvorming en het beheer van de buitenruimte in beeld te brengen en daarmee een grote bijdrage leveren aan een goede leefomgevingskwaliteit. Het biedt gemeenten de mogelijkheid om bewuster keuzes te maken over de manier waarop we onze leefomgeving inrichten. Daarbij is het de vraag hoe een dergelijke tool samen met de markt ontwikkeld zou kunnen worden.

In onderstaande paragrafen wordt de ontwikkeling van een MKBA Tool geschetst waarbij wordt voortgebouwd op bestaande instrumenten zoals de KSS, TKS en de GBP en de beschikbare informatie over de verschillende relevante maatschappelijke kosten en baten. Deze MKBA tool zal geschikt zijn om de maatschappelijke kosten en baten op wijk en buurtniveau in beeld te brengen.

Tabel 4.3. Indicatief overzicht van de noodzakelijke effect modules voor een MKBA tool.

Modules	Noodzakelijk	MVP	2020	Toelichting
Klimaatadaptatiebaten modules				
Vermindering wateroverlast	Y	Y	X	Nieuwe module ontwikkelen op basis van kennis in TKS, KSS, WSS & D-FIAT
Vermindering hittestress	Y	Y	X	Standaard Hittestressmodule ontwikkelen en koppelen aan relative risk op overlijden
Vermindering droogteschade	Y	N		Onvoldoende kennis beschikbaar
Verbetering waterkwaliteit	Y	Y	?	Nog check noodzakelijk
Additionele baten modules				
Verbetering luchtkwaliteit	N	Y		Module beschikbaar in GBP
Verbetering gezondheid	Y	Y		Module beschikbaar in GBP
Vastleggen van C door Groen	Y	Y	X	Module beschikbaar in NK-model moet wel aangepast worden
Vastleggen van N door Groen	?	?	?	Module dient ontwikkeld te worden
Toename vastgoedwaarde	Y	Y		Module beschikbaar in GBP
Toename fysieke activiteit	Y	Y	X	Module beschikbaar in NK-model
Toename recreatie	Y	Y	X	Module beschikbaar in NK-model bij WEnR
Toename biodiversiteit	Y	Y		Onvoldoende kennis beschikbaar
Toename voedselproductie	N	N		Niet relevant
Toename sociale cohesie	N	N		Onvoldoende kennis beschikbaar
Vermindering geluidsoverlast	N	N		Niet relevant
Vermindering CO2 emissie veen /bodemdaling	Y	Y	?	Module beschikbaar in NK-model, nog niet geschikt voor stedelijkgebied; wat is er bij Deltares bekend
Kostenmodules				
Toename investeringskosten	Y	Y	X	Module beschikbaar in TKS en additionele GBP maatregelen, afh. maken van beheer buitenruimte
Toename beheerkosten groen	Y	Y	X	Kennis beschikbaar bij WEnR: checken bij Robbert
Toename beheerkosten grijs	Y	Y	X	Kennis beschikbaar maar nog niet duidelijk waar
Aanvullende modules				
Baten aggregatie module	Y	?	X	Nieuwe module ontwikkelen om de MKB op de juiste manier te aggregeren
Varianten en Risicoanalyse:onzekerheden	Y	?	X	Additionele module ontwikkelen om de onzekerheden te bepalen

Op basis van de relevante maatschappelijke kosten en baten uit de cases is een eerste overzicht gemaakt van de verschillende modules die ontwikkeld zouden moeten worden om een MKBA tool te maken (Tabel 4.3). Het voorstel is om op basis van de beschikbare kennis en modellen een module voor wateroverlast, hittestress, C-vastlegging, fysieke activiteit en recreatie te ontwikkelen die aan de MKBA tool gekoppeld kan worden. Daarnaast hebben we bij de cases geconstateerd dat nog niet alle maatschappelijke kosten beschikbaar zijn. De modules voor de investeringskosten en de beheerkosten van groen dienen verbeterd en uitgebreid te worden. Er zal een nieuwe module ontwikkeld moeten worden voor de beheerkosten van de grijze functies. Als verharde oppervlakte worden verwijderd en vervangen door groen komen de beheerkosten voor de grijze functies te vervallen. In aanvulling op de effectmodules is het noodzakelijk om een module te ontwikkelen om de verschillende baten op de juiste manier te aggregeren om zogenaamde dubbeltellingen te voorkomen. ook zal er een aanvullende module

ontwikkeld moeten worden om de onzekerheden in de MKBA beter in beeld te krijgen. Genoemde bedragen zijn uitermate indicatief aangezien het nog niet duidelijk is hoe deze modules in relatie tot de tool geoperationaliseerd kunnen gaan worden. De kosten voor de ontwikkeling van bovengenoemde modules worden indicatief geschat op ca 500kE.

Daarnaast zijn de kosten voor de ontwikkeling van de ICT architectuur indicatief in beeld gebracht. Het gaat dan om de kosten voor aanpassing en uitbreiding van de gebruikersinterface, het koppelen van TKS en GBP en het toevoegen van de nieuwe effectmodules. Hierbij zijn er 3 varianten uitgewerkt:

1. TKS uitbreiden met berekening van de maatschappelijke kosten en baten door koppeling aan GBP-API waarbij je slechts één scenario kunt doorrekenen
2. GBP uitbreiden met berekening van de maatschappelijke kosten en baten door koppeling aan TKS-API waarbij je het referentiescenario kan aanpassen en meerdere scenario's kunt doorrekenen en kunt vergelijken
3. Optie 2 uitbreiden tot een generieke MKBA tool door uitbreiding met een generieke connector en export module zodat ook andere modellen indien noodzakelijk of wenselijk op eenvoudige wijze te koppelen zijn.

Voor aanvullende informatie over deze 3 opties wordt verwezen naar paragraaf 4.3.

Daarnaast dient rekening gehouden te worden met aanvullende kosten voor gebruikerstesten en de daarbij behorende aanpassingen aan de userinterface, uitrol van de applicatie op minimaal een ontwikkel en test server en een productieserver, het schrijven van technische documentatie, handleiding, promotie en communicatie, website en demonstratie video's, beheerkosten van de applicatie en projectkosten. Afhankelijk van de optie variëren de kosten voor de ontwikkeling van de ICT-architectuur tussen de 100 en 200 kE. De totale kosten voor de ontwikkeling van een MKBA-tool worden indicatief ingeschat op ca 900 kE

Alles bij elkaar gaat het om een aanzienlijk bedrag dat op basis van keuzes van de opdrachtgever ook meer of minder kan worden. Aangezien het een tool is die voor meerdere beleidsterreinen binnen I&W, LNV, VWS, EZK en BZK en overheden (gemeenten) interessant is zou medefinanciering vanuit andere departementen verder onderzocht moeten worden.

Voor 2020 zou een eerste start gemaakt kunnen worden met de ontwikkeling van de meest essentiële effect modules zoals aangegeven in tabel 4.3. Het gaat dan om de klimaat baten, de additionele baten en het beter in beeld brengen van de investerings en beheerkosten van de maatregelen.

4.6 Voorstel NKWK KBS werkpakket MKBA 2020

In 2019 is voor drie cases een MKBA uitgewerkt. Belangrijkste leerpunten uit deze studie zijn:

- Er is behoefte bij gemeentes naar inzicht in de maatschappelijke kosten en baten van klimaatadaptatiemaatregelen. Deze informatie is belangrijk ter ondersteuning van de besluitvorming waarbij het vaak gaat om aanzienlijke investeringen van enkele miljoenen;
- De MKBA kan gebruikt worden om oplossingsrichtingen onderling te kunnen vergelijken en een set van maatregelen te ontwikkelen die qua maatschappelijke impact (waaronder kosten en baten) het beste presteert;
- De informatie over kosten en baten uit de MKBA kan belangrijk zijn in het overleg met de verschillende stakeholders;
- De investerings- en beheerkosten zoals die met de TKS zijn berekend lijken te hoog. Als de implementatie van klimaatmaatregelen gekoppeld worden aan het beheer van de buitenruimte pakken de investeringskosten een stuk lager uit. Daarnaast wordt er bij het berekenen van de beheerkosten geen rekening gehouden met de vermeden beheerkosten van bestaande infrastructuur/assets.
- Op dit moment kunnen nog niet alle (neven)baten in beeld worden gebracht (bv hittestress). Hierdoor kunnen de directe en neven of additionele baten (co-benefits) worden onderschat .
- Maatregelen voor klimaatadaptatie kunnen bijdragen aan een groot aantal verschillende maatschappelijke opgaven. Alle potentiële baten zijn interessant omdat ze het *window van opportunity* en de kans op besluitvorming vergroten.

Naast de drie cases beschrijft deze rapportage een plan van aanpak om een economische afweging toe te voegen aan het NKWK instrumentarium. Hierbij is een uitgebreid overzicht gemaakt van de verschillende kosten en batenposten die belangrijk zijn om de maatschappelijke impact inzichtelijk te kunnen maken (zie tabel 5). Deze zijn geprioriteerd op basis van belangrijkheid en haalbaarheid. Voor 2020 denken wij dat onderstaande vervolgstappen belangrijk zijn:

1. Verbeteren van de investerings- en beheerkosten van de maatregelen in de TKS

De investerings- en beheerkosten van klimaatadaptatiemaatregelen in de TKS dienen verbeterd te worden. De investeringskosten worden aanzienlijk lager als men de implementatie koppelt aan de standaard beheer en onderhoudswerkzaamheden bij de gemeenten. Daarnaast zullen de vermeden beheerkosten die nu nog ontbreken toegevoegd worden aan de TKS.

2. Integreeren van de belangrijkste baten in de TKS

Hierbij willen we de TKS uitbreiden met een extra stap waarbij de belangrijkste economische impact (baten), kwantitatief worden uitgewerkt. De selectie van deze baten dient gebaseerd te zijn op:

- a. relevantie voor het besluitvormingsproces (grootte van de baat, beleidsprioriteiten, baten die op de meeste locaties bijdragen, directe klimaatbaten)
- b. de kosten van implementatie in de TKS

Voorstel is om de belangrijkste baten in deze stap geleidelijk uit te breiden en te verbeteren vergelijkbaar met de ontwikkeling van de KSS en de TKS. Voor de baten die niet (nog) goed kwantitatief uitgewerkt kunnen worden, kan kwalitatief aangegeven worden of een bepaalde baat potentieel belangrijk is of niet.

Naast het uitwerken van de verschillende baten dient in deze stap ook aangegeven te worden hoe de verschillende maatschappelijke kosten en baten geaggregeerd kunnen worden en hoe dit het beste inclusief de overlappende baten gepresenteerd kan worden.

3. Consultatie van de gebruikers

Het is belangrijk om de gebruikerswensen ten aanzien van de verschillende kosten en baten en de manier waarop deze worden uitgewerkt in beeld te houden. Wij zullen gebruik maken van alle in 2019 opgedane kennis, en de tussenresultaten bespreken met gebruikers door middel van enquêtes en gebruiker sessies zodat de informatie goed aansluit op de kennis en ervaring bij de gemeenten en hun werkprocessen. Hierbij is het belangrijk dat de economische impact zo gepresenteerd wordt die duidelijk is voor de stakeholders (bv gemeenten en waterschappen) en makkelijk in het besluitvormingsproces kan worden meegenomen.

4. Consistentie in het instrumentarium

Het is belangrijk dat de beoordeling van de klimaatschades in de KSS, de effecten van maatregelen in de TKS en maatschappelijke kosten en baten in deze instrumenten consistent is. In de bespreking op 6 december bleek dat binnen de verschillende onderdelen verschillende keuzes zijn gemaakt. Het is belangrijk om samen te bekijken welke kennis en modules wanneer het beste toegepast kunnen worden.

Literatuur

Baltussen, W., de Adelhart Toorop, R., de Blaeij, A., de Groot Ruiz, A., Janssens, B., Logatcheva, K. & Ponsioen, T. (2017). Maatschappelijke effecten van voedsel: Een verkenning van een nieuwe methodiek (No. 2017-022). Wageningen Economic Research.

Bos, F en A. Ruijs (2019) Biodiversity in the Dutch practice of cost-benefit analysis. CPB Background Document

Bruyn, S. de , Ahdour, S., Bijleveld, M., de Graaff, L., Schep, E., Schroten, A., & Vergeer, R. (2017). Handboek Milieuprijzen 2017: Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts. CE Delft.

Dammers, E., Hornis, W., & de Vries, J. (Eds.). (2005). Schoonheid is geld!: naar een volwaardige rol van belevingswaarden in maatschappelijke kosten-batenanalyses. NAi Uitgevers.

Deltares (2016) Delft-FIAT. URL

<https://publicwiki.deltares.nl/display/DFIAT/Delft-FIAT+Home>

Dekker et al. (2019) Inventarisatie stresstest klimaatbestendig Zoeterwoude. RHDHV. Referentie BG6016WATRP1906181308

Hoes, O., F. Nelen en E. van Leeuwen (2013) Gebruikershandleiding WaterSchadeSchatter, STOWA, ISBN 978.90.5773.600.1

Kelly P., Kahlmeier S., Götschi T., Orsini N., Richards J., Roberts N., Scarborough, P. & Foster C. (2014). Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. International journal of behavioral nutrition and physical activity. 11(1) 132.

Klompmaker J.O., Hoek G., Bloemsmas L.D., Gehring U., Strak M., Wijga A.H., Van den Brink, C., Brunekreef, B., Lebret, E., Janssen, N.A.H. & Janssen N.A., 2018. Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. Environmental research. 160. 531-540.

Klooster, J., Warringa, G., & Ohm, J. (2018). Werkwijzer natuur: maatschappelijke kosten-baten analyses. Arcadis Nederland.

Koetse, G. Renes, A. Ruijs, A.J. de Zeeuw (2017) Relatieve prijsstijging voor natuur en ecosysteemdiensten in de MKBA. Den Haag: PBL
<https://www.pbl.nl/publicaties/de-discontovoet-voor-natuur-de-relatieve-prijsstijging-voor-ecosysteemdiensten>

Kok, S. (2017) Quick scan MKBA bodemdaling binnenstad Gouda; Een eerste verkenning naar de kosten en baten van handelingsperspectieven voor bodemdaling. Deltares, Delft.

Koopmans, C. C. (2018). Het belang van de leefomgeving: Verschillen tussen MKBA's en maatschappelijke discussies. CPB/Den Haag)

KPMG (2012). 'Groen, gezond en productief. The Economics of Ecosystems & Biodiversity (TEEB NL): natuur en gezondheid'

Lauwaet D, De Nijs T, Liekens I, Hooyberghs H, Verachtert E, Lefebvre W, De Ridder K, Remme R, Broekx S (2018) A new method for fine-scale assessments of the average urban Heat island over large areas and the effectiveness of nature-based solutions. *One Ecosystem* 3: e24880. <https://doi.org/10.3897/oneco.3.e24880>

Maas, J. (2008). Vitamin G: Green environments, healthy environments, Proefschrift ter verkrijgen van de graad van doctoraat Universiteit Utrecht, Utrecht, 2008.

Paulin, M.J., R.P. Remme, D.C.J. van der Hoek, B. de Knecht, K.R. Koopman, A.M. Breure, M. Rutgers, T. de Nijs (2019) Towards nationally harmonized mapping and quantification of ecosystem services. *Science of the Total Environment*. 134973. Online: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134973>

Remme, R., De Nijs, T., Paulin, M. (2017). Natural Capital Model. Technical documentation of the quantification, mapping and monetary valuation of urban ecosystem services. RIVM Report 2017-0040, Bilthoven.

Renes, G., Van Hoorn, A., & Hamers, D. (2011). Verbetering van de communicatie en presentatie rondom de MKBA bij verstedelijkingsprojecten. *Discussiepaper, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving*)

Romijn, G. en G. Renes (2013) Algemene Leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse. CPB en PBL. Online: <https://www.mkba-informatie.nl/mkba-voor-gevorderden/richtlijnen/algemene-leidraad-voor-maatschappelijke-kosten-batenanalyse/>

Ruijs, A. en G. Renes (2017) De discontovoet voor natuur, de relatieve prijsstijging voor ecosysteemdiensten. Den Haag: PBL. Online: <https://www.pbl.nl/publicaties/de-discontovoet-voor-natuur-de-relatieve-prijsstijging-voor-ecosysteemdiensten>

Ruysenaars, P.G., P. W.H.G. Coenen, P.J. Zijlema, E.J.M.M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E.P. van Huis, W.W.R. Koch, L.L. Lagerwerf, R.A. te Molder, J.A. Montfoort, C.J. Peek, J. Vonk and M.C. van Zanten. (2019). Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990-2017. National Inventory Report 2019. RIVM; National Institute for Public Health and Environment, Bilthoven, The Netherlands. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0020.pdf>

Spijker J.H., P.H.I. Ehlert, W. Elbersen, J.J. de Jong en K. Zwart 2013. Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel. Stand van zaken en voorstel voor een onderzoeksagenda. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2418. 74 blz.;

Spijker J.H., W. Elbersen, B. Lerink, I. Vural in prep. Marktverkenning biomassa-reststromen hout uit landschap. Wageningen Environmental Research, rapport nr.

Steunpunt economische analyses RWS (2017) Nieuwe regels rond disconteren per 1.4.2016; Voorbeelden van vragen die kunnen rijzen bij het gebruik van de nieuwe regels, en antwoorden op die vragen. Online: <https://www.rwseconomie.nl/binaries/rwseconomie/documenten/rapporten/2016/juli/juli/qa-discontovoet-kopie/vraag-en-antwoord-see-versie-08052017.pdf>).

Stichting CAS (2019) Klimaatbestendig Zoeterwoude-Rijndijk – Conclusies Klimaatschadeschatter en Toolbox Klimaatbestendige Stad

STOWA (2018) Update neerslagstatistiek korte duren voor RWS-WVL

Werkgroep Discontovoet (2015), Rapport Werkgroep Discontovoet 2015.

Bijlage 1: beschrijving KSS, TKS en GBP

De Klimaatschadeschatter

In 2019 is een eerste bètaversie van de KSS beschikbaar gekomen. De KSS geeft de gebruiker een indicatie van de mogelijke klimaatschade over de periode 2018 – 2050 indien er geen maatregelen worden getroffen op basis van landelijk beschikbare gegevens. De KSS is gebaseerd op de KNMI'14-klimaatscenario's. In de berekeningen is geen discontovoet toegepast. Ook demografische ontwikkelingen en toekomstige veranderingen in landgebruik worden in de KSS niet meegenomen.

De schades worden gepresenteerd aan de hand van vier thema's: wateroverlast, hitte, droogte en overstroming. Voor wateroverlast wordt op dit moment de directe schade aan panden door wateroverlast per gemeente in beeld gebracht. In de loop van 2019 worden hier de schade aan voertuigen aan toegevoegd. Voor hitte worden per gemeente de extra kosten voor extra sterfte, ziekenhuisopnames en vermindering van arbeidsproductiviteit. Voor droogte kan de schade nog niet berekend worden. Voor het thema overstroming geeft de KSS een indicatie van de nog te reduceren schadekosten (restrisiko) per gemeente. In de huidige versie van de KSS zijn nog niet alle schades opgenomen, de werkelijke schattingen zullen daarom hoger zijn. De schadeberekeningen in KSS zullen de komende jaren uitgebreid worden.

De Toolbox Klimaatbestendige Stad

Afgelopen jaar is ook de Toolbox Klimaatbestendige Stad beschikbaar gekomen. De Toolbox bevat uitgebreide informatie over een veertigtal adaptatiemaatregelen om een wijk, buurt, terrein of straat beter te beschermen tegen wateroverlast, droogte en hitte. Met de tool kan een gebruiker een gebied intekenen, om vervolgens te zien waar welke adaptatiemaatregelen geschikt zijn en hoeveel deze ongeveer kosten en opleveren. De TKS kan worden ingezet als gemeenschappelijke kennisbasis tijdens de (risico)dialog, maar kan ook individueel worden gebruikt om mogelijke maatregelen te verkennen.

De maatregelen zijn specifieke herkenbare inrichtingselementen, zoals wadi's, infiltratievijvers en groene daken. Veel van de maatregelen kunnen worden gekenmerkt als Nature Based Solutions ofwel groen-blauwe maatregelen.

Op basis van de maatregelen berekent de TKS indicatoren die in Tabel B1.1 staan.

Tabel B1.1 Indicatoren berekend in de TKS

Klimaat	Kosten
• Bergingscapaciteit [m3]	• Aanleg [€]
• Herhalingstijd factor [-]	• Onderhoud [€/Jaar]
• Grondwater aanvulling [mm/jaar]	Waterkwaliteit
• Evapotranspiratie [mm/jaar]	• Pathogenen reductie [%]
• Hitte reductie [oC]	• Nutriënt reductie [%]
• Koele gebieden [-]	• Adsorptie stoffen [%]

Er is grote behoefte om meer KPI's over de zogenaamde co-benefits weer te geven. Binnen het TKS toolbox werkpakket wordt op dit moment onderzocht hoe dit weer te geven is in vier klassen negatief (geen, positief en zeer positief effect). Er is echter een grote behoefte deze kwantitatiever weer te geven.

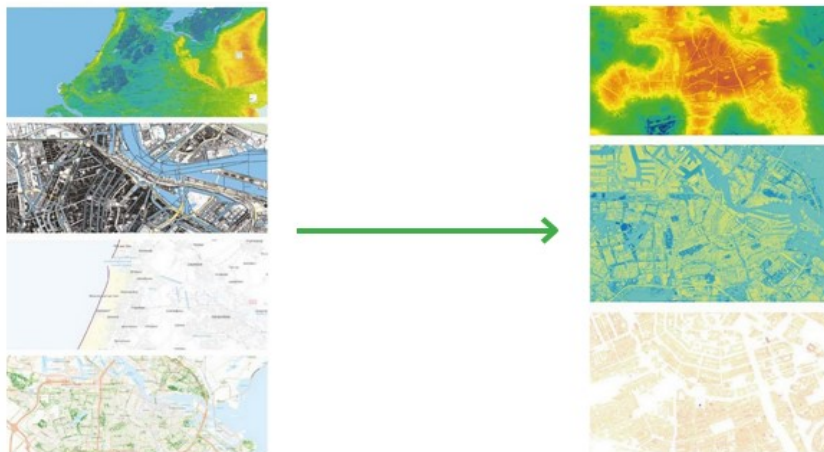
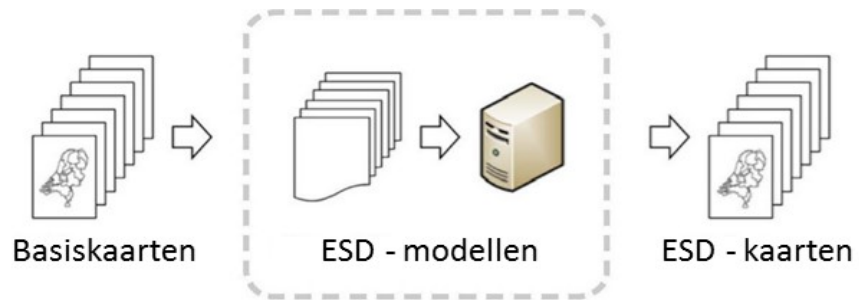
De Toolbox bouwt voort op de Adaptation Support Tool van ondermeer Deltares en WEnR. De ontwikkeling van de Klimaatbestendige Stad Toolbox heeft deels plaatsgevonden in het kader van onderzoeksprogramma NKWK.

De GroeneBatenPlanner

De GroeneBatenPlanner berekent de baten van groene en blauwe maatregelen uitgaande van de systematiek van de MKBA. Aan de basis van de GBP liggen de TEEB-Stad tool en het Natuurlijk Kapitaal model (Remme et al., 2018; Does et al., 2019) dat samen met WEnR en PBL wordt ontwikkeld. Dit Natuurlijk Kapitaal model omvat een set van ecosysteemdienst modellen die alle gebruik maken van een standaard set aan kaartinformatie. Ieder model resulteert in een kaart die de waarde van de ecosysteemdienst in fysieke en monetaire eenheden weergeeft (fig. B.1.1 en B.1.2). Tabel 1 geeft een overzicht van de mogelijke baten van groen die doorgerekend kunnen worden.



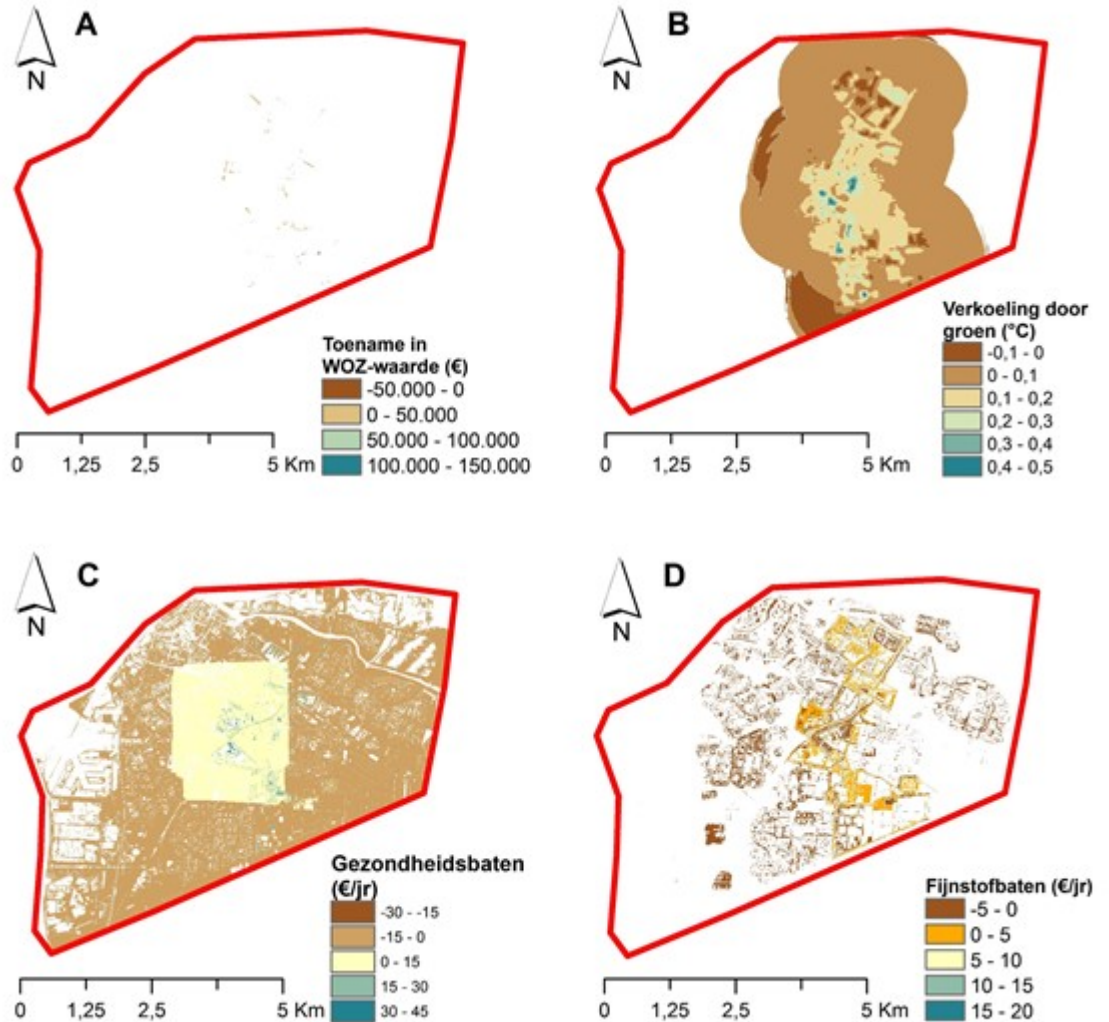
Figuur B.1.1. Bijdrage van groen aan de WOZ-waarde van huizen in Amsterdam.



Figuur B.1.2. Schematische weergave van de opzet van de GroeneBatenPlanner

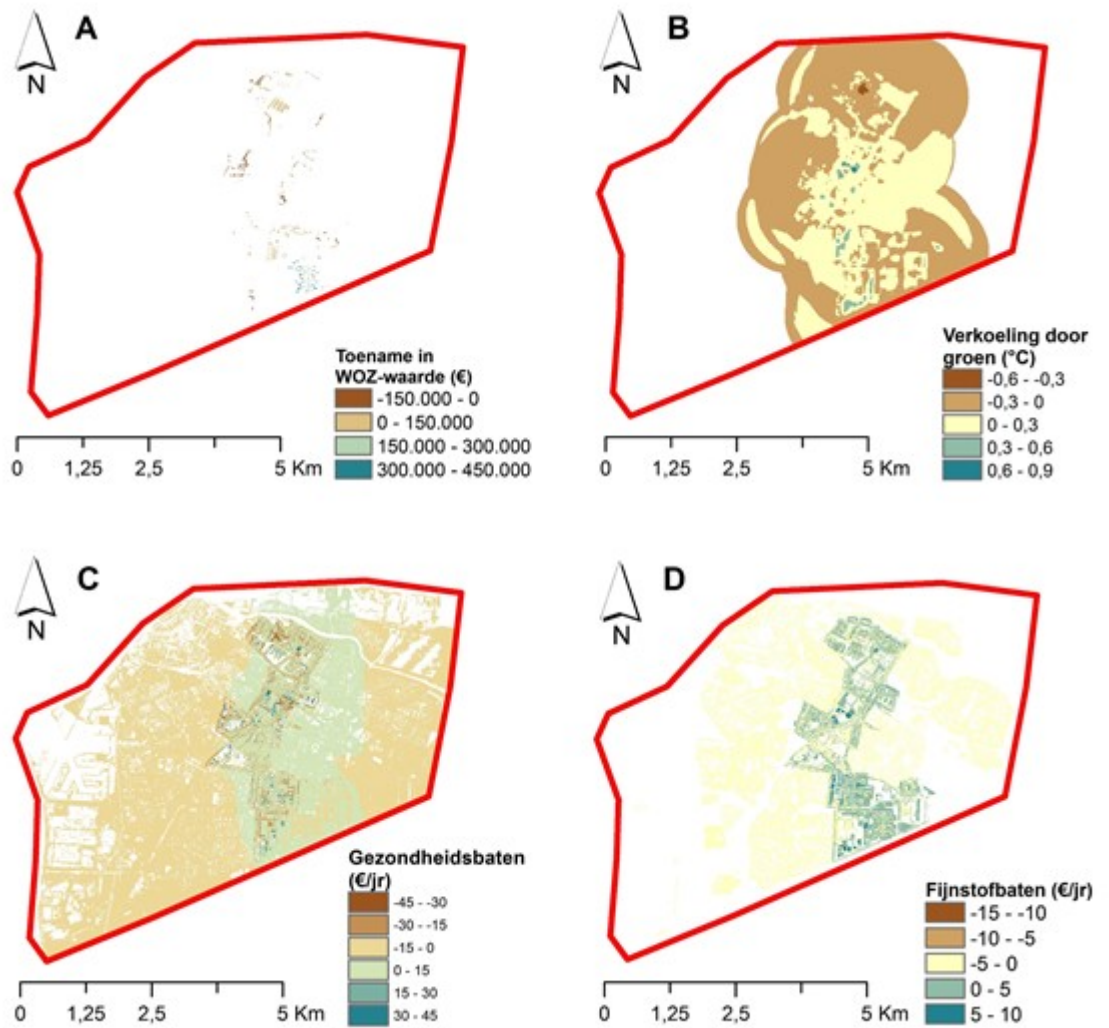
Bijlage 2: Verschilkaarten case Dordtwijkzone (Dordrecht)

De kaarten geven het verschil weer tussen Dordtwijkzone scenario 1 en het nulalternatief.



Figuur B.2.1.: A) De toename van de WOZ-waarde in € tussen Dordtwijkzone scenario 1 en het nulalternatief. B) De toename van verkoeling Dordtwijkzone scenario 1 en het nulalternatief in °C. De waarde geeft de vermindering van het hitte-eilandeffect door groen weer. C) Het verschil in zorgkosten in € tussen Dordtwijkzone scenario 1 en het nulalternatief. D) Het verschil in vermeden zorgkosten door afvang van fijnstof in euro per jaar tussen Dordtwijkzone scenario 1 en het nulalternatief.

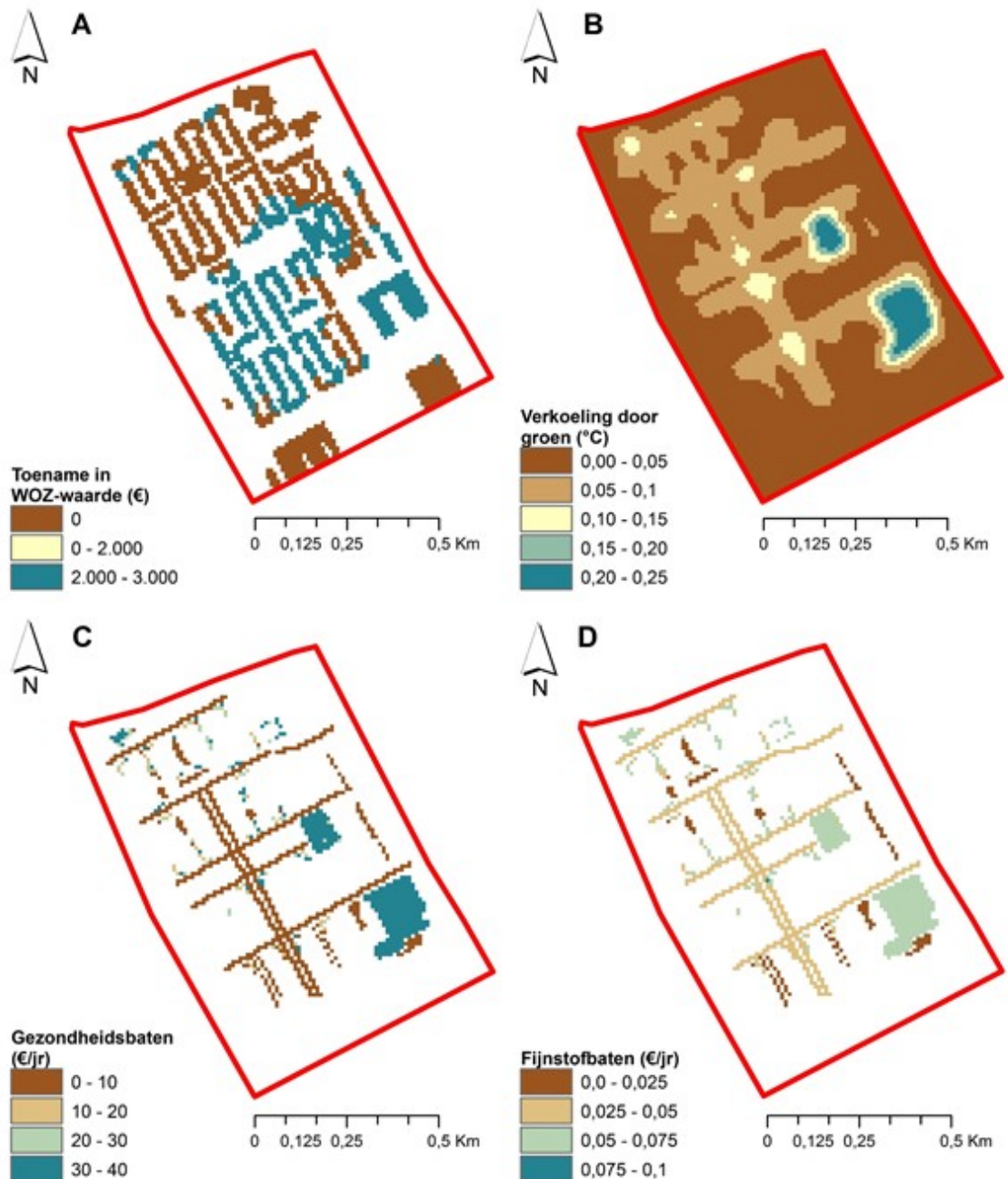
De kaarten geven het verschil weer tussen Dordtwijkzone scenario 2 en het nulalternatief.



Figuur B.2.2.: A) De toename van de WOZ-waarde in € tussen Dordtwijkzone scenario 2 en het nulalternatief. B) De toename van verkoeling Dordtwijkzone scenario 2 en het nulalternatief in °C. De waarde geeft de vermindering van het hitte-eilandeffect door groen weer. C) Het verschil in zorgkosten in € tussen Dordtwijkzone scenario 2 en het nulalternatief. D) Het verschil in vermeden zorgkosten door afvang van fijnstof in euro per jaar tussen Dordtwijkzone scenario 2 en het nulalternatief.

Bijlage 3: Verschilkaarten case Kanaleneiland Noord (Utrecht)

De kaarten geven het verschil weer tussen het scenario met klimaatmaatregelen en het nulalternatief.

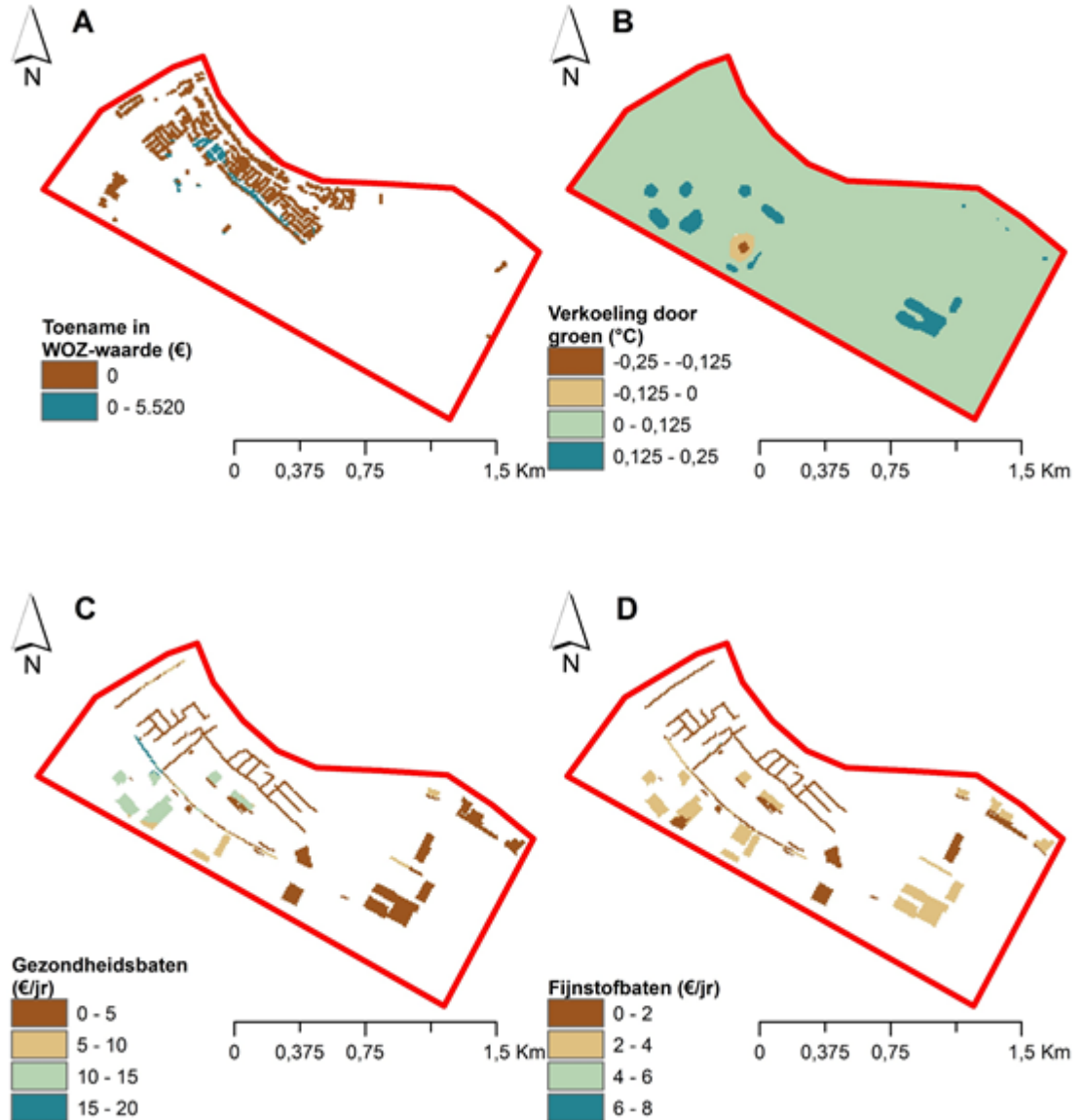


Figuur B.3.1.: A) De toename van de WOZ-waarde in € tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Kanaleneiland Noord. B) De toename van verkoeling door klimaatmaatregelen in °C, tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Kanaleneiland Noord. De waarde geeft de vermindering van het hitte-eilandeffect door groen

weer. C) Het verschil in zorgkosten in € tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Kanaleneiland Noord. D) Het verschil in vermeden zorgkosten door afvang van fijnstof in euro per jaar tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Kanaleneiland Noord.

Bijlage 4: Verschilkaarten case Zoeterwoude Rijndijk

De kaarten geven het verschil weer tussen het scenario met klimaatmaatregelen en het nulalternatief.



Figuur B.4.1.: A) De toename van de WOZ-waarde in € tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Zoeterwoude Rijndijk. **B)** De toename van verkoeling door klimaatmaatregelen in °C, tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Kanaleneiland Noord. De waarde geeft de vermindering van het hitte-eilandeffect door groen weer. **C)** Het verschil in zorgkosten in € tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Zoeterwoude Rijndijk. **D)** Het verschil in vermeden zorgkosten door afvang van fijnstof in euro per jaar tussen het nieuwe klimaatscenario en het nulalternatief in Zoeterwoude Rijndijk.