

Advies- en ingenieursbureau



# BREDA

## KLIMAATSENSITIEF


Een studie naar de gevolgen van  
klimaatverandering in de gemeente Breda en een  
inventarisatie van mogelijke maatregelen.

*Altijd een oplossing verder*









© DHV B.V. Niets uit dit drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001.



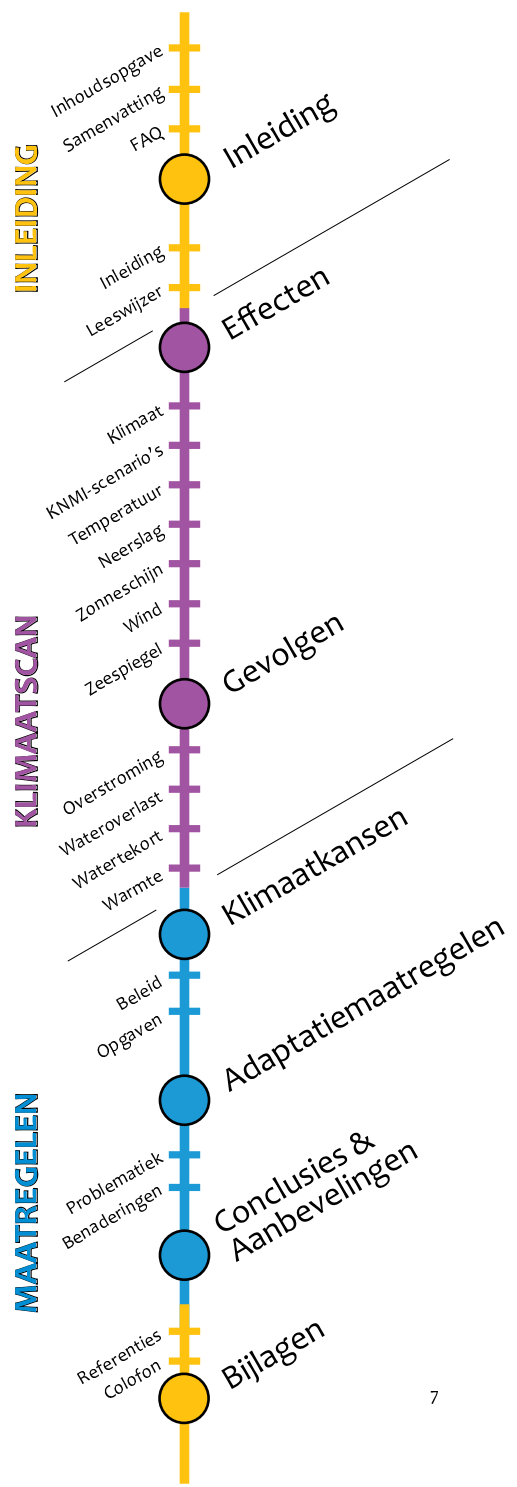
# BREDA

## KLIMAATSENSITIEF

Een studie naar de gevolgen van  
klimaatverandering in de gemeente  
Breda en een inventarisatie van  
mogelijke maatregelen.

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	6
Samenvatting	8
F.A.Q.	18
<b>Inleiding</b>	<b>22</b>
Inleiding	24
Leeswijzer	28
<b>Primaire Effecten</b>	<b>31</b>
Klimaat	32
KNMI '06 scenario's	34
Temperatuur	38
Neerslag	46
Zonneschijn	54
Wind	56
Zeespiegelstijging	58
<b>Gevolgen</b>	<b>61</b>
Overstroming	62
Wateroverlast	68
Watertekort	74
Warmte	80
<b>Klimaatkansen</b>	<b>87</b>
Beleid	88
Opgaven	90
<b>Adaptatie Maatregelen</b>	<b>95</b>
<b>Conclusies &amp; Aanbevelingen</b>	<b>103</b>
Conclusies	104
Referenties	114
Colofon	116
<b>Bijlagen</b>	<b>119</b>
Toetsingsklassen	120
Indicatoren	122
Financiële scenario's	135





# SAMENVATTING

## Samenvatting

De effecten van klimaatverandering zijn nu al merkbaar. De zomer van 2010 illustreert met een zeer warme en droge juni en juli maand dat de behoefte aan verkoeling in de stad groot is en water van goede kwaliteit een schaars goed kan zijn, terwijl noodweer in diezelfde maand leidt tot diverse meldingen van stormschade en wateroverlast. Het klimaat verandert dus. Dat is een feit. Waarneming over de afgelopen eeuw laten zien dat de aarde versneld opwarmt. Ook al slagen we er in de CO<sub>2</sub> uitstoot drastisch terug te dringen, dan nog zal deze trend zich door de traagheid van het systeem doorzetten. Dit betekent dat we in de toekomst steeds vaker extremen zullen optreden zoals de zomer waarneembaar waren. Of het hierbij veel droger of juist veel natter wordt is nog onzeker. Een en ander is namelijk afhankelijk van een al dan niet veranderende luchtstroom. Verandert deze niet dan krijgen we met name in de zomer last van meer en heviger buien. Verandert deze wel dan krijgen we juist te maken met langdurige periodes van

droogte. De buien die dan vallen zijn wel veel heviger. De winters worden in beide gevallen natter. Deze voorspellingen kunnen gemaakt worden op basis van klimaatscenario's die het KNMI in 2006 op basis van de gegevens van het Intergovernmental Panel on Climate Change specifiek voor de Nederlandse situatie gemaakt heeft. Naast de variatie in luchtstroming maakt het KNMI ook onderscheid in de mate waarin de temperatuur stijgt. Bij een stijging van de wereldtemperatuurstijging van één graad spreken we van de gematigde scenario's. Bij twee graden temperatuurstijging zijn de warme scenario's illustratief. Dit levert vier scenario's op. Ook volgens de huidige inzichten beschrijven de vier KNMI'06 scenario's samen de meest waarschijnlijke veranderingen in Nederland met bijbehorende onzekerheden. Wel lijkt de temperatuurstijging harder te gaan dan aanvankelijk gedacht waardoor de warme scenario's steeds waarschijnlijker lijken. Wat de consequenties zijn van de temperatuurstijging en veranderende neerslag patronen voor de gemeente Breda is afhankelijk van de

lokale omstandigheden van de gemeente en ten slotte ook van de kwetsbaarheid van de functies op de plekken waar effecten optreden. De gemeente Breda heeft daarom DHV gevraagd met behulp van de klimaatscan in kaart te brengen welke effecten waar in de gemeente optreden en tot welke opgaven deze effecten leiden.

De klimaatscan is een methodiek ontwikkeld binnen de klimaateffectatlas (<http://klimaateffectatlas.wur.nl>) die de effecten van klimaatverandering gebiedspecifiek maakt en combineert met de kwetsbaarheid van de functies in een gebied. Voor deze klimaatscan is gebruikt gemaakt van klimaateffectdata voor het W+ scenario in 2050.

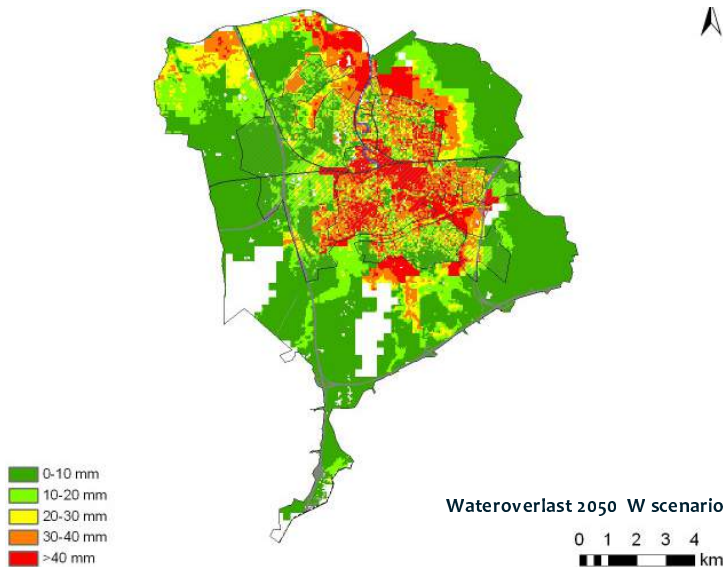
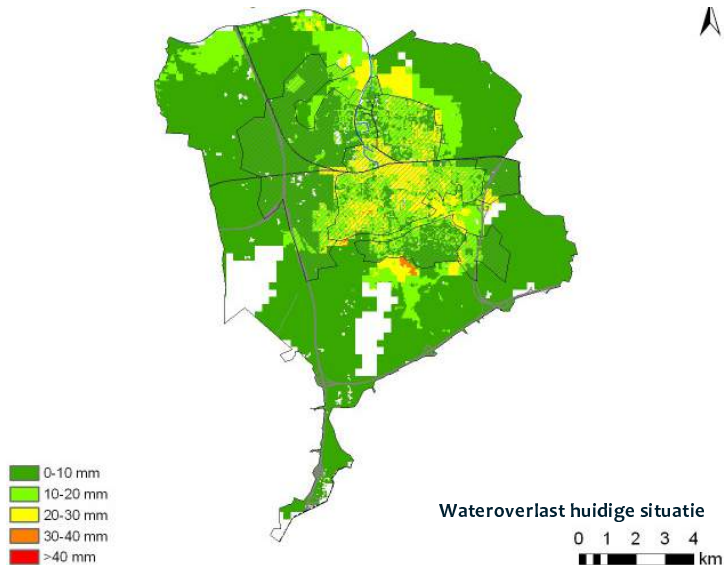
## Wateroverlast

De klimaatscan voor de gemeente Breda laat zien dat Breda met name gevoelig is voor effecten van wateroverlast. Dit effect treedt voornamelijk op in het stedelijk gebied waar door het grote aandeel verhard oppervlak de infiltratiecapaciteit beperkt is. Hierdoor zal vaker

water op straat staan. De gemeente Breda kent reeds een beleid van gescheiden aanleg bij nieuwbouw en het bijleggen van hemelwaterriolen bij renovatie-projecten, waardoor de vuilwateroverstort beperkt zal zijn, maar de capaciteit van de hemelwaterriolen kan in de toekomst mogelijk wel vaker ontoereikend zijn omdat piekbuien vaker zullen voorkomen en bovendien heviger zijn. Een duurzame oplossing ligt niet langer in het vergroten van de rioolcapaciteit maar veel meer in tijdelijke berging in de bovengrondse ruimte. Ook in delen van het buitengebied waar sprake is van het optreden van kwel en het maaiveld lager ligt zal in de toekomst vaker water op het land blijven staan. Ook de waterdiepte die hierbij optreedt zal toenemen. Dit heeft met name consequenties voor de landbouw. Boeren kunnen hun land niet bewerken, maar ook bepaalde gewassen, zoals de aardappel zijn gevoelig voor water op het land waardoor rotting kan ontstaan.

### Watertekort

Naast wateroverlast is de gemeente Breda ook gevoelig voor het optreden van watertekorten. Dit effect treedt met uitzondering van het noordwestelijk deel op in het



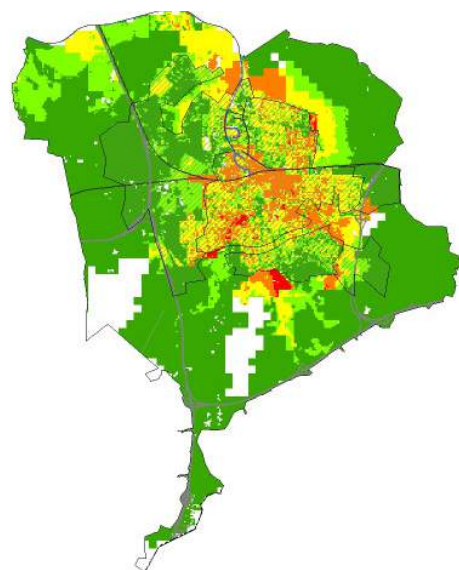
gehele buitengebied van Breda. Door dalende grondwaterstanden en een toenemende verdamping nemen de bodemvochttekorten hiertoe. Omdat de wateraanvoermogelijkheden hier beperkt zijn zal met name de landbouw hier problemen van ondervinden. Watertekorten kunnen leiden tot droogteschade en opbrengstderving.

### Overstroming

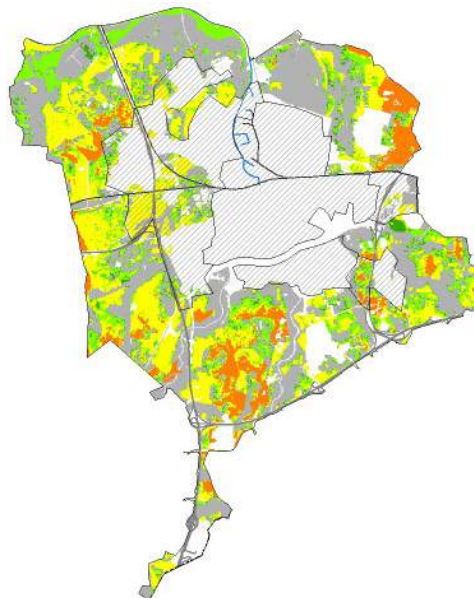
Breda is weinig tot niet gevoelig voor de effecten van overstroming. De stad ligt buiten het overstroombare gebied vanuit de primaire keringen. Doordat de singels in het centrum van Breda echter in verbinding staan met de Mark en deze ter plaatse geen verval heeft, kan water hier echter moeilijk weg. Vooral wanneer de afvoer benedenstrooms wordt belemmerd en er bovenstrooms een piekafvoer aankomt, is de kans op overstroming groot. De afgelopen jaren zijn er echter verschillende bergboezems in en rond Breda aangelegd waarmee de overstromingskans van eens in de vijftig jaar is teruggebracht naar eens in de honderd jaar.

### Hittestress

In de binnenstad van Breda is door hoge bebouwingsdichtheid de nachtemperatuur in warme perioden circa 8 graden hoger dan in het buitengebied. Het grote

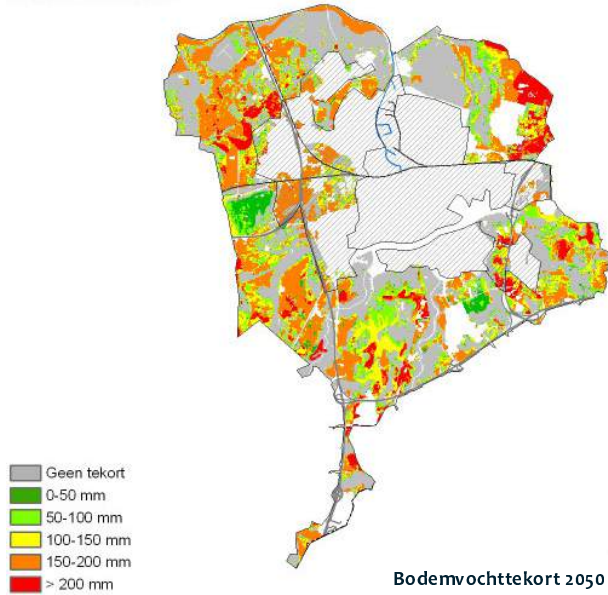


Wateroverlast 2050 W+ scenario



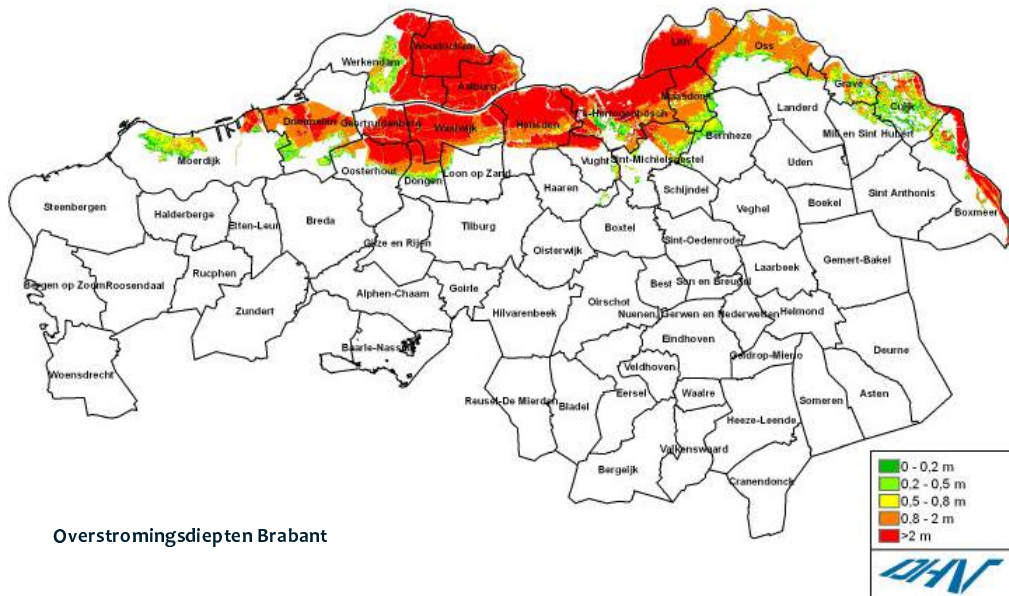
Huidig bodemvochttekort





Bodemvochttekort 2050 W+ scenario

verharding zorgt ervoor dat de stad haar warmte niet kwijt kan. Mensen kunnen hierdoor moeilijker slapen wat effect heeft op de arbeidsproductiviteit. In de omliggende wijken is dit effect minder waarneembaar. Aanhoudend warm weer levert ook gezondheidseffecten op. Uit Nederlands onderzoek is gebleken dat de hoge temperaturen tijdens de hittegolven in de periode 1979-1997 resulteerden in gemiddeld 40 extra sterfgevallen per hittegolfdag. Dit is een oversterfte van ongeveer 12%. De extreme hitte in augustus 2003 leidde in Nederland tot circa 400-500 extra sterfgevallen in

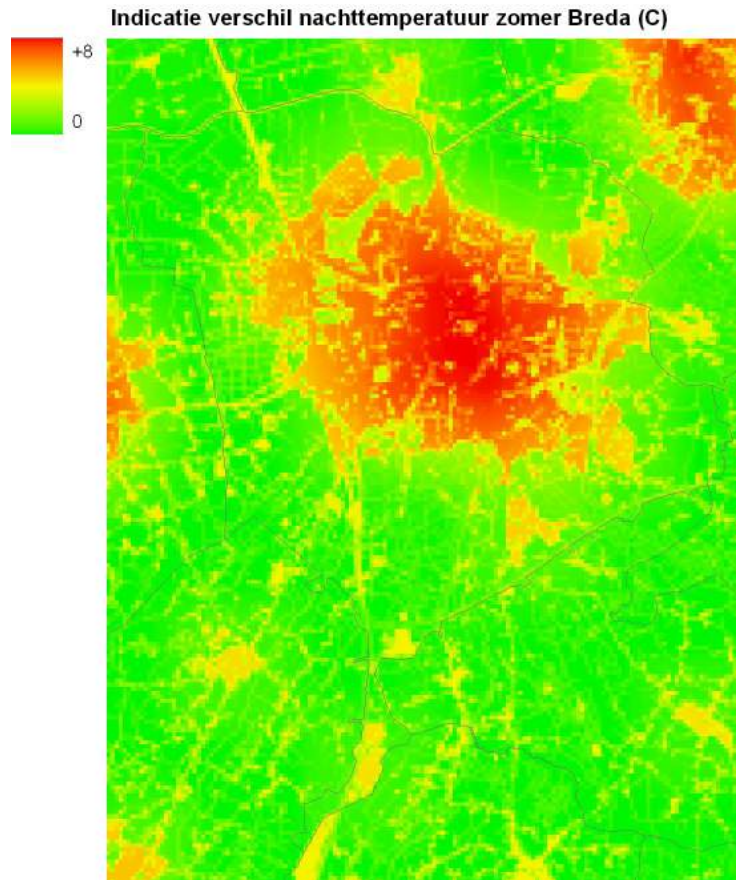


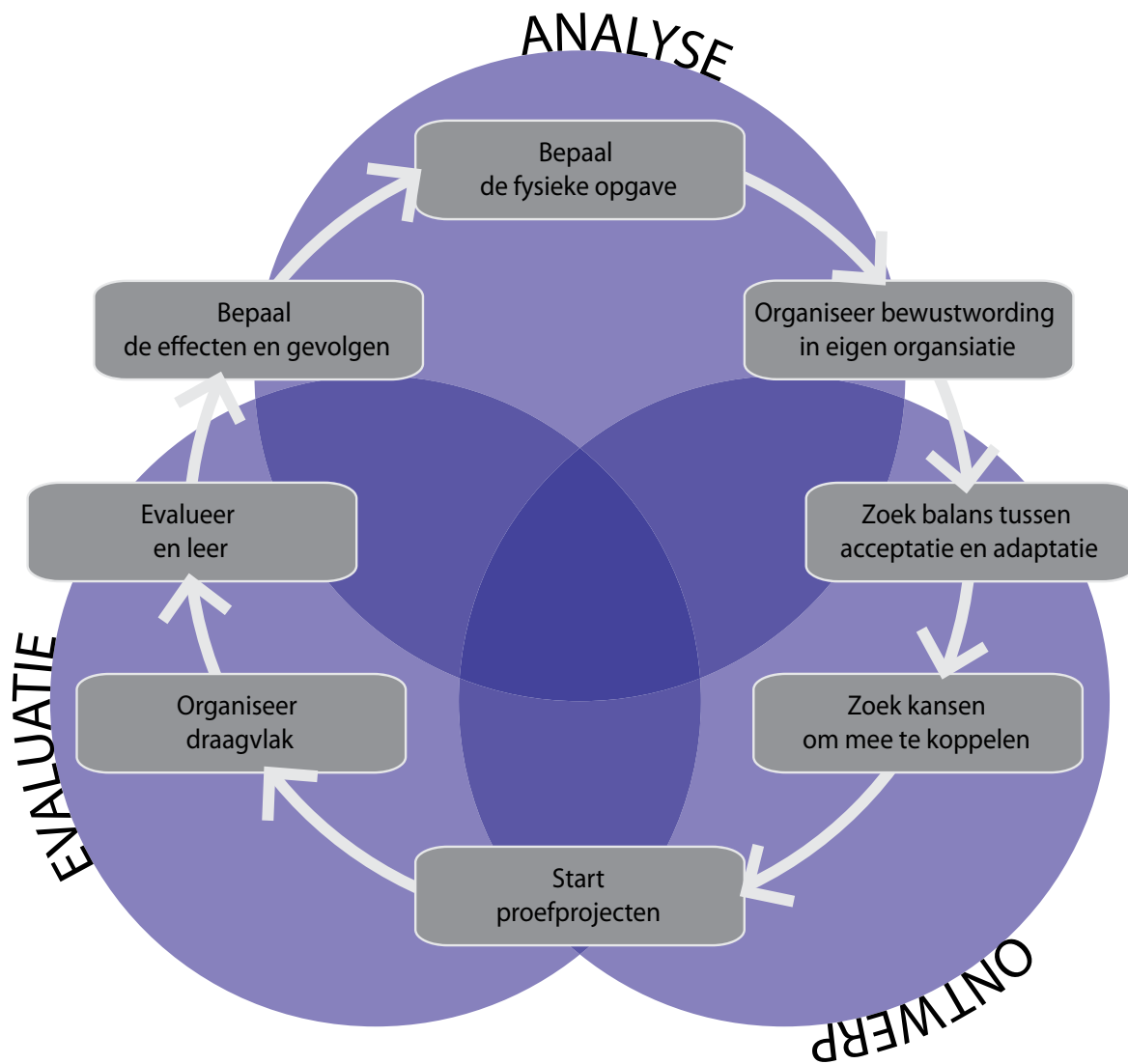
Overstromingsdiepten Brabant



een periode van 2 weken. De vorming van zomersmog leidt bovendien tot een verslechtering van de luchtkwaliteit. Met name ouderen, personen met luchtwegaandoeningen en personen met hart- en vaatziekten blijken gevoelig voor aanhoudende hitte.

Een stijging van de temperatuur en daarmee een toename van het aantal warme (boven de 25 graden) en tropische dagen (boven de 30 graden) lijdt niet alleen tot hittestress en gezondheidsklachten maar biedt ook goede kansen voor recreatie en toerisme. Onder het huidige klimaat komen er circa 4 tropische dagen per jaar voor. In het W+ scenario 2050 zullen dit er circa 16 zijn en in 2100 zelfs 38. Hierdoor zal er meer behoefte komen aan recreatievoorzieningen in en om de stad en liggen er goede mogelijkheden voor uitbreiding van het recreatiegebied rond de Asterdplas en de Kuil. Aandachtspunt hierbij wel is het optreden van blauwalg. Door hogere temperaturen neemt de kans op verslechtering van de waterkwaliteit toe. Dit geldt overigens niet alleen voor de zwembwateren maar ook voor de sloten, vijvers en singel van Breda.









## Urgentie

De effecten van klimaatverandering zijn nu al merkbaar. De zomer van 2010 illustreert met een zeer warme en droge juni en juli maand dat de behoefte aan verkoeling in de stad groot is en water van goede kwaliteit een schaars goed kan zijn, terwijl noodweer in diezelfde maand leidt tot diverse meldingen van stormschade en wateroverlast. Toch laat de klimaatscan zien dat de klimaatopgaven voor Breda niet acuut zijn. Er is geen noodzaak lopende projecten of beleid direct te heroverwegen. We hebben immers met elkaar afgesproken dat we acceptabel vinden als er bijvoorbeeld eens in de zoveel jaar wateroverlast optreedt. Als we niets doen zal die acceptatienorm echter steeds vaker worden overschreden en zal het comfort van het stadsklimaat afnemen. Het is daarom raadzaam klimaatverandering waar mogelijk nu al als opgave mee te nemen in toekomstige projecten en beleid. Hiermee voorkomen we dat we later spijt krijgen van gemiste kansen. Dit geldt met name voor projecten met lange investeringstermijnen zoals de nieuwbouw of herstructurering van woonwijken en de aanleg van wegen. Bovendien hoeft adaptatiemaatregelen geen

extra geld te kosten zolang klimaatadaptatie maar vroeg genoeg in het ontwerp- en besluitvormingsproces wordt meegenomen. Klimaatadaptatiemaatregelen liften dan mee op andere doelen of kosten niets extra omdat er geen aanpassingen achteraf nodig zijn. In veel gevallen leveren klimaatadaptatiemaatregelen zelfs geld op, omdat ze de ruimtelijke kwaliteit en het leefklimaat van een gebied vergroten. De transactieprijs van woningen stijgt als woningen uitzicht hebben op groen of water. Dat blijkt uit diverse onderzoeken in de afgelopen tien jaar. De prijs stijgt met vijftien procent bij uitzicht op water, tien procent bij uitzicht op open ruimte, zes procent bij een park en vijf procent bij een plantsoen. Winkelcentra die in het groen zijn gelegen, geven een gevoel van welbevinden en dit leidt tot meer klanten, langere bezoektijden en meer omzet. Bij bedrijventerreinen is een zelfde effect waarneembaar: Veel groen en landschappelijke inpassing verbeteren de uitstraling van een bedrijventerrein en vergroten daarmee het maatschappelijk draagvlak voor bedrijventerreinen. Een dergelijk bedrijventerrein verkoopt beter

en behoudt en op lange termijn zijn (vastgoed)waarde.

Klimaatadaptatie is in de beleidsvorming nog een nieuw maar bovenal dynamisch thema, wat nog veel onzekerheid over bestaat. Om dit op een goede manier te incorporeren is een stapsgewijze cyclische aanpak nodig. Nevenstaand figuur toont deze stappen. Met de klimaatscan heeft de gemeente Breda -de eerste stappen reeds gezet. De effecten en gevolgen zijn specifiek voor de gemeente Breda bepaald. De kaarten uit de klimaatscan maken duidelijk waar in de gemeente welke opgaven te verwachten zijn. Met verschillende interviews en een workshop met beleidsmakers is voor een deel ook bewustwording in eigen organisatie gecreëerd. Voor het vervolg verdient dit nog wel verdere aandacht. Ook bestuurlijke agendering is nodig om bestuurlijk de keuze tussen acceptatie en adaptatie voor te leggen. Voor de opgaven waarvoor adaptatie gewenst is moeten vervolgens kansen worden gezocht om mee te koppelen, proefprojecten te starten en draagvlak te organiseren. Met de klimaatagenda doen we hiervoor een aantal suggesties.







# F.A.Q.

## Hoe bruikbaar zijn klimaatmodellen?

In de afgelopen twintig jaar zijn er belangrijke vorderingen gemaakt in de ontwikkeling van klimaatmodellen. Op mondiale en continentale schaal worden waargenomen klimaatveranderingen binnen redelijke onzekerheidsmarges gesimuleerd. Hierdoor is vertrouwen in de modellen ontstaan bij het verkennen van toekomstprojecties. Wel is het zo dat modeluitkomsten van klimaatmodellen op regionale schaal veel onzekerder zijn.

## Als we het weer van volgende week niet kunnen voorspellen, waarom dan wel het klimaat van de volgende eeuw?

Weer en klimaat zijn twee totaal verschillende zaken met een heel eigen mate van voorspelbaarheid. Voor de weersverwachting dient men de ontwikkeling van de weersystemen heel precies te volgen en deze ontwikkeling hangt zeer nauw samen met de begintoestand van de atmosfeer ofwel de ligging van weersystemen waarmee het weermodel de berekeningen start. Een klimaatverwachting doet een uitspraak over het gemiddelde weer (= klimaat) in de relatief verre toekomst. Het gaat er dan niet om of het regent op 1 april 2050, maar hoe groot de kans is op een bepaalde hoeveelheid regenval in april rond dat jaar. Het oceaan-atmosfeer klimaatsysteem is zonder twijfel een complex systeem, dat zich zeer verrassend kan gedragen. Er is echter geen bewijs dat het een chaotisch systeem in de strikte zin van het woord is. Daarom

kunnen er toekomstverwachtingen gemaakt worden. Modellen produceren weliswaar onvoorspelbare jaarlijkse fluctuaties, maar de belangrijkste uitkomsten vormen de trends voor de komende decennia en eeuwen.

## Is klimaatverandering gestopt sinds 1998?

Klimaatverandering is niet gestopt na 1998. De wereldgemiddelde temperatuur bereikte in 1998 weliswaar een recordhoogte, maar is mede te danken aan een zeer sterke El Niño. Dit veroorzaakte een extra temperatuurstijging van ongeveer 0,2 graden. Na correctie voor natuurlijke factoren, zoals El Niño, is wel degelijk een opwarmende trend zichtbaar. Bovendien behoren de jaren 2001 tot en met 2006 tot de top tien warmste jaren sinds 1850.

## Wat is de bijdrage van het stedelijk warmte-eiland effect aan de opwarming?

Het stedelijk warmte-eiland effect is niet de hoofdoorzaak van de mondiale temperatuur toename. Het fenomeen is wel een belangrijk gevolg van landgebruik op het lokale klimaat. Uit onderzoek weergegeven in het recente IPCC rapport (IPCC, 2007) blijkt dat het effect ten hoogste een stijging van 0,006 graden Celsius kan bijdragen aan de mondiale temperatuurstijging. Wel blijft onduidelijk hoe groot de invloed van dit



effect op temperatuurmetingen boven land is. Dit compliceert de correctie van langjarige meetreeksen voor dit effect. Het laatste woord is hier dan ook nog niet over gezegd. Tegelijkertijd komt er meer en meer aandacht voor het stadseffect, omdat het wel van grote invloed is op lokale neerslag en luchtkwaliteit.

### In hoeverre zijn auto's verantwoordelijk voor klimaatverandering?

Verkeer contribueert in stevige mate bij aan het broeikasprobleem. Het belangrijkste broeikasgas dat door het verkeer wordt uitgestoten is CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> zorgt voor opwarming van de aarde en daardoor verandert het klimaat. De CO<sub>2</sub>-uitstoot door verkeer en vervoer stijgt sterk ten opzichte van andere sectoren, zoals de industrie. Verkeer en vervoer draagt in 2010 voor een vijfde bij aan de emissie van broeikasgassen (VROM).

### Hoe nauwkeurig zijn de metingen uit 1900? Is de nauwkeurigheid van de metingen de afgelopen 30 jaar toegenomen?

Het KNMI meet de temperatuur met behulp van thermometerhutten. Vergelijkingen van moderne thermometerhutten met oudere typen (bijv. 19e eeuw) laten zien dat jaargemiddelde verschillen op kunnen lopen tot soms wel 1.0°C. De overgang naar een nieuw type hut op een bepaalde locatie kan tot

inhomogeniteiten leiden in een klimaatreeks. Door parallelmetingen te verrichten is het KNMI echter in staat transferfuncties af te leiden waarmee weersafhankelijke correcties aangebracht kunnen worden (dit geldt ook voor andere elementen dan temperatuur).

### In welk tempo verandert het klimaat?

Het klimaat op aarde heeft altijd gevarieerd. Sinds eind 19e eeuw is de mens echter een steeds belangrijker rol gaan spelen in dit systeem. Vooral door het verbranden van fossiele brandstoffen stijgt de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer. In ons land wordt de temperatuur sinds 1706 geregistreerd. Sinds dat jaar waren juli en september 2006 de warmste juli- en septembermaand, en was de winter van 2006-2007 de warmste winter. Ook de herfst van 2006 staat met 13,6 °C op een eerste plaats, zelfs 1,6 °C boven het vorige herfstrecord van 2005. De tien warmste jaren van deze planeet sinds 1861 traden op na 1980, waarvan zeven zelfs na 1990.

### Welke scenario's van het KNMI zijn het meest aannemelijk?

Het KNMI heeft in 2006 vier scenario's uitgebracht die destijds allen even waarschijnlijk waren. Ook na recente wetenschappelijke ontwikkelingen en waarnemingen als snelle opwarming in Nederland en West-Europa, snelle afkalving van grote ijskappen op West-Antarctica

en Groenland, en nieuw onderzoek naar neerslagpatronen op lokale en regionale schaal is er geen aanleiding om de KNMI'06 scenario's nu aan te passen. Het KNMI schat in dat de veranderingen, voor zover die op dit moment zijn vast te stellen, grotendeels binnen de vier KNMI'06 scenario's vallen. De onderzoeksresultaten brengen wel meer tekening in welke scenario's meer waarschijnlijk zijn. Met de snelle opwarming in Nederland en West-Europa wordt het beste rekening gehouden in de W/W+ scenario's. De toename van de intensiteit van zware buien is goed weergegeven in de G/W scenario's. Naast mogelijke langdurige periodes met droogte zoals in de G+/W+ scenario's zullen vooral in de kustzone waarschijnlijk periodes met natter weer, zoals in de G/W scenario's, vaker voorkomen. (Klein Tank en Lenderink, 2009).

### Wat is klimaatmitigatie?

Mitigatie is de term die wordt gebruikt in het klimaatbeleid voor maatregelen die beogen emissies van de broeikasgassen kooldioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en een aantal fluorverbindingen (HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>) te verminderen. Mitigatie kan plaatsvinden door het reduceren van broeikasgasemissies, CO<sub>2</sub>-afvang en opslag, het voorkómen van ontbossing, en herbebossing. Het Kyotoprotocol, dat in 1997 tot stand is gekomen, is het belangrijkste internationale verdrag dat gaat over mitigatie. Industrielanden hebben afgesproken om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008

- 2012 gemiddeld met 5 procent te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Per land gelden andere reductiepercentages. Op dit moment wordt onderhandeld over post-Kyoto afspraken.

### Wat is klimaatadaptatie?

Het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering. Adaptatie aan klimaatverandering is het proces waardoor samenlevingen de kwetsbaarheid voor klimaatverandering verminderen of profiteren van de kansen die een veranderend klimaat biedt.

### We hebben toch al een klimaatbeleid. Is dat niet voldoende? Of: Waarom zijn mitigatiemaatregelen alleen niet voldoende?

Door de traagheid van het klimaatsysteem kan het mitigatiebeleid niet voorkomen dat het klimaat de komende jaren zal veranderen. We moeten ons ook aanpassen aan klimaatverandering, adapteren dus.

### Hoe erg is het als een stad niet kan afkoelen?

Het hitte-eilandeffect of urban heat island effect (UHI) is het fenomeen dat de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in het omliggende landelijk gebied. De belangrijkste oorzaken van het UHI zijn de absorptie van zonlicht door de

in de stad aanwezige donkere materialen en de relatief lage windsnelheden. Door het UHI worden problemen tijdens hittegolven, zoals hittestress, verergerd. Door hoge temperaturen tijdens hittegolven neemt de arbeidsproductiviteit af en agressie toe. Hittestress zorgt voor een toename van de morbiditeit en mortaliteit. Bij de becijfering van de effecten van hitte op het sterftecijfer gaat het CBS uit van een gemiddelde zomertemperatuur (juni, juli en augustus) van 22 graden. Dat is volgens het KNMI over de laatste dertig jaar de gemiddelde maximumtemperatuur. Eén graad meer dan die 22 leidt tot 25 à 35 sterfgevallen extra per week. Een hogere temperatuur heeft ook een indirect effect doordat er of minder verwarmd of meer gekoeld moet worden, hierdoor wordt er minder of meer van het broeikasgas CO<sub>2</sub> uitgestoten. Tot slot leidt het er ook toe dat het asfalt minder lang mee gaat.

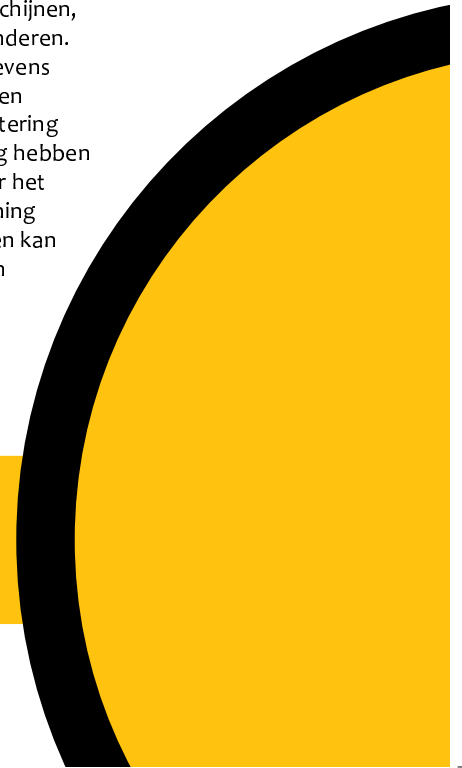
### Welk effect heeft klimaatverandering op de flora en fauna?

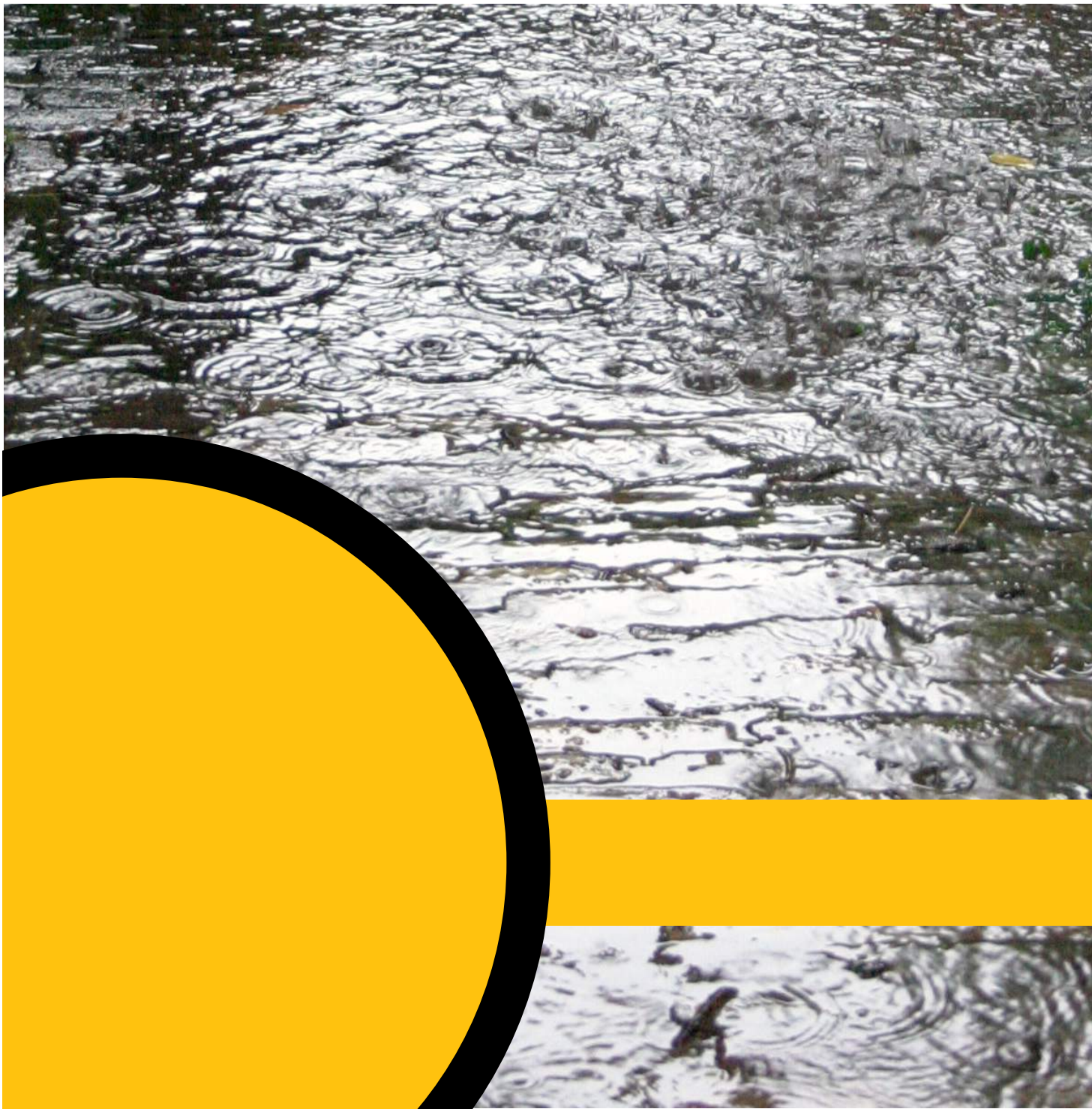
De winter wordt milder en de lente begint vroeger. Op het land verhuizen planten en dieren noordwaarts. Relaties in de voedselketen raken verstoord, doordat niet alle planten en dieren hetzelfde reageren op het warmere (vroegere) voorjaar. Relaties in de voedselketens in de Noordzee en de Waddenzee veranderen ook. Dit gebeurt aan de basis, het plankton. Opwarming van het zeewater is waarschijnlijk één van de oorzaken. De veranderingen, die hoger in de

voedselketen worden waargenomen, hangen mogelijk hiermee samen: lage reproductie van vissen, achteruitgang in vogels, verhuizen van bruinvissen.

### Is het slim om met doeltypen te werken?

Paul Opdam (Wageningen UR-Alterra) en Keimpe Wieringa (Planbureau voor de Leefomgeving) stellen in *Wegen* naar een nieuw natuurbeleid de huidige systematiek van doelsoorten en doeltypen ter discussie (Opdam et al, 2009). Onder invloed van klimaatverandering wordt de systematiek geleidelijk onbruikbaar. Het verschuiven van klimaatzones door temperatuurverhoging, brengt op de termijn van decennia grootschalige verschuivingen in soortensamenstelling met zich mee. Dit betekent dat huidige doelsoorten verdwijnen en nieuwe soorten verschijnen, en soortencombinaties zullen veranderen. Door klimaatverandering kunnen tevens de 'gemiddelde' leefomstandigheden verbeteren of verslechteren. Verbetering van het microklimaat kan tot gevolg hebben dat de versnippering afneemt, maar het omgekeerde komt ook voor. De timing van afhankelijkheden tussen soorten kan worden verbroken. Risico's daarvan zijn in soortenarme ecosystemen groter, omdat soorten daar geen terugvalopties hebben. De habitateisen van soorten zullen hierdoor veranderen.







Samenvatting  
FAQ

Inleiding  
Toelichting

INLEIDING

# INLEIDING



# INLEIDING

“Op de lange termijn dreigt een onaanvaardbaar overstromingsrisico. De kans op slachtoffers is een factor 10 groter dan alle andere externe risico's bij elkaar opgeteld.” Project Nationale Veiligheid

## Klimaat is een trend!

Klimaatverandering is een feit. De temperatuur stijgt en metingen laten duidelijk de hand van de mens in de opwarming zien. Overal zien we de gevolgen van de warmer wordende aarde: felle bosbranden, ijzige winters, kletsnatte zomers, kurkdroge lentes: het kan allemaal. Dat kooldioxide een belangrijke rol in het broeikas effect speelt, is bekend. We nemen maatregelen om de uitstoot te verminderen. Dit zal de opwarming echter niet tot staan brengen. En dus is een volgende stap noodzakelijk: Ons verwachtingspatroon en onze omgeving aanpassen aan de gevolgen van de klimaatverandering. Want de klimaatverandering is geen hype, het is een trend!

## De gevolgen van de klimaatverandering in Nederland

Breda heeft samen met de steden 's-Hertogenbosch en Helmond een klimaatscan laten uitvoeren om de gevolgen van de klimaatverandering in beeld te brengen. De basis wordt gevormd door de klimaatscenario's van het KNMI. De afgeleide effecten in Nederland zijn overstroming, wateroverlast, droogte, verzilting en warmte. Deze zijn specifiek voor de situatie van Breda in beeld gebracht. Afhankelijk

van de functie van een gebied is bekeken of het effect ook daadwerkelijk gevolgen heeft voor het functioneren van het gebied. De resultaten van de scan zijn opgenomen in dit rapport.

## Klimaatverandering is een maatschappelijke opgave

Naast de scan zijn er workshops met gemeente-ambtenaren gehouden. Daaruit kwamen drie prangende vragen naar voren:

1. hoe urgent is de problematiek;

zoals het inrichten van de ruimte op basis van water, energie en bereikbaarheid. In het verlengde daarvan passen ook de gevolgen van de klimaatverandering. De klimaatverandering is geen op zichzelfstaand onderwerp waar extra maatregelen voor nodig zijn. Het is een onderwerp dat op alle niveaus, binnen alle sectoren en op alle plekken in de stad verweven is. Met als belangrijkste dragers water en groen. Klimaatverandering is een maatschappelijke opgave over alle sectoren heen.

“We moeten onze omgeving aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering.”

2. wat is het effect van mogelijke maatregelen en;
3. hoe ziet de financiering van de maatregelen eruit?

De laatste twee vragen komen voort uit een combinatie van sectoraal denken gecombineerd met maatregel-denken (waar zorgt de klimaatverandering voor problemen in de stad, welke maatregel is nodig, hoe gaan we het financieren). De huidige ruimtelijke ontwikkelingen gaan uit van wonen, werken, infrastructuur en ruimte. Steeds meer worden echter ook andere ordeningsprincipes zichtbaar,

## Urgentie

Blijft over de vraag hoe urgent het inspelen op de klimaatverandering is. Water is één van de (beleid)sectoren waar actief wordt voorgesorteerd op het natte scenario. Verhalen over ondergelopen straten in Nederland blijven binnen stromen. Maar ook op het gebied van droogte speelt water een belangrijke rol. In de zomer van 2010 is het nationale hitteplan in werking getreden. Boeren, koelcentrales, kwetsbare groepen in de samenleving, etc.



An aerial photograph of a dense urban neighborhood, likely in the Netherlands, showing a mix of residential buildings, green spaces, and a river. A semi-transparent white text box is overlaid in the center, containing a quote in blue text. The quote reads: "Inspelen op het klimaat heeft alles te maken met het zoeken naar win-win-situaties." The background shows a complex network of streets, buildings, and greenery, with a river winding through the area. A large green field is visible on the right side, and a yellow building is prominent in the lower right quadrant.

“Inspelen op het klimaat heeft alles te maken met het zoeken naar win-win-situaties.”



ondervinden last van de hoge temperaturen.

Gedurende de klimaatscan

werden vier niveaus zichtbaar:

1. het stadsniveau (structuurvisie);
2. het wijkniveau (de klimaatproef wijk);
3. het straatniveau (is al die

openbare ruimte) en tochtlijnen (hoe kunnen luchtstromen de stad verkoelen?). Het heeft ook te maken met de dichtheid van de bebouwing, de mate van verharding in de stad, de kansen die herstructureringen in de stad bieden en de

“Klimaatverandering is een trend, geen hype.”

verharding echt nodig, of zijn er andere mogelijkheden?) en;

4. het perceelniveau (hoe houd ik mijn huis koel en heb ik in de winter toch een zonnetje binnen?).

En de conclusie is dat de hoogste urgentie op dit moment op stadsniveau zit. Daar worden nu keuzes gemaakt die van belang zijn voor de lange termijn: waar komen nieuwe ontwikkellocaties voor wonen en bedrijvigheid? Kiezen we voor verdichting of uitbreiding? Als we bij dergelijke keuzes geen rekening houden met klimaatverandering, kunnen we later spijt krijgen. Inspelen op de klimaatverandering heeft alles te maken met blauwe lijnen (water als verkoeler, als bevoorradener, als berger), groene lijnen (groen als verkoeler, luchtzuiveraar, kwaliteit van de

investeringstermijnen van grootschalige projecten. Elke kans die nu niet wordt gepakt, is een verloren kans. En dus is klimaatverandering op structuurniveau urgent. In de loop der jaren zullen ook de andere niveaus urgent worden.

### De uitvoering

Een telkens terugkerende vraag was: Wie gaat de ideeën uitvoeren? Het mooiste zou zijn als de gemeente sturend is en de marktpartijen uitvoeren. Daar zitten nog heel wat haken en ogen aan, met name op het financiële en contractuele vlak. De klimaatscan bleek niet alleen de klimaatgevoelige plekken in de stad aan te wijzen, maar ook de tere punten in het proces. Daarom ligt er hier een rapport met de resultaten

van de scan, met een visueel overzicht van mogelijke maatregelen, maar ook met handreikingen voor financiële afwegingen en aanbevelingen voor ondersteunend beleid. Met als belangrijkste conclusie: voorsorteren op de klimaatverandering is een maatschappelijke opgave. Dat doen we samen en dat doen we slim. Inspelend en gebruikmakend van de ontwikkelingen in de stad. Vanuit een grotere (structuur) visie, langzaam afdalend naar een steeds lager niveau in de bestaande bebouwde omgeving. Want klimaatverandering is een trend, geen hype.

# LEESWIJZER

## Toelichting bij de klimaatscan

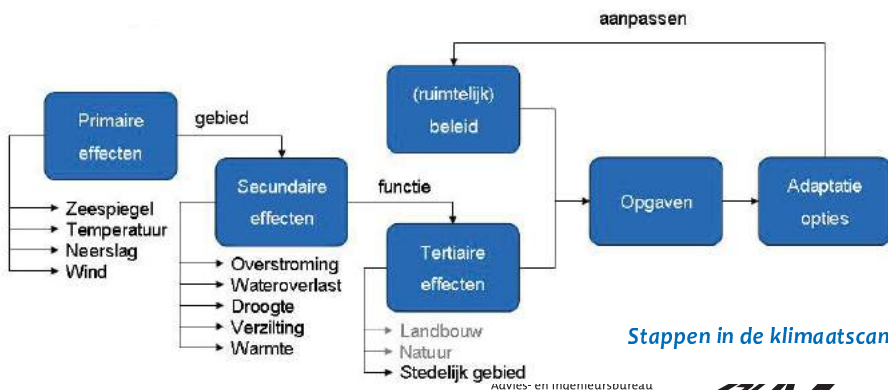
DHV heeft samen met Alterra en het KNMI, in opdracht van de 12 provincies en Kennis voor Klimaat, een klimaateffectatlas ontwikkeld. Daarin zijn de effecten van klimaatverandering landsdekkend in beeld gebracht. Daarop volgend is door DHV de klimaatscan voor een stad ontwikkeld. Daarin wordt gekeken hoe gevoelig wijken in de stad zijn voor overstroming, hevige neerslag, droogte en warmte.

De scan is opgebouwd uit drie stappen waarin de primaire, secundaire en tertiaire effecten worden bekeken.

In de eerste stap (de primaire effecten) wordt uitgelegd hoe het klimaat verandert in Nederland. Vanuit het verleden

kunnen we zeggen welke veranderingen al hebben plaatsgevonden. De toekomst laat zich minder makkelijk benaderen. Daarvoor heeft het KNMI in 2006 verschillende scenario's opgesteld. Deze scenario's spannen samen 80% van de toekomst op. Binnen de scenario's zitten echter nog onzekerheden. Grof gezegd kan het natter worden, of juist heter en droger. In de klimaatscan brengen we de consequenties van beiden ontwikkelingen in beeld. De primaire effecten van de klimaatverandering in Nederland zijn het rijzen van de zeespiegel, het stijgen van de temperatuur, verandering van neerslagpatronen. Variaties in wind zijn vooralsnog niet aangetoond. Of veranderende neerslag. Deze effecten worden in het hoofdstuk Effecten besproken.

Of veranderende neerslagpatronen tot water op straat of juist watertekorten leiden is afhankelijk van de gebiedskenmerken van een locatie, zoals het bodemtype, het watersysteem en de hoogteligging. In de tweede stap van de scan zijn gegevens over de primaire effecten daarom gecombineerd met deze gebiedskenmerken. Dit noemen we de secundaire effecten van klimaatverandering. Hierbij kijken we naar de effecten van overstroming, wateroverlast door hevige regenval, watertekort en warmte. De invloed van klimaatverandering op effecten van verzilting beperken zich tot kustprovincies. Deze effecten worden besproken in het hoofdstuk gevolgen.





Maar de effecten mogen dan wel optreden, in hoeverre is er sprake van daadwerkelijk overlast? Dat is afhankelijk van de functie van de wijk en de mate waarin deze gevoelig is voor het optredende effect. Dichtbebouwde delen in de stad zijn bijvoorbeeld gevoelig voor warmte, de groene delen voor verdroging en de laaggelegen gebieden voor wateroverlast. In de derde stap van de klimaatscan worden de secundaire effecten daarom geconfronteerd met de functies in de stad met behulp van zogenaamde gevoeligheidsindicatoren (zie bijlage Indicatoren). De functies zijn afgeleid uit de LGN5 (Landelijk Grondgebruik Nederland): een landsdekkende kaart waarop het landgebruik op een schaal van 25 bij 25 meter is weergegeven.

De combinatie van de gevoeligheids- en effectkaarten resulteert in een zogenaamde robuustheidskaart van de stad, waarop duidelijk wordt welke wijken gevoelig zijn voor overstroming, wateroverlast, watertekort en warmte. Deze secundaire en tertiaire effecten brengen samen de gevolgen voor de gemeente in beeld en worden daarom besproken in het hoofdstuk Gevolgen.

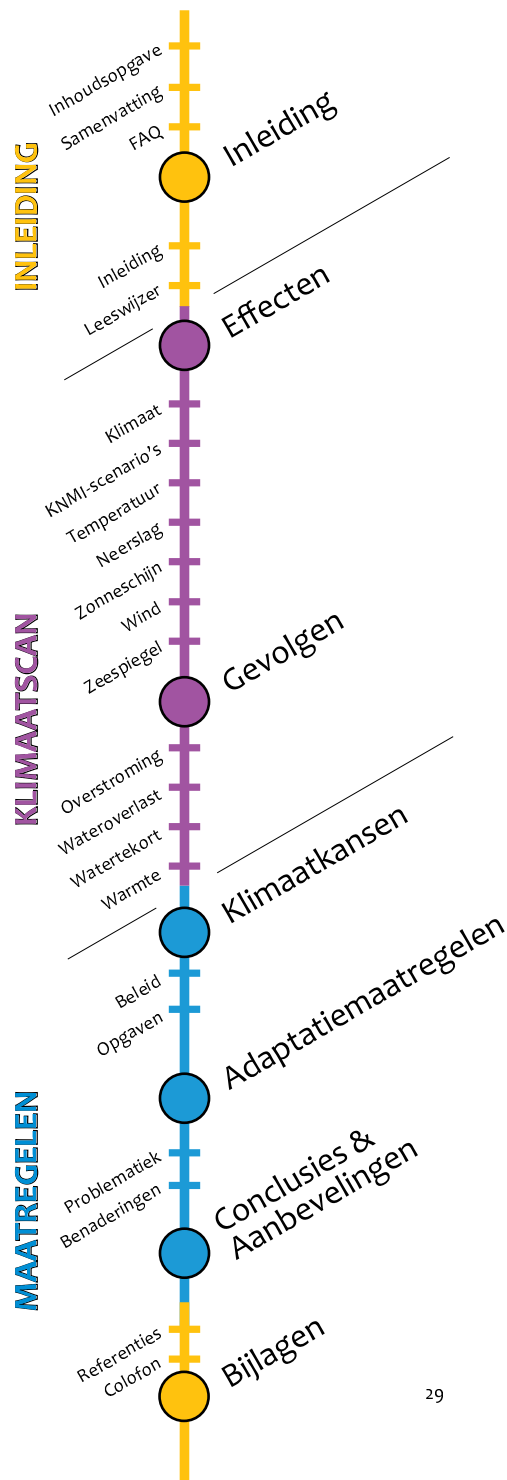
Of deze gevolgen ook daadwerkelijk tot opgaven leiden, is afhankelijk van

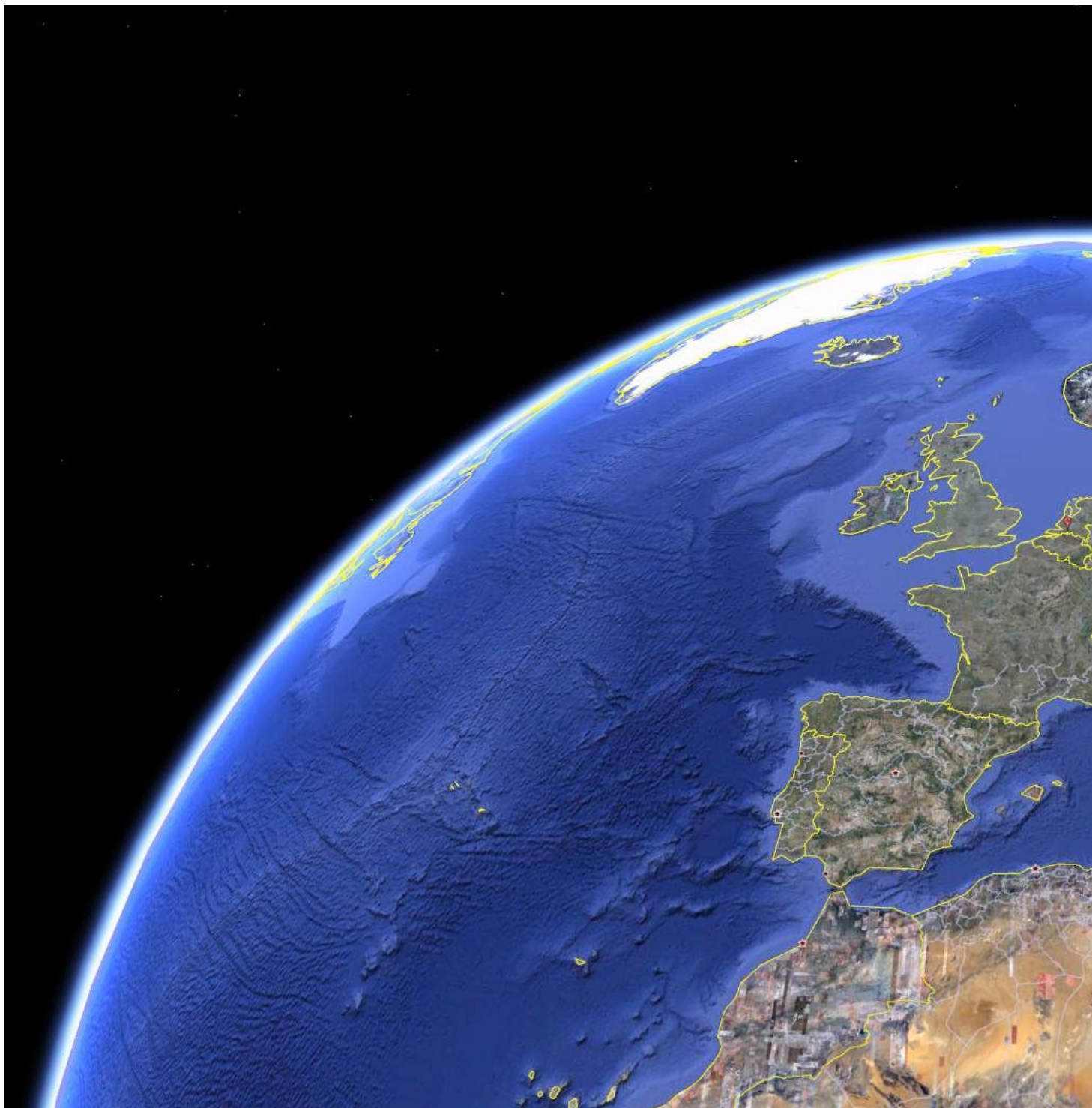
het beleid dat de gemeente voorstaat. Onderdeel van de klimaatscan is daarom ook een scan van het gemeentelijk beleid. De resultaten van de beleidsscan worden besproken in het hoofdstuk klimaatkansen.

In dit hoofdstuk worden ook de resultaten van de beleidsscan gecombineerd met de effect- en gevolgkaartjes. Hieruit leiden we diverse opgaven af. Deze zijn samengevat in een opgavenkaart. De opgaven kunnen eenvoudig worden meegenomen in de lopende projecten van de gemeente. In het hoofdstuk adaptatie doen we daarom ook suggesties voor maatregelen in projecten.

In het hoofdstuk maatregelen gaan we uitgebreider in op de maatregelen die op de verschillende schaalniveaus genomen zouden kunnen worden. Ze zijn visueel weergegeven als richtinggevende denklijnen voor de stad. Ook gaan we in dit hoofdstuk in op de effectiviteit van maatregelen en de financierbaarheid.

We sluiten af met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. De belangrijkste aanbevelingen zijn verwerkt in een klimaatagenda voor de gemeente die als onderdeel van de samenvatting voor in het rapport te vinden is.







# EFFECTEN

## PRIMAIRE EFFECTEN

- Klimaat
- KNMI-scenario's
- Temperatuur
- Neerslag
- Zonneschijn
- Wind
- Zeespiegel



# KLIMAAT

“Door natuurlijke broeikasgassen is de gemiddelde temperatuur op aarde 15 °C in plaats van -18 °C.”

## Klimaat

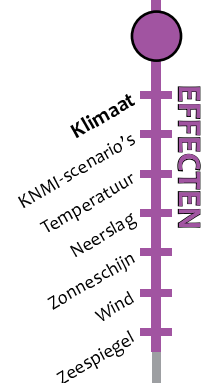
Het klimaat is het gemiddelde weer in een bepaald gebied over een langere periode. Bij een beschrijving van een klimaat wordt informatie gegeven over o.a. de gemiddelde temperatuur in verschillende seizoenen, de neerslag, uren zonneschijn, etc. Ook een beschrijving van de (kans op) extremen hoort bij de beschrijving van een klimaat. Vaak wordt een periode van 30 jaar gebruikt om de gemiddelden en extremen van een klimaat te bepalen (standaard volgens de World Meteorological Organization). Een periode van 30 jaar bevat een groot deel van de natuurlijke variatie tussen jaren. Het KNMI maakt elke 10 jaar een overzicht van het klimaat op verschillende plaatsen in Nederland. De laatst beschreven periode is die van 1971-2000 (KNMI, 2002).

Klimaatverandering is van alle tijden. Het klimaat op aarde is dynamisch en is sinds het ontstaan van de aarde continu veranderd. De oorzaken van klimaatverandering kunnen in twee groepen worden ingedeeld:

- Natuurlijke oorzaken zoals verschillen in zonneactiviteit, ijstijden, vulkaanuitbarstingen. Deze zorgen op korte of langere tijdschalen, en op regionale of mondiale schaal voor tijdelijke veranderingen van temperatuur, neerslag, etc. Ze veroorzaken de natuurlijke variatie;
- Menselijk handelen bijvoorbeeld door veranderingen in landgebruik en door de uitstoot van broeikasgassen. Door veranderingen in landgebruik kan het klimaat, meestal op regionale schaal, veranderen. De grootschalige uitstoot van broeikasgassen zorgt voor mondiale klimaatverandering. Sinds het preïndustriële tijdperk (ongeveer 1860) is de CO<sub>2</sub>-concentratie bijvoorbeeld van 280 ppm (parts per million) toegenomen tot ongeveer 380 ppm nu.

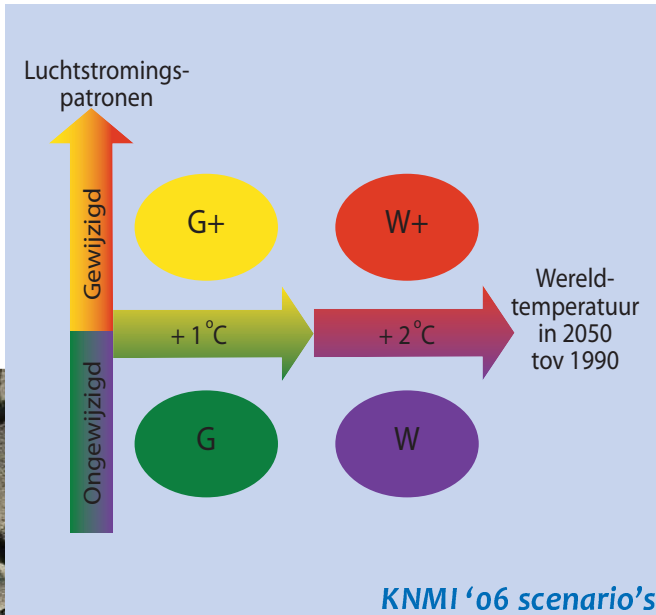
## Broeikaseffect

Zonnestraling warmt de aarde op en de aarde straalt weer warmte uit. Hoe sterk de aarde opwarmt, hangt af van de balans tussen inkomende zonnestraling en uitgestraalde warmte. Deze balans wordt beïnvloed door de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer. Van nature zitten er verschillende broeikasgassen in onze atmosfeer, onder andere CO<sub>2</sub> en waterdamp. Door de natuurlijke hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer is de aarde ongeveer 33 °C warmer dan zonder deze broeikasgassen. Daardoor ligt de gemiddelde temperatuur op aarde rond de 15 °C en niet rond de -18 °C. Door de toename van de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer wordt het natuurlijke broeikaseffect versterkt. Sinds het preïndustriële tijdperk (ongeveer 1860) is de concentratie van CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O door menselijk toedoen aanzienlijk gestegen.





# KNMI '06 SCENARIO'S



## Kenmerken van alle KNMI'06 klimaatscenario's:

### Temperatuur:

- De opwarming zet door. Zachte winters en warme zomers komen vaker voor.

### Neerslag:

- De winters worden gemiddeld natter. Extreme neerslaghoeveelheden nemen toe.
- De hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe. Het aantal zomerse regendagen wordt juist minder.

### Zeespiegel & Wind:

- De zeespiegel blijft stijgen.
- De berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid.

“Het wordt warmer en de neerslag wordt extremer.”

## Klimaatscenario's

De primaire effecten van klimaatverandering zijn door het KNMI in 2006 voorspeld door middel van vier scenario's, de KNMI '06 scenario's: G, G+, W en W+.

De G-scenario's (Gematigd) gaan uit van een wereldwijde temperatuurstijging van 1 graad Celsius. De W-scenario's (Warm) gaan uit van 2 graden temperatuurstijging. Bij de +-scenario's veranderen bovendien de luchtstromingspatronen. Klimaatscenario's zijn consistente en plausible beelden van een mogelijk toekomstig klimaat. Ze geven aan in welke mate temperatuur, neerslag, wind en zeespiegelstijging kunnen veranderen bij een bepaalde mondiale klimaatverandering. De KNMI '06 scenario's zijn gebaseerd op dezelfde bronnen als het meest recente rapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). De scenario's zijn min of meer de hoekpunten waarbinnen we verwachten dat ons toekomstig klimaat zich zal ontwikkelen tot 2050 en 2100. De veranderingen in 2100 zijn in de KNMI'06 scenario's twee maal zo groot als in 2050, en in 2020 twee maal zo klein als in 2050 (behalve voor de zeespiegel). De KNMI'06 scenario's zijn zodanig gekozen, dat ze een groot deel van de bestaande onzekerheden in beeld brengen.

De onzekerheid over ons toekomstig klimaat wordt bepaald door:

1. onzekerheden over de sociaal economische ontwikkelingen, die de uitstoot van de broeikasgassen beïnvloeden
2. ontwikkeling van het klimaatsysteem zelf, met name het wel of niet veranderen van luchtstromingspatronen en de gevoeligheid voor de stijging van broeikasgassen.

Recente studies laten zien dat de KNMI '06 scenario's nog steeds bruikbaar zijn, maar de temperatuurstijging toch sneller gaat dan aanvankelijk gedacht. De warme scenario's (W en W+) lijken hiermee steeds waarschijnlijker (Klein-Tank and Lenderink 2009).

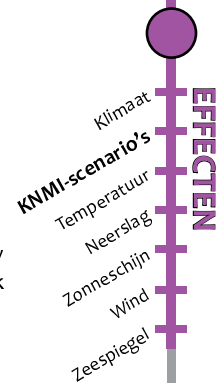
## Gebruik klimaatscenario's


Klimaatscenario's kunnen gebruikt worden voor:

- impactstudies: het in kaart brengen van de mogelijke gevolgen van klimaatverandering;
- adaptatie- en mitigatiestudies: het verkennen van de mogelijkheden om ons aan te passen aan klimaatverandering of om de klimaatverandering beperkt te houden;
- beleidsmaatregelen, gericht op aanpassing of ter voorkoming van vergaande klimaatverandering.

Bij het gebruik van de scenario's is het belangrijk het doel goed voor ogen te houden. Een riolering wordt bijvoorbeeld aangelegd voor 40-80 jaar en moet gedurende de gehele levensduur goed functioneren. Hierbij is het dus verstandig een tijdshorizon van 50-100 jaar mee te nemen. Bij een installatie in de petroleumindustrie is de economische afschrijvingsduur van fabrieken 20 jaar. Hier kan dus volstaan worden met 2030 als zichtjaar of 2050 wanneer de totale levensduur in ogenschouw wordt genomen. Het is belangrijk je af te vragen wat de schade is als je geen rekening houdt met meest relevante scenario en tijdshorizon.

De vier KNMI'06 klimaat-scenario's zijn zo gekozen dat ze met vier "hoekpunten" een groot deel van de mogelijke toekomst opspannen. Bij toepassing voor impact-, adaptatie of mitigatiestudies is het, gezien het doel van dit type studies, in de meeste gevallen zinvol om alle vier de scenario's te gebruiken. Door de scenario's te vergelijken, kan men bepalen hoe robuust verschillende maatregelen zijn. Maatregelen die alle vier de scenario's effectief lijken, zijn voor beleidsmakers vaak het interessantst. Voor een eerste verkenning kan het voldoende zijn om een selectie te maken (bijvoorbeeld alleen het





“Maatregelen die bij alle vier de scenario’s effectief lijken, zijn voor beleidsmakers vaak het meest interessant.”

warmste, natste en/of droogste scenario). Hiermee kan bepaald worden of klimaatverandering een duidelijke impact heeft op een sector en of uitvoeriger onderzoek zinvol is. In specifieke situaties kan de informatie in de vier KNMI'06 klimaatscenario's ontoereikend blijken te zijn. Zo kunnen extreme windsnelheden uit richtingen tussen Noord en West extra opstuwung van het zeewater langs de Nederlandse kust tot gevolg hebben. Primaire zeeeringen moeten bij wet bestand zijn tegen een opstuwung met een herhalingsjijd van 10.000 jaar. Echter: informatie over dit soort extremen wordt niet standaard per klimaatscenario gegeven. Voor dit soort situaties kan men het KNMI benaderen om informatie voor "klimaatscenario's op maat" in te winnen.

### Doel: beleid en strategie

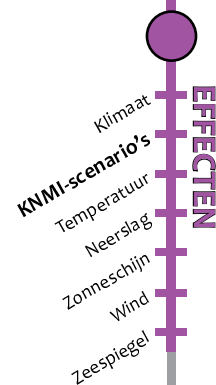
Idealiter spelen de resultaten van de hierboven genoemde typen onderzoek een rol bij het opstellen van beleid en strategie. In deze fase wordt vaak een keuze gemaakt voor één of meerdere scenario's, om adaptatie- en/of mitigatie-

maatregelen op af te stemmen. De keuze voor één of meerdere scenario's kan bepaald worden door te kijken naar de volgende criteria:

- wat is maatschappelijk gezien mogelijk, bijvoorbeeld kostentechnisch nu en in de toekomst, of mogelijkheden voor gedragsverandering;
- wat zijn mogelijke gevolgen van klimaatverandering (bijvoorbeeld welke temperatuurstijging wordt gezien als gevaarlijk voor de samenleving of voor een bepaalde sector, of hoe groot is de schade bij een overstroming?);
- wat zijn de mogelijkheden om beleid later bij te stellen bij een "verkeerde keuze" (bijvoorbeeld is er over 25 jaar nog ruimte om de dijken te verzwaren als de temperatuur, en daarmee samenhangend de neerslagextremen, sterker stijgen dan eerst aangenomen?);
- wat zijn de vergeefs gemaakte kosten als de klimaatverandering minder sterk is dan eerst aangenomen, of wat zijn de extra kosten als de klimaatverandering sterker is dan eerder aangenomen;

- hoe snel kunnen verdere aanpassingsmaatregelen uitgevoerd worden (het ophogen van zeedijken kost bijvoorbeeld meer tijd en geld dan het opspuiten van het strand);
- welke scenario's worden waarschijnlijker geacht (bijvoorbeeld als men veronderstelt dat de wereld zich zal ontwikkelen volgens het IPCC-wereldbeeld A2 wordt een sterke temperatuurstijging ook waarschijnlijker geacht);
- welke scenario's zijn het meest relevant (bijvoorbeeld industrieën die oppervlaktewater als koelwater gebruiken zullen waarschijnlijk meer geïnteresseerd zijn in de G+ en W+ scenario's met een sterke vermindering van de zomerneerslag, en samenhangend een groter risico op een tekort aan koelwater).

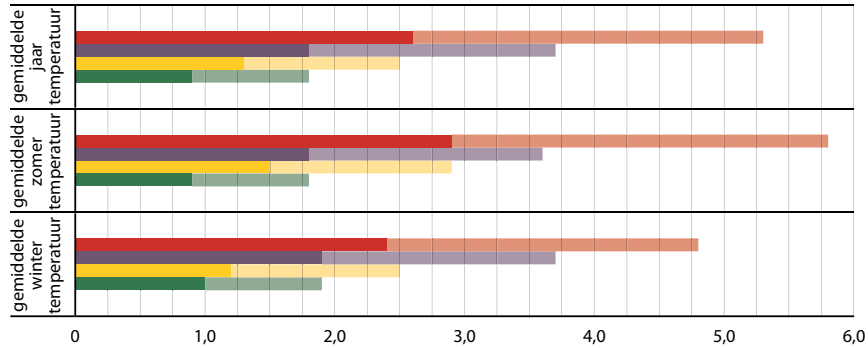
Bovenstaande opsomming kan worden gebruikt als checklist, om te bepalen welke aspecten meegenomen kunnen worden. De lijst is echter niet volledig.





# TEMPERATUUR

Figuur 1 - Wijzigingen in gemiddelde jaar temperatuur in Noord-Brabant



Toename in graden Celsius  
t.o.v. referentieperiode (1976-2001)  
in 2050 en 2100 voor G, G+, W en W+  
meetstation Eindhoven



## Huidige trends

De gemodelleerde stijging van de wereldgemiddelde temperatuur stemt tot op heden goed overeen met de waargenomen stijging (KNMI, 2008). De opwarming van het klimaat gaat echter niet overal even snel. Nederland is sinds 1950 twee maal zo snel opgewarmd als de wereldgemiddelde temperatuur. Die snellere opwarming wordt hoogst waarschijnlijk niet volledig veroorzaakt door natuurlijke schommelingen (KNMI, 2008).

het klimaat rond 2100 zijn de temperatuurstijgingen 2 maal zo groot als voor 2050. Door natuurlijke schommelingen zal de temperatuurstijging niet in elk decennium even sterk zijn en is het goed mogelijk dat er in de toekomst tijdelijk een periode van relatief koel weer is (KNMI, 2006). In de winter treden in de '+' scenario's (G+ en W+) frequenter westenwinden op en in de zomer treden in deze scenario's frequenter oostenwinden op. In combinatie met de mondiale

ook dicht bij het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan, waarvoor de meeste klimaatmodellen een veel minder sterke temperatuurstijging berekenen. De G en W scenario's laten een temperatuurstijging in Nederland zien die iets minder is dan de wereldgemiddelde temperatuurstijging, en de G+ en W+ een temperatuurstijging in Nederland die sneller gaat dan wereldgemiddeld, maar minder snel dan waargenomen sinds 1950. De waargenomen trend kan echter niet zomaar

“De gemiddelde temperatuur stijgt.”

## Toekomstige trends

De vier KNMI'06 scenario's laten een opwarming rond 2050 zien variërend van 0,9°C tot 2,3°C in de winter (december, januari en februari) en van 0,9°C tot 2,8°C in de zomer (juni, juli en augustus) ten opzichte van het klimaat rond 1990 (het gemiddelde tussen 1976 en 2005). Het verschil in gemiddelde maximum- en minimumtemperatuur is in alle scenario's vooralsnog gelijk gehouden aan de huidige situatie. Voor 2020 zijn de temperatuurstijgingen de helft van de getallen voor 2050. Voor

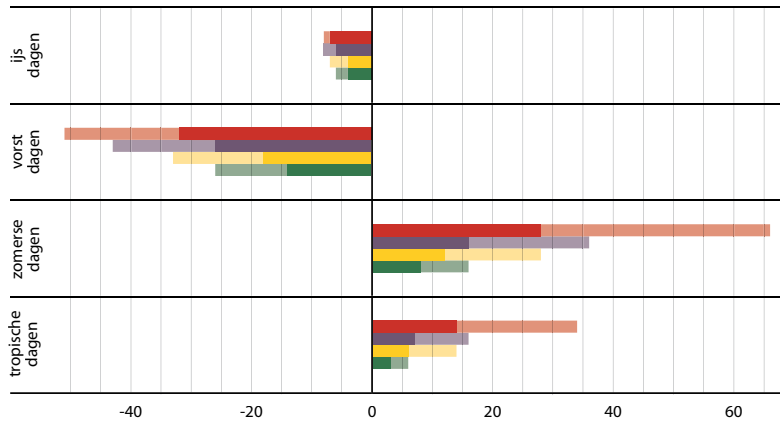
temperatuurtoename zorgt dit voor een relatief sterkere toename van de gemiddelde en extreme maximum- en minimumtemperaturen in deze scenario's ten opzichte van de scenario's zonder verandering in luchtstromingspatronen (G en W). In de KNMI'06 klimaatscenario's is de temperatuurstijging in Nederland niet gelijk aan de wereldgemiddelde temperatuurstijging. Van belang hierbij is de ligging van ons land aan de rand van een groot continent dat sterker opwarmt, maar

doorgetrokken worden naar de toekomst.

De vier KNMI'06 scenario's laten een sterkere stijging van de temperatuurextremen zien dan van de gemiddelde temperaturen. Rond 2050 stijgt de laagste temperatuur per jaar in de wintermaanden met 1,0°C tot 2,9°C, en in de zomermaanden stijgt de hoogste temperatuur per jaar met 1,0°C tot 3,8°C ten opzichte van het klimaat rond 1990 (het gemiddelde tussen 1976 en 2005). Voor 2020 zijn de temperatuurstijgingen de

**EFFECTEN**  
Klimaat  
KNMI-scenario's  
Temperatuur  
Neerslag  
Zonneschijn  
Wind  
Zeespiegel

**Figuur 2 - Wijzigingen in ijsdagen, vorstdagen, zomerse dagen en tropische dagen in Noord-Brabant**



Toename aantal dagen  
t.o.v. referentieperiode (1976-2001)  
in 2050 en 2100 voor G, G+, W en W+  
meetstation Eindhoven



helpt van deze getallen, voor 2100 twee maal de stijgingen voor 2050. Vooral in de scenario's G+ en W+ stijgen de extremere temperaturen sterker. In de winter treden in de G+ en W+ scenario's

scenario's zonder verandering in luchtstromingspatronen (G en W). In de zomer treden in de G+ en W+ scenario's juist frequenter oostenwinden op. In combinatie met de mondiale temperatuurtoename zorgt

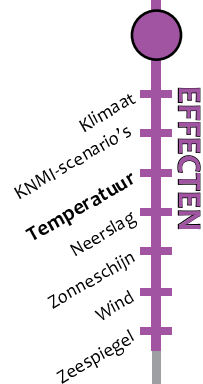
Figuur 2 geeft het verloop van het gemiddeld aantal tropische dagen en vorstdagen tot 2100 voor alle vier de scenario's. In de figuur is te zien dat bijvoorbeeld het aantal tropische dagen en vorstdagen rond 2100 in G+ gelijk

**“In de + scenario's neemt het aantal vorst- en ijsdagen sterk af en het aantal warme en tropische dagen sterk toe.”**

frequenter westenwinden op. In combinatie met de mondiale temperatuurtoename zorgt dit voor een relatief sterkere afname van het aantal vorstdagen en ijsdagen in deze scenario's ten opzichte van de

dit voor een relatief sterkere toename van het aantal tropische dagen, zomerse dagen en warme dagen in deze scenario's ten opzichte van de scenario's zonder verandering in luchtstromingspatronen (G en W).

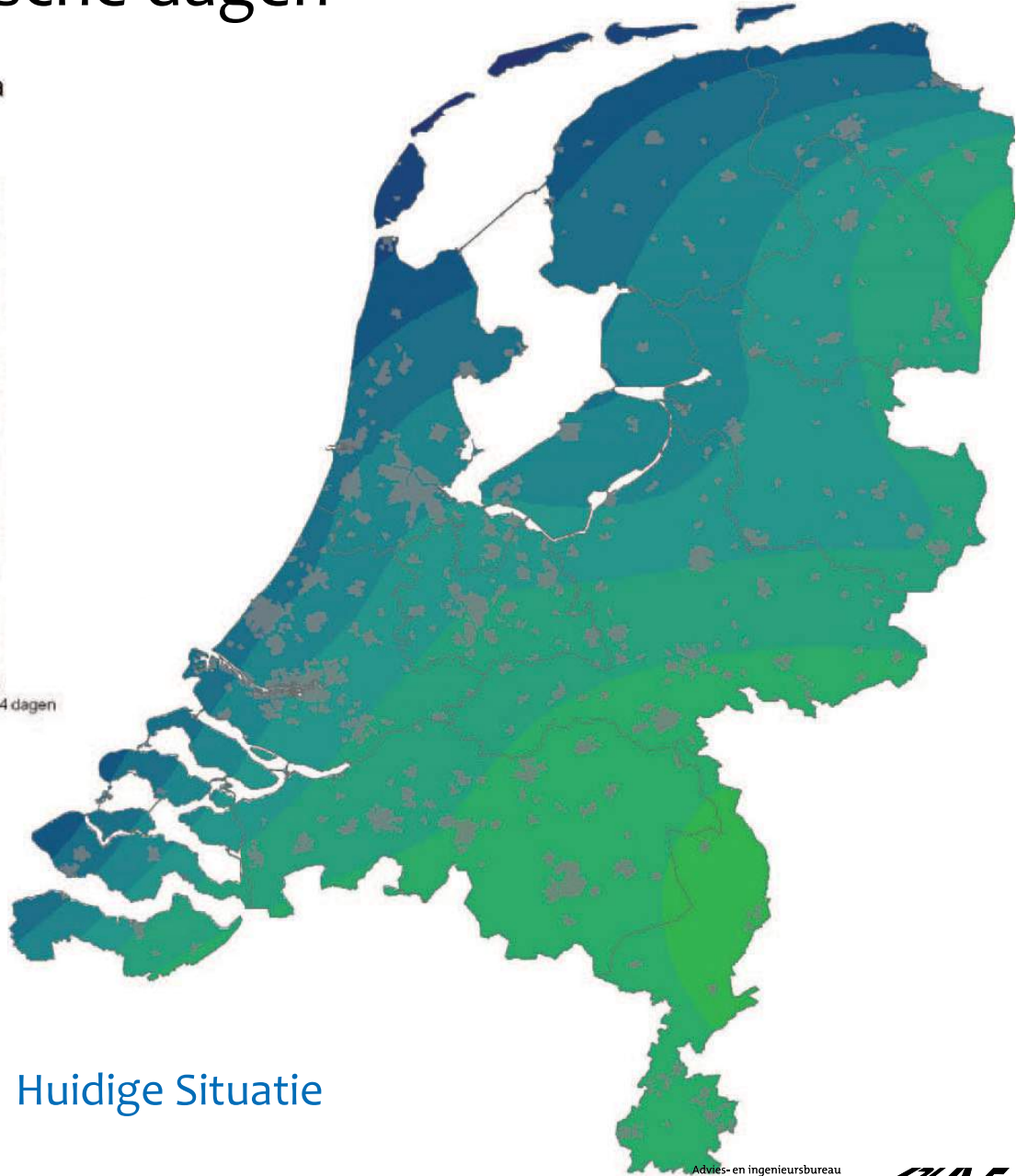
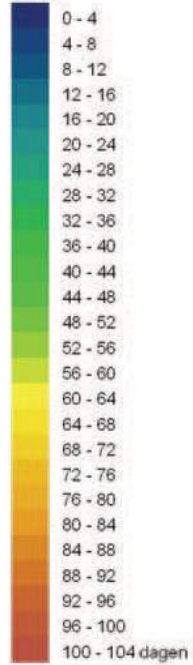
is aan het aantal rond 2050 in W+. Hieruit kan afgeleid worden dat de veranderingen in de W en W+ scenario's twee maal zo snel gaan als in de G en G+ scenario's.





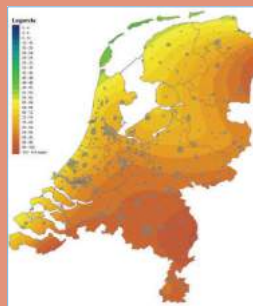
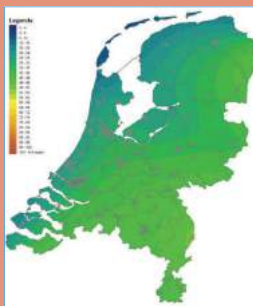
# Tropische dagen

## Legenda

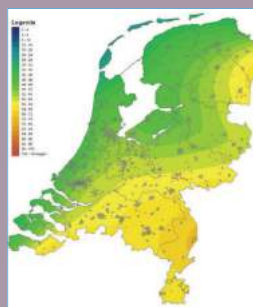
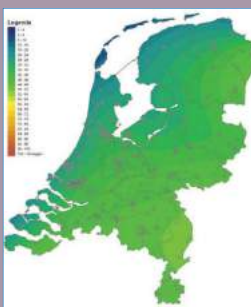
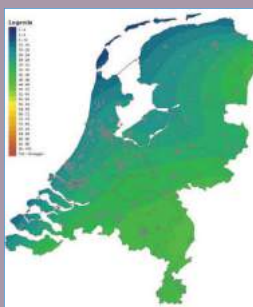


Huidige Situatie

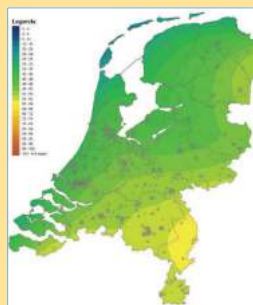
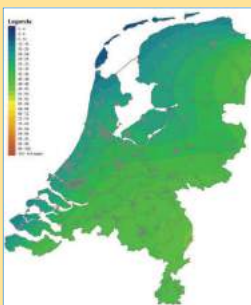
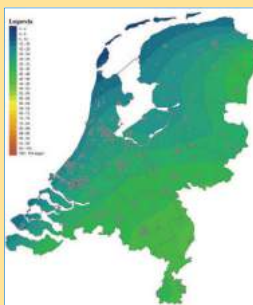
Warm +



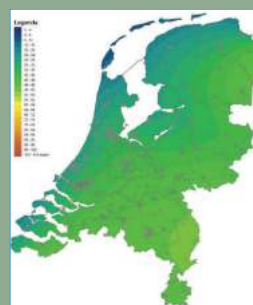
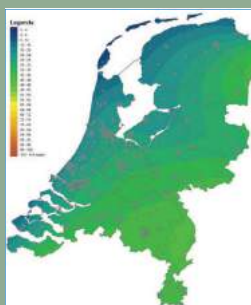
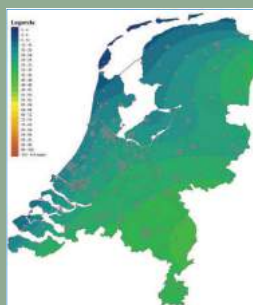
Warm



Gematigd +



Gematigd



2020

2050

2100

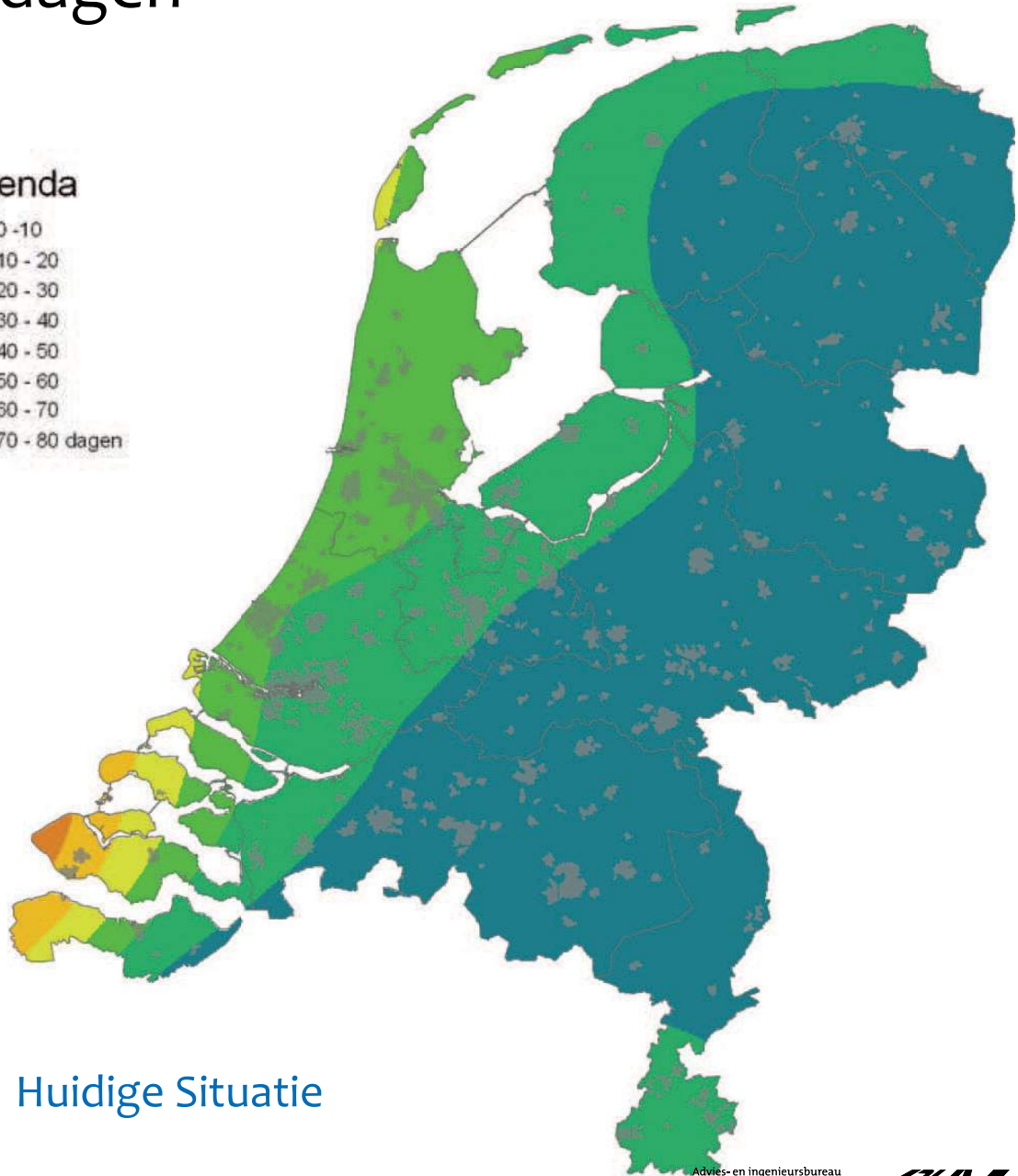
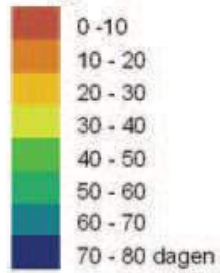
Bron: KNMI

**EFFECTEN**

- Klimaat
- KNMI-scenario's
- Temperatuur**
- Neerslag
- Zonneschijn
- Wind
- Zeespiegel

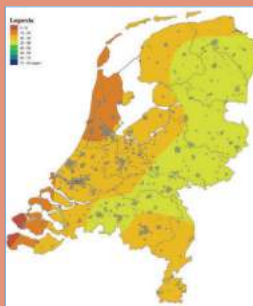
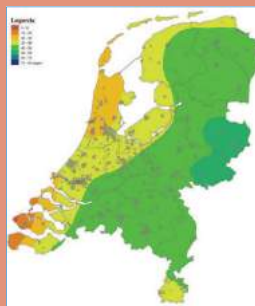
# Vorstdagen

## Legenda

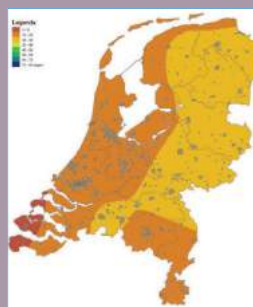
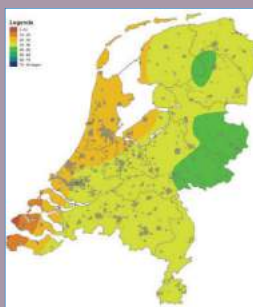
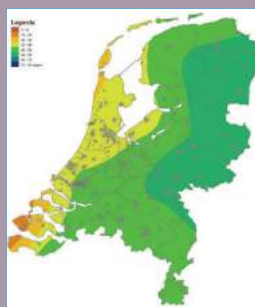


Huidige Situatie

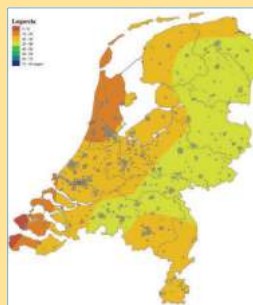
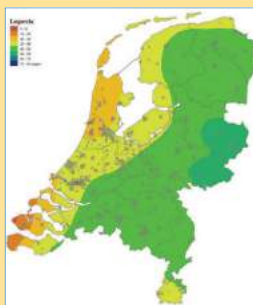
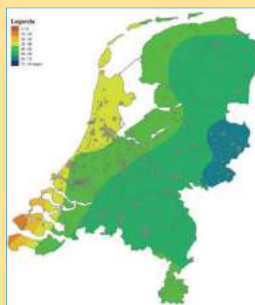
Warm +



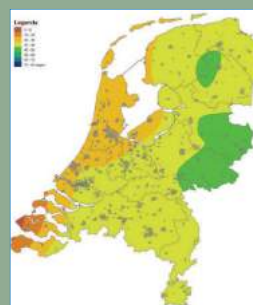
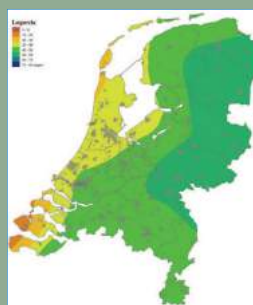
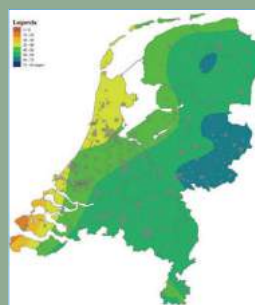
Warm



Gematigd +



Gematigd



2020

2050

2100

Bron: KNMI

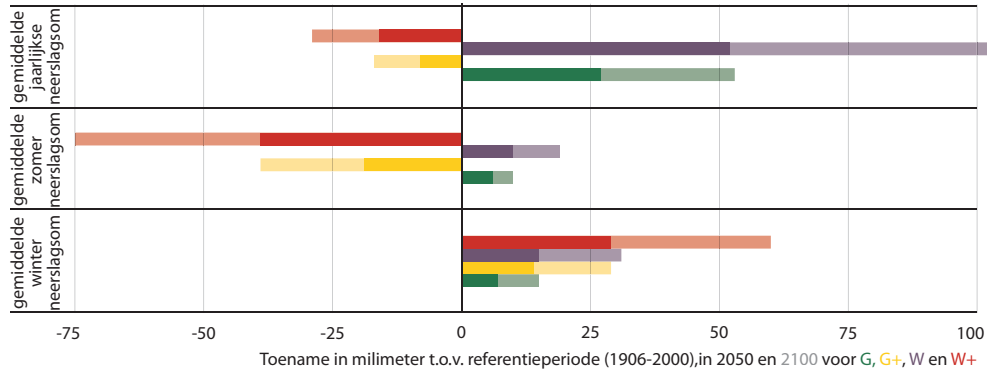
**EFFECTEN**

- Klimaat
- KNMI-scenario's
- Temperatuur**
- Neerslag
- Zonneschijn
- Wind
- Zeespiegel



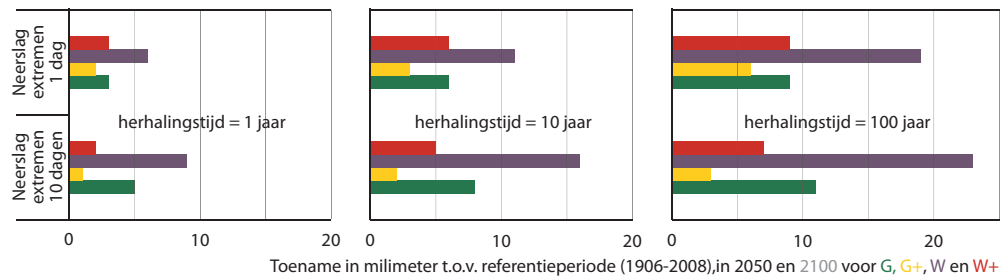
# NEERSLAG

Figuur 3 - Wijzigingen in gemiddelde jaarlijkse neerslagsom Noord-Brabant



“De gemiddelde zomerneerslag neemt in de plus scenario’s sterk af, maar de kans op hevige piekbuien neemt toe”

Figuur 4 - Wijzigingen in neerslagextremen in Noord-Brabant



## Huidige trends

De jaarlijkse hoeveelheid neerslag is in Nederland de afgelopen eeuw toegenomen met 18 %, maar de neerslagsom kent een grote variabiliteit van jaar tot jaar. Vanaf 1950 is het verschil in zomerneerslag tussen de kustregio en het binnenland verschoven: in de kustregio is het natter geworden.

## Toekomstige trends

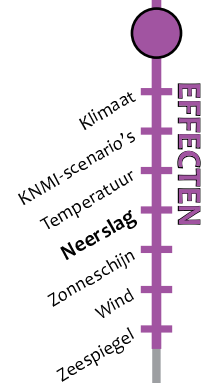
Volgens het IPCC (2007) neemt in Noord-Europa de seizoensgemiddelde neerslag toe (het sterkst in de winter) en in Zuid-Europa de neerslag af (het sterkst in de zomer). Gemiddeld gezien over alle modelprojecties die het IPCC presenteert, krijgt Nederland te maken met een lichte afname in de zomer en een toename in de winter. In de zomer ligt Nederland echter dicht bij een scherpe overgang tussen een kleine toename in het noorden en een sterke afname in het zuiden. De ligging van dit overgangsgebied verschilt onderling nogal tussen de klimaatmodellen. De veranderingen in zomerneerslag in Nederland zijn daarom relatief onzeker. Dit komt tot uiting in de KNMI'06 scenario's. In de G en W scenario's (waarbij ervan uit wordt gegaan dat de stromingspatronen niet veranderen) neemt de neerslag in Nederland zowel in de zomer als in de winter toe met circa

3% per graad wereldwijde temperatuurstijging. In de G+ en W+ scenario's (met verandering in stromingspatronen) neemt de neerslag extra toe in de winter (circa +7% per graad) en juist af in de zomer (circa -10% per graad). Op pagina 46-49 staan kaarten met de gemiddelde neerslag in het zomer- en winterhalfjaar in het huidige klimaat (1976-2005), en rond 2050 voor het W en W+ scenario. In alle scenario's neemt de gemiddelde neerslag in het winterhalfjaar toe, het sterkst in het W+ scenario. Dit geldt nog sterker voor de wintermaanden december, januari en februari. In het zomerhalfjaar neemt de gemiddelde neerslag in de G en W scenario's toe, en in de G+ en W+ scenario's af. Dit geldt nog sterker voor de zomermaanden juni, juli en augustus. De afname in de zomer onder G+ en W+ komt vooral door de afname van het aantal dagen met regen. De herfstmaanden september, oktober en november en de lentemaanden maart, april en mei laten een minder duidelijke verandering zien (ligt tussen de veranderingen in de winter en de zomer).

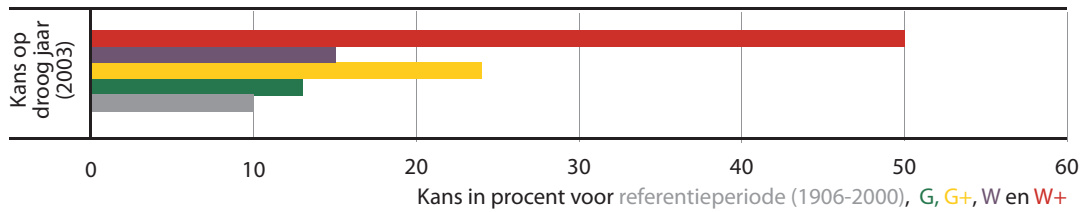
Figuur 3 geeft het verloop van de gemiddelde neerslag in het zomerhalfjaar tot 2100 voor alle vier de scenario's. In de figuur is te zien dat bijv. de gemiddelde neerslag in het zomerhalfjaar rond 2100 in G+ gelijk is aan de gemiddelde neerslag in het

zomerhalfjaar rond 2050 in W+. De veranderingen in de W en W+ scenario's gaan twee maal zo snel als in de G en G+ scenario's.

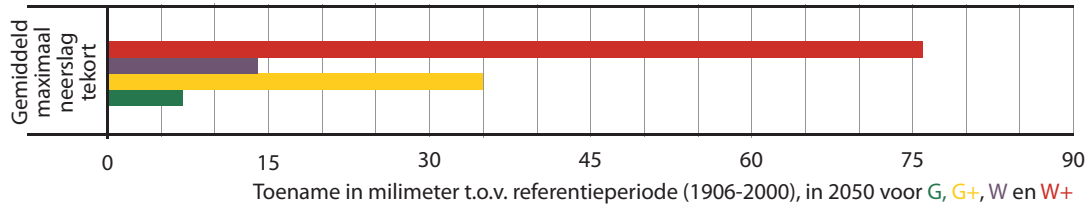
Neerslagextremen nemen volgens het IPCC (2007) zeer waarschijnlijk toe. Alle KNMI'06 scenario's zijn hiermee in overeenstemming: in alle scenario's neemt in de zomer de gemiddelde neerslaghoeveelheid op dagen met veel regen toe door de zwaardere buien (het meest in het W scenario). Merk wel op dat in de G+ en W+ scenario's de gemiddelde zomerneerslag afneemt. Voor de winter geldt in alle scenario's dat de hoeveelheden in langere periodes met veel neerslag (extreme 10-daagse winterneerslag; belangrijk voor de afvoer van rivieren zoals de Rijn en Maas) toenemen en ongeveer evenveel veranderen als de gemiddelde winterneerslagsom. De hoogste dagneerslagsom treedt meestal in het zomerhalfjaar op en kan voor lokale wateroverlast zorgen. Het aantal dagen per jaar met minimaal 15 mm neerslag (Figuur 4) neemt in alle scenario's toe. In de G+ en W+ scenario's is de toename gering, en in de G en W scenario's het grootst. In deze scenario's zonder verandering in luchtstromingspatronen is de toename van extreme neerslag in de zomer procentueel ook het grootst. Figuur 4 geeft het verloop van het aantal dagen



**Figuur 5 - Kans op droog jaar (2003) in Noord-Brabant**



**Figuur 6 - Gem. maximaal neerslag tekort in Noord-Brabant**



met minimaal 15 mm neerslag tot 2100 voor alle vier de scenario's. In de figuur is te zien dat bijv. het aantal dagen met minimaal 15 mm neerslag rond 2100 in G+ gelijk is aan het aantal dagen 2050 in W+. Ook hier gaan de veranderingen in de W en W+ scenario's twee maal zo snel als in de G en G+ scenario's.

### Neerslagtekort

Het neerslagtekort wordt gedefinieerd als de neerslag minus de potentiële verdamping. Op het KNMI wordt de potentiële verdamping berekend met de formule van Makkink (op basis van straling en temperatuur). Het cumulatieve neerslagtekort wordt vaak vanaf 1 april berekend, aangezien 1 april ongeveer overeenkomt met

neerslagtekort. Het jaar 2003 staat bekend als een droog jaar in het recente verleden (maximale cumulatieve neerslagtekort van 230 mm gemiddeld over Nederland), maar 1976 was nog veel droger in termen van neerslagtekort (360 mm; Beersma et al., 2004).

### Huidige trends

Er is de afgelopen eeuw geen trend in het maximale neerslagtekort waarneembaar. Het maximale neerslagtekort in 1976, van 360 millimeter gemiddeld in Nederland, komt ongeveer eens per negentig jaar voor, en een maximaal neerslagtekort van 230 millimeter, zoals in 2003, gemiddeld ongeveer eens per tien jaar.

neemt de neerslag in de zomermaanden in deze G+ en W+ scenario's ook het sterkst af.

In figuur 6 is te zien dat het gemiddelde maximale neerslagtekort in de G+ en W+ scenario's duidelijk toeneemt, met andere woorden het wordt droger in deze scenario's in de zomer. In de G en W scenario's verandert het gemiddelde maximale neerslagtekort weinig. Daarbij moet ook bedacht worden dat planten het beschikbare water bij hogere CO<sub>2</sub> concentraties in de lucht, zoals we verwachten voor 2050, efficiënter kunnen gebruiken. Dit effect wordt niet meegenomen in de formule van Makkink voor potentiële verdamping. De balkjes in figuur 6 overschatten dus mogelijk

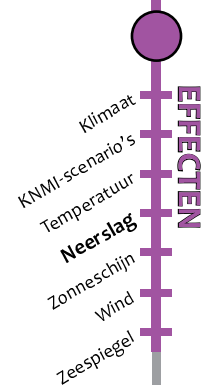
“Ondanks het jaarlijkse neerslagoverschot ontstaan er in de zomer grote neerslagtekorten”

het begin van het groeiseizoen voor veel planten. Bij een groot neerslagtekort wordt de groei van planten beperkt door watertekort (als er niet berekend wordt of er water via het grondwater beschikbaar is). Droogte wordt soms gedefinieerd in termen van hoeveelheid neerslag, maar vaak ook in termen van

### Toekomstige trends

Als gevolg van de hogere temperaturen zal de potentiële verdamping toenemen. In de zomermaanden neemt de potentiële verdamping in de G+ en W+ scenario's aanzienlijk toe (8% tot 15%; in deze scenario's stijgt de temperatuur in de zomer ook het sterkst). Tegelijkertijd

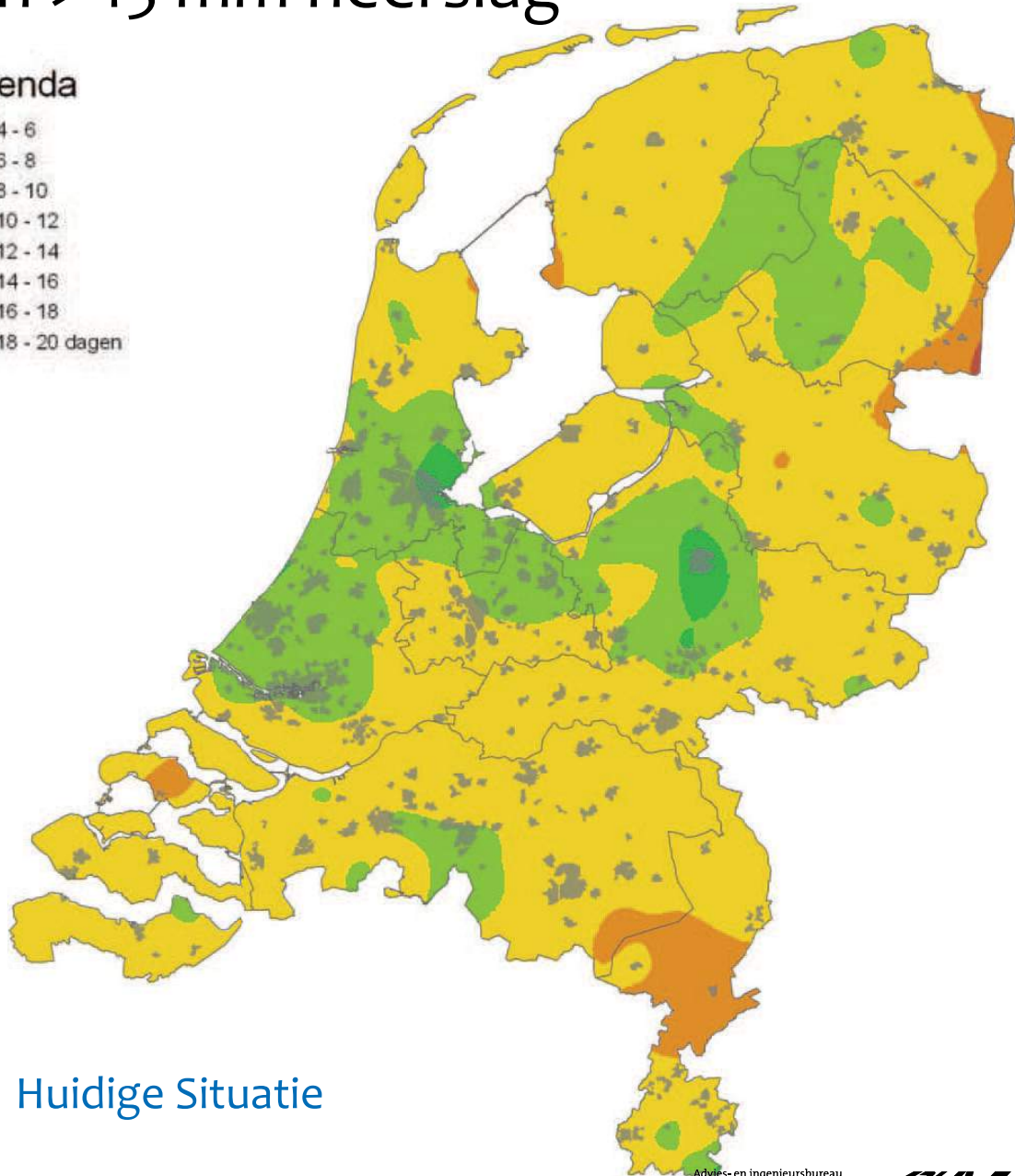
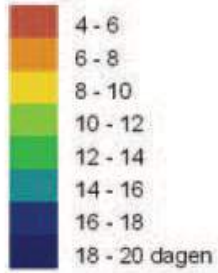
enigszins het gemiddelde maximale neerslagtekort in het zomerhalfjaar in de toekomst.





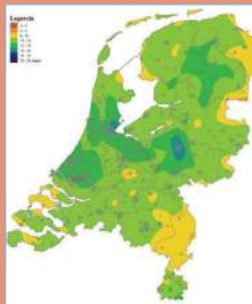
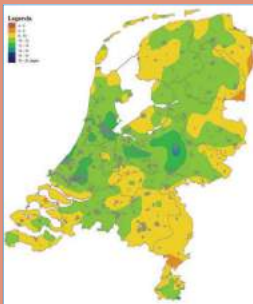
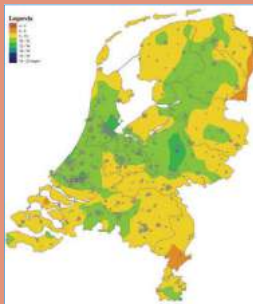
# Dagen > 15 mm neerslag

## Legenda

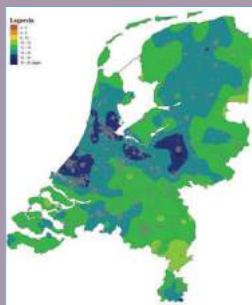
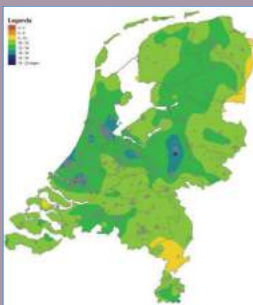
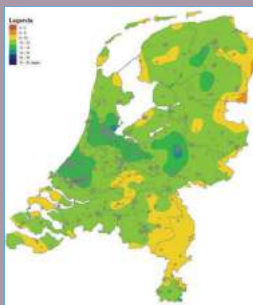


Huidige Situatie

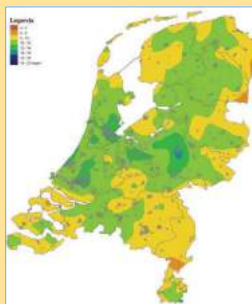
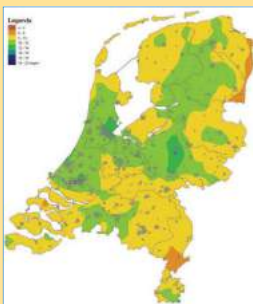
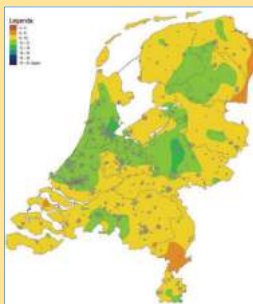
Warm +



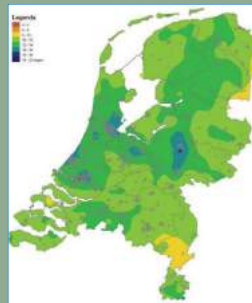
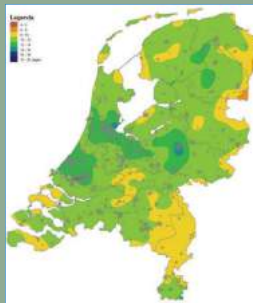
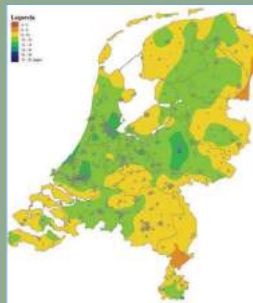
Warm



Gematigd +



Gematigd



2020

2050

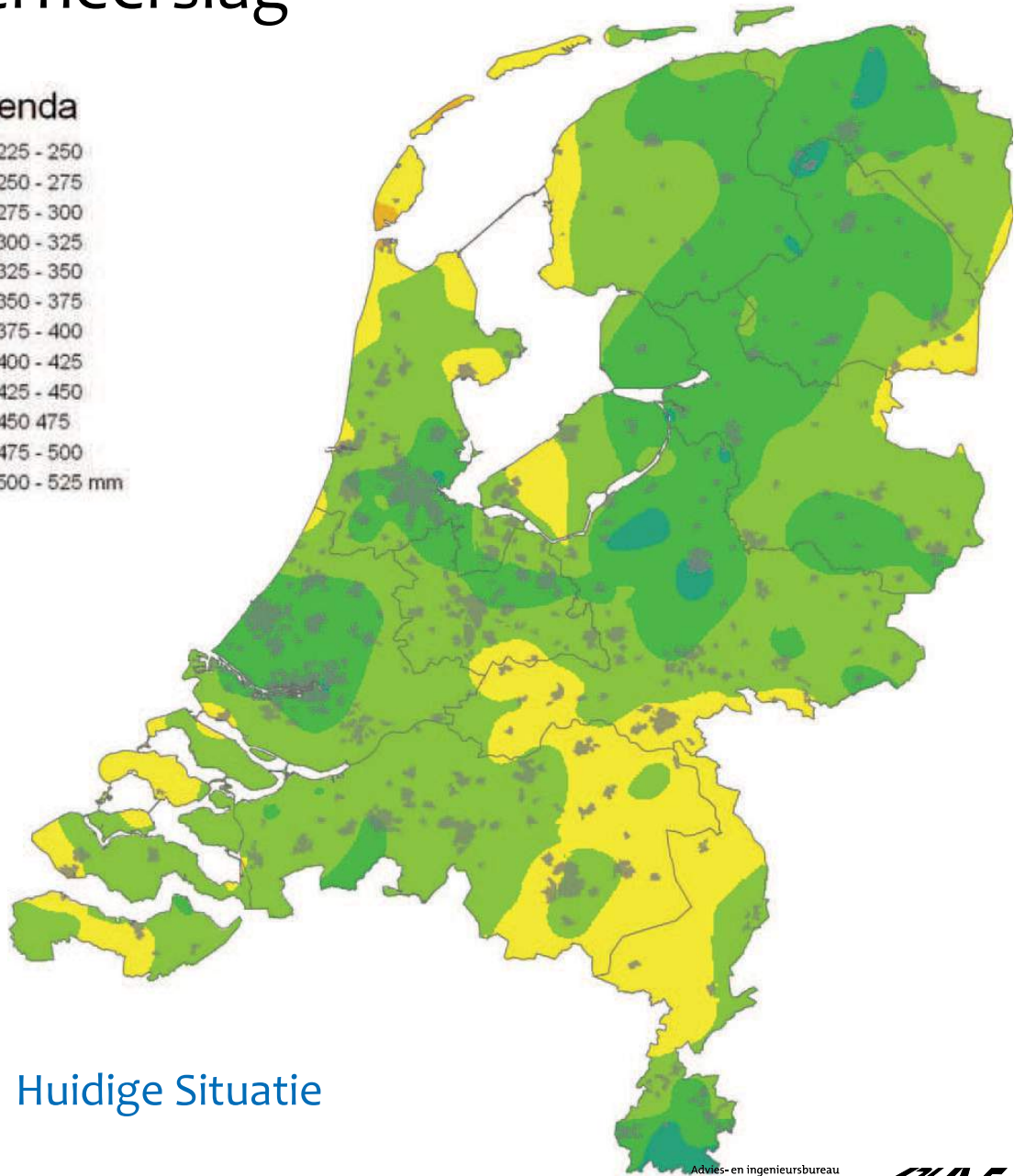
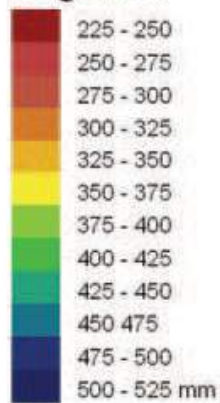
2100

Bron: KNMI

**EFFECTEN**  
Klimaat  
KNMI-scenario's  
Temperatuur  
**Neerslag**  
Zonneschijn  
Wind  
Zeespiegel

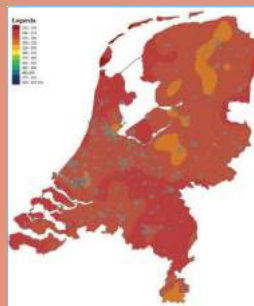
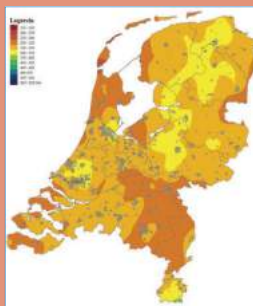
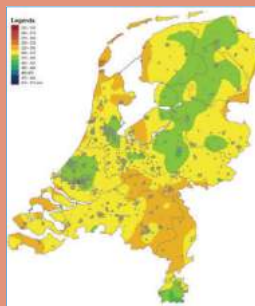
# Zomerneerslag

## Legenda

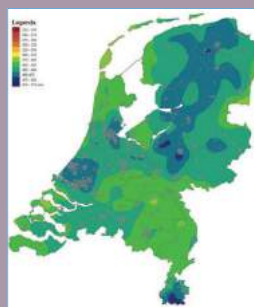
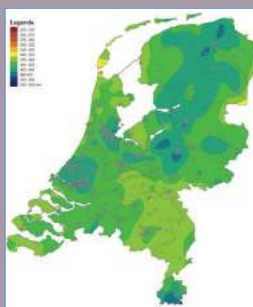
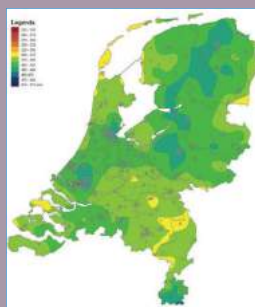


Huidige Situatie

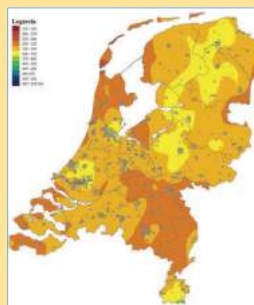
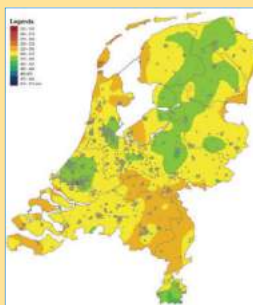
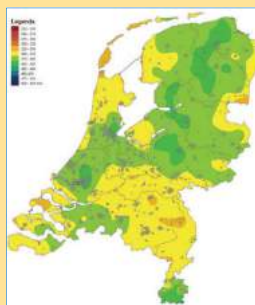
Warm +



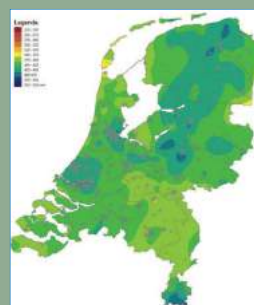
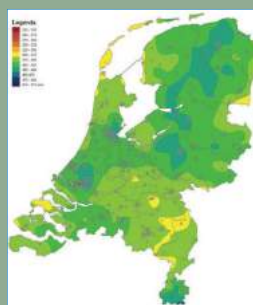
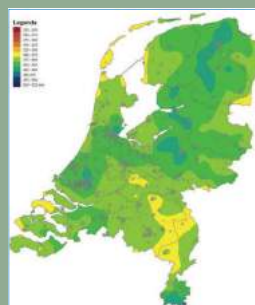
Warm



Gematigd +



Gematigd



2020

2050

2100

Bron: KNMI

**EFFECTEN**

- Klimaat
- KNMI-scenario's
- Temperatuur
- Neerslag**
- Zonneschijn
- Wind
- Zeespiegel



# ZONNESCHIJN



## Huidige trends

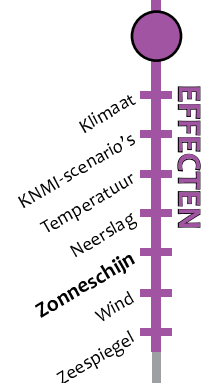
Sinds de vroege jaren zeventig wordt de hoeveelheid zonnestraling die direct en indirect de grond bereikt goed gemeten in Nederland. Zowel de hoeveelheid wolken als de helderheid van de lucht beïnvloeden deze metingen. Tot ongeveer 1985 was er in de lente en zomer een lichte afname van de hoeveelheid zonneschijn en daarna een sterke toename. De luchtvervuiling met stofdeeltjes (aërosolen) in de jaren zeventig en tachtig zorgde ervoor dat minder zonnestraling de grond bereikte. De afgelopen twintig jaar is de lucht weer schoner geworden, waardoor de zonnestraling aan de grond is toegenomen. Er is echter een tweede effect zichtbaar in de

De toename in de gemeten zonnestraling aan de grond is waarschijnlijk een gevolg van een afname van de bewolking, vooral bij zuidelijke wind, als droge en warme lucht uit het snel opwarmende Zuid-Europa wordt aangevoerd (KNMI, 2008).

## Toekomstige trends

De KNMI'06 klimaatscenario's geven geen informatie over de mogelijke veranderingen in de zonneschijn duur. Volgens de mondiale klimaatmodellen die voor het vierde Assessment Report van het IPCC worden gebruikt, ligt Nederland in het overgangsgebied tussen Zuid-Europa, waar de bewolgingsgraad afneemt, en Noord-Europa, waar de bewolgingsgraad toeneemt

elke maand even duidelijk (zie 'Klimaatatlas 1971-2000' (2002) en vergelijk neerslagduur per seizoen en het aantal uren zonneschijn per maand). Voor de wintermaanden (december-februari) is de verandering in het aantal regendagen in alle gevallen klein (0% tot +2% tot 2050 t.o.v. het klimaat rond 1990). Voor de zomer (juni-augustus) is de verandering in het aantal regendagen in de G en W scenario's ook beperkt (-3% tot -2% tot 2050 t.o.v. het klimaat rond 1990). We verwachten daarom weinig verandering in het aantal zonneschijnuren. In de G+ en W+ scenario's neemt het aantal regendagen in de zomer aanzienlijk af (-10% tot -19% tot 2050 ten opzichte van het klimaat rond 1990, en tweemaal zoveel



“Met name bij oosten- en zuidenwinden is in de lente en zomer een gestage toename van het aantal zonuren zichtbaar.”

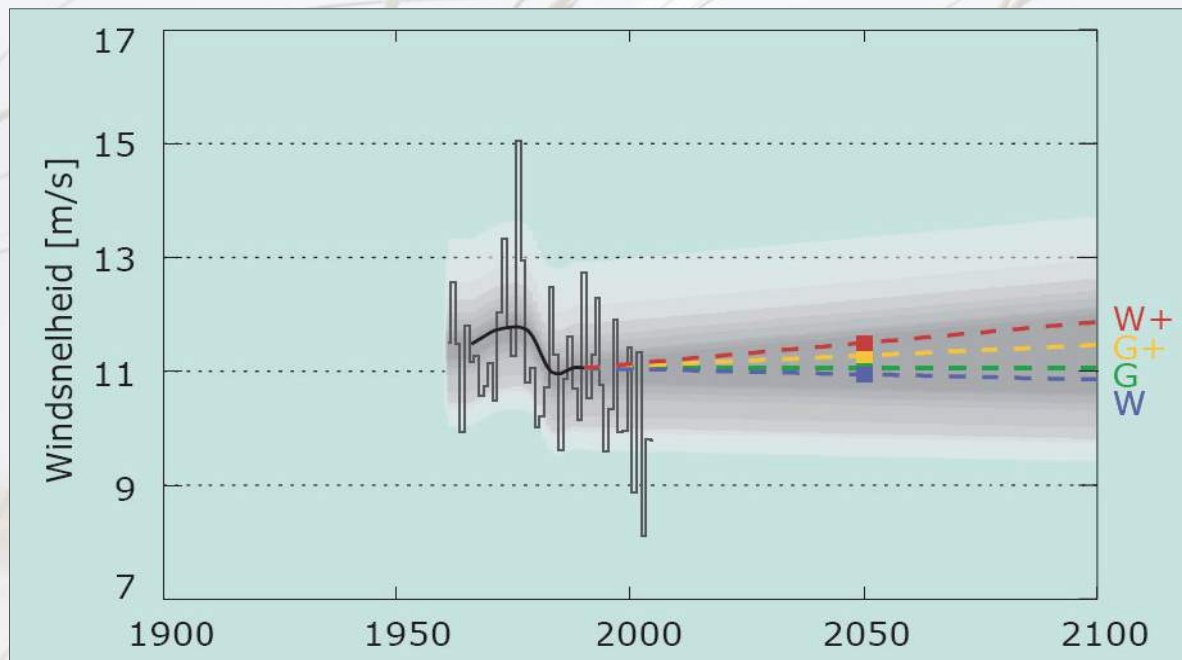
metingen van de zonnestraling: een gestage toename over de hele meetperiode, zowel in de lente als in de zomer, voornamelijk bij oosten- en zuidenwind. Deze stijging wordt op alle stations waargenomen bovenop de verandering door luchtvervuiling met stofdeeltjes.

(IPCC, 2007). De KNMI'06 scenario's geven wel informatie over mogelijke veranderingen in het aantal regendagen en in potentiële verdamping. Er is wel verband tussen het aantal uren zonneschijn en het aantal regendagen (of de neerslagduur), maar deze relatie is niet in elk seizoen of

in 2100). Daarom verwachten we een toename van het aantal uren zonneschijn.

# WIND

Figuur 7 - Voorspelde wijzigingen in windsnelheid



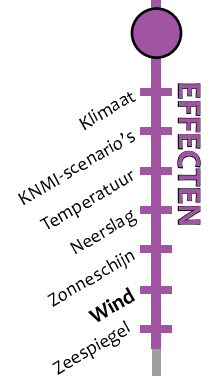
## Huidige trends

Ondanks de grote jaar-op-jaar variabiliteit van de wind in Nederland is er sprake van een lichte daling van de gemiddelde windsterkte. Nederland is te klein en de meetreeksen zijn te kort om veranderingen in het aantal zware stormen bij ons vast te kunnen stellen. Daarvoor komen ze te weinig voor. Maar volgens metingen op KNMI-stations sinds 1962 neemt het aantal periodes met sterke wind (vanaf windkracht 6 in het binnenland en vanaf windkracht 7 aan de kust) in Nederland af daling de afgelopen jaren. De storm van 18 januari 2007 was de enige zware storm in de periode 2003-2007.

## Toekomstige trends

Op basis van de huidige kennis bestaat het vermoeden dat de veranderingen in de sterkte van de stormen op de gematigde breedten klein zullen zijn. Er bestaan echter nog veel onzekerheden met betrekking tot wind en stormen. Voor het lokale windklimaat is een eventuele verandering van de ligging van de stormbanen belangrijker. Het effect voor Nederland van de verschuiving van de stormbanen is beperkt omdat de stormbaan boven Nederland breed is. Een verschuiving van een paar honderd kilometer heeft daarom geen groot effect. Volgens de

natuurlijke schommelingen op langere termijn. In de G en W scenario's verandert de hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar nauwelijks ( $\pm 1\%$  tot 2050). Stormvloedten aan de Nederlandse kust treden op bij stormen uit westelijke tot noordelijke richtingen. De wind zorgt dan voor extra wateropzet, dat wil zeggen de wind stuwt het water extra op tegen de kust. De modelberekeningen die voor de vier KNMI'06 scenario's zijn gebruikt geven aan dat de verandering van het aantal stormen uit deze richtingen gering is. Op basis hiervan wordt niet verwacht dat als gevolg van de mogelijke veranderingen in wind de stormvloedten uit



“Er worden geen duidelijke klimaateffecten verwacht op het gebied van wind.”

Extreme stormen, waarvan de sterkte en herhalingstijd niet kunnen worden afgeleid op basis van een extrapolatie van waargenomen minder extreme stormen, worden ook wel superstormen genoemd. Op dit moment zijn er geen aanwijzingen dat er in het huidige klimaat in het gebied rond Nederland superstormen kunnen voorkomen (Bessembinder et al., 2008).

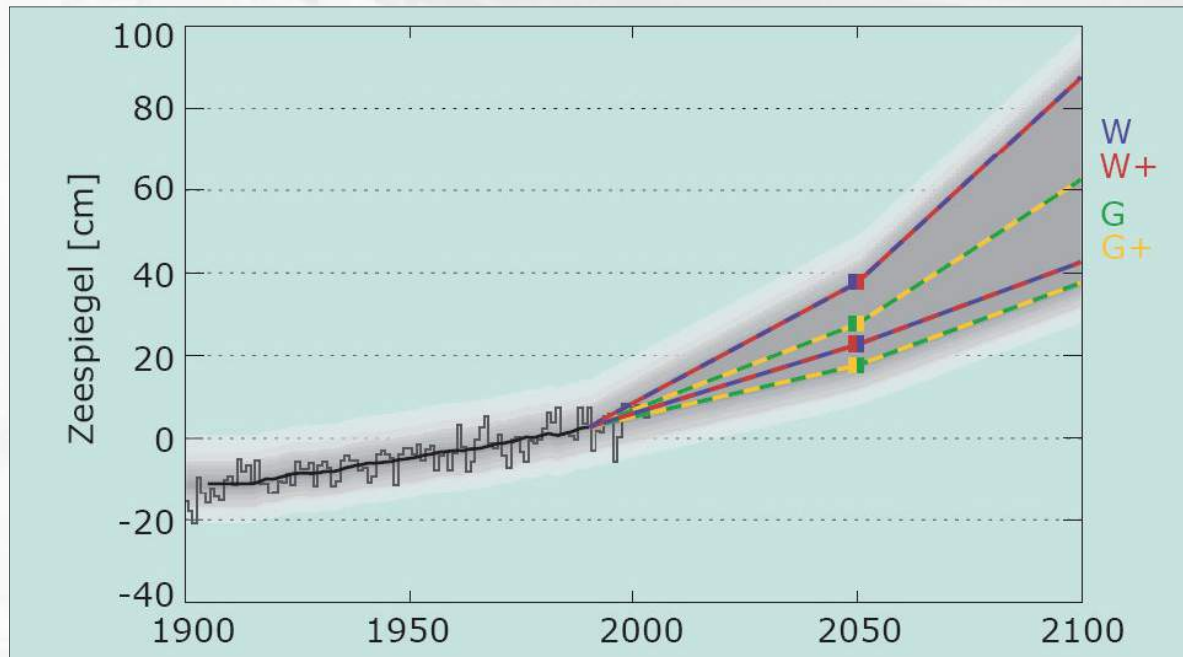
KNMI'06 klimaat scenario's, die gebaseerd zijn op dezelfde modellen als gebruikt voor het 4e Assessment report van het IPCC (2007), is er voor twee scenario's (W+ en G+) een lichte toename in de hoogste daggemiddelde windsnelheid (deze tred meestal in de winter op). Deze is echter niet meer dan 2% per graad temperatuurstijging. Dit is klein ten opzichte van de jaar-op-jaar variaties en de

westelijke en noordelijke richtingen zullen toenemen. Dat neemt niet weg dat de waterstand bij stormvloedten wel zal toenemen als gevolg van zeespiegelstijging.



# ZEESPIEGELSTIJGING

Figuur 8 - Voorspelde zeespiegelstijging



### Huidige trends

De wereldgemiddelde zeespiegelstijging over de 20ste eeuw was 17 cm. In de periode 1993-2003 was de zeespiegelstijging 3,1 mm per jaar. Langs de Nederlandse kust is zo'n versnelling niet waargenomen in de laatste tientallen jaren (data Rijkswaterstaat). Hier is de zeespiegel met een geleidelijke snelheid van 2,5 mm/jaar ( $\pm$  0,6 mm/jaar) gestegen in de afgelopen eeuw. In de periode 1990-2006 is de zeespiegel voor onze kust dus met bijna 4 cm gestegen (Katsman et al, 2008).

van 30-50 cm voor de G en G+ scenario's in 2100, en van 40-80 cm voor de W en W+ scenario's in 2100. Oceanen en ijskappen reageren erg traag op veranderingen in de atmosfeer. Daarom zal de zeespiegelstijging nog eeuwen doorzetten, zelfs als de temperatuur na 2100 niet meer zou stijgen. Alleen al door de uitzetting van het zeewater zal het zeeniveau in 2300 ongeveer 30 tot 80 centimeter hoger zijn dan in de 20ste eeuw. Als ook ijskappen op grote schaal gaan afsmelten wordt op een termijn van enkele eeuwen een zeespiegelstijging van enkele meters verwacht.

dat de afkalving aan de randen dominant is. Het mogelijk versneld afsmelten en/of afkalven van grote ijskappen kan leiden tot een snellere zeespiegelstijging dan vermeld in de KNMI'06 scenario's. De KNMI'06 scenario's geven voor de tweede helft van de 21ste eeuw een bovengrens van 50 cm zeespiegelstijging in 50 jaar (ofwel een snelheid van 1 m per eeuw). Verkenningen van de zeespiegelstijging in de 22ste eeuw geven aan dat het tempo in die periode nog kan versnellen tot een bovengrens van ongeveer 1,5 m per eeuw. Schattingen

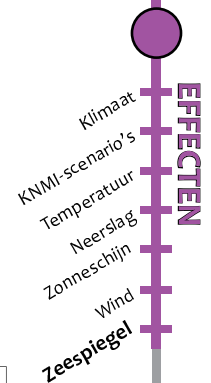
“In alle scenario's wordt een zeespiegelstijging verwacht.”

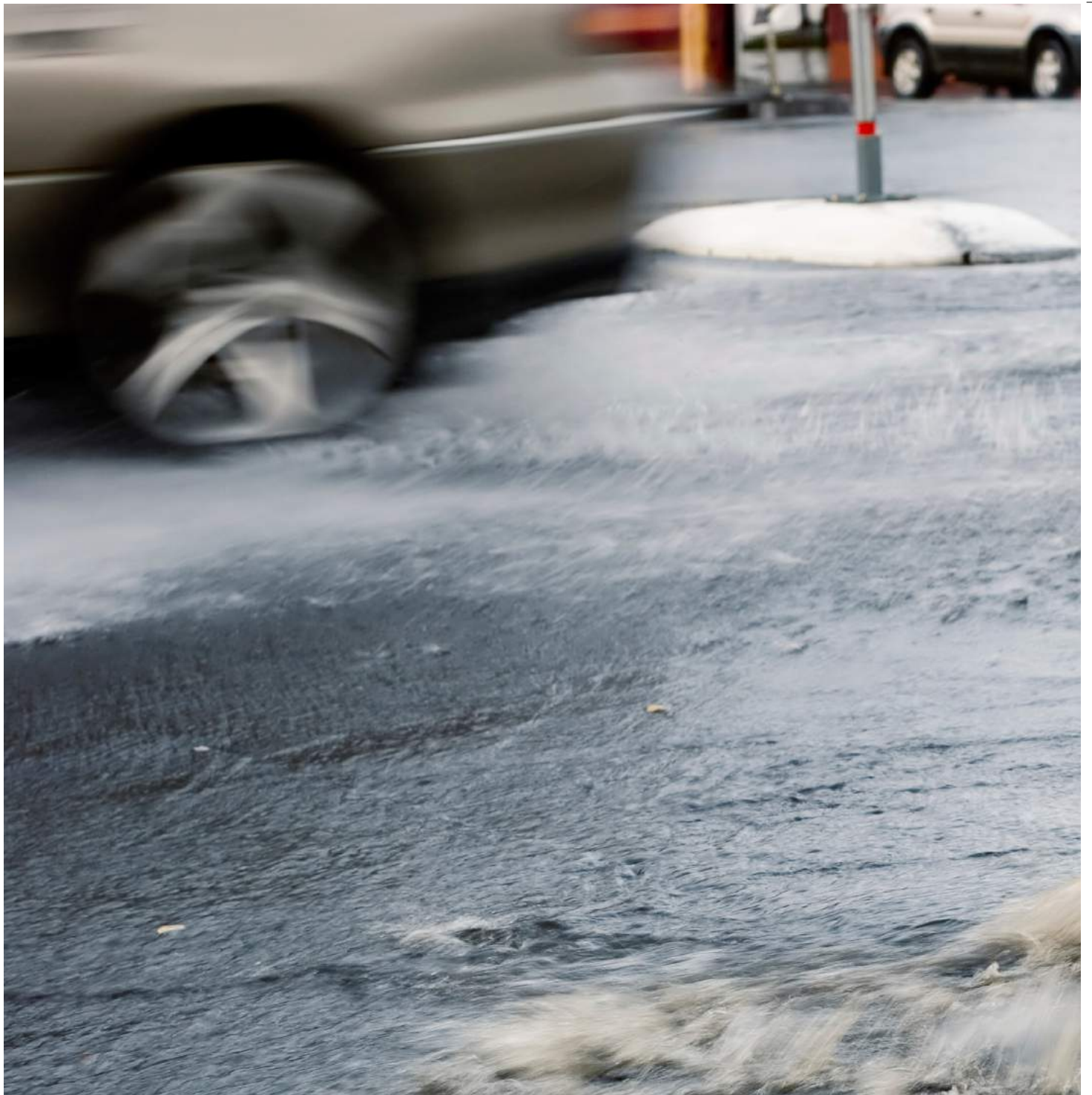
### Toekomstige trends

De KNMI'06 klimaatscenario's vermelden een absolute zeespiegelstijging in 2050 (dat wil zeggen zonder rekening te houden met de bodemdaling in Nederland) aan de Nederlandse kust die varieert tussen de 15 cm en 35 cm. Omstreeks 2100 varieert de stijging tussen de 35 cm en 85 cm. In de KNMI'06 scenario's wordt het gravitatie-effect niet meegenomen. Als dit wel wordt gedaan komen Katsman et al. (2008) op een absolute zeespiegelstijging

De Groenlandse ijskap zal in het warmere klimaat blijven slinken en dus bijdragen aan zeespiegelstijging. Modelstudies suggereren dat bij een gematigde stijging van de temperatuur de ijskap vrijwel geheel zal verdwijnen in enkele duizenden jaren. De Antarctische ijskap blijft zó koud dat het oppervlak nauwelijks zal gaan smelten. In modelstudies neemt de sneeuwval toe, waardoor de ijskap de komende eeuwen gaat groeien. Echter, de ijskap kan netto massa verliezen als blijkt

voor deze zichttermijn zijn echter zeer onzeker vanwege het grote gebrek aan kennis over het gedrag van ijskappen op Groenland en Antarctica (Bessembinder et al., 2008).









Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

GEVOLGEN

GEVOLGEN



# OVERSTROMING



“In Nederland wordt de kans op overstroming steeds groter.”

# Overstroming

## Overstroming

Door een stijgende zeespiegel en een toenemende rivierwaterafvoer als gevolg van meer neerslag en smeltwater gedurende de wintermaanden wordt de kans op een overstroming steeds groter. Een overstroming is een gebeurtenis waarbij een aanzienlijke hoeveelheid water uit een zee, rivier, meer of boezem plaatsen bereikt die normaal gesproken niet onder water staan. Een overstroming kan verschillende oorzaken hebben. Een dijk/kade kan letterlijk overstromen bij een hoge waterstand (overloop/golfoverslag), maar kan ook bezwijken als gevolg van erosie. In deze klimaatscan is alleen het effect van overstroming van primaire keringen meegenomen. De mate en de kans waarin het effect overstroming na bezwijken van een waterkering plaatsvindt, is afhankelijk van de overschrijdingsfrequentie, de overstromingsdiepte en de stroomsnelheden.

## Overschrijdingsfrequentie

Een dijkkring is gebied dat beschermd wordt tegen buitenwater (zee en rivier) door primaire waterkeringen. De dijkringen moeten nu en in de toekomst voldoen aan een herhalingstijd variërend van 1250 tot 10.000 jaar (wet op de waterkering). Voor het dijkkring 34 (waar Breda in ligt) geldt een overschrijdingsfrequentie van 1/2000 jaar. Dit betekent dat de waterkeringen een (hoge) waterstand die eens in de 2000 jaar voorkomt veilig moet kunnen keren. Het is dus geen overstromingskans. Hiervoor moeten ook mechanismen als piping, afschuiving en de sluitingsprotocollen voor kunstwerken in ogenschouw worden genomen. Voor de klimaatscan is bepaald in welke mate deze herhalingstijd onder invloed van klimaatverandering afneemt. Het basisjaar is 2015. Bij dit vertrekpunt is verondersteld dat de het watersysteem op orde is en de reeds aangekondigde beleidsmaatregelen als Ruimte voor de Rivier zijn uitgevoerd. De effecten van een stijgende zeespiegel en hogere Rijn- en Maasafvoeren zijn het grootst in het W en W+ scenario.

Voor dijkkring 34 verandert de overschrijdingsfrequentie dan van 1/2000 naar 1/1000. Voor meer informatie wordt verwezen naar het project 'Aandacht voor Veiligheid' (Aerts, 2008)) en Klimaateffectatlas 1.0, deelrapport Klimaatscan. De effecten van klimaatverandering op het overstromingsrisico van de Mark zijn niet in beeld gebracht. Na aanleg van de vierde Bergboezem is het beschermingsniveau verhoogd naar 1/100.

## Overstromingsdiepte

De overstromingsdiepte (kaart links in het midden) is afgeleid van de risicokaart "Veiligheid Nederland in Kaart" (Waterstaat et al. 2008). Hierop zijn voor de verschillende dijkkringgebieden de maximale overstromingsdiepte in kaart gebracht. Hierbij zijn meerdere doorbraken vanuit zee en rivieren gelijktijdig gesimuleerd. Door de hoge ligging van de gemeente Breda loopt de gemeente geen risico om onder te lopen door een doorbraak vanuit het hoofdwatersysteem. Breda loopt wel risico op



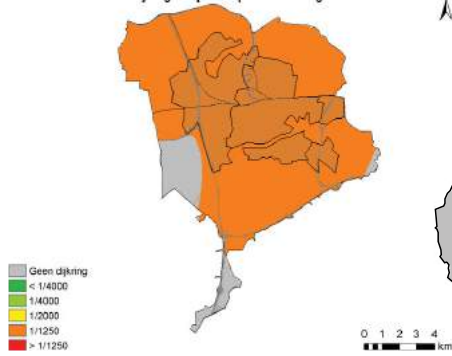
Overstroming  
Wateroverlast  
Watern tekort  
Warmte

**GEVOLGEN**

## Effectindicatoren Overstroming

### Overschrijdingsfrequentie

Effectindicator: **Overschrijdingsfrequentie primaire kering**



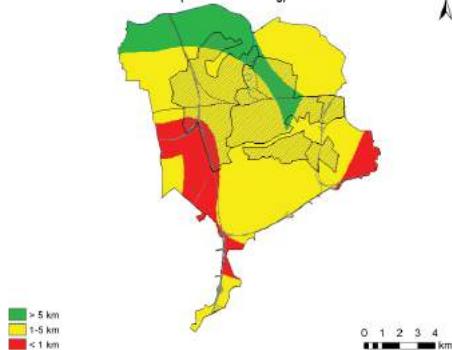
### Overstromingsdiepte

Effectindicator: **Overstromingsdiepte primair**



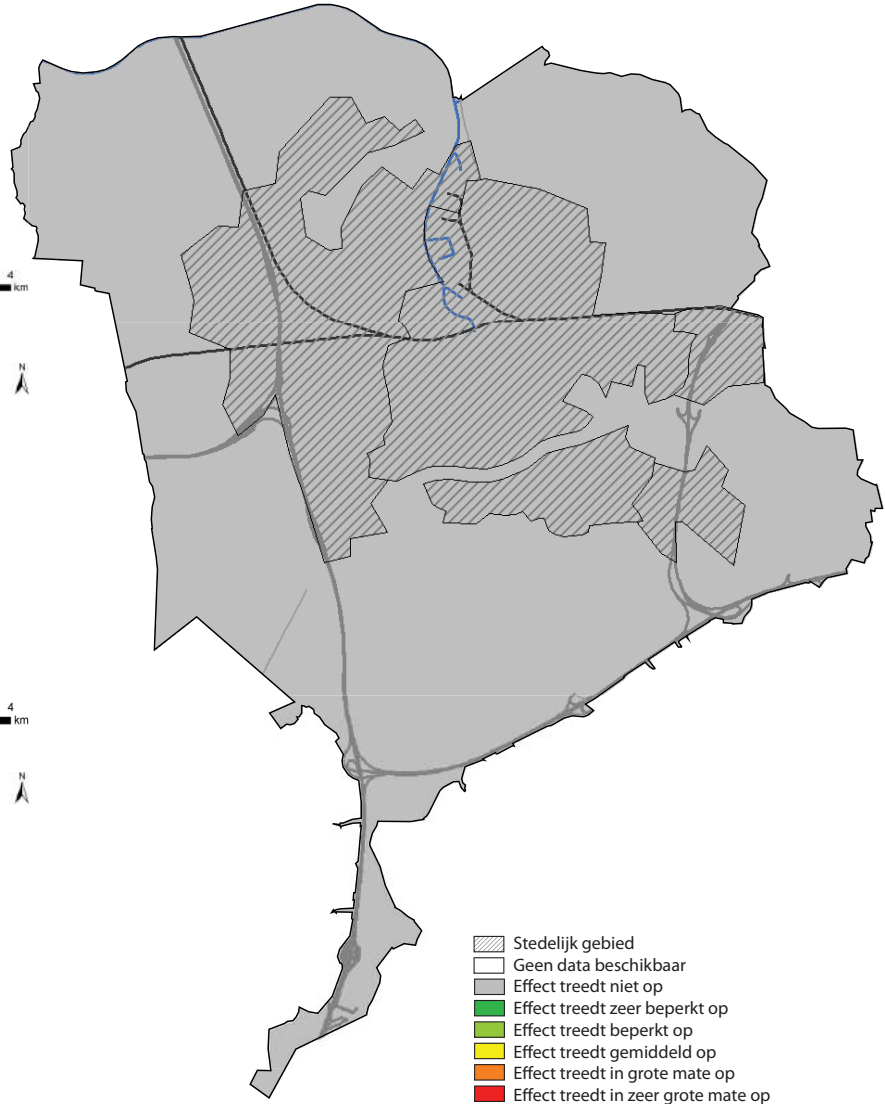
### Stroomsnelheid

Effectindicator: **Stroomsnelheid (afstand tot kering)**



## Totale effectkaart Overstroming Breda

De totale effectkaart overstroming combineert de indicatoren overstromingsdiepte, overschrijdingsfrequentie en stroomsnelheid. Nergens in Breda treedt een effect op. Omdat de overstromingsdiepte in Breda overal nul meter is zijn de overschrijdingsfrequentie en de hypothetische stroomsnelheid niet relevant.



# Overstroming

wateroverlast door overstroming vanuit de singels. Deze gebieden zijn in de scan buiten beschouwing gelaten.

## Stroomsnelheid

De stroomsnelheid van het water na doorbraak is bepalend voor het aantal getroffen en de optredende schade

maken om zo een indicatie van de stroomsnelheid te kunnen geven. De resultaten staan op de kaart links onder op pagina 60) Maar omdat Breda niet in het overstroombare gebied ligt is de stroomsnelheid hier niet relevant.

Om te bepalen welke delen van de gemeente het meest kwetsbaar zijn is de totale effectkaart overstromingsdiepte gecombineerd met de functiekaart. Hierbij is rekening gehouden met het feit dat dichtbebouwde gebieden vanwege de hoeveelheid schade

“Door de hoge ligging van Breda is de kans op overstroming vanuit het hoofdwater nihil.”

in een gebied. Het gebied direct achter de dijkkring kent de hoogste stroomsnelheid. Verder landinwaarts neemt de stroomsnelheid snel af en de tijd die het water nodig heeft om het gebied te bereiken toe. Voor de klimaatscan is gekozen voor een eenvoudige risicozonering door afstandbuffers rond dijkkringen te

De totale effectkaart overstroming combineert de indicatoren overstromingsdiepte, overschrijdingsfrequentie en stroomsnelheid. Omdat in de gemeente Breda buiten het overstroombare gebied van de primaire kering ligt worden hier geen effecten van overstroming verwacht.

en het aantal slachtoffers veel kwetsbaarder zijn dan bijvoorbeeld het landelijke gebied. Dit resulteert in de robuustheidskaart zoals afgebeeld op pagina 62. Om er geen effecten van overstroming optreden zijn alle functies binnen de gemeente Breda robuust voor de effecten van klimaatverandering.

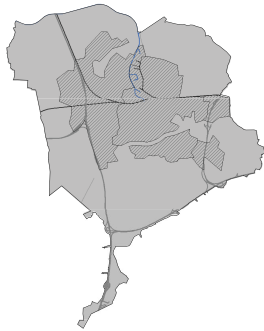
Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

GEVOLGEN

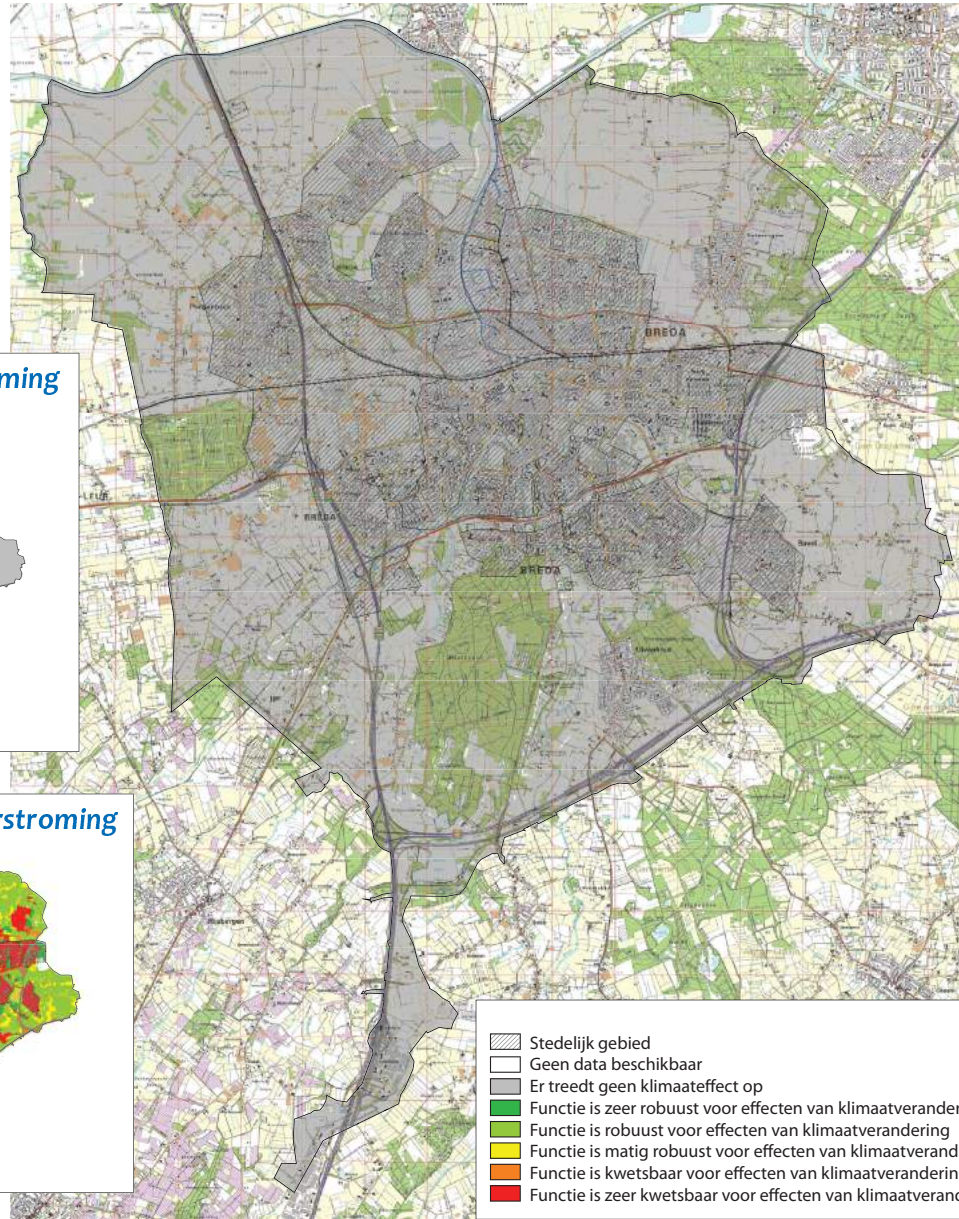
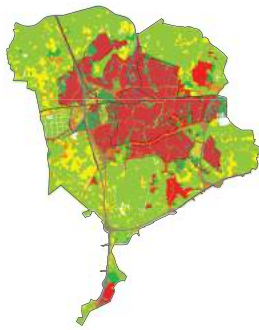


## Robuustheidskaart Overstroming Breda

Effectkaart Overstroming



Gevoeligheid Overstroming



# Overstroming



“Breda is robuust voor overstroming vanuit het hoofdwater.”




Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

GEVOLGEN



# WATEROVERLAST



“Op één middag kwamen tenminste 430 meldingen van wateroverlast binnen bij de alarmcentrale van de regio Breda.”

Politie Midden- en West Brabant



# Wateroverlast

## Wateroverlast

Wateroverlast ontstaat wanneer land inundeert vanwege hevige regenval (extreme neerslag). Dit kan zich uiten in de vorm van ondergelopen percelen, water op straat en in gebouwen, schade aan gewassen door hoge (grond) waterstanden, natte kelders en kruipruimtes. Deze overlast kan verschillende oorzaken hebben (onvoldoende drainage, bergings- of afvoercapaciteit van watersysteem of riolering).

## Modellering

Om de mate waarin wateroverlast optreedt inzichtelijk te maken is in deze studie met behulp van HydroS (Immerzeel, Goosen et al. 2010) de wateroverlast in kaart gebracht. HydroS is een landelijk model waarmee de vegetatielaag, de wortelzone en ondergrond met elkaar gecombineerd. De aanwezige hoeveelheid water per laag wordt afgeleid op basis van de

bodemfysische eigenschappen. Het model berekent naast de hoeveelheid water die naar het oppervlakte water stroomt (ontwatering), ook hoe dit water verder wordt afgevoerd (afwatering). De hoeveelheid afvoer/inundatie wordt bepaald per cel van 50 bij 50 m en is het verschil tussen de drainage (en oppervlakkige afvoer) en afvoercapaciteit. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen poldergebieden,



Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

EFFECTEN SECUNDAIR & TERTIAIR

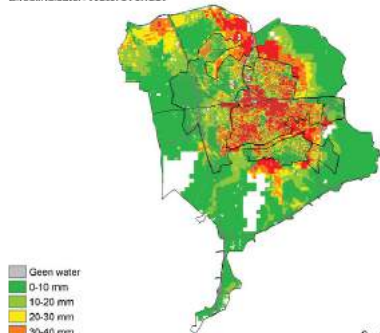


## Effectindicatoren Wateroverlast

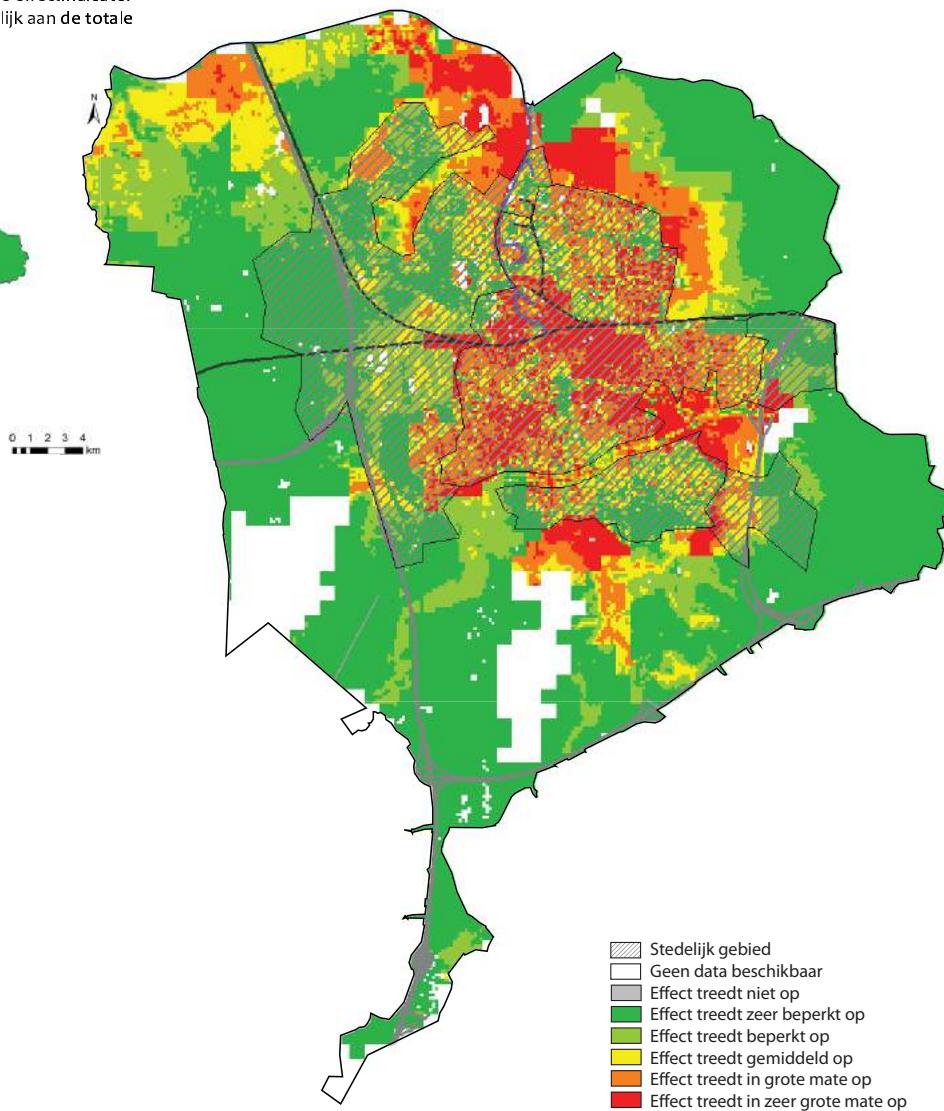
Het effect voor wateroverlast wordt bepaald door te bekijken waar er overlast optreedt bij een bui die eenmaal in de honderd jaar voorkomt. Dit is de enige effectindicator voor dit klimateffect en die is daarmee gelijk aan de totale effectkaart.

### Innundatiediepte

Effectindicator: Wateroverlast



## Totale effectkaart Wateroverlast Breda



# Wateroverlast

vrij afwaterende gebieden en stedelijk gebied. Voor de vrij afwaterende gebieden wordt aangenomen dat de afvoer benedenstrooms accumuleert. Gezien de grote buffercapaciteit van open water en vooral

beleid van gescheiden aanleg bij nieuwbouw en het bijleggen van hemelwaterriolen bij renovatie-projecten, waardoor de vuilwateroverstort beperkt zal zijn, maar de capaciteit van de hemelwaterriolen

hinder ondervinden van water op straat dan bijvoorbeeld recreatiegebieden. Kwetsbaar zijn dan ook de woongebieden in de binnenstad, Noord, Oost en Zuid. Hier treden plaatselijk waterdiepten op van meer

“Met name de oostelijke helft van Breda en de randen van de stad zijn kwetsbaar voor wateroverlast”.

bodem kan niet alleen gerekend worden met enkele korte buien. Om de consequenties van klimaatverandering in beeld te brengen is daarom voor de natste dag in een gemiddeld jaar (1983) voor een t = 100 bui de te verwachte neerslag hoeveelheid in 2050 voor het W scenario bepaald.

Het resultaat van deze modellering is de waterdieptekaart zoals weergegeven op pagina 70. De kaart laat zien dat met name het stedelijk gebied gevoelig is voor effecten van wateroverlast. Hier is door het grote aandeel verhard oppervlak de infiltratiecapaciteit beperkt is. Hierdoor zal vaker water op straat staan. De gemeente Breda kent reeds een

kan in de toekomst mogelijk wel vaker ontoereikend zijn omdat piekbuien vaker zullen voorkomen en bovendien heviger zijn. Een duurzame oplossing ligt niet langer in het vergroten van de rioolcapaciteit maar veel meer in tijdelijke berging in de bovengrondse ruimte. Ook in delen van het buitengebied waar sprake is van het optreden van kwel en het maaiveld lager ligt zal in de toekomst vaker water op het land blijven staan.

Om te bepalen welke delen van de gemeente het meest kwetsbaar zijn is de wateroverlastkaart gecombineerd met de functiekaart. Hierbij is rekening gehouden met het feit dat stedelijk gebieden meer

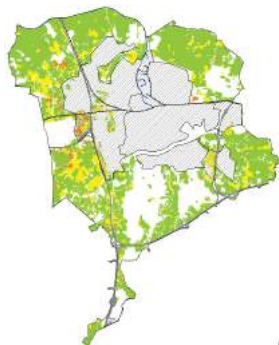
dan 40mm. Ook voor enkele landbouwgebieden bedraagt de waterdiepte 30-40mm. Wanneer er water op het land staat kunnen boeren hun land niet bewerken, maar ook bepaalde gewassen, zoals de aardappel zijn gevoelig voor water op het land waardoor rotting kan ontstaan.

Overstroming  
**Wateroverlast**  
Wartertekort  
Warmte

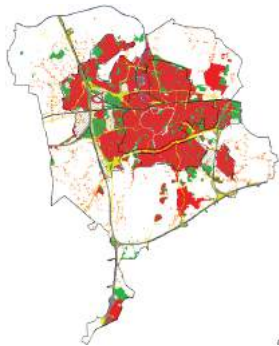
GEVOLGEN

## Gevoeligheidsindicatoren wateroverlast

### Wateroverlast landbouw



### Wateroverlast stedelijk gebied

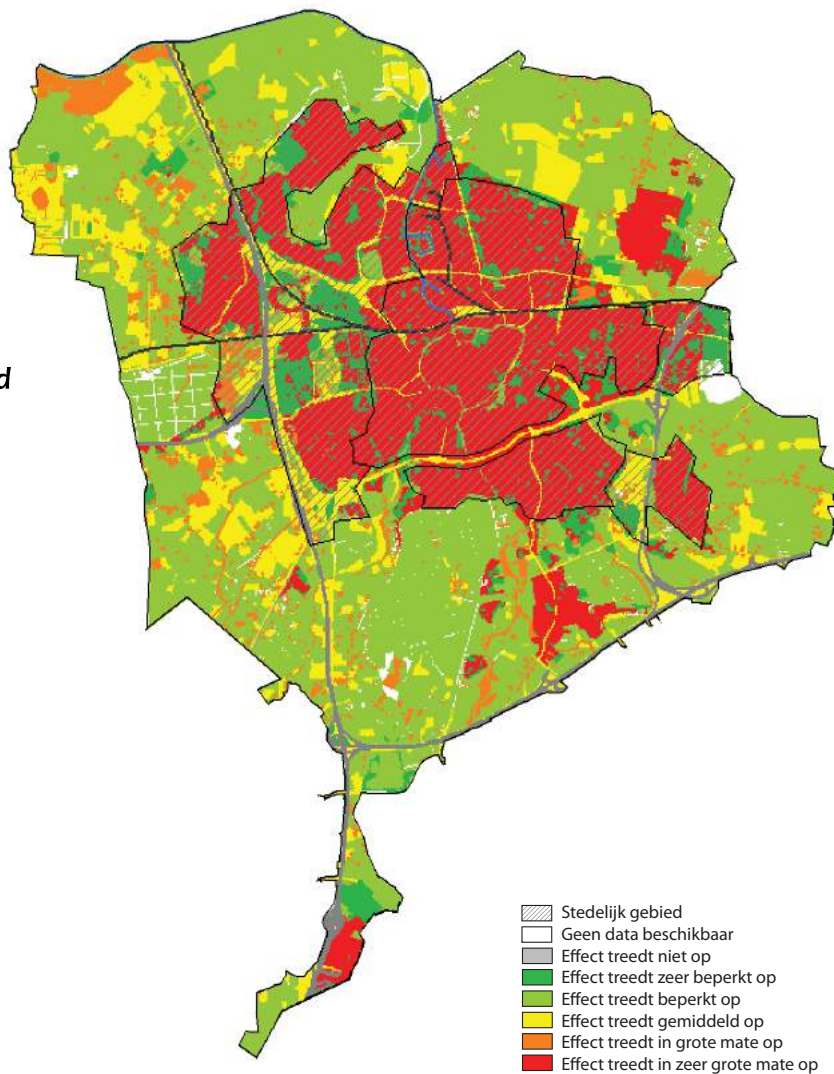


### Wateroverlast natuur



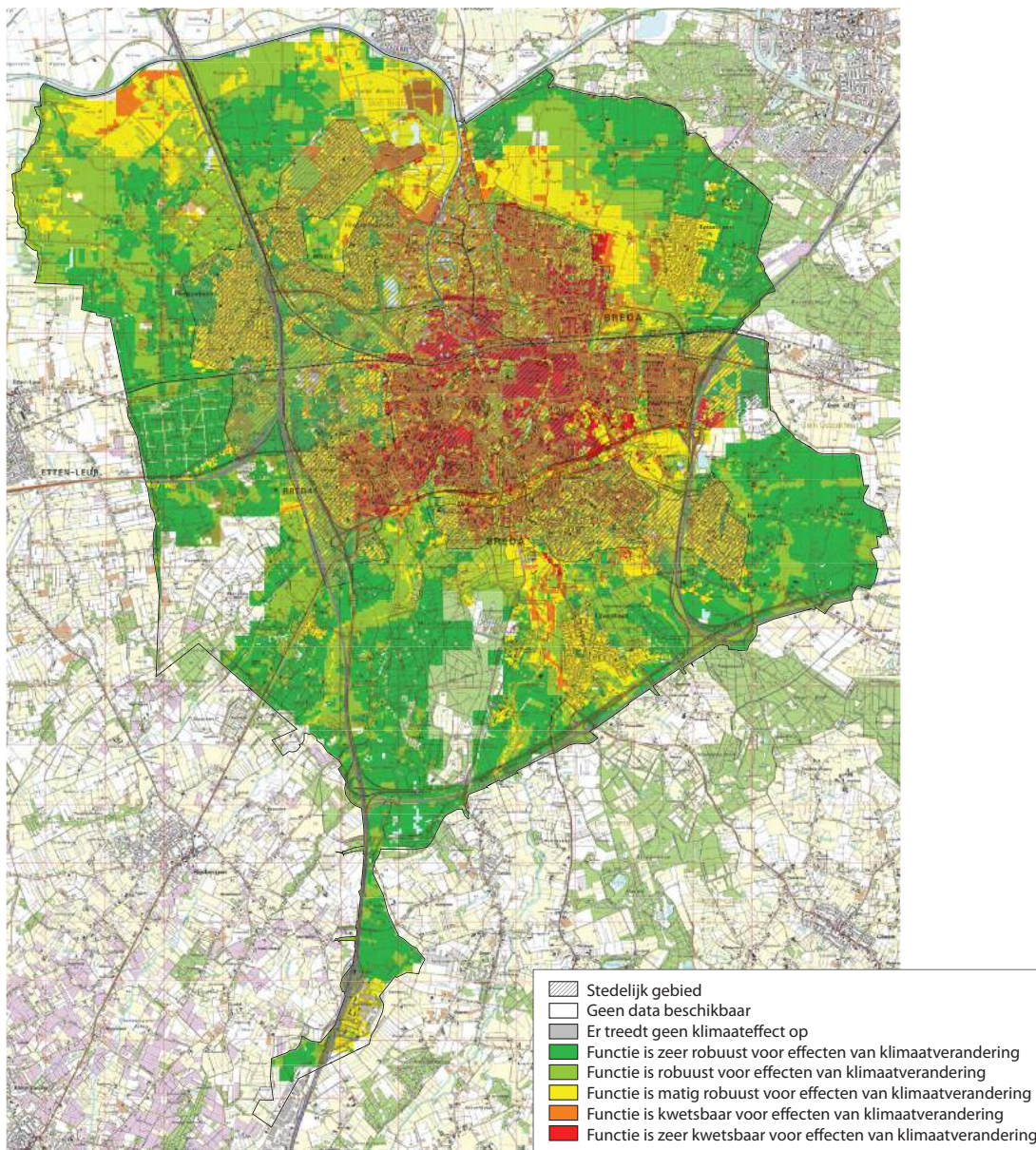
## Gevoeligheid Wateroverlast

De totale gevoeligheidskaart wateroverlast combineert de indicatoren wateroverlast landbouw, stedelijk gebied en natuur.





## Robuustheidskaart Wateroverlast Breda



Overstroming  
**Wateroverlast**  
Watertekort  
Warmte

GEVOLGEN



# WATERTEKORT

“Er valt jaarlijks voldoende regen om Brabant in een moeras te veranderen, maar het omgekeerde is het geval. De provincie verdroogt.” De Volkskrant

# Watertekort

## Watertekort

Effecten van watertekort ontstaan door een toename van de watervraag en/of een afname van het wateraanbod. Onder invloed van klimaatverandering neemt de watervraag hoogstwaarschijnlijk toe en het aanbod af. De vraag stijgt door een stijging van de temperatuur, een toenemende verdamping en in bepaalde gebieden ook door een toenemende doorspoelbehoefte als gevolg van brakker wordend oppervlaktewater (verzilting). Voor laatstgenoemde is de toename van interne verzilting een belangrijke indicator. Interne verzilting wordt veroorzaakt door belasting van het oppervlaktewater met brak of zout kwelwater. De toename van de zoutvracht van het grondwater naar het oppervlaktewater (in kg zout per ha per jaar) geeft een indicatie van de kwaliteit van het oppervlaktewater en de eventuele doorspoelbehoefte. Aangezien verzilting een zeer beperkte rol speelt in de gemeente Breda, is besloten voor deze klimaatscan het effect van verzilting niet mee te laten wegen in de effectbepaling. Bij watertekort maken we onderscheid in een tekort aan grondwater en een tekort aan oppervlaktewater.

## Grondwater

Een tekort aan grondwater voor de gewassen vertaalt zich in een reductie van de gewasverdamping wegens een gebrek aan water in de wortelzone; het zogenoemde bodemvocht. De plant verdampt daardoor minder water dan in potentie mogelijk is. Hierdoor kan het gewas zich niet goed ontwikkelen (de zogeheten drogestofopbrengst neemt af; dit wordt 'droogteschade' genoemd) of in extreme gevallen afsterven. Het grondwatertekort kan worden veroorzaakt door beperkingen in de netto neerslag, toename van verdamping (meestal via plantenwortels, maar via capillaire opstijging ook vanaf kale bovengronden), toename van wegzijging (=neerwaartse grondwaterbeweging) naar het diepere grondwater en vermindering van aanvulling van bodemvocht via het oppervlaktewater. De effecten van toenemende verdamping en veranderende neerslagpatronen op het verloop van de grondwaterstanden GVG, GLG en GHG zijn door Alterra voor het W+ 2050 gemodelleerd. De berekende grondwaterstanden zijn vervolgens gebruikt om het effect van klimaatverandering op de vochtvoorraad in de wortelzone en op het

vochttekort te bepalen (Gaast, Massop et al. 2009). Voor de gewassen gras en bos werd specifiek het vochttekort in de bodem gemodelleerd. Hoe groter dit tekort, hoe gevoeliger het gebied is voor de effecten van watertekort. De figuur linksboven (volgende pagina) geeft het bodemvochttekort voor het landelijk gebied van de gemeente Breda in het jaar 2050 weer. Dit effect treedt met uitzondering van het noordwestelijk deel op in het gehele buitengebied van Breda. Door dalende grondwaterstanden en een toenemende verdamping nemen de bodemvochttekorten hiertoe. Omdat de wateraanvoermogelijkheden hier beperkt zijn zal met name de landbouw hier problemen van ondervinden. Watertekorten kunnen leiden tot droogteschade en opbrengstderving.

## Oppervlaktewater

Oppervlaktewater wordt voor verschillende doeleinden gebruikt (peilbeheer, beregening, doorspoeling en drinkwater). Het tekort is de hoeveelheid water die de gebruikers van oppervlaktewater extra, dat wil zeggen boven de beschikbare, toegeleverde hoeveelheid, nodig hebben om aan de



Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

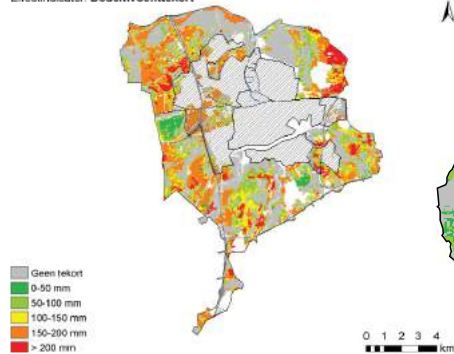
**GEVOLGEN**



## Effectindicatoren Watertekort

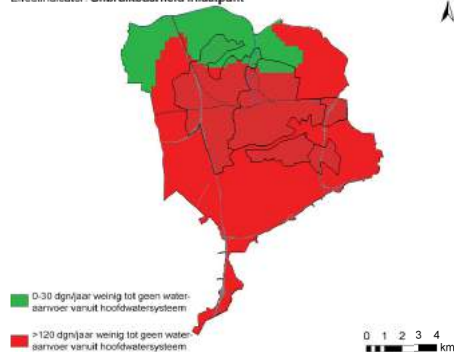
### Bodemvochttekort

Effectindicator: Bodemvochttekort



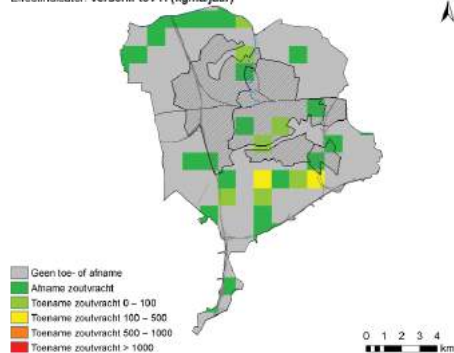
## Wateraanvoermogelijkheden

Effectindicator: Onbruikbaarheid inlaatpunt



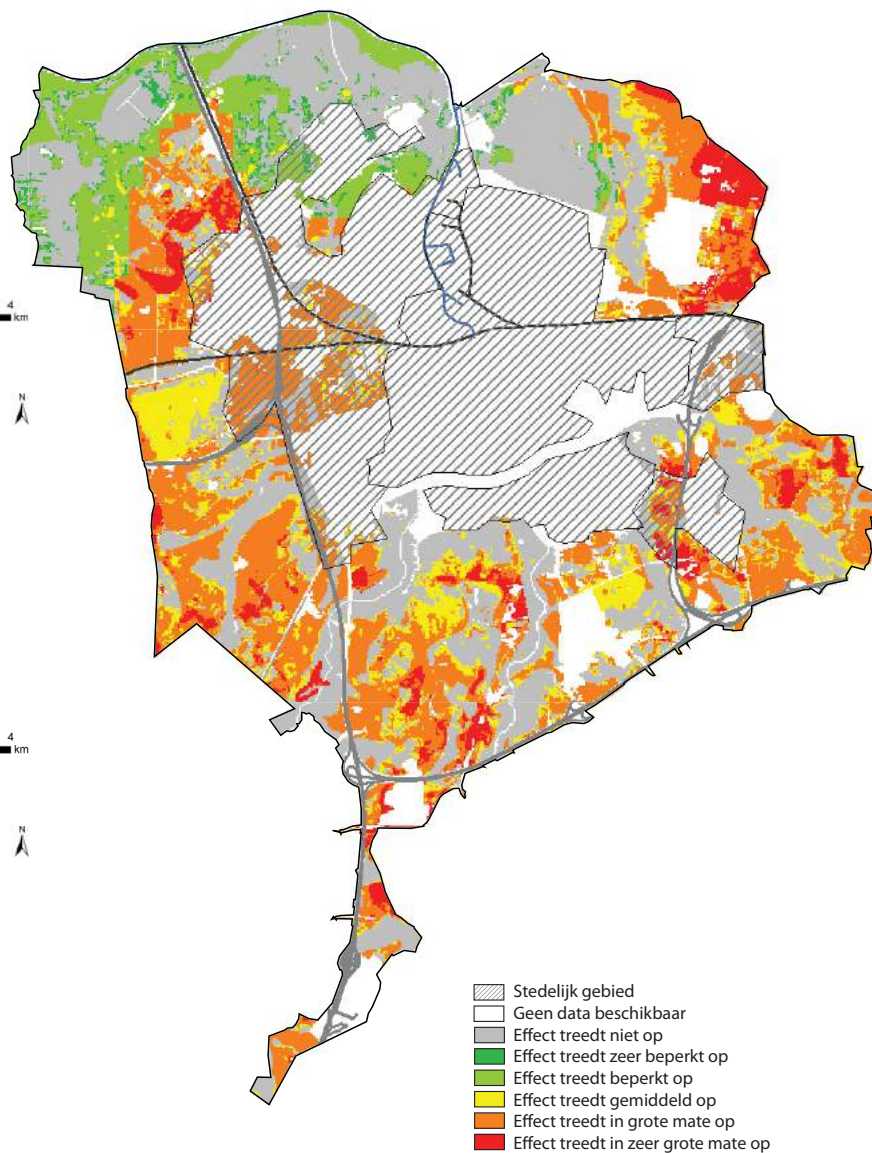
## Zoutvracht

Effectindicator: Verschil tov H (kg/ha/jaar)



## Totale effectkaart Watertekort Breda

De totale effectkaart watertekort combineert de de indicatoren bodemvochttekort, wateraanvoermogelijkheden en zoutvracht



# Watertekort

gestelde vraag te voldoen. Oppervlaktewatertekort kan daarom in de meeste gevallen ook gelezen worden als wateraanvoertekort. Ongeveer 70% van het wateraanbod is afkomstig van rivieraanvoer. Door een toenemend neerslagtekort in met name

waterinfrastructuur verder verdeeld. Voor delen van Brabant is de infrastructuur om water aan te voeren afwezig of beperkt.

De natuur-/bosgebieden zijn zoals het Mastbos ten zuiden van Breda en de Teteringse Heide

extremen te overleven. Ook bosbranden vormen bij landurige periode van droogte een bedreiging voor deze gebieden. In het noordwesten van de gemeente is de robuustheid voor watertekort hoger dan in de rest van de gemeente vanwege de mogelijkheden voor

“Grote delen van Breda hebben een slechte zoet-wateraanvoer. Plaatselijk is er ook een groot bodemvochttekort.”

de droge scenario's, zal ook de rivierafvoer en hiermee de waterbeschikbaarheid afnemen. In welke mate dit tot watertekort zal leiden is onder andere afhankelijk van de mogelijkheden tot wateraanvoer. De wateraanvoer in Brabant loopt grotendeels via de Zuid-Willemsvaart, die water onttrekt aan de Maas. Vervolgens wordt het water via regionale en lokale

ten zuidoosten van Teteringen zijn het meest gevoelig voor effecten van droogte. Reeds in de huidige situatie kennen deze gebieden vochttekorten in de zomer waardoor de vegetatie zich heeft aangepast. Langdurige periode kunnen er echter wel voor zorgen dat vegetaties zich niet goed kunnen herstellen en de gebieden te klein worden voor bepaalde soorten om

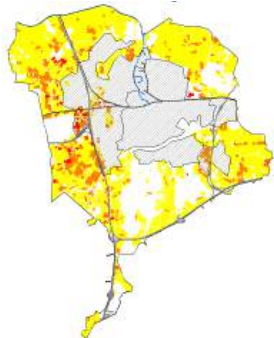
wateraanvoer. Naast verdroging in het landelijk gebied zal ook het stedelijk gebied vaker te kampen krijgen met watertekort. In combinatie met een stijgende watertemperatuur leidt dit tot een verslechtering van de waterkwaliteit. Naast een afname van de belevingswaarde kan dit ook gezondheidseffecten met zich meebrengen.

Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

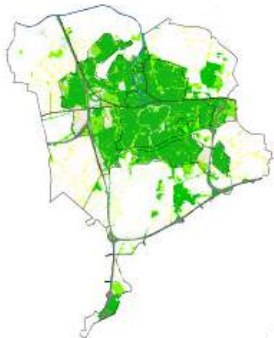
GEVOLGEN



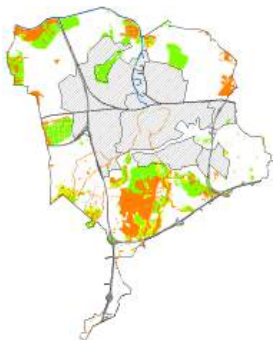
## Gevoeligheidsindicatoren watertekort Watertekort landbouw



## Watertekort stedelijk gebied

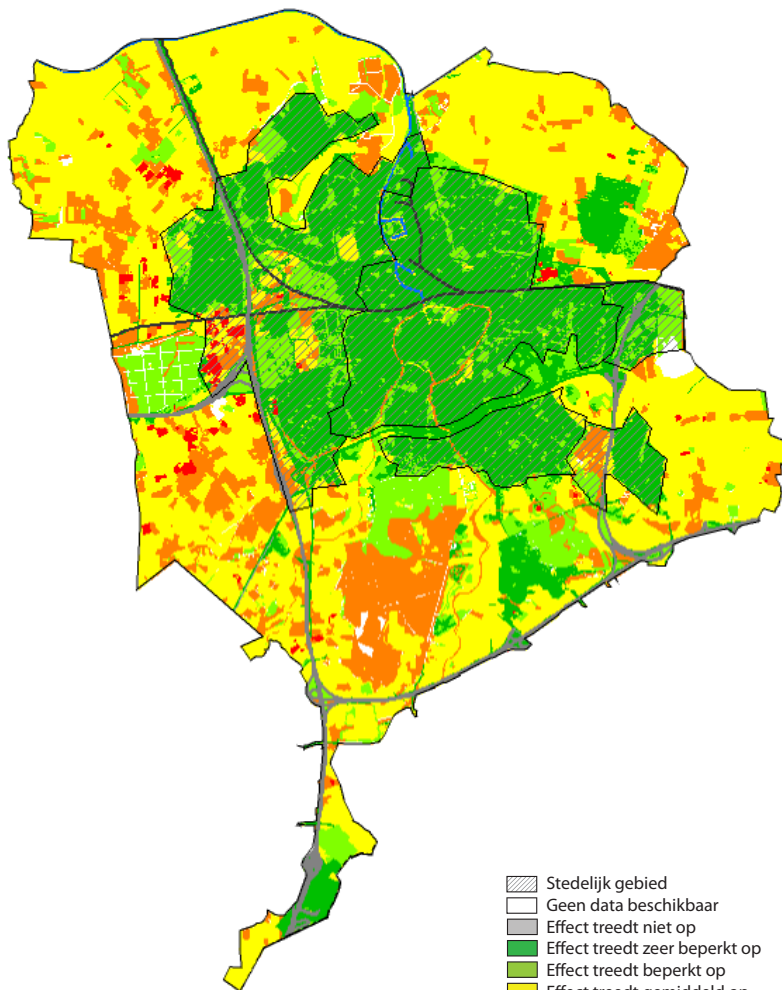


## Watertekort natuur



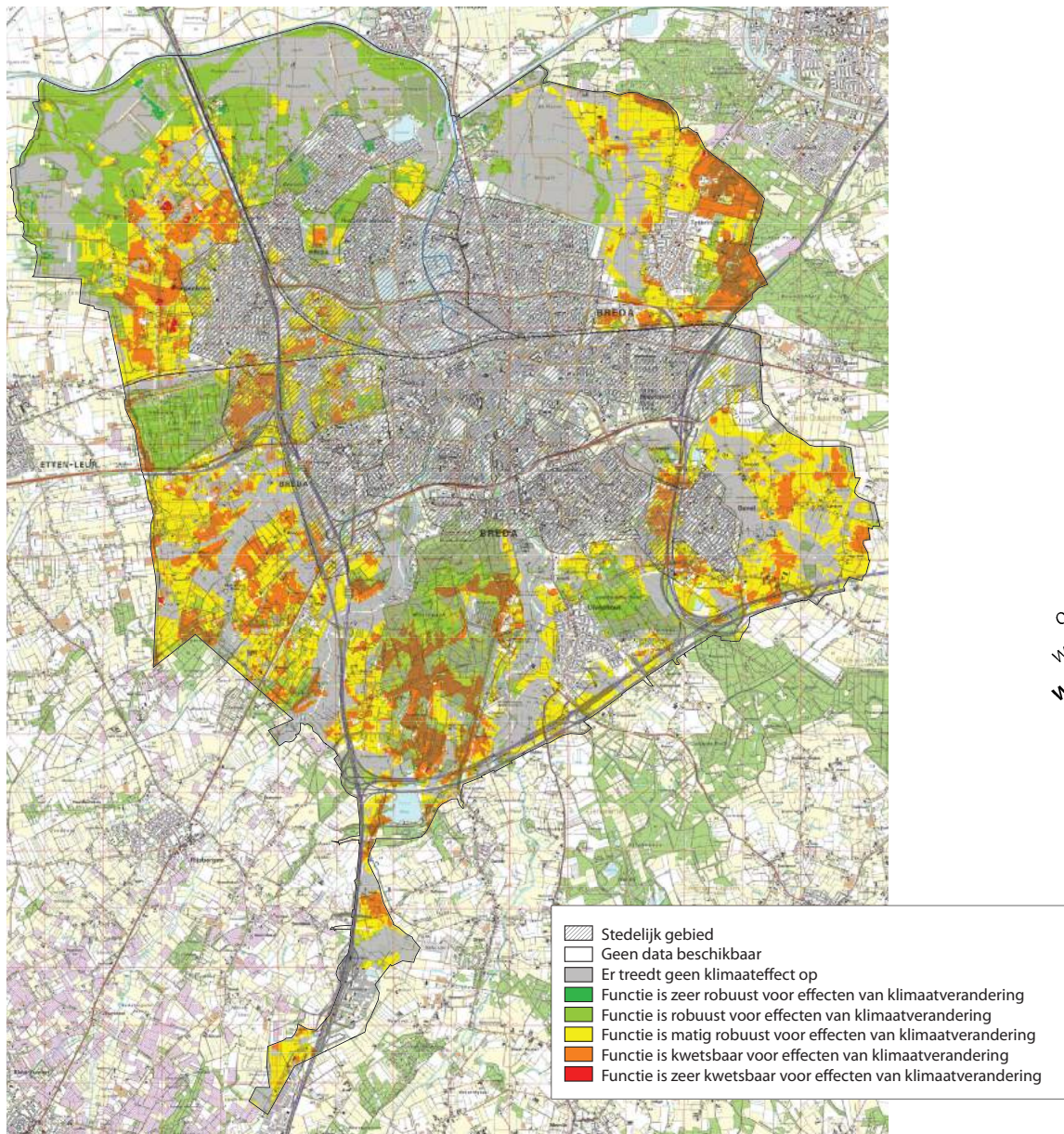
## Gevoeligheidskaart watertekort Breda

De totale gevoeligheidskaart watertekort combineert de indicatoren watertekort landbouw, stedelijk gebied en natuur.



- Stedelijk gebied
- Geen data beschikbaar
- Effect treedt niet op
- Effect treedt zeer beperkt op
- Effect treedt beperkt op
- Effect treedt gemiddeld op
- Effect treedt in grote mate op
- Effect treedt in zeer grote mate op

## Robuustheidskaart watertekort Breda




Overstroming  
Wateroverlast  
**Watertekort**  
Warmte

GEVOLGEN



# WARMTE



“Temperatuurmetingen vinden altijd plaats in het landelijke gebied. In de stad kan de temperatuur echter 4 tot 10°C hoger zijn.”

# Warmte

## Warmte

Stenen warmen overdag op in de zon. Doordat stenen hun warmte lang vast blijven houden, zijn ze 's avonds nog lang warm. Dit gebeurt ook in de stedelijke gebieden. Doordat gebouwen warmte goed vasthouden, stijgt te temperatuur. Daarnaast komen

hittegolven in de periode 1979-1997 resulteerden in gemiddeld 40 extra sterfgevallen per hittegolfdag. Dit is een oversterfte van ongeveer 12%. De extreme hitte in augustus 2003 leidde in Nederland tot circa 400-500 extra sterfgevallen in een periode van 2 weken. De

hittegolven en vormt samen met het percentage verharding een indicatie voor het optreden van hittestress. Wind heeft met name een lokaal effect en is in deze scan niet meegenomen. Het verkoelende effect van water is in de situatie van hittestress beperkt omdat het water 's

“Tijdens tropische dagen wordt de warmte in de binnenstad sterk vastgehouden.”

in steden relatief veel donkere materialen zoals asfalt voor die het zonlicht nog beter opnemen. De warmte die overdag wordt opgeslagen, wordt 's nachts weer afgestaan. Bij langdurige en extreme opwarming kan de stad 's nachts niet alle warmte meer afstaan, waardoor de stad verder opwarmt. We noemen dit het Urban Heat Island effect. Door het hitte-eilandeffect kan het in stedelijke gebieden tijdens een hittegolf erg onaangenaam zijn. Extreme warmte leidt tot vermindering van comfort en van het functioneren van mensen. Mensen kunnen last krijgen van hittestress. Aanhoudend warm weer levert ook gezondheidseffecten op. Uit Nederlands onderzoek is gebleken dat de hoge temperaturen tijdens de

vorming van zomersmog leidt bovendien tot een verslechtering van de luchtkwaliteit. Met name ouderen, personen met luchtwegaandoeningen en personen met hart- en vaatziekten blijken gevoelig voor aanhoudende hitte.

Het vasthouden van warmte is in deze klimaatscan bepaald aan hand van het aantal tropische dagen dat wordt verwacht en het aanwezige percentage verharding en groen in een gebied. Voor het bepalen van het percentage verharding is op een schaal van 250 bij 250 meter het percentage verharding bepaald. Het aantal tropische dagen (dagen met maximale temperatuur boven 30 graden Celsius) is een goede indicator voor het voorkomen van

nachts zijn warmte vasthoudt. In de gemeente Breda worden in het W+-scenario in 2050 16 tropische dagen per jaar verwacht. Dit aantal ligt boven het gemiddelde in Nederland. In de huidige situatie (1990: gebaseerd op periode 1976-2005) is het aantal tropische dagen 4 tot 6 per jaar in gemeente Breda. Het percentage verharding is uiteraard vooral hoog in het bebouwde gebied. Opvallend is dat de omliggende wijken even gevoelig zijn voor de effecten van warmte als de Bredase binnenstad. Als reden kan het hoge verhardingspercentage in de verschillende wijken en de groene dooradering van de binnenstad worden genoemd.

Overstroming  
Wateroverlast  
Watertekort  
Warmte

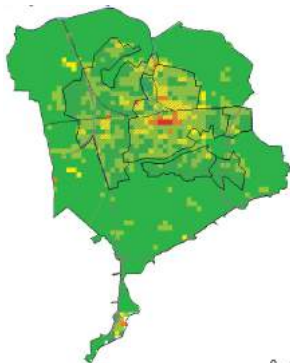
GEVOLGEN



## Effectindicatoren Warmte Tropische Dagen

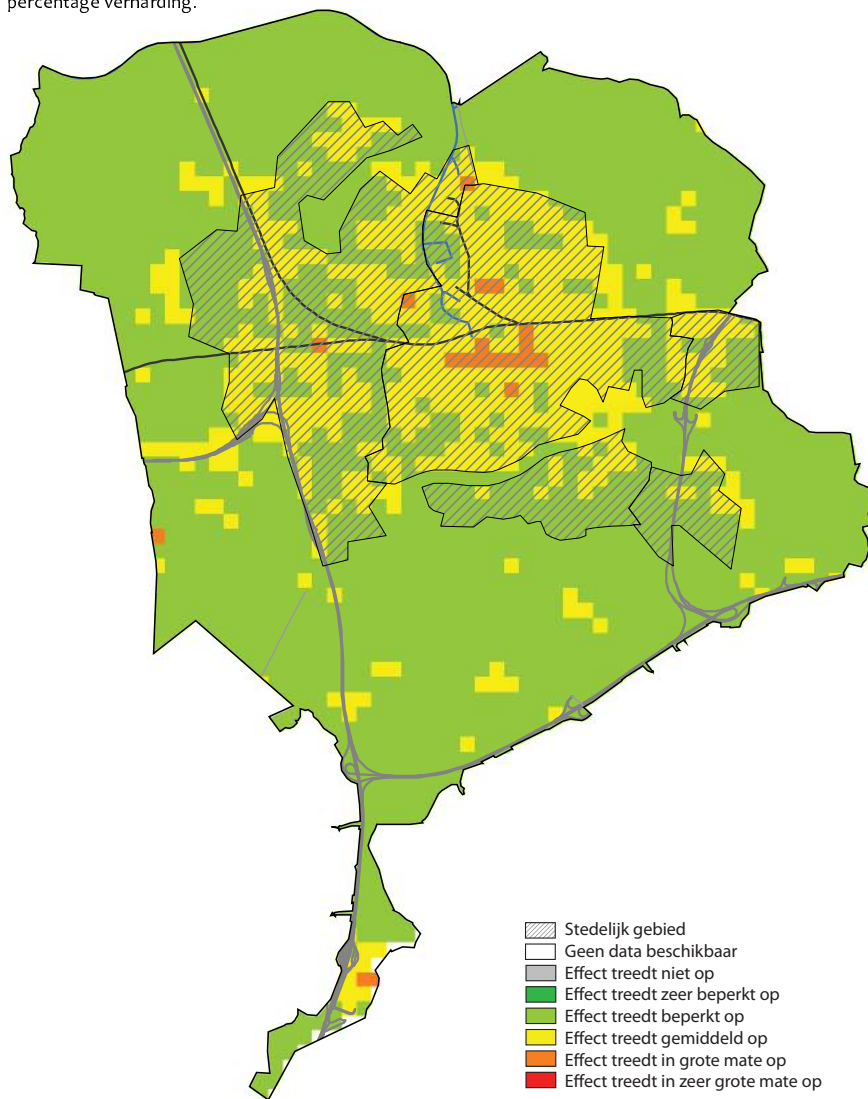


## Percentage verharding



## Totale effectkaart Warmte Breda

De totale effectkaart warmte combineert de indicatoren tropische dagen en percentage verharding.







GEVOLGEN

- Overstrooming
- Wateroverlast
- Waterrekort
- Warmte

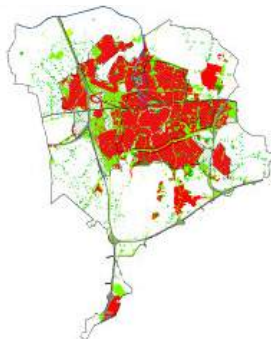


## Gevoeligheidsindicatoren warmte

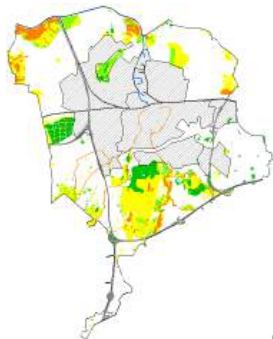
### Warmte landbouw



### Warmte stedelijk gebied

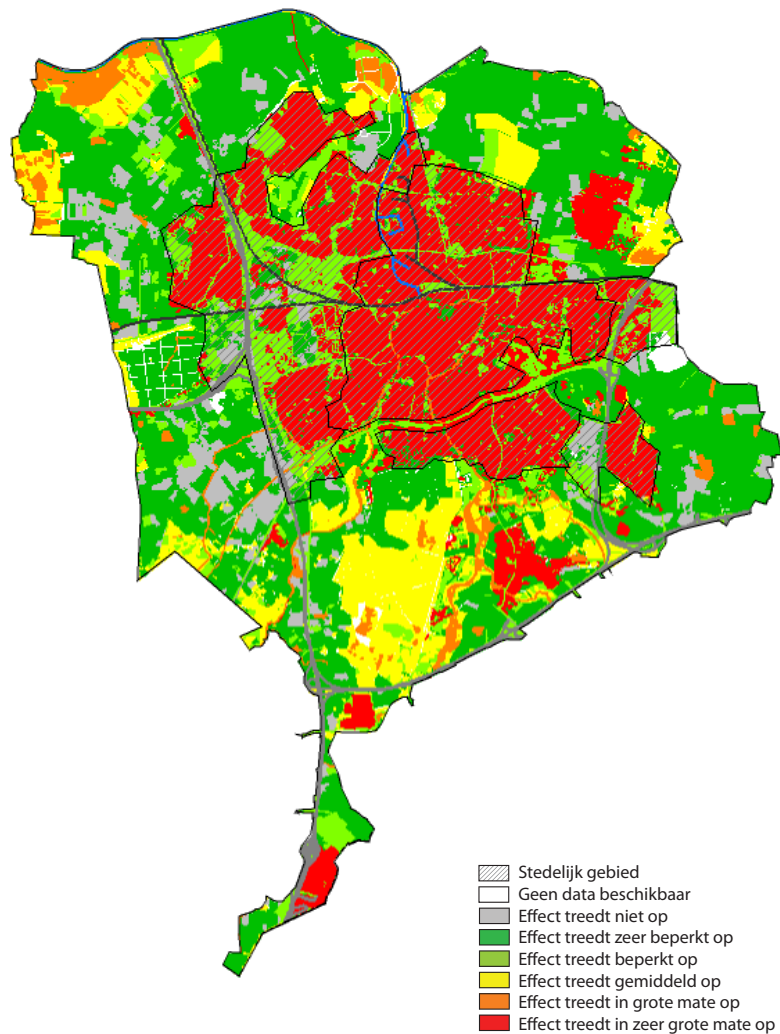


### Warmte natuur

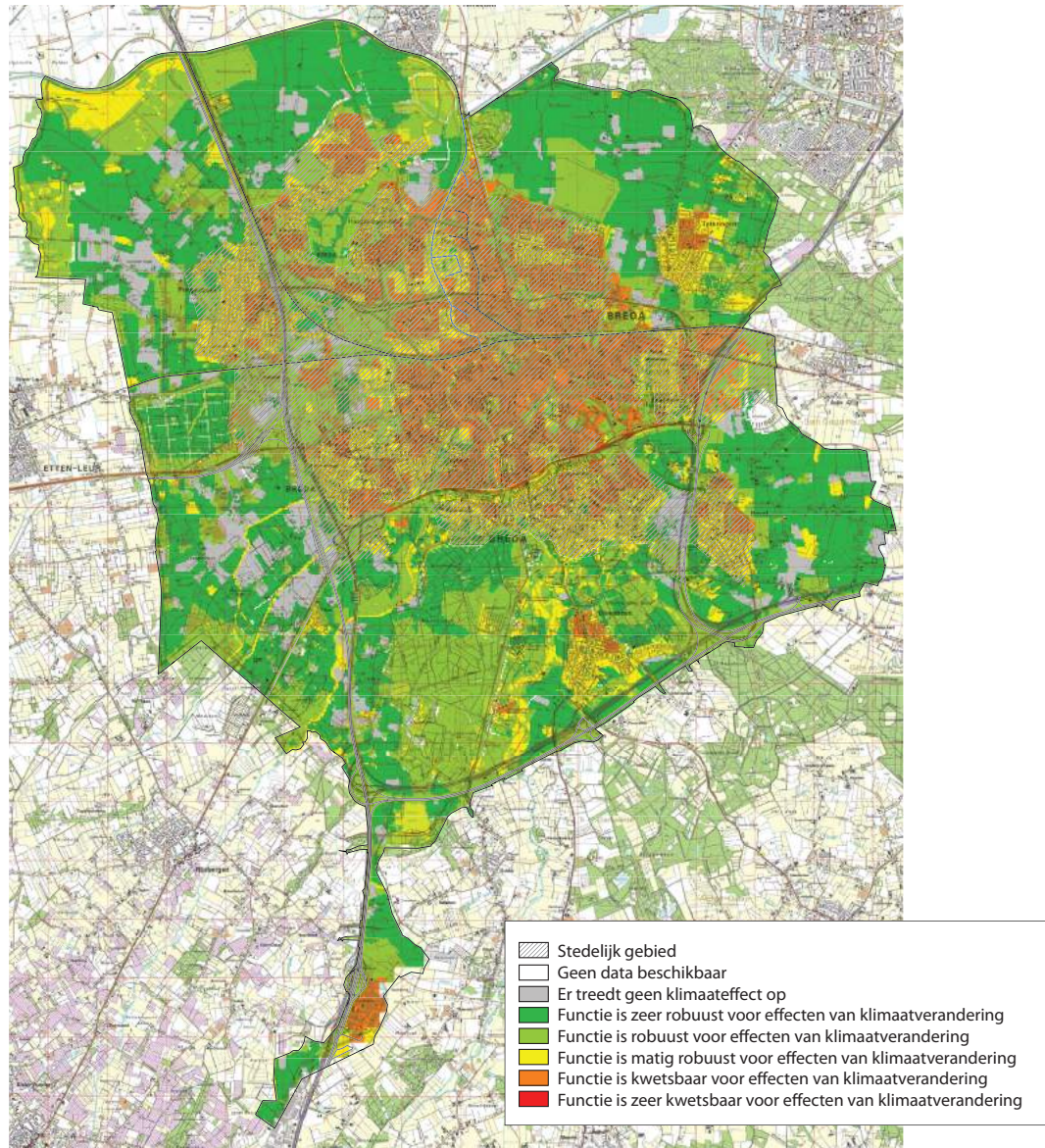


## Gevoeligheidskaart Warmte Breda

De totale gevoeligheidskaart warmte combineert de indicatoren warmte landbouw, stedelijk gebied en natuur.



## Robuustheidskaart Warmte Breda









# KLIMAAT- KANSEN

Beleid  
Opgaven

KANSEN



# BELEID

“Zorg dat met beleid meerdere doelen in één keer behaald kunnen worden.”



### Ondersteunend beleid

Binnen de klimaatscan is ook gekeken naar het bestaande klimaatadaptatiebeleid van de gemeente Breda. Klimaatadaptatie is een ‘nieuw thema’, maar wordt desondanks in een aantal bestaande beleidsdocumenten genoemd. Zo wordt gewezen op de noodzaak

wordt het sectorale beleid onderling verknoopt tot één integrale ruimtelijke visie op de stad. Klimaatadaptatie is een thema dat effect heeft op de ruimtelijke inrichting en in zo’n integraal beeld dus een plek hoort te krijgen. Maatregelen voor klimaatadaptatie raken immers de hele stad: nieuwe

te zetten op beleid waarmee meerdere doelstellingen in een keer kunnen worden behaald. Maatregelen die niet alleen gunstig zijn voor de aanpak van klimaatverandering, maar ook meteen bijdragen op het gebied van groen, water en leefomgeving.

“Neem klimaatadaptatie mee bij de actualisatie van beleidsstukken.”

om met het thema aan de slag te gaan in het kader van het Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2009 – 2013 (2009) en het Uitvoeringsprogramma Klimaat 2009 – 2012.

Klimaatadaptatie heeft ook invloed op een aantal andere beleidsvelden: in ieder geval planologie (structuurvisie), groen, water en openbare ruimte. Het is dan ook verstandig om klimaatadaptatie als thema mee te nemen bij de actualisatie van de beleidsstukken op deze terreinen.

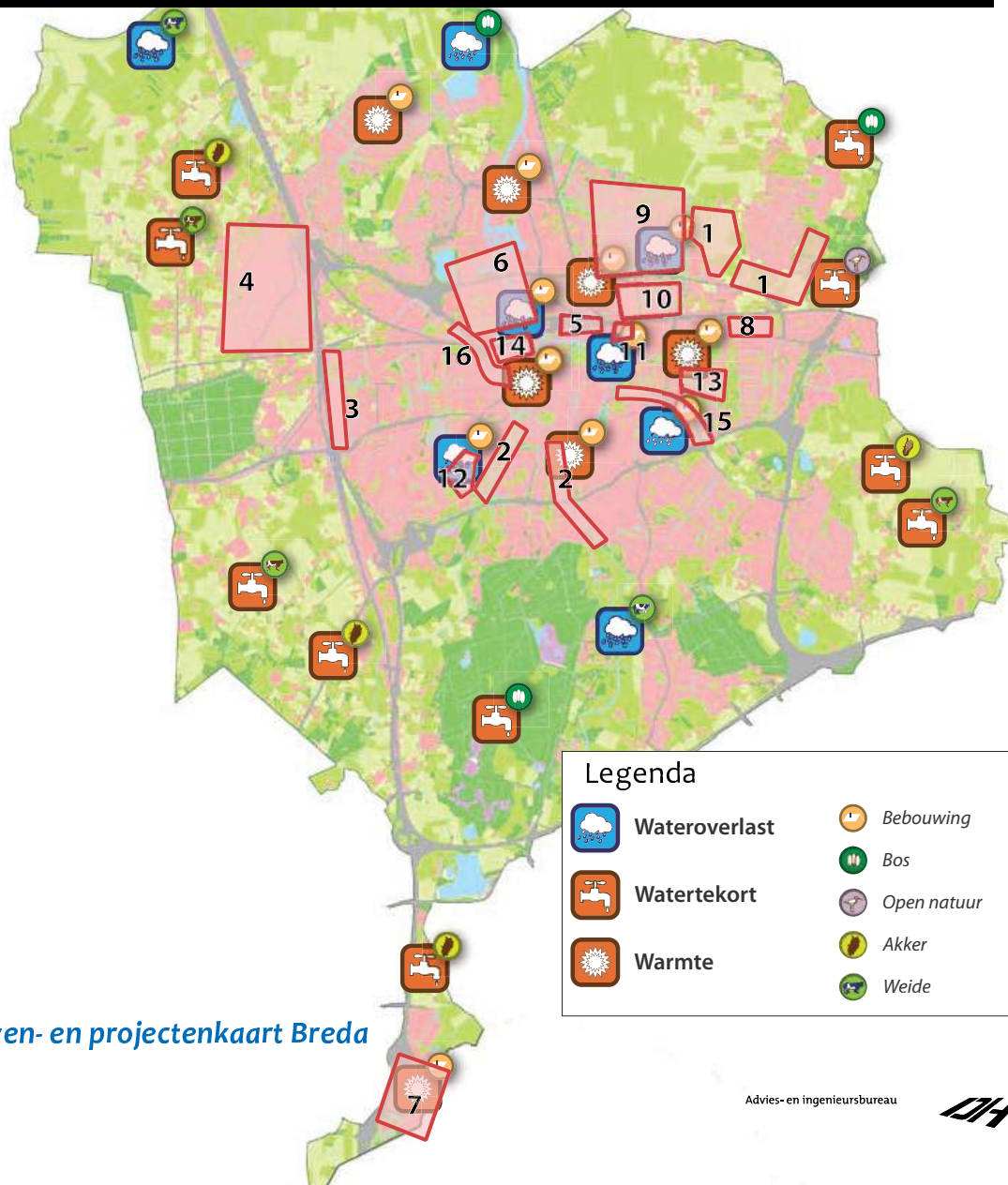
De structuurvisie bevat de hoofdlijnen van het ruimtelijke beleid voor de komende decennia. In de structuurvisie

woonwijken, vernieuwing van de openbare ruimte of aanpassingen van de groenstructuur.









Ook kan in een nieuwe structuurvisie het spanningsveld rondom het verder verdichten van de stad worden uitgewerkt. Verdichting is wenselijk vanuit het idee van een compacte stad in een groene omgeving. Maar tegelijkertijd bestaat er het risico van een oververhitte stad met te veel verharding, te weinig groen, een onnatuurlijke waterafvoer en een onplezierig leefklimaat.

Daarnaast is klimaatadaptatie is een thema in de (te actualiseren) beleidsplannen voor groen, water en openbare ruimte. Het advies is om daarbij steeds in

# OPGAVEN



**Legenda**

	<b>Wateroverlast</b>		<i>Bebouwing</i>
	<b>Watertekort</b>		<i>Bos</i>
	<b>Warmte</b>		<i>Open natuur</i>
			<i>Akker</i>
			<i>Weide</i>

Opgaven- en projectenkaart Breda

## De opgaven

De klimaatscan laat zien dat Breda gevoelig is voor wateroverlast, het hitte-eilandeffect en watertekort in de natuur- en bosgebieden. Het hoge verhardingspercentage vergroot de kans op wateroverlast. Tegelijkertijd draagt het bij aan het hitte-eilandeffect. Het vergroten van het aandeel groen zorgt voor ontharding van de stad waardoor regenwater meer kans krijgt te infiltreren

## Opgaven en Projecten

Ten noorden van de Hoge Vucht en aan de dorpsranden van **Teteringen** (1) zullen de komende jaren in totaal 2.850 woningen worden bijgevoegd. Suggestie is om in de nog te ontwikkelen delen in te spelen op de gevolgen van klimaatverandering voor het stedelijke gebied. Dit kan door voorzieningen te treffen voor voldoende waterberging en schaduwplekken. Infiltratievoorzieningen als wadi's (gepland

tevens effect op het verminderen van het urban heat island effect.

## HSL / A16 zone

Traditionele spoorbedden absorberen veel warmte en warmen zo de omgevings-temperatuur op. Toepassing van groene spoorbedden bij de **HSL** (3) heeft een verkoelend effect en verfraaien bovendien de omgeving.

“Groene spoorbedden bij de HSL zijn fraaier en werken verkoelend.”

en zorgt voor verkoeling. Oppervlaktewater zorgt eveneens voor verkoeling en draagt bij aan de waterbeschikbaarheid in droge tijden en de mogelijkheid tot berging in natte tijden.

In de opgavenkaart van Breda zijn de resultaten van de klimaatscan overzichtelijk samengevat. Tegelijkertijd is in beeld gebracht waar de aankomende jaren reconstructies en in- en uitbreidingen staan gepland. Met name deze locaties bieden kansen om te anticiperen op de gevolgen van de klimaatveranderingen. Hieronder volgen per gebied suggesties voor een klimaatsensitieve inrichting.

in Woonakker) zorgen ervoor dat hevige piekbuien tijdelijk opgevangen kunnen worden en vullen bovendien het grondwater aan waardoor verdroging in nabij gelegen natuurgebied kan worden voorkomen.

De grote landschappelijke eenheden vormen samen met andere **groenzones en waterstructuren** (2) in en direct om de stad samen het stadslandschap van Breda. De creatieve functie van dit stadslandschap zal in de toekomst verder toenemen. In combinatie met water- en groenelementen zorgt het stadslandschap voor verkoeling dichtbij te stad, maar heeft het

In de kern **Prinsenbeek** (4) wordt gekeken naar de mogelijkheden voor de realisatie van een fors aantal woningen op verschillende plekken in het dorp. Bij verdichting is het belangrijk voldoende ruimte voor water en groen te blijven houden. Adaptatiekansen liggen in het afkoppelen van het riool op straat en woningniveau, onverharde tuinen. In de openbare ruimte kan gedacht worden aan waterspeeltuinen die bij hevige piekbuien een bergende functie hebben. Waterbufferzones met helofytenfilters aan de rand van stad zijn een mogelijkheid overtollig water af te voeren en om watertekort voor de





“Waterbuffers bij Prinsenbeek maken overtollig stadswater bruikbaar voor de landbouw.”

aangrenzende landbouw om te vangen. Deze groene gebieden kunnen tevens als uitlooptgebieden voor de dorping dienen.

De **stationsomgeving van Breda** (5) wordt mede door de komst van de HSL shuttle naar Rotterdam / Breda grootschalig opgewaarderd. Hier liggen kansen voor vergroening van het

isolerend vermogen waardoor het binnenklimaat beter beheerst kan worden kan worden en minder energie nodig is voor verkoeling of verwarming.

**Hazeldonk** (7) is transport- en distributierrein dat de komende jaren zal worden herontwikkeld en een kwaliteitverbetering zal ondergaan. Dergelijke terreinen kenmerken zich door

De stedelijke assen **Claudius Prinsenlaan** (15) en **Lunetstraat** (16) kunnen door hun NW-ZO oriëntatie uitstekende dienen als tochtkanaal bij een overheersende oostenwind in de zomer. Zo kan koelere lucht vanuit het buitengebied de stad ingeblazen worden.

“Bij hoge dichtheden zijn gevel- en daktuinen een kansrijke adaptatiemaatregel.”

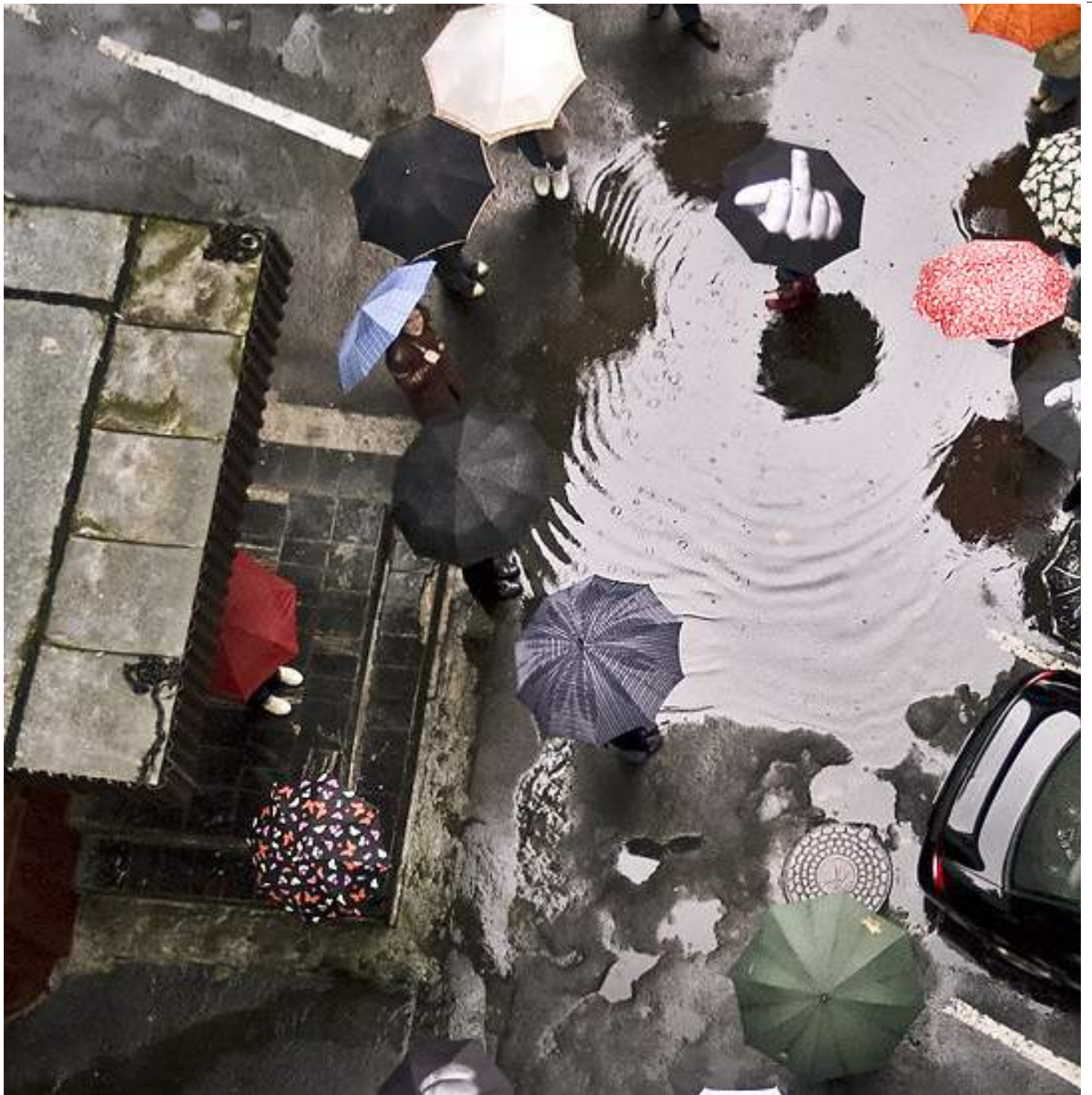
stationsplein en de aanleg van waterfonteinen als klimaatkunst. Ook kan gedacht worden aan grote aquifers die bij hevige piekbuien een waterbergende functie hebben en tevens koeling kunnen bieden aan omliggende kantoren.

Het **bedrijventerrein De Krogten** (6) zal de komende jaren worden herontwikkeld. Grote dakoppervlakken zijn bij uitstek geschikt voor een groen dak. Ze hebben een groot waterbergend vermogen en zorgen in de bij beplanting met bijvoorbeeld gras in de zomer voor verkoeling door verdamping. Ze kunnen tevens als verlenging van de openbare ruimte dienen. Groene daken hebben bovendien een groot

grote verharde (asfalt)oppervlakten. Deze kunnen in tijden van hevige piekbuien voor wateroverlast zorgen en in tijden van aanhoudend warm weer voor enorme verhoging van de omgevingstemperatuur en degradatie van het asfalt. Halfverharding van is een goede adaptatiemaatregelen om deze effecten te voorkomen.

Bij de diverse **uit- en inbreidingsplannen rondom en in de binnenstad** (8-14) spelen klimaatopgaven als wateroverlast en hittestress. Bij hoge dichtheden zijn geveltuinen en daktuinen een kansrijke adaptatiemaatregel om de leefbaarheid te vergoten en de kans op hittestress en wateroverlast te verminderen.







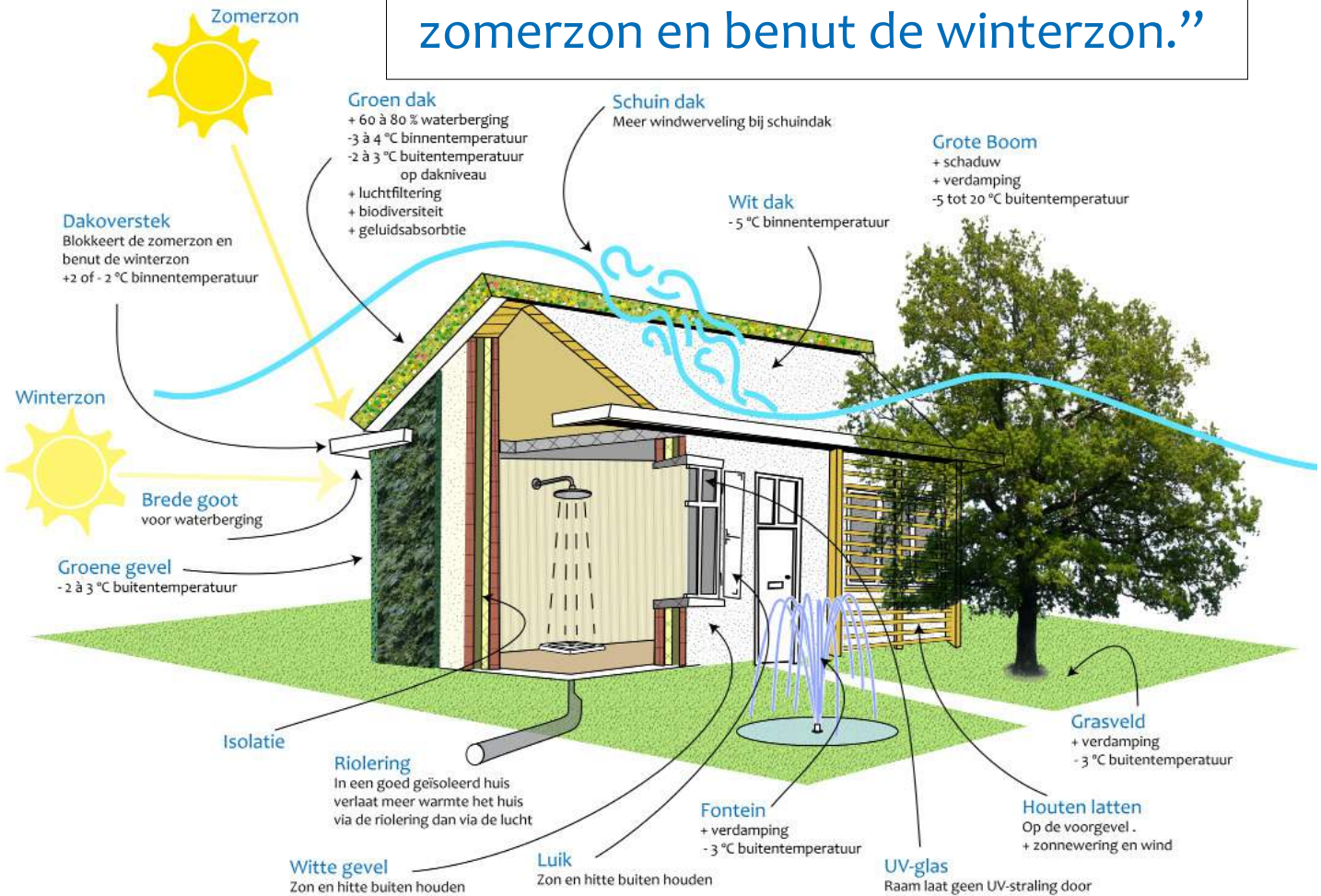


# ADAPTATIE MAATREGELEN

MAATREGELEN

# MAATREGELEN

“Een dakoverstek blokkeert de zomerzon en benut de winterzon.”



Mogelijke maatregelen op gebouwniveau

## Adaptatiemaatregelen

Op basis van de belangrijkste gemeentelijke opgaven worden adaptatiemaatregelen worden bedacht. Omdat het aantal maatregelen legio is, geven we met nevenstaande metrolijnkaart inspiratie voor mogelijke denklijnen. We onderscheiden hierbij maatregelen een viertal niveau's:

- 1) Stedelijke structuur
- 2) Openbare ruimte
- 3) Gebouwen
- 4) Bewustwording

De indeling is gebaseerd op het schaalniveau van de ingreep, de

## Effectiviteit

Om de grootte van de maatregelen te kunnen bepalen is belangrijk te weten wat de effectiviteit van elke maatregel is: in welke mate draagt de maatregel daarwerklijk bij aan het verminderen van de effecten en gevolgen van klimaatverandering? Hierna wordt momenteel nog studie verricht maar om een eerst indicatie te geven zijn in nevenstaande figuur de kentallen van een aantal maatregelen op het niveau van het gebouw en de openbare

# “Ontsteden van de stad als hoofdthema.”


investeringstermijn en hiermee ook het urgentieniveau voor adaptatie. De structuur van een stad is zeer laagdynamisch. Ingrepen hierop vragen dus om een lange adem en vragen nu om een lange termijn visie op de ruimtelijke ontwikkeling en ordening van de stad. Aanpassing in de openbare ruimte en gebouwen kunnen het beste meegenomen worden in lopende en nieuwe projecten. Bewustwording creëren daarentegen is veel makkelijker is op het moment dat effecten zich voordoen en zal dus geleidelijk ontstaan.

ruimte gegeven. Daarnaast is het belangrijk te realiseren dat klimaatadaptatiemaatregelen bijna altijd meerdere doelen dienen. Het groen in de stad is er bijvoorbeeld niet alleen om de klimaatveranderingen op te vangen. Het dient meerdere doelen. Het draagt bij aan de beleving en de kwaliteit van de stad, aan een toeristisch klimaat, aan de stadsecologie, aan een betere luchtkwaliteit, maar bijvoorbeeld ook aan het tegengaan van obesitas omdat groen uitnodigt om buiten te spelen. Groen heeft een positief effect op de gezondheid en

zelfs op de integratie van de stadsbewoners. Het brengt met de hulp van extra bankjes ouderen in beweging. Het helpt zelfs de verdamping van benzine uit geparkeerde auto's te verminderen. Het past bij het nieuwe werken en kan worden ingezet als tijdelijk groen op plekken waar de bouw is uitgesteld. Restruimten kunnen vergroenen en het biedt kansen voor natuurlijke speelplekken. Het inzetten van groen is geen typische klimaatmaatregel, het is een generieke maatregel dat vele doelen dient. Een ontwerpthema zou kunnen zijn: 'het ontsteden van de stad'. En wel zodanig dat het beheertechnisch behapbaar is. Er zijn vele manieren om de stad te vergroenen: bomen planten, parken aanleggen, stadstuinen, groene parkeerplaatsen, maar ook (particuliere) groene gevels, daktuinen, geveltuintjes, gratis bomen en groene schoolpleinen. Het beperkt laten verwilderen van de stad is een optie, zeker in relatie tot de beheerkosten. Er is ook een rol weggelegd voor particulier groen. Een groene tuin is tijdens hete dagen koeler dan de betegelde tuin. En al het groen helpt bij de opvang van regenwater.

De koelste wijken in de grote steden in Nederland blijken te bestaan uit laagbouw met veel groen. Grote bomen dragen daar het meeste aan bij, tot





Wordt er nog meer  
regen verwacht?

Hogere temperaturen, hogere waterstanden.  
Meer weten: [www.nederlandleeftmetwater.nl](http://www.nederlandleeftmetwater.nl)



Hog. provincie, gemeenten en waterschappen

20°C koeling als gevolg van de schaduwwerking. Daarnaast werkt verdamping door groen verkoelend. Ook hier spelen de bomen een rol, net als groene gevels, maar denk ook aan grasveldjes en sportvelden. Een interessant idee is om grasveldjes te bevoeien met lokaal gezuiverd grijs water. Het water was anders naar de zuivering gegaan, het gras blijft groen en door de verdamping daalt de omgevingstemperatuur. Dat geldt niet voor groene daken. Zij dragen bij aan een koel huis, aan het verbeteren van de luchtkwaliteit, een toename van de biodiversiteit, aan geluidabsorptie en waterberging, maar het leidt niet tot verkoeling van de hitte op straatniveau. Als je groene daken alleen gebruikt om een huis te isoleren, zijn er efficiëntere technieken aanwezig.

### Effectiviteit

Vaak is degene die baat heeft bij de maatregel een ander dan degene die de maatregel moet nemen. De vraag wie de maatregelen betaalt komt daar nog bovenop. In de bijlage financiële scenario's worden een aantal constructies geschetst om bijvoorbeeld de baten en kosten van een maatregel bij dezelfde partij

te leggen. Ook het betrekken van de beheerkosten bij een investeringsbeslissing kan het nemen van klimaatmaatregelen wel financieel aantrekkelijk maken.

De grootste verdiensten voor klimaatmaatregelen liggen er in het feit dat adaptatiemaatregelen vrijwel altijd meerdere doelen dient. Op deze manier hoeft klimaatadaptatie niets extra's te kosten als de afwegingen van maatregelen maar vroeg genoeg in het ontwerpproces gemaakt worden, Klimaatadaptatiemaatregelen liften dan mee op andere doelen of kosten niets extra omdat er geen aanpassingen achteraf nodig zijn. In veel gevallen leveren klimaatadaptatiemaatregelen zelfs geld op, omdat ze de ruimtelijke kwaliteit en het leefklimaat van een gebied vergroten. De transactieprijs van woningen stijgt als woningen uitzicht hebben op groen of water. Dat blijkt uit diverse onderzoeken in de afgelopen tien jaar. De prijs stijgt met vijftien procent bij uitzicht op water, tien procent bij uitzicht op open ruimte, zes procent bij een park en vijf procent bij een plantsoen. Winkelcentra die in

het groen zijn gelegen, geven een gevoel van welbevinden en dit leidt tot meer klanten, langere bezoektijden en meer omzet. Bij bedrijventerreinen is een zelfde effect waarneembaar: Veel groen en landschappelijke inpassing verbeteren de uitstraling van een bedrijventerrein en vergroten daarmee het maatschappelijk draagvlak voor bedrijventerreinen. Een dergelijk bedrijventerrein verkoopt beter en behoudt op lange termijn zijn (vastgoed)waarde.

## Stedelijke structuur

- Groene- en blauwe structuren
- Groene daken corridors
- Groen de stad in / uit
- Effecten van krimp
- Gezonde wijkinrichting
- Bomenplan uitbreiden (recreatie, leefkwaliteit, fijnstof, geluid).
- Duurzaamheid op bedrijvenlokaties
- Water als belevingsinstrument (zichtbaar, toegankelijk)
- Sportvelden in de stad houden
- Wijken klimaatproof (elk op zijn eigen wijze)
- Verbindingen tussen stad en groen
- klimaatmantels

## Openbare Ruimte

- Transitiegroen
- Marktpartijen meetrekken
- Bankjes
- Fontein
- Straten besproeien
- Vemevelen vanaf de wand
- Zonneschermen in de zomer
- Café eigenaren groene schermen laten adopteren (daar waar veel mensen samenkomen)
- Schaduwschermen
- Stalen bomen met klimop erop
- Groene schoolpleinen
- Stads(moes)tuinen
- Water toegankelijk maken (stadstrandje, exploitatie)
- Bomen in openbare ruimte (mensen willen ze niet in de tuin)
- Ommuurde parken en open parken
- Schaduw op parkeerterreinen
- Grote pleinen als waterberging inzetten
- Onverharde speelplekken
- Restruimten vergroenen
- Geveltuintjes – eigen verantwoording, maak er één groot geheel van
- ontsteden

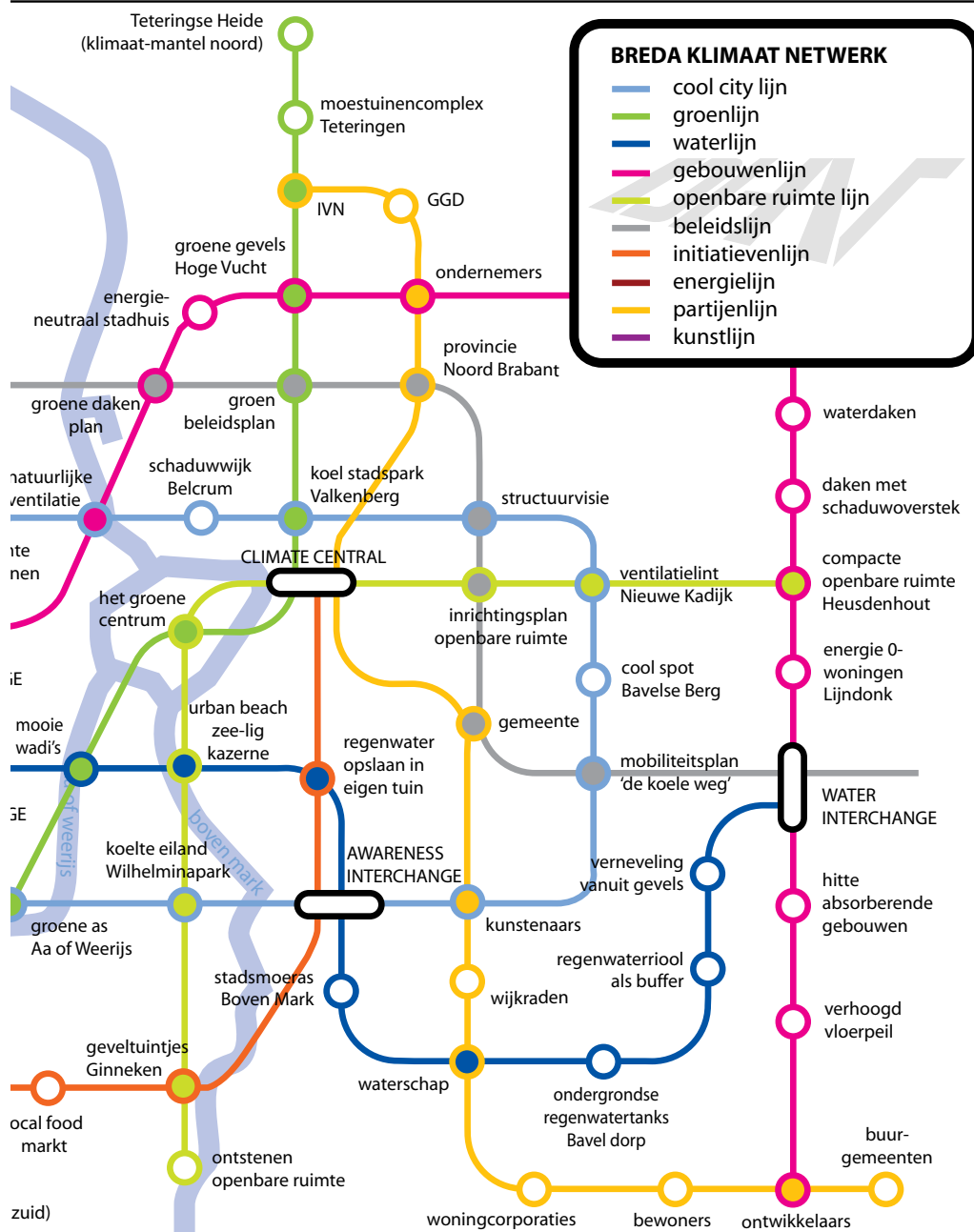
- hoge stoepranden
- waterstromen als verkeersremmende maatregel
- waterpleinen
- regenwaterriolen als hemelwaterbuffer
- hemelwaterinstallaties en verplicht hergebruik van het water
- groene geluidschermen (ook langs spoor, treinen koeler)
- niet zoveel schoffelen (grond neemt dan meer water op)
- struinplaatsen
- langzaam groeiend gras
- beeldkwaliteiten loslaten
- klimaatpremie instellen
- groene parkeerterreinen
- MTB routes door de stad – minder verhard
- Daar waar auto's nu niet komen, ontharden
- Begraafplaats als recreatieterrein
- Drijvende zwembaden
- 2e straatniveau

## Gebouwen

- Groene wanden op parkeer-garages en sportzalen en supermarkten
- Groene en blauwe cascades
- Green business idea (bedrijven met grote daken stimuleren tot vergroenen)
- Groene wand met vleemuiskasten
- Waterberging op daken en in gebouwen
- Glazen galerijen zonwering in de zomer
- Koele woningen
- Dakoverstek: zon tegenhouden als die hoog staat en naar binnen laten komen als die laag staat.
- Brede goten, extra wateropvang, schaduw / instraling.
- Dichte bebouwing
- Zwaardere gevels
- Verhoogde vloerpeilen
- Nevelreclame







- Vegetatie als kunst, schaduwkunst, reflectietoren (water opwarmen)
- Bouwen op terpen
- Droogteminnend gras
- Landbouwmuur
- Wind door de woning laten waaien
- Open kantoren
- Virtuele koeling: koeling ervaren door inrichting
- Watervallen langs een hoog gebouw

### Bewustwording

- Ander leefritme op hete dagen
- Door de plassen fietsen (water op straat)
- Ontsteden van tuinen
- Waterspeeltuinen
- Watertuinen
- VVV koeltocht
- Thermometers langs de weg zodat je ziet hoe de temperatuur oploopt
- Voorlichting bij hitte. Wel of geen airco?
- Witte huizen, zwarte huizen?
- Verhardingspercentages tuinen afdwingen
- Uitleggen wat mensen er voor terug krijgen (groen voor de deur, parkeren aan de rand).
- Accepteert dat het warmer wordt, wil toch een lekker parkje, kansen voor de openbare ruimte.
- Regenkunst, klimaatkunst
- Educatie, filmpjes, voorbeeldtuinen, woningen
- VVV rampenvoorbereidings-tocht
- Leren van immigranten - omgekeerde integratie
- Inklimatierverseringscursus
- Beheerparticipatie
- Muurplantdag
- Collectieve tuinen
- Subsidie op autovrij wonen
- Kies voor duurzaam op eenzelfde manier als voor een dure badkamer!



A





# CONCLUSIES & ANBEVELINGEN



# CONCLUSIES

“De beste oplossing is een afwisselende inrichting van de stad.”



## Conclusies

Klimaatadaptatie is in de beleidsvorming nog een nieuw maar bovenal dynamisch thema, wat nog veel onzekerheid over bestaat. Om dit op een goede manier te incorporeren is een stapsgewijze cyclische aanpak nodig. Nevenstaand figuur toont deze stappen. Met de klimaatscan heeft de gemeente Breda de eerste stappen reeds gezet. De effecten en gevolgen zijn specifiek voor de gemeente Breda bepaald. De kaarten uit de klimaatscan maken duidelijk waar in de gemeente welke opgaven te verwachten zijn. Met verschillende workshops met beleidsmakers is voor een deel ook bewustwording in eigen organisatie gecreëerd. Voor het vervolg verdient dit nog wel verdere aandacht. Ook bestuurlijke agendering is nodig om bestuurlijk de keuze tussen acceptatie en adaptatie voor te leggen. Voor de opgaven waarvoor adaptatie gewenst is moeten vervolgens kansen worden gezocht om mee te koppelen, proefprojecten te starten en draagvlak te organiseren. Met onderstaande klimaatagenda doen we hiervoor een aantal suggesties.

## Klimaatagenda

Klimaatadaptatie is niet alleen een taak van de overheid in het algemeen en de gemeente specifiek. Gezien de vele positieve neveneffecten liggen er nadrukkelijk kansen om opgepakt te worden door bijvoorbeeld projectontwikkelaars of door burgers zelf. In de praktijk blijkt dit echter lastig omdat investeringen niet direct terugverdiend worden, de betaler een ander is dan de ontvanger of partijen zich niet bewust zijn van de noodzaak en voordelen. Voor het vergroten van de bewustwording, het toetsten of zelfs het afdwingen van klimaatadaptatiemaatregelen ligt daarom een grote rol weggelegd voor de gemeente Breda. In deze klimaatagenda gaan wij daarom nader in op de verschillende korte, midden- en lange termijn doelen die de gemeente zich zou moeten stellen.

## Incorporeren binnen eigen organisatie

Klimaatadaptatie is het meest kansrijk wanneer sprake is van een integrale aanpak en gezocht wordt naar win-win situatie. Voorwaarde hiervoor is dat elke beleidsector zich bewust is van de effecten en gevolgen van klimaatverandering en hier zijn beleiddoelen op afstemt. Door deze beleidsdoelen samen te brengen kunnen kansrijke

combinaties gevonden worden. De gemeente zou hiertoe een klimaatambassadeur binnen de gemeente moeten aanstellen die het bewustzijn binnen de verschillende beleidssectoren vergroot en adviseert over mogelijke maatregelen. Deze klimaatambassadeur zou ook deel moeten uitmaken van het projectmanagementteam zodat vroegtijdig kansen voor klimaatadaptatie in projecten kunnen worden gesignaleerd. Klimaatadaptatie wordt zo als onderwerp in planprocessen ingebracht waardoor het één van de belangen is in het afwegingsproces. Een klimaatambassadeur met kennis van zaken over de effecten en gevolgen kan voorkomen dat het ontbreken van een onderbouwde motivatie voor adaptatie-eisen er toe leidt dat klimaatadaptatie te weinig prioriteit krijgt.

## Borgen in ruimtelijk beleid

De gemeente is verantwoordelijk voor een goede ruimtelijke ordening van haar gemeente. In de verschillende instrumenten die de gemeente daarvoor tot haar beschikking heeft moet klimaatadaptatie dus een plek krijgen. Hiervoor is nodig soms een wat langere doorkijktermijn te kiezen, zodat desinvesteringen voorkomen kunnen worden. Breda werkt momenteel aan een update van de structuurvisie uit 2007.



### Samengevat:

- Het klimaat verandert en het zal steeds meer effect hebben op de stad met name op de effecten wateroverlast, droogte en hitte-eilanden.
- Nu niets doen, betekent later spijt krijgen van de gemiste kansen.
- Naarmate de jaren volgen zal ook meer ingezet moeten is vooruitzien. Daar is visie en sturing voor nodig.
- Pak de kansen bij reconstructies en in- / uitbreidingen. Start met proefprojecten en evalueer deze.

## “Zet in op blauwe lijnen, groene structuren en het ontsteden van de stad.”

- Klimaatverandering is een trend, geen hype.
- Klimaatverandering is een maatschappelijke opgave over alle sectoren heen.
- Er moet nu worden ingezet op structuurvisieniveau. Regeren gaan worden op wijkniveau, straatniveau en perceelniveau.
- Water, groen en ontsteden zijn de pijlers bij het aanpassen van de stad op de klimaatverandering.
- Maak een keuze tussen het accepteren van gevolgen van de klimaatverandering of het aanpassen van de omgeving.
- Lift mee met de groene revolutie.
- Zoek financiële win-win-situaties door een integrale benadering.
- Doorbreek de circle of blame in de bouwwereld.



Het is daarom aan te bevelen klimaatadaptatie hierin gelijk als onderwerp in mee te nemen en als afwegingscriteria meet te laten spelen bij lokatiekeuze van nieuwe ontwikkelingen. In de structuurvisie kunnen ook ruimtelijke reserveringen voor bijvoorbeeld waterberging in de toekomst gemaakt worden, of eisen ten aanzien van verdichting of percentage groene daken worden gesteld. De reserveringen die in de structuurvisie gemaakt worden kunnen in het bestemmingsplan

ook eisen ten aanzien van materialisering geregeld worden. Het beeldkwaliteitplan vormt, mits het is vastgesteld door de gemeenteraad, een beleidsregel, waardoor ook inrichting van de openbare ruimte, architectuur, stedenbouw en landschap kunnen worden getoetst. Toetsing kan –afhankelijk van de grootte en aard van het project- ook plaats vinden via de besluit- of planMER procedure. Het verdient de aanbeveling hierin toetsingcriteria voor klimaatadaptatie in op te nemen.

basis voor stedenbouwkundige ontwikkelingen. De gemeente heeft in haar GRP gekozen voor een normaal ambitieniveau. Dit houdt in dat aan de wettelijk taken wordt voldaan en bepaald wordt welke geen spijmaatregelen in het kader van klimaatverandering genomen kunnen worden. Waar nodig zullen deze deels worden uitgevoerd. Bij dit ambitieniveau wordt weliswaar een gezonde portie verhard oppervlak afgekoppeld van de riolering, maar er is relatief weinig

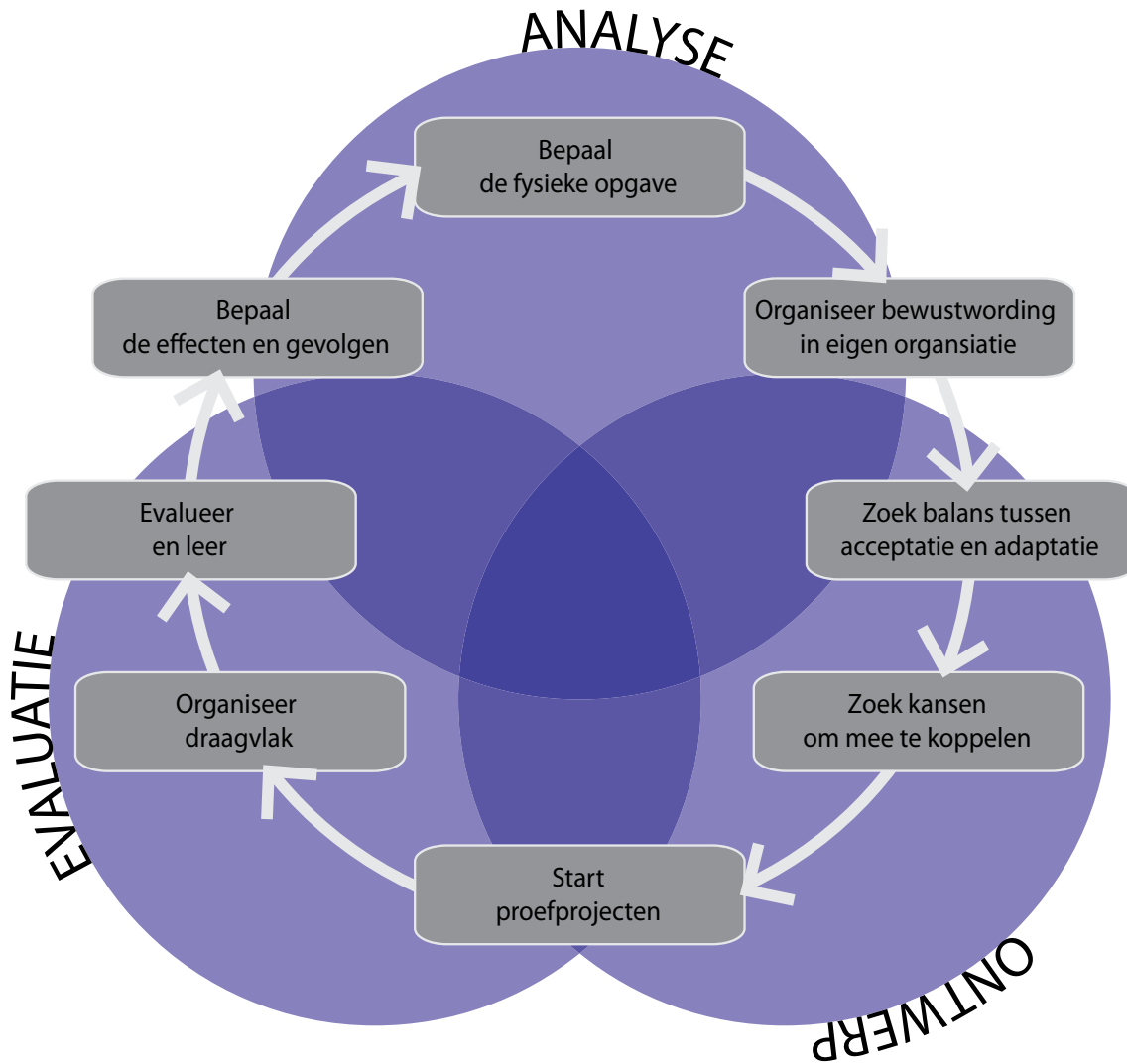
“Neem klimaatverandering zo vroeg mogelijk mee in nieuwe projecten.”

een tijdelijke bestemming krijgen. Zo kunnen reserveringen worden gewaarborgd zonder dat de ontwikkeling van de stad op slot wordt gezet. In het bestemmingsplan kunnen bijvoorbeeld ook eisen ten aanzien van oppervlakteverharding gesteld worden. Omdat het bestemmingsplan alleen het gebruik van gronden en de bouwmogelijkheden regelt, biedt het bestemmingsplan geen mogelijkheden om uitspraken te doen over de kwaliteit van de inrichting van gebieden. Hiervoor kan een beeldkwaliteitplan worden opgesteld. Zo kunnen

### 3. Borgen in sectoraal beleid

De gemeente Breda heeft in 2009 een Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan vastgesteld, waarin voor nieuwbouw en renovatieproject gescheiden riolering reeds uitgangspunt is. Ook is de gemeente -om te voorkomen dat mogelijke oplossingen onmogelijk worden gemaakt door nieuwe ontwikkelingen in en rond de stad (bijvoorbeeld door het bebouwen van groene ruimtes)- voornemens een retentievisie op te stellen. De retentievisie wordt hiermee een

aandacht voor het verhogen van de belevingswaarde van stedelijk water. Ook wordt op deze manier geen invulling gegeven aan andere effecten van klimaatverandering zoals watertekort of hittestress. Bij het opstellen van een nieuw rioleringsplan in 2013 wordt dan ook aangeraden wel in te steken op het hoogste ambitieniveau en de gewenste maatregelen door te rekenen aan de hand van de nieuwste klimaatscenario's.



**Cirkel van adaptatie** - De benodigde stappen voor klimaatadaptatie.

De gemeente Breda heeft een concept Visie water en vrijetijdsbesteding opgesteld. Deze visie speelt in op de aantrekkelijke en kansrijke plekken langs het water en onderschrijft het belang van water voor verkoeling bij een toename van de zomertemperaturen in de zomer. Ook de ingrepen die nodig zijn in de Zuidwestelijke Delta om de veiligheid en zoetwatervoorzieningen onder klimaatverandering te garanderen worden aangegrepen om werk met werk te maken. Breda kan dan ook als vaarbesteding haar rol in de Delta vervullen, wat gezien de toenemende vraag naar recreatie een waardevolle investering is. Aanbevolen wordt dan het voorgestelde beleid te continueren en waar mogelijk verder uit te bouwen.

De gemeente heeft een belangrijke taak op het gebied van gezondheidszorg. Breda heeft in de Beter Breda Nota lokaal beleid volksgezondheid verschillende speerpunten genoemd waarvoor doelstelling geformuleerd zijn. De nota zal in 2011 worden herzien. Gezien de gezondheidseffecten die klimaatverandering met zich mee brengt is het verstandig bij herziening van de nota ook aandacht aan de effecten van hittestress te besteden. Gedacht kan worden

voorlichtingprojecten maar aan ook ingrepen in de fysieke omgeving en aandacht bij de lokatiekeuze van kwetsbare voorzieningen zoals bejaarden-, en ziekenhuizen.

Momenteel is Breda bezig met het opstellen van een nieuw grond- en hemelwaterbeleidsplan. Hierin worden verschillende gebiedstypologieën uitgewerkt die sturend zijn voor het gewenste beleid. Zo wordt in hoge en droge gebieden ingezet in infiltratie, terwijl bij laaggelegen gebied wordt ingezet op bovengronds bergen en afvoeren. Ingezet wordt op een innovatief beleid dat verder gaat dan de wettelijke taken van de gemeente. Het is hierbij raadzaam de verandering van het grondwatersysteem op de langere termijn in ogenschouw te nemen zodat de effectiviteit van het voorgestelde beleid hier

grondwateronttrekking voor de berekening toenemen.

#### 4. Borgen in projecten

Bij de start van nieuwe projecten is van belang te kijken of de effecten van klimaatverandering hier een rol spelen. Wanneer dit het geval is het raadzaam reeds in een vroeg stadium van het ontwerpproces dit op te nemen in het programma van eisen en te inventariseren welke maatregelen genomen zouden kunnen worden. Ook bij reeds bestaande projecten zou gekeken moeten worden of op eenvoudige wijze klimaatadaptatie maatregelen ingepast kunnen worden. Voorbeelden hiervan zijn de projecten Groenplan Binnenstad, het Rithmeesterpark en Bouverijen.


Het Groenplan Binnenstad omvat een toolbox voor

“Zorg voor borging in het ruimtelijke beleid.”

aan kan worden getoetst. Door de toename van de temperatuur en de verdamping in de zomer zal bijvoorbeeld zowel de grondwateronttrekking voor de bereiding van drinkwater als de

groenvoorzieningen in de Bredase binnenstad en onderbouwt deze met de economische en kwalitatieve meerwaarde. Om de win-win van dergelijke voorzieningen aan te tonen zouden hieraan





Rol gemeente	Verlangde prestatie	Rol burger
Politieke organisatie	Herkenbaar, aanspreekbaar	Kiezer
Dienstverlener	Burgergericht, pro-actief	Klant
Regeltoepasser en handhaver	Consequent, voorspelbaar	Onderdaan
Ontwikkelaar	Visionair, gericht op partnerschap	Partner
Beheerder	Rationeel, flexibel	Gebruiker

*Tabel: Verschillende rollen van de gemeenten*

*Bron: Hiemstra, J. Presterende gemeenten, Kluwer, 2003*

ook argumenten vanuit klimaatverandering aan toegevoegd kunnen worden.

Bedrijventerrein Rithmeesterpark is een innovatief bedrijventerrein, met meervoudig ruimtegebruik, dat landelijk als voorbeeldproject kan dienen. Vanwege de voorbeeldfunctie en de strategische ligging langs de A16 zouden de toepassing van klimaatadaptatiemaatregelen in het kader van een pilotproject hier voor de hand liggend zijn.

Ook de nieuwe woonwijk Bouverijen zou als pilotproject aangewezen kunnen worden. Hier wordt het stedenbouwkundige plan reeds bepaald door groenstructuren en hoogteverschillen in maaiveld. Bij de laanbeplanting van de groenstructuren kan geëxperimenteerd worden met bomen die enerzijds zoninval in de winter mogelijk maken, maar in de zomer de zoninstraling minimaliseren zonder dat de luchtkwaliteit hierdoor verslechterd. Een speciale watervoorziening kan er voor zorgen dat water dat afstroomt via verhard oppervlak worden opgevangen zodat de bomen ook in tijden van langdurige droogte van water kunnen worden voorzien. De verschillen in maaiveldhoogte bieden mogelijkheden voor multifunctionele waterbergingslocaties zoals

bijvoorbeeld een waterspeeltuin in de lageregelegen gebied. Hiermee kan het hemelwaterriool aanzienlijk verkleind worden.

## 5. Betrekken van stakeholders

De succesvolle Bredase klimaatop heeft vervolg gekregen in klimaatfabels. Voor de gesprekken worden diverse partijen zoals projectontwikkelaars, installateurs, banken en woningbouwcorporaties uitgenodigd. De klimaatfabels zijn tot op heden echter vooral gericht op projecten die de CO<sub>2</sub> uitstoot kunnen verlagen. Op basis van de klimaatfabels zouden ook klimaatfabels georganiseerd kunnen worden die bijvoorbeeld de klimaatbestendigheid van de woonomgeving centraal stellen.

Op initiatief van de GGD is er samen met het Rode Kruis, Nivel, GGZ, Patiëntorganisaties, de Provincie Noord-Brabant, Woningbouwverenigingen en Zorginstellingen een alliantie Gezondheid en klimaatverandering opgericht. De alliantie heeft als doel met elkaar concreet inzicht geven in de te verwachten negatieve effecten van klimaatverandering en op basis van dit inzicht een adaptatiestrategie opstellen met maatregelen en gedragsadviezen. Het onderzoek heeft zich het afgelopen jaren

gericht op de gemeente Tilburg. In navolging hiervan zou Breda een zelfde insteek kunnen kiezen.

## 6. Bewustwording en voorlichting

Op de bewustwording bij kinderen te vergroten kan gedacht worden aan lespakketten speciaal gericht op klimaatadaptatie. De gemeente Breda heeft onder de vlag Gezonde school al verschillende projecten gestart om kinderen in aanraking te laten komen met verschillende maatschappelijke thema's. De meeste schoolgebouwen zijn eigendom van de gemeente. De gemeente Breda kan zelf het goed voorbeeld geven voor deze schoolpleinen in plaats van helemaal verhard groen of zelfs als waterplein in te richten. Hierbij slaat de gemeente drie vliegen in een klap: kinderen kunnen spelen in een natuurlijke omgeving, worden zich bewust van noodzakelijke adaptatiemaatregelen en een deel van de klimaatopgaven kan binnen de gemeente worden opgelost. Op kan gedachte worden aan een prijsvraag die onder kinderen worden ugeschreven. Breda zou in navolging van de gemeente Eindhoven een Ontwerpwedstrijd 'groen op je schoolplein' kunnen organiseren.







Naast kinderen moeten ook volwassen bewust gemaakt worden van de noodzaak tot adaptatie. Dit kan met goede voorlichting over pilotprojecten via huis-aan-huisbladen maar bijvoorbeeld ook daar subsidies te verstrekken voor het afkoppelen van het eigen dakoppervlak of het ondersteunen van initiatieven voor het vergroenen van de wijk. Verschillende gemeenten, waaronder Arnhem en Nijmegen hebben hier reeds goede ervaringen mee opgedaan. Deze twee gemeenten hebben een waterservicepunt dat bewoners gratis advies geeft over het afkoppelplan. Een rekensommetje leert dat afkoppeling flink helpt bij het afvoeren van water. Bij een dak van 50 vierkante meter wordt jaarlijks 35.000 liter regenwater opgevangen en afgevoerd, dat anders in het riool zou verdwijnen.

### 7. Samenwerken binnen Brabantstad

Het initiatief voor de Bredase klimaatscan is ontstaan binnen de Klimaatladder Brabantstad, waaronder verschillende klimaatprojecten (mitigatie en adaptatie) worden opgepakt. Hoewel de adaptatieopgaven die uit de klimaatscan komen gemeentespecifiek zijn, is het uitbouwen van deze samenwerking zeer wenselijk

omdat op deze manier uitwisseling van kennis en ervaring in de projecten opgedaan kan worden. Omdat adaptatie veel meer dan mitigatie vraagt om een integrale aanpak en een ander type projecten, verdient het de aanbeveling deze twee klimaatsporen van elkaar te scheiden. Hiervoor zijn reeds initiatieven op bestuurlijk niveau, daarbij is vanwege de integrale aanpak een wethouder RO als trekker van het adaptatiespoor de meest aangewezen persoon.

### 8. Aansluiten bij regionale initiatieven

Naast samenwerking binnen Brabantstad is het raadzaam aansluiting te zoeken bij regionale initiatieven. Een voorbeeld is het project Deltaplan Hoge Zandgronden waarin de Brabantse en Limburgse waterschappen en provincies samen met maatschappelijke organisaties gezamenlijk werken aan een klimaatbestendig regionaal watersysteem en ruimtelijke inrichting in Noord-Brabant en Limburg. De oplossingen voor stedelijke klimaatopgaven kunnen deels gezocht worden in het landelijke gebied. Denk aan recreatievoorzieningen maar ook aan waterbergingsgebieden die zowel een oplossing vormen voor de wateroverlast in de stad als de verdroging van natuur- en landbouwgebieden.

### 9. Wenkend toekomstperspectief

Voor de langere termijn is niet voldoende alleen in te zetten op het laaghangende fruit. Voor een robuuste adaptatiestrategie die ook op de langere termijn houdbaar is, zal Breda een visie moeten ontwikkelen waarin klimaatadaptatie onlosmakelijk verweven is met de ziel van de stad. In het kader van het klimaatproof maken van de structuurvisie is dan ook aanbevelingswaardig een droomsessie te organiseren waarin een wenkend toekomstperspectief voor de lange termijn (bijvoorbeeld 2100) wordt geschetst. Op basis van dit wenkende perspectief kan met behulp van de backcasting methode worden bepaald welke stappen nu reeds genomen kunnen worden om dit doel te bereiken. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van de klimaatdata uit de klimaat-effectatlas die voor 2100 beschikbaar zijn.



# Referenties

Aerts, J., T. Sprong, et al. (2008). Aandacht voor veiligheid, Leven met Water [etc.].

Beersma, J., T. A. Buishand, et al. (2004). Droog, droger, droogst - bijdrage aan de tweedefase van de droogtestudie Nederland, KNMI.

Bessembinder, J. (2008). Extreme klimaatverandering en waterveiligheid in Nederland, KNMI

Bessembinder, J. (2009). Klimaatschetsboek Nederland - het huidige en toekomstige klimaat. De Bilt, KNMI.

Brinke, W. t., J. v. Deen, et al. (2008). Onze Delta - Feiten, Mythen en Mogelijkheden Staat en Toekomst van de Delta 2008 - eerste stap. Delft, Deltares.

Dorland, R. v., B. Jansen, et al. (2008). De Staat van het Klimaat 2007. De Bilt/Wageningen, PCCC.

Gaast, J. W. J. v. d., H. T. L. Massop, et al. (2009). Effecten van klimaatverandering op de watervraag in de Nederlandse groene ruimte : analyse van de waterbeschikbaarheid rekeninghoudend met de freatische grondwaterstand Centrum Bodem (ALTErrA - Research Institute for the Green World) Centrum Water en Klimaat (ALTErrA - Research Institute for the Green World).

Goosen, H., L. Stuyt, et al. (2009). Klimateffectatlas 1.0 - Algemeen, Alterra, DHV, KNMI.

Groot, M. d., L. Stuyt, et al. (2009). Klimateffectatlas 1.0 - Klimaatscan structuurvisie, DHV, Alterra.

Heijboer, D. and J. Nellestijn (2002). Klimaatatlas van Nederland. De normaalperiode 1971-2000, KNMI.

Hoogvliet, d. M. C., i. N. Goorden, et al. (2010). Knikpunten in het waterbeheer van het Maasstroomgebied als gevolg van klimaatverandering, Deltares, Royal Haskoning.

Immerzeel, W., H. Goosen, et al. (2010). "Klimaat Atlas: ontwikkeling wateroverlastkaarten." H2O.

Katsman, C. A., W. Hazeleger, S.S. Drijfhout, G.J. van Oldenborgh and G.J.H. Burgers, (2008). "Climate scenarios of sea level rise for the northeast Atlantic Ocean: a study including the effects of ocean dynamics and gravity changes induced by ice melt " Climatic Change.

KNMI (2008). De toestand van het klimaat in Nederland 2008.

Kleerekoper, L. (2009). Design Principles for Urban Heat Management, TU Delft, Builddesk.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005). Veiligheid Nederland in Kaart - Hoofdrapport, Rijkswaterstaat.

Solomon, S., D. Q. M. Manning, et al. (2007). Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, IPCC.

Tank, A. K. and G. Lenderink (2009). Klimaatverandering in Nederland; Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's. De Bilt, KNMI.



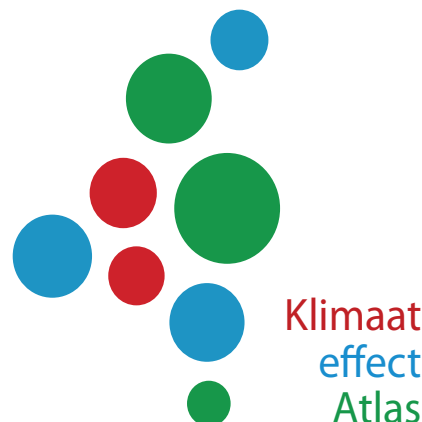
# Colofon

## Klimaatladder Brabant Stad

Onder de titel 'Klimaatladder Brabant Stad' wordt door de B5-gemeenten en de provincie Noord-Brabant intensief samengewerkt aan projecten op het gebied van klimaatmitigatie (verminderen uitstoot broeikasgassen) en

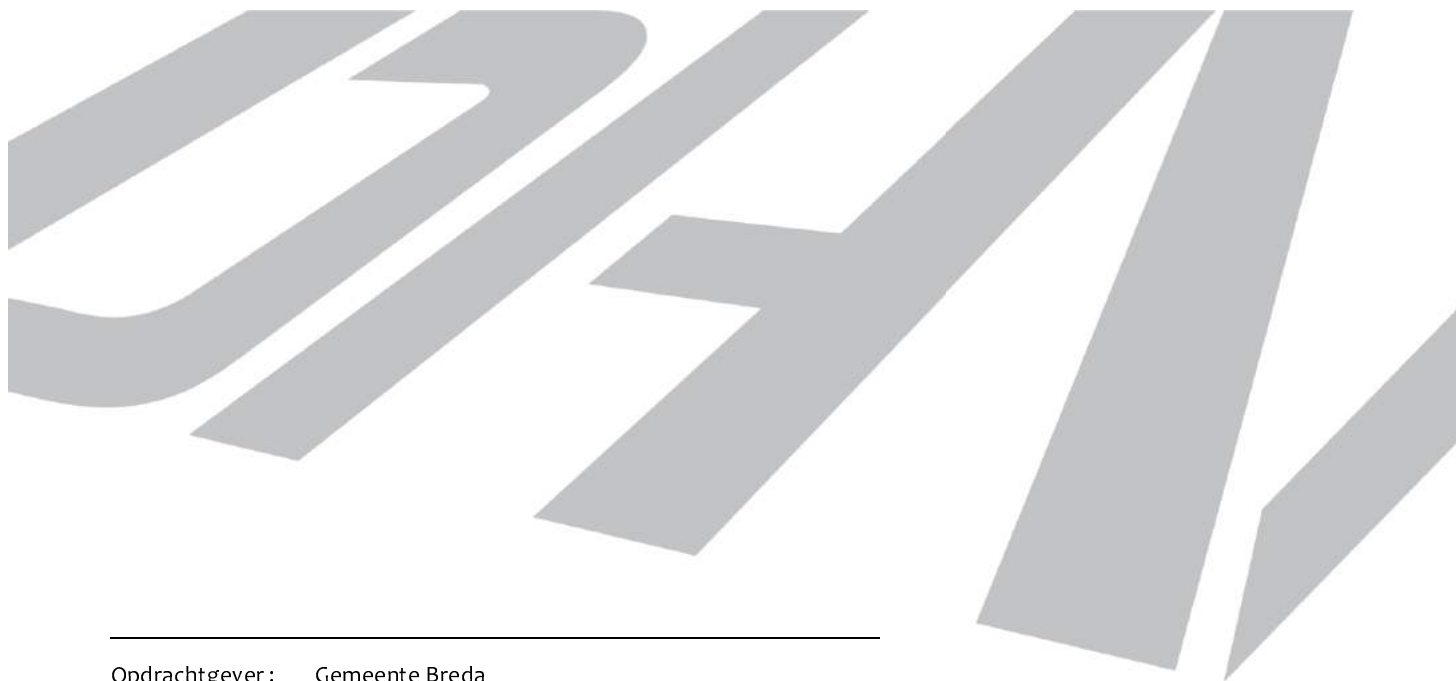
klimaatadaptatie (aanpassen aan de klimaatverandering). In dat kader hebben de gemeenten Breda, Helmond en 's-Hertogenbosch een klimaatadaptatiescan laten uitvoeren. Deze scan brengt in kaart wat de effect van klimaatverandering voor de drie

steden zijn en welke kansen en bedreigingen deze effecten voor elk van de drie steden met zich meebrengen. De scan gaat ook in op welke maatregelen de steden zouden kunnen nemen en hoe groot de urgentie is.



© DHV B.V. Niets uit dit drukwerk mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV B.V. is gecertificeerd volgens ISO 9001.



---

Opdrachtgever : Gemeente Breda  
Project : Klimaatscan B5  
Dossier : D0212-01-001  
Auteurs : DHV B.V. ir. M.A.M. de Groot en ir. P.M.M. Dicker  
Projectleider : DHV B.V. ir. P.M.M. Dicker  
Datum : 30 november 2010  
Versie: Definitief

---





A photograph of a canal with a grassy bank, trees, and buildings in the background. The canal is in the foreground, with a grassy bank on the right side. A row of trees is planted along the bank, and a road with cars and buildings is visible in the background. The sky is clear and blue.

# BIJLAGEN

# TOETSINGSKLASSEN

**Tabel 1 - Data**

NR	Indicator	Huidig	2050	Scenario	Bestand
1	Overschrijdingsfrequentie per dijkkring	x	x	W+	
2	Maximale waterdiepte bij doorbraak van primaire kering	x			
3	Afstand tot de primaire kering	nvt	nvt		
8	Kans op wateroverschot door extreme neerslag (24h) voor verschillende herhalingstijden (landelijke gebied)		x	W	
9	Waterdiepte door extreme neerslag (24h) voor verschillende herhalingstijden (landelijke gebied)		x	W	
12	Vochttekort (gras)	x	x	W+	
13	Vochttekort (bos)	x	x	W+	
14	Overschrijdingsfrequentie en –duur van de chlorideconcentratie per inlaatpunt	x	x	W+	
15	Zoutvracht van grondwater naar oppervlaktewater		x	W+	
16	Accumulatie van warmte				
17	Aantal tropische dagen	x	x	W+	
18	Percentage verharding per 250*250m grids				
19a	Concentratie NO2	x			
19b	Concentratie PM10	x			
20	LGN 5				
21	Natuurdoeltypenkaart				
22	Top10Vector				

	Oorspronkelijke bronhouder	Opmerkingen
	VU Amsterdam, Waterdienst	
	Waterdienst	
	Waterdienst	
	Future Water	
	Future Water	
	Alterra	
	Alterra	
	Waterdienst	
	Deltares	
		samenstelling van 17 en 18
	knmi	
		Via Top10
		saneringstool.nl
		saneringstool.nl



# INDICATOREN

Tabel 2 - Effectindicatoren

Toetsings- klasse	Overstroming primair			Water- overlast	Watertekort en verzilting	
	Overschrijdings- frequentie primaire kering	Over- stromings- diepte primair	Stroomsnelheid (afstand tot kering)	Inundatie- diepte	Grondwater	
					Verschil tov H (kg/ha/jaar)	
5 = hoog	> 1/1250	>2 m	< 1 km	> 40 mm	Toename zoutvracht > 1000	
4	1/1250	0,8 – 2 m		30-40mm	Toename zoutvracht 500 – 1000	
3	1/2000	0,5-0,8 m	1-5 km	20-30 mm	Toename zoutvracht 100 – 500	
2	1/4000	0,2-0,5 m		10-20 mm	Toename zoutvracht 0 – 100	
1 = laag	> 1/4000	0-0,2 m	> 5 km	0-10 mm	Afname zoutvracht	
0 = geen effect	Geen dijkkring	Geen water	Geen dijkkring	Geen water	Geen toe- of afname zoutvracht	

Watertekort en verzilting		Warmte				
Grondwater	Oppervlakte water	Accumulatie van warmte		Luchtkwaliteit		
Bodemvochttekort	Infrastructuur voor wateraanvoer obv fysisch geografische regio's	Tropische dagen (>30 *C)	Percentage verharding	Accumulatie van warmte	GCN waarde NOx	GCN waarde PM10
> 200 mm	Afwezig	>20	> 80%	zeer groot	> 35	> 30
150-200 mm		16-20	60-80%	groot	30-35	32.5-35
100-150 mm		11-15	40-60%	gemiddeld	25-30	30-32.5
50-100 mm		6-10	20-40%	laag	20-25	27.5-30
0-50 mm	Aanwezig	1-5	< 20 %	zeer laag	< 20	< 27.5
Geen tekort						

#### Legenda

5	Functie is zeer gevoelig voor effecten van klimaatverandering
4	Functie is gevoelig voor effecten van klimaatverandering
3	Functie is weinig gevoelig voor effecten van klimaatverandering
2	Functie is robuust voor effecten van klimaatverandering
1	Functie is zeer robuust voor effecten van klimaatverandering
	Er is geen klimaateffectdata bekend
0	Er treedt geen klimaateffect op

**Tabel 3 - Gevoeligheidsindicatoren Landbouw**

Landgebruik (volgens LGN)		Overstroming		Wateroverlast	
Landbouw (L)		Geinvesteerd kapitaal	Vernatting	Geinvesteerd kapitaal	Vernatting
		G_O_L_GI	G_O_L_VN	G_I_L_GI	G_I_L_VN
1	Gras	2	2	2	2
2	Mais	2	3	2	3
3	Aardappelen	2	3	2	3
4	Bieten	2	3	2	3
5	Granen	2	3	2	3
6	Overige landbouwgewassen	2	4	2	4
8	Glastuinbouw	4	4	4	4
9	Boomgaard	2	4	2	4
10	Bollen	2	4	2	4

**Tabel 4 - Gevoeligheidsindicatoren Stedelijk Gebied**

Stedelijk (S)		Overstroming		Wateroverlast
		Geinvesteerd kapitaal	Bevolkings- dichtheid	Geinvesteerd kapitaal
		G_O_S_GI	G_O_S_BD	G_I_S_GI
18	stedelijk bebouwd gebied	5	5	5
19	bebouwing in buitengebied	4	3	4
20	loofbos in bebouwd gebied	1	1	1
21	naaldbos in bebouwd gebied	1	1	1
22	bos met dichte bebouwing	5	4	5
23	gras in bebouwd gebied	1	1	1
24	kale grond in bebouwd buitengebied	1	1	1
25	Wegen	3	5	3
26	bebouwing in agrarisch gebied	4	3	4



	Watertekort en verzilting			Warmte	
	Droogte-gevoeligheid	Waterkwaliteit-eisen	Zout-gevoeligheid	Hoge temperatuur	Ziekten en plagen
	G_T_L_DG	G_T_L_WK	G_T_L_ZG	G_W_L_HT	G_W_L_ZP
	3	4	2	-1	3
	3	3	3	-1	3
	5	3	3	4	4
	3	3	3	-1	4
	3	3	3	-1	4
	4	4	4	-1	1
	5	5	5	4	1
	4	4	5	4	4
	4	4	5	1	4

	Watertekort en verzilting			Warmte	
	Droogte-gevoeligheid	Waterkwaliteit-eisen	Zout-gevoeligheid	Hittestress	Gezondheid
	G_T_S_DG	G_T_S_WK	G_T_S_ZG	G_W_S_HS	G_W_S_GH
	1	1	1	5	5
	3	3	3	3	3
	2	2	2	1	1
	2	2	2	1	1
	2	2	3	1	1
	2	2	2	3	1
	1	2	1	3	1
	1	1	1	3	1
	3	3	3	2	1

**Tabel 5 - Gevoeligheidsindicatoren Water**

Water (W)		Overstroming		Wateroverlast	
		Waterkwaliteit	Fluctuatie waterstand	Waterkwaiteit	Fluctuatie waterstand
		G_O_W_WK	G_O_W_FW	G_I_W_WK	G_I_W_FW
16	zoet water, stilstaand	3	1	3	1
16	zoet water, stromend	3	1	3	1
17	zout water	1	1	1	1

**Tabel 6 - Gevoeligheidsindicatoren Natuur**

Ecosysteem	Natuur-doeltype nr	Natuur-doeltype
data: 21		
beekboslandschap	101	
beekboslandschap	102	
zandboslandschap	102	
duinlandschap	103	
getijdegebied	104	
getijdegebied	105	
zee	106	
zandboslandschap	201	
zandboslandschap	202	
beekboslandschap	203	
rivierenlandschap	204	
rivierenlandschap	205	
laagveenlandschap	206	
laagveenlandschap	207	
zeekleilandschap	208	
zeekleilandschap	209	
zeekleilandschap	210	
zeekleilandschap	211	
duinlandschap	212	
nat schraalland	213	
zilt grasland, buitendijks	213	
meren	214	

	Watertekort en verzilting		Warmte
	Waterkwaiteit	Fluctuatie waterstand	Waterkwaiteit
	G_T_W_WK	G_T_W_FW	G_W_W_WK
	5	1	5
	3	1	3
	1	1	1

	Overstroming		Wateroverlast		Watertekort en verzilting			Temperatuur	
	Oppervlakte verlies	Ruimtelijke samenhang	Fluctuatie waterstand	Ruimtelijke samenhang	Droogte gevoelig	Zout gevoelig	Ruimtelijke samenhang	Warmte stress	Ruimtelijke samenhang
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	5	4	5	1	1	5	1	5
	4	0	1	0	4	1	0	4	0
	4	0	4	0	1	1	0	1	0
	4	0	4	0	1	1	0	1	0
	1	0	1	0	1	1	0	4	0
	1	5	4	5	1	1	5	1	5
	1	5	4	5	1	1	5	1	5
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	4	0	-1	0	1	3	0	1	0
	4	0	-1	0	1	3	0	1	0
	4	0	1	0	4	4	0	4	0
	4	0	1	0	4	4	0	4	0
	4	0	4	0	4	4	0	4	0
	4	0	4	0	4	4	0	4	0
	4	0	4	0	4	4	0	4	0
	4	0	4	0	4	4	0	4	0
	4	0	4	0	4	4	0	4	0
	4	0	1	0	4	1	0	4	0
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	4	0	1	0	1	1	0	1	0
	1	3	4	3	4	1	3	4	3



Ecosysteem	Natuur- doeltype nr	Natuur-doeltype	
data: 21			
meren	215		
getijdegebied	216		
getijdegebied	217		
beek	301	Droogvallende bron en beek	
overig stromend en stilstaand water	301		
beek	302		
overig stromend en stilstaand water	302		
beek	303		
overig stromend en stilstaand water	303		
beek	304		
overig stromend en stilstaand water	304		
beek	305		
overig stromend en stilstaand water	305		
overig stromend en stilstaand water	306	Langzaam stromende bovenloop	
beek	306		
beek	307		
overig stromend en stilstaand water	307		
overig stromend en stilstaand water	308	Langzaam stromend riviertje	
beek	308		
overig stromend en stilstaand water	309		
rivierenlandschap	309		
rivierenlandschap	310	Langzaam stromende rivier en nevengul	
overig stromend en stilstaand water	310		
overig stromend en stilstaand water	311	Zoet getijdenwater	
rivierenlandschap	311	Zoet getijdenwater	
brak water	312	Brak getijdenwater	
overig stromend en stilstaand water	312	Brak getijdenwater	
brak water	313	Brak stilstaand water	
overig stromend en stilstaand water	313	Brak stilstaand water	
stilstaande wateren	314	Gebufferde poel en wiel	

	Overstroming		Wateroverlast		Watertekort en verzilting			Temperatuur	
	Oppervlakte verlies	Ruimtelijke samenhang	Fluctuatie waterstand	Ruimtelijke samenhang	Droogte gevoelig	Zout gevoelig	Ruimtelijke samenhang	Warmte stress	Ruimtelijke samenhang
	1	3	4	3	4	1	3	4	3
	4	0	4	0	1	1	0	1	0
	4	0	4	0	1	1	0	1	0
	1	5	4	5	4	5	5	4	5
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	5	4	5	4	5	5	4	5
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	5	4	5	4	5	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	4	0	-1	0	1	3	0	1	0
	4	0	-1	0	1	5	0	1	0
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	4	0	-1	0	1	1	0	1	0
	1	0	4	0	1	-1	0	1	0
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	0	4	0	1	-1	0	1	0
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	3	1	3	4	5	3	4	3

Ecosysteem	Natuur- doeltype nr	Natuur-doeltype	
data: 21			
overig stromend en stilstaand water	315	Gebufferde sloot	
overig stromend en stilstaand water	316	Dynamisch rivierbegeleidend water	
stilstaande wateren	317	Geïsoleerde meander en petgat	
grote wateren	318	Gebufferd meer	
overig stromend en stilstaand water	319	Kanaal en vaart	
ven en duinplas	320	Duinplas	
overig stromend en stilstaand water	320		
overig stromend en stilstaand water	321	Zwak gebufferde sloot	
ven en duinplas	322	Zwak gebufferd ven	
overig stromend en stilstaand water	322		
overig stromend en stilstaand water	323		
ven en duinplas	323		
moeras	324	Moeras	
moeras	325	Natte strooiselruigte	
nat schraalland	326	Natte duinvallei	
zeer nat schraalland	327	Trilveen	
zeer nat schraalland	328	Veenmosrietland	
nat schraalland	329	Nat schraalland	
nat schraalland	330		
nat schraalland	331	Dotterbloemgrasland van veen en klei	
nat, matig voedselrijk grasland	332	Nat matig voedselrijk grasland	
droog schraalgrasland	333		
droog schraalgrasland	334	Droog kalkarm duingrasland	
droog schraalgrasland	335	Droog klakrijk duingrasland	
kalkgrasland	336		
bloemrijk grasland op zand/veen	337		
bloemrijk grasland op zand/veen	338	Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied	
bloemrijk grasland op klei	339	Bloemrijk grasland an het rivier- en zeekleigebied	



	Overstroming		Wateroverlast		Watertekort en verzilting			Temperatuur	
	Oppervlakte verlies	Ruimtelijke samenhang	Fluctuatie waterstand	Ruimtelijke samenhang	Droogte gevoelig	Zout gevoelig	Ruimtelijke samenhang	Warmte stress	Ruimtelijke samenhang
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	3	1	3	4	5	3	4	3
	-1	0	-1	0	1	5	0	1	0
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	2	1	4	1
	1	1	4	1	4	2	1	4	1
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	5	4	5	4	2	5	4	5
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	1	1	4	5	1	1	1
	1	1	1	1	4	5	1	1	1
	1	1	4	1	4	5	1	4	1
	1	1	4	1	4	1	1	4	1
	1	1	4	1	4	4	1	4	1
	1	0	1	0	4	1	0	4	0
	1	3	1	3	4	1	3	-1	3
	1	3	1	3	4	5	3	-1	3
	1	3	1	3	4	1	3	-1	3
	1	3	1	3	4	1	3	1	3
	1	3	1	3	4	1	3	1	3
	1	3	1	3	4	1	3	1	3
	1	3	1	3	1	1	3	1	3

Ecosysteem	Natuur- doeltype nr	Natuur-doeltype	
data: 21			
zilt grasland, buitendijks	340	Kwelder, slufte en groen strand	
zilt grasland, binnendijks	341	Binnendijks zilt grasland	
natte heide	342	Natte heide (moerasheide)	
natte heide	343	Natte duinheide	
hoogveen	344		
droge heide	345		
droge heide	346	Droge duinheide	
zandverstuiving	347		
duinlandschap	348	Strand en stuivend duin	
	351	Akker van basenarme gronden	
	354	Zoom, mantel en droog struwel van de duinen	
griend (nat)	355	Wilgenstruweel	
middenbos (droog)	356	Eikenhakhout en -middenbos	
middenbos (droog)	357	Elzen-essenhakhout en -middenbos	
middenbos (droog)	358		
middenbos (droog)	359	Eiken-haagbeukenhakhout en -middenbos van zandgronden	
middenbos (droog)	360	Park-stinzenbos	
griend (nat)	361	Ooibos	
bos van klei	361		
bos van veen	362	Laagveenbos	
bos van veen	363	Hoogveenbos	
bos van arme gronden	364	Bos van arme zandgronden	
bos van rijke gronden	365	Eiken- en beukenbos van lemige gronden	
bos van klei	366	Bos van voedselrijke vochtige gronden	
bos van bron en beek	367	Bos van bron en beek	
bos van rijke gronden	368		
bos van rijke gronden	369	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	

	Overstroming		Wateroverlast		Watertekort en verzilting			Temperatuur	
	Oppervlakte verlies	Ruimtelijke samenhang	Fluctuatie waterstand	Ruimtelijke samenhang	Droogte gevoelig	Zout gevoelig	Ruimtelijke samenhang	Warmte stress	Ruimtelijke samenhang
	4	0	1	0	1	1	0	1	0
	4	0	1	0	3	1	0	1	0
	1	5	1	5	4	5	5	4	5
	1	5	1	5	4	5	5	4	5
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	3	1	3	4	1	3	4	3
	1	3	1	3	4	5	3	4	3
	1	3	1	3	-1	1	3	-1	3
	4	0	1	0	4	2	0	4	0
				0		4	0		0
				0		3	0		0
	1	5	1	5	4	1	5	4	5
	1	5	1	5	4	1	5	4	5
	1	5	1	5	4	4	5	4	5
	1	5	1	5	4	1	5	4	5
	1	5	1	5	4	3	5	4	5
	1	5	1	5	4	3	5	4	5
	1	5	1	5	4	3	5	4	5
	1	5	1	5	4	1	5	4	5
	1	5	1	5	4	5	5	4	5
	1	5	1	5	4	5	5	4	5
	1	3	1	3	4	3	3	1	3
	1	5	4	5	4	4	5	4	5
	1	5	1	5	4	4	5	4	5
	1	5	1	5	4	3	5	4	5
	1	5	4	5	4	1	5	4	5
	1	5	4	5	4	3	5	4	5





10 EURO  
EYPO

0034978

50



EKT EKP 2002

50

# FINANCIËLE SCENARIOS



# PROBLEMATIEK

## Voorbeeld

### Stap 1: Definitie van de maatregel

Een voorbeeld is het aanbrengen van een groen dak op een kantoorgebouw om te besparen op de energiekosten.

### Stap 2: Uitwerken van de effecten (KBA)

Het in stap 1 beschreven voorbeeld leidt tot de volgende baten: jaarlijkse besparing in de energiekosten, jaarlijkse besparing in kosten voor onderhoud van het dak, waardestijging van het vastgoed en lagere uitstoot van CO<sub>2</sub>. Daarnaast zijn er de volgende kosten: eenmalige investering in het dak en kosten voor aanvullende opleiding onderhoudsploeg. Het eindresultaat van de KBA leidt tot een positief

b  
a  
t  
e  
n  
  
k  
o  
s  
t  
e  
n

kosten-batensaldo (zie figuur), wat betekent dat de maatregel meerwaarde heeft en realisatie wenselijk is.

### Stap 3: Stakeholderanalyse

In het voorbeeld uit de stappen 1 en 2 is een aantal partijen te onderscheiden (stakeholders):

1. Onderhoudsbedrijf dat het dak onderhoudt. Dit bedrijf heeft een langlopend contract met de eigenaar van het kantoor en krijgt een vast bedrag per jaar voor het onderhoud. Door het aanbrengen van het groene dak heeft dit bedrijf veel besparingen (b1) omdat het dak minder frequent onderhouden hoeft te worden. Daar staan kosten tegenover (k1) voor een aanvullende opleiding voor het personeel. Deze kosten zijn aanzienlijk lager dan de baten.

2. Eigenaar van het kantoor. De eigenaar van het kantoor draagt de volledige kosten voor het aanbrengen van het groen dak (k2). Dit leidt tot een waardetoename van het kantoor (b1), maar die waardetoename kan pas verzilverd worden als het langlopende huurcontract met de huurder beëindigd is. De kosten voor de eigenaar van het kantoor zijn aanzienlijk hoger dan de resulterende waardetoename in de toekomst. Daarom zal de eigenaar van het kantoor geen enkele prikkel hebben om deze maatregel te realiseren.

b4  
b3  
b2  
b1  
k2  
k1

(vervolg zie pagina 138)

### De circle of blame

Technieken om een gebouw energiezuinig te maken, bestaan al jaren. De daarvoor benodigde installaties zijn weliswaar duurder, maar de energierekening is daarmee ook zoveel lager te krijgen, dat zo'n investering meestal in minder dan tien jaar kan worden terugverdiend. Toch staat Nederland niet vol met energiezuinige gebouwen. Waarom niet? De verklaring ligt in het traditionele businessmodel van de meeste vastgoedontwikkelaars. Om een gebouw te bouwen heb je drie dingen nodig: positie, product en huurder. Als een projectontwikkelaar een stuk grond heeft waarop hij mag

huurder zelf. Daar hebben de ontwikkelaar en de belegger niets mee te maken. Probleem in dit businessmodel is dat het voordeel van een duurzamer gebouw over verschillende partijen moet worden verdeeld. Een vicieuze cirkel die in de vastgoedwereld de circle of blame wordt genoemd. Hetzelfde geldt voor de aanleg van openbaar groen. De circle of blame is te doorbreken door een gedwongen samenwerking tussen de projectontwikkelaar, investeerder en architect tegelijk. De opdrachtgever of gemeente stelt daarbij harde randvoorwaarden over de invulling van de duurzame wijk, of het duurzame gebouw. Een andere invalshoek

### Partijen laten samenwerken

De kost gaat voor de baat uit. Uitgangspunt is dat voor iedere stakeholder de baten hoger moeten zijn dan de kosten. In dat geval zal iedere stakeholder graag meewerken aan de maatregel en kunnen het opstellen van een businesscase en de realisatie relatief makkelijk tot stand komen. Als de kosten hoger zijn dan de baten is het initiatief ten dode opgeschreven.

### Kosten-batenanalyse

De beste manier om de kosten en baten inzichtelijk te maken is een kosten-batenanalyse (KBA). Met behulp van de KBA worden zoveel mogelijk effecten

“De partij die moet betalen voor energiebesparing is vaak niet de partij die er van profiteert.”

bouwen, laat hij een architect een voorlopig ontwerp maken en zoekt daar huurders bij. Als hij een flink deel verhuurd heeft, zeg 50 procent, gaat hij naar een belegger. Die koopt het virtuele pand. Pas daarna gaat de aannemer aan de slag. Energiekosten maken geen onderdeel uit van dit businessmodel. De energie betaalt de

om de circle of blame te doorbreken is door de duurzame aspecten in een gebouw mee te nemen in de waardering. Nu nog zijn vooral de locatie en het huurcontract bepalend. Maar als taxateurs ook energieverbruik gaan meenemen in hun waardering, gaan beleggers vanzelf meer investeren in duurzame gebouwen.

gemonetariseerd (in financiële waarden vertaald). Zo kan bijvoorbeeld de uitstoot van CO<sub>2</sub> gemonetariseerd worden met behulp van de prijs die betaald wordt voor emissierechten. De KBA geeft zo een opsomming van de effecten en de bijbehorende kosten. Positieve effecten, opbrengsten en vermeden kosten worden als



(vervolg van pagina 136)

- Huurder van het kantoor.  
De huurder van het kantoor heeft uitsluitend voordelen van de maatregel, omdat de energiekosten omlaag gaan. De huur van het kantoor zal niet omhoog gaan, omdat de huurder een langlopend contract heeft met de verhuurder.
- Ministerie van VROM als bewaker van klimaatdoelstellingen. Het Ministerie van VROM is in eerste instantie geen partij hierin, maar de BV Nederland heeft er wel belang bij, omdat de uitstoot van CO<sub>2</sub> beperkt wordt.

Conclusie is dat er drie partijen zijn die belang hebben bij deze maatregel. Voor de eigenaar van het kantoor zijn de kosten (aanzienlijk) hoger dan de baten. Op deze manier zal er dus geen business case tot stand komen.

#### Stap 4: Business case

Op verschillende manieren is een arrangement te maken om het bovenstaande voorbeeld voor alle partijen aantrekkelijk te maken. Dat arrangement zou er als volgt uit kunnen zien:

- De eigenaar van het kantoor en de huurder sluiten een huurcontract waarin een huursom inclusief energiekosten afgesproken

wordt. Een besparing in de energiekosten levert de verhuurder een hogere “kale huursom” en dus meer opbrengsten op.

- De eigenaar van het kantoor vraagt het onderhoudsbedrijf een deel van de investering voor zijn rekening te nemen.
- Het Ministerie van VROM verstrekt een subsidie voor het energiezuinig maken van het kantoor.

In het figuur hiernaast is te zien hoe de baten en de kosten voor de partijen kan worden.



“Kosten en baten van een ingreep worden strategisch verdeeld.”



baten geformuleerd. Negatieve effecten, investeringen en beheerkosten worden als kosten geformuleerd.

### Stakeholderanalyse

Bij een positief kosten-batensaldo is de volgende stap het opstellen van een stakeholderanalyse, waarbij gekeken wordt naar de verdeling van de kosten en de baten tussen de partijen. Uitgangspunt daarbij is dat voor iedere stakeholder de baten hoger moeten zijn dan de kosten. Meestal zullen niet voor alle stakeholders de baten hoger zijn dan de kosten.

### Opstellen business case

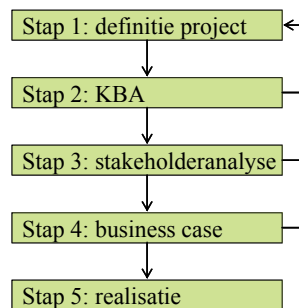
Bij een positieve kosten-batenanalyse kunnen afspraken tussen partijen gemaakt worden, zodat voor iedere partij de baten hoger worden dan de kosten. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de business case. De business case gaat onder andere over financiering, contractvormen, subsidies, arrangementen, afspraken, etc. Uitgangspunt is dat alle partijen handelen vanuit economische belangen. In werkelijkheid kan de praktijk weerbarstiger zijn. Bij het opstellen van een business case dient in ieder rekening gehouden te worden met de volgende issues:

- Free rider gedrag. Partijen zullen niet altijd een deel van hun voordeel (baten) weg willen geven om tot een gedragen business case te komen.
- Overheden denken vaak in potjes en budgetten. Dat kan een beperking zijn in het komen tot de economisch meest voordelige oplossing.
- Niet alle effecten zijn in financiële waarde te vertalen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan imago of veiligheid.
- Een partij kan het voordeel van een maatregel zien, maar als deze partij niet de financiële middelen heeft, zal de maatregel niet gerealiseerd worden. In het voorbeeld van de eigenaar van het kantoor, moet de eigenaar eerste een investering doen, voordat daar opbrengsten uit voortkomen. Financieringsconstructies kunnen hulp bieden.
- Onzekerheden (risico's) in kosten en baten kunnen partijen huiverig maken. Een voorbeeld daarvan is de olieprijs. Wanneer de olieprijs daalt, nemen de voordelen van energiebesparing ook af.

Wanneer een gedragen business case is opgesteld, kan overgegaan worden tot realisatie van de maatregel.

### Doorbreken circle of blame

Het doorbreken van de circle of blame ziet er als volgt uit:



### Financiële perspectieven

Voor het uitvoeren van de kosten-batenanalyse en de stakeholderanalyse staan verschillende benaderingen ter beschikking. Achtereenvolgens zullen de volgende benaderingen worden toegelicht:

- waardeketen en ontwikkelproces
- residuele grondwaarde
- de life cycle benadering
- de reële optietheorie
- de blauw/groene diensten (specifiek voor de landelijke gebieden)
- CPO

Een ander perspectief kan kansen bieden om toch tot een positieve kosten-batenanalyse te komen. De beschrijvingen zijn bedoeld ter inspiratie en daardoor globaal van opzet. Voorbeelden laten zien hoe de benaderingen werken.

Problematiek  
Benaderingen

# BENADERINGEN



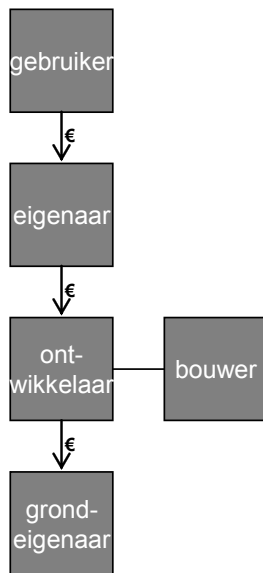
“Door energiekosten op te nemen in de huurprijs komen er meer duurzame kantoorgebouwen.”

# Waardeketen

## Waardeketen en Ontwikkelproces

De **waardeketen** van vastgoed laat zien waar waarde-vermeerderende maatregelen in het realisatieproces neerslaan. In de meeste gevallen zal de waarde neerslaan bij de gebruiker of de eigenaar. Zo kan een 'groen dak' leiden tot besparingen in de energiekosten voor de gebruiker. Veel bomen in de straat leiden

## waardeketen vastgoed en woningen



mogelijk tot een hogere waarde voor een pand. Het voordeel hiervan ligt bij de eigenaar. **Het voordeel van een maatregel komt vaak niet ten goede aan de partij die de maatregel betaalt.** Daarom sneuvelen veel initiatieven.

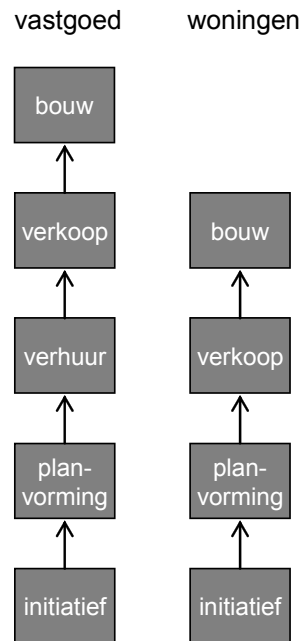
Door **slim afspraken** te maken en in een **vroeg stadium partijen** te betrekken, kunnen de voordelen van een maatregel in de gehele waardeketen neerslaan. Zo kan meer groen in de buurt zorgen voor een hogere waarde van woningen. Dit leidt tot een hogere opbrengst voor de ontwikkelaar. Wanneer de gemeente eigenaar is van de grond, kan dit leiden tot een hogere grondopbrengst. Zo kan de gemeente kostenneutraal een maatregel realiseren, wanneer de kosten van de maatregel lager zijn dan de extra grondopbrengsten.

### Voorbeeld TNT

Voor de realisatie van het nieuwe hoofdkantoor zijn TNT, de projectontwikkelaar en de architect in een vroeg stadium samen aan tafel gegaan. Daarbij hebben partijen afgesproken dat TNT geen 'kale huurprijs' gaat betalen, maar een huurprijs inclusief energiekosten. Deze huurprijs mocht niet hoger

zijn dan de 'kale huurprijs' + energiekosten in een traditionele gebouwd kantoor. Deze afspraak heeft ertoe geleid dat er een zeer energiezuinig kantoor is gebouwd dat 50% minder energie verbruikt dan een conventioneel kantoor.

## ontwikkel proces







“De residuele grondwaarde methode kan toegepast worden om de baten en kosten van een maatregel bij dezelfde partij te leggen.”



# Residuele grondwaarde

## Residuele grondwaarde

De residuele grondwaarde heeft als uitgangspunt dat de waarde van (bouw-)grond wordt bepaald door het verschil te nemen tussen de opbrengsten (uit vastgoed) en de kosten die nodig zijn voor de realisatie van dat vastgoed. Wanneer de gemeente eigenaar is van de grond, vormt deze residuele grondwaarde de opbrengst voor de gemeente. Wanneer er sprake is van maatregelen die de ruimtelijke kwaliteit verbeteren, zal dit vaak tot een waardetoeename van het vastgoed leiden. Door dit goed en op het juiste moment inzichtelijk te maken, kan deze waardetoeename in de grondwaarde afgeroomd worden.

### Aanbevelingen

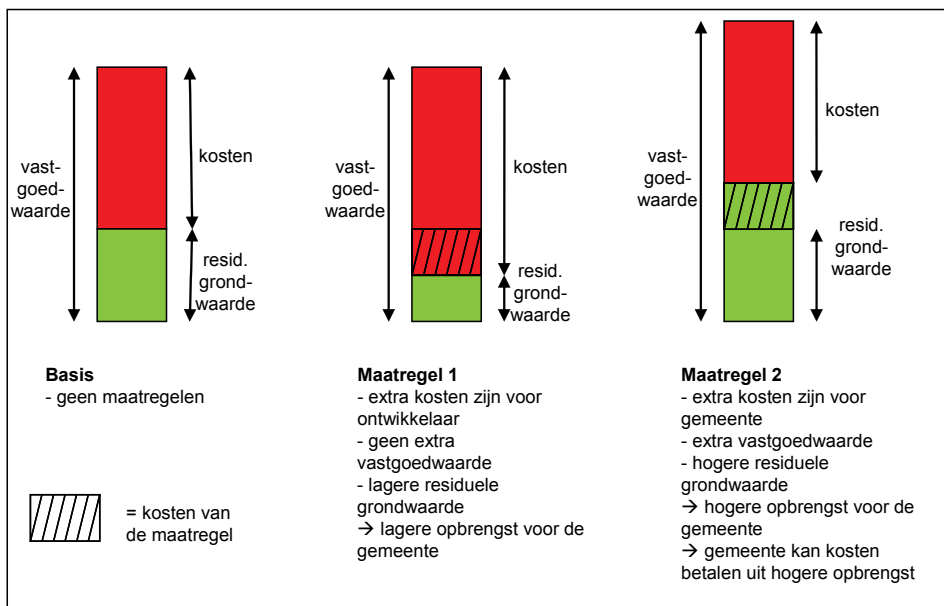
- Maak afspraken in een vroeg stadium.
- Breng duidelijk in kaart wie welke voordelen heeft.
- Toepasbaar als gemeente grondposities heeft . . .
- . . . het is daarom wenselijk een actief grondbeleid te voeren
- Werken met een gemeenschappelijk belang (bv in een PPS) kan de kansrijkheid van duurzame maatregelen vergroten.
- Werk vooral met maatregelen die waarde toevoegen.

- Als de toegevoegde waarde lager is dan de extra kosten, kan een maatregel niet kostenneutraal uitgevoerd worden.

### Conclusie

De residuele grondwaarde methode kan toegepast worden om de baten en kosten van een maatregel bij dezelfde partij te leggen.

Een duurzame maatregel wordt daarmee haalbaarder.





A photograph of a historic brick building with a tower, situated next to a canal with a bridge and a walkway. A quote is overlaid on the image.

“Opnemen van beheerkosten in een investeringsbeslissing geeft betere keuzes.”



# Life Cycle Benadering

## Life Cycle Benadering

Bij het nemen van investeringsbeslissingen wordt vaak naar de investeringskosten gekeken en niet naar de (jaarlijkse) beheerkosten. De life cycle benadering kijkt naar de gehele levenscyclus van een project en neemt daarin de investeringskosten en de beheerkosten integraal mee.

### Aanbevelingen

- Plaats verschillende 'potjes' (investerings en beheer) bij dezelfde partij.
- Probeer te denken in het baten-lastenstelsel en niet in het kasstelsel.
- Denken in budgetten (projectbudgetten en jaarbudgetten) kan een belemmering zijn in het vinden van de economische meest voordelige oplossing.

### Voorbeeld

De gemeente Groendorp wil een nieuw park aanleggen, maar heeft daarvoor een beperkt budget. De gemeente heeft twee gelijkwaardige oplossingen, maar wil de oplossing die in de komende 30 jaar de laagste kosten geeft:

**Oplossing 1:** Er wordt een klein aantal grote bomen geplaatst. De investeringskosten bedragen € 500.000. De beheerkosten bedragen € 5.000 per jaar.

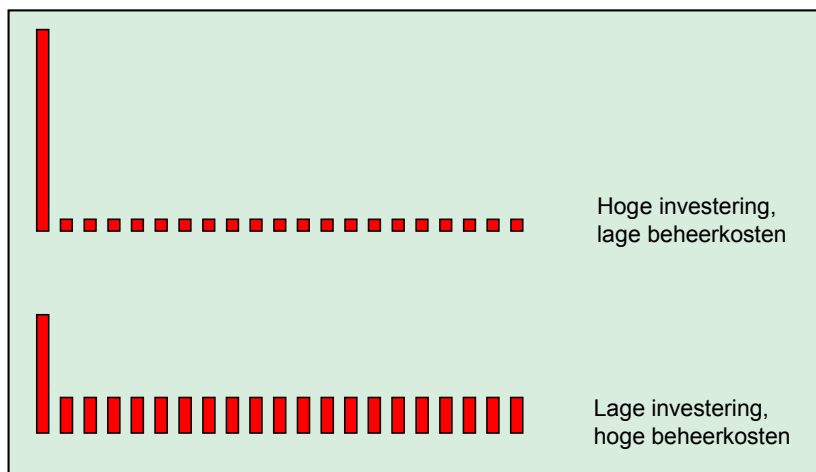
**Oplossing 2:** Er worden veel kleine bomen geplaatst. De investeringskosten zijn lager (€ 300.000), maar de beheerkosten zijn hoger (€ 20.000 per jaar).

Met behulp van de gemeentelijke rekenrente (5%) worden de beheerkosten contant gemaakt. Voor oplossing 1 is dit € 77.000 en voor oplossing 2 € 308.000.

De totale kosten voor oplossing 1 bedragen € 577.000, voor oplossing 2 bedragen de totale kosten € 608.000. Oplossing 1 is daarmee goedkoper dan oplossing 2.

### Conclusie:

Neem zowel investeringskosten als beheerkosten mee in een investeringsbeslissing



### Voorbeeld 2

Een investering van € 1.000,- in zonnecellen levert gedurende 10 jaar een besparing van € 200,- per jaar op energiekosten op. Bij een rentevoet van 8% bedragen rente en aflossing € 150,- per jaar. Het positieve resultaat van deze investering bedraagt daarmee € 50,- per jaar. Marktkenners zeggen dat er een kans is van 50% dat er

resultaat bedraagt € 0,-

Optie 2: Hij investeert nu in het bestaande systeem: Zijn jaarlijkse resultaat bedraagt € 50,-.

Optie 3: Hij wacht nog een jaar met investeren. Als volgend jaar het nieuwe systeem beschikbaar is investeert hij in het nieuwe systeem. Als het nieuwe systeem nog niet beschikbaar is, investeert hij

3 gaan, omdat de verwachte opbrengst van deze optie het hoogst. Dit voordeel weegt ruimschoots op tegen de lagere opbrengst in het eerste jaar.

### Conclusie

Ook als het verwachte resultaat van een investering positief is, zullen partijen vaak wachten met investeren, omdat het openhouden van de opties een

“Ondernemers houden rekening met de kans dat er een betere investeringsmogelijkheid komt.”

volgend jaar een systeem op de markt komt dat een besparing oplevert van € 250,- per jaar. Het positieve resultaat van dit systeem bedraagt  $(250 - 150 =)$  € 100,- per jaar.

De ondernemer heeft drie keuzes:

Optie 1: Hij doet geen investering: Zijn jaarlijkse

in het bestaande systeem. Hij heeft dus een kans van 50% op een jaarlijks resultaat van € 100,- en 50% kans op een jaarlijks resultaat van € 50,-. De verwachtingswaarde van deze optie is dus € 75,- per jaar, behalve in het eerste jaar waar het resultaat € 0,- bedraagt, De ondernemer zal voor optie

waarde vertegenwoordigt (de optiewaarde).  
Vooraf in markten met betrekking tot duurzaamheid en klimaatadaptatie, waar ontwikkelingen elkaar snel opvolgen kan dit het investeringsvolume aanzienlijk beperken.

# Reële Optietheorie

## Reële optietheorie = waarden van kansen

Investeringsbeslissingen worden niet alleen bepaald door het verschil tussen directe kosten en te verwachten opbrengsten. Voor de ondernemer, burger of overheidspartij is ook de vraag van belang of zich binnenkort geen andere en betere investeringsmogelijkheden zullen voordoen. Door deze onzekerheid zullen vernieuwende investeringen in een sector altijd lager uitvallen dan men op grond van rechttoe rechtaan rendementsberekeningen zou verwachten.

De reële optietheorie wordt veel toegepast in de handel in derivaten en gaat over de waardering van openhouden van mogelijkheden (opties). Bij gelijke geschiktheid van twee investeringen zal vaak gekozen worden voor de investering met hoogste optiewaarde, ofwel de oplossing waar bijgestuurd kan worden.

Op het gebied van klimaatadaptatie helpt de reële optietheorie te begrijpen waarom bepaalde maatregelen een succes zijn en andere niet. Ook kan de reële optietheorie helpen bij het vormgeven van maatregelen om te komen tot een succesvolle uitvoering.

### Voorbeeld 1

In verband met de klimaatontwikkelingen voldoet het rioleringsstelsel van de gemeente Waterland niet meer. De gemeente heeft een plan gemaakt voor de komende 50 jaar. De gemeente heeft twee oplossingen doorgerekend::

**Oplossing 1:** De gemeente investeert € 20 miljoen, zodat men zeker weet dat het rioleringsstelsel voor de komende 50 jaar voldoet, ook wanneer zich het meest ongunstige klimaatscenario voordoet.

**Oplossing 2:** De gemeente investeert € 15 miljoen. Het rioleringsstelsel voldoet de komende 50 jaar aan de eisen, wanneer zich een gunstiger klimaatscenario voordoet. Wanneer zich het ongunstige scenario voordoet, moet over 20 jaar alsnog de investering van € 20 miljoen gedaan worden. De contante waarde van deze oplossing (tegen een discontovoet van 5,5%) bedraagt € 6,9 miljoen (contante waarde van € 20 miljoen in 2030) + € 15 miljoen = € 21,9 miljoen.

De gemeente zou dus kiezen voor oplossing 1, omdat de contante waarde van oplossing 2 (met € 21,9 miljoen) hoger is dan de contante waarde van oplossing 1 (€ 20 miljoen).

De adviseur van de gemeente heeft echter aangegeven dat de kans dat het ongunstige scenario zich voordoet 60% bedraagt en de kans dat het gunstige scenario zich voordoet 40% bedraagt.

Voor oplossing 2 is er dus een kans van 40% dat de (contant) waarde van de investering € 15 miljoen bedraagt en een kans van 60% dat de contante waarde van de investering € 21,9 miljoen bedraagt. De verwachtingswaarde van oplossing 2 wordt daarmee € 19,1 miljoen.

Oplossing 2 is daarmee financieel gunstiger dan oplossing 1, omdat de optie opengehouden wordt om de plannen bij te stellen. De optiewaarde van oplossing 2 bedraagt € 0,9 miljoen.

### Conclusie

1. Er bestaat een kans dat geld uitgeven niet nodig is. Deze kans heeft een waarde.
2. Toekomstige uitgaven zijn gunstiger dan uitgaven in het heden.



### Voorbeeld Utrecht-West

In het veenweidegebied ten westen van Utrecht loopt een pilot groenblauwe diensten (2008-2014). De regeling is opgezet in een samenwerking tussen waterschap, provincie (opdrachtgevers en vragende partijen) en agrarische natuurverenigingen (opdrachtnemers, aanbiedende partijen), met ondersteuning van Dienst Regelingen en Dienst Landelijk Gebied Regio West. Er is gekozen voor een pakket met zowel groene als blauwe diensten. Het waterschap (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) is met name vragende partij voor de blauwe diensten en de provincie voor groene diensten.

#### Blauwe diensten:

- vergroten oppervlak open water (verbreden bestaande watergang);
- aanleg natuurvriendelijke oever (NVO) (waterberging en ecologie);
- natuurlijk beheer van bestaande slootkanten of beheer natuurvriendelijke oevers;
- natuurvriendelijk baggeren met baggerspuit;
- hulpdienst 1: plaatsing tijdelijk raster (om vee uit de (natuurvriendelijke) oever te houden);
- hulpdienst 2: aanleg veedrinkplaats (om vee uit de (natuurvriendelijke) oever te houden).

#### Groene diensten:

- onderhoud karakteristieke landschapselementen met cultuurhistorische waarde (geriefhoutbosjes, 3 categorieën);
- dienst 'soortenbeheer': aanleg nestvloten zwarte stern;
- aanleg en onderhoud wandelpaden (met onderscheid in vergoeding tussen intensief en extensief gebruikte paden).

De agrarische natuurverenigingen hebben voor de uitvoering loket Utrecht West opgezet. Dit loket heeft een projectleider ingesteld die vragende en (potentiele) aanbiedende partijen bij elkaar brengt en die namens de vragende partijen conform de regeling contracten afsluit met individuele grondeigenaren en/of -gebruikers (meestal boeren). Boeren mogen zelf kiezen welke diensten uit het pakket ze aanbieden. Dit biedt ze de gewenste flexibiliteit om de diensten af te stemmen op hun bestaande bedrijfsvoering.

# Groen-Blauwe Diensten

## Groenblauwe diensten

Groenblauwe diensten zijn activiteiten op het gebied van milieu, natuur, water, landschap (inclusief cultuurhistorie) en toegankelijkheid (recreatie) die de kwaliteit van het landelijk gebied verhogen, verder gaan dan waartoe de beheerder wettelijk verplicht is en die vrijwillig en meestal tegen een vergoeding worden uitgevoerd' (LNV, 2005).

Groenblauwe diensten gaan dus verder dan de wettelijke plichten

Zorgt voor verbreding van de landbouw, bijvoorbeeld in marginale (handicap-) gebieden; Mogelijkheid om hogere ambitieniveau's te realiseren

### Aandachtspunten

Vergelijk de kosteneffectiviteit (en andere criteria) van groenblauwe diensten met andere instrumenten; Maak heldere afspraken tussen

Handel conform de catalogus groenblauwe diensten, maar zoek ook actief naar aanvullende, creatieve, niet-financiële vergoedingen.

### Conclusie

Groenblauwe diensten kunnen een goed alternatief zijn voor grondaankoop en eigen beheer en onderhoud door een overheidsinstantie, zeker als

“Groenblauwe diensten gaan verder dan de wettelijke plichten.”

voor de zorg voor natuur, milieu en landschap die grondeigenaren en -gebruikers hebben. Daarom kunnen ze voor deze activiteiten vergoed worden.

### Voordelen

Mogelijkheid om opgaven (aanleg, beheer en onderhoud) in het landelijk gebied ten aanzien van verschillende beleidsthema's (water, natuur, cultuurhistorie, landschap, recreatie) via één instrument te realiseren; Grondaankoop meestal niet noodzakelijk;

vragende en aanbiedende partij (contract); Biedt zekerheid ten aanzien van de regeling voor aanbiedende partijen;

### Aanbevelingen

Stel een pakket van maatregelen op, met een combinatie van groene en blauwe diensten; Stel een gebiedscoördinator aan die vragende en aanbiedende partijen bij elkaar brengt; Stel een gebiedsfonds in, waaruit de activiteiten betaald kunnen worden;



via een pakket van diensten meerdere doelen kunnen worden gerealiseerd.



The background of the slide is a collage of Euro currency. It features several banknotes: a 10 Euro note in the top left, a 20 Euro note in the bottom left, and a 50 Euro note in the bottom right. Scattered across the banknotes are several Euro coins, including a 1 Euro coin and a 2 Euro coin. The overall color palette is dominated by the blues, greys, and reds of the Euro currency.

“In CPO zijn opdrachtgever en consument dezelfde.”



## Collectief particulier opdrachtgeverschap

### *Duurzaam door betrokkenheid*

Collectief particulier opdrachtgeverschap (CPO) is een manier om partijen aan elkaar te binden. Want in CPO zijn opdrachtgever en consument dezelfde. De ene partij kan niet zeggen dat de andere kortzichtig is, en dat komt duurzame ontwerpkeuzes ten goede. Door het collectieve karakter ontstaan er bovendien nieuwe gemeenschappen die waarde toevoegen aan de stad.

Drie mechanismen waarin CPO kan helpen bij duurzaam investeren:

1. meer ruimte voor duurzame investeringen. De kosten voor bewoners van een CPO-project zijn aanzienlijk lager dan de kosten voor bewoners van een regulier, door ontwikkelaars gerealiseerd project. Dat komt omdat er in CPO-projecten minder overheadkosten gemaakt worden. Bovendien is er geen sprake van een winstmarge. Het verschil tussen de kostprijs en de marktprijs is daardoor vaak fors. De eerste bewoners van een CPO-project kunnen dit prijsvoordeel geheel of gedeeltelijk in duurzaamheidsmaatregelen steken.

# CPO

2. opdrachtgever heeft als consument zélf baat bij duurzaamheid. De opdrachtgever is ook de partij die financieel belang heeft bij duurzaamheidsinvesteringen, als deze zich in de toekomst terugbetalen in een lagere energierekening of hogere waarden van het vastgoed. Mensen die aan zo'n CPO-project beginnen, realiseren zich dat heel goed.
3. CPO-deelnemer is extra betrokken. De collectief ingestelde mens gedijt beter in een CPO-project dan als woonconsument in een resort van een commerciële ontwikkelaar. Dat collectieve doel is niet zelden duurzaamheid.

CPO is dus een instrument om tot duurzame investeringen te komen. Maar een financieringsmodel kan niet zonder financiers en het is een illusie om te denken dat een CPO leidt tot een lagere rente bij de bank. Er is wel sprake van collectief particulier opdrachtgeverschap, maar individuele bewoners sluiten gewoon een eigen hypotheek af. De financiering van CPO-projecten is zelfs wat complexer dan de financiering van een regulier huis. Er moeten voorbereidingskosten worden gemaakt waar andere partijen

niet graag voor willen opdraaien, zolang er geen garantie is op daadwerkelijke bouw. In Almere financiert de plaatselijke Rabobank een CPO-project voor starters voor. Dit is een uitzonderlijke situatie.

CPO's zijn niet alleen interessant voor het individuele collectief, maar ook voor het verduurzamen van de stad als geheel. CPO's zijn waardevaster. Daarom zetten corporaties CPO's in als instrument voor strategisch voorraadbeheer, door een nieuwbouw- of renovatieproject uit te besteden aan een CPO-groep.

### *CPO in vier stappen:*

1. richt een vereniging op, regel de locatie en definieer randvoorwaarden (definitiefase, 2 maanden tot 2 jaar)
2. verstrek de opdracht aan een architect en regel bouwvergunning en levering van een locatie/grond (planfase, 12 tot 14 maanden)
3. bouw- en realisatie (realisatiefase, 12 tot 14 maanden)
4. organiseer het beheer met de bewoners of als bewoners onderling (beheerfase)

### Breda Klimaat sensitief

Onder de titel 'Klimaatladder Brabant Stad' wordt door de B5-gemeenten en de provincie Noord-Brabant intensief samengewerkt aan projecten op het gebied van klimaatmitigatie (verminderen uitstoot broeikasgassen) en klimaatadaptatie (aanpassen aan de klimaatverandering). In dat kader hebben de gemeenten Breda, Helmond en 's-Hertogenbosch een klimaatadaptatiescan laten uitvoeren. Deze scan brengt in kaart wat de effect van klimaatverandering voor de drie steden zijn en welke kansen en bedreigingen deze effecten voor elk van de drie steden met zich meebrengen. De scan gaat ook in op welke maatregelen de steden zouden kunnen nemen en hoe groot de urgentie is.