

Bouwstenen

voor

Adaptatiestrategieën

in de

Regio Rotterdam

Werk in uitvoering
Versie 11 november 2013



Bouwstenen

voor

Adaptatiestrategieën

in de

Regio Rotterdam

Werk in uitvoering

Versie 11 november 2013

Opgesteld door:

Lissy Nijhuis (gemeente Rotterdam, ewjt.nijhuis@rotterdam.nl)

In opdracht van:

Arnoud Molenaar (Coördinator Hotspot Regio Rotterdam, a.molenaar@rotterdam.nl)

Hans Slagboom (Hoofd Wonen, Groen en Milieu, stadsregio Rotterdam, h.slagboom@sr.rotterdam.nl)

In samenwerking met:

Corjan Gebraad (gemeente Rotterdam, cj.gebraad@rotterdam.nl)

Rommy Bakker (stadsregio Rotterdam, r.bakker@sr.rotterdam.nl)

Richard Kleefman (stadsregio Rotterdam, r.kleefman@sr.rotterdam.nl)

Marc den Ouden (Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard, m.denouden@hhs.nl)

Ad Vermeulen (Waterschap Hollandse Delta, a.vermeulen@whd.nl)

Dik Ludikhuizen (Hoogheemraadschap Delfland, d.ludikhuizen@hhdelfland.nl)

Erik de Haan (provincie Zuid-Holland, e.dehaan@pzh.nl)

Hans Groenveld (Rijkswaterstaat, hans.groenveld@rws.nl)

Amar Sjaauw En Wa (Rijkswaterstaat, amar.sjaauwenwa@rws.nl)

Saskia van Walwijk (gemeente Schiedam, a.v.walwijk@schiedam.nl)

Andy van Rossem (gemeente Barendrecht, a.van.rossem@barendrecht.nl)

Met een financiële bijdrage van:

Nationaal onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat

Stadsregio Rotterdam

Provincie Zuid-Holland

Programmabureau Duurzaam gemeente Rotterdam

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	7
1.1	Het klimaat verandert	7
1.2	Ambitie en doelgroep	8
1.3	Samenwerking	9
1.4	Leeswijzer	9
2.	Het veranderende klimaat	11
2.2	Deltascenario's	12
2.3	Effecten van klimaatverandering	14
2.3.1	<i>Temperatuur</i>	14
2.3.2	<i>Neerslag</i>	16
2.3.4	<i>Droogte</i>	17
2.3.5	<i>Zeespiegelstijging</i>	18
2.3.6	<i>Windpatroon</i>	19
2.3	Conclusie	19
3.	Gevolgen en urgentie voor de regio	21
3.1	Inleiding	21
3.2	Kwetsbaarheid	22
3.3	Gevolgen van hoog water	23
3.4	Gevolgen van toenemende hitte	26
3.5	Gevolgen van extreme regenval	29
3.6	Gevolgen van verdroging en verzilting	30
3.7	Urgentie en kosten van niets doen	31
3.8	Conclusie	33
4.	Opgaven en kansen	35
4.1	Ambities en opgaven	35
4.2	Kansen	38
4.2.1	<i>De kracht van meekoppelen</i>	38
4.2.2	<i>De kracht van samenwerking</i>	44
4.2.3	<i>Rollen en verantwoordelijkheden</i>	44
4.3	Conclusie	45
5.	Conclusie en voorgestelde aanpak	47
5.1	Inleiding	47
5.2	Conclusies	47
5.3	Voorgestelde aanpak	50

Bijlage A. De Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS).....	57
Bijlage B. Kennisontwikkeling	59
Bijlage C. Aanverwante trajecten	61
Bijlage D. Maatschappelijke Kosten Baten Analyse	65
Bijlage E. Regionale agenda's	69
Bijlage F. De Klimaatadaptatiebarometer	71
Geraadpleegde literatuur	75

1. Inleiding

1.1 Het klimaat verandert

Dat het klimaat verandert, is niets nieuws. De reden om toch aandacht te besteden aan klimaatverandering en de mogelijke effecten ervan, is de snelheid waarmee klimaatveranderingen de laatste dertig tot veertig jaar hebben doorgezet. In het bijzonder in combinatie met de aanzienlijke toename van het aantal bewoners, de economische waarde van de fysieke gebouwde omgeving en de onderlinge afhankelijkheden in de maatschappij de laatste 150 jaar. Hierdoor kunnen de gevolgen voor het functioneren van de samenleving verstrekkend zijn. Ook voor de regio Rotterdam, laaggelegen in de delta van Rijn en Maas in de nabijheid van de zee, zijn de negatieve effecten van klimaatverandering naar verwachting groot. Tegelijkertijd kunnen veranderingen in het klimaat juist deze dynamische regio ook kansen bieden.

Onzekerheid omtrent de grootte van de veranderingen die zich voor kunnen doen en wat daarvan precies de positieve en negatieve effecten zijn, is inherent aan complexe processen. Dit is echter geen reden om niets te doen. Er doen zich immers nu al extreme weersgebeurtenissen voor (zie illustraties). Ten gevolge van klimaatverandering neemt de kans toe dat dit vaker gebeurt en nog heftiger vormen aanneemt. In combinatie met de stijgende aantallen potentiële slachtoffers en economische schade, is het noodzakelijk de risico's van klimaatverandering te kennen en waar we die risico's te groot vinden, preventief te handelen. Ook dit is overigens niet nieuw. Het zit in onze genen. Niet voor niets hebben we in Nederland Waterland al eeuwen een praktijk van preventieve maatregelen om het land bewoonbaar te maken en te houden. Water, dijken en keringen *zijn* Nederland.

De regio Rotterdam en omstreken is één van de belangrijkste economische motoren van Nederland en zelfs Europa. Inzicht in de effecten die klimaatverandering heeft voor de regio, is van groot belang voor het voortbestaan ervan. Tegelijkertijd is de regio nu veilig.



Wateroverlast Vlaardingen december 2011 (foto: RTV Rijnmond).



Artikel over problemen a.g.v. een extreem droog voorjaar (bron: Volkskrant 20 april 2011)

NOS Teletekst Weblogs Zoeken Nieuws

NOS Overzicht Weer Verkeer Video & audio Podcast &

Woensdag hittestress in het oosten

17 jun, 12:33

De gevoelstemperatuur kan daar stijgen tot 38 graden. Ouderen en mensen met actief werk moeten oppassen.

Hittestress op de openinspagina van de site van de NOS, 17 juni 2013 (bron: www.nos.nl)

De vraag is daarom vooral: “Hoe kan de regio Rotterdam ook in de toekomst veilig, leefbaar en aantrekkelijk blijven, voor bewoners, bedrijven en (internationale) investeerders? Wat zijn de risico’s voor de regio ten gevolge van klimaatverandering? Welke risico’s vinden we acceptabel en welke niet? Wat is vervolgens de beste aanpak voor de regio en welke besluiten zijn er dan nú nodig?”

1.2 Ambitie en doelgroep

Het document “Bouwstenen voor Adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam” heeft als ambitie een eerste aanzet te geven voor het beantwoorden van bovenstaande vragen. Hierbij ligt de focus met name op het beantwoorden van de vragen wat de risico’s zijn van klimaatverandering voor de regio en hoe de regio ook in de toekomst veilig, leefbaar en aantrekkelijk kan blijven. Het bouwstenendocument geeft aan welke effecten klimaatverandering heeft voor de regio, wat aandachtspunten zijn en welke maatregelen getroffen kunnen worden om zo weinig mogelijk last en zoveel mogelijk profijt van klimaatverandering te hebben.

De vragen rondom wat nog acceptabele risico’s zijn en wat de beste aanpak is, dienen uiteindelijk op lokaal niveau beantwoord te worden. De regio bestaat immers uit een groot aantal zelfstandige gemeenten en andere betrokken bestuursorganen (waterschappen, provincie, stadsregio) die ieder voor zich bepalen in hoeverre actie noodzakelijk en mogelijk is. De rol van het bouwstenendocument hierbij is de kennis en het inzicht omtrent klimaatadaptatie te vergroten zodat gemeenten en andere betrokkenen op een afgewogen wijze dit soort beslissingen kunnen nemen.

Samengevat is het de ambitie van het Bouwstenendocument een kader te bieden voor het klimaatbestendig maken van de regio door:

- Duidelijk te maken waaruit de urgentie bestaat om in actie te komen;
- Inzicht te verschaffen in verantwoordelijkheden en betrokken actoren;
- Inspiratie te bieden in de vorm van praktische voorbeelden van maatregelen.
- Handvatten aan te reiken en advies te geven voor het opstellen van lokale en/of regionale strategieën of actieplannen;

De doelgroep voor de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam bestaat in eerste instantie uit beleidsmakers en bestuurders van de betrokken gemeenten en waterschappen. In tweede instantie is het belangrijk ook partijen als het Stadsgebied Haaglanden, de provincie Zuid-Holland, Rijkswaterstaat en het Ministerie van I&M (in het bijzonder de deltadeelprogramma’s *Rijnmond Drechtsteden* en *Nieuwbouw en Herstructurering*) te betrekken, alsmede andere relevante (markt-)partijen. De activiteiten in de regio Rotterdam staan immers niet op zichzelf maar spelen zich af in een brede (inter)nationale context waarbij niet alleen de overheid aan zet is.

Het opstellen van de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam is een volgende stap in het proces om de klimaatbestendigheid van de regio te versterken.

Uitgangspunt hierbij is dat een klimaatbestendige regio zowel economisch sterker is als een goede leefkwaliteit biedt, zodat de regio ook in de toekomst een aantrekkelijke locatie blijft om te wonen, te werken en te recreëren.

1.3 Samenwerking

Het opstellen van de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam is een samenwerkingsverband tussen verschillende partijen (zie colofon) met als belangrijkste aanjagers de stadsregio Rotterdam en het Programmabureau Duurzaam van de gemeente Rotterdam. Dit programma heeft als doel het realiseren van een klimaatbestendig Rotterdam in 2025. Met deze ambitie als wenkend perspectief is in Rotterdam reeds een aantal initiatieven en acties in gang gezet, variërend van het uitvoeren van concrete maatregelen (denk aan waterpleinen, ondergrondse waterberging of multifunctioneel ruimtegebruik in de waterkering) tot het opstellen en lanceren (28 oktober 2013) van de Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS, zie bijlage A).

Het programmabureau duurzaam fungeert tevens als coördinator van de zogenaamde Hotspot Regio Rotterdam voor het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK, zie bijlage B). In het kader van dit onderzoeksprogramma zijn financiële middelen beschikbaar voor (wetenschappelijk) onderzoek in de regio. Het is de wens van KvK dat al het onderzoek uiteindelijk bijdraagt aan het opstellen aan een adaptatiestrategie voor de regio. Tegelijkertijd is het de wens van de stadsregio Rotterdam haar acties en plannen op het gebied van klimaatmitigatie (CO₂ reductie), neergelegd in de regionale Duurzaamheidsagenda, te verrijken met klimaatadaptatiemaatregelen. Deze wensen, gecombineerd met de klimaatbestendigheidambities en bijbehorende kennis van de gemeente Rotterdam hebben geresulteerd in de huidige Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam.

Tegelijkertijd is klimaatbeleid –al dan niet als onderdeel van milieu- of duurzaamheidsbeleid- in voorbereiding in een aantal gemeenten in de regio en worden klimaatadaptatieve maatregelen uitgevoerd, al worden deze niet altijd als zodanig benoemd (denk aan waterberging onder de Parallelweg in Schiedam, ‘waterpleinen’ in Vlaardingen of groene daken in onder andere Barendrecht en Capelle a/d IJssel). Ook deze initiatieven vormen belangrijke bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam.

1.4 Leeswijzer

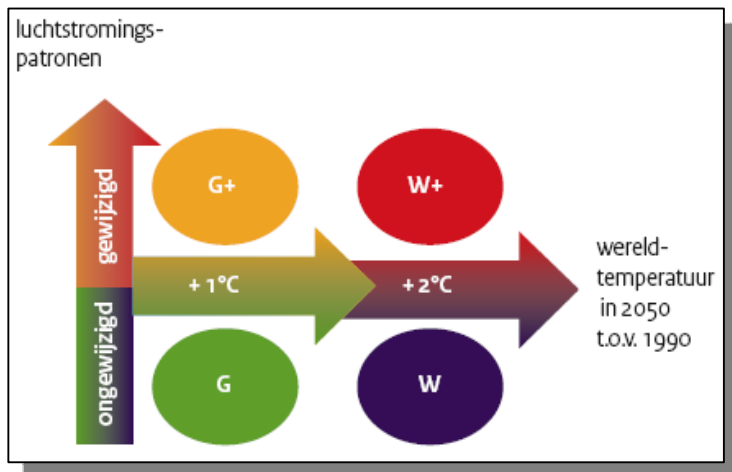
Hoofdstuk 2 geeft een toelichting op het veranderende klimaat in Nederland. Hoofdstuk 3 zoomt vervolgens in op de effecten van klimaatverandering voor de regio Rotterdam. Hierbij komt ook en vooral de urgentie om actie te nemen aan bod. Vervolgens belicht hoofdstuk 4 de opgaven en kansen. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies, aangevuld met een voorgestelde aanpak om tot een klimaatadaptatiestrategie in de regio Rotterdam te komen. Tot slot is een aantal bijlagen opgenomen met aanvullende achtergrondinformatie en wordt duidelijk waarom voortdurend sprake is van *adaptatiestrategieën* voor de regio Rotterdam in plaats van *één strategie*...

Veel inzicht en inspiratie gewenst!

2. Het veranderende klimaat

2.1 Klimaatscenario's

Inspelen op klimaatverandering betekent leren omgaan met onzekerheden. Een belangrijk hulpmiddel betreffen de zogenaamde klimaatscenario's die het KNMI in 2006 heeft opgesteld (zie figuur). Uitgaande van twee belangrijke klimatologische stuurvariabelen (de stijging van de wereldtemperatuur en de mogelijke wijziging van luchtstromingspatronen) zijn er vier plausibele beelden geconstrueerd over de veranderingen in het klimaat in Nederland, te weten: Gematigd (G), Gematigd met gewijzigde luchtstroom (G+), warm (W) en Warm met gewijzigde luchtstroom (W+).



G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

Klimaatscenario's en toelichting (KNMI 2006)

Deze scenario's worden vaak gebruikt om een groot deel van de mogelijke veranderingen op te spannen. Van belang voor gebruikers is dat steeds rekening wordt gehouden met alle vier de scenario's en dat bijvoorbeeld niet gezocht wordt naar een soort middenscenario. Wat voor het ene klimaatverschijnsel een extreem scenario is, is namelijk niet ook het meest extreme scenario voor een ander verschijnsel. Bovendien geldt in beginsel dat alle vier de scenario's even waarschijnlijk zijn¹.

Enkele kenmerkende veranderingen in het Nederlandse klimaat die in *alle* scenario's voorkomen en waar dus in ieder geval rekening mee gehouden moet worden, zijn:

- De opwarming van Nederland zet door. Hierdoor krijgen we vaker te maken met zachte winters en warme zomers.
- De winters worden gemiddeld natter. Bovendien is er vaker sprake van extreme neerslaghoeveelheden.
- Ook in de zomer neemt de frequentie en de hevigheid van extreme regenbuien toe. Het aantal zomerse regendagen neemt echter af.
- In de zomer is er meer kans op lange, droge periodes.
- De zeespiegel blijft voorlopig stijgen.

¹ Gezien ontwikkelingen in de afgelopen decennia, lijkt de temperatuurstijging in W en W+ waarschijnlijker dan die in G of G+. Voor neerslag kunnen hierover echter geen uitspraken worden gedaan, bron: Klimaatverandering in Nederland, Aanvullingen op de KNMI06-scenario's, juli 2009.

- De kans op extreme weersituaties neemt toe. Bijvoorbeeld in de vorm van hittegolven of extreme buien (kans op extreme koude neemt overigens af).

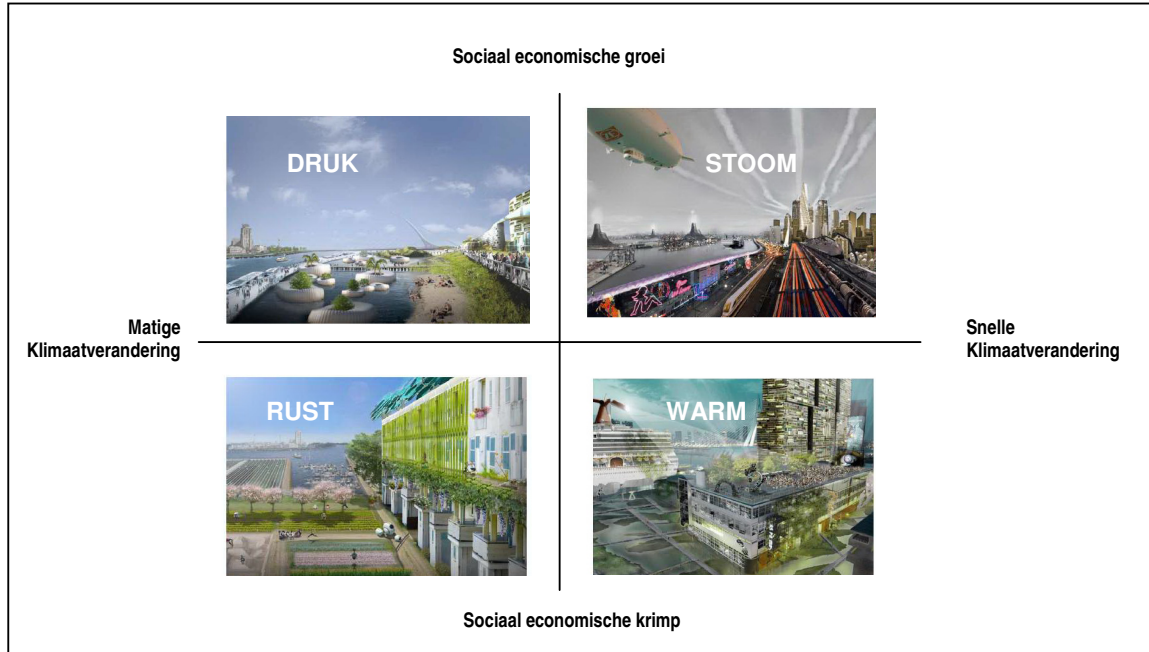
Een afgeleid effect is voorts dat in de winter de afvoer van de grote rivieren toeneemt. In de zomer neemt deze juist af.

De gevolgen van deze veranderingen in het klimaat lopen uiteen van meer overlast als gevolg van water op straat tot meer hittestress in hoogstedelijk gebied en meer kans op overstromingen als gevolg van hoog water op de rivier. Daarnaast biedt klimaatverandering ook kansen, denk aan een verlengd groeiseizoen, minder koude en vraag naar energie in de winter, meer mogelijkheden voor recreatie in de zomer en een groeiende vraag naar kennis en producten rondom watermanagement vanuit andere (delta)steden.

De exacte gevolgen en kansen hangen echter niet alleen af van de veranderingen in het klimaat an sich, maar ook van een aantal sociaal-economische ontwikkelingen. Bij krimpende bevolkingsaantallen in de regio vallen negatieve effecten en daarmee het risico van een calamiteit bijvoorbeeld veel lager uit dan bij een stijgend inwonertal.

2.2 Deltascenario's

In het kader van het Nationale Deltaprogramma zijn twee van de vier klimaatscenario's van het KNMI gecombineerd met twee van de vier Welvaart en Leefomgevingsscenario's (WLO) van het Planbureau van de Leefomgeving (PBL) uit 2006. Dit levert wederom vier scenario's op, te weten Rust, Warm, Druk en Stoom (zie figuur).



Deltascenario's (Bruggemans (2013))

Sociaal-economische ontwikkeling	Zichtjaar	RUST		WARM		DRUK		STOOM			
		Refentie									
		2000	2050	2100	2050	2100	2050	2100	2050	2100	
Aantal inwoners NL (miljoen)	16	15	12	15	12	20	24	20	24		
Economische groei (% p.j.)		0,7	0-0,5	0,7	0-0,5	2,6	2,0-2,6	2,6	2,0-2,6		
Verstedelijking (% oppervlak)	16	17	10	17	10	20	25	20	25		
Lanbouwareaal (% oppervlak)	67	62	67	62	67	59	70	59	70		
Natuur (%oppervlak)	17	21	23	21	23	21	5	21	5		

Toelichting deltasenario's (Bruggemans, 2013)

De sociaal-economische ontwikkeling is van belang bij het bepalen van een strategie om te anticiperen op klimaatverandering. In een situatie van een groeiende bevolking en economie nemen de risico's op slachtoffers en schade toe. Er wonen bijvoorbeeld meer mensen achter de dijken en ook de economische waarde van bebouwing en infrastructuur is hoger. In een krimpsituatie is er bijvoorbeeld meer fysieke ruimte om overstromingen op te vangen of om meer groen en water te realiseren in de stad.

Over het algemeen komt uit deze scenario's het volgende beeld naar voren voor de regio:

- Het aantal inwoners zal tot 2100 waarschijnlijk blijven groeien aangezien deltateden aantrekkelijke vestigingsplaatsen zijn, ook op de lange termijn;
- De waarde van de roerende en onroerende goederen blijft toenemen als gevolg van toename van aantallen;
- Door stedelijke verdichting vindt de toename van het inwonertal naar verwachting grotendeels plaats binnen de huidige stadsgrenzen: de stad breidt zich fysiek nauwelijks uit;
- Stedelijke verdichting vindt met name plaats in voormalige havengebieden. Dit betekent dat in de hele regio de bevolkingsdichtheid in buitendijks gebied toeneemt;
- Ook de uitbreiding van de Tweede Maasvlakte zorgt voor een forse toename van bebouwd oppervlak en economische waarde buitendijks.

2.3 Effecten van klimaatverandering

Klimaatverandering heeft met name gevolgen voor de weersaspecten temperatuur en neerslag alsmede voor de stand van de zeespiegel² (zie figuur). Deze veranderen op de langere termijn structureel en gaan het functioneren in de regio beïnvloeden, zowel in hoogstedelijk als in landelijk gebied en zowel in negatieve als in positieve zin.

2.3.1. Temperatuur

De gemiddelde verandering in temperatuur in de zomer in Nederland ligt rond 2050, afhankelijk van het optredende klimaatscenario, tussen de +0,9°C en +2,8°C ten opzichte van de periode 1976-2005. In de winter ligt dit tussen de +0,9°C en +2,3°C. De gevolgen van temperatuurstijging doen zich bijzonder voelen in situaties met extreme en langdurige hete perioden.

Hoogstedelijke omgevingen hebben bovendien een eigen microklimaat dat ook zonder klimaatverandering warmer is dan het landelijk gebied. Dit komt o.a. door:

- Grote hoeveelheden verhard oppervlak waardoor straling wordt weerkaatst tussen gebouwen en warmte wordt vastgehouden.
- Hoge concentraties van menselijke activiteiten (verkeer, industrie, huishouden) die extra warmte genereren.
- Afwezigheid van grote hoeveelheden vegetatie die voor verkoeling kan zorgen.
- Gebouwen die verhinderen dat de wind de warmte afvoert.

Metingen aan de luchttemperatuur in Rotterdam tonen aan dat zomerse windstille nachten in verstedelijkt gebied tot 8^oC warmer kunnen zijn dan die in het landelijk gebied (Nijhuis et.al. 2011). Niet alleen in het centrum van Rotterdam blijft de warmte 's nachts hangen. In de hele regio is de gemiddelde oppervlaktetemperatuur 's zomers in verstedelijkt gebied hoger dan in het omringende groen (zie figuur)³.

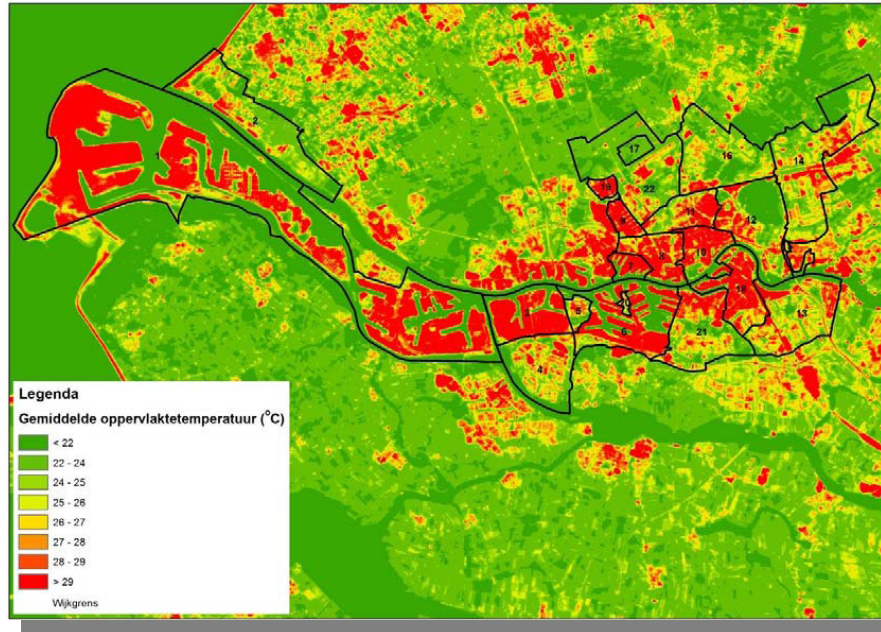
		G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging		+1°C	+1°C	+2°C	+2°C
Verandering in luchtstromingspatronen		nee	ja	nee	ja
Winter ³	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,1°C	+1,8°C	+2,3°C
	koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+1,5°C	+2,1°C	+2,9°C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+4%	+7%	+7%	+14%
	aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	0%	+1%	0%	+2%
	10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+4%	+6%	+8%	+12%
Zomer ³	hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	0%	+2%	-1%	+4%
	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,4°C	+1,7°C	+2,8°C
	warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+1,9°C	+2,1°C	+3,8°C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+3%	-10%	+6%	-19%
	aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	-2%	-10%	-3%	-19%
	dagsom van de neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+13%	+5%	+27%	+10%
	potentiële verdamping	+3%	+8%	+7%	+15%
Zeespiegel absolute stijging	15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm	

¹ gegevens over de veranderingen in 2100 zijn te vinden op www.knmi.nl/klimaatscenario's
² het klimaat in het basisjaar 1990 is beschreven met gegevens van 1976 tot en met 2005
³ onder 'winter' wordt hier verstaan december, januari en februari; 'zomer' staat gelijk aan juni, juli en augustus

Overzicht van effecten van klimaatverandering op het weer (KNMI, 2006).

² De veranderingen in wind zijn wel bekeken, maar deze blijken klein ten opzichte van de huidige jaar-op-jaar variaties van +/- 10%.

³ De temperatuur van de oppervlakte (berekend via satellietbeelden) is niet precies hetzelfde als de temperatuur van de lucht (gemeten met behulp van weerstations). Wel is er een sterke correlatie. Bovendien blijkt de oppervlaktetemperatuur een goede indicatie te geven van de gevoelstemperatuur van mensen.



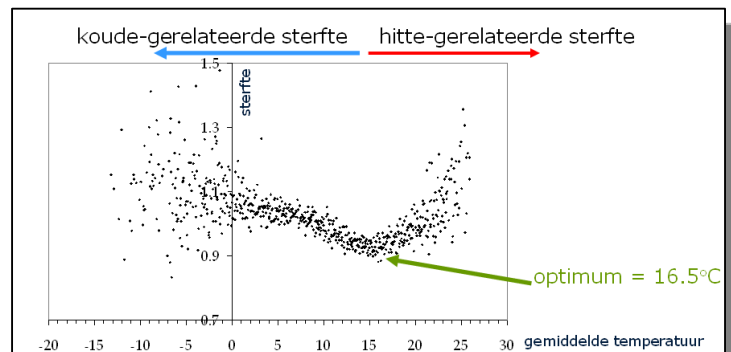
Gemiddelde oppervlaktetemperatuur tijdens heldere zomerse dagen in de regio Rotterdam (Klok et al., 2010).

Met name het risico op hittestress (zie tekstkader) neemt toe tijdens langdurige warme perioden. Daarnaast zal de energievraag voor koeling toenemen evenals de vraag naar water voor het op peil houden van het waterniveau van singels en grondwater en het onderhouden van het groen. Door de hogere temperatuur neemt ook het risico op een afname van de waterkwaliteit en een toename van schadelijke organismen, zoals blauwalgen, toe. Deze effecten leiden tot een afname van de leefkwaliteit in de stad en daarbuiten. Tevens beïnvloedt klimaatverandering de samenstelling en het chemisch proces van de lokale atmosfeer, wederom met gevolgen voor leefbaarheid en gezondheid.

Hittestress

Hittestress is het fenomeen dat mensen last krijgen van de hitte, hetgeen zich uit in klachten variërend van slaapverstoring en verminderd welzijn tot hitteberoerte of zelfs vroegtijdig overlijden. Met name ouderen met cardiovasculaire en/of respiratoire aandoeningen vormen een kwetsbare groep, maar ook voor mensen die buiten werken of voor wie het anderszins lastig is koelte op te zoeken, kan hitte tot gezondheidsproblemen leiden.

Tegelijkertijd zal de druk op recreatieve voorzieningen in en om de stad toenemen. Dit kan zowel voor het landelijk gebied als de stad in economisch opzicht een positief effect hebben. De gemiddeld warmere winterperioden leiden naar verwachting tot een afname van extreme vorstperioden. Dit leidt tot minder koudestress (zie figuur) en zal ook de energievraag in de winter doen afnemen.



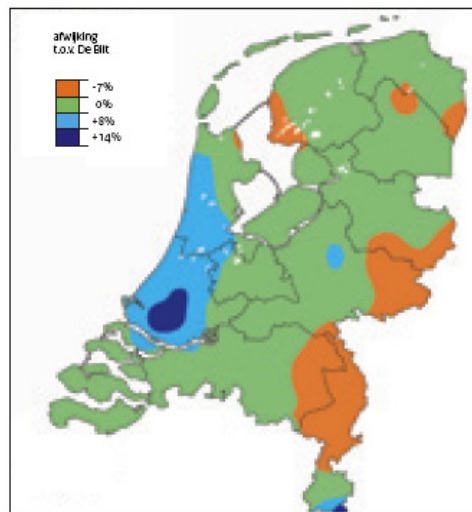
Relatie tussen gemiddelde dagtemperatuur (°C) en oversterfte in Nederland (Huynen et al., 2001).

2.3.2. Neerslag

In alle scenario's neemt de gemiddelde neerslaghoeveelheid in 2050 in de winterperiode toe. In W+ zelfs met 14% ten opzichte van 1976-2005. Voor de zomerperiode is het vooruitzicht diffuser. In G+ en W+ wordt een afname verwacht, in G en W een toename. Het aantal natte dagen (> 0,1 mm neerslag) neemt in alle scenario's af hetgeen ertoe leidt dat er met name in G+ en W+ grotere perioden van droogte kunnen ontstaan. Daarnaast is van belang dat de neerslagextremen toe gaan nemen. Juist dit is belangrijk voor de regio Rotterdam aangezien veel neerslag in korte tijd nu al tot overlast en soms tot schade leidt én omdat het KNMI aangeeft dat zowel de totale hoeveelheid neerslag als de extreme neerslag in het huidige klimaat in de regio al veel hoger is dan in de rest van het land.

Bovendien is de verwachting dat juist het aantal gebeurtenissen met extreme neerslag in de toekomst toeneemt, onder andere als gevolg van de temperatuurstijging. Recent onderzoek van het KNMI laat zien dat de verwachte toename van de uurneerslagen groter is dan was voorzien ten tijde van de KNMI '06-scenario's (Bessembinder et.al. 2013). Per graad opwarming neemt de intensiteit van de buien toe. Afhankelijk van de daadwerkelijke stijging van de temperatuur kan in 2100 de uurintensiteit van de neerslag tot wel 80% toenemen.

Met name in verstedelijkt gebied kunnen grote neerslaghoeveelheden tot problemen leiden, in het bijzonder als er in kort tijdsbestek veel regen valt. De duur en lokatie van de overlast bepalen vaak in hoeverre dit als probleem wordt gezien. Directe schade ontstaat vooral door onderlopende kelders. Van indirecte economische schade is sprake wanneer er bijvoorbeeld zoveel neerslag valt op hoofd- en snelwegen dat dit tot filevorming en ongevallen leidt. In het bijzonder laaggelegen stads- en weggedelen, zoals tunnels, zijn wat dit betreft kwetsbaar.



Illustratie van de huidige verschillen in neerslag tussen De Bilt en de rest van Nederland (Buishand et.al, 2009).



2.3.4. Droogte

Klimaatverandering leidt niet alleen tot een toename van heftige regenbuien, maar ook tot een toename van lange droge periodes. Hierdoor ontstaat er neerslag tekort in de bodem en daalt het grondwaterpeil. Met name in veengebieden leidt dit tot inklinking van de bodem en versnelling van het proces van bodemdaling. Daarnaast kunnen langere perioden van droogte leiden tot lagere waterstanden op de rivier, hetgeen problemen op kan leveren voor de scheepvaart. De combinatie van lange droge periodes, lage rivierafvoer en stijgende zeespiegel, leidt tot externe verzilting. Hierbij neemt het zoutgehalte van bodem en water toe als gevolg van toevoer van zout via het oppervlaktewater⁴.

Verzilting kan negatieve effecten hebben op natuur, landbouw, scheepvaart en bebouwing (zie tekstkader). Verzilting biedt ook kansen, bijvoorbeeld voor brakke natuurwaarden, zilte groenteteelt en zoute aquacultuur.

Droogte leidt er ook toe dat 's zomers vaker, en in grotere hoeveelheden, zoetwater van het hoofdwatersysteem in het regionale watersysteem moet worden ingelaten.

Gevolgen van verzilting

Natuur:

Met name natuurtypen die afhankelijk zijn van specifieke hydrologische omstandigheden, zoals hoge voorjaarsgrondwaterstanden, kwel, regenwaterlenzen en zeer schoon zijn oppervlaktewater kunnen schade ondervinden. Bijvoorbeeld: hoog- en laagvenen, beekdalen, duinvalleien en bossen op leem. Meren en moerassen lijden vooral van de aanvoer van gebiedsvreemd water dat leidt tot afbraak van veen en meer interne eutrofiëring

Landbouw:

Schade aan landbouw is sterk teeltspecifiek en hangt in belangrijke mate af van het tijdstip van de droogte en de beregeningssituatie. Voorbeelden van gevoelige gewassen zijn snijbloemen, bloembollen, bomenteelt, aardappelen en snijmais zijn gevoelig voor verzilting (Bron: *Verzilting in Nederland; Oorzaken en perspectieven*, WUR 2011).

Scheepvaart:

De extra aanvoer van zoet water uit andere gebieden kan beperkingen opleveren voor de scheepvaart doordat de aanvoer van extra water voor extra stroming en hogere waterstanden kan zorgen en dus lagere doorvaarthoogten bij bruggen.

Gebouwen:

Verzilting kan leiden tot schade aan beton en wapening in de fundering van bebouwing en kerende wanden. Als er onvoldoende water is om het waterpeil te handhaven, kunnen verzakkingen en paalrot ontstaan.



Artikel: Toelichting op de urgentie van extra dijkbewaking van veendijken. (bron: Volkskrant 2 augustus 2013).

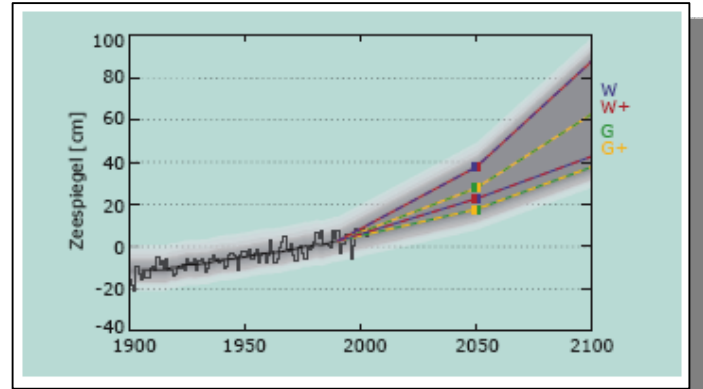
Tegelijkertijd worden de zoetwaterinlaatpunten onbetrouwbarder doordat vanuit de Noordzee het zoute water opruikt richting de rivieren (de zogenaamde zouttong).

Tenslotte leidt langdurige droogte ook tot een verslechtering van de ecologische kwaliteit van open (zwem-) water (denk aan de overmatige groei van blauwalg.) en tast het de stevigheid van veendijken aan (zie artikel).

⁴ Interne verzilting waarbij het zoutgehalte stijgt ten gevolge van brakke of zoute kwel wordt ook een steeds groter probleem. Dit is echter een autonoom proces dat al eeuwenlang gaande is en waarvan onduidelijk is in hoeverre klimaatverandering dit beïnvloedt.

2.3.5 Zeespiegelstijging

De zeespiegel in de Noordzee is in de 20^e eeuw 20 cm. gestegen. In 2050 ligt de zeespiegelstijging waarschijnlijk tussen de 15 (matige klimaatverandering) en 35 cm. (snelle klimaatverandering), in 2100 tussen de 35 en 85 cm. (zie figuur). Doordat de bodem in grote delen van Nederland tegelijkertijd daalt, is het uiteindelijke effect van de zeespiegelstijging groter. De bodemdaling varieerde in de 20^e eeuw, afhankelijk van de lokatie, tussen de 0 en 40 cm.



Gemiddelde zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust tussen 1900 en 2004 t.o.v. NAP op basis van waarnemingen RWS-RIKZ en de klimaatscenario's voor 2050 (KNMI 2006).

Hoewel het om langzame processen gaat, leidt de combinatie van zeespiegelstijging en bodemdaling ertoe dat dijken te laag komen te liggen. Bij een snelle klimaatverandering is in 2050 30% en in 2100 50% van de dijken te laag⁵.

In het bijzonder voor de regio Rotterdam in de benedenloop van de Rijn-Maasdelta heeft zeespiegelstijging dus grote consequenties. Dijken en andere waterkeringen (o.a. de Maeslantkering) zullen moeten 'meegroeien' met de stijgende terugkeer kans van hoge waterstanden, anders neemt het risico op overstroming van het binnendijkse gebied toe. Hetzelfde geldt voor de buitendijkse gebieden waar in de Rotterdamse regio nu al 45.000 mensen wonen. Die buitendijkse gebieden liggen weliswaar hoger, maar worden ook direct beïnvloed door hogere waterstanden. Zonder maatregelen zal de kans op overstroming en daarmee schade toenemen. In een situatie van economische groei neemt het risico nog meer toe, omdat er dan in gebieden als Rivierenzone (Vlaardingen) of Stadshavens (Rotterdam) nog meer mensen en bedrijven aanwezig zijn.

Doordat de zeespiegel stijgt en daardoor de waterstanden bij storm hoger zijn, zal de frequentie waarmee de Maeslantkering sluit, toenemen. Schepen zullen in de loop van deze eeuw dus vaker voor een 'gesloten poort' komen te liggen, wat op termijn tot economische schade kan leiden.

Sluitingsfrequentie van de Maeslantkering	
Huidige	1x per 12 jaar
Zeespiegelstijging 0,60 m	1x per jaar
Zeespiegelstijging 1,30 m	30 x per jaar

Een ander gevolg van de zeespiegelstijging is dat zout water de zoete rivieren binnendringt. Een zogeheten 'zouttong' infiltreert de Nieuwe Waterweg en Oude Maas. Bij lage rivierafvoer kan zout water tot in de Hollandse IJssel en het Spui bij Spijkenisse dringen als gevolg van de beperkte tegendruk van zoet rivierwater. Hierdoor raken belangrijke zoetwaterinlaatpunten bij het Brielse meer en Gouda steeds vaker tijdelijk buiten gebruik.

⁵ Informatie in deze paragraaf is afkomstig uit: Rotterdamse adaptatiestrategie themarapport waterveiligheid (Van Barneveld, 2013). Oorspronkelijke bronnen zijn veelal rapporten, opgesteld in het kader van het Deltadeelprogramma Rijnmond-Drechtsteden (zie bijlage C).

2.3.6. Windpatroon

Verandering van luchtstromingspatronen in de atmosfeer bepaalt in belangrijke mate de effecten die klimaatverandering heeft op het 'windklimaat' in Nederland. Over de mate waarin de wereldwijde opwarming de luchtstromingspatronen verandert bestaat nog veel onzekerheid. Voor een toename van stormen en sterkere winden vanuit noordelijke richting, die voor Nederland het risico op overlast en schade bepalen, als gevolg van klimaatverandering zijn geen aanwijzingen. Wel geeft het KNMI aan dat er zich in de G+ en W+ scenario's mogelijk vaker weersomstandigheden kunnen gaan voordoen die zogenaamde zeewind kunnen veroorzaken. Hierdoor neemt de kans op mist vanuit zee toe wat ongunstig is voor strandrecreatie. In het algemeen zorgt bebouwing of (hoog) begroeid terrein voor een afname van windsnelheden. Met een toename van verstedelijking wordt dit versterkt.

Omdat de gevolgen van klimaatverandering op windpatronen in de regio Rotterdam nog onzeker zijn en de verwachte effecten vooralsnog beperkt, wordt de verandering van windpatronen vooralsnog niet meegenomen in deze Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam.

2.3 Conclusie

Inspelen op klimaatverandering betekent leren omgaan met onzekerheden. Een belangrijk hulpmiddel hierbij zijn de zogenaamde klimaatscenario's van het KNMI. Enkele kenmerkende veranderingen in het Nederlandse klimaat die in *alle* scenario's voorkomen en waar dus in ieder geval rekening mee gehouden moet worden, zijn:

- De opwarming van Nederland zet door. Hierdoor krijgen we vaker te maken met zachte winters en warme zomers.
- De winters worden gemiddeld natter. Bovendien is er vaker sprake van extreme neerslaghoeveelheden.
- Ook in de zomer neemt de frequentie en de hevigheid van extreme regenbuien toe. Het aantal zomerse regendagen neemt echter af.
- In de zomer is er meer kans op lange droge periodes.
- De zeespiegel blijft voorlopig stijgen.
- De kans op extreme weersituaties neemt toe. Bijvoorbeeld in de vorm van hittegolven of extreme buien (kans op extreme koude neemt overigens af).

Een afgeleid effect is voorts dat in de winter de afvoer van de grote rivieren toeneemt. In de zomer neemt deze juist af.

De gevolgen van deze veranderingen in het klimaat lopen uiteen van meer overlast als gevolg van water op straat tot meer hittestress in hoogstedelijk gebied en meer kans op overstromingen als gevolg van hoog water op de rivier. Daarnaast biedt klimaatverandering ook kansen, denk aan een verlengd groeiseizoen, minder koude en vraag naar energie in de winter, meer mogelijkheden voor recreatie in de zomer en een groeiende vraag naar kennis en producten rondom watermanagement vanuit andere (delta)steden.

De exacte gevolgen en kansen hangen echter niet alleen af van de veranderingen in het klimaat an sich, maar ook van een aantal sociaal-economische ontwikkelingen. Voor de regio Rotterdam is van belang dat het aantal inwoners waarschijnlijk toe blijft nemen, dat de stad zich naar verwachting fysiek nauwelijks uitbreidt, dat de waarde van onroerend goed blijft toenemen, dat stedelijke verdichting met name plaatsvindt in voormalige havengebieden en dat ook buitendijks sprake is van een toename van bebouwd oppervlak en economische waarde.

Hoofdstuk 3 gaat verder in op de gevolgen van klimaatverandering specifiek voor de regio Rotterdam.



*Wateroverlast op Voorne Putten naar aanleiding van extreme regenval op 13 oktober 2013.
Foto's afkomstig van een foto reportage op www.boerenbusiness.nl.*

3. Gevolgen en urgentie voor de regio

3.1 Inleiding

De effecten van klimaatverandering kunnen lokaal tot grote gevolgen leiden én zeer uiteenlopen. Het landelijk gebied heeft met name te maken met verdroging en verzilting, terwijl in hoogstedelijk gebied vooral hitte en heftige regenval tot problemen kunnen leiden. Onderstaande tabel geeft een overzicht van gevolgen specifiek voor stedelijk gebied in Nederland⁶. Aangenomen mag worden dat deze gevolgen ook relevant zijn voor het stedelijke gebied in de regio Rotterdam.

Gevolgen van klimaatverandering voor de stad en zijn bewoners		
Klimaat-effect	Gevolgen	Voorbeelden
Overstroming door zee- of rivierwater	directe schade	schade aan gebouwen (constructie en inrichting)
		schade aan productiemiddelen
		schade aan voertuigen
	indirecte schade	Verlies van landbouwhuisdieren
		schade aan infrastructuur
		waardevermindering grond
		Lagere opbrengsten land- en tuinbouw
		verlies van toegevoegde waarde, verlies concurrentiepositie van bedrijven
	Ongrijpbare schade	Kosten van evacuatie en hulpverlening
Verkeersontwrichting		
Kosten van opruimen, schoonmaken, nazorg		
dodelijke slachtoffers		
gezondheidsproblemen, emotionele schade		
Milieuschade		
Overstroming als gevolg van neerslag	schade aan landschappelijke, cultuurhistorische, ecologische en recreatieve waarden	
	Verlies van culturele waarden	
	Vergiftiging	
	Overstroming van kelders en begane grond van gebouwen	schade aan inrichting van woningen, openbare gebouwen, bedrijven
	Overstroming van museumdepots	schade aan culturele waarden
Grondwaterstijging	Overstroming van wegen en pleinen	Verkeershinder
	Overstroming van riolering	schade aan wegfunderingen
	Overstroming van groengebieden	Hinder
	aantasting funderingen gebouwen	Gezondheidsproblemen
	verminderte draagkracht bodem	schade aan bomen en beplantingen door rotting en verstikking
Overstroming van groengebieden	opwaartse druk op kruipruimten, kelders en andere ondergrondse ruimten	verzakking, instorting
	doorsijpelen grondwater in kruipruimten, kelders en andere ondergrondse ruimten	aantasting (funderingen) infrastructuur
		verschuiving vloer en wanden
		schade aan gebouwen en inrichting
		schimmelgroei, kan leiden tot aantasting constructies, stank en gezondheidsproblemen

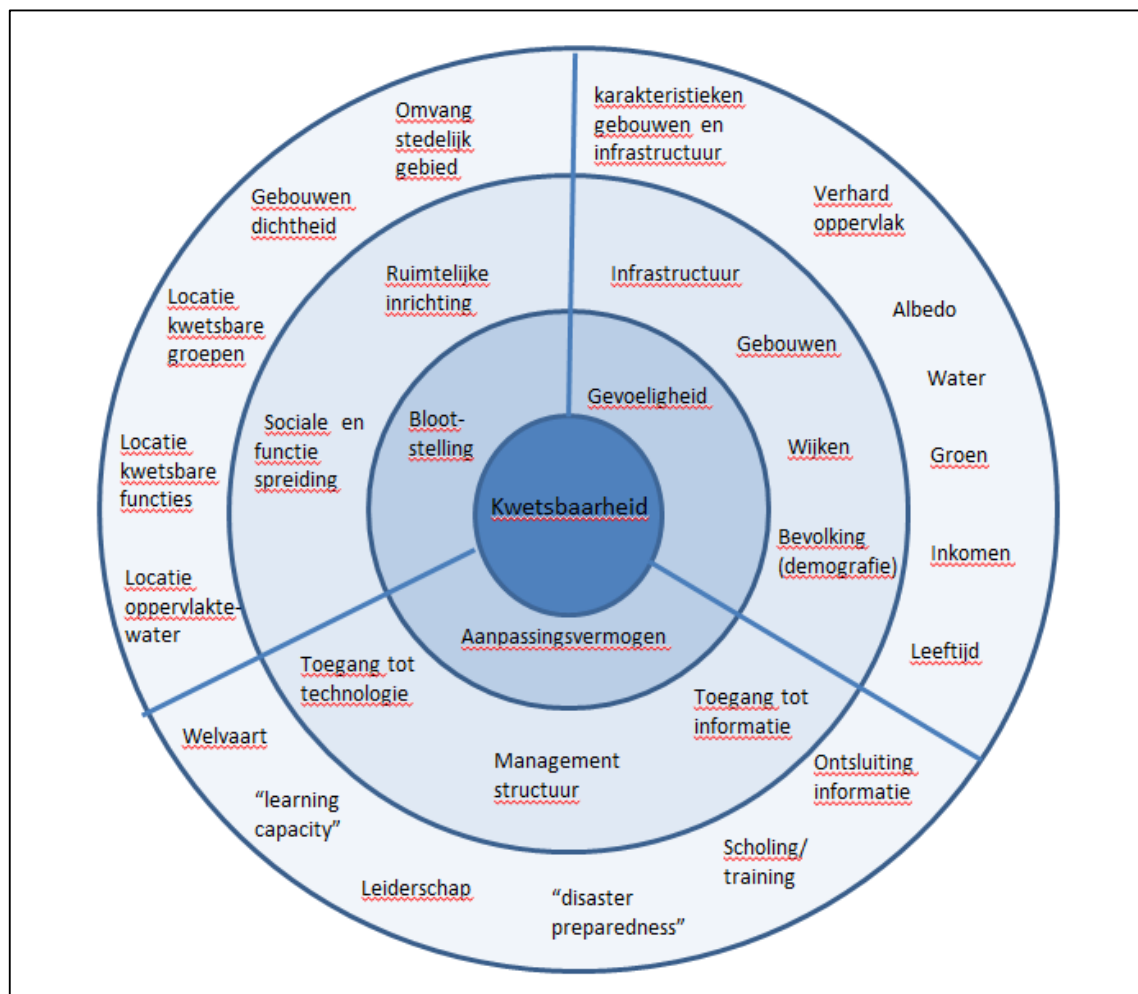
⁶ Stone et.al. (2011).

Gevolgen van klimaatverandering voor de stad en zijn bewoners		
Klimaat-effect	Gevolgen	Voorbeelden
	verstikking wortelgestel van beplantingen en vegetaties	Sterfte van beplantingen en vegetaties
	Ontwikkeling oppervlakkig wortelgestel van beplantingen en vegetaties	bomen vallen gemakkelijker om tijdens een storm
Droogte	aantasting houten paalfunderingen	verzakking, instorting
	Bodemdaling (klink)	verschillen tussen gefundeerde en ongefundeerde elementen (bv. huis en straat)
		breuk van ondergrondse kabels en leidingen
		schade aan wegverhardingen
		druk op paalfunderingen
		Grond- en regenwateroverlast
	schade aan vegetatie en beplantingen	
opwarming en afname kwaliteit oppervlaktewater		Stank
		verslechtering ecologische kwaliteit
		onvoldoende koelwater beschikbaar voor elektriciteitsproductie en andere productie
		ongeschiktheid voor waterrecreatie
verzilting oppervlakte- en grondwater		invloed op vegetatie en beplantingen
Hitte en luchtkwaliteit	directe invloed op gezondheid van mensen	Hittestress Ziekte Sterfte
	vaker/meer voorkomen van ziekteverwekkende (micro)organismen en allergenen	ziekte en sterfte
	Welzijn	thermisch comfort, slaap, agressie
	menselijk functioneren en veiligheid	dalende arbeidsproductiviteit afnemende leerprestaties
	meer koeling van gebouwen	grotere energievraag
	negatieve invloed op materialen	Degradatie van gebouwen en infrastructuur
	schade aan infrastructuur	Verkeershinder
	opwarming van oppervlaktewater leidt tot overmatige algengroei (waaronder blauwalgen), eutrofiëring, afname zuurstofgehalte	hinder en ziektes bij recreatief gebruik van water
	toename van legionella in drinkwatersystemen	ziekte en sterfte

3.2 Kwetsbaarheid

Blootstelling aan klimaatverandering vormt niet per definitie een probleem. Dat wordt het pas als er sprake is van merkbare effecten en dat hangt weer samen met de gevoeligheid en kwetsbaarheid van de mensen, objecten of gebieden die worden blootgesteld. Zo worden de effecten van hitte op mensen bepaald door de temperatuur, duur van hittegolven en lokale condities (hoeveelheid groen, schaduw, wind en luchtkwaliteit), maar met name ook door de gesteldheid van de mensen zelf (leeftijd, gezondheid, gedrag, sociale omstandigheden) (Stone et al. 2011). De gedachte achter de bouwstenen van de ARR is de kwetsbaarheid van mensen en gebieden te verminderen door het aanpassingsvermogen te versterken, waar mogelijk en/of nodig in gezamenlijk met andere gemeenten en partijen. Door voorbereid te zijn op extreme omstandigheden kan de blootstelling en de gevoeligheid worden vermindert.

Ter illustratie wordt in onderstaande figuur schematische weergegeven wat de verschillende dimensies zijn die de kwetsbaarheid bepalen van steden voor hitte.



Dimensies van kwetsbaarheid (1^e schil) uitgesplitst in componenten (2^e schil) en mogelijke indicatoren (3^e schil) van stedelijke gebieden voor hitte (Rovers et.al. 2012).

3.3 Gevolgen van hoog water

De regio Rotterdam wordt structureel beschermd door primaire keringen bestaande uit dijken langs de rivieren en zandsuppleties, stranden en duinen langs de kust. Daarnaast worden flexibele keringen ingezet ten tijden van (verwachte) stormvloed op zee (Maeslantkering, Hartelkering en Hollandse IJsselkering). Achter de primaire keringen bevindt zich een groot pallet van polders, deels in de stad, en boezemstelsels die water aan- en afvoeren van en naar de polders. Deze watergangen worden geflankeerd door regionale waterkeringen⁷ die overstroming van de lager gelegen polders dienen te voorkomen. Grote boezemwaterstelsels zijn de Schie, Rotte, Ringvaart en Kreekse Boezem.

⁷ Een regionale kering is een niet-primaire waterkering die is genormeerd door de provincie op basis van een provinciale verordening en/of is opgenomen in de legger of keur van het waterschap.

De primaire en secundaire keringen zijn genormeerd (zie figuur). De norm voor primaire keringen varieert van een overschrijdingskans vanuit Rijkswater van eens per 4.000 jaar voor Voorne Putten tot eens per 10.000 jaar voor de noordkant van de Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg. De regionale keringen hebben overschrijdingskansen van 1 op 100 tot 1 op 1.000 jaar tegen overstromingen vanuit regionaal water. De waterschappen en hoogheemraden in de regio zorg ervoor dat aan de landelijk afgesproken normen voor overschrijdingskansen wordt voldaan. Bovendien worden de regionale keringen die uit veen bestaan, sinds de doorbraak van een veendijk in Wilnis (2009) bij langdurende droogteperiodes extra bewaakt met het oog op droogtescheuren en gepaard gaande ondermijning van de sterkte. Ondanks de lage ligging van het binnendijks gebied behoort de regio Rotterdam zo tot één van de veiligste ter wereld.



Overzicht van waterstaatswerken als dijkingen, stormvloedkeringen, dammen in de omgeving van Rotterdam (DeltaDeelprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2012).

De regio beschikt daarnaast over een groot oppervlak buitendijks gebied. Denk aan oude en nieuwe havengebieden (Waal-Eemhaven respectievelijk Maasvlakte) én aan stedelijke gebieden als de Kop van Feijenoord (Rotterdam) of het Balkon (Maassluis). Nergens in Nederland werken en wonen zoveel mensen buitendijks als in de regio Rotterdam en door de herontwikkeling van oude havengebieden zal dit in de toekomst nog verder toenemen.

De buitendijkse gebieden zijn echter niet onbeschermd. Van oudsher wordt het gebied bij ontwikkeling opgehoogd waardoor de kans op wateroverlast en overstroming beperkt wordt. De hoogte van de buitendijkse gebieden varieert van ca. 3m + NAP in het stedelijk gebied van Rotterdam tot ca. 6 m + NAP op de Maasvlakte. Daarmee steken de buitendijkse gebieden hoog uit boven de polders die soms wel tot -6 meter NAP dalen (zoals Prins Alexanderpolder in Rotterdam). Sinds 1997 heeft ook de Maeslantkering een reducerend effect op de (extreme) waterstanden en beschermt deze in de praktijk zowel het achterliggende binnendijks als buitendijks gebied.

Ondanks al deze beschermingsmaatregelen blijft er altijd een kans bestaan op een calamiteit. Het risico als gevolg van een dijkdoorbraak of van wateroverlast in buitendijks gebied wordt bepaald door de kans op een calamiteit én de gevolgen die dit met zich brengt.

Klimaatverandering zorgt voor een toename van de kans. De economische ontwikkeling van de laatste decennia leidt voor en achter de dijken in de regio tot een toename van gevolgen in termen van schade en slachtoffers.

Schade door overstroming wordt onder andere bepaald door:

- de omvang van het getroffen oppervlak
- de aanwezige functies en aantallen mensen
- de diepte van de overstroming
- de duur van de overstroming
- de stroomsnelheden
- de snelheid waarmee het water stijgt
- het tijdstip waarop overstroming plaatsvindt
- de verontreiniging en saliniteit van het water.

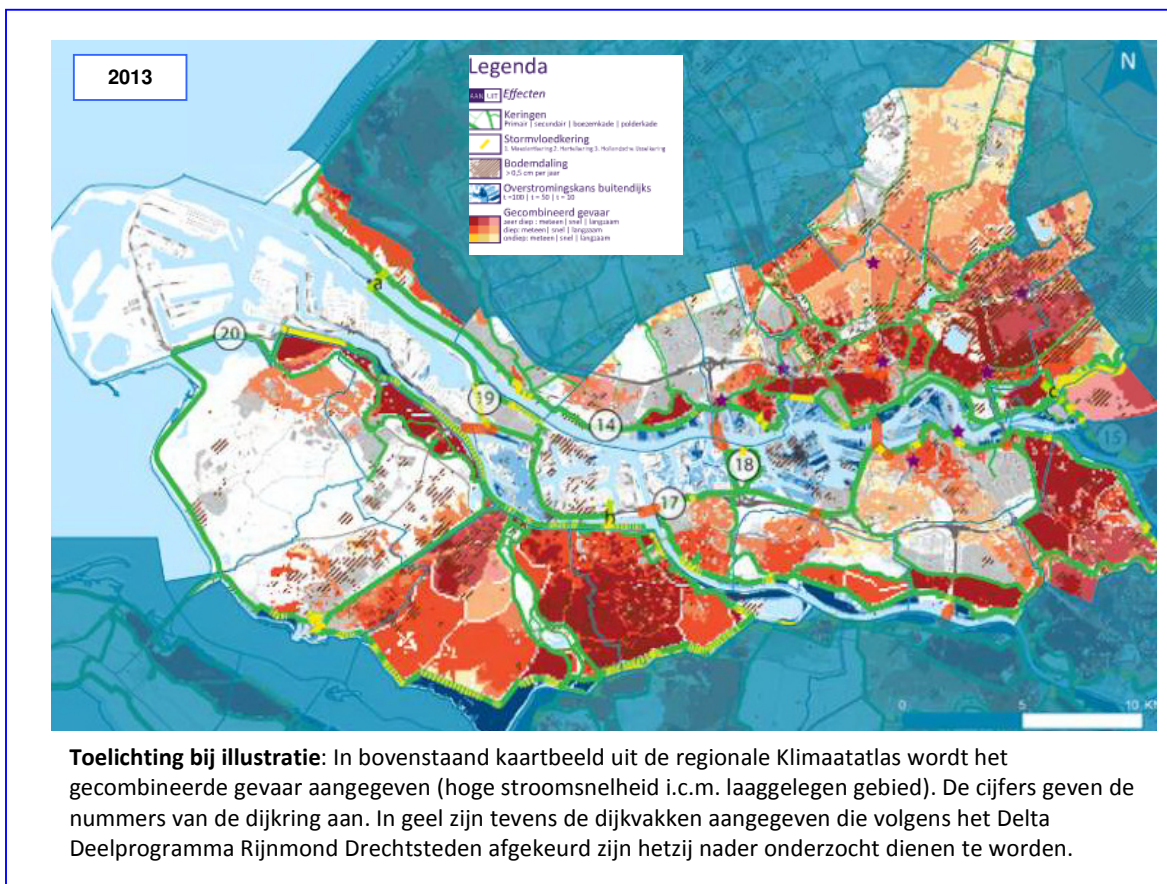
Diep gelegen delen met veel mensen en dure gebouwen waar sprake is van hoge stroomsnelheden zullen in het geval van extreem hoog water het meeste schade ervaren.

In de Regionale Klimaatatlas (Climate Adaptation Services (2013), zie tekstkader) is weergegeven wat dit voor de regio inhoudt. De kaart op de volgende pagina geeft aan welke gebieden zowel laag gelegen zijn, als bij een calamiteit relatief snel vol kunnen stromen. Dit zogenaamde ‘gecombineerde gevaar’ is het grootst in de donkerrood gekleurde gebieden en betreft onder andere (delen van) Brielle, Bennisse, Spijkenisse, Barendrecht, Ridderkerk, Capelle a/d IJssel en Rotterdam.

Regionale klimaatatlas:
In het kader van de Bouwstenen voor een regionale klimaatadaptatiestrategie heeft de stichting Climate Adaptation Services een interactieve klimaatatlas gemaakt voor de regio. Deze atlas verbeeldt voor de onderwerpen waterveiligheid, wateroverlast, hitte en droogte wat er als gevolg van klimaatverandering op de regio afkomt, nu en in 2050. Zo kunnen gemeenten in één oogopslag zien wat er speelt in de eigen gemeente én de omgeving.

De kaart toont de situatie in 2013. Klimaatverandering op zich heeft geen invloed op het gecombineerde gevaar, maar de stijging van de zeespiegel leidt er wel toe dat als de waterschappen niets zouden doen, de overschrijdingskans van de keringen toeneemt.



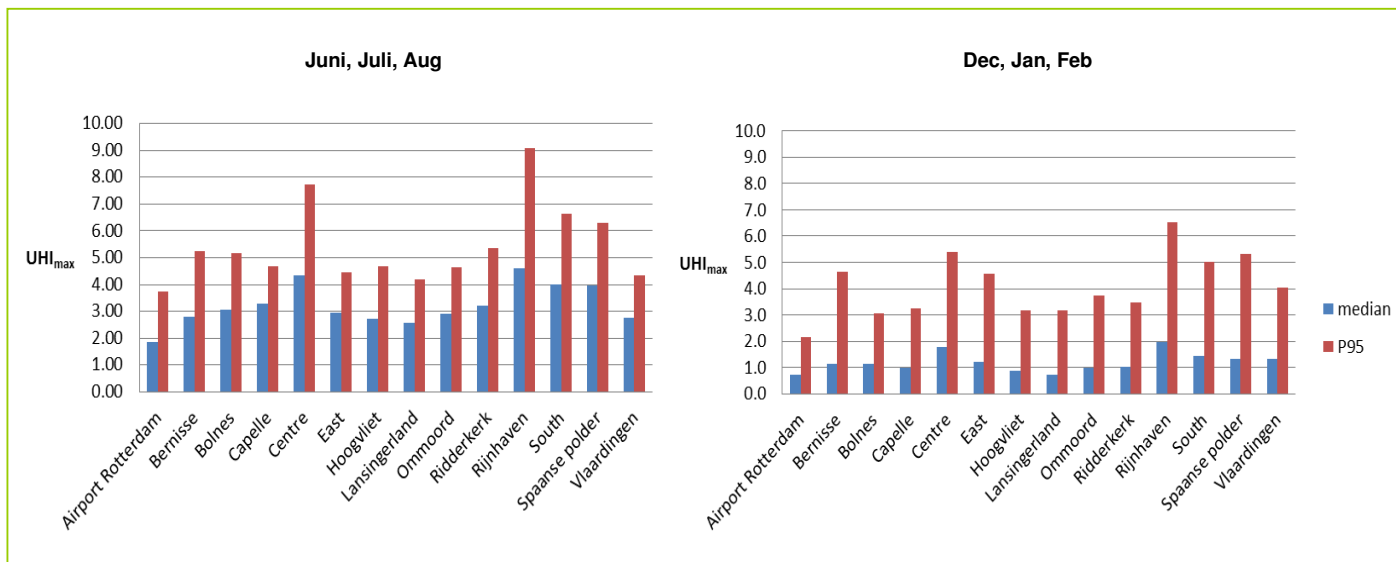


Waterveiligheid is bij uitstek een regionale opgave. Zwakke plekken in een kering hebben gevolgen voor een groot en gemeentegrenzen overschrijdend gebied. In het kader van het nationale Deltaprogramma is één deelprogramma dan ook specifiek gericht op de regio Rijnmond-Drechtsteden (zie ook bijlage C).

3.4 Gevolgen van toenemende hitte

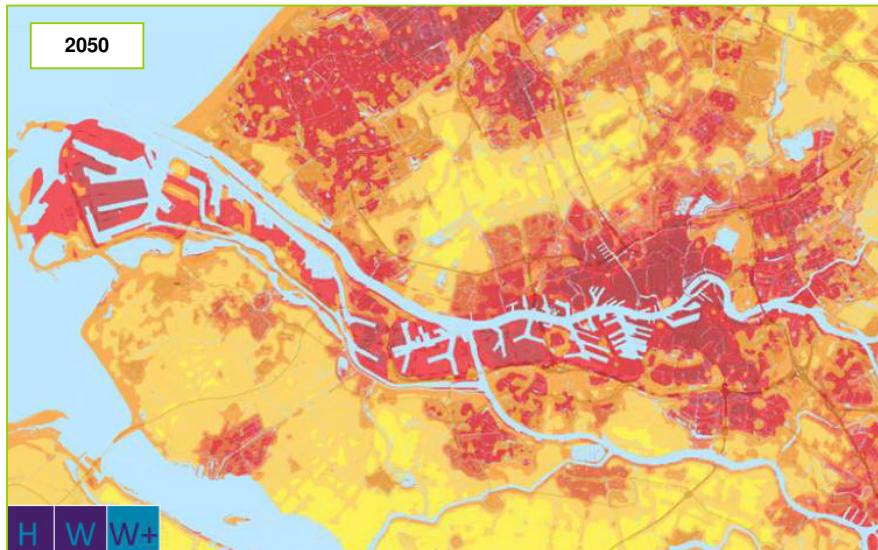
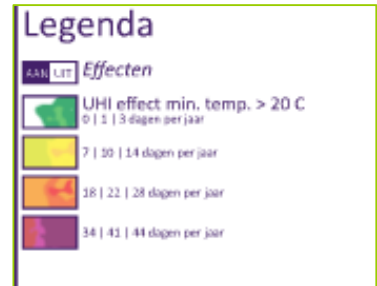
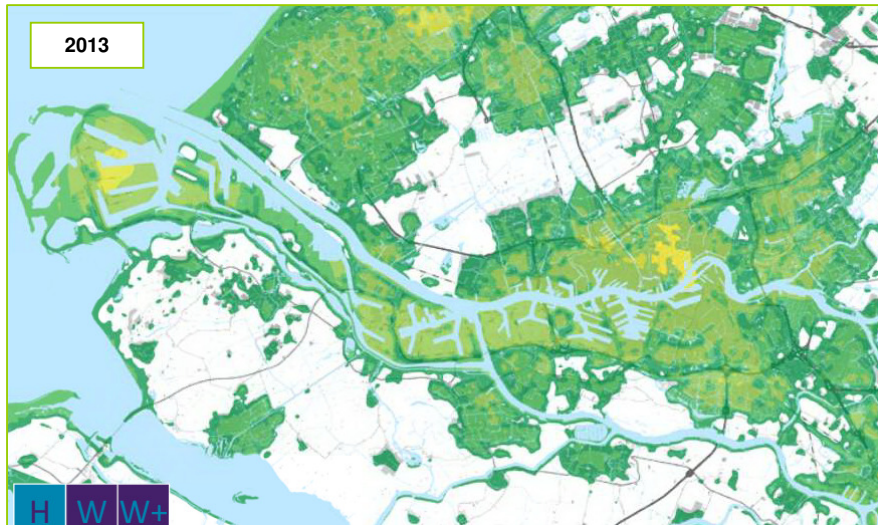
Hoewel het ontstaan van een stedelijk hitte-eiland een typische stedelijk fenomeen is, heeft de omvang van de stad nauwelijks invloed op de mate waarin het stedelijk hitte-eilandeffect optreedt. Bepalend zijn de bevolkingsdichtheid en de ruimtelijke kenmerken van stadsdelen en wijken. Gebieden met weinig schaduw, wind en bomen warmen het meeste op. Dat geldt dus niet alleen voor Rotterdam, maar voor alle verstedelijkte gebieden in de regio.

Vanaf 2009 zijn op verschillende plekken in de regio meteorologische metingen uitgevoerd. Behalve in Rotterdam (7 stuks), staan er meetstations in Capelle aan den IJssel, Ridderkerk, Lansingerland, Vlaardingen, Westvoorne en Bernisse. In onderstaande figuren is het maximale verschil in temperatuur weergegeven (UHI_{max}) tussen de verschillende meetstations en het referentiestation in het buitengebied gedurende een etmaal in de zomer (linkerfiguur) en winter (rechterfiguur).



Figuur: Mediaan en 95-percentielwaarden voor de UHI_{max} op de meetlocaties in Rotterdam-agglomeratie. De UHI_{max} is gedefinieerd als het maximale verschil in temperatuur tussen stad en buitengebied gedurende een etmaal. De waarden zijn berekend voor de maanden juni, juli en augustus (JJA) van 2010 en 2011 (a) en voor de maanden december, januari en februari (DJF) van 2009/2010, 2010/2011 en 2011/2012 (b). (Rovers, 2012).

Niet alleen in de hoogstedelijke delen van Rotterdam, maar ook in de andere gemeenten worden duidelijk hogere temperaturen gemeten (ca. 5⁰C verschil met het buitengebied). Dit komt ook naar voren in kaartbeelden afkomstig uit de Regionale Klimaatatlas (zie figuren). Uit deze beelden blijkt dat overal in de regio verstedelijkte gebieden te maken gaan krijgen met een toename van dagen waarop de temperatuur 's nachts niet onder de 20⁰C komt.



Toelichting illustratie:
 Nevenstaande beelden zijn afkomstig uit de Regionale Klimaatatlas en geven de hoeveelheid dagen aan waarop de temperatuur minimaal 20°C bedraagt. De bovenste figuur verbeeldt de huidige situatie. Het onderste beeld geeft de situatie weer in 2050 bij het W+ scenario. In verstedelijkt gebied komen nu al beduidend meer warme en tropische dagen voor dan in het landelijk gebied. In 2050 zal echter ook buiten de steden de temperatuur behoorlijk oplopen. Het aantal warme en tropische dagen loopt in 2050 op tot 38 in het W scenario en 50 in W+.

Zoals eerder opgemerkt worden de effecten van hitte op mensen met name bepaald door

- de temperatuur
- de duur van hittegolven
- de lokale condities (hoeveelheid groen, schaduw, wind en luchtkwaliteit)
- de gesteldheid van de mensen zelf

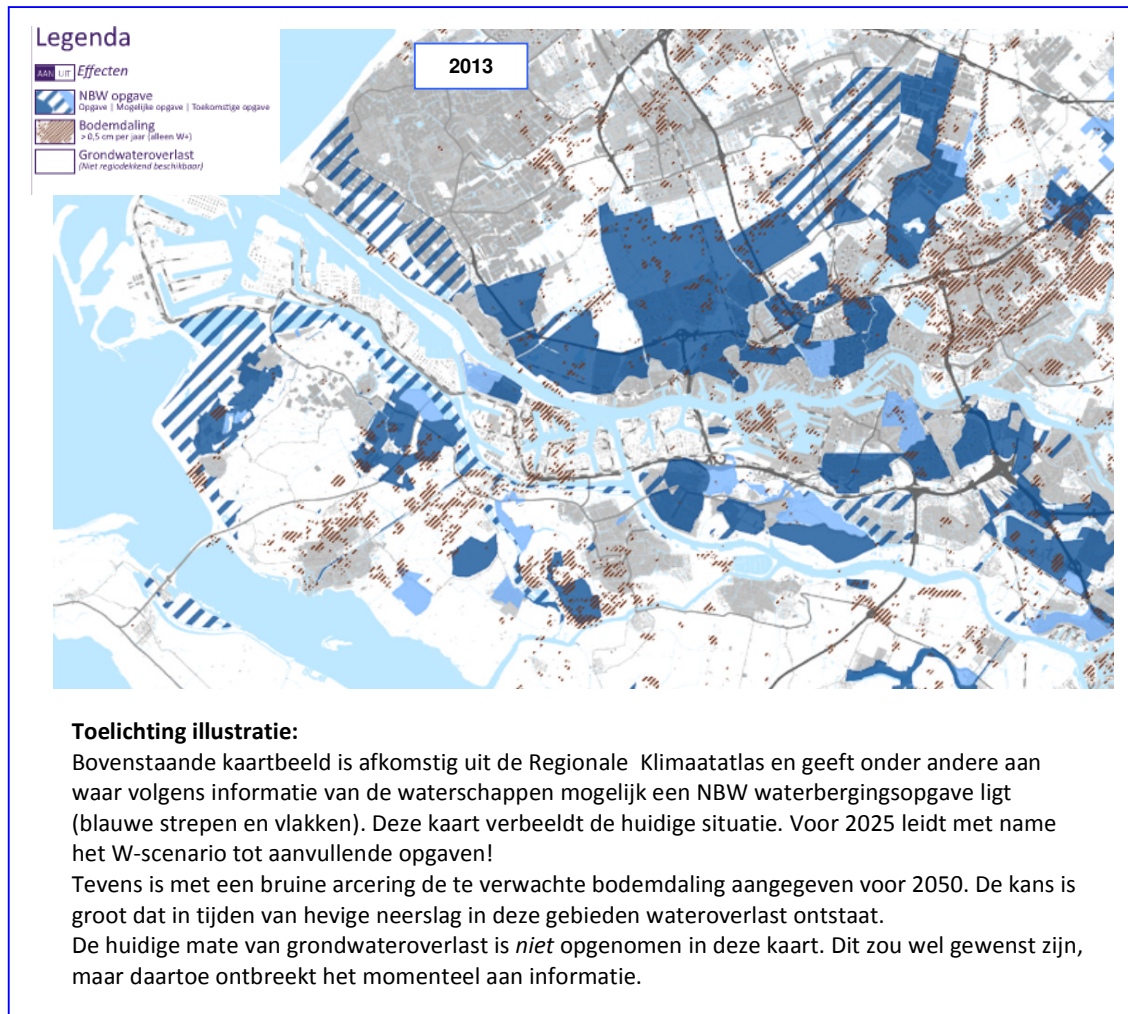
De uiteindelijke kwetsbaarheid van een specifieke gemeente hangt dus sterk samen met de lokale omstandigheden (in welke gebieden wonen veel ouderen, wat is de afstand tot groengebieden, hoe is de buitenruimte ingericht etc.) en zal voor (door) iedere gemeente specifiek beoordeeld moeten worden. Vervolgens ligt het voor hand gezamenlijk aan oplossingen te denken. Niet alleen om ervaringen en voorbeelden uit te wisselen maar ook omdat oplossingen wellicht buiten de eigen gemeente liggen en/of gemeentegrensoverschrijdend zijn (denk bijvoorbeeld aan aanleg en beheer van grote groenstructuren).

3.5 Gevolgen van extreme regenval

Effecten als gevolg van heftige regenval hangen onder andere samen met:

- de neerslagintensiteit
- de waterbergings eigenschappen van de plek (bijvoorbeeld infiltratiecapaciteit van de bodem, de capaciteit van de riolering en het oppervlaktewater)
- de resulterende waterhoogte in combinatie met de duur van de overstroming
- de eigenschappen ter plaatse van de 'ontvangers' (denk aan de waterdichtheid van gebouwen, de inrichting van gebouwen, de aanwezige pathogenen in het water, het aantal aanwezige mensen en het type bedrijvigheid).

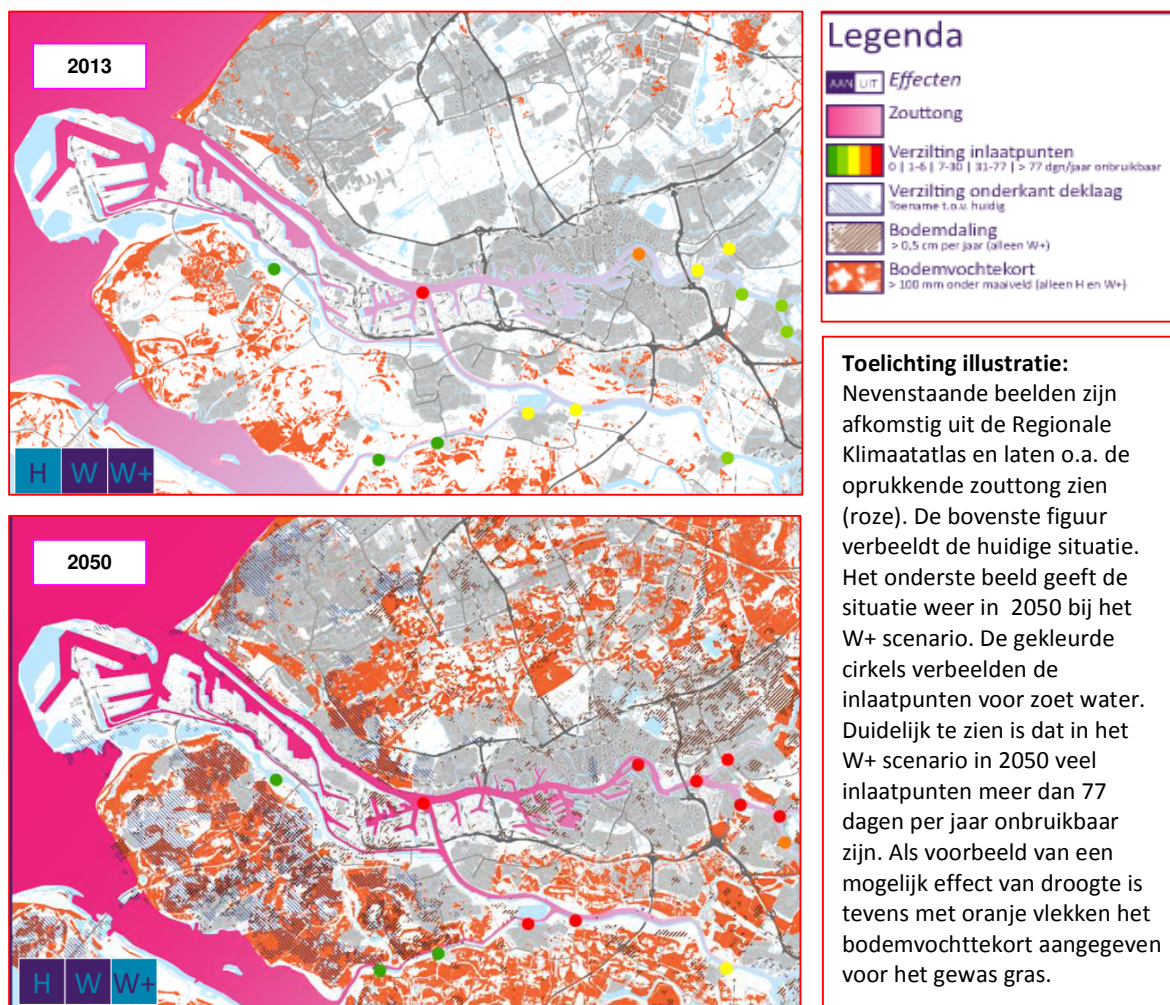
Kwetsbare gebieden naar aanleiding van hevige regenval zijn met name bodemdalingsgevoelige gebieden waar nu al een waterbergingsopgave ligt. In onderstaande kaartbeeld is dit weergegeven. Met name in Maasluis, Albrandswaard, Rotterdam, Ridderkerk en Lansingerland is sprake van een aantal duidelijke aandachtsgebieden.



Hoewel piekbuien heel lokaal voor overlast zorgen, kunnen oplossingen zowel lokaal als regionaal liggen. Denk bijvoorbeeld aan het realiseren van grote hoeveelheden waterberging waarbij de ene gemeente wellicht een oplossing (= ruimte) kan bieden voor de andere. Door samen met het waterschap met een regionale blik naar dit probleem te kijken, komen wellicht mogelijkheden naar voren die eerder nauwelijks relevant waren.

3.6 Gevolgen van verdroging en verzilting

Niet alleen wateroverlast, maar ook wateronderlast vormt een potentiële opgave. Hoewel er nog veel onduidelijk is rondom verdroging en de wijze waarop klimaatverandering huidige problemen verergert, speelt in ieder geval de oprukkende zouttong een rol (zie onderstaande kaarten). Huidige zoetwaterinlaatpunten raken meerdere dagen per jaar onbruikbaar. Daarnaast leidt verdroging ertoe dat in gebieden die daar gevoelig voor zijn de bodemdaling nog sneller gaat, hetgeen tot problemen kan leiden op het gebied van verzilting alsmede tot verergering van problemen als gevolg van heftige regenbuien.



Al in de huidige situatie doen zich problemen voor op het gebied van verzilting. Door de aanhoudende droogte en de verminderde rivierwaterafvoer was er bijvoorbeeld in het voorjaar van 2011 sprake van een toenemende zoutindringing vanuit de Noordzee. Hierdoor ontstonden problemen met de kwaliteit van het inlaatwater op Voorne-Putten en in IJsselmonde. Teneinde de gevolgen van de toenemende zoutindringing tot een minimum te beperken, sloot Rijkswaterstaat de Haringvlietsluizen af. Zo werd zoet water vastgehouden in het Haringvliet en het Hollands Diep. Tevens werd het waterpeil in recreatiegebied Bernisse en het Brielse Meer met tien centimeter verhoogd, waardoor een zoetwaterbuffer ontstond (Buijs 2013).

Daarnaast kampen meerdere plekken in de regio nu al met interne en/of externe verzilting. In de toekomst zijn met name Lansingerland, Spijkenisse en Krimpen a/d IJssel extra kwetsbaar, hetzij door de aanwezigheid van grote zoetwatervragers, hetzij door de hoge mate van bodemdaling. Klimaatverandering leidt er bovendien toe dat het zoetwaterinlaatpunt bij Bernisse nog vaker en langer onbruikbaar wordt. Volgens hoogheemraadschap Delfland is dit overigens slechts een beperkt probleem. De verwachting is dat de watervoorziening via Bernisse nog tot 2100 gegarandeerd is. De verstoring van het zoetwaterinlaatpunt is Gouda wordt als urgenter beschouwd.

Locatie (normconcentratie)	Aantal uren Soort jaar	Huidige situatie			W+ (2025)		
		7 uur	24 uur	48 uur	7 uur	24 uur	48 uur
Bernisse (150mg/l)	Gemiddeld	1	0	0	4	0	0
	Droog	1	0	0	2	0	0
	Extreem droog	7	14	14	20	18	14

Tabel: Hoeveelheid dagen dat de 'zoutgrens' voor Bernisse langer 7, 24 of 48 uur worden overschreden in de huidige situatie en in 2050 (W+ scenario). (Deltares, 2012).

3.7 Urgentie en kosten van niets doen

Klimaatverandering en de exacte effecten ervan voor het functioneren van de regio worden nog omgeven met onzekerheid die op de korte termijn ook niet geheel verdwijnt. Bovendien staat niet op voorhand vast dat de overheid verantwoordelijk is voor het aanpakken van alle negatieve gevolgen. Toch wordt zowel door Rotterdam als door een aantal omliggende gemeenten de urgentie gevoeld om actie te ondernemen. Individueel (via de Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS)), gezamenlijk (via Bouwstenen voor Adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam én in samenwerking met het Rijk (Nationale Adaptatiestrategie (NAS))).

In eerste instantie komt het gevoel van urgentie voort uit gebeurtenissen die in het recente verleden reeds voor overlast hebben gezorgd. Denk bijvoorbeeld aan natte voeten in de historische stadskern van Hellevoetsluis als gevolg van hevige regenval, water op de kade in Vlaardingen ten gevolge van de hoge waterstand in de Nieuwe Maas, een piek aan hitte gerelateerde klachten bij de GGD Rotterdam Rijnmond tijdens een hittegolf of de recente overlast naar aanleiding van hevige regenval in de hele regio Rotterdam (zie artikel).

AD Rotterdams Dagblad, Rotterdam Dichtbij 14-10-2013

Ouderwets zandzakken voor de deur

ROTTERDAM | Zondag de 13de oktober is in deze regio als de natste dag van de afgelopen jaren de boeken ingegaan. In meerdere plaatsen stortte Pluvius meer dan honderd liter per vierkante meter naar beneden. „Op een willekeurige plaats komt dat een keer in de honderd jaar voor!” meldde weerman Ed Aldus gistermiddag.

SANDER SONNEMANS

In tweede instantie geven kaartbeelden zoals gepresenteerd in paragraaf 2.4 in combinatie met voortschrijdend inzicht vanuit de wetenschap steeds meer duidelijkheid over de ernst van effecten op de middellange en lange termijn.

De urgentie wordt daarnaast echter versterkt door argumenten die veel meer vanuit praktische en economische overweging ingegeven worden, als:

- ***Nu meenemen van randvoorwaarden bij nieuwbouw kost minder dan later aanpassen.***
De levensduur van bebouwing, met name in grote steden is vaak lang, 50 tot 100 jaar, terwijl sommige stadsdelen nog veel ouder worden. Nu bij nieuwe bouw- en inrichtingsplannen geen rekening houden met een klimaatbestendige ontwikkeling kan later tot hogere aanpassingskosten leiden. Flexibiliteit van maatregelen is, gezien de lange termijn waarop gekeken wordt, hierbij uiteraard een randvoorwaarde.
- ***De voorbereidings- en realisatietijd van adaptatiemaatregelen is lang.***
Het meebewegen met het ontwikkel- en onderhoudstempo van steden en dorpen betekent ook dat de realisatie van een klimaatbestendige regio tijd kost. Ook vergen sommige maatregelen, zoals dijkversterking, een lange voorbereidingstijd.
- ***Investeren in de regio Rotterdam vraagt vertrouwen in de toekomst***
Er is wereldwijd vertrouwen in de fysieke veiligheid van Nederland en de delta waarin de regio Rotterdam ligt. Nederland staat bekend om zijn kennis en ervaring op het gebied van het waterbeheer. De regio hecht veel waarde aan een blijvend imago van de Rijn-Maasdelta en Rotterdamse haven als veiligste van de wereld.
- ***De uitvoering van adaptatiemaatregelen draagt bij aan de economie en de aantrekkelijkheid van de regio***
Slimme combinaties van adaptatiemaatregelen met andere geplande en gewenste maatregelen levert meerwaarde op. Een waterplein draagt bij aan de waterbergingscapaciteit, maar resulteert ook in een aantrekkelijke buitenruimte. Innovatieve manieren van (drijvend) bouwen of het keren van water (zoals overgedimensioneerde klimaatdijk), zorgen voor nieuwe opdrachten aan bedrijven uit de regio.
- ***In scenario's met economische groei wordt de schade a.g.v. calamiteiten groter, zelfs als er sprake is van weinig tot geen klimaatveranderingen***
Risico is de resultante van de kans dat zich een calamiteit voordoet en het effect van die calamiteit. Zelfs als er nauwelijks sprake zou zijn van (effecten van) klimaatverandering in de regio (dus een gelijkblijvende kans), zou in tijden van economische groei het risico van een calamiteit stijgen omdat door de aanwezigheid van meer bewoners en bedrijven de verwachte schade toeneemt en zo het effect dus veel groter wordt.

Kosten

In een Europese studie naar de kosten van klimaatverandering (zie kader) is becijferd wat de kosten bedragen van zeespiegelstijging en overstromingen vanuit rivieren alsmede wat de kosten en baten zijn van adaptatiemaatregelen⁸.

Vanuit de hotspot is gewerkt aan een maatschappelijke kosten en baten analyse (MKBA) van klimaatadaptatiemaatregelen voor de regio Rotterdam (zie bijlage D). Hieruit blijkt dat een groot aantal maatregelen positief scoren, dat wil zeggen, dat het meer opbrengt om ze wel uit te voeren, dan om niets te doen. Tegelijkertijd blijkt dat de exacte kosten en opbrengsten (zowel van maatregelen uitvoeren als van 'niets doen') heel locatiespecifiek zijn.

3.8 Conclusie

Alle gemeenten in de regio krijgen te maken met de effecten van klimaatverandering.

- In de hele regio bevinden zich laaggelegen gebieden die in het geval van een calamiteit snel volstromen. Dit betreft in het bijzonder (delen van) Brielle, Bernisse, Spijkenisse, Barendrecht, Ridderkerk, Capelle a/d IJssel en Rotterdam.
- Daarnaast hebben alle verstedelijkte gebieden te maken met het zogenaamde stedelijk hitte-eilandeffect waarbij temperaturen in de zomer flink op kunnen lopen in vergelijking met de temperatuur in landelijk gebied.
- Kwetsbare gebieden naar aanleiding van hevige regenval zijn met name bodemdalingsgevoelige gebieden waar nu al een waterbergingsopgave ligt. Met name in Maasluis, Albrandswaard, Rotterdam, Ridderkerk en Lansingerland is sprake van een aantal duidelijke aandachtsgebieden.
- De oprukkende zouttong zorgt ervoor dat inlaatpunten voor zoetwater in de toekomst vaker buiten gebruik gesteld worden. Daarnaast kampen meerdere gebieden met interne en/of externe verzilting. In de toekomst zijn met name Lansingerland, Spijkenisse en Krimpen a/d IJssel extra kwetsbaar, hetzij door de aanwezigheid van grote zoetwatervragers, hetzij door de hoge mate van bodemdaling.

Blootstelling aan klimaatverandering vormt niet per definitie een probleem. Dat wordt het pas als er sprake is van merkbare effecten en dat hangt weer samen met de gevoeligheid en kwetsbaarheid van de mensen, objecten of gebieden die worden blootgesteld.

Kosten van overstromingen

In de ClimateCost studie die in Europees verband is uitgevoerd, zijn de kosten van zeespiegelstijging en overstromingen vanuit rivieren becijferd evenals de kosten en baten van adaptatiemaatregelen. Bij een snelle klimaatverandering kunnen zonder mitigatie en adaptatiemaatregelen in Europa *jaarlijks* 55.000 (rond 2050) tot 250.000 (rond 2080) burgers geraakt worden door overstromingen vanwege zeespiegelstijging en zullen zo'n 440.000 genoodzaakt zijn te verhuizen uit kustgebieden. De directe en indirecte gevolgen van deze overstromingen leiden tot hoge kosten, variërend van € 11 miljard (2050) tot € 25 miljard gemiddeld per jaar. Zonder maatregelen raken overstromingen vanuit rivieren rond 2050 jaarlijks gemiddeld zo'n 300.000 EU inwoners. In 2080 is dit opgelopen tot 360.000. Rond 2020 zijn de gemiddelde jaarlijkse kosten hiervan € 20 miljard, oplopend naar € 46 miljard in 2050 en € 98 miljard in 2080. Deze cijfers illustreren dat, hoewel er niet elk jaar slachtoffers en schade zullen zijn, de totale kosten van overstromingen hoog zijn als deze optreden. De kosten van adaptatiemaatregelen om een minimaal veiligheidsniveau te bereiken, bedragen relatief veel minder: ca. 7 á 8% van de schadekosten. Deze adaptatiemaatregelen leiden tot een reductie van de schadekosten van 40 tot 50%. Ondanks dat de schadekosten aanzienlijk gereduceerd worden, blijft er een resterend risico op slachtoffers en schade aanwezig.

⁸ Technical Policy Briefing Note 02 en 03, Climate Costs EU, 2011

De gedachte achter de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam is de kwetsbaarheid van mensen en gebieden te verminderen door het aanpassingsvermogen te versterken, waar mogelijk en/of nodig in gezamenlijk met andere gemeenten en partijen. Door voorbereid te zijn op extreme omstandigheden kan de blootstelling en de gevoeligheid worden verminderd en kunnen kansen worden benut.

De noodzaak om nu actie te ondernemen komt voort uit gebeurtenissen die in het recente verleden reeds voor overlast hebben gezorgd (denk aan noodweer van onder andere 13 oktober j.l.), uit voortschrijdend inzicht vanuit de wetenschap omtrent de ernst van effecten op de middellange en lange termijn (zoals verbeeld in de regionale klimaatatlas) en praktische en economische overwegingen als “nu meenemen van randvoorwaarden bij nieuwbouw kost minder dan later aanpassen”. Tevens wordt steeds duidelijker dat klimaatadaptatie ook kansen biedt. Dit laatste wordt verder uitgewerkt in het volgende hoofdstuk. Samengevat bestaat de urgentie om nu actie te nemen uit de volgende overwegingen:

- **Het klimaat verandert**



- **Vertrouwen in een veilige regio**



- **De regio is voortdurend in ontwikkeling**



- **Aanpassen biedt kansen**

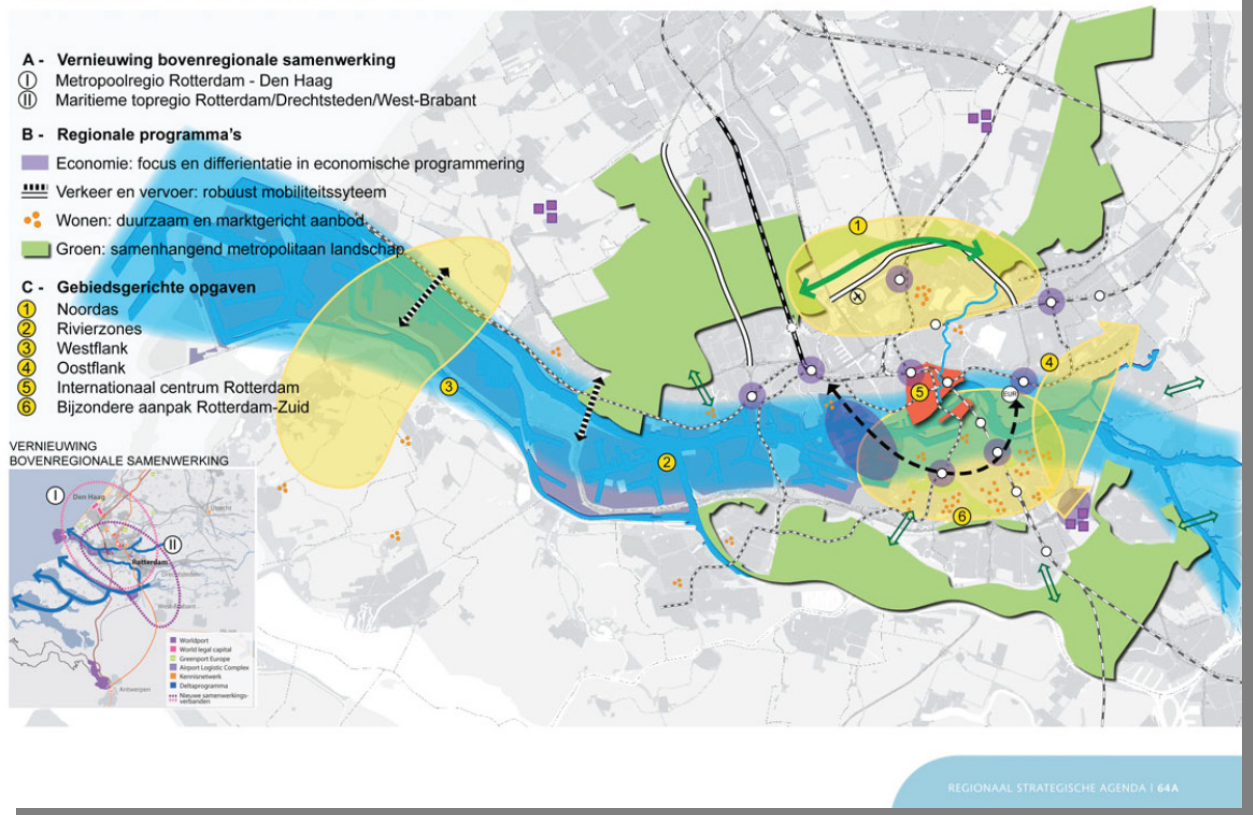


4. Opgaven en kansen

4.1 Ambities en opgaven

De algemene opgaven van de regio Rotterdam zijn zeer divers (zie onderstaand kaartbeeld uit de Regionaal Strategische Agenda). Uiteindelijk is het de ambitie van de regio economisch sterk te blijven én tegelijkertijd een goede leefkwaliteit te bieden, zodat de hele regio ook in de toekomst een aantrekkelijke locatie blijft om te wonen, te werken en te recreëren.

STRATEGISCHE OPGAVEN VOOR DE REGIO



Strategische opgaven voor de regio. Overgenomen uit de Regionaal Strategische Agenda 2010 – 2014, Stadsregio Rotterdam 2010.

Tot dusver is in stadsregio verband op het gebied van klimaatadaptatie geen specifieke ambitie afgesproken. Uit de Regionaal Strategische Agenda en de Regionale Duurzaamheidsagenda (zie bijlage E) komt echter naar voren dat het klimaatbestendiger maken van de regio een belangrijk onderdeel is van de ambitie om de regio als internationaal aantrekkelijk vestigingsgebied met een prettig woonklimaat neer te zetten.

De effecten van klimaatverandering kunnen het realiseren van de sociaal-economische opgaven waar de regio voor staat, ernstig verstoren. Zo vormen extreem lage rivierafvoeren, frequente sluitingen van de Maeslantkering of congestie op snelwegen door extreme weersomstandigheden een belemmering voor de bereikbaarheid en een knauw in het imago.

Overlast en schade door teveel water of juist lange perioden van hitte en droogte hebben een negatieve invloed op de leefkwaliteit of op de perceptie ervan in verstedelijkt gebied. In het landelijk gebied leidt water over- of onderlast tot verstoringen in het productieproces van agrarische bedrijven en de tuinbouw. Daarnaast zijn er negatieve effecten op de natuur in de vorm van plagen en een afnemende waterkwaliteit.

Specifiek voor de gemeente Rotterdam is voor een aantal thema's bepaald wat precies de opgaven zijn en waar in de stad hier rekening mee gehouden dient te worden (zie onderstaande figuur).



Opgaven en kwetsbaarheden zoals gedefinieerd door gemeente Rotterdam
(Presentatie Consultatieworkshop Klimaatadaptatie in de regio Rotterdam, van C. Gebraad, mei 2013)

Met behulp van de regionale klimaatatlas is ook voor de regio de problematiek inmiddels in beeld gebracht. Op grond daarvan is een aantal thema's te benoemen waarop de opgaven zich concentreren. Dit zijn waterveiligheid, stedelijk watermanagement, verziltig en stadsklimaat. In gesprek met diverse gemeenten is besproken welke thema's er in de praktijk nu al spelen of op korte termijn kunnen gaan spelen (zie tabel). Opvallend is dat ook het thema bodemdaling een aantal keer wordt genoemd. Bodemdaling is op zich echter geen verschijnsel dat sterk beïnvloed wordt door klimaatverandering. Het probleem is vooral dat op plekken met veel bodemdaling de effecten van klimaatverandering zich extra doen voelen.

Eerste indruk van opgaven per gemeente

	Zeespiegelstijging/ wateroverlast	Heftige regebuien/ wateroverlast	Droogte / watertekort	Opwarming stedelijk gebied	Verzilting	Bodemdaling
Maassluis	X	X	?	X	X	X
Vlaardingen	X	X	X	X	?	
Schiedam	X	X		X	X	?
Lansingerland		X	?			X
Capelle a/d IJssel	X			X		
Krimpen a/d IJssel	X					
Ridderkerk	?	?		?		
Barendrecht		X		X		?
Albrandswaard (*)	?					?
Spijkenisse (*)						?
Bernisse (*)						?
Brielle (*)						?
Hellevoetsluis	X			X	X	?
Westvoorne (*)						
Rotterdam	X	X	X	X		

Dit schema is gebaseerd op expertjudgement van diverse medewerkers van de gemeenten. Een X betekent dat dit thema door de aanwezige experts als relevant wordt beschouwd, maar dat zij dit nader willen checken met collega's en eventueel beschikbare of nog uit te voeren onderzoeken. Een ? betekent dat buurgemeenten denken dat dit voor de betreffende gemeente een relevant issue is, maar dat is nog niet bevestigd.
(*) Deze gemeenten hebben nog niet doorgegeven wat volgens hen relevante issues zijn.

Op dit moment zijn de gesignaleerde problemen nog niet één op één vertaald in concrete klimaatopgaven. Dit komt onder andere doordat:

- Ondanks de kaarten uit de klimaatatlas er onduidelijkheid bestaat over de omvang van de effecten op lokale schaal en niet helder is op welke termijn actie vereist is.
- Gemeenten niet per sé verantwoordelijk zijn voor het oplossen van alle problemen (denk ook aan verantwoordelijkheden van waterschappen en burgers).
- Veel gemeenten nog geen ambitie hebben verwoord met betrekking tot klimaatadaptatie. Zonder doel of wensbeeld is het lastig te bepalen wat de exacte opgave is.

Duidelijkheid verkrijgen over bovenstaande aspecten is dan ook een belangrijke eerste stap van de voorgestelde aanpak (zie ook hoofdstuk 5).

4.2 Kansen

4.2.1 De kracht van meekoppelen

Klimaatverandering vergroot niet alleen de opgaven in de regio, het creëert ook kansen. Slimme adaptatiemaatregelen maken de regio mooier en economisch sterker. Denk aan:

- Meer groen en/of bewegend water in de stad brengt verkoeling en verhoogt het welzijn (zoals groene daken in Barendrecht en Capelle a/d IJssel);
- Innovatieve vormen van waterberging (Benthemplein, Bellamyplein, Westersingel, Fly-over A-13 (allen in Rotterdam) creëren ook in de stad een aantrekkelijke buitenruimte;
- In het landelijke gebied vergroten slimme vormen van waterberging de aantrekkelijkheid van de omgeving door de ontwikkeling van natuur- en recreatiegebieden (Olympische Roeibaan Eendrachtspolder, Klimaatbuffer in de Zuidpolder, Grasweg natuurgebied Hellevoetsluis);
- Adaptief bouwen in buitendijks gebied biedt kansen voor het creëren van een bijzondere wijk met (internationale) uitstraling (Stadshavens Rotterdam).

Het aanpassen aan klimaatverandering brengt bijna automatisch kansen met zich om ook op andere beleidsterreinen een kwaliteitsslag te maken zonder dat dit altijd meer kosten meebrengt. Met name wanneer maatregelen gekoppeld kunnen worden aan de levenscyclus van gebouwen en buitenruimte. Denk bijvoorbeeld aan het meenemen van klimaatmaatregelen bij: nieuwbouw en herstructurering, rioolvervanging, onderhoud van watergangen, aanleg en onderhoud van kabels en leidingen en herbestrating en herinrichting van de openbare ruimte.

De economische meerwaarde zit daarnaast ook in de voorsprong die de regio nu al heeft op het gebied van (water)veiligheid en klimaatbestendigheid (zie ook illustratie). Er is sprake van een hoge dichtheid aan kennisinstututen (TNO, Deltares, TUDelft, EUR, Hogeschool Rotterdam etc.) die zich steeds meer profileren op de onderwerpen watermanagement en klimaat. Met Stadshavens beschikt de regio over een gebied beschikbaar waar een breed scala aan innovatieve ideeën en concepten in de praktijk kunnen worden getoetst (denk aan drijvend bouwen, adaptief bouwen, multifunctionele keringen, building with nature etc.). Op deze manier kan de regio zich internationaal profileren, hooggeschoolde kenniswerkers en nieuwe bedrijvigheid naar zich toe trekken, meer bezoekers verwelkomen en de kans bieden aan Nederlandse bedrijven om kennis en ervaring op te doen die vervolgens geëxporteerd kan worden naar andere deltasteden.



ECONOMIE

- Deltastad=unique selling point
- Ruimte voor pilots
- Internationale status

KWALITEIT STAD

- Building with nature
- Bijzondere buitenruimte
- Bouwen op/in/aan water
- Blauw en groen

IMAGO STAD

- Vertrouwen in veiligheid
- Ervaringskennis is aanwezig in Rotterdam

Illustratie van gemeente Rotterdam over kansen van klimaatadaptatie (Presentatie Consultatieworkshop Klimaatadaptatie in de regio Rotterdam, van C. Gebraad, mei 2013)

Een opwarmende stad kan -mits er voldoende verkoelende recreatieve voorzieningen zijn- bovendien leiden tot een toename van openluchtrecreatie in en om de stad (zie artikel voor meer voorbeelden). In de winter hebben mensen minder last van de koude en daalt de vraag naar energie.

In hoeverre (kennis over en ervaring met) klimaatverandering kansen biedt voor afzonderlijke gemeenten in de regio, is nog niet geconcretiseerd. Wel valt op dat er in de regio al verschillende voorbeelden zijn van projecten die weliswaar niet altijd onder de noemer van klimaatadaptatie gerealiseerd zijn, maar die wel de klimaatbestendigheid vergroten (zie volgende pagina's voor een impressie).

AD Rotterdams Dagblad, Rotterdam Dichtbij 17-08-2012

Klaar voor 'heet weekend'

Extra ijs, vlees en personeel

ROTTERDAM • Eindelijk wordt het tropisch warm. Het weekend is de uitgelezen kans voor iedereen die het financieel van een mooie zomer moet hebben om zijn verdiensten alsnog een beetje op te poetsen. En dus heeft de slager extra 'koe' ingeslagen om alle barbecuers dit weekend van dienst te zijn: men zijn er heeft de ijsboer honderden liters extra ijs klaarstaan om de passanten een smaakvolle verkoeling te bieden. Familie en vrienden staan waar nodig klaar om als tijdelijk personeel bij te springen. Een inkijkje bij vier ondernemers.

Slagerij Schipper is er klaar voor: 'De vitrines liggen vol'

De slagerij van Piet Schipper in Oud-Beijerland maakt zich op voor een heet weekend. De slagerij heeft zich op en top voorbereid op de te verwachten drukte. „We hebben alles op voorraad en de vitrines liggen vol“, zegt Schippers. Zeker weten doet hij het niet, maar hij hoopt op een hoge omzet. „Daar moeten we het wel van hebben, ja. Bij barbecueweer verkopen we veel sausjes en salades. Daarnaast

verhuren we deze periode veel barbecues.“ De slager, die twee jaar geleden de leiding nam over het honderd jaar ouder familiebedrijf, is niet van plan om extra personeel in te zetten. „We lopen hier standaard op zaterdag en zondag met een mannetje of acht. We moeten maar een stapje harder lopen.“ Hoeveel precies weet Schipper niet, maar hij gaat ervan uit: „honderden kilo's vlees te stijgen.“

Zonnebril vergeten? Gebruik een leenbril van The Bing!

Ja, ze bestaan echt; strandbezor- kers die hun zonnebril vergeten mee te nemen... Beachclub The Bing in Hoek van Holland biedt uitkomst. Daar kan men voor 10 euro borg een keek, blauw brillen- te 'lenen'. „In voorgaande jaren leenden we zonnebrillen uit die mensen op het strand hadden laten lig- gen. Maar eenmaal uitgeleend, kwamen die niet meer terug. De borg moet dit voorkomen“, aldus

eigenaar Jeroen van Anholt, die op de drukte is voorbereid en een heel stel zombeschermers in voorraad heeft. Voor die bezoekers organiseert Van Anholt komend weekend ook een open barbecue. Zowel op vrijdag, zaterdag als zondag kunnen mensen voor 19,50 euro onbeperkt genieten van live sa- lades, allerlei soorten vlees en vis. De grill is vanaf 5 uur ge- opend.

'De kano's, motorbootjes en waterfietsen liggen klaar'

Botenverhuurder Arie Boertje uit Brielle heeft net de motor- bootjes, waterfietsen en kano's geïnspecteerd. Zijn 'vloot' is er klaar voor om de naar water- stukkende bezoekers veilig te vervoeren. Zijn kano's, motorbootjes en wa- terfietsen liggen klaar op de oever van het Brielse Meer. Hij verwacht ze de komende dagen allemaal te verhuren. „Ik heb geen extra boten ingehuurd tij- dens het warme weekendende, sim- pelweg omdat ik dat niet kan bolwerken“, zegt Boertje. Extra personeel heeft de boten- verhuurder wel op het oog. De komende drie dagen staan familieleden paraat om hem een handje te helpen, mocht het aantal waterliefhebbers te groot worden. „Komende dagen wordt het hier echt een gekkenhuis op en aan het water“, verzucht Boertje.

„Ik heb geen extra boten ingehuurd tij- dens het warme weekendende, sim- pelweg omdat ik dat niet kan bolwerken“, zegt Boertje. Extra personeel heeft de boten- verhuurder wel op het oog. De komende drie dagen staan familieleden paraat om hem een handje te helpen, mocht het aantal waterliefhebbers te groot worden. „Komende dagen wordt het hier echt een gekkenhuis op en aan het water“, verzucht Boertje.

Honderden liters extra ijs draaien voor verkoeling

Voor het kriebelen van de dag, als de temperatuur nog ver verwij- derd is van de dertig graden grens, gaat Michiel de Bruijn dit weekend aan het werk. S Mor- ganis om zes uur begint hij met het maken van ijs voor zijn ijs- salon en pizzeria Bleij op het Rot- terdamsche schiereiland Katen- drecht. Niet alleen vanwege de hitte verwacht hij vele bollietjes te scheppen, maar ook door de toeloop bij de Ronde van Katen-

drecht zondag. „We maken drie keer zoveel ijs als in een drukke- rig weekend“, vertelt hij. „Van- ille, astraciatella, dat zijn de favo- rieten. Maar ook kokos loopt erg goed.“ Extra personeel staat klaar om lange rijen te voorko- men bij de ijszaak aan de Brede Hilledijk. „Maar we hebben een heel goed team. De drukte, dat gaan we wel redden. Ook gaat Rogier van Eendenburg met mijn ijs in zijn ijskar op pad.“

Ondernemers zien kansen op tropische dagen

Impressie van gerealiseerde klimaatadaptatiemaatregelen in de regio



De Olympische roeibaan in de Eendrachtspolder is een aansprekend voorbeeld van hoe klimaatadaptatie (waterbergingsopgave) gecombineerd wordt met het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit (creëren recreatiegebied) en het versterken van de economie (aanleg en toekomstige exploitatie (Olympische roeibaan)). Tevens is dit een bijzonder voorbeeld van samenwerking tussen regionale partners, in het bijzonder de gemeente Rotterdam, het Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard (HHSK), het Recreatieschap (incl. de Rottemerengemeenten), de gemeente Zuidplas en de Provincie Zuid-Holland. Foto afkomstig van de website van HHSK. Bron: Luchtfoto services Nederland.

Aan het Kruisplein in het centrum van Rotterdam wordt tegelijk met de aanleg van een ondergrondse parkeergarage op het dak van die garage een eveneens ondergrondse gelegen waterberging gerealiseerd met een capaciteit van 2.300m³.

Deze waterberging fungeert in tijden van hevige regenval als overloop voor de Westersingel. Wanneer het waterpeil in de singel gezakt, wordt het water uit de berging weer vrijgegeven en afgevoerd. Bovenop de parkeergarage wordt een aantrekkelijke groenstrook gecreëerd zodat reizigers vanuit het centraal station zich direct in een grootstedelijke oase wanen.

Bron: App Deltacities Rotterdam en Daniel Goedbloed (gemeente Rotterdam).

In Barendrecht heeft de gemeente een daktuin gerealiseerd op de parkeergarage, tussen de kantoorvleugels van het gemeentehuis. Aanleiding was een onderzoek naar koudeklachten in het gemeentehuis.

De daktuin heeft een positief effect op het binnenklimaat en de temperatuurbeheersing in het gemeentehuis. Het dak heeft een isolerende en bufferende functie voor warmte en koude waardoor de temperatuurschommelingen in winter en zomer kleiner zullen zijn dan voorheen. Dat levert naast comfortverhoging, ook energiebesparing op.

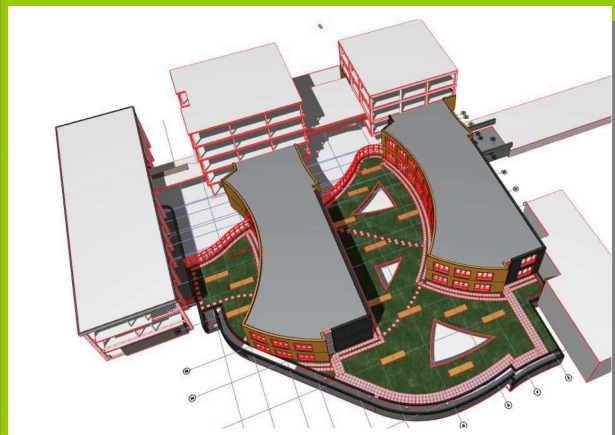
Andere voordelen zijn het vergroten van de waterberging en het leveren van een bijdrage aan een betere luchtkwaliteit. Daarnaast vergroot de omvorming van het stenige naar het groene dak de belevingswaarde vanaf werkplekken en vanuit de centrale hal.

De planten, 7 soorten mos-sedum en diverse grassen en kruiden, zullen het komende jaar uitgroeien tot een volwaardige tuin.

Door slimme combinaties van nieuw werk met geplande beheeractiviteiten te maken, wordt gelijktijdig de begane grondvloer van het gemeentehuis beter geïsoleerd, energiezuinige en onderhoudsarme verlichting aangebracht, een kwalitatief hoogwaardige dakbedekking en een daktuin van 1000 m² gerealiseerd.

In de opbouw van de daktuin zijn duurzame materialen toegepast die herbruikbaar en/of recyclebaar zijn en lang meegaan. Voorbeeld hiervan zijn de bitumen dakbedekking en de hoogwaardige isolatieplaten. Door de gekozen opbouw is het dak onderhoudsarm en heeft het een lange levensduur.

Bron: Andy van Rossem, Gemeente Barendrecht.





In Rotterdam worden i.s.m. de waterschappen op meerdere plekken stenige pleinen omgevormd tot aantrekkelijk stadspaleinen met ruimte voor water, sport en groen. Deze zogenaamde waterpleinen ontlasten in tijden van hevige regenval het riool terwijl zij tegelijkertijd de stad aantrekkelijker te maken. Als het heel hard regent, wordt het water opgevangen in speciale bassins op het plein. Een verdiept sportgedeelte loopt pas bij extreme omstandigheden onder water en functioneert dan als extra bufferruimte. Zodra het weer droog is, wordt het water afgevoerd en vallen deze delen droog. Daardoor is er weer volop ruimte om op de traptribune te chillen of in het verdiepte deel te sporten.

Illustratie: Benthemplen (nabij Hofplein)
Bron: De Urbanisten.

Met het realiseren van een daktuin op de gemeentewerf en een clubhuis van een sportvereniging is een stap gezet in het verduurzamen van het gemeentelijk vastgoed in Capelle a/d IJssel.

De daktuin heeft een positief effect op het binnenklimaat en de temperatuurbeheersing van de gemeentewerf en het clubgebouw. Het dak heeft een isolerende en bufferende functie voor warmte en koude waardoor de temperatuurschommelingen in winter en zomer kleiner zijn. Dat levert naast comfortverhoging, ook energiebesparing op. Bij de gemeentewerf wordt voor binnenklimaat gebruik gemaakt van de Hollandse IJssel.

Maar de daktuin kent meer voordelen, zoals het vergroten van de waterberging en het leveren van een bijdrage aan een betere luchtkwaliteit. Op de gemeentewerf is een kwalitatief hoogwaardige dakbedekking en een daktuin van 800 m² gerealiseerd. Het clubgebouw past mede door toepassing van het groene dak in de omgeving. Door de gekozen opbouw zijn de daken onderhoudsarm en heeft het een lange levensduur.

Bron: Ed Weeder, gemeente Capelle a/d IJssel

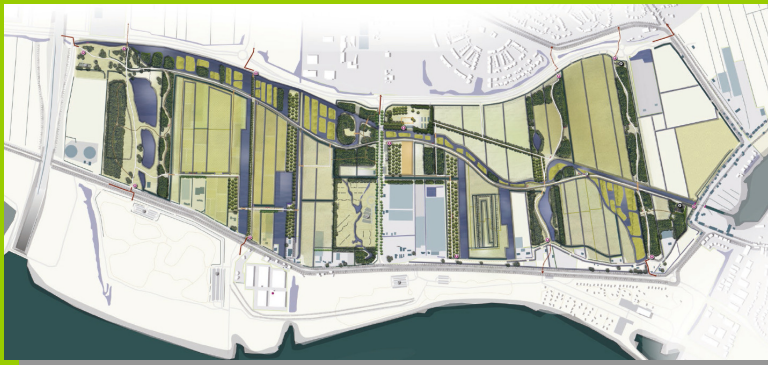




In 2009 is in Hellevoetsluis op initiatief van bewoners (verenigd in de Stichting Natuurlijk Grasweggebied) aan de Grasweg een natuurgebied van ongeveer 7 hectare aangelegd. Het is onderdeel van de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur en fungeert tevens als waterbergingsgebied.

Betrokken partijen zijn het Waterschap Hollandse Delta (graven van de waterberging), Stichting Zuid-Hollands Landschap (beheer i.s.m. de Stichting Natuurlijk Grasweggebied) de provincie Zuid-Holland (opname in EHS en subsidieverlening) en de gemeente Hellevoetsluis (eigenaar van de grond, voor 30 jaar verpacht aan het Zuid-Hollands Landschap).

Bron: Marlies van Santen, gemeente Hellevoetsluis



De klimaatbuffer in de Zuidpolder is een initiatief van het Wereld NatuurFonds en ARK Natuurontwikkeling. Zij werken nauw samen met o.a. de gemeenten Albrandswaard, Rotterdam, Barendrecht en het waterschap Hollandse Delta.

De klimaatbuffer bestaat uit een aantal gebieden waar in perioden met extreme regenbuien het water wordt opgevangen en vastgehouden voor de droge perioden. Zo kan de klimaatbuffer in de Zuidpolder jaarlijks enorme hoeveelheden schoon regenwater extra bergen en ontstaat een enorm zoetwaterreservoir. Dit maakt IJsselmonde onafhankelijk van de verziltende rivieren en wordt de zoetwaterbehoefte van de regio gewaarborgd.

Tevens wordt het water van de aangrenzende woongebieden losgekoppeld van het watersysteem in de Zuidpolder.

Hierdoor komt dit water van slechtere kwaliteit niet meer in het gebied. Gecombineerd met de aanleg van natuurvriendelijke oevers en een fluctuerende waterpeil, krijg de natuur volop de kans. Het waterzuiverend vermogen van het gebied en daarmee de waterkwaliteit, nemen toe. Via de Blauwe Verbinding reikt het schone water vanaf de Zuidpolder in Barendrecht tot in het stadshart van Rotterdam.

Met de inrichting van de Zuidpolder als klimaatbuffer is een gebied ontstaan dat bijdraagt aan zowel de waterveiligheid als de waterkwaliteit waarin de natuur de ruimte krijgt zich te ontwikkelen. Tegelijkertijd is er een aantrekkelijk gebied gerealiseerd voor omwonenden, met ruimte om te wandelen, fietsen en te kanoën.

Bron: Andy van Rossem, gemeente Barendrecht

Naast bovenstaande, gerealiseerde, voorbeelden zijn er ook talloze andere maatregelen geïnventariseerd. Zo is in het kader van het deltadeelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering een maatregelenmatrix opgesteld met daarin een beschrijving van 155 fysieke maatregelen die genomen kunnen worden ter voorkoming van overlast door water, droogte en hitte (denk onder andere aan groene daken en overkappingen, waterpleinen, wadi's, waterpasserende verharding, groene bermen, stadsbossen, koelteparken, tijdelijke natuur, verticaal groen, klimaatbuffers, bergkratten, waterslingers, verhoogde stoepanden of natuurvriendelijke oevers). Ook publicaties als "Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden" (Pötz en Bleuze, 2012) bieden een range aan inspirerende voorbeelden. Bovendien is één van de onderzoeksconsortia binnen Kennis voor Klimaat geheel gewijd aan "Climate Proof Cities" (bijlage B).



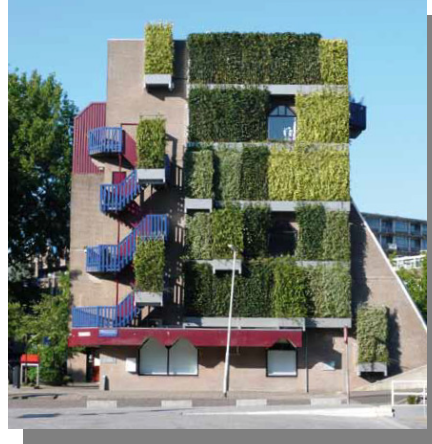
Specifiek op de regio gericht, zijn publicaties verschenen als:

- Ideeënboekje Klimaatadaptatie in Bergpolder-zuid (CPC onderzoeksconsortium, 2012), over maatregelen die genomen kunnen worden in bestaand verstedelijkt, binnendijs, gebied op het gebied van hitte en wateroverlast.
- Toolbox Groen en Klimaat (Gemeentewerken Rotterdam, 2012) over de mogelijkheden van specifiek groene maatregelen.
- Hittestress in Rotterdam (Gemeentewerken Rotterdam, 2011) over maatregelen specifiek gericht op het reduceren van hitte en de effecten daarvan op bewoners.
- Veilige en goed ingepaste waterkeringen in Rotterdam (Kennis voor Klimaat 026/2010) over concepten en strategieën voor de rivierdijk in het hoogstedelijk gebied van Rotterdam.
- Klaar voor hoog water (Kennis voor Klimaat 25/2010) over adaptieve strategieën in buitendijs gebied in de regio.



Illustratie: De primaire waterkering als aantrekkelijk groenstructuur met een verhoogd fietspad, Westzeedijk, Rotterdam (Rotterdamse Adaptatiestrategie, 2013)

Opvallend aan de diverse voorbeelden is dat het niet alleen gaat om grootschalige ingrijpende (ruimtelijke) ingrepen. Juist ook in de zogenaamde haarvaten van het systeem is veel winst te behalen. Denk voor het verminderen aan wateroverlast en hittestress bijvoorbeeld aan geveltuinen, groene daken, vergroende pleinen, groene binnentuinen, bovengrondse waterlopen (wadi's) etc. De "stad als spons" als nieuw leidend concept...



4.2.2 De kracht van samenwerking

Uiteindelijk gaan de bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam niet alleen over kansen voor individuele gemeenten, maar ook om de meerwaarde die vanuit een gezamenlijke aanpak behaald kan worden. Krachtenbundeling op regionale schaal biedt onder andere mogelijkheden en/of ruimte voor:

- Sterke profilering van de regio;
- Investeren in de innovatieketen;
- Uitzetten van kennisvragen;
- Tenderen naar (Europese) subsidies (EFRO 2014-2020, Cluster water en deltatechnologie, Horizon 2020 etc.)
- Genereren van business;
- Optimaliseren adaptatiemaatregelen;
- Uitwisselen van best practices;
- Fungeren als aanspreekpunten en uitvoeringspartner voor andere overheden (Zuidvleugelagenda, Provinciale notitie Ruimte en Mobiliteit, Klimaatagenda Weerbaar, Welvarend en Groen Ministerie I&M etc.).

Dit laatste punt is in het bijzonder van belang omdat er veel beweging is (zie ook bijlage C). Zo werkt ook het stadsgewest Haaglanden aan een Regionale Adaptatiestrategie, speelt klimaatadaptatie een belangrijke rol in de Visie Koersnotitie Ruimte en Mobiliteit van de provincie Zuid-Holland en heeft het Rijk aangegeven in 2015 een Nationale Adaptatiestrategie (NAS) te presenteren. Lokale adaptatiestrategieën vormen hiervoor zeer waardevolle input. Het Rijk heeft daarom ook het voornemen op basis van risico- en kwetsbaarheidsanalyses adaptatiestrategieën op lokaal en regionaal niveau te bevorderen.

4.2.3 Rollen en verantwoordelijkheden

Ook op het gebied van rollen en verantwoordelijkheden liggen er kansen. Belangrijk is dat gemeenten niet voor alle klimaateffecten de eerste of enige verantwoordelijke is (zie ook tekstkader). Andere betrokkenen zijn onder andere de waterschappen, de provincie Zuid-Holland, Rijkswaterstaat, woningcorporaties, nutsbedrijven, netwerkbeheerders, GGD, Veiligheidsregio, projectontwikkelaars, onderzoeksinstituten, natuur en milieu organisaties en natuurlijk bedrijven en burgers zelf.

Rollen en verantwoordelijkheden

De rollen en verantwoordelijkheden van partijen verschillen per klimaatonderwerp. Zo is de gemeente op het gebied van waterveiligheid vooral belanghebbende, maar draagt zij op het gebied van stedelijk watermanagement ook verantwoordelijkheid. Het waterschap is verantwoordelijk voor het beschermen van het binnendijks gebied tegen overstromingen, maar heeft weer geen officiële rol in het beschermen van inwoners in buitendijks gebied. Buitendijks ligt de verantwoordelijkheid voor de eigen veiligheid namelijk primair bij de bewoner of gebruiker, waarbij de gemeente wel de verantwoordelijkheid heeft bewoners en gebruikers goed te informeren over de risico's van het buitendijks wonen.

Tegelijkertijd is de gemeente samen met bijvoorbeeld het Havenbedrijf of de provincie belanghebbende, aangezien een veelvuldig onderlopend buitendijks gebied slecht kan zijn voor het economisch vestigingsklimaat. De maatschappelijke ontwrichting die een onverwachte calamiteit in binnen of buitendijks gebied met zich zou brengen maakt dat uiteindelijk natuurlijk iedereen belanghebbende wordt.

In het kader van de Rotterdamse Adaptatiestrategie zijn voor de thema's waterveiligheid, stedelijk watermanagement, stadsklimaat en Bereikbaarheid en Infrastructuur achtergrondrapporten geschreven (te vinden op www.rotterdamclimateinitiative.nl) waarbij nader ingegaan wordt op relevante actoren, verantwoordelijkheden en onduidelijkheden hieromtrent.

Uit interviews⁹ en een consultatie workshop¹⁰ blijkt wel dat veel stakeholders vinden dat gemeenten en waterschappen bij uitstek de partijen zijn die pro-actief met klimaatadaptatie bezig zouden moeten zijn. Zodra duidelijk is wat de gevolgen en kansen van klimaatverandering precies zijn of als het echt moet, is men van plan alsnog in beweging te komen, bij voorkeur onder regie van de overheid. Dit laatste is onder andere van belang aangezien kosten en baten van klimaatadaptatiemaatregelen niet altijd bij dezelfde partij terecht komen. Samenwerking tussen verschillende partijen is essentieel.

Tegelijkertijd komt ook naar voren dat klimaatadaptatie inhoudt dat er aanvullend op het optimaliseren van het bestaande, robuuste, systeem nieuwe oplossingen bijkomen. Het blijkt dat klimaatadaptatie ook en vooral een kwestie is van de oplossingsruimte vergroten. Dit betekent ook dat er nieuwe stakeholders op het toneel verschijnen en dat de implementatie verdeeld kan worden over meerdere partijen. Vele handen maken licht werk!

4.3 Conclusie

In stadsregio verband is op het gebied van klimaatadaptatie geen specifieke ambitie afgesproken. Tegelijkertijd wordt het klimaatbestendig maken van de regio gezien als een belangrijke voorwaarde voor het vergroten van de aantrekkelijkheid van de regio voor zowel (inter)nationale bedrijven als bewoners.

⁹ Onder andere met Stedin, Evides, RET, GGD, Dura Vermeer en anderen in de periode maart- augustus 2013.

¹⁰ Consultatieworkshop 28 maart 2013, met onder andere: Ministerie I&M, RWS, Deltaprogramma, waterschappen, Provincie, projectontwikkelaars en waterbedrijf en verschillende gemeentelijke onderdelen.

Belangrijke aandachtspunten in de regio zijn waterveiligheid, stedelijk watermanagement, verzilting, stadsklimaat en bodemdaling. Deze thema's zijn nog niet één op één vertaald in concrete klimaatopgaven. Dit komt onder andere doordat:

- Ondanks de kaarten uit de klimaatatlas er onduidelijkheid bestaat over de omvang van de effecten op lokale schaal en de termijn waarop actie vereist is.
- Gemeenten niet per sé verantwoordelijk zijn voor het oplossen van alle problemen (denk ook aan verantwoordelijkheden van waterschappen en burgers).
- Veel gemeenten nog geen ambitie hebben verwoord met betrekking tot klimaatadaptatie. Zonder doel of wensbeeld is het lastig te bepalen wat de exacte opgave is.

Duidelijkheid verkrijgen hierover is dan ook een belangrijke eerste stap van de voorgestelde aanpak (zie ook hoofdstuk 5).

Klimaatverandering vergroot niet alleen de opgaven in de regio, het creëert ook kansen. Slimme adaptatiemaatregelen maken de regio mooier en economisch sterker. De kracht zit in het meekoppelen. Denk aan groen en/of bewegend water dat in de stad zowel verkoeling brengt als het welzijn verhoogt of aan innovatieve vormen van waterberging die tevens de kwaliteit van de buitenruimte versterken of gecombineerd worden met de ontwikkeling van natuur- en recreatiegebieden en het aanleggen van een drijvende wijk van internationale allure.

De economische meerwaarde zit daarnaast ook in de voorsprong die de regio nu al heeft op het gebied van (water)veiligheid en klimaatbestendigheid. De regio beschikt over een sterk cluster van overheden, kennisinstellingen en bedrijven die wereldwijd actief zijn op het gebied van water en deltatechnologie. Samenwerking in de regio maakt kansen op economisch gebied nog groter en draagt bij aan de profilering van de hele Rotterdamse deltaregio.

In de regio zijn al diverse klimaatadaptatiemaatregelen ingevoerd. Opvallend is dat het niet alleen gaat om grootschalige ingrijpende (ruimtelijke) ingrepen. Juist ook in de zogenaamde haarvaten van het systeem is veel winst te behalen.

De Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de Regio Rotterdam benadrukt ook en vooral de meerwaarde die vanuit een gezamenlijke aanpak behaald kan worden. Gedacht wordt aan het gezamenlijk optrekken bij versterken van het profiel van de regio, investeren in de innovatieketen, uitzetten van kennisvragen, tenderen naar (Europese) subsidies, genereren van business, optimaliseren adaptatiemaatregelen, uitwisselen van *best practices* en fungeren als aanspreekpunten en uitvoeringspartner voor andere overheden.

Ook op het gebied van rollen en verantwoordelijkheden liggen er kansen. Belangrijk is dat gemeenten niet voor alle klimaateffecten de eerste of enige verantwoordelijke is. Bovendien blijkt dat klimaatadaptatie ook en vooral een kwestie is van de oplossingsruimte vergroten. Dit betekent ook dat er nieuwe stakeholders op het toneel verschijnen en dat de implementatie verdeeld kan worden over meerdere partijen. Vele handen maken licht werk!

5. Conclusie en voorgestelde aanpak

5.1 Inleiding

In hoofdstuk 1 is beloofd dat de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam een kader biedt voor het klimaatbestendig maken van de regio door:

1. Duidelijk te maken waaruit de urgentie bestaat om in actie te komen;
2. Inzicht te verschaffen in verantwoordelijkheden en betrokken actoren;
3. Inspiratie te bieden in de vorm van praktische voorbeelden van maatregelen;
4. Handvatten aan te reiken en advies te geven voor het opstellen van lokale en/of regionale strategieën of actieplannen.

Hoofdstuk 2, 3 en 4 zouden de eerste twee beloftes inmiddels waargemaakt moeten hebben. Voor de volledigheid geeft § 5.2 een samenvatting van de conclusies. Belofte 4 wordt ingelost in §5.3. In deze paragraaf wordt een aanpak voorgesteld, aangevuld met een aantal waardevolle tips. Of de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam ook inspirerend werkt (belofte 3), is aan de lezer om te beoordelen. Er zijn door verschillende regiogemeenten in ieder geval veel interessante voorbeelden en illustraties naar voren gebracht die laten zien dat klimaatadaptatiemaatregelen nu al uitgevoerd worden met vaak zeer aansprekende resultaten.

5.2 Conclusies

Belangrijke conclusies en daarmee bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam zijn:

- Het klimaat verandert. Ontwikkelingen die in de regio met name een rol spelen, zijn:
 - Stijging van de zeespiegel: In de hele regio bevinden zich laaggelegen gebieden die in het geval van een calamiteit snel vol kunnen stromen.
 - Stijging van de temperatuur: in alle verstedelijkte gebieden in de regio loopt de temperatuur in de zomer flink op en kunnen kwetsbare inwoners te maken krijgen met hittestress.
 - Toename van het aantal extremen regenbuien in combinatie met toename van de heftigheid van de regenbuien: In de hele regio liggen kwetsbare gebieden waarvan een deel een reeds bestaande waterbergingsopgave heeft.
 - Toename van het aantal droge periodes in combinatie met toename van de ernst van de droogte: De oprukkende zouttong zorgt ervoor dat inlaatpunten voor zoetwater in de toekomst vaker buiten gebruik gesteld worden. Daarnaast kampen meerdere gebieden met interne en/of externe verzilting.

Waterschap terug naar normale bedrijfsvoering



VOORNE-PUTTEN - Het waterschap gaat weer over tot normale bedrijfsvoering. Om twee uur vanmiddag is de calamiteitenorganisatie van het waterschap afgeschaald. De nasleep van de wateroverlast zal nog wel even duren. Medewerkers zijn nog bezig met het uitvoeren van inspecties aan wegen en oevers. Noodpompen zijn nog zichtbaar maar draaien niet meer. Na het weekend worden deze afgebouwd. Op Voorne-Putten zijn inmiddels alle wegafsluitingen opgeheven.

Wateroverlast op Voorne Putten (www.voorne-putten.nl, 18 oktober 2013).

- Uit de regionale klimaatatlas blijkt dat bovenstaande ontwikkelingen zowel regionaal (bijvoorbeeld in geval van een dijkdoorbraak, verzilting van zoetwaterinlaatpunten, onbegaanbare verbindingswegen, uitval van nutsnetwerken) en lokaal (bijvoorbeeld bij een wolkbreuk of in geval van hoog oplopende temperaturen) tot grote problemen kunnen leiden. Tegelijkertijd is de regio nu veilig voor het water vanuit de rivier en doen zich slechts incidenteel gebeurtenissen voor die leiden tot water-, droogte- of hitteoverlast.
- De urgentie om met klimaatadaptatie aan de slag te gaan komt vooral voort uit het besef dat vroegtijdige actie het mogelijk maakt niet alleen de overlast te beperken maar ook kansen te grijpen. Bovendien zijn gemeenten voortdurend in ontwikkeling en zijn er onder andere projecten in de buitenruimte gaande. Hierbij geldt dat nu klimaatadaptatie meenemen goedkoper is dan later allerlei aanpassingen maken. Tevens is van belang dat de kans op extreme gebeurtenissen nu weliswaar minimaal is, maar dat deze kans toeneemt als gevolg van klimaatverandering. Daarbij nemen ook de gevolgen van een extreme gebeurtenis toe, aangezien de regio nog steeds groeit in termen van aantallen bewoners en waarde van gebouwen en goederen in het gebied.
- Het doel van een adaptatiestrategie is de kwetsbaarheid van mensen en gebieden voor de effecten van klimaatverandering te verminderen. Dit gebeurt enerzijds door de kans op extreme gebeurtenissen te minimaliseren. Anderzijds door het aanpassingsvermogen te versterken zodat de gevolgen van een extreme gebeurtenissen beperkt blijven. Daarnaast is het doel van een adaptatiestrategie de kansen voor de regio als gevolg van een veranderend klimaat te identificeren en een proces op gang te brengen om deze ook te realiseren. Het uitgangspunt is dat een klimaatbestendige regio zowel economisch sterker is als een goede leefkwaliteit biedt, zodat de regio ook in de toekomst een aantrekkelijke locatie blijft om te wonen, te werken en te recreëren.
- Gezien de grote lokale verschillen is het lastig één adaptatiestrategie te ontwikkelen voor alle gemeenten in de stadsregio. Tegelijkertijd is het op het gebied van waterveiligheid en zoetwatervoorziening verstandig juist wel in regionaal verband op te trekken. En bijvoorbeeld goed aangehaakt te zijn bij het Deltadeelprogramma Rijnmond Drechtsteden. Daarnaast geldt voor wateroverlast, hitte en verdroging dat maatregelen en kansen weliswaar op heel lokale schaal spelen, maar dat het raadzaam is op regionale schaal af te stemmen en kennis en ervaring uit te wisselen, zowel op het gebied van 'technische oplossingen' als meer procesgerelateerde innovaties (denk aan nieuwe financiële arrangementen, samenwerkingsverbanden en/of verantwoordelijkheidsverdeling).

- Uit onderzoek specifiek gericht op de regio komen al diverse veelbelovende maatregelen naar voren. Voorbeelden zijn: Groene daken en gevels, groen in de straat, waterpleinen, infiltrerende wegfundering, het ontharden van tuinen en bermen, drijvend bouwen, multifunctionele dijken, overgedimensioneerde dijken, waterpasserende verharding en combineren van waterberging met natuurontwikkeling. Veel van deze maatregelen dienen meerdere doelen, zoals vergroening, vergroten van het welzijn, versterken van de kwaliteit van de buitenruimte of stimuleren van natuurontwikkeling.



Voorbeeld van waterpasserende verharding

- Klimaatadaptatie gaat over het optimaliseren van huidige, robuuste (water-) systemen in combinatie met het toepassen van nieuwe ideeën. De kunst is de oplossingsruimte te vergroten en zo niet alleen betaalbare oplossingen te vinden maar ook nieuwe partijen te enthousiasmeren. Vele handen maken licht werk.
- Klimaatadaptatie loopt zoveel mogelijk mee met bestaande processen. Denk aan het meekoppelen aan met bestaande onderhouds- en beheercycli, het aanhaken bij doelstellingen rondom vergroening en gezondheid en het versterken van de kwaliteit van de buitenruimte. Slimme adaptatiemaatregelen maken de regio mooier en economisch sterker. Denk aan groen en/of bewegend water dat in de stad zowel verkoeling brengt als het welzijn verhoogt of aan innovatieve vormen van waterberging die tevens de kwaliteit van de buitenruimte versterken of gecombineerd worden met de ontwikkeling van natuur- en recreatiegebieden of het aanleggen van een buitendijkse en/of drijvende wijk van internationale allure.



*Drijvend paviljoen, Rijnhaven Rotterdam
(Rotterdamse Adaptatiestrategie)*



Het Balkon in Maassluis (www.hetbalkonvanmaassluis.nl)

- Ook op andere plekken in Nederland (en daarbuiten) wordt aandacht besteed aan klimaatadaptatie. Denk aan de Klimaatagenda van het Rijk, het Deltaprogramma, Kennis voor Klimaat, de Koersnotitie Ruimte en Mobiliteit van de Provincie zuid-Holland en de Rotterdamse Adaptatiestrategie. Internationaal, nationaal en regionaal is er momentum.

- Dit momentum uit zich ook in een (inter)nationale vraag naar kennis en producten. De regio Delft-Rotterdam-Dordrecht beschikt over een sterk cluster van overheden, kennisinstellingen en bedrijven die wereldwijd actief zijn op het gebied van water en deltatechnologie. Samenwerking in de regio maakt kansen op economisch gebied nog groter en draagt bij aan de profilering van de hele Rotterdamse deltaregio. Samen staan we sterker richting topsector, kunnen we ons richten op innovaties en hebben we de kans deze zelf toe te passen en/of te vermarkten.

5.3 Voorgestelde aanpak

Het belangrijkste advies luidt: “Ga aan de slag!”.

Gezien de grote lokale verschillen is het lastig één adaptatiestrategie te ontwikkelen voor alle gemeenten in de stadsregio. Tegelijkertijd nodigen overeenkomsten en gedeelde belangen ertoe uit om in regionaal verband wel samen op te blijven trekken.

Voorgesteld wordt dat iedere gemeente zelf een afgewogen beslissing neemt over het nut, de noodzaak en de vorm van een klimaatadaptatiestrategie, waarbij het onderstaande stappenplan wordt gevolgd en de daarop volgende tips in acht worden genomen. Overleg en/of samenwerking met (buur)gemeenten met min of meer gelijksoortige opgaven en kansen (denk aan BAR gemeenten, gemeenten op Voorne Putten en/of gemeenten langs de noordelijke oever van de Nieuwe Waterweg) is hierbij raadzaam. Tevens kan in 2014 ook de stadsregio nog een waardevolle rol spelen (zie ook tips).

1. Maak een analyse van kansen en opgaven met behulp van een besef- en stresstest

Met behulp van de Regionale klimaatatlas (zie voorbeelden van kaarten in hoofdstuk 3) kunnen gemeenten zien wat de effecten zijn van klimaatverandering voor hun gemeente én wat mogelijke kwetsbare objecten en/of gebieden zijn. In overleg met verschillende afdelingen binnen de gemeente kan vervolgens bepaald worden waar de daadwerkelijke kwetsbaarheden en opgaven zitten. Neem daarbij de algemene doelstellingen en ambities van de gemeente als uitgangspunt. Bekijk vervolgens of actie gewenst is of welke informatie nodig is om hierover een goed geïnformeerde afweging te maken.

Focus in eerste instantie op de onderwerpen waterveiligheid, wateroverlast, hitte en droogte/verziltting en maak gebruik van kennis die al (binnen de regio) aanwezig is (zie foto).

Van belang is tevens het volgende: Een aantal klimaateffecten heeft direct effect op de hele regio, denk aan een stijgende zeespiegel. Andere verschijnselen doen zich voor op heel lokale schaal, denk aan een extreme regenbui, maar kunnen gevolgen hebben voor de hele regio.



Waterberging onder de Parallelweg in Schiedam
(www.Schiedam.nl)

Als de Botlektunnel blank staat, heeft niet alleen Rotterdam een probleem met de doorstroom en lange periodes van droogte zorgen voor zoetwatertekorten in zowel de stad als in het buitengebied. Voor een goede analyse is het dus zowel van belang inzicht te krijgen in de opgaven van individuele gemeenten als van de regionale uitstraling van extreme gebeurtenissen.

Het resultaat van deze stap is dat helder is wat de gevolgen zijn van klimaatverandering voor de gemeente en/of dat duidelijk wordt welke informatie er nog nodig is om dit alsnog duidelijk te krijgen.

2. Formuleer een ambitie

Teneinde gemotiveerd met een aantal mensen en partijen aan de slag te gaan is het noodzakelijk te weten wat de ambitie is waar naartoe gewerkt wordt. Het nemen van maatregelen over een lange termijn, op verschillende terreinen en diverse locaties vraagt om een duidelijke koers zodat partijen die verantwoordelijk zijn voor realisatie van maatregelen een richtpunt hebben, de aanpak op de diverse terreinen elkaar versterkt en er efficiënt wordt omgegaan met de beschikbare middelen. Bovendien is een helder eindpunt (desgewenst eventueel geformuleerd in de vorm van een 'stip aan te horizon') belangrijk om te kunnen bepalen wanneer men 'klaar' is.

Tot nu toe heeft met name de gemeente Rotterdam zich uitgesproken over haar ambities op het gebied van klimaatadaptatie, namelijk "Rotterdam is klimaatbestendig in 2025". Dit houdt in dat in 2025:

1. De maatregelen zijn getroffen om minimaal last en maximaal profijt te hebben van klimaatverandering op dat moment én in de komende decennia;
2. Met de voorziene klimaatverandering op langere termijn (en de onzekerheid daarin) structureel rekening wordt gehouden bij de (ruimtelijke) ontwikkeling van Rotterdam.

In de Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS, bijlage A) is dit vervolgens nader uitgewerkt en verbeeld.

Interessant is dat deze nadere uitwerking van de algemene ambitie is begonnen met het definiëren van een aantal algemene principes (zie tekstkader). Deze principes zijn niet meer letterlijk terug te vinden in de RAS maar hebben reeds in een vroeg stadium de denkkaders neergezet en zijn zo van grote invloed geweest op de uiteindelijke uitkomst.

Het resultaat van deze stap is dat duidelijk is wat de opgaven en kansen zijn als gevolg van klimaatverandering en wat het nut, de noodzaak en de uitgangspunt zijn van een klimaatadaptatiestrategie.

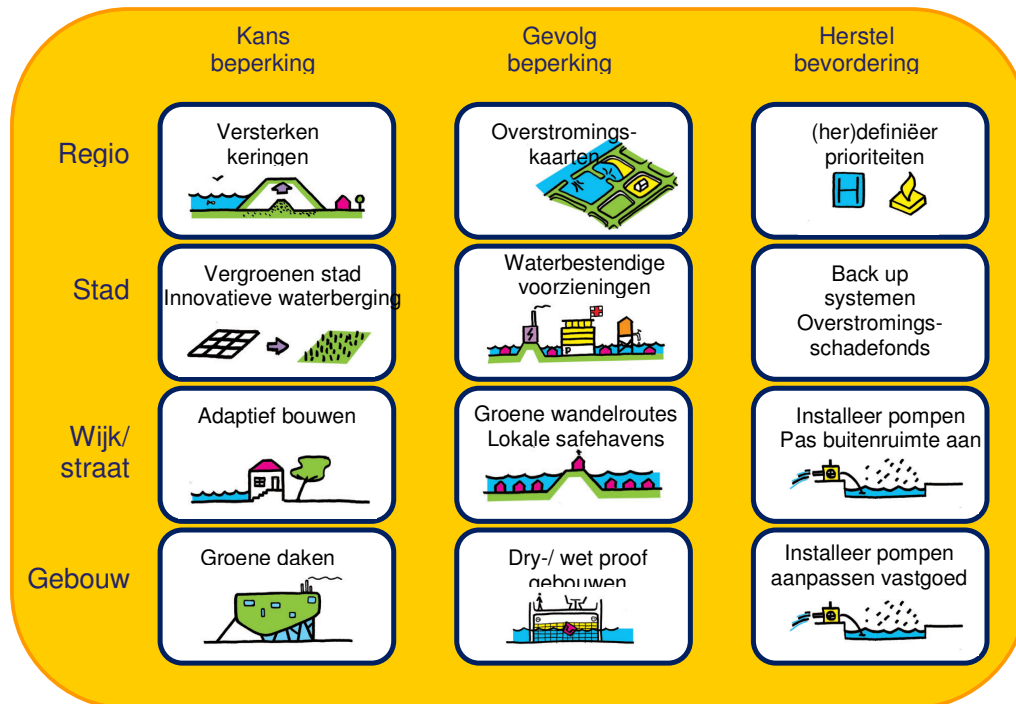
Principes voor klimaatadaptatie Rotterdam

1. Het resultaat voor burgers en bedrijven staat voorop (effectgericht)
2. Klimaatadaptatie versterkt de ambities van de stad (katalysator)
3. Klimaatadaptatie biedt kansen en creëert waarde (meerwaarde)
4. Uitvoering beweegt mee met het ritme van de stad (meekoppelen)
5. De juiste aanpak op de juiste plek (gebiedsgericht)
6. Naast preventie, ook opvangen en herstel (meerlaagse aanpak)
7. Ieder weet wat hij kan doen (handelingsperspectief)
8. We benutten de kracht van onze partners (samenwerking)
9. Er is voldoende ruimte voor nieuwe inzichten (flexibiliteit)
10. Aanpak gericht op innovatie die inspeelt in op wereldwijde vraag (leiderschap)

3. Selecteer en implementeer klimaatadaptatiemaatregelen

Identificeer naar aanleiding van de uitkomsten van stap 1 en 2 relevante klimaatadaptatiemaatregelen. Zoek uit welke actoren er nodig zijn om (een combinatie van) de maatregelen uit te voeren, wat het gaat kosten en opbrengsten zijn en hoe deze zijn verdeeld over de verschillende partijen. Voor de laatste kan gebruik gemaakt worden van bestaande instrumenten voor maatschappelijke kosten-baten analyses (zie ook bijlage C). Voor het inventariseren van relevante maatregelen kan de klimaatadaptatietoolbox¹¹ behulpzaam zijn. Dit betreft een overzicht van maatregelen op verschillende ruimtelijke schaalniveau's (zie illustratie) die:

- hetzij *de kans op* extreme gebeurtenissen als gevolg van effecten van klimaatverandering beperken (versterken van de robuustheid: kansbeperking)
- hetzij *de effecten van* een extreme gebeurtenis minimaliseren door zo goed mogelijk voorbereid te zijn (versterken van de veerkracht: gevolgbeperking en herstelbevordering).



Illustratie: Voorbeelden van klimaatadaptatiemaatregelen op het gebied van waterveiligheid en stadsklimaat. Bewerking van de Klimaatadaptatietoolbox (Stadsregio 2012).

Belangrijk aandachtspunten: Neem bestaande problemen en kansen als uitgangspunt en sluit aan bij wat er nu al ondernomen wordt (dat heet niet altijd “klimaatadaptatie”). Tref daarnaast waar nodig extra maatregelen en houd daarbij oog voor zowel hele grote, innovatieve ingrepen als voor kleinschalige maatregelen in de haarvaten van het systeem. Juist de kleinschalige maatregelen vaak kostenefficiënt, hebben een hoge mate no regret en kunnen morgen al ingevoerd worden. Houd ook oog voor (nieuwe) kansen. Denk bijvoorbeeld aan een concept als “De stad als spons”.

¹¹ Regionale Klimaatadaptatietoolbox (2012), stadsregio Rotterdam.

En tot slot: betrek in een vroeg stadium relevante stakeholders als waterschappen, woningcoöperaties, (nuts-)bedrijven, natuur- en milieuorganisaties, burgers en gebruikers (zoals agrariërs) en sta open voor nieuwe oplossingsrichtingen die uit deze samenwerkingsverbanden kunnen ontstaan. Juist uit het vergroten van de oplossingsruimte ontstaan kansen!

Voor het afwegen van verschillende (pakketten van) maatregelen kan een zogenaamde *climate game* belangrijke inzichten bieden (zie tekstkader).

In het geval van Rotterdam is in het kader van deze stap een aantal handelingslijnen benoemd (zie onderstaande illustratie).

Climate game

Onder andere op initiatief van het Programmabureau Duurzaam van de gemeente Rotterdam, het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering en het Watergovernance Centre is door het bedrijf Tygron een game ontwikkeld waarbij in een simulatieomgeving verschillende voorstellen worden doorgerekend. Hiermee kan onder andere de opgave/kans rondom klimaatadaptief bouwen/herstructureren in een waterveilige omgeving gevisualiseerd worden. Spelenderwijs verkrijgen de spelers inzicht -in dit geval in meerlaagse veiligheid- en kunnen maatregelen tegen elkaar worden afgewogen.



Illustratie: Voorbeelden van handelingslijnen uit de Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS) 2013.

Het resultaat van deze stap is dat duidelijk wordt wie er wat gaat doen, op welke termijn en met welke beoogde resultaten. Daarnaast wordt duidelijk hoe maatregelen gefinancierd gaan worden.

4. Maak klimaatadaptatie onderdeel van het reguliere werk

Klimaatadaptatie gaat over het optimaliseren van huidige, robuuste systemen in combinatie met het toepassen van nieuwe ideeën. Daarbij is het van belang dat in een vroeg stadium, vanuit verschillende invalshoeken over de kansen en opgaven nagedacht wordt.

Integreer klimaatadaptatie daarom *vooraan* in de lopende (ruimtelijke) plan- en besluitvormingsprocessen (met betrekking tot ruimtelijke ordening, groen, water, maar ook gezondheid en economie etc.). Juist het in samenhang nemen van maatregelen schept immers kansen voor een efficiënte aanpak.

Beweeg vervolgens mee met het ritme van de gemeente. Neem adaptatie mee in onderhouds- en beheercyclus. Op den duur is dan de hele gemeente een keer voorbij gekomen en kan iedere keer gebruik gemaakt worden van de meest recente inzichten.

5. Monitor de voortgang en de resultaten

Uiteindelijk is van belang dat ook van klimaatadaptatiemaatregelen duidelijk wordt of ze doen wat ze zouden moeten doen. Gezien de lange termijn waarop klimaatverandering speelt is het momenteel lastig exact vast te stellen in welke mate afzonderlijke maatregelen bijdragen aan het klimaatbestendig worden van een gemeente of regio. De bijdrage van maatregelen aan vergroeningsdoelstellingen of waterbergingsopgaven is vaak wel vast te stellen. In het kader van Kennis voor Klimaat wordt onder andere door WUR/Alterra onderzoek verricht naar de mogelijkheden om klimaatadaptatiestrategieën te monitoren (zie bijlage F voor een bijzonder voorbeeld: de Klimaatadaptatiebarometer). In het voorjaar van 2014 worden hiervan de eerste resultaten, gespecificeerd voor de regio Rotterdam, verwacht.

Tips

In aanvulling op de bovenstaande voorgestelde aanpak, die vooral het 'wat' aangeeft, gaan de volgende tips meer in op het 'hoe':

Tip 1: Bundel krachten en benut de Stadsregio Rotterdam.

Gemeenten met buitendijks gebied hebben voor wat betreft waterveiligheid te maken met soortgelijke kansen, uitdagingen en kennisvragen. Op het gebied van wateroverlast als gevolg van hevige regenbuien liggen er overeenkomsten tussen gemeenten als Vlaardingen, Ridderkerk en Schiedam die allen een relatief versteende binnenstad hebben in combinatie met bodemdalingsproblemen.

De stadsregio kan in 2014 nog een belangrijke faciliterende rol spelen bij het bundelen van de krachten in de regio. Denk onder andere aan:

- Het afstemmen met andere partijen (o.a. waterschappen, Provincie, Rijkswaterstaat, Ministerie I&M, Deltaprogramma, Kennis voor Klimaat en Stadsgewest Haaglanden).
- Het inventariseren van kennishiaten en/of het coördineren van opvulling daarvan.
- Het versterken van de het klimaatbestendige imago van de regio (profilering).
- Het initiëren en regisseren van het binnenhalen van subsidies.
- Het identificeren van kansen en het aan elkaar koppelen van interessante partijen/stakeholders.
- Het gebruik maken van het momentum dat (inter)nationaal aanwezig is.
- Het organiseren van overleg rondom borging van klimaatadaptatie .
- Het enthousiasmeren en bewustmaken van beleidsmedewerkers en bestuurders.

Tip 2: Maak gebruik van resultaten uit andere hotspots

Voor de landelijk gelegen gemeenten op Voorne Putten ligt de meerwaarde van samenwerking vooral in het bundelen van krachten en tijd om een gezamenlijke analyse te laten (maken) van opgaven en kansen. Hierbij kunnen zij onder andere gebruik maken van kennis die in andere hotspots is ontwikkeld. Voorbeelden zijn verziltingsonderzoek in de Zuid-Westelijke Delta of onderzoek op het gebied van 'Gras' in de hotspot Haaglanden. Voor gemeenten met veel tuinbouw (zoals Lansingerland) is het nuttig aan te haken bij het onderdeel 'Glas' van de hotspot Haaglanden.

Tip 3: Benut de kracht van onderzoeks- en onderwijsinstellingen in de regio

Er bevindt zich een aantal grote onderwijsinstellingen in en nabij de regio. Dit kunnen waardevolle partners zijn bij de besef- en stresstest en/of bij het testen van maatregelen. In 2013 hebben studenten van de Hogeschool Rotterdam bijvoorbeeld stage gelopen bij de gemeente Rotterdam en cases uitgevoerd in Barendrecht en Schiedam.

Tip 4: Betrek burgers bij het realiseren van kansen en oplossingen.

Klimaatadaptatie gaat niet alleen over het treffen van slimme maatregelen in openbaar gebied. Burgers kunnen zelf ook veel doen. Denk aan het klimaatbestendiger maken van huizen, het ontharden van tuinen of het veranderen van de dagindeling (zodat men tijdens warme perioden de koelte op kan zoeken). Voorlichting en participatie is een belangrijk aspect van elke klimaatadaptatiestrategie!

Tip 5: Samenwerking met andere partijen vergroot de oplossingsruimte.

Kosten en baten van klimaatadaptatiemaatregelen vallen niet altijd bij dezelfde partij. Samenwerking tussen verschillende partijen is daarom essentieel. Daarnaast is klimaatadaptatie ook een kwestie van de oplossingsruimte vergroten. Denk aan het leggen van slimme koppelingen, het ontwerpen van nieuwe financieringsconstructies, het herverdelen van verantwoordelijkheden etc. Dit betekent ook dat er nieuwe stakeholders op het toneel verschijnen en dat de implementatie (en de financiering) verdeeld kan worden over meerdere partijen.

Tip 6: Neem als gemeente de regie, maar niet voor alles de verantwoordelijkheid

Burgers en bedrijven kunnen ook hun steentje bijdragen maar zijn op het gebied van klimaatadaptatie vaak nog niet de eerste die in actie komen. Van de overheid wordt verwacht dat die het voortouw neemt, in het bijzonder voor wat betreft het duidelijk maken van opgaven en kansen. Gemeenten spelen hierbij een belangrijke rol in het versterken van het bewustzijn bij hun inwoners (denk aan informatie rondom buitendijks wonen, wat te doen in tijden van extreme hitte of het verstandig omgaan met water in lange perioden van droogte) en het bij elkaar brengen van partijen (makelaarsfunctie).

Bijlage A. De Rotterdamse Adaptatiestrategie (RAS)

Het programmabureau Duurzaam van de gemeente Rotterdam heeft op verzoek van het stadsbestuur een Rotterdamse Adaptatie Strategie (RAS) opgesteld. Deze RAS beschrijft hoe de gemeente Rotterdam samen met haar partners de stad aan wil passen aan de veranderingen van het klimaat en de gevolgen daarvan voor de stad.

Het doel van de Adaptatiestrategie is een stad die veerkrachtig kan reageren op heftige regenbuien, droogte én langdurige hitte. Of, zoals wethouder Alexandra van Huffelen het verwoordde tijdens de lancering op 28 oktober 2013: *“Rotterdam combineert zoveel mogelijk het mooier en groener maken van de stad met slim onderhoud en slimme aanpassingen. Zo neemt Rotterdam als laaggelegen deltametropool haar verantwoordelijkheid naar de toekomst”*.



De uitgangspunten van de RAS zijn:

- De stad en haar inwoners zijn veilig voor het water
- De stad en haar inwoners ondervinden minimale hinder van teveel of te weinig neerslag
- De Rotterdamse haven blijft veilig en bereikbaar
- De inwoners van Rotterdam zijn zich bewust van de effecten van klimaatverandering en weten wat zij zelf kunnen doen
- Klimaatadaptatie draagt bij aan een comfortabele, leefbare en aantrekkelijke stad
- Klimaatadaptatie versterkt de Rotterdamse economie en haar imago

Om dit te realiseren zijn de volgende strategische lijnen uitgezet (zie ook figuur):

- **Op orde houden van de basis:**
Voor een klimaatbestendige stad vertrouwen we ook in de toekomst op het huidige systeem van stormvloedkeringen en dijken, singels en plassen, boezems, riolen en gemalen.
- **Benutten van ‘de ruimte van de stad’:**
Als aanvulling op het huidige systeem nemen we kleinschalige maatregelen in de ‘haarvaten van de stad’. We bewegen mee met de dynamiek van het water en maken meer gebruik van de natuur bij het aanpassen van Rotterdam aan het veranderende klimaat.



- **Samenwerken en meekoppelen:** In de 'ruimte van de stad' kunnen naast de gemeente ook bewoners, bedrijven, kennisinstellingen, belangenorganisaties en andere overheden participeren en de klimaatbestendigheid van Rotterdam versterken. Belangrijk is dat de adaptieve maatregelen aansluiten bij andere ruimtelijke ontwikkelingen in de stad en slim gecombineerd worden met lopende beheer- en onderhoudsprogramma's.
- **Creëren van meerwaarde voor leefomgeving, samenleving, economie en ecologie:** Klimaatadaptatie biedt mogelijkheden voor het versterken van de economie van stad en haven, voor het verbeteren van de leefbaarheid, voor het vergroten van de biodiversiteit en voor betrokkenheid van Rotterdammers.

Bijlage B. Kennisontwikkeling

Veel van de informatie die in de Bouwstenen voor een Adaptatiestrategie in de Regio Rotterdam wordt gebruikt, is afkomstig van onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK). De regio Rotterdam is één van de acht 'hotspots' waar de gevolgen van klimaatverandering duidelijk merkbaar zullen zijn en die actief participeren in het KvK-onderzoeksprogramma. De betrokkenheid van de hotspots uit zich in medefinanciering van het onderzoek, het formuleren van onderzoeksvragen, het beschikbaar stellen van gegevens over de regio en het faciliteren van veldonderzoek.

1^e tranche KvK projecten van de hotspot Rotterdam:

- Waterveiligheid buitendijks gebied (HRR02)
- Regiospecifiek klimaatinformatie (HSRR04)
- Hittestress in de stad Rotterdam (HSRR05)
- Veilig en goed ingepaste waterkeringen (HSRR06)
- Effecten van klimaatverandering op de binnenvaart (HSRR08)
- Adaptief bouwen in buitendijks gebied (HSRR09)

Het KvK-onderzoek is ingedeeld in acht thema's:

- Thema 1: Veiligheid tegen overstromingen
- Thema 2: Zoetwatervoorziening en waterkwaliteit
- Thema 3: Klimaatbestendig maken van het platteland
- Thema 4: Klimaatbestendige steden
- Thema 5: Infrastructuur en netwerken
- Thema 6: Hoge kwaliteit klimaatprojecties voor adaptatie
- Thema 7: De governance van adaptatie aan klimaatverandering
- Thema 8: Beleidsondersteunende instrumenten

De Hotspot Regio Rotterdam (HSRR) is betrokken bij de thema's 1, 2, 4, 5 en 7. Het KvK-onderzoek wordt uitgevoerd in drie tranches. De eerste tranche, met een looptijd van 2009 tot 2012¹², betrof een aantal praktische onderzoeken door met name adviesbureaus (zie tekstkader voor overzicht). In 2010 startte de tweede tranche met uitgebreid wetenschappelijk onderzoek; deze fase loopt af in 2014. Met name bij het onderzoek in de themas 4 (Climate Proof Cities, CPC) en 5 (Infrastructure Networks, Climate Change and Hotspots, INCAH) is de hotspot nauw betrokken, onder andere in de vorm van cases. In de derde tranche, looptijd 2012-2013, worden geconstateerde kennishiaten ingevuld die een relatief beperkte inspanning vergen. Voorbeelden van dergelijk onderzoek betreft de eerder genoemde Maatschappelijke Kosten Baten Analyse, een project rondom Building with Nature en een verkenning op het gebied van verdroging.

Alle onderzoeksresultaten worden gepubliceerd op de website van Kennis voor Klimaat (www.kennisvoorklimaat.nl). Daarnaast wordt voor de hotspot Regio Rotterdam een zogenaamd hotspotrapport opgesteld met daarin een samenvatting van het voor de regio relevante uitkomsten. Tijdens de bijeenkomst voor de Adaptatiestrategie Regio Rotterdam op 7 oktober 2013 is hiervan een voorproefje gegeven. De verwachting is dat er eind 2013 een voorlopig eindrapport beschikbaar is dat in 2014 gaandeweg geactualiseerd wordt.

¹² Een beknopt overzicht van een groot deel van de 1^e tranche KvK projecten wordt weergegeven in de publicatie "*Bedenk, Ontwikkel en Gebruik*", Kennis voor Klimaat, oktober 2012. Daarnaast zijn van alle projecten specifieke (deel-)rapporten beschikbaar op www.kennisvoorklimaat.nl.

Ook in andere hotspots wordt onderzoek verricht dat interessant kan zijn voor de regio Rotterdam, met name in de hotspot Haaglanden (stadsklimaat, extreme neerslag en droogte, gecoördineerd door het Stadsgewest) en de hotspot Ondiepe wateren en Veenweidegebieden (verzilting en bodemdaling, gecoördineerd door Universiteit van Utrecht).

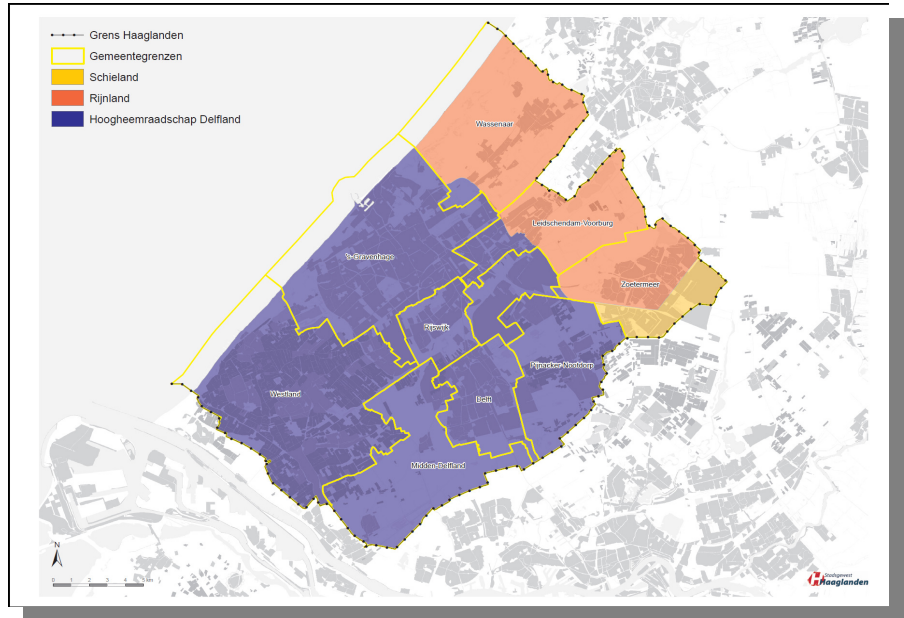
Kennis voor klimaat is uiteraard niet de enige bron van klimaatgerelateerde onderzoeksresultaten. Denk ook aan publicaties van:

- Deltaprogramma (i.h.b. Deltadeelprogramma Rijnmond-Drechtsteden (over waterveiligheid) en Deltadeelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (over klimaatbestendige steden).
- Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) (o.a. "Aanpassen met beleid. Bouwstenen voor een integrale visie Klimaatadaptatie", PBL, oktober 2013).
- Europese projecten (o.a. Future Cities (m.m.v. Arnhem) of EU Cities Adapt (m.m.v. Rotterdam)).
- Diverse adviesbureaus

Bijlage C. Aanverwante trajecten

Regionale Adaptatiestrategie (RAS) Stadsgewest Haaglanden

Net als de Stadsregio Rotterdam is ook het stadsgewest Haaglanden een zogenaamde hotspot binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat. Als vervolg op een aantal activiteiten rondom het Waterkader Haaglanden werkt het stadsgewest aan het opstellen van een Regionale klimaat Adaptatiestrategie, de RAS Haaglanden. De RAS Haaglanden hanteert de drie kenmerkende gebiedstypen in de regio als vertrekpunt; namelijk een *vitale innovatieve glassector (Glas)*, een *aantrekkelijk en toegankelijk groengebied en kustzone (Gras)* en *leefbare steden (Stad)*.



Illustratie: Negen gemeenten en drie waterschappen betrokken bij het Stadsgewest Haaglanden (Regionale Adaptatiestrategie Haaglanden (in voorbereiding, oktober 2013).

Er is sprake van een aantal interessante overeenkomsten tussen beide regio's. Zo bestaat ook voor Haaglanden de grootste inhoudelijke uitdaging eruit om te gaan met een stijgende zeespiegel, toename van de neerslaghoeveelheid en –intensiteit, temperatuurstijging en langere droge perioden.

Qua proces valt op dat ook de strategie voor Haaglanden “... door het Stadsgewest zal worden aangeboden aan de besturen van de gemeenten, waterschappen en provincie zodat zij vanuit hun verantwoordelijkheid de strategie en aanbevolen maatregelen kunnen implementeren. Daarbij geeft de RAS aanbevelingen over een gezamenlijke aanpak tussen overheden of andere actoren waar nodig” (Regionale Adaptatiestrategie (RAS) Haaglanden, versie september 2013).

Op dit moment vindt er reeds afstemming plaats tussen beide strategieprocessen en wordt waar opportuun kennis uitgewisseld. Een concreet voorbeeld daarvan is de deelname van gemeenten uit de stadsregio Rotterdam aan de water- en klimaattafel van het Stadsgewest Haaglanden. In de toekomst ligt verdere samenwerking zeer voor de hand. Vooral wanneer beide regio's opgaan in de zogenaamde metropoolregio.

Koersnotitie Ruimte en Mobiliteit PZH

De afgelopen jaren heeft de provincie Zuid-Holland zich via het Actieprogramma klimaat ingezet om klimaatadaptatie binnen de provincie vorm te geven. Zo is de Provincie onder andere betrokken bij diverse deelprogramma's van het Deltaprogramma en heeft zij het beleidskader 'Buitendijkse waterveiligheid' ontwikkeld. Dit provinciale beleidskader verplicht gemeenten om bij buitendijkse ontwikkelingen de slachtofferrisico's in beeld te brengen en te motiveren hoe zij daarmee omgaan in het bestemmingsplan. Daarnaast heeft de provincie het mogelijk gemaakt een aantal weerstations te plaatsen in diverse gemeenten binnen de stadsregio.

Momenteel werkt de provincie onder andere aan een integrale herziening van de Provinciale structuurvisie (PSV). De huidige structuurvisie besteedt slechts beperkt aandacht aan klimaatadaptatie. In de herziene versie (vast te stellen in juli 2014) die het beleid van de provincie op het gebied van ruimte en mobiliteit richting moet geven, vormt klimaatadaptatie één van de peilers¹³. De provincie wil samen met de partners in de regio diverse thema's oppakken (zie tekstkader) en beschrijft een nieuwe

stuuringsfilosofie waarbij de provincie initiatieven vanuit de regio's nader wil ondersteunen. Hier ligt een belangrijke link met initiatieven die de stadsregio of de gemeenten zelf nemen om de regio klimaatbestendiger te maken.

Klimaatadaptatiethema's uit de Koersnotitie Visie Ruimte en Mobiliteit.

- Waterveiligheid en overstromingsrisico's
- Zoet- en drinkwatervoorziening,
- Warmtenetten
- Duurzaam OV
- Ondergrondbeleid voor functies als warmte kracht koppeling (WKO), bodemdaling en waterberging voor gietwater in het 1^e watervoerend pakket
- Groenblauwe dooradering van het stedelijk gebied

Klimaatagenda, Deltadeelprogramma's en Nationale Adaptatiestrategie (NAS)

In oktober 2013 heeft het kabinet de "Klimaatagenda: weerbaar, welvarend en groen" vastgesteld¹⁴. Centrale punten in deze agenda zijn een gecombineerde aanpak van klimaatadaptatie en -mitigatie en het creëren van een brede coalitie voor klimaatmaatregelen. Dit laatste wordt als volgt verwoord:

"Alleen met een brede coalitie van maatschappelijke partijen kan internationaal tot adequate oplossingen worden gekomen en kan een weerbaar, welvarend en groen Nederland worden gerealiseerd. Het kabinet wil optimaal gebruik maken van de energie van partijen die de strijd tegen het klimaatprobleem aangaan. De Rijksoverheid zet daarom in op concrete oplossingen in samenwerking met het (internationaal) bedrijfsleven, (internationale) koepels van steden, lokale overheden, NGO's, wetenschap en burgers. Samen met organisaties zoals de Dutch Sustainable Growth Coalition, het C40 Cities Initiative, de coalities Klimaatbestendige stad en de Lokale Klimaatambassadeurs kan Nederland transformeren in een sterk en duurzaam land. En samen met andere gelijkgestemde landen koploper zijn en het peloton van achterblijvers inspireren tot verdergaande klimaatmaatregelen.



¹³ "Koersnotitie – Visie Ruimte en Mobiliteit", Provincie Zuid-Holland, Gedeputeerde Staten 9 juli 2013.

¹⁴ "Klimaatagenda: Weerbaar, welvarend en Groen", Ministerie I&M, 5 oktober 2013

Door samen te werken zetten we bedreigingen om in een nieuw elan om ook wereldwijd groei van welvaart en welzijn te realiseren. Nederland zet daarom in op een ambitieus internationaal klimaatbeleid”.

Kern van de klimaatagenda zijn acht actielijnen (zie overzicht). Twee van de actielijnen gaan over de opzet van een brede coalitie. Enerzijds door “... gebruik te maken van de energie die vele andere partijen in ons land hebben ten aanzien van klimaat en duurzaamheid” (actielijn 1). Anderzijds door “... het realiseren van de Nederlandse bijdrage aan de internationale klimaatfinanciering en het inspelen op de kansen die er liggen voor het bedrijfsleven” (actielijn 2). Het verzilveren van kansen vormt ook de kern van de actielijn die specifiek op adaptatie is gericht en waaruit duidelijk wordt dat Nederland uiterlijk in 2017 (inmiddels is dat 2015) een nationale Adaptatiestrategie (NAS) gereed wil hebben: “Het anticiperen op klimaatverandering biedt ook kansen: wanneer de risico’s van klimaatverandering helder zijn, kan dit de betreffende sector inzicht en een vorm van zekerheid bieden. Zo werkt het Rijk aan een strategie met risico’s en kansen. De uitkomsten daarvan worden vertaald in de Nationale Adaptatie Strategie die het kabinet uiterlijk in 2017 gereed wil hebben” (actie 3).

Actielijnen uit de Nationale Klimaatagenda	
Thema	Actielijn
Brede coalities voor de klimaataanpak	1 Ruim baan voor de energieke samenleving
	2 Inbedding van klimaat in het buitenlands beleid
Adaptatie	3 Naar klimaatrobuuste vitale sectoren
Mitigatie	4 Naar een betere gereedschapskist voor mitigatie
	5 Ruimtelijk faciliteren van hernieuwbare energie en energiebesparing
	6 Naar duurzame mobiliteit
	7 Naar ander materiaalgebruik en een duurzame industrie
	8 Naar een productievere en klimaatvriendelijkere land- en tuinbouw

Met het in 2010 ingestelde Deltaprogramma heeft het Rijk in eerste instantie prioriteit gelegd bij waterveiligheid, zoetwatervoorziening en klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling. In de Klimaatagenda wordt nu daarnaast aandacht gevraagd voor andere sectoren zoals transport, energie, ICT, gezondheid, landbouw, visserij en natuur. Voor de Stadsregio zijn met name de uitkomsten uit de deltadeelprogramma’s Rijnmond-Drechtsteden, Zoetwatervoorziening en Nieuwbouw en Herstructurering relevant. Denk bijvoorbeeld aan de deltabeslissing rondom het beschermen van de regio tegen hoog water (te verwachten in 2014) of het Manifest Klimaatbestendige stad dat onlangs is gepresenteerd. Daarnaast kunnen voor de gemeenten met een meer landelijk karakter ook de uit te voeren analyses op het gebied van landbouw en natuur belangrijke informatie opleveren en geldt dat analyses naar de kwetsbaarheid van sectoren als transport, energie en ICT voor de hele regio van belang zijn.

Belangrijk voor de Bouwstenen voor adaptatiestrategieën in de regio Rotterdam is verder dat het Rijk op basis van risico- en kwetsbaarheidsanalyses adaptatiestrategieën op lokaal en regionaal niveau wil bevorderen. Tegelijkertijd vormen resultaten en inzichten voortkomend uit het bouwstenentrajact waardevolle input voor de Nationale Adaptatiestrategie.

Deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden (DRD)

In het kader van het deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden wordt onderzocht op welke wijze ook in de toekomst voor iedere burger een basisniveau qua waterveiligheid kan worden gegarandeerd. Het doel van het deelprogramma luidt: *“Het borgen van de waterveiligheid voor de lange termijn en het scheppen van de randvoorwaarden voor duurzame zoetwatervoorziening in het gebied Rijnmond-Drechtsteden als bijdrage aan een duurzame en vitale ruimtelijke ontwikkeling”* (Samenvatting Plan van Aanpak DRD (juli 2010)).

Het deelprogramma is samen met de partijen uit de omgeving op zoek naar antwoorden op de vragen:

- Wat is de opgave?
- Wat zijn de kansen?
- Hoe lang gaat de huidige strategie voor veiligheid (stormvloedkeringen, achterliggende dijken, rivierverruiming) en zoet water (verzorgen aanbod) mee?
- Hoe kunnen we de huidige strategie voor veiligheid en zoet water optimaliseren?
- Welke strategieën zijn beschikbaar/denkbaar als alternatief voor de huidige strategie?

De uitvoering van het DRD moet het kabinet uiteindelijk in staat stellen om uiterlijk in 2014 te beslissen over een zo breed mogelijk gedragen hoofdontwikkelingsrichting voor het hoofdwatersysteem. Het gaat daarbij om een besluit dat zich primair richt op de zeer lange termijn: tot 2100. De gemeenten in de stadsregio wordt op verschillende manier betrokken in dit proces. Zo heeft op 20 juni jl. een bestuurlijke conferentie DRD plaatsgevonden. Daarnaast wordt op weg naar het afronden van het advies aan ambtenaren algemene input en feedback gevraagd en vinden er per dijkkring specifieke consultatiesessies plaats.

EU

De integrale Klimaatagenda vanuit het Rijk sluit aan bij de actuele beleidsaandacht op Europees niveau. In april 2013 is de Europese adaptatiestrategie verschenen waarin de EU haar lidstaten vraagt om in 2017 te komen met een brede nationale adaptatiestrategie. In 2014 zal de Commissie een *scoringsbord aanpassingsparaatheid* ontwikkelen op basis waarvan zij het beleid van de lidstaten zal beoordelen. Daarnaast zijn de lidstaten verplicht te rapporteren over hun nationale adaptatieplanning, strategie en maatregelen. Lokale adaptatiestrategieën zijn daarmee niet alleen een belangrijk bouwsteen voor het versterken van de klimaatbestendigheid van de regio, maar kunnen ook een waardevolle bijdrage leveren aan de door Europa gevraagde NAS.

Vanuit de EU wordt klimaatadaptatie op verschillende manieren gestimuleerd. Zo heeft de gemeente Rotterdam deelgenomen aan het EU Cities Adapt Project. Koplopers zoals Rotterdam werden gekoppeld aan andere steden die een klimaatadaptatiestrategie op willen zetten, in dit geval Almada (Portugal), Barcelona (Spanje), Zadar (Kroatië) en Gibraltar. Kennis en instrumenten die voortkomen uit dit soort projecten zijn terug te vinden op EU websites (o.a. <http://climate-adapt.eea.europa.eu/> en <http://eucities-adapt.eu/cms/>). Daarnaast zijn er subsidiefondsen beschikbaar, zoals Horizon 2020 gericht op het stimuleren van innovatie.

Bijlage D. Maatschappelijke Kosten Baten Analyse

In opdracht van de hotspot Rotterdam is voor 43 mogelijke adaptatiemaatregelen op het gebied van hitte, wateroverlast, verdroging, waterveiligheid en bereikbaarheid (zie onderstaand overzicht) een maatschappelijke kosten- baten analyse (MKBA) uitgevoerd¹⁵. Voor deze 43 maatregelen is onderzocht wat -variërend in de tijd- te verwachten kosten en baten zijn én welke combinaties van maatregelen als veelbelovend uit de bus komen.

Overzicht van mogelijke adaptatiemaatregelen waarvoor een MKBA is verricht

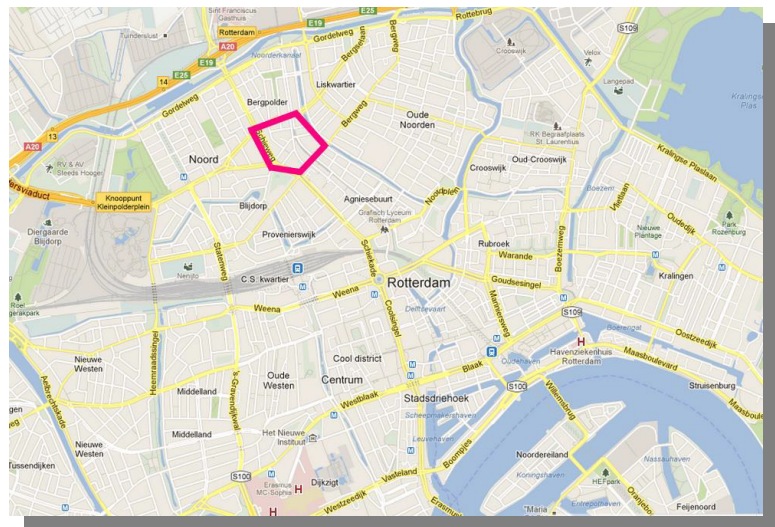
1. Aanpassen gedrag en vergroten van kennis van huisartsen en GGD
2. Aanpassen oriëntatie gebouwen en stedelijke morfologie
3. Koeling met warmte- en koudeopslag in de bodem of met rivierwater
4. Wijkparken
5. Sproeien van daken, gevels en straten
6. Groen in de straat (bomen, kleinschalig groen)
7. Aanpassing ruimtelijke inrichting door ander materiaal- en kleurgebruik
8. Isolatie gebouwen (woningen en bedrijven)
9. Aanpassen van kleuren en structuur van gevels en daken (witte daken)
10. Kunstmatige koeling (airconditioning)
11. Bewuste sturing (keuze) water naar risicoloze locaties (in combinatie met berging)
12. Hoofdinfrastructuur hoger aanleggen (robuust aanleggen infra/kwetsbare objecten)
13. Realiseren waterberging (aanleg open water)
14. Realiseren waterberging (aanleg bergingsbak)
15. Waterpleinen / waterparken
16. Vergroten rioolbuizen en pompen
17. Waterberging op gebouwen
18. Waterberging onder gebouwen
19. Waterberging onder wegen
20. Verhoogde stoepranden en verlaging wegen (meenemen bij onderhoud wegen en riolering)
21. Groene daken met vertraagde afvoer/blauwe daken
22. Anticiperen door peilopzet en vooraf extra water inlaten
23. Opschroeven zoutnorm + waterpeil op niveau houden
24. Infiltratiesysteem in de stad
25. Water vasthouden in natte periodes
26. Klimaatbuffers
27. Infiltrerende wegfundering/waterpasserende verharding obv korrels
28. Besproeien van tuinen, parken en sportvelden
29. Ontharden van tuinen, bermen
30. Vervangen/oplengen houten funderingen (preventief vervangen kritische funderingen bij cascorenovatie)
31. Infiltratiesysteem rond de woning (drainage- en infiltratievoorzieningen per object)
32. Early warning system + bevorderen zelfredzaamheid (communicatie)

¹⁵ Dit onderzoek is gesubsidieerd door het nationaal onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat en uitgevoerd door de Rebel Group. Van dit onderzoek is *geen* rapportage met rekenresultaten beschikbaar. Het product bestaat namelijk uit een grote excell-database. voor meer informatie zie: www.rotterdamclimateinitiative.nl.

33. Lokale aanpassing keringen
34. Verhoogde aanleg en ophogen van infrastructuur en essentiële voorzieningen
35. Multifunctionele keringen
36. Kale keringen
37. Adaptief bouwen (inrichting)
38. Adaptief bouwen (objecten: nieuwbouw + renovatie)
39. Inzet extra pompcapaciteit en afvoer bij prioritaire routes (netwerk)
40. Actuele routeinformatie (met matrixborden en via APP met locatiebepaling), dynamisch verkeersmanagement
41. Early warning system (zo mogelijk via APP/3G)
42. Koelen van beweegbare bruggen/asfalt wegen
43. Aanpassen kwetsbare plekken

De MKBA voor bovenstaande maatregelen heeft weliswaar een hoop inzicht gebracht over kosten en baten maar voor het doen van concrete uitspraken is het noodzakelijk om de maatregelen te beoordelen in een specifieke context. Daarom is een vervolproject uitgezet waarbij voor twee gebieden een specifieke casestudie is gedaan. Dit betreft het buitendijks gelegen Kop van Feijenoord en het binnendijks gelegen Bergpolder-Zuid (zie illustratie).

Voor de Kop van Feijenoord zijn drie verschillende oplossingsrichtingen met elkaar vergeleken (aanpassen van de kering, ophogen gebied en adaptief bouwen). Voor Bergpolder-Zuid zijn negen maatregelen doorgerekend (voorlichting GGD, kleinschalig groen in de straat, isolatie van gebouwen, aanpassen kleuren gevels en daken, aanleggen waterplein, verhoging stoepranden, aanleg groene daken, infiltrerende wegfundering/waterpasserende verharding en ontharden van tuinen en bermen).



Ligging Bergpolder-Zuid (gemeente Rotterdam)

Enkele opvallende, en voor meerdere situaties relevante, uitkomsten zijn:

1. Groen in de straat, waterpleinen, infiltrerende wegfundering en het ontharden van tuinen en bermen komen als meest kosteneffectief uit de bus voor Bergpolder-Zuid. Dit geldt zowel voor met minst (G) als het meest extreme (W+) scenario. Bovendien blijkt dat ook met verschillende economische groeicijfers (0 of 2%) deze maatregelen het meest positief scoren. Dit kunnen daarom behoorlijk robuuste maatregelen genoemd worden.
2. Waterpleinen scoren vooral goed door de stijging van de waarde van het vastgoed in de omgeving als gevolg van de verhoogde kwaliteit van de buitenruimte. Ontharden van tuinen en bermen scoort goed vanwege de lage investeringskosten en de hoge baten als gevolg van het voorkomen van schade als gevolg van verdroging.

3. Uit de case kop van Feijenoord komt naar voor dat alle drie de oplossingsrichtingen in zowel het minst extreme (G) als het meest extreme (W+) scenario een positieve score hebben.
4. Het verhogen van de kering kost het meest, maar levert ook het meeste op in termen van vermeden schade.
5. Voor beide cases geldt dat de kosten en de baten momenteel niet bij dezelfde partij liggen. Voor de Kop van Feijenoord geldt bijvoorbeeld dat 80% van de baten bestaat uit vermeden schade aan huizen. Bewoners hebben dus het meest baat bij investeringen. De kosten liggen afhankelijk van de oplossingsrichting echter bij de overheid, waterschappen, projectontwikkelaars en/of eigenaren van infrastructuur. Het is dus zaak niet per sé de economisch beste keuze te maken, maar ook en vooral partijen bij elkaar te brengen om in gezamenlijkheid te beslissen over het alternatief dat maatschappelijk gezien het beste uitpakt.



Voorbeelden van adaptatiemaatregelen in Rotterdam (met de klok mee: ondergrondse waterberging bovenop parkeergarage Kruisplein, waterplein, Drijvend paviljoen, waterberging onder de toerit van de Museumparkgarage).

Bijlage E. Regionale agenda's

De Regionaal Strategische Agenda

De inzet van de stadsregio is om “... *samen met haar partners de regio Rotterdam verder te ontwikkelen tot een complete stedelijke regio met internationale betekenis en een gevarieerde economische structuur. Een regio met eigen kwaliteiten: afwisselende woonmilieus met een multiculturele bevolking in een uniek deltalandschap, een steeds kennisintensiever haven- en industrieel complex dat nauw verbonden is met de greenports binnen en net buiten de regio, een hoge dichtheid aan opleidings- en kennisinstellingen, een zakencentrum aan de HSL-as, toonaangevende culturele voorzieningen en een snel groeiende creatieve sector*” (Regionaal Strategische Agenda 2010 – 2014).

Bovenstaande ambitie is in de Regionaal Strategische Agenda (RSA) vertaald in een aantal opgaven (zie illustratie) en drie perspectieven:

- vanuit de bevolking: ‘getalenteerd en kansrijk’,
- vanuit economische kansen: ‘internationaal concurrerend’,
- vanuit ruimtelijke kwaliteit: ‘duurzaam en attractief’.

Klimaatadaptatie is een onderdeel van het perspectief op Ruimtelijke kwaliteit. Concreet zegt de RSA hierover en over de relatie met andere beleidsterreinen:

*“De opgave is om een duurzame balans te vinden tussen de economische ontwikkeling en de attractiviteit van de regio. De afgelopen periode is koers gezet richting een duurzame economische ontwikkeling, onder meer met de regionale klimaatagenda. Hierbij is een regionale opgave gesteld van 40% CO₂-reductie in 2025 ten opzichte van 1990. **De klimaatverandering brengt ook de opgave met zich mee om de veiligheid en de zoetwatervoorziening blijvend te garanderen voor bedrijven en bewoners. De waterbuffers die nodig zijn om schommelingen bij extreme droogte en neerslag op te vangen, kunnen bijdragen aan de aantrekkelijkheid van het landschap of van het woonmilieu.** Deel van het werken aan een duurzame balans is ook het lopende, ambitieuze programma voor luchtkwaliteit, externe veiligheid en het tegengaan van geluidhinder. Gezamenlijk bieden deze maatregelen uitzicht op economische kansen door innovatie, een beter imago van de regio en een aantrekkelijker woon- en vestigingsklimaat, een regio kortom waar een voorspoedige economische ontwikkeling en een grote attractiviteit voor bewoners”.*

De RSA legt dus niet alleen een koppeling met diverse andere beleidsterreinen (zoals CO₂ reductie, aantrekkelijkheid van het landschap, externe veiligheid en luchtkwaliteit), maar benadrukt tevens de kansen van klimaatadaptatie, in het bijzonder door innovatie, een beter imago van de regio en een aantrekkelijker woon- en vestigingsklimaat.

STRATEGISCHE OPGAVEN

- A Vernieuwing bovenregionale samenwerking
 1. Metropoolregio Rotterdam-Den Haag
 2. Samenwerking Rotterdam/Drechtsteden/West-Brabant
- B Regionale programma's
 1. Economie: focus en differentiatie in economische programmering
 2. Verkeer en vervoer: robuust mobiliteitssysteem
 3. Wonen: duurzaam en marktgericht aanbod
 4. Groen: samenhangend metropolitaan landschap
 5. Milieu: leefomgevingskwaliteit en klimaataanpak
 6. Jeugdzorg: sluitende keten, passende financiering en centrale rol gemeenten
- C Gebiedsgerichte opgaven
 1. Noordas
 2. Rivierzones
 3. Westflank
 4. Oostflank
 5. Internationaal centrum Rotterdam
 6. Bijzondere aanpak Rotterdam-Zuid

De Regionale Duurzaamheidsagenda

Op 13 maart 2013 heeft het Algemeen Bestuur van de stadsregio Rotterdam de regionale duurzaamheidsagenda 2013-2016 vastgesteld. Hierin hebben de vijftien regiogemeenten de krachten gebundeld om samen te werken aan een forse reductie van de CO₂-uitstoot. De regionale Duurzaamheidsagenda is de opvolger van de regionale klimaatagenda 2008-2012 van de stadsregio Rotterdam. Een verschil tussen beide producten is dat de regionale Duurzaamheidsagenda niet alleen aandacht besteedt aan klimaatmitigatie, maar ook aan klimaatadaptatie (zie kader). Het opstellen van de huidige Bouwstenen voor een Adaptatiestrategie in de Regio Rotterdam is één van de concrete producten waar de stadsregio in het kader van de Duurzaamheidsagenda aan werkt.

Beschrijving thema Klimaatadaptatie in regionale Duurzaamheidsagenda:

“Het doel is gemeenten meer inzicht te geven wat klimaatverandering voor hun gemeente betekent. Daarvoor wordt kennis en ervaring gedeeld over praktische toepassingen op de korte en middellange termijn wordt opgedaan. Op basis van de nationale klimaateffect-atlas is een vertaling gemaakt voor de regio. Daarnaast is voor een aantal relevante thema's (onder andere waterveiligheid, gemeentelijk watermanagement, stadsklimaat en verzilting) een eerste inventarisatie gemaakt van mogelijk te treffen maatregelen (zogenaamde toolbox). Zoeken naar no- en lowregretmaatregelen en 'leren omgaan met onzekerheden' zijn belangrijke elementen van een regionale strategie. In dit thema wordt intensief gebruik gemaakt van de kennis en ervaring van de gemeente Rotterdam”.

Tot dusver is in stadsregio verband op het gebied van klimaatadaptatie geen specifieke ambitie afgesproken. Het klimaatbestendig maken van de regio is een *impliciet* onderdeel van de ambitie om de regio als internationaal aantrekkelijk vestigingsgebied met een prettig woonklimaat neer te zetten. Expliciete uitgangspunten hierbij zijn:

- Stel het realiseren van energiebesparing en duurzaam energieverbruik voorop (planet), waarbij nadrukkelijk ook de meerwaarde voor welzijn en leefomgevingskwaliteit van de bewoners (people) en voor de verbetering van de regionale en lokale economie (prosperity) moet kunnen worden aangetoond.
- Zorg voor een goede borging en verankering in de eigen gemeentelijke organisatie.
- Zoek samenwerking met markt, kennisinstellingen en andere partners in de regio.
- Kies als gemeente c.q. regio in elk project een rol die past bij het initiatief en de fase waarin het verkeert.
- Verklein de afhankelijkheid van overheidssubsidies door rondom projecten sluitende businesscases te organiseren samen met partners in de regio.

Elke gemeente heeft zijn eigen beleid op het gebied van duurzaamheid geformuleerd. Dit gaat veelal over lokale ambities en situaties. De regionale Duurzaamheidsagenda is niet de overkoepelende agenda voor alle lokale plannen, maar wil die projecten en ideeën die met een regionale opschaling een goede bijdrage aan de doelstellingen kunnen leveren, graag opnemen in de uitvoeringsagenda. Omgekeerd zullen de regiogemeenten in hun gemeentelijke plannen de noties uit de Duurzaamheidsagenda overnemen wanneer hun gemeente een rol speelt in de uitvoering.

Bijlage F. De Klimaatadaptatiebarometer

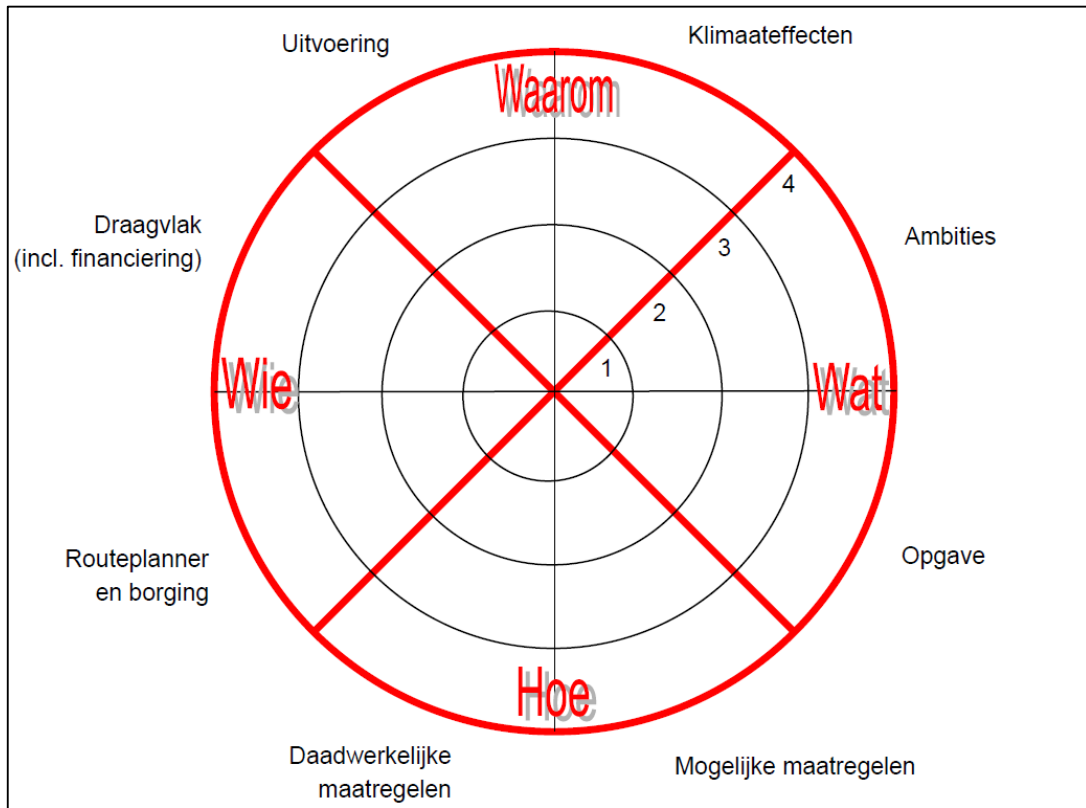
Vanuit de behoefte van de gemeente Rotterdam om de voortgang van het proces op weg naar de RAS te monitoren, is een stappenplan ontwikkeld dat nu binnen de gemeente gebruikt wordt. Dit stappenplan (zie onderstaande beschrijving) bestaat uit acht onderdelen die weliswaar volgtijdelijk worden doorlopen (eerst een probleemanalyse, dan pas maatregelen etc.), maar uiteindelijk in de praktijk een zeer cyclisch karakter heeft. Nieuwe inzichten, extreme gebeurtenissen, andere financieringsmogelijkheden of ervaringen met maatregelen kunnen tot bijstelling van prioriteiten en/of tot andere maatregelen en uitvoeringsconstructies leiden. Uiteindelijk wordt per stap op kwalitatieve wijze bekeken hoe ver de gemeente is, waarna een score wordt toegekend.

Toelichting Klimaatadaptatiebarometer

Teneinde inzicht te krijgen in hoever Rotterdam is met het klimaatbestendig maken van de stad, wordt onderscheid gemaakt in de volgende acht stappen:

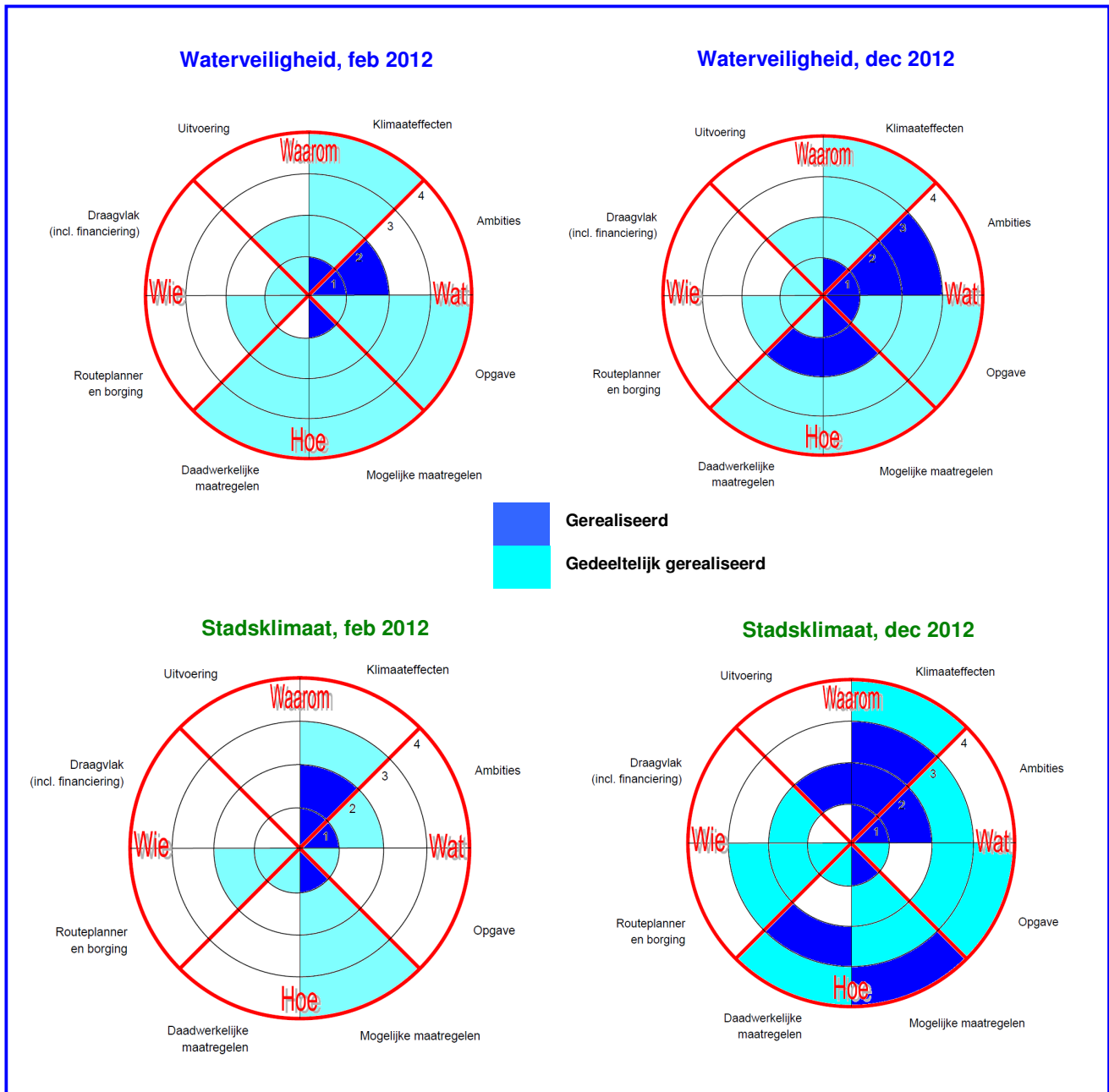
1. Verkrijgen van duidelijkheid over de effecten van klimaatverandering;
2. Vaststellen van de ambitie op het gebied van klimaatadaptatie;
3. Definiëren van de opgave (op basis van de antwoorden uit stap 1 en 2);
4. Inventariseren van mogelijke maatregelen;
5. Keuze maken voor daadwerkelijk uit te voeren maatregelen;
6. Borgen van de maatregelen (inclusief het gedachtegoed rondom klimaatadaptatie);
7. Organiseren van draagvlak (financieel, politiek etc.) voor de uitvoering van maatregelen;
8. Daadwerkelijke uitvoeren van de maatregelen;

Per stap wordt vervolgens weer onderscheid gemaakt in vier tussenstappen zodat een nauwkeuriger beeld wordt verkregen van de stand van zaken en duidelijk wordt waarop scores zijn gebaseerd. Vooralnog is ervoor gekozen de stappen te visualiseren in een soort taart met acht 'taartpunten' en vier 'ringen'.



Tussenstappen per 'taartpunt'	
<p>Uitvoering</p> <ol style="list-style-type: none"> Maatregelen zijn opgenomen in gebiedsplannen Er is gestart met uitvoering van maatregelen Er is een monitoringsplan voor na 2014 We zijn 'klimaatbestendig' 	<p>Klimaat effecten</p> <ol style="list-style-type: none"> Er is inzicht in de algemene effecten klimaatverandering Bekend is wat er in de regio mis kan gaan Bekend is wat mis kan gaan op deelgebiedniveau Kwetsbaarheid op deelgebiedniveau is bekend
<p>Draagvlak</p> <ol style="list-style-type: none"> MT's-Directeuren zijn akkoord Externe stakeholders zijn akkoord Bestuurders zijn akkoord Er ligt een ondertekend akkoord/product 	<p>Ambities</p> <ol style="list-style-type: none"> Definitie klimaatbestendigheid is duidelijk Duidelijk is wat deze definitie betekent voor thema Er zijn concrete doelen per deelgebied Er zijn normen of afspraken per deelgebied
<p>Routepanner en borging</p> <ol style="list-style-type: none"> Verantwoordelijkheden zijn duidelijk Bekend is wat we moeten borgen Het borgingsproces is duidelijk Er zijn afspraken wie wat doet en betaald 	<p>Opgave</p> <ol style="list-style-type: none"> Opgave is gedefinieerd Opgave is vertaald naar ruimtelijke opgave De gevolgen van 'niets doen' zijn in beeld Relevantie t.o.v. andere thema's is duidelijk
<p>Daadwerkelijke maatregelen</p> <ol style="list-style-type: none"> Proces om met stakeholders keuzes te maken is helder Shortlist geschikte maatregelen op schaalniveaus is er Inzicht in planning, kosten en baten van maatregelen Voorstel voor geschikte combinatie van maatregelen 	<p>Mogelijke maatregelen</p> <ol style="list-style-type: none"> Longlist van maatregelen is er Houdbaarheid van maatregelen is inzichtelijk Onderlinge relaties van maatregelen zijn duidelijk Er is inzicht in de gevolgen van maatregelen voor andere thema's

Inmiddels hebben in Rotterdam twee invulrondes plaatsgevonden (februari en december 2012). Ter illustratie worden hieronder de figuren voor de thema's Waterveiligheid en Stadsklimaat weergegeven. Duidelijk te zien is de voortgang die beide thema's tussen februari 2012 en december 2012 hebben geboekt.



Geraadpleegde literatuur

- Bessembinder, J., D. Wolters en L.W.A. van Hove (2013), *“Regiospecifieke klimaatinformatie voor Haaglanden en de regio Rotterdam”*, Kennis voor Klimaat rapportnummer 101/2013.
- Buijs, S. (2013), *“Inventarisatie verzilting en kimaatverandering”*, notitie opgesteld in opdracht van de stadsregio Rotterdam, Stadsontwikkeling Rotterdam.
- Bruggeman, W. en E. Dammers (2013) *“Deltascenario’s voor 2050 en 2100. Nadere uitwerking 2012-2013”*, KNMI, PBL, CPB, LEI en Deltares i.o.v. Ministerie I&M.
- Buishand, T.A., R. Jilderda & J.B. Wijngaard (2009), *“Regionale verschillen in extreme neerslag”*, KNMI-publicatie: WR-2009-01.
- Climate Adaptation Services (2013), *“Interactieve klimaatatlas regio Rotterdam”*.
- Climate Proof Cities consortium (2012), *“Ideeënboekje klimaatmaatregelen Bergpolder –Zuid”*.
- Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (2012), *“Maatregelenmatrix”*, Deltaprogramma.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2010), *“Samenvatting Plan van Aanpak DRD”*, juli 2010.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2012), *“Probleemanalyse Rijnmond-Drechtsteden”*, Deltaprogramma.
- Deltares (2012), *“Zoetwatervoorziening in Nederland; aangescherpte landelijke knelpuntenanalyse”*, Deltares.
- EU (2011), *“Technical Policy Briefing Note 02 en 03, Climate Costs EU”*.
- Huynen M., P. Martens, D. Schram, M. Weijenberg en A. Kunst (2001) *“The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population”*, Environmental health Perspectives 109:463-470.
- Kennis voor Klimaat (2012), *“Bedenk, Ontwikkel en Gebruik”*.
- Klok, L., H. ten Broeke, T. van Harmelen, H. Verhagen, H. Kok en S. Zwart (2010) *“Ruimtelijke verdeling van mogelijk oorzaken van het hitte-eiland effect”*, TNO-034-UT-2010-01229_RPT-ML
- KNMI (2009) *“Klimaatverandering in Nederland. Aanvullingen op de KNMI06 scenario’s”*.
- Koning, E. en R. Bakker (2011), *“Toolbox Groen en Klimaat”*, Gemeentewerken Rotterdam.
- Ministerie I&M (2013), *“Klimaatagenda: Weerbaar, welvarend en Groen”*, Ministerie I&M, 5 oktober 2013
- Nijhuis, E.W.J.T. en J. Streng (2011) *“Hittestress in Rotterdam”*, Kennis voor Klimaat rapportnummer 039/2011.
- Nijhuis, E.W.J.T. en E. Trouwborst (2013), *“Update Klimaatadaptatiebarometer Rotterdamse Adaptatiestrategie 2013”*, Stadsontwikkeling Rotterdam, in ontwikkeling.
- Pohl, I., S. Schenk, A. Rodenburg en T. Vergroesen (2013), *“MKBA Klimaatadaptatiestrategie Casus: Bergpolder Zuid”*, Rebel in opdracht van Programmabureau Duurzaam, Gemeente Rotterdam.

- Pohl, I., S. Schenk, A. Rodenburg en T. Vergroesen (2013), *“MKBA Klimaatadaptatiestrategie Casus: Kop van Feijenoord”*, Rebel in opdracht van Programmabureau Duurzaam, Gemeente Rotterdam.
- Pötz, H. en P. Bleuze (2012), *“Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden”*, Coop for live, Delft.
- Provincie Zuid-Holland (2013), *“Koersnotitie – Visie Ruimte en Mobiliteit”*, Provincie Zuid-Holland, Gedeputeerde Staten 9 juli 2013.
- RCI (2013) *“Rotterdamse Adaptatiestrategie”*, Rotterdam Climate Initiative, Climate Proof.
- Rovers, V., P. Bosche en R. Albers (2012) *“Voortgangsrapportage Climate Proof Cities”*, Kennis voor Klimaat.
- Stadsgebied Haaglanden (2013), *“Regionale Adaptatiestrategie Haaglanden”*, KvK rapport in voorbereiding, oktober 2013.
- Stadsregio Rotterdam (2010), *“Regionaal Strategische Agenda 2010-2014”*.
- Stadsregio (2012), *“Regionale Klimaatadaptatietoolbox”*.
- Stadsregio Rotterdam (2013), *“Duurzaamheidsagenda 2013-2016”*
- Stone K., R. van Duinen, W. Veerbeek en S. Döpp (2011) *“Sensitivity and vulnerability of urban systems: Assessment of climate change impact to urban systems”*. Deltares projectnr. 1202270-008-BGS-0004.
- Veelen, P., F. Boer, R. Hoijink, H. Schelfhout en C. Haselen (2010), *“Veilige en goed ingepaste waterkeringen in Rotterdam”*, Kennis voor Klimaat rapportnummer 026/2010.
- Veelen, P., H. Meyer, E. Tromp, S. Plantinga en K. Batterbee (2010), *“Klaar voor hoogwater, verkennend onderzoek naar adaptieve strategieën voor het buitendijks gebied in de hotspot Rotterdam”*, Kennis voor Klimaat rapportnummer 025/2010.