

Rotterdamse adaptatiestrategie



ROTTERDAM.**CLIMATE**.INITIATIVE
Climate Proof



Voorwoord

Rotterdam is een dynamische wereldhavenstad. Onze stad past zich traditiegetrouw voortdurend aan nieuwe omstandigheden aan en speelt in op economische en maatschappelijke veranderingen. Ook het klimaat verandert. Als stad in de Nederlandse delta merkt Rotterdam daarvan de effecten. Klimaatadaptatie, het aanpassen van Rotterdam aan de klimaatverandering, is nodig. Door hier nu al aan te werken levert dit ook kansen op voor onze stad.

Veel bedrijven in de regio verdienen hun geld in de waterbouw: 17% van de Nederlandse productie wordt in Rotterdam gerealiseerd. Klimaatverandering biedt kansen op groei. En bij het inrichten van de stad kunnen slimme oplossingen de stad klimaatbestendig en tegelijk aantrekkelijker maken om in te wonen en te werken. Rotterdam is nu al een internationaal voorbeeld voor andere steden.

De groei van Rotterdam is altijd gepaard gegaan met een vooruitziende blik. Van Oude Haven en Nieuwe Waterweg tot Tweede Maasvlakte, van de dam in de Rotte tot de deltametropool van Nederland. In deze traditie is ook de Rotterdamse adaptatiestrategie ontwikkeld met als doelstelling: Rotterdam is klimaatbestendig in 2025. Met klimaatbestendig bedoelen we:

- dat in 2025 de maatregelen zijn getroffen om gebiedsspecifiek minimaal last en maximaal profijt te hebben van klimaatverandering op dat moment én in de komende decennia;
- dat met de voorziene klimaatverandering op langere termijn en de onzekerheid daarover structureel rekening wordt gehouden bij de ruimtelijke ontwikkeling van Rotterdam.

Dit kunnen we alleen bereiken als we samen met ieder die aan en in deze stad werkt de schouders eronder zetten. Gemeente, inwoners, bedrijven, vastgoedeigenaren en andere overheden, ieder vanuit zijn eigen verantwoordelijkheden, ambities en ideeën. De Rotterdamse adaptatiestrategie geeft de koers aan naar deze klimaatbestendige stad en de kansen die aanpassing aan de klimaatverandering ons biedt.

Niets doen is geen optie, daarvoor is het goed functioneren van deze stad te belangrijk. Rotterdam is en blijft een veilige, aantrekkelijke, vitale en economisch sterke stad. We zijn ervan overtuigd dat we, in de traditie van onze voorouders, deze ambitie de komende decennia kunnen waarmaken.



Ahmed Aboutaleb
Burgemeester

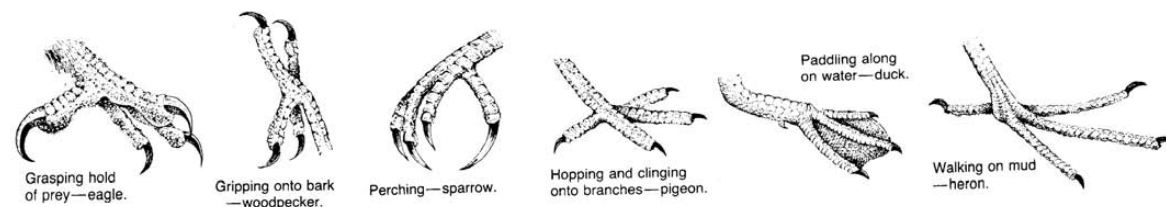


Alexandra van Huffelen
Wethouder duurzaamheid, binnenstad en buitenruimte

Inhoud

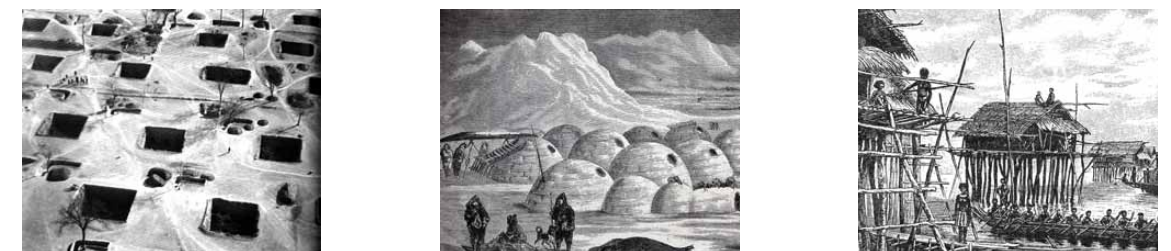
	Samenvatting	6			
1	Inleiding	11			
2	Rotterdam en het klimaat	12			
2.1	Het klimaat verandert	14			
2.2	Rotterdam is kwetsbaar voor klimaatverandering	15			
2.3	Rotterdam verandert	18			
3	De Rotterdamse adaptatiestrategie	20			
3.1	De ambities van Rotterdam	22			
3.2	De kerndoelen voor klimaatadaptatie	23			
3.3	De Rotterdamse adaptatiestrategie	24			
	· De kern van de strategie	24			
	· Samenwerken en meekoppelen	26			
	· De stad profiteert van klimaatadaptatie	27			
4	Klimaat effecten en de gevolgen voor Rotterdam	32			
4.1	Klimaat- en deltasenario's	34			
4.2	De klimaat effecten	35			
4.3	De gevolgen van hogere waterstanden voor buitendijks gebied	36			
4.4	De gevolgen van hogere waterstanden voor dijken en binnendijks gebied	42			
4.5	De gevolgen van extreme neerslag	48			
4.6	De gevolgen van droogte	54			
4.7	De gevolgen van hitte	60			
			5	De koers voor een klimaatbestendig Rotterdam	66
			5.1	Waterveiligheid buitendijks	68
			5.2	Waterveiligheid binnendijks	74
			5.3	Extreme neerslag	80
			5.4	Droogte	86
			5.5	Hitte	92
			6	Perspectieven voor de klimaatbestendige deltastad	98
			6.1	Gecombineerde perspectieven	100
			6.2	Perspectief voor de havens	103
			6.3	Perspectief voor de Stadshavens	108
			6.4	Perspectief voor de buitendijkse stadswijken	111
			6.5	Perspectief voor de binnendijkse stadswijken	115
			6.6	Perspectief voor de compacte stad	119
			6.7	Perspectief voor de naoorlogse wijken en buitengebieden	123
			6.8	Een wandeling door klimaatbestendig Rotterdam	126
			7	Aan de slag!	128
			7.1	Instrumentarium	130
			7.2	Van strategie naar uitvoering	132
				Colofon	136

Biologische adaptatie



In de biologie zijn adaptaties of aanpassingen veranderingen in structuren of gedrag van organismen, die het organisme beter in staat stellen te overleven of voor nageslacht te zorgen.

Klimaatadaptatie



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

Samenvatting

De Rotterdamse adaptatiestrategie zet de koers uit waarlangs Rotterdam zich wil aanpassen aan de veranderingen van het klimaat. Doel is een klimaatbestendige stad voor de Rotterdammers van nu en voor toekomstige generaties. Dat is een stad die bovendien aantrekkelijk en economisch vitaal is.

Rotterdam en het veranderend klimaat

Wat zijn de gevolgen van mondiale klimaatverandering voor Rotterdam? Wat moeten we doen om onze stad nu en in de toekomst klimaatbestendig te houden? Met welke partijen gaan we dat doen, hoe kunnen Rotterdammers bijdragen en hoe pakken we dat aan? En kan klimaatadaptatie ook de sociale en economische ambities van Rotterdam versterken en bijdragen aan een aantrekkelijke leefomgeving? De Rotterdamse adaptatiestrategie geeft antwoord op deze vragen.

Ons klimaat verandert. De verwachting is dat we te maken krijgen met meer extreme weersomstandigheden zoals zwaardere regenbuien en langere periodes van droogte en hitte en met hogere waterstanden in de Maas. Als stad in de delta van Nederland is Rotterdam kwetsbaar voor deze gevolgen van klimaatverandering.

Gelukkig heeft Rotterdam ook in het verleden al zijn maatregelen genomen. Een ingenieus en robuust systeem houdt stad en haven veilig en droog. Rotterdam is één van de veiligste deltasteden ter wereld. Toch ondervindt de stad ook nu al overlast en schade door bijvoorbeeld extreme regenval. Met de onzekere gevolgen van het veranderend klimaat voor ogen is het daarom belangrijk dat Rotterdam zich blijft aanpassen. Niets doen is geen optie.

De delta bracht Rotterdam rampspoed maar vooral ook voorspoed. Dankzij de vooruitziende blik van Rotterdammers als Rose en Caland kon de stad uitgroeien tot een aantrekkelijke en dynamische wereldhavenstad. De toegenomen economische

waarde en de nog steeds groeiende bevolking vragen nu en in de toekomst om een klimaatbestendige inrichting van de stad en een voortzetting van deze traditie van slimme oplossingen, technische innovatie en stadsontwikkeling.

In deze traditie is ook de Rotterdamse adaptatiestrategie (RAS) ontwikkeld. De RAS geeft richting aan hoe de stad klimaatbestendig wordt, wat we daarvoor gaan doen en hoe de stad maximaal kan profiteren van klimaatadaptatie. Voor het eerst is vanuit het perspectief van klimaatverandering naar de stad gekeken, zijn de gevolgen voor het functioneren van de stad onderzocht en passende maatregelen voorgesteld. Bovendien is klimaatadaptatie vanaf de start gekoppeld aan de ambities van een mooiere, meer aantrekkelijke stad en de versterking van de economie.

De kern van de adaptatiestrategie

De basis op orde houden en versterken

Voor een klimaatbestendige stad kunnen we ook in de toekomst blijven vertrouwen op ons systeem van stormvloedkeringen en dijken, singels en plassen, boezems, riolen en gemalen. Ook in de toekomst onderhouden en verbeteren we dit systeem. Het is de robuuste basis van klimaatbestendig Rotterdam.

Adaptatie: benutten van de hele stedelijke ruimte

Maar er is meer nodig. Adaptatie houdt in dat we zoeken naar oplossingen in de hele stedelijke ruimte die het systeem ontlasten en veerkrachtig maken. Als aanvulling op het huidige systeem nemen we kleinschalige maatregelen in de 'haarvaten van de stad', op openbaar of privaat terrein. Denk bijvoorbeeld aan groene daken en waterpleinen. We bewegen steeds vaker mee met de dynamiek van het water en maken meer gebruik van de natuur bij het aanpassen van Rotterdam aan het veranderende klimaat.

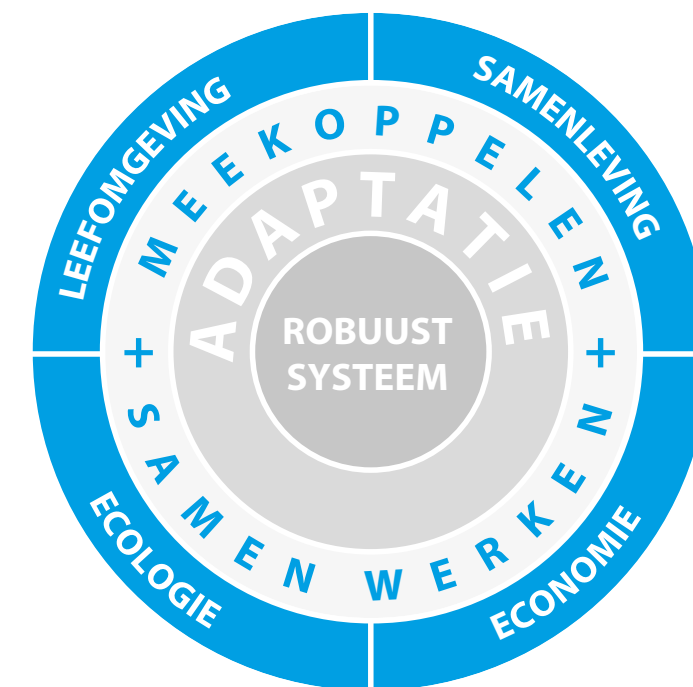
Samenwerken en meekoppelen

Het onderhouden van het huidige robuuste systeem is ook in de toekomst een taak en verantwoordelijkheid van overheden. Naast de gemeente spelen waterschappen en het rijk een rol. Denk aan het nationale Deltaprogramma. Maar klimaatadaptatie vereist ook een samenwerking met andere partijen. Omdat adaptatie zich afspeelt in de stedelijke ruimte, kunnen naast de gemeente ook bewoners, bedrijven, kennisinstellingen en belangenorganisaties participeren en positief bijdragen aan de klimaatbestendigheid van Rotterdam. De gemeente heeft naast een kaderstellende rol vooral ook een faciliterende en stimulerende rol. Een goed voorbeeld is het initiatief 'The green team; Tegel eruit, Groen erin' waarmee Rotterdammers gestimuleerd worden hun tuinen groener te maken.

Omdat er voldoende tijd is voor aanpassing aan het veranderende klimaat kunnen we met adaptieve maatregelen goed aansluiten bij andere ruimtelijke ontwikkelingen in de stad en deze slim combineren met lopende beheer- en onderhoudsprogramma's. Dit noemen we 'meekoppelen met het ritme van de stad'. Ook dit meekoppelen veronderstelt een intensieve samenwerking met andere partners die werken aan de stad. Een klimaatbestendige aanpak van projecten zal onderwerp van gesprek zijn tussen gemeente en initiatiefnemers van projecten. Een gezamenlijk gedragen ambitie voor een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling staat daarbij voorop.

Meerwaarde voor leefomgeving, samenleving, economie en ecologie

Langs deze weg biedt klimaatadaptatie volop mogelijkheden voor het versterken van de economie van stad en haven, voor het verbeteren van de leefbaarheid in buurten en wijken, voor het vergroten van de biodiversiteit in de stad en voor een betrokken en actieve deelname van Rotterdammers aan de samenleving. Het vergroenen van de stad bijvoorbeeld maakt de stad minder kwetsbaar voor extreme neerslag, droogte en hittestress. Deze 'groene adaptatie' maakt tegelijkertijd de leefomgeving aantrekkelijker, kan een motor zijn voor groene groei en mobiliseert Rotterdammers om actief mee te doen. Bedrijven kunnen profiteren van de toenemende aandacht voor klimaatadaptatie. Op dit moment zijn al 3600 arbeidsplaatsen in de regio hier direct aan verbonden. Voor de Rotterdamse regio liggen er met de vele bedrijven in de maritieme sector, waterbouw en deltatechnologie bovendien goede kansen voor groei. Daarmee dragen we met klimaatadaptatie bij aan de ambities die de stad heeft op fysiek, economisch en sociaal terrein en is de RAS in lijn met de doelen van de Uitvoeringsstrategie Rotterdam.



Klimaatadaptieve maatregelen in de stad

Dankzij onderzoek dat is gedaan in de context van het klimaatadaptatieprogramma Rotterdam Climate Proof (RCP), het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat en het nationale Deltaprogramma is er inzicht verkregen in de kwetsbaarheden en risico's voor het functioneren van de stad en in het maatwerk dat in de stad moet worden geleverd voor een klimaatbestendig Rotterdam. Klimaatadaptieve maatregelen in de stad dragen bij aan een aantrekkelijke, leefbare en vitale stad. Dat vraagt om een goede ruimtelijke inpassing en multifunctioneel gebruik. Deze maatregelen zijn gebiedsgericht.

In buitendijks Rotterdam staat het meerlaagse veiligheidsprincipe voorop. Adaptief bouwen en inrichten is uitgangspunt. Voorbeelden zijn 'floodproof' bouwen, het aanleggen van waterbestendige openbare ruimte, drijvend bouwen en 'bouwen met de natuur'. De haven en vitale infrastructuur zijn blijvend beschermd tegen overstromingen. Voor het beschermen van binnendijks Rotterdam tegen overstroming staat preventie voorop. In samenspraak met de verantwoordelijke partijen zetten we ons in voor het optimaliseren van stormvloedkeringen en het versterken van de dijken waar nodig. Dijkversterkingen zijn goed ingepast in de stad en multifunctioneel, bijvoorbeeld als recreatieve route, natuurlijke vooroevers of gecombineerd met gebiedsontwikkeling.

Achter de dijken herstellen we de 'sponsfunctie' van de stad met maatregelen die het regenwater vasthouden waar het valt, bergen en vertraagd afvoeren. Denk bijvoorbeeld aan groene daken en gevels, het ontharden en vergroenen van de openbare ruimte in straat en buurt, aan waterpleinen en infiltratiezones langs infrastructuur. Deze maatregelen zijn vooral op zijn plaats in gebieden met een hoge gebruiksdruk en met weinig open ruimte. Waar meer ruimte is in de stad dragen ook robuuste maatregelen als het vergroten van waterberging van singels en plassen en de aanleg van groenblauwe verbindingen bij aan de klimaatbestendigheid. Deze groenblauwe adaptatie van de stad is een 'no regret'-maatregel die bijdraagt aan de klimaatbestendigheid van Rotterdam en die de stad bovendien leefbaar en aantrekkelijker maakt.

Aan de slag

De strategie geeft de richting aan, in de op te stellen uitvoeringsaanpak geeft Rotterdam aan waar prioriteiten liggen, welke verbindingen gelegd worden met plannen en projecten van stedelijke partners en op welke termijn acties worden uitgevoerd. Centraal in het 'hoe' van de uitvoering staan het meebewegen met geplande projecten, een gebiedsgerichte aanpak via aansluiting op de gebiedsplannen, het creëren van meerwaarde en een gezamenlijke aanpak. Deze uitvoeringsaanpak wordt in overleg met alle partijen die aan en in deze stad werken opgesteld. Heldere afspraken en een gezamenlijk gedragen ambitie zijn hiervoor de basis. En natuurlijk blijft Rotterdam met het realiseren van voorbeeldprojecten voorop lopen als innovatieve en klimaatbestendige deltapstad.



1

Inleiding

In 2008 is het klimaatadaptatieprogramma Rotterdam Climate Proof (RCP) door het college van B&W van Rotterdam vastgesteld. Dit programma -onderdeel van het Rotterdam Climate Initiative- bevat drie actielijnen: kennisontwikkeling, de uitvoering van klimaatadaptatiemaatregelen en de profilering van Rotterdam als innovatieve deltapstad. Het opstellen van een adaptatiestrategie is benoemd als een belangrijk en noodzakelijk resultaat om gericht te werken aan een klimaatbestendig Rotterdam.

Mitigatie én adaptatie

Voor de duurzame ontwikkeling van Rotterdam werkt de gemeente samen met partners aan mitigerende maatregelen die bijdragen aan CO₂-reductie. Maar ondanks deze inspanningen zullen we wereldwijd en in Rotterdam de gevolgen van een veranderend klimaat ervaren. Daarom is er inzicht nodig in wat de klimaatverandering voor de stad betekent en wat we kunnen doen. Wat zijn de strategische besluiten die nodig zijn om Rotterdam klimaatbestendig te maken?

De Rotterdamse adaptatiestrategie (RAS) zet de koers uit voor een klimaatbestendige stad, zodat Rotterdam in 2025 is voorbereid op de gevolgen van klimaatverandering én daar ook maximaal voordeel van heeft. Het aanpassen van de stad aan de klimaatverandering maakt de stad, als we het goed aanpakken, aantrekkelijker en economisch en sociaal sterker.

Een stevige basis

Het fundament van de Rotterdamse adaptatiestrategie is gelegen in het onderzoek dat binnen het programma Kennis voor Klimaat en het nationale Deltaprogramma is uitgevoerd. Beide programma's zullen in 2015 zijn afgerond. De kennisontwikkeling over de klimaatverandering gaat echter door. Eén ding weten we zeker: klimaatverandering is een langzaam proces waarvan de gevolgen pas geleidelijk zichtbaar worden. Het aanpassen van de stad aan die verandering kost veel tijd. Daarom is het uitzetten van de koers voor een klimaatbestendig Rotterdam in 2025 nu actueel.

Onderzoek en innovatieve projecten blijven nodig. We verleggen echter de focus naar het inbedden van klimaatadaptatie in de lopende werk- en planontwikkelingsprocessen van de gemeente en haar partners die werken aan de stad. Daarom zetten we de

dialogo over klimaatadaptatie met onze partners voort en maken we concrete afspraken over hoe samen gewerkt wordt aan een klimaatbestendig Rotterdam.

De Rotterdamse adaptatiestrategie beschrijft en verbeeldt de hoofdlijnen van de strategie voor een klimaatbestendig Rotterdam. Daarnaast zijn er specifieke themarapporten beschikbaar over waterveiligheid, stedelijk watersysteem, stadsklimaat en bereikbaarheid/infrastructuur. Deze rapporten geven een verdiepende onderbouwing van de RAS en leggen de verbinding met het uitgevoerde -deels wetenschappelijke- onderzoek.

Een unieke aanpak

De Rotterdamse adaptatiestrategie is om vier redenen uniek. In de eerste plaats omdat er voor het eerst vanuit het perspectief van klimaatverandering naar Rotterdam is gekeken en de gevolgen voor alle belangrijke terreinen van het functioneren van de stad in beeld zijn gebracht. Hierdoor is een completer en meer samenhangend beeld ontstaan van de opgave die er ligt en van het type maatregelen dat nodig is op welke plek in de stad.

Uniek is ook dat de inhoud van de RAS gevoed is door veel specifiek onderzoek van externe partijen, van het Deltaprogramma en van het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat. Daarnaast is vanaf de start van het RCP-programma de kennisopbouw en de uitvoering van klimaatadaptatie gericht geweest op de 'spin-off' voor Rotterdam. Doel is bij te dragen aan een vitale en aantrekkelijke stad en een sterke samenleving en economie. Tot slot is het uniek dat de aanpak van klimaatadaptatie door Rotterdam in een internationale context als bijzonder wordt ervaren en het imago van een vooruitstrevende deltapstad versterkt.

Richtinggevend

Het aanpassen van de stad aan veranderende omstandigheden in de delta van ons land is een eeuwenlange traditie in Rotterdam. Ook voor het klimaatbestendig maken van de stad zijn de mouwen opgestroopt: Rotterdam is hiermee al begonnen. Adaptieve maatregelen zoals de aanleg van groene daken en waterpleinen zijn al in gang gezet. Maar er is meer nodig. De voorliggende Rotterdamse adaptatiestrategie stelt het kader voor alle partijen die in en aan deze stad werken dat leidt naar een klimaatbestendig Rotterdam. Afspraken met initiatiefnemers over projecten en activiteiten in de stad zullen gericht zijn op een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling. Dit is een speerpunt van de gemeentelijke inspanning bij de realisatie van de adaptatiestrategie.

2

Rotterdam en het klimaat

We kunnen er niet omheen: ons klimaat verandert. Die klimaatverandering is een proces van alle tijden. De opwarming van de aarde brengt de verandering van het klimaat wel in een versnelling.

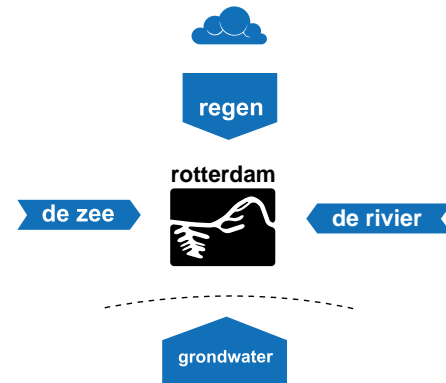
Het tempo en de omvang van de veranderingen weten we niet exact en zijn ook moeilijk te voorspellen. Ook de effecten van klimaatverandering en de gevolgen ervan voor de inrichting van de stad zijn omgeven met onzekerheden. Maar we kunnen niet wachten op 100% zekerheid.

De mogelijke gevolgen zijn ingrijpend, zeker in steden die gelegen zijn in delta's. Bovendien liggen er kansen in het verschiet: om onze leefomgeving mooier te maken, om samen te werken en om de economie te versterken.



2.1 Het klimaat verandert

Ons klimaat verandert door de mondiale opwarming van de aarde. Wat gaan we daarvan in Nederland en in Rotterdam merken? De voorspelling is dat we in Nederland steeds vaker te maken krijgen met zachte winters en met warme zomers. Onze winters worden gemiddeld natter. Bovendien krijgen we vaker te maken met extreme regenval. Vooral in de zomer neemt de frequentie en de hevigheid van regenbuien toe. Maar het totaal aantal zomerse regendagen neemt af. Meteorologen verwachten dat de kans op extreme weersituaties toeneemt, bijvoorbeeld in de vorm van hittegolven. En, belangrijk voor Rotterdam, de zeespiegel blijft voorlopig stijgen.



De gevolgen van klimaatverandering waarmee Rotterdam rekening moet houden:



Zeespiegelstijging



Meer intensieve neerslag



Lagere waterstanden in de rivieren



Hogere waterstanden in de rivier



Langere hete periodes

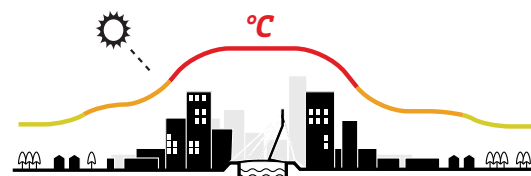


Langere droge periodes

Het water komt in Rotterdam van vier kanten:

- vanaf de zee
- vanuit de rivier
- van boven (neerslag)
- van onder (grondwater)

Dat maakt Rotterdam net als veel andere deltasteden kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering. Zo hebben een stijging van de zeespiegel en hogere waterstanden een direct gevolg voor de waterveiligheid van de stad. Bij extreme neerslag kan het water moeilijk weg. En droogte manifesteert zich in bijvoorbeeld lage grondwaterstanden en lage waterstanden op de rivieren. En de gevolgen van een hittegolf manifesteren zich in een dichtbevolkte en compacte stad als Rotterdam eerder dan in het landschap rondom.



2.2 Rotterdam is kwetsbaar voor klimaatverandering

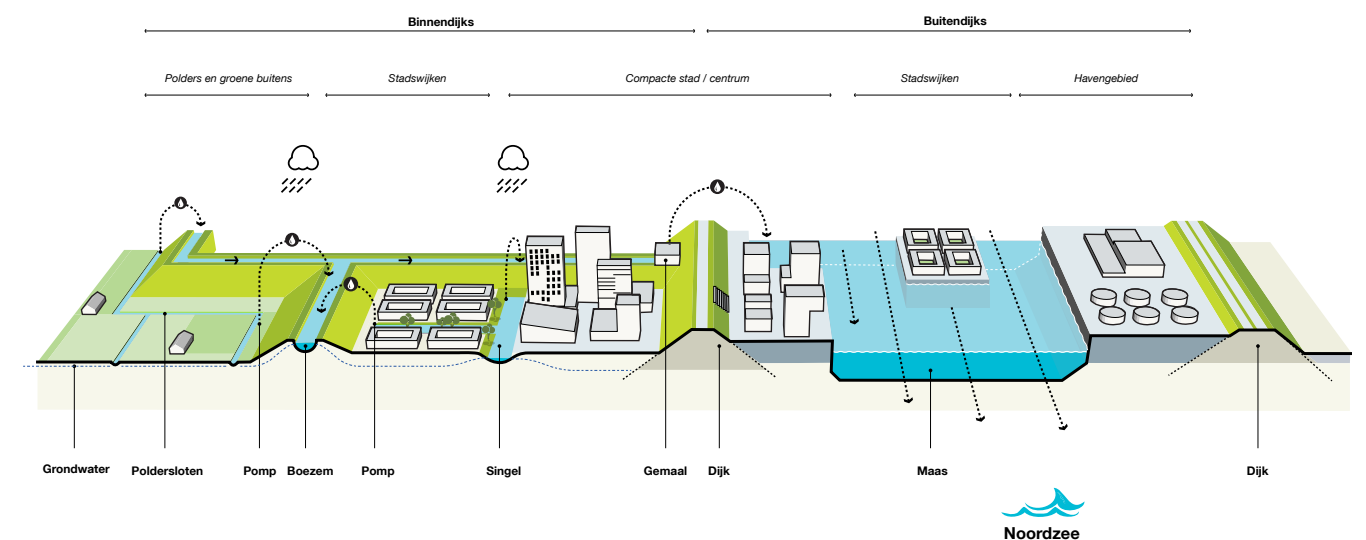
Rotterdam deltastad

Deze klimaatverandering speelt zich af in een wereld die verandert. De wereldbevolking is door de eeuwen heen wereldwijd exponentieel gegroeid. Meer dan de helft van de mensen woont inmiddels in steden die vanwege de bevolkingsdichtheid en economische waarde veelal kwetsbaar zijn voor veranderingen van het klimaat. Het zijn in het bijzonder de dichtbevolkte en economisch vitale steden in de delta's van grote rivieren en met een open relatie met de zee die de gevolgen van klimaatverandering direct ondervinden.

Rotterdam is zo'n kwetsbare deltastad. Rotterdam is gelegen in de delta van de Rijn en de Maas. De stad heeft via de Nieuwe Waterweg een open verbinding met de zee en staat onder invloed van het getij. Een flink deel van Rotterdam ligt buitendijks, waaronder de havens. Achter de dijken ligt Rotterdam op de meeste plaatsen flink onder de zeespiegel, in Alexanderpolder zelfs tot 6,67 meter onder NAP. Bij een mogelijke overstrooming zijn de gevolgen enorm. Met gemalen houden de waterbeheerders het water op peil en de polder droog.

Een ingenieus maar kwetsbaar systeem

We hebben in Rotterdam een ingenieus systeem dat onze stad veilig en droog (en soms nat) houdt. De diepgelegen polders zijn goed beschermd tegen hoog water op de Maas door robuuste dijken en keringen zoals de Maeslantkering. Met een stelsel van singels en plassen, boezems en vaarten, riolen en gemalen houdt de stad het watersysteem van de polders op peil. En in het buitendijkse gebied van Rotterdam zijn stadsdelen en havens veelal hooggelegen. Het systeem is een waar hoogstandje van Nederlandse ingenieurskunst. Maar het is ook een complex systeem en niet erg flexibel voor veranderingen. Als het fout gaat, is de kans op slachtoffers en schade in de diepgelegen en dichtbevolkte stad groot.



Rotterdam heeft de zaken op orde

Het aanpassen van de stad aan de natuurlijke omstandigheden in de delta heeft in Rotterdam een lange traditie die ons terugvoert naar de ontstaansgeschiedenis van de stad. Het leven met de bedreigingen van het water zit Rotterdam in de genen. De positie in de monding van de grote rivieren bracht de stad eeuwenlang ramp- maar vooral voorspoed.

Al lang geleden is Rotterdam begonnen zich te beschermen tegen de bedreigingen van het water vanuit rivieren en vooral vanuit de zee. Met dammen en dijken, met inpolderingen en nieuw land zijn de gevaren van een overstroming beteugeld en is de stad achter de dijken droog gemaakt. Dat alles heeft Rotterdam -hoewel kwetsbaar- gemaakt tot één van de veiligste deltasteden ter wereld. Rotterdam heeft de zaken op orde.

1270 Dam in de Rotte



De dam scheidde zoet en zout, bood bescherming en gaf de stad zijn naam.

De dam was de basis voor de groei van Rotterdam als handels- en havenstad. Hier bevindt zich nog steeds het hart van de stad.

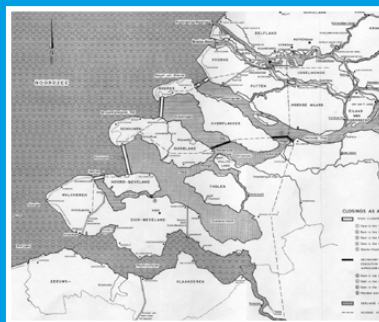
1854 Singelplan



Het singelplan van Rose voor de waterhuishouding in de polderstad combineerde een betere waterkwaliteit en een beter peilbeheer met stadsverfraaiing.

Rose introduceerde in Rotterdam het water als stedelijke kwaliteit. De singels zijn nog steeds aantrekkelijke plekken in de stad.

1953-2010 Deltawerken



Na de watersnoodramp van 1953 aangelegd om ons land blijvend te beschermen tegen de bedreigingen van het water: dit nooit meer! Zij zijn het icoon van Hollandse daadkracht en vernuft in het gevecht tegen het water.

Het sluitstuk van de Deltawerken, de Maeslantkering, beschermt Rotterdam en houdt de verbinding van de haven met zee open.



Overstroming kade Noordereiland



Waterkwaliteit



Regenwater op straat



Dijkverzakkingen



Ondergelopen kelders



Hitte en bruggen

Wat ons nu al overkomt

Hoewel het systeem dat Rotterdam droog en veilig houdt robuust en op orde is, ondervindt de stad in extreme situaties desalniettemin de gevolgen van bijvoorbeeld zeer hoge waterstanden, zware regenbuien, lange periodes van droogte of van hitte. Kwamen deze bijzondere weersomstandigheden vroeger incidenteel voor, de laatste decennia krijgt de stad er vaker mee te maken. Op die momenten toont de stad haar kwetsbaarheid voor het veranderende klimaat.

In de stad manifesteert dit alles zich bijvoorbeeld in de vorm van overstroming van de kades van oude buitendijkse stadsdelen of als wateroverlast op straat of ondergelopen kelders bij zeer extreme neerslag.

Er zijn bruggen die niet sluiten bij extreme hitte. De kwaliteit van het water in singels en plassen neemt af. Gelukkig blijven de gevolgen meestal beperkt tot overlast, schade en milde ontwrichting van het functioneren van de stad.

Maar met de onzekere gevolgen van het veranderend klimaat voor ogen is voor Rotterdam het verminderen van de kwetsbaarheid van groot belang. Rotterdam zal zich ook in de toekomst moeten blijven aanpassen aan de verandering van de natuurlijke conditie van de delta.

Niets doen is daarom geen optie!

2.3 Rotterdam verandert

Een lange traditie van stadsontwikkeling in de delta

Het is niet alleen het klimaat dat verandert. Het is ook de stad Rotterdam zelf die voortdurend verandert en in beweging is. Die dynamiek hoort bij een havenstad in de delta. In de geschiedenis van Rotterdam heeft de traditie van 'beschermen tegen en leven met water' eeuwenlang bijgedragen aan de ontwikkeling van de stad. De strategische ligging van Rotterdam in de Hollandse delta bracht ons welvaart en groei.

De stad ontwikkelde zich rond de dam in de Rotte, langs en achter de hoge zeedijk en rond de historische havens buitendijks. In de 19^e eeuw waren onder andere de singels van Rose de context voor stadsontwikkeling. De stad groeide mee met de haven, onder andere door de aanleg van de Nieuwe Waterweg. In de 20^{ste} eeuw werden, gelijk op met de beweging van de haven richting zee, verlaten havens zoals de Kop van Zuid onderdeel van de stad. Zo is Rotterdam dankzij haar positie in de delta uitgegroeid tot een moderne en dynamische wereldhavenstad.



Willemsskade met zicht op de Erasmusbrug en de Wilhelminapier

Rotterdam blijft veranderen

Rotterdam blijft in beweging. De stad past zich continu aan aan de veranderende demografie en de sociaal-economische omstandigheden. Rotterdam is een dichtbevolkte stad en de stad blijft nog steeds groeien. Ook in de toekomst neemt het aantal inwoners toe. De Rotterdammers zijn -dat is goed nieuws- steeds meer tevreden over hun stad. Ook de Rotterdamse economie blijft groeien. Met het haven- en industriële complex heeft Rotterdam een sterke internationale oriëntatie en beschikt de stad over een aantal sterke en kansrijke economische clusters, bijvoorbeeld de maritiem-zakelijke dienstverlening en de deltatechnologie.



Binnenrotte



Nesseland



Maasvlakte 2



De Boompjes



RDM-terrein

En dus zal Rotterdam in de toekomst veranderen in fysieke zin. De nadruk ligt, anders dan in de vorige eeuw, de komende periode vooral op de verdichting en geleidelijke transformatie van de bestaande stad en minder op groei naar buiten. Vooral het stadscentrum, de Stadshavens en Rotterdam Zuid zijn prioriteit in dit proces van stadsontwikkeling. Juist aan het water is het geliefd om te wonen en te verblijven en dus biedt waterfrontontwikkeling bij uitstek kansen in Rotterdam. Ook de haven blijft zich ontwikkelen en vernieuwen. Met nieuwe terreinen zoals de Tweede Maasvlakte en met een focus op duurzame en efficiënte ketens.

Het aantal Rotterdammers en de economie van de stad zijn in de afgelopen decennia gegroeid, zowel buiten als achter de dijken. De groeiende economische waarde en de toename van het aantal inwoners in de stad vergroten het risico op slachtoffers en economische schade, bijvoorbeeld bij een overstroming. Het belang van een blijvende bescherming van Rotterdam tegen de gevolgen van klimaatverandering is om deze reden van groot belang voor de toekomst van de stad en de Rotterdammers.

3

De Rotterdamse adaptatiestrategie

“Rotterdam is de stad van de toekomst. Een stad voor iedereen. Ze biedt elke dag nieuwe kansen voor vele Rotterdammers, waarvan sommigen nieuw zijn in de stad en anderen al vele generaties aan de stad zijn verbonden. In Rotterdam kijken we samen vooruit naar de toekomst en grijpen die met beide handen aan. Trots als wij zijn op onze stad en haar haven. Betrokken als wij zijn bij onze wijken.”
(uit Collegeakkoord 2010-2014)

Proefsluizingen van de Maeslantkering zoals hier in 2010 trekken veel bekijks.



3.1 De ambities van Rotterdam

De Rotterdamse adaptatiestrategie (RAS) zet de koers uit waarlangs Rotterdam zich wil aanpassen aan klimaatverandering en de gevolgen daarvan voor de stad. Het primaire doel is een klimaatbestendige stad voor de Rotterdammers van nu en voor toekomstige generaties. Maar Rotterdam wil ook profiteren van kansen die klimaatadaptatie biedt voor het versterken van de economie, voor het verbeteren van de leefomgeving en de natuur en voor het vergroten van de betrokkenheid van de Rotterdammers met hun stad. Daarmee ondersteunt de RAS de ambities van de stad zoals verwoord in de Stadsvisie Rotterdam en de uitvoering daarvan zoals die is beschreven in de Uitvoeringsstrategie Rotterdam.

De wereld is in verandering en ook Rotterdam moet nieuwe wegen inslaan. De Uitvoeringsstrategie Rotterdam beschrijft vier ambities die de koers aangeven die Rotterdam wil gaan: talentontwikkeling, de kracht van een zorgzame samenleving, de aantrekkelijke (binnen)stad en een sterke economie. Hierbij is samenwerken met elkaar en met anderen een eerste

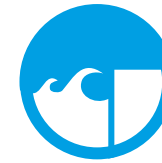
vereiste. Want door samenwerking kunnen we onze scope verbreden en hoge ambities stellen. Met deze gezamenlijke inzet werken we aan de toekomst en maken we van Rotterdam een aantrekkelijke, vitale en economisch sterke stad.

Rotterdam klimaatbestendig in 2025

In 2025 wil Rotterdam 100% klimaatbestendig zijn. Dit is de ambitie die verwoord is in het klimaatadaptatieprogramma van de stad. Dat houdt in dat in Rotterdam de maatregelen zijn getroffen om gebiedsspecifiek minimaal last en maximaal profijt te hebben van de klimaatverandering, op dat moment én in de komende decennia. Bovendien wordt bij de ruimtelijke ontwikkeling van Rotterdam met de voorziene klimaatverandering op de lange termijn en de onzekerheid daarvan structureel rekening gehouden. Deze ambitie voor een klimaatbestendig Rotterdam sluit aan bij de Uitvoeringsstrategie Rotterdam, maar is op haar beurt ook een voorwaarde voor het realiseren van die bredere stadsambities.



3.2 De kerndoelen voor klimaatadaptatie



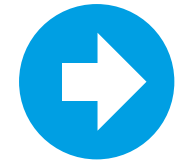
De stad en haar inwoners zijn veilig voor het water van buiten

We willen dat Rotterdam en haar inwoners beschermd blijven tegen het water uit zee en rivieren en dat het investeringsvertrouwen in deze stad en regio in stand blijft.



De stad en haar inwoners ondervinden minimale hinder van teveel of te weinig neerslag

We willen dat Rotterdam is opgewassen tegen extreme weergebeurtenissen zoals heftige regenbuien en periodes van hitte en droogte. Daar werken we al aan samen met de partners van het Waterplan 2 van Rotterdam en dat zullen we voortzetten.



De Rotterdamse haven blijft veilig en bereikbaar

Onze inspanningen zijn erop gericht dat Rotterdam een bereikbare stad blijft voor mensen, goederen en dienstverlening. De vitale stedelijke (nuts)netwerken zijn robuust en ook extreme weergebeurtenissen leiden niet tot onbeheersbare situaties.



De inwoners van Rotterdam zijn zich bewust van de effecten van klimaatverandering en weten wat zij zelf kunnen doen

Inwoners en bedrijven in Rotterdam zijn zich bewust van de gevolgen van klimaatverandering, kennen hun eigen verantwoordelijkheden en weten welke handelingsmogelijkheden zij zelf hebben. De gemeente stelt hen in staat hun verantwoordelijkheid te nemen.



Klimaatadaptatie draagt bij aan een comfortabele, leefbare en aantrekkelijke stad

We willen dat Rotterdam een stad blijft met een prettig verblijfsklimaat waar klimaatverandering minimale invloed heeft op de gezondheid en het welzijn van haar inwoners. De maatregelen die dit garanderen dragen direct bij aan een aantrekkelijke en leefbare stad.



Klimaatadaptatie versterkt de Rotterdamse economie en haar imago

Rotterdam wil economisch profiteren van het klimaatbestendig maken van de stad. Klimaatadaptatie zorgt voor nieuwe economische impulsen in de stad en versterkt het internationale imago van Rotterdam als vooruitstrevende deltastad. Rotterdam toont daarin leiderschap naar andere steden.

3.3 De Rotterdamse adaptatiestrategie

De positie van Rotterdam in de door rivieren en vooral door zee gedomineerde delta maakt de stad kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering. Voeg daarbij de risico's die er zijn voor de dichtbevolkte regio en de enorme economische waarde ervan. Dan is een strategie die Rotterdam minder kwetsbaar maakt voor effecten van de verandering van ons klimaat van eminent belang.

Zoals al gezegd, Rotterdam heeft de zaken goed op orde. We kunnen vertrouwen op een robuust systeem voor stedelijk water en waterveiligheid. Een systeem dat tegen een stootje kan en bovendien nog lang mee kan. Maar niets doen leidt uiteindelijk tot groter wordende risico's, een toename van (herstel)schade en kostbare aanpassingen.

De klimaatopgaven waar de stad voor staat zijn niet acuut. Dat is goed nieuws. Rotterdam heeft dus de tijd om de stad aan te passen en om mee te groeien met de 'dynamiek van de delta'. We hebben de mogelijkheid om mee te bewegen met de onvoorspelbare gevolgen van een veranderd klimaat in een veranderende stad.

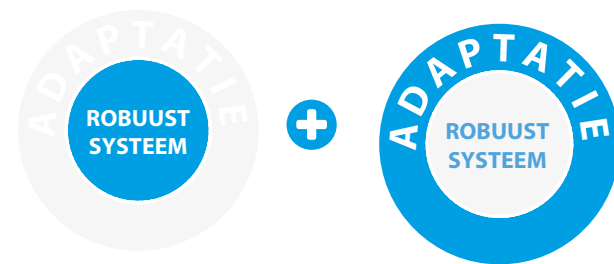
De vorige eeuw heeft de nadruk vooral gelegen op het vechten tegen de bedreigingen van het water. Beschermen was het vanzelfsprekende leidende principe voor een veilig en droog Nederland en Rotterdam. Preventie boven alles! De Deltawerken zijn daarvan het tot de verbeelding sprekende icoon.

Op dit principe van beschermen kan de samenleving nog steeds vertrouwen, ook in Rotterdam. Maar er is een paradigmawisseling aan het optreden. De nadruk verschuift -door klimaatverandering maar evengoed door sociale en economische veranderingen- in de richting van een adaptieve benadering. Naast vechten tegen kan ook leven met een manier zijn om met de gevolgen van klimaatverandering om te gaan.

De kern van de strategie

Robuust systeem

Als het gaat om het aanpassen van de stad aan de gevolgen van klimaatverandering dan kan Rotterdam blijvend vertrouwen op het huidige systeem. Dit is een robuust systeem van stormvloedkeringen en dijken, van singels en plassen, boezems, riolen en gemalen. Ook in de toekomst onderhouden en verbeteren we dit systeem als dat nodig is. We houden het goed op orde. Dit is de basis van klimaatbestendig Rotterdam.

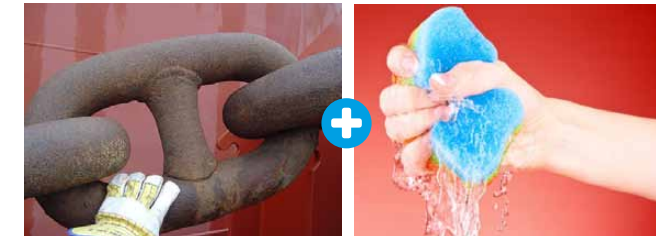


Adaptatie

Maar er is meer nodig. Adaptatie betekent dat we buiten het robuuste systeem ook inzetten op het aanpassen van de stad om zo de kwetsbaarheid te verminderen en het systeem veerkrachtiger te maken. Adaptatie betekent het zoeken naar oplossingen in de hele stedelijke ruimte die het systeem ontlasten of meer flexibel maken. Adaptatie betekent ook het inzetten op aanpassingen van de stad die meebewegen met de dynamiek van de delta, het stijgende en dalende water. Naast de grote technische kunstwerken zoeken we ook ruimte voor kleinschalige oplossingen in de leefomgeving; het grootschaliger toepassen van kleinschalige maatregelen in de haarvaten van de stad. We zetten geleidelijke stappen waar we geen spijt van kunnen krijgen. En naast het vertrouwen op de techniek van ons systeem gaan we ook gebruikmaken van de mogelijkheden die de natuur biedt voor het aanpassen van Rotterdam aan het veranderende klimaat. Omdat we de tijd hebben, creëren we ruimte voor experimenten en innovaties. In Rotterdam passen we die direct toe.

Leidende principes

Bij deze adaptieve aanpak gaan we uit van de volgende leidende principes:



Robuust én veerkrachtig



Beschermen én meebewegen



Deltawerken én haarvaten



Techniek én natuur

Samenwerken en meekoppelen

Samenwerken

Aanpassen aan klimaatverandering doet de gemeente Rotterdam niet alleen. Natuurlijk, het op orde houden van het technische systeem van stormvloedkeringen, robuuste dijken, riolen en gemalen is ook in de toekomst een taak en verantwoordelijkheid van overheden als het Rijk, waterschappen en gemeente Rotterdam. Rotterdammers kunnen daarop blijvend vertrouwen.

Maar klimaatadaptatie veronderstelt meer. Om veerkrachtig en flexibel te zijn, zoeken we naar extra ruimte voor adaptieve maatregelen in de openbare ruimte én in de private ruimte van de stad. Daarmee wordt klimaatadaptatie een zaak van andere partijen dan alleen de overheid. Klimaatadaptatie betekent het samenwerken met nieuwe partners en stakeholders.

Traditioneel kennen we al de samenwerking in de keten met waterschappen, provincie en het Rijk op het gebied van waterveiligheid, stedelijk water en stedelijke ontwikkeling. Bij adaptatie die zich afspeelt in de ruimte van de stad zullen ook bewoners en bedrijven, corporaties en netwerkbeheerders, onderwijsinstellingen en maatschappelijke organisaties ieder op een eigen wijze betrokken zijn bij klimaatadaptatie.

Informatie

Weinig inwoners van Rotterdam zijn zich bewust van de risico's van het wonen in de diepe polders of van de bescherming die de dijken hen biedt tegen overstrooming. Er is een rol voor overheden om burgers en bedrijven over de risico's van klimaatverandering te informeren via voorlichting en educatie. Daarvoor kan steeds vaker gebruik worden gemaakt van de mogelijkheden die de digitale omgeving ons biedt, bijvoorbeeld via Apps voor smartphones en interactieve communicatie via social

media. De in het kader van de RAS ontwikkelde Climate Game is daarvan een goed voorbeeld. Met een actieve en toegankelijke digitale omgeving komen de gevolgen van klimaatverandering tot leven en kan men spelenderwijs actief meedoen met het adaptief maken van Rotterdam en elkaars belangen leren kennen.

Handelingsperspectief

Dankzij goede en gerichte informatie zijn burgers en bedrijven zich meer bewust van de gevolgen van klimaatverandering. Dat is belangrijk, want vanuit dit bewustzijn ontstaat er draagvlak. En vooral ook een positief eigen handelingsperspectief. Kleinschalige adaptieve maatregelen in de haarvaten van de stad bieden de kans voor een actieve participatie en een bredere invulling van de samenwerking tussen overheid en andere partijen. Zo kunnen ook bewoners, collectieven en corporaties, organisaties en bedrijven allemaal bijdragen aan een klimaatbestendige stad. Denk bijvoorbeeld aan groene daken. Klimaatadaptatie gaat top down én bottom up.

Meekoppelen

Het meekoppelen van klimaatadaptatiemaatregelen met andere stedelijke programma's en projecten, bijvoorbeeld met het reguliere beheer en onderhoud van wegen en groen, is de uitdaging. Niet alleen bij grootschaliger stedelijke ontwikkeling, maar juist ook bij projecten in de bestaande stad. Alleen zo kan de stad tot in de haarvaten klimaatbestendig worden. Bovendien is er in het huidige economisch tij minder geld beschikbaar voor het realiseren van grote plannen dan voorheen.

Meekoppelen kan door het samenwerken met andere partijen die investeren in de toekomst van Rotterdam, bij gebiedsontwikkeling, onderhoud van netwerken of bij de transformatie van vastgoed. Maar ook het aanhaken bij kleinschalige initiatieven van burgers en bedrijven hoort daarbij.

Kaders stellen, faciliteren en initiëren

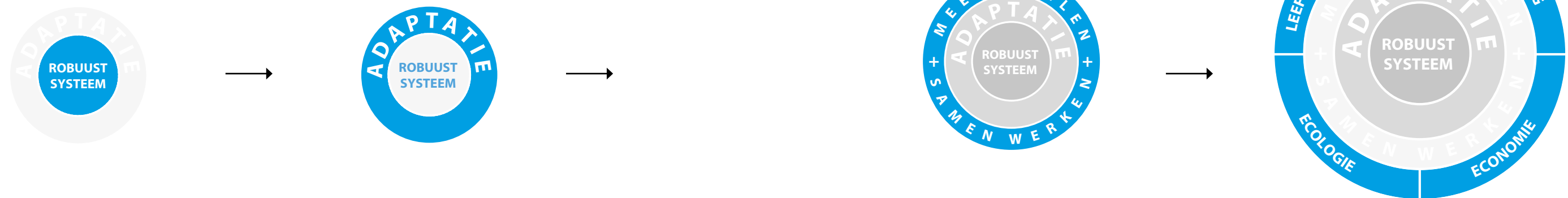
In het samenwerken aan klimaatbestendig Rotterdam ontstaat er voor de gemeente een andere rol in het proces. Naast de vertrouwde rol als 'hoeder van de publieke zaak' neemt de overheid meer een rol als faciliterende en initiërende partij en als ondersteuner en aanjager van initiatieven in de Rotterdamse samenleving. Voor bewoners en bedrijven ontstaat er zodoende ruimte om vanuit een eigen kracht een bijdrage te leveren aan een klimaatbestendige toekomst van de stad. De burgers en bedrijven krijgen een actieve en positieve rol als 'producent'. En Rotterdammers pakken dit nu al op. De vele inzendingen voor de 'stadsinitiatieven' zijn een goed voorbeeld. Een klimaatbestendige aanpak van projecten en activiteiten in de stad zal onderwerp van gesprek zijn tussen gemeente en initiatiefnemers. Een gezamenlijk gedragen ambitie voor een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling staat daarbij voorop.

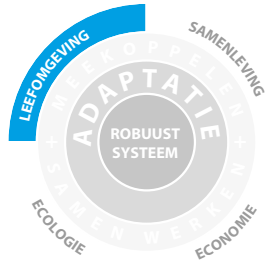
De stad profiteert van klimaatadaptatie

Rotterdam wil profiteren van klimaatadaptatie en meerwaarde creëren

Samenwerken aan een klimaatbestendig Rotterdam is echter niet genoeg. Rotterdam kan en wil profiteren van de kansen die klimaatadaptatie biedt. De ambitie van Rotterdam is om het aanpassen van de stad aan klimaatverandering hand in hand te laten gaan met het creëren van meerwaarde voor de stad.

Klimaatadaptatie biedt volop mogelijkheden voor het versterken van de economie van de stad en haven, voor het vergroten van de leefbaarheid in buurten en wijken, voor het vergroten van de biodiversiteit in de stad en 'last but not least' voor een actieve deelname van Rotterdammers aan de samenleving. Daarmee versterken we langs de weg van klimaatadaptatie de ambities die de stad heeft op fysiek, economisch en sociaal terrein en is de RAS in lijn met de doelen uit de Uitvoeringsstrategie Rotterdam.





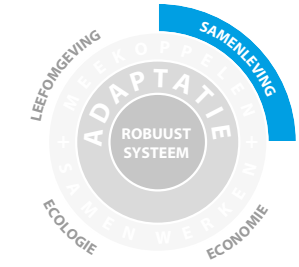
Een aantrekkelijke stad

Meerwaarde voor de leefomgeving

Klimaatadaptatie biedt kansen voor het versterken van Rotterdam als een aantrekkelijke stad en voor het verbeteren van de leefomgeving. Stadsverfraaiing en klimaatbestendigheid gaan prima samen op. We kunnen hierbij aanhaken op de al aanwezige kwaliteiten van de delta: de rivier en de havens, de kades en parken aan de Maas. We kunnen ook aanhaken op de kwaliteiten van de dijken, singels, parken en plassen in de stad.

Klimaatadaptatie veronderstelt een integratie met de hele stedelijke ruimte en een verbetering van de leefomgeving. Dijken zijn goed ingepast en voor meerdere doeleinden te gebruiken. Ruimte voor waterberging in de stad creëert ook nieuwe en aantrekkelijke openbare ruimtes, bijvoorbeeld in de vorm van waterpleinen. Waterbestendig inrichten is ook het uitbouwen van het groenblauwe netwerk in combinatie met de verdere verdichting van de stad. Ook op de kleine schaal van huis en tuin kan meerwaarde voor de omgeving ontstaan, bijvoorbeeld via de vele initiatieven voor ontharding en vergroening.

Wat dat kan opleveren is in Rotterdam op vele plaatsen in de stad al zichtbaar geworden. Bijvoorbeeld in de Eendragtspolder, waar extra waterberging slim gecombineerd is met een roeibaan en andere sportvoorzieningen. In Nesselande is de in oppervlakte verdubbelde Zevenhuizerplas ook de context voor een aantrekkelijke omgeving om te wonen en te recreëren. In de Rijnhaven is het drijvende paviljoen een opmaat voor de ontwikkeling van 'floating communities'. En met het Bellamyplein is waterberging aangegrepen om een aantrekkelijke openbare ruimte te maken die ook het centrum is van de buurt. De idealen van de 19^e-eeuwse Rotterdamse stadsarchitect W.N. Rose worden voortgezet; een klimaatbestendige stad is ook een mooie en aantrekkelijke (water)stad.



Rotterdamers profiteren van adaptatie

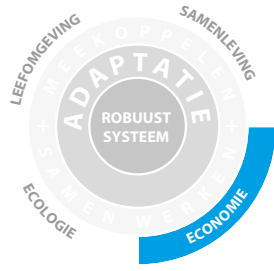
Meerwaarde voor de samenleving

Het anticiperen op klimaatverandering biedt volop kansen voor het versterken en activeren van de Rotterdamse samenleving. Vooral het werken in de haarruimten van de stad, bijvoorbeeld bij het vergroenen van de stad, biedt de mogelijkheid om Rotterdammers direct een actieve rol te geven en samen te werken. Klimaatadaptatie biedt ruimte voor eigen initiatieven, veelal in de directe omgeving van straat of buurt. Deze actieve participatie vergroot de onderlinge betrokkenheid van mensen met elkaar en met hun leefomgeving.

Er zijn al veel 'groene' stadsinitiatieven, die ieder op een andere manier mensen mobiliseren die actief willen bijdragen aan een leefbare en aantrekkelijke stad. Te denken valt bijvoorbeeld aan stadslandbouw op (tijdelijk) ongebruikte terreinen in de stad, aan collectieve tuinen en de aanleg van natuurspeeltuinen en kindvriendelijke wijken.

Indirect profijt is er ook voor de samenleving in de creatie van nieuwe werkgelegenheid voor de Rotterdammers in de 'groenblauwe' economie en deltatechnologie. Die is meer en meer een motor voor economische groei en biedt perspectief voor zowel hoog- als laagopgeleide Rotterdammers.

Mogelijkheden zijn er ten slotte volop in de scholing van jonge Rotterdammers met specifiek op deltatechnologie en adaptatie gerichte scholingsprogramma's en onderwijs. Van praktijkonderwijs naar hoger technisch onderwijs, bijvoorbeeld op de RDM-campus. Klimaatadaptatie is talentontwikkeling én kennisontwikkeling.



Klimaatadaptatie loont

Meerwaarde voor de economie

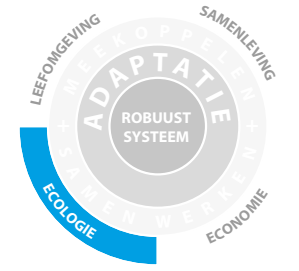
Rotterdam is dankzij zijn economisch gunstige positie in de delta uitgegroeid tot een moderne en vitale wereldhavenstad. Investeringsvertrouwen is essentieel voor Mainport Rotterdam. Om de internationale concurrentiestrijd het hoofd te bieden, zijn een vestigingsmilieu en vitale infrastructuren die beschermd zijn tegen overstroming en andere klimaateffecten cruciaal. Dat vraagt om een 'garantie' van een veilige regio en een veilige haven: nu en in de toekomst.

In de regio Rijnmond-Drechtsteden en in Rotterdam zijn bedrijven die wereldwijd actief zijn in de maritieme dienstverlening, de waterbouw en de deltatechnologie sterk vertegenwoordigd. Op dit moment al houden naar schatting 3600 arbeidsplaatsen in de bouw, bij adviesbureau's en bij bedrijven in de ICT direct verband met klimaatadaptatie. Rotterdam kan eraan bijdragen die positie verder uit te bouwen. De stad zet in op 'groene groei' als een kansrijke en duurzame ontwikkelrichting van de economie. Klimaatadaptatie biedt volop economische perspectieven om aan te grijpen. En nu investeren in klimaatadaptatie loont: uit een brede Europese studie blijkt dat de kosten van adaptatiemaatregelen gemiddeld circa zeven procent bedragen van de kosten van herstel van schade door overstromingen. Hier geldt des te meer: voorkomen is beter dan genezen.

Rotterdam is showcase en proeftuin voor innovatieve adaptatieve maatregelen en wil dat ook in de toekomst zijn. Onder het motto 'geen woorden maar daden' zijn de resultaten nu al zichtbaar in de stad en zij dragen bij aan het imago van de stad. Dit kan ook een aanleiding zijn voor nieuwe bedrijven om juist in de Rotterdamse regio te investeren en zich er te vestigen, zoals sommige bedrijven al hebben gedaan.

Meerwaarde ontstaat bovendien in het exporteren van in Rotterdam opgebouwde 'knowhow' door bedrijven, kennisinstellingen en overheid. Rotterdam wil deze kennis rondom klimaatadaptatie delen met andere deltasteden via netwerken als C40 en Connecting Delta Cities. Rotterdam toont daarin leiderschap, bijvoorbeeld bij het maken van een adaptatiestrategie voor Ho Chi Minh stad in Vietnam. Nu al bezoeken jaarlijks tientallen buitenlandse delegaties de stad om kennis te nemen van de Rotterdamse aanpak van klimaatverandering.

Er is nog een andere belangrijke reden om te stellen dat klimaatadaptatie loont. Stap voor stap investeren in de klimaatbestendigheid van de stad, gebouwen en openbare ruimte is vaak op lange termijn kosteneffectief en dus verstandig. En als het economisch tij tegenzit, kan het tempo worden aangepast. Het combineren van klimaatadaptatie met andere investeringen in de stad, het zogenaamde meekoppelen, loont eveneens. Hier geldt: meer doen met hetzelfde geld.



Blauwgroene adaptatie

Meerwaarde voor de ecologie

Klimaatadaptatie kan prima hand in hand gaan met het vergroten van de ecologische kwaliteiten van Rotterdam. Meer water en groen (de vergroening van de stad) draagt bij aan de veerkracht van de stad bij extreme neerslag of droogte. En buitendien kan 'bouwen met natuur' een alternatief zijn voor harde constructies ter bescherming tegen hoogwater. Groene oevers vergroten de waterkwaliteit en maken contact met het water mogelijk.

Langs de weg van adaptatie kan de biodiversiteit van de stad groeien en ontstaat er een ecologische meerwaarde voor Rotterdam. Dat kan op alle schaalniveaus van de stad, van groene daken via groene schoolpleinen naar groene oevers en groene ommelanden. Tegelijkertijd maakt dit de stad aantrekkelijk als leefomgeving.

Tot slot zijn er volop kansen voor het versterken van het gebiedseigen ecosysteem van de delta. Zo kan de estuaire ecologie met een geleidelijke overgang van zoet naar zout en van nat naar droog terugkeren tot in de stad in de vorm van getijdenparken en -natuur. Een goed voorbeeld is de Groene Poort bij de landtong in Rozenburg. Ook in de Stadshavens zijn er mogelijkheden voor het creëren van ecologische meerwaarden.

Het meer gebruik maken van ecologische oplossingen, ecosysteemdiensten, levert zo een win-winsituatie op. De stad wordt groener en klimaatbestendiger tegelijkertijd.

4

Klimaateffecten en de gevolgen voor Rotterdam

Wat zijn de klimaateffecten waar we in Rotterdam rekening mee moeten houden? En wat zijn de mogelijke gevolgen van deze klimaatveranderingen voor de stad? Wat zijn de gevolgen van hogere waterstanden, meer intensieve neerslag, langere hete periodes en droogte? En hoe kwetsbaar is Rotterdam? Zijn onze dijken ook in de toekomst hoog en sterk genoeg? Hoe beschermd zijn de havengebieden van Rotterdam in de toekomst voor overstroming? En wat gaan we in de stad merken van hittestress?

Lager gelegen buitendijkse gebieden zoals het Noordereiland krijgen steeds vaker te maken met wateroverlast door hogere zee- en rivierwaterstanden.

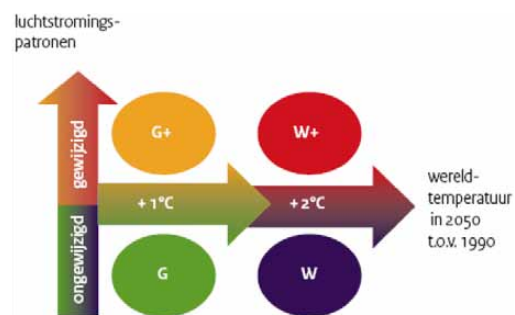


4.1 Klimaat- en deltascenario's

Klimaatsscenario's

In ons land wordt de klimaatverandering vooral bepaald door de wereldwijde stijging van de temperatuur en door de verandering van luchtstromingspatronen in West-Europa. Aan de hand van deze klimatologische variabelen heeft het KNMI in 2006 vier klimaatscenario's opgesteld. De vier scenario's zijn te zien als consistente en plausibele beelden van een mogelijk toekomstig klimaat in Nederland. Zij geven aan in welke mate in ons land bijvoorbeeld temperatuur, neerslag en wind kunnen veranderen bij een bepaalde mondiale klimaatverandering.

De vier KNMI-scenario's zijn: Gematigd (G), Gematigd met gewijzigde luchtstroom (G+), Warm (W), 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 westerwind + 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 westerwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

De vier klimaatscenario's zijn een belangrijk hulpmiddel bij het rekenen aan en het doordenken van de effecten van klimaatverandering. Zij worden algemeen gebruikt bij klimaatonderzoek en -beleid in Nederland, bijvoorbeeld in stedelijke klimaatadaptatieplannen en in het nationale Deltaprogramma.

Het Deltaprogramma gebruikt twee KNMI-klimaatsscenario's (G en W+) voor het bepalen van de boven- en ondergrens voor de zeespiegelstijging en de maatgevende rivierafvoer bij Lobith. Zo ligt de bovengrens voor de zeespiegelstijging in het scenario

W+ tussen de 35 centimeter en 85 centimeter in 2100. In het scenario W+ bedraagt de maatgevende rivierafvoer 18.000 m³/s in 2100, een toename van 2.000 m³/s ten opzichte van de huidige situatie. In het G-scenario is sprake van een zeespiegelstijging tussen de 15 centimeter en 35 centimeter in 2100 en een maatgevende rivierafvoer van 17.000 m³/s.

Voor de scenario's G en W+ worden veelvuldig gebruikt voor de analyse van de waterveiligheidsopgaven in ons land. Met complexe programma's en modelleringen kunnen verschillende maatgevende hoogwaterstanden vertaald worden in mogelijke hoogtetekorten voor de dijken en overstromingskansen van achterliggende polders en buitendijks gebied.

Deltascenario's

Naast de directe gevolgen van klimaatverandering hebben ook de sociale en economische veranderingen in Nederland invloed op de risico's voor de maatschappij. Zo betekent een toename van de economische waarde van een gebied ook een hoger risico op schade bij bijvoorbeeld een overstroming, ook als de kans op een overstroming zelf niet toeneemt. En ook bevolkingsgroei betekent een hoger risico op slachtoffers. Hier geldt de 'formule': risico = kans x gevolg.

In het Deltaprogramma zijn twee KNMI-scenario's (G en W+) daarom gekoppeld aan twee socio-economische scenario's. Er is een scenario waarbij de bevolking en de economie op de zeer lange termijn groeien en een tweede scenario waarbij de bevolking krimpt en de economie nauwelijks groei vertoont. Deze combinatie leidt tot vier deltascenario's die vooruit kijken naar 2050 en naar 2100. Deze deltascenario's zijn ook uitgangspunt voor de RAS.



4.2 De klimaateffecten

Onderzoek naar klimaatverandering in Rotterdam

In het kader van het klimaatadaptatieprogramma Rotterdam Climate Proof is de afgelopen jaren in het programma Kennis voor Klimaat uitgebreid onderzoek gedaan naar de aard en gevolgen van klimaatverandering voor Rotterdam. Ook binnen het Deltaprogramma is veel kennis ontwikkeld over de regio Rijnmond-Drechtsteden. In de RAS gebruiken we de in deze programma's ontwikkelde kennis voor een beschrijving van de klimaateffecten, de gevolgen daarvan voor Rotterdam en de risico's waar de stad rekening mee moet houden. Veel informatie is gebundeld in de nieuw ontwikkelde interactieve Klimaatatlas Rotterdam.

Verskil tussen binnendijks en buitendijks Rotterdam

Bij het beschrijven van de gevolgen van hogere zee- en rivierwaterstanden voor overstromingsrisico's en waterveiligheid maken we een onderscheid tussen de buitendijkse gebieden en de binnendijkse gebieden van Rotterdam. In buitendijks Rotterdam is er een open relatie met de rivier en de zee en ontbreekt het aan bescherming door dijken. Er is daardoor een grotere kans op overstromingen dan binnendijks. Overstromingen zijn door de veelal hoge ligging echter van korte duur en de overstromingsdieptes (inundaties) blijven relatief beperkt. De verantwoordelijkheid ligt in buitendijks gebied primair bij de gemeente, de bewoners en de gebruikers van het gebied.

In binnendijks Rotterdam zijn de gevolgen van hogere zee- en rivierwaterstanden van een andere orde. De diepergelegen polderstad is immers bijzonder goed beschermd tegen overstromingen door het systeem van primaire waterkeringen. De kans op een overschrijding van de veiligheidsnorm voor de dijken is uiterst klein. Voor de noordoever bijvoorbeeld is de kans op overschrijding 1 x per 10.000 jaar. Maar er is altijd een risico op overstroming. De gevolgen van een mogelijke overstroming binnendijks zijn in dat geval desastreus, zowel wat betreft mogelijke slachtoffers als schade. De verantwoordelijkheid voor de waterveiligheid ligt hier primair bij het rijk en de waterschappen.

We vatten de directe gevolgen voor de deltastad Rotterdam kort samen. Dit is wat Rotterdam kan overkomen:



hogere zee- en rivierwaterstanden

- grotere kans op overstroming buitendijks
- vaker sluiten Maeslantkering
- kans op overstroming binnendijks neemt toe



meer intensieve neerslag

- water kan moeilijker weg
- grotere kans op wateroverlast en schade



langere periodes van droogte

- lagere grondwaterpeilen
- afname van de waterkwaliteit
- kans op schade aan gebouwde omgeving, flora en fauna
- belemmering voor scheepvaart door lage waterstanden op de rivier



langere hete periodes (hitte)

- afname van thermisch comfort van de stad
- negatieve invloed op gezondheid en welbevinden
- kans op schade aan flora en fauna



4.3

De gevolgen van hogere waterstanden voor buitendijks gebied

De buitendijkse gebieden van Rotterdam zijn niet beschermd door dijken en staan onder directe invloed van de waterstanden in de rivier en het getij. Zij zijn daarmee kwetsbaar voor hoge waterstanden veroorzaakt door stormvloed van zee en hoge rivierwaterstanden.

De meeste buitendijkse gebieden liggen aanzienlijk hoger dan de stad achter de dijken. De buitendijkse gebieden zijn altijd al opgehoogd bij de ontwikkeling van stad en haven om de kans op overstromen te beperken. Ook bij nieuwe ontwikkelingen in buitendijks Rotterdam wordt rekening gehouden met het risico op overstromen bij het bepalen van de aanleghoogte. De hoogte van de kades varieert van iets minder dan 3 meter boven NAP in de stad tot 5,5 meter boven NAP op de Tweede Maasvlakte. Daarmee steken de buitendijkse gebieden hoog uit boven de polders die soms wel tot 6 meter onder NAP liggen.

De kans op overstromingen van het buitendijks gebied van Rotterdam is groter dan van het binnendijkse gebied. De buitendijkse gebieden profiteren van de bescherming van de Maeslantkering. Deze sluit bij een waterstand van 3 meter boven NAP, waardoor de kans op een grote overstroming aanzienlijk is verkleind. Door de hoge ligging en het getij zijn de overstromingen in het buitendijkse gebied slechts van tijdelijke aard en blijven de inundaties beperkt. De risico's op dodelijke slachtoffers of grootschalige maatschappelijke ontwrichting zijn daardoor klein. De materiële schade kan echter aanzienlijk zijn in deze sterk verstedelijkte gebieden met het grootste haven- en industriële cluster van Europa. Anders dan binnendijks ligt de primaire verantwoordelijkheid in buitendijks Rotterdam bij de gemeente, de bewoners en de gebruikers.

Een grotere kans op overstromingen

Bij hogere waterstanden op zee en op de rivier nemen de kans op overstromingen en de frequentie ervan in de buitendijkse gebieden van Rotterdam toe. Ook de overstromingsdiepte (inundatie) neemt toe.

De kaarten op pagina 37 tonen het overstromingsbeeld van buitendijks Rotterdam voor 2015 en 2100 (W+) met een herhalingsjijd van 1 x 1.000 jaar. Hiermee bedoelen we de waterstanden die gemiddeld één maal in de

duizend jaar voorkomen. Te zien is dat in een scenario dat uitgaat van een snelle klimaatverandering (W+) en een extreme zeespiegelstijging van 85 centimeter in 2100 naast de buitendijkse gebieden in het hart van de stad die ook nu al kwetsbaar zijn, zoals het Noordereiland, ook de Stadshavens en sommige naoorlogse havengebieden een toegenomen kans hebben op een overstroming.

De historische buitendijks gelegen gebieden als het Noordereiland, het Scheepvaartkwartier, de Kop van Feijenoord en Heijplaat zijn het meest kwetsbaar voor hoogwaterstanden vanwege hun relatief lage ligging. Bij een zeespiegelstijging van 60 centimeter neemt de frequentie van overstroming in deze gebieden toe van 1 x per 50 jaar naar gemiddeld 1x per jaar. Ook het getroffen gebied is groter.

Ook voor recent ontwikkelde gebieden als Katendrecht, de Wilhelminapier en de Lloyd- en Mullerpier hebben hogere waterstanden gevolgen. Zo neemt bij een zeespiegelstijging van 60 centimeter de kans op waterschade toe van 1 x 10.000 naar 1 x 1.000. Dit wordt gemeten als een kans die jaarlijks optreedt, we spreken hier van herhalingsjijden. En ook voor de te transformeren Stadshavens (Merwe-Vierhavens) is er een toegenomen kans op inundatie.

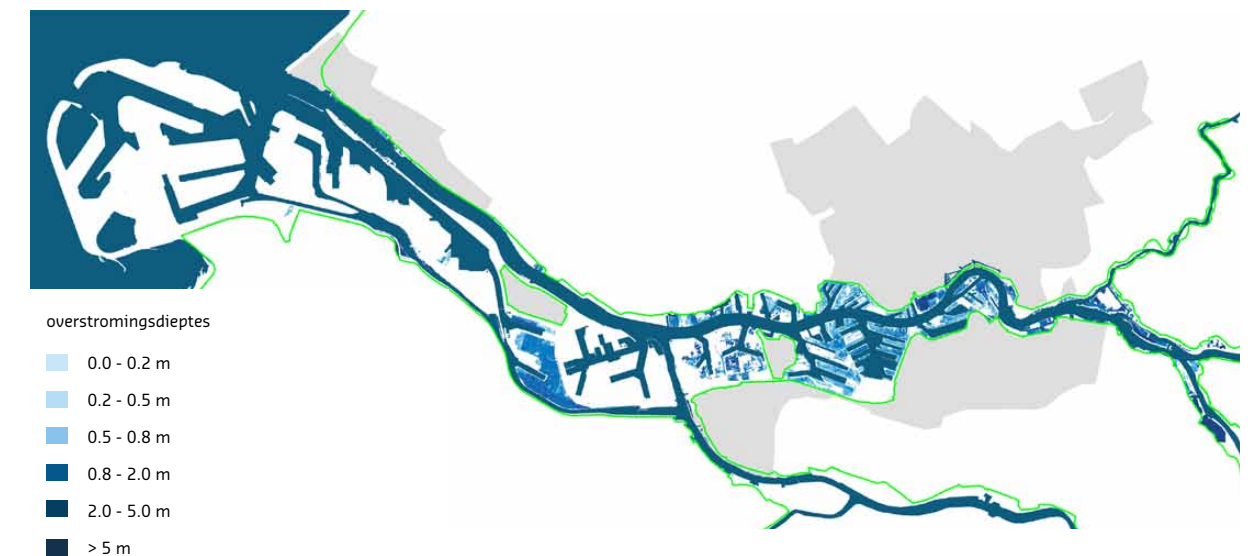
De nieuwe havengebieden waaronder de Botlek, Europoort en de twee Maasvlaktes zijn dusdanig hoog aangelegd dat zij tot ver in de 21e eeuw een zeer beperkt overstromingsrisico hebben. Dat maakt Mainport Rotterdam nu én in de toekomst tot één van de meest 'waterveilige' havens ter wereld.



Kaart 1: Overstromingsbeeld buitendijks Rotterdam 2015 (bron: Deltares) met een herhalingsjijd van 1 x 1.000 jaar



Kaart 2: Overstromingsbeeld buitendijks Rotterdam 2100 (bron: Deltares) klimaatscenario W+ met een herhalingsjijd van 1 x 1.000 jaar



Gevolgen van een overstroming

Het gevolg van een toenemende kans op overstroming in het buitendijks gebied is een grotere kans op economische schade en op maatschappelijke ontwrichting. De directe kans op slachtoffers ten gevolge van een overstroming is in buitendijks Rotterdam uiterst gering. De gebieden liggen relatief hoog en de stroomsnelheden en inundatie bij overstroom zijn laag.

Wel kan een overstroming in het buitendijkse gebied van Rotterdam leiden tot flinke economische schade in het getroffen gebied. Dit kan –naast overlast– in de eerste plaats waterschade zijn aan privaat eigendom (vastgoed en terreinen) en schade in de openbare ruimte van de stad. Economische schade is er ook door uitval van bedrijfsactiviteiten of door een tijdelijke onbereikbaarheid van gebieden. Een overstroming kan naast waterschade ook directe milieuschade opleveren. Denk bijvoorbeeld aan het wegstromen van gevaarlijke stoffen.

In het buitendijks gebied zijn vitale infrastructuren in principe kwetsbaar. Vitaal zijn vooral energiecentrales, elektriciteitsvoorzieningen, waterzuiveringsinstallaties, snelwegen, hoofdontsluitingen, spoorinfrastructuur, het gasdistributienetwerk, riolering en ICT. Ook lopen transformator- en elektriciteitshuisjes extra risico, bijvoorbeeld in historisch buitendijks Rotterdam. Veel van deze voorzieningen en netwerken zijn in het verleden verstandig aangelegd, bijvoorbeeld op hoogte. Maar zij zijn mogelijk kwetsbaar door hogere waterstanden en door de onderlinge afhankelijkheid van verschillende netwerken. Dit geldt met name voor het haven- en industrieel cluster.

Uitval kan leiden tot het stilvallen van bedrijven en in woongebieden tot ernstige overlast. Als nutsnetwerken in het buitendijks gebied invloed hebben op binnendijkse delen van de stad, kan dit bovendien leiden tot grootschaliger ontwrichting van het maatschappelijk leven in de stad.

Na de schadegebeurtenis is er vaak sprake van een lange herstelperiode waardoor een vitale functie (bijvoorbeeld afvalwaterzuivering) weken of zelfs maanden zou kunnen uitvallen met gevolgen voor grote delen van de stad. Deze vitale infrastructuur is veelal goed beschermd tegen overstromingen door een veilige aanleghoogte of door andere beschermende maatregelen.

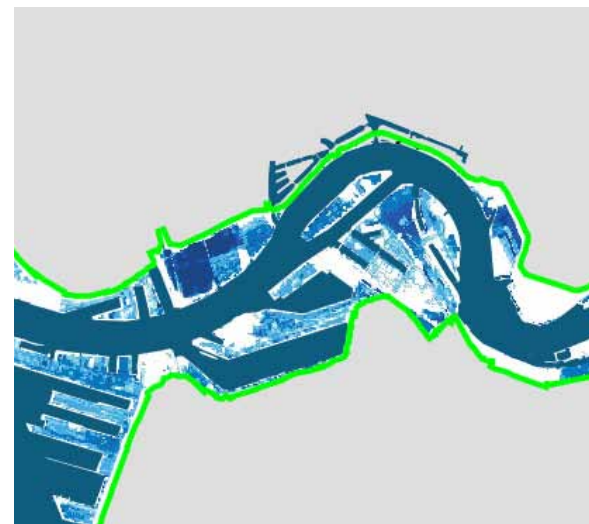
Als de kans op overlast en schade toeneemt, kan op de lange duur de aantrekkelijkheid van gebieden voor wonen en werken afnemen. Hier zijn de historische havengebieden als eerste in beeld. Als het Noordereiland vaker dan 1x per jaar te maken krijgt met wateroverlast en schade kan de maatschappelijke acceptatie van wateroverlast door overstroom afnemen.

Toename van de gevolgen door ontwikkeling van buitendijks gebied

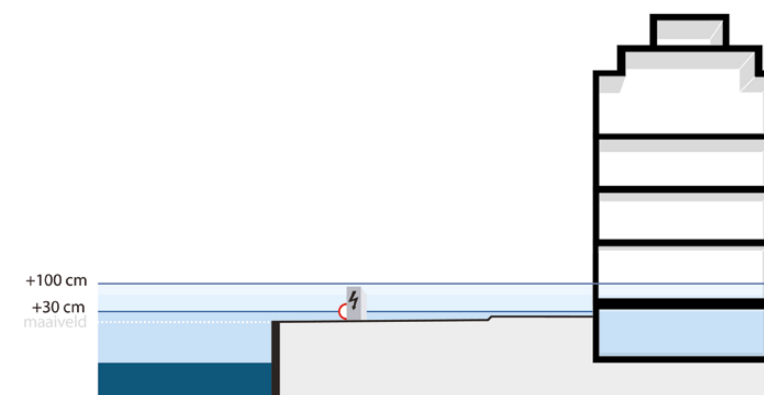
De verwachting is dat met de tijd ook de economische waarde van buitendijks Rotterdam toeneemt. Daarmee nemen –zonder klimaatadaptieve maatregelen– ook de risico's op economische schade toe. Dat geldt in het bijzonder voor buitendijkse stedelijke ontwikkelingsgebieden als Stadshavens, maar ook bij een verdere (her)ontwikkeling in het havengebied zoals rond de Waalhaven.



Zoom centrum Rotterdam, overstromingsbeeld 2015



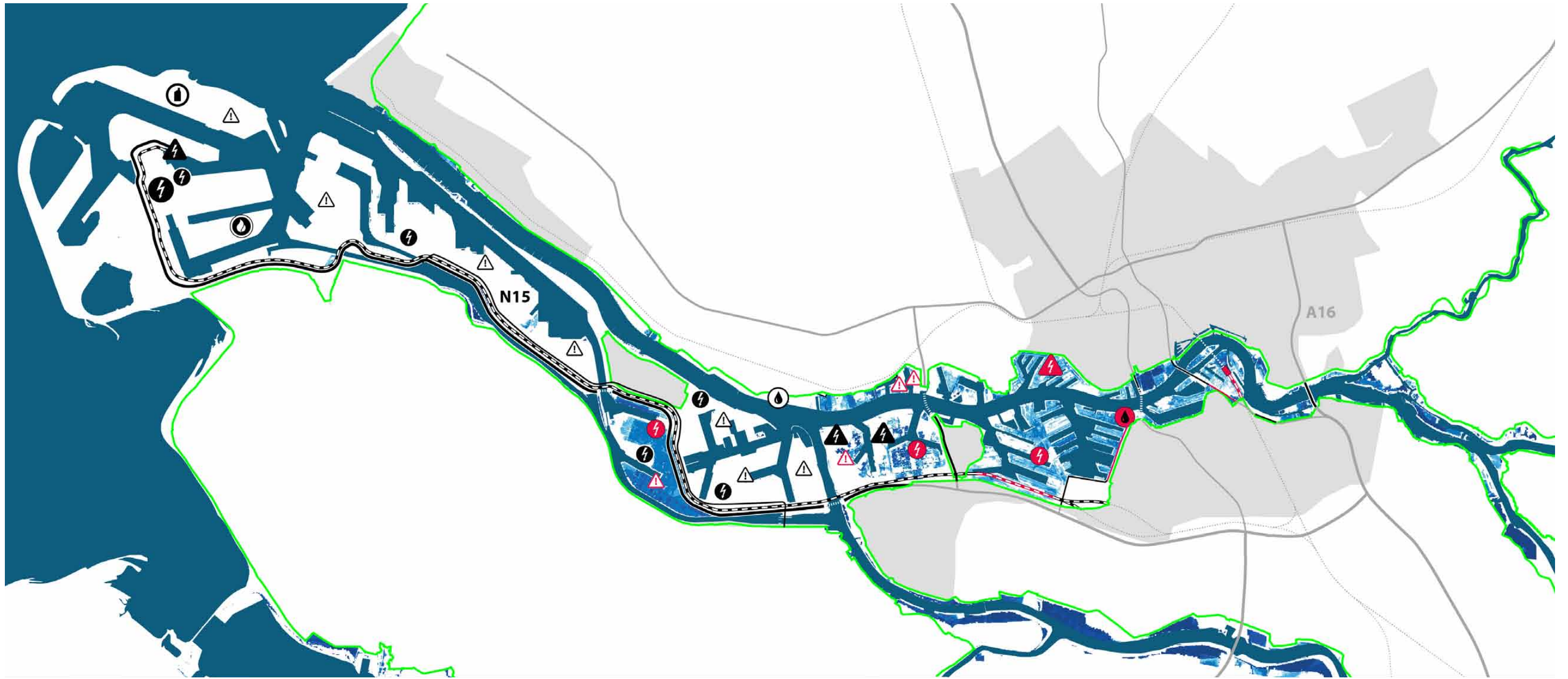
Zoom centrum Rotterdam, overstromingsbeeld 2100 (bij W+ klimaatscenario met een herhalingsstijd van 1 x 1.000 jaar)



De historische buitendijks gelegen gebieden zijn het meest kwetsbaar voor schade door overstroming



Elektriciteitshuisjes zijn vaak kwetsbaar vanaf 30 cm inundatieniveau op het maaiveld



Overstromingsdieptes

Huidig systeem zonder maatregelen
bron: Deltares

2100 t=1000 overstromingsdieptes

- 0.0m - 0.2m
- 0.2m - 0.5m
- 0.5m - 0.8m
- 0.8m - 2.0m
- 2.0m - 5.0m
- > 5m

- Gemeente Rotterdam
- primaire kering

Risicokaart vitale infrastructuur

- mogelijk overstroombaar / kwetsbaar
- niet overstroombaar / kwetsbaar

Infrastructuur

- snelweg
- hoofdontsluiting
- tunnel
- spoorlijn
- spoortunnel
- station

Risicobedrijven

- ⚠ BRZO-cluster³

Knooppunten vitale infrastructuur

- ⚡ schakel- en/of transformatorstation 380kV¹
- ⚡ schakel- en/of transformatorstation 150kV¹
- ⚠ centrale met een vermogen groter dan 250 MWe¹
- ⚙ gascompressorstation²
- 🛢 olie terminal²
- 💧 afvalwaterzuiveringsinstallatie

bronnen 1 www.TenneT.org
2 Structuurvisie Buisleidingen 2012 - 2035
3 www.risicokaart.nl

Risicokaart waterveiligheid buitendijks 2100

De risicokaart toont mogelijk overstroombare vitale infrastructuur voor het jaar 2100 (klimaatscenario W+), uitgaande van het huidige systeem zonder maatregelen en een herhalingstijd van 1 x 1.000 jaar. Hiermee bedoelen we een waterstand die gemiddeld een keer in de duizend jaar voorkomt. Kwetsbaar zijn BRZO-clusters, enkele vitale knooppunten en infrastructuurtrajecten.



4.4

De gevolgen van hogere waterstanden voor dijken en binnendijks gebied

Rotterdam wordt structureel beschermd door een systeem van primaire keringen dat bestaat uit duinen langs de kust en dijken langs de rivieren. Daarnaast zijn er flexibele keringen die sluiten bij verwachte stormvloed; de Maeslantkering, de Hartelkering en de Hollandsche IJsselkering in de Hollandsche IJssel.

Achter de dijken bevindt zich een breed palet aan polders en boezemstelsels die water aan- en afvoeren van en naar de polders. Deze watergangen worden geflankeerd door regionale secundaire waterkeringen die binnendijkse overstromingen voorkomen.

De primaire waterkeringen die binnendijks Rotterdam beschermen, bieden per dijkkring een afgesproken beschermingsniveau met elk een eigen norm. De norm heeft betrekking op de zogenaamde overschrijdingskans. Dit is de kans dat er een waterstand optreedt die hoger is dan de maatgevende hoogwaterstand (MHW) waarop de waterkering gedimensioneerd is. In een deltastad als

Rotterdam is deze maatgevende hoogwaterstand (MHW) vooral zeegedomineerd (stormvloed) en in veel mindere mate beïnvloed door een hoge rivierafvoer.

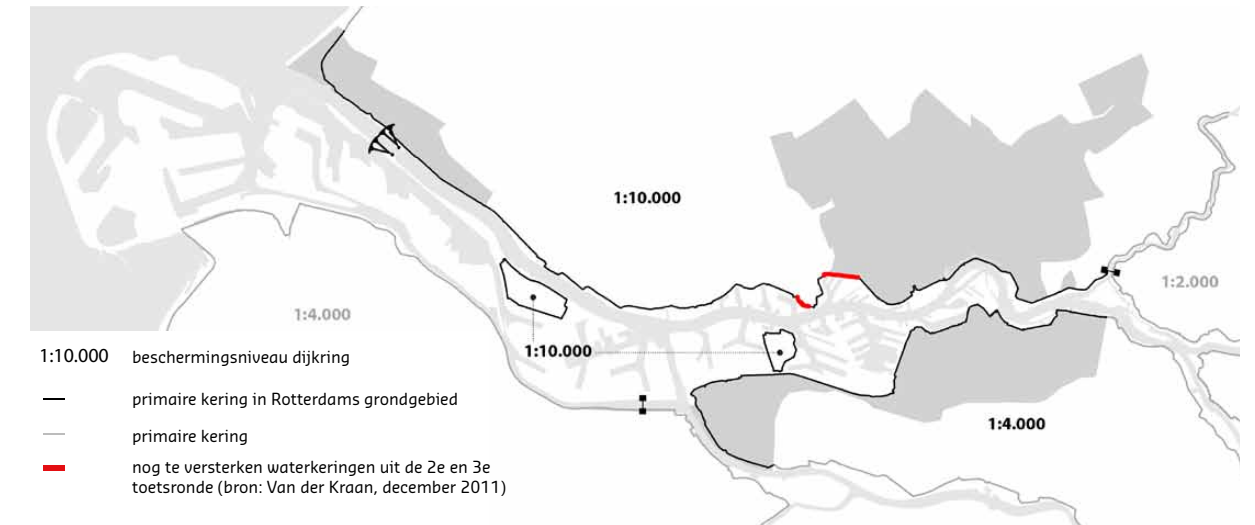
In Rotterdam verschilt het beschermingsniveau van 1:4.000 jaar voor IJsselmonde (dijkkring 17) tot 1:10.000 jaar voor de Noordoever (dijkkring 14). Vanwege de zeer lage ligging ten opzichte van de zeespiegel en de enorme gevolgen van een overstroming kent Rotterdam één van de hoogste veiligheidsnormen ter wereld.

Dijken zijn in Rotterdam meer dan bescherming tegen het water. Zij maken deel uit van de ruimtelijke structuur van de stad en zijn vaak volledig opgenomen in het stedelijke weefsel. Soms manifesteert de dijk zich als groene dijk, maar evengoed als stedelijke infrastructuur, zoals aan de Boompjes. Naast de functie van bescherming heeft de waterkering ook andere stedelijke functies van bijvoorbeeld hoofdontsluiting of recreatieve fietsroute.



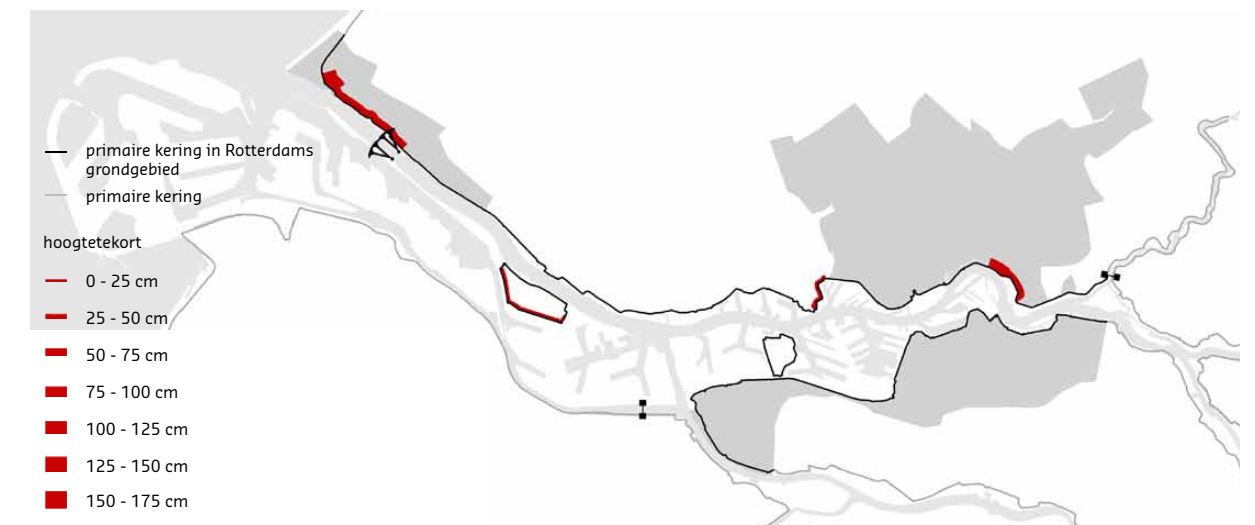
Modellering van de hoogteligging van Rotterdam. Het binnendijks gebied ligt lager dan de rivier (bron: I. Bobbink, TU Delft)

Kaart 1: Huidige beschermingsniveaus



Kaart 2: Dijkhoogtetekort 2100 (bron: Deltares)

klimaatscenario W+



Hogere waterstanden

Door zeespiegelstijging en veranderende rivierafvoer zullen ook de waterstanden in de rivier stijgen. In het klimaatscenario W+ zijn de maatgevende hoogwaterstanden (MHW) aan het einde van de eeuw gemiddeld een meter hoger dan nu. Voor Rotterdam is vooral de stijging van de zeespiegel van invloed op deze toekomstige hogere waterstanden. De ondergrens voor de zeespiegelstijging in het scenario W+ bedraagt 35 centimeter en de bovengrens 85 centimeter in 2100.

Door de hogere maatgevende hoogwaterstanden (MHW's) neemt ook de overschrijdingskans toe. De dijken voldoen dan niet meer aan de wettelijk voorgeschreven normen. Daarmee neemt -zonder maatregelen- ook het overstromingsrisico van binnendijks Rotterdam toe.

Gevolgen voor Maeslantkering

Als gevolg van stijgende waterstanden zal de Maeslantkering vaker moeten sluiten. In de huidige situatie is de verwachting dat de Maeslantkering in 2080 (W+) niet gemiddeld één maal in de twaalf jaar maar één maal per jaar zal sluiten. Het aanpassen van de sluitcriteria van de Maeslantkering, die nu sluit bij een waterstand van 3 meter boven NAP is mogelijk. Dit is een afweging tussen 'bescherming' en 'bereikbaarheid'. Als de Maeslantkering sluit bij een hogere waterstand zullen de lageregelegen buitendijkse gebieden een hoger overstromingsrisico hebben. Als de Maeslantkering sluit bij een lagere waterstand, zal de scheepvaart vaker belemmerd worden.



Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg

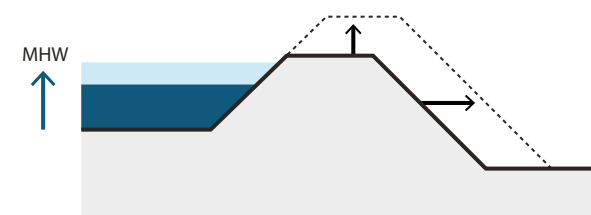
Een ander gegeven is dat de Maeslantkering is opgewassen tegen een zeespiegelstijging tot 50 centimeter. Onder het snelle klimaatscenario (W+) kan de kering dan tot circa 2070 mee en moet dus tegen die tijd vervangen zijn. Bij mildere klimaatscenario's is de eventuele vervanging later aan de orde.

Gevolgen voor de dijken

Op dit moment voldoen bijna alle primaire waterkeringen in Rotterdam aan de afgesproken normen en bieden zij het gewenste beschermingsniveau. Bij de verhoogde maatgevende hoogwaterstanden als gevolg van klimaatverandering wordt de normstelling voor de dijken op een aantal plaatsen echter overschreden. In de scenario's G en W+ zullen er zonder maatregelen hoogtetekorten ontstaan op delen van de kering.

Deze opgave doet zich in 2100 (W+) voor in Merwe-Vierhavens, aan de Maasboulevard en in Hoek van Holland. Onderzoek is nodig voor de zuidelijke dijkkring van Rozenburg. De hoogtetekorten verschillen van circa 20 cm in de Merwe-Vierhavens tot circa 40 tot 60 cm op de Maasboulevard. Zonder maatregelen neemt op deze dijkvakken het risico op overstroming toe.

Overigens kent een aantal oostelijke regio's zoals de Krimpenerwaard en de Alblasserwaard bij klimaatverandering een aanzienlijk grotere opgave als het gaat om de waterveiligheid. Voor de Hollandsche IJssel is er een stevige versterkingsopgave die direct invloed heeft op de veiligheid van het Rotterdamse grondgebied namelijk de Alexanderpolder.



Bij een hogere MHW-waarde (maatgevend hoogwater) ontstaan dijkhoogtetekorten

De dijkvakken van Merwe-Vierhavens en Maasboulevard zijn nauw verweven met de omliggende stad en multifunctioneel. De ruimte voor een dijkversterking is relatief beperkt. De versterkingsopgave is in deze gebieden daarmee direct ook een stedelijke opgave, die kansen biedt voor meekoppelen met de ruimtelijke ontwikkeling in het gebied.

Gevolgen voor de regionale keringen

De waterstanden op de boezem kunnen ook in de toekomst via het systeem van pompen en gemalen voldoende worden beheerst. Daardoor wordt het overstromingsrisico niet groter. Regionale keringen bestaan in West-Nederland vaak gedeeltelijk uit veen. Veendijken zijn kwetsbaar voor lange periodes van droogte vanwege uitdroging en inklinking en uitdroging. De dijk kan dan afschuiven. De hoeveelheid water is bij een doorbraak aanzienlijk beperkter dan bij een doorbraak van de primaire kering. Daardoor zullen er niet snel slachtoffers vallen. Maar een doorbraak kan wel tot grote ontwrichting en aanzienlijke schade leiden, bijvoorbeeld door uitval van nutsinfrastructuur of door overstroming van nationale verbindingen voor auto- en treinverkeer.

Kwetsbaarheden en risico's

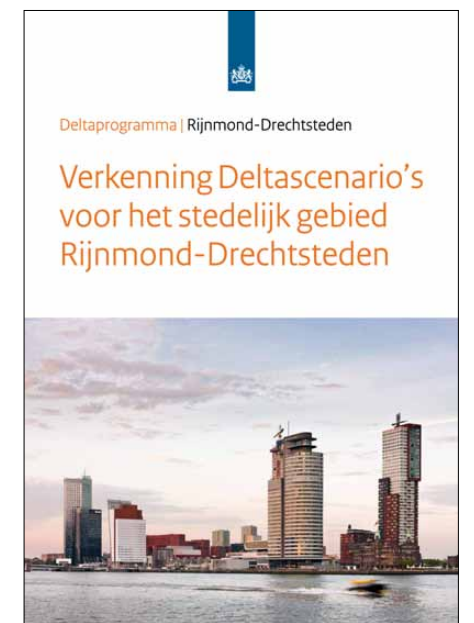
Binnendijks Rotterdam heeft een bijzonder hoog beschermingsniveau voor waterveiligheid. Anders dan in het buitendijkse gebied is de invloed van de toenemende zee- en rivierwaterstanden in het binnendijkse gebied zelf dus in beginsel vooral indirect. De primaire waterkering biedt immers een hoge mate van preventie tegen overstromingen. De kans op overstromen of bezwijken van de waterkering is echter nooit nul.

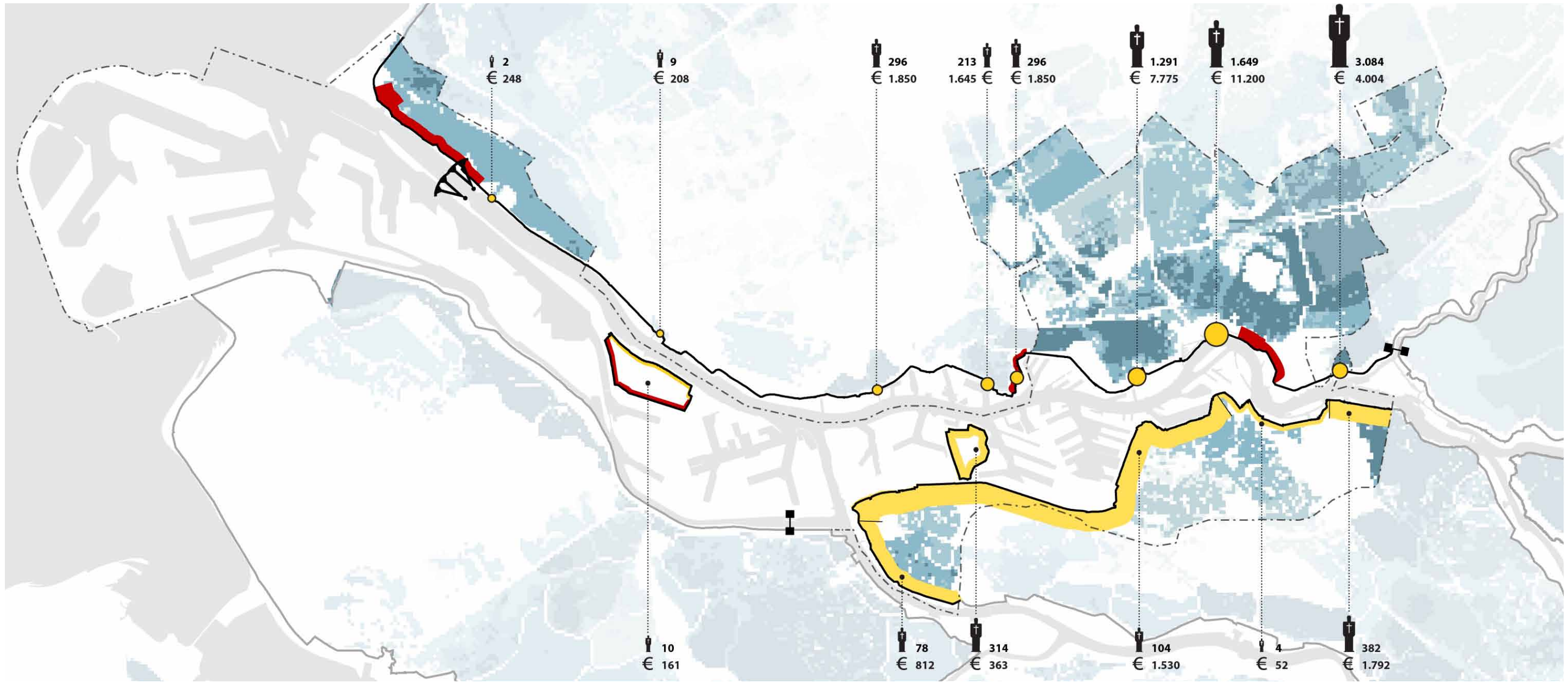
De gevolgen van een overstroming zijn weergegeven in de risicokaart. De impact van een overstroming voor stad en regio zijn enorm, zowel ten aanzien van het aantal slachtoffers als ten aanzien van de economische schade. Het water komt bij een dijkdoorbraak snel en diep de stad binnen en kan ook niet meer weg. De afgelopen decennia is, na de invoering van de normstelling rond 1960, bovendien het aantal inwoners en ook de economische waarde van de stad binnendijks enorm gegroeid. Daardoor is het risico toegenomen.

Deltaprogramma

Op dit moment wordt in het nationale Deltaprogramma gewerkt aan een herijking van de waterveiligheid en een aanpak waarmee waterveiligheid ook tot in de verre toekomst kan worden geborgd. Er wordt overgegaan van een 'preventiebenadering' naar een 'risicobenadering'. Dit betekent dat niet meer alleen naar de kans wordt gekeken dat er een bepaalde waterstand optreedt, maar ook naar de gevolgen voor het gebied achter de dijk. Het risico is immers het product van de kans en het gevolg. Het is nog niet duidelijk wat deze risicobenadering precies voor gevolgen heeft voor de beschermingsniveaus en voor toekomstige dijkversterkingen.

Ook is er meer kennis beschikbaar over dijken. Tegenwoordig worden niet alleen de hoogte maar ook de stabiliteit en andere faalmechanismen van de dijk meegenomen. En behalve naar preventie (dijkversterking) wordt er ook gekeken naar gevolgbeperking door lokale beschermende maatregelen (ruimtelijke inrichting) en evacuatiemogelijkheden. Dit wordt de Meerlaagsveiligheidsstrategie genoemd. In 2014 wordt over het Deltaprogramma een kabinetsbesluit genomen. Dit heeft directe gevolgen voor mogelijk te nemen maatregelen in Rotterdam.





Dijkhoogtetekort

Bij huidige aanpak met huidige norm 2100, W+ scenario
bron: Deltares

- primaire kering in Rotterdams grondgebied
- primaire kering
- nog te versterken waterkeringen uit de 2e en 3e toetsronde

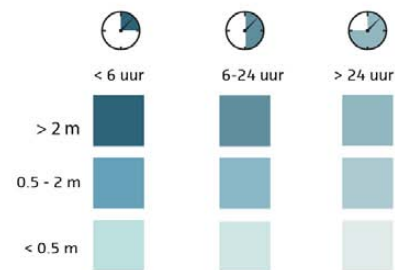
hoogtetekort

- 0 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- 50 - 75 cm
- 75 - 100 cm
- 100 - 125 cm
- 125 - 150 cm
- 150 - 175 cm

Risicogebieden bij overstroming

Maximale waterdiepte en minimale aankomsttijd bij overstroming vanuit hoofdwaters

bron: Deltaprogramma 2013 Probleemanalyse Rijnmond-Drechtsteden



Schade en slachtoffers

bron: WV21-Gevolgenspoor

- € Schade als gevolg van een dijkdoorbraak (in miljoenen)
- Schade als gevolg van falen kunstwerk
- ♣ Slachtoffers

Risicokaart waterveiligheid binnendijs 2100

De risicokaart toont risicogebieden bij een overstroming en daaraan gekoppeld de economische schade en het aantal slachtoffers als gevolg van een dijkdoorbraak (zuidzijde) of het falen van een kunstwerk (noordzijde). Het water komt in het geval van dijkdoorbraak of het falen van een kunstwerk op veel plaatsen snel en diep de stad binnen.



4.5

De gevolgen van extreme neerslag

Het stedelijk watersysteem van Rotterdam houdt de polders op peil en droog. Het is een robuust systeem dat bestaat uit oppervlaktewater (singels, plassen, vaarten), uit boezems die het water aan- en afvoeren en uit een rioleringsstelsel voor afvoer van regenwater en afvalwater, dat via de rioolwaterzuiveringsinstallaties in gezuiverde vorm geloosd wordt in de Maas. Het is een ingenieus maar tegelijkertijd weinig flexibel systeem.

Bij extreme neerslag is het systeem kwetsbaar. Nu al manifesteert zich bij piekbuien overlast en schade door water op straat, ondergelopen kelders en overstort vanuit het riool op singels en vaarten. De laatste jaren is er in de stad daarom al ruimte toegevoegd, zowel aan het robuuste systeem -bijvoorbeeld in de vorm van een ondergrondse waterberging onder het Museumpark of nieuw oppervlaktewater in het Zuiderpark- als ook in de haarvaten van het systeem in de vorm van bijvoorbeeld groene daken of het Bellamyplein.

Meer intensieve neerslag

Nu al vallen vooral in de zomer intensieve regenbuien. Klimaatverandering leidt ertoe dat deze stortbuien vaker gaan optreden. Bovendien worden ze intensiever. Volgens het KNMI neemt per graad temperatuurstijging de neerslagintensiteit met 14% toe. Een bui die in het huidige klimaat gemiddeld eens in de vijf jaar voorkomt, zal halverwege deze eeuw gemiddeld eenmaal per jaar voorkomen.

Gevolgen van meer intensieve neerslag voor de stad

Meer intensieve neerslag als gevolg van klimaatverandering verhoogt de druk op het systeem en vergroot de kans op wateroverlast, op schade in de openbare ruimte en gebouwen en op lichte vormen van ontvricting, bijvoorbeeld door het onderlopen van tunnels.

De kans op wateroverlast wordt vergroot doordat het laaggelegen veengebied waarin grote delen van Rotterdam gebouwd zijn nog steeds inklinkt (zetting). De klimaatverandering vergroot deze inklinking doordat ook langere droge perioden gaan voorkomen (zie ook 4.6 De gevolgen van droogte).



Hevige neerslag zorgt steeds vaker voor wateroverlast in de stad

Kaart 1: Huidige locaties met waterbergingstekort conform NBW (bron: Interactieve Klimaatatlas)



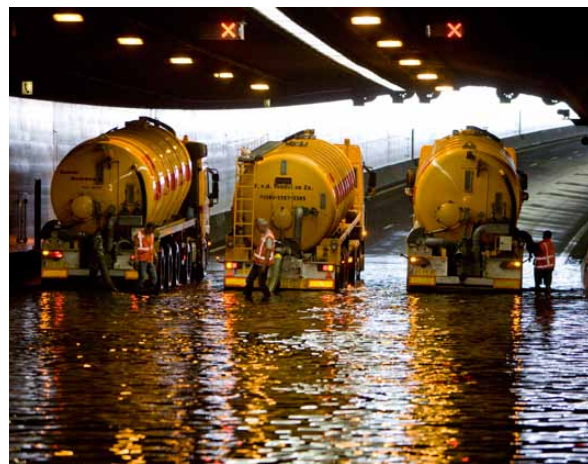
Kaart 2: Toekomstige locaties met waterbergingstekort (bron: Interactieve Klimaatatlas)



Kwetsbaarheden en risico's

Waar de gevolgen van meer intensieve neerslag zich in de vorm van wateroverlast en waterschade laten merken, hangt naast het functioneren van het watersysteem zelf ook sterk af van de fysieke kenmerken en de inrichting van het gebied. Buitendijks Rotterdam is het minst kwetsbaar. Het is relatief hoog gelegen en neerslag kan in de toekomst met een gescheiden systeem vaak rechtstreeks afgevoerd worden richting de rivier. In de naoorlogse uitbreidingswijken (tuinsteden) is meestal voldoende ruimte voor meer water en groen. In deze wijken zijn de mogelijkheden voor open waterberging en opvang van water in de bodem meestal groter.

Kwetsbaar zijn de 19^e-eeuwse stadswijken, die dichtbebouwd zijn met veel verharding en met relatief weinig open water en groen. In het centrumgebied van Rotterdam is het vooral de hoge dichtheid in combinatie met de hoge gebruiksdruk op de openbare ruimte en veel verharding die het gebied kwetsbaar maken voor extreme neerslag. Ook gebieden met ongelijke bodemdaling zijn kwetsbaar voor meer intensieve neerslag. Het gaat hier vooral om op veen gebouwde gebieden van de stad.



Wateroverlast in de Botlekunnel met lange files tot gevolg in 2008

Tot slot kunnen door het onderlopen van tunnels en water op straat delen van de stad en belangrijke functies tijdelijk slecht bereikbaar zijn. Als dit gebeurt op belangrijke stedelijke ontsluitingswegen of op de ring van Rotterdam, dan kan dit indirect tot schade leiden voor bijvoorbeeld ondernemingen (bevoorrading).

In de herijking van Waterplan 2 Rotterdam zijn de gebieden geïdentificeerd waar de fysieke kenmerken van het stedelijke watersysteem (riolering en oppervlaktewater) op dit moment niet voldoen aan de huidige normen. Wat de gevolgen zijn van klimaatverandering in de vorm van meer neerslag is niet te voorspellen. Daarvoor is de stedelijke ruimte te divers van opbouw en zijn de berekeningsmodellen (nog) niet toereikend. De verwachting is dat meer intensieve neerslag leidt tot een toename van de wateropgave in met name de kwetsbare gebieden en tot een toename van het areaal aan kwetsbare gebieden. Deze aanname is verwerkt in het kaartbeeld voor de toekomstige wateropgave.



Overlast bij extreme buien komt steeds vaker voor in de stad met schade als gevolg



Wateropgave

bron: Interactieve Klimaatatlas

wateropgave NBW huidig

bodemdaling (cm/jaar)

-0,1 - 0,5

0,5 - 0,1

>1

Knelpunten en kwetsbare gebieden

○ knelpunt riolering

● knelpunt grondwateroverlast

■ Centrumgebied met grote druk op de open ruimte

■ Stedelijk met weinig open ruimte

■ Stedelijk met veel open ruimte

— laag gelegen infrastructuur

Risicokaart wateroverlast 2100

De risicokaart toont de gebieden waar in de toekomst een waterbergingsstekort kan ontstaan en welke door ongelijke bodemdaling kwetsbaar zijn voor meer intensieve neerslag. Dit betreft vooral op veen gebouwde gebieden. Daarnaast toont de kaart knelpunten met betrekking tot riolering, grondwateroverlast en laag gelegen infrastructuur waaronder tunnels.



4.6 De gevolgen van droogte

Als gevolg van klimaatverandering neemt de kans op langdurig droge periodes met neerslagtekort toe, vooral in het scenario W+. Ook de kans op een droge zomer neemt toe. Een extreem droge zomer als in 2003 komt nu gemiddeld eens in de tien jaar voor, in het scenario W+ loopt dit op naar eens in de twee jaar.

Neerslagtekort en uitdroging

Een eerste direct gevolg is dat er door droogte een neerslagtekort in de bodem ontstaat en het grondwaterpeil daalt. Een tweede gevolg is dat langere droge periodes in het stroomgebied van onze rivieren leiden tot lagere waterstanden op de rivieren.

Een neerslagtekort in de bodem ontstaat in de eerste plaats door langdurige droogte. Kleine buien in de zomer nemen af. Neerslag valt vooral in korte periodes. Deze zomerse piekbuien, waarbij het overvloedige regenwater via riolering en oppervlaktewater wordt afgevoerd en minder tijd heeft om te infiltreren, dragen bij aan het neerslagtekort in de bodem. De verwachting is dat daardoor de infiltratie en dus ook de aanvulling van grondwater afneemt.

Uitdroging van de bodem kan in bepaalde gebieden vervolgens leiden tot het inklinken van de bodem en dus tot bodemdaling. Vooral veengebieden zijn gevoelig voor uitdroging, veenoxidatie en klink. Dit proces is onomkeerbaar. Klimaatverandering in de vorm van langdurige droogte beïnvloedt en versnelt mogelijk dit proces van bodemdaling.

Bodemdaling en lagere grondwaterstanden op hun beurt zijn een risico voor gebouwen met houten paalfunderingen vanwege de mogelijke droogval van houten palen. Dat kan leiden tot verzakking en schade aan vastgoed. Dit geldt ook voor weg- en leidingeninfrastructuur die door bodemdaling eerder moeten worden afgeschreven. Tegelijkertijd kan door bodemdaling in natte perioden juist wateroverlast ontstaan omdat het maaiveld dan dichterbij het grondwater ligt. Woningen die niet op palen zijn gefundeerd, kunnen hier overlast van krijgen omdat zij met de bodem meedalen.

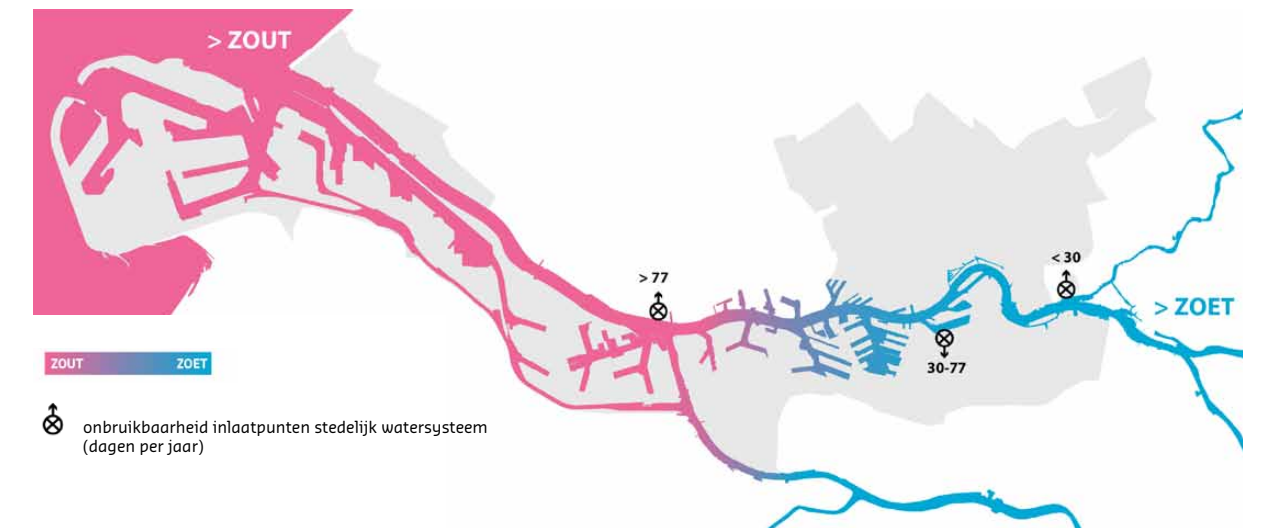
Eerder zijn de veendijken van Rotterdam al genoemd. Deze dijken, die vaak ook een rol hebben als regionale kering, zijn kwetsbaar voor uitdroging. Zij kunnen instabiel worden en afschuiven met binnendijkse overstromingen als gevolg.

Langdurige droogte heeft tenslotte ook gevolgen voor de ecologische kwaliteit van het open water. Dit omdat concentraties van voedingsstoffen toenemen die de waterkwaliteit negatief beïnvloeden bijvoorbeeld door meer algengroei. Rioloverstorten door extreme regenval versterken dit effect.

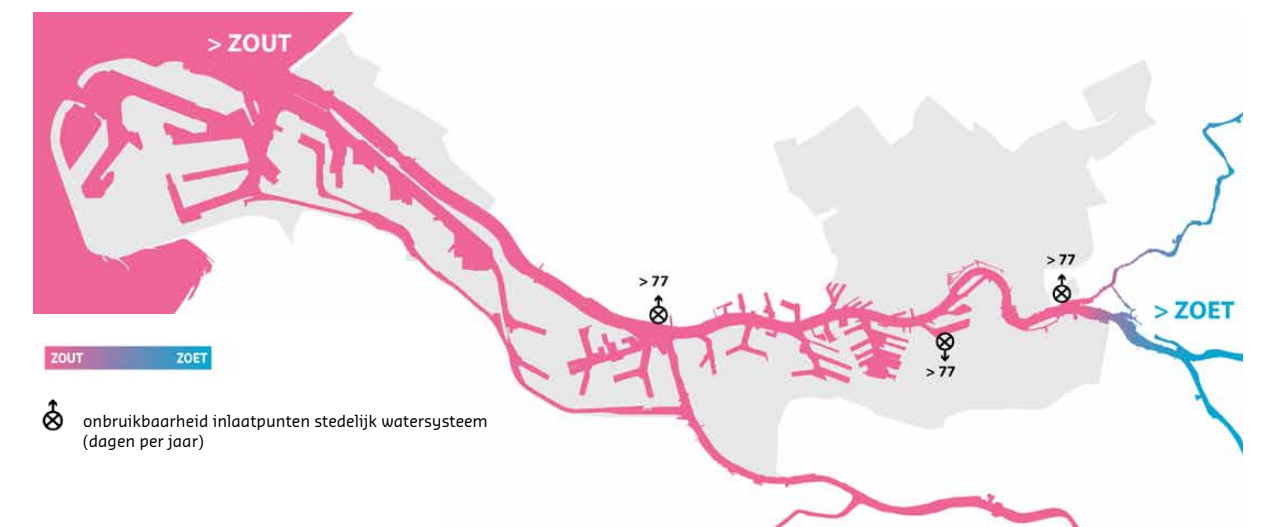


Extreem lage rivierstand in Rotterdam 2100++ (fotobewerking)

Kaart 1: Huidige zoutindringing (bron: Interactieve klimaatatlas)



Kaart 2: Zoutindringing 2050 (bron: Interactieve klimaatatlas) klimaatscenario W+



Zoutindringing

Dagelijks stroomt met het getij water met een hoog zoutgehalte de Rotterdamse delta in en weer uit. Tot op de Hollandsche IJssel is het water zouter. Lagere rivierwaterstanden in combinatie met hoge waterstanden op zee maken dat dit zoutere water steeds verder stroomopwaarts binnendringt. In Rotterdam wordt op dit moment op drie plaatsen water uit de rivier ingelaten in het stedelijk watersysteem. Een direct gevolg van de oprukkende zouttong is dat de kwaliteit van het ingelaten water afneemt. Praktijk is dat voor het op peil houden van de singels bijna altijd water wordt ingelaten, ook als het zoutgehalte hoger is. Als er geen water wordt ingenomen, dalen de singelpeilen waardoor het risico op grondwater- en bodemdaling toeneemt. Ook neemt dan de concentratie schadelijke stoffen in het resterende water toe. Deze verminderde waterkwaliteit heeft op zijn beurt weer gevolgen voor de flora en fauna die hiervan afhankelijk is.

Uit studies van het Deltaprogramma blijkt dat rond 2050 (W+) de zoetwatervoorziening voor het zuidwestelijke deel van de Randstad gevaar loopt. Het inlaatpunt bij Gouda moet dan te vaak worden afgesloten. De drinkwatervoorziening van Rotterdam loopt geen risico door de oprukkende zouttong omdat de inlaatpunten ver stroomopwaarts liggen en er bovendien grote voorraadbuffers zijn.



Verzakkingen als gevolg van droogte

Belemmering scheepvaart

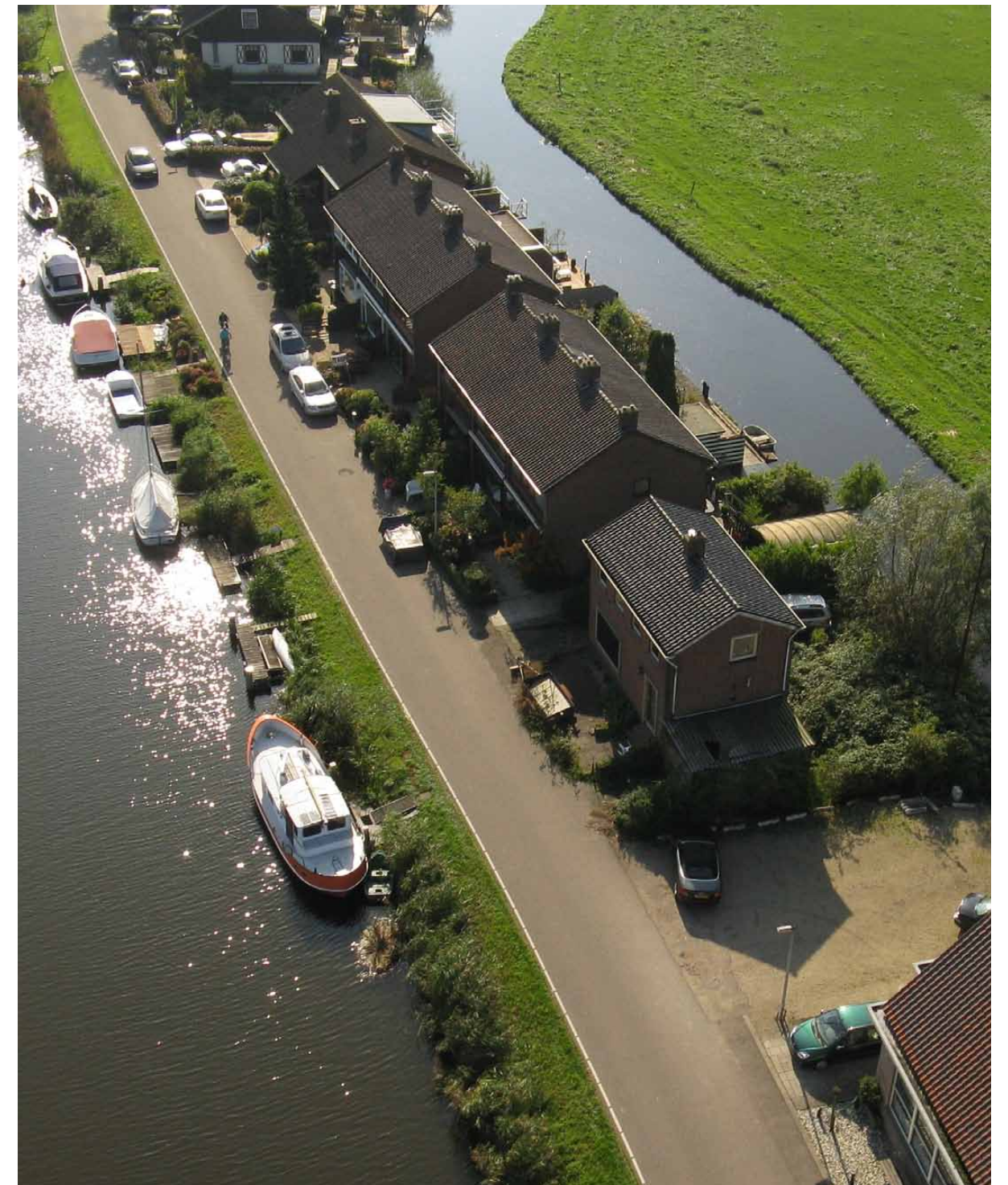
Ten slotte leiden lagere rivierwaterstanden ook tot een belemmering voor de scheepvaart omdat met laag water op de rivier ook de vaardieptes afnemen. Daardoor kan het economisch verkeer worden gehinderd of stroomopwaarts zelfs tijdelijk gestremd zijn. De belangrijke achterlandverbindingen worden dus beïnvloed door een veranderend klimaat in de vorm van langdurige droge periodes.

Kwetsbaarheden en risico's

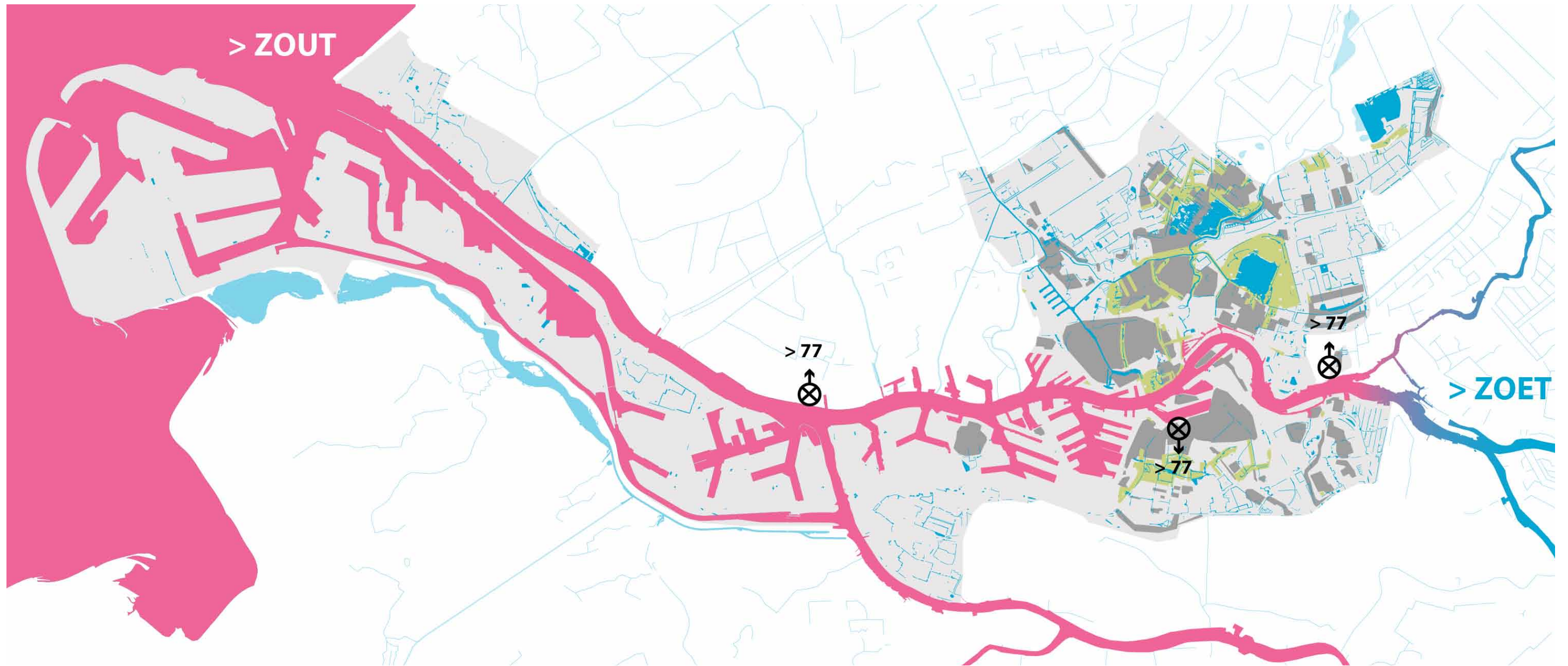
In de eerste plaats zijn de noordoostelijke veengebieden in de stad zoals Kralingen en Schiebroek kwetsbaar voor langere periodes van droogte. Ook het stadscentrum en de dichtbebouwde 19^e-eeuwse stadswijken hieromheen zijn relatief kwetsbaar. Hier zijn het de geringe mogelijkheden voor aanvulling van het grondwaterpeil door infiltratie van neerslag en beperkte toevoer via open water die zorgen voor verdroging. Maar ook sommige hoger gelegen delen van de stad, gebieden met veel groen of met weinig oppervlaktewater hebben een hoger risico. Verdroging op zijn beurt kan risico's vergroten voor de kwaliteit van stedelijk groen.



Lage waterstanden en geen doorspoeling zijn slecht voor de waterkwaliteit






Veendijken zoals langs de Rotte zijn extra kwetsbaar voor verdroging



Risicogebieden en bedreiging inlaatpunten

bron: Interactieve Klimaatatlas

ZOUT ZOET

-  onbruikbaarheid inlaatpunten stedelijk watersysteem (dagen per jaar)
-  risicogebied houtenpaalfunderingen
-  kwetsbaar stedelijk groen

Risicokaart droogte 2050

De risicokaart toont de zoutindringing in 2050 (klimaatscenario W+). Bij langdurige droogte en dus lage rivierwaterstanden dringt het zoute zeewater steeds verder de Delta binnen. Dat kan problemen opleveren voor de zoetwaterinlaatpunten, de houten paalfunderingen, de waterkwaliteit en het stedelijk groen in de stad.



4.7 De gevolgen van hitte

Langere warmere periodes

Met de opwarming van de aarde zet ook de opwarming van Nederland door. De KNMI-scenario's gaan uit van een klimaatverandering waarbij in ons land periodes met hogere temperaturen vaker optreden en bovendien langer duren. Het aantal zomerse dagen (warmer dan 20 graden Celsius) en tropische dagen (warmer dan 30 graden Celsius) nemen toe, evenals de kans op een hittegolf.

Urban Heat Island

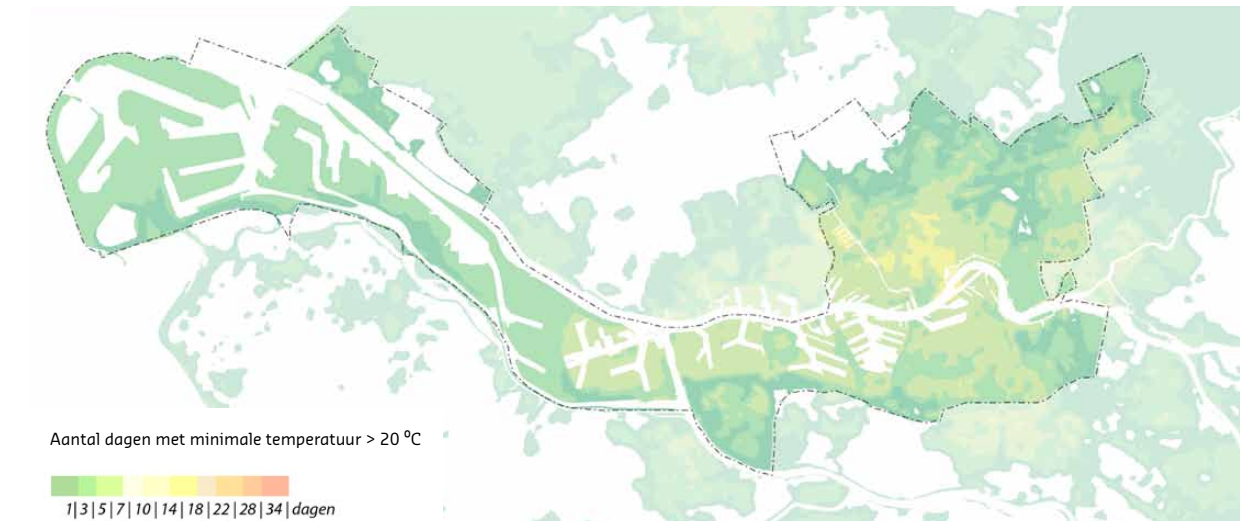
Naast het effect van een warmer klimaat is er een tweede effect dat bij hitte in de stad een rol speelt: het Urban Heat Island-effect (UHI), ook wel vertaald als 'hitte-in-de-stad'. Het UHI is het fenomeen dat in stedelijke gebied de temperatuur gemiddeld hoger is dan in het open landelijk gebied. Overdag neemt de stad relatief veel warmte op terwijl zij 's nachts de warmte juist langzamer afstaat. Hierdoor zijn de temperatuurverschillen tussen de stad en het buitengebied vooral tijdens de nacht groot. De belangrijkste oorzaak van het UHI is de hogere mate van verharding en verdichting in stedelijk gebied en de geringe hoeveelheid groen en water, die juist een verkoelend effect hebben.



Blauwalg als gevolg van opgewarmd oppervlaktewater

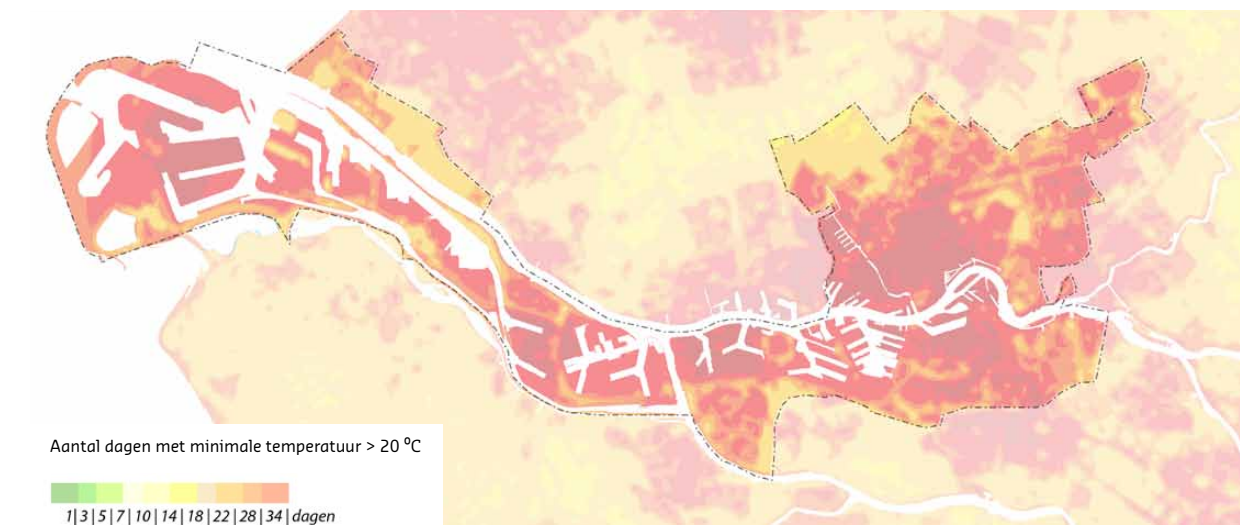
Ook in Rotterdam doet het UHI zich voor. Onderzoek in het kader van Kennis voor Klimaat toont aan dat er op heldere warme dagen sprake is van grote temperatuurverschillen in Rotterdam. Het verschil in luchttemperatuur tussen stad en ommeland kan oplopen tot 8 graden Celsius. Uit metingen komt naar voren dat de koelste plekken de laagbouw wijken van Rotterdam met veel groen zijn. De warmste gebieden zijn vooral het centrumgebied en omliggende stadswijken. Maar ook in industriële gebieden en de havens met veel verharding doet het UHI-effect zich voor.

Kaart 1: Urban Heat Island Effect, huidige situatie (bron: Interactieve Klimaatatlas)



Kaart 2: Urban Heat Island Effect 2050 (bron: Interactieve Klimaatatlas)

klimaatscenario W+



Gevolgen van langere warme periodes / hittestress

Hogere temperaturen hebben invloed op de gezondheid en het welbevinden van mensen, op flora en fauna en het functioneren van de stad. Het is de combinatie van het UHI en een warmer klimaat die gevolgen heeft voor de stad en haar inwoners. Het UHI versterkt de overlast tijdens hittegolven.

Meer langdurige periodes met hoge temperaturen kunnen leiden tot een toename van gezondheidsproblemen. Vooral ouderen en mensen met luchtwegaandoeningen zijn kwetsbaar. Bij hittegolven is er ook sprake van significant meer overlijdensgevallen. In de stad zijn gevolgen ook merkbaar in de versterkte afname van de luchtkwaliteit die extra gezondheidsklachten veroorzaakt.

Hogere temperaturen hebben ook invloed op de verblijfskwaliteit oftewel het 'thermisch comfort' in de stad. Langdurige hitte maakt het dagelijks leven zowel binnen in gebouwen als buiten in de stad minder aangenaam. In de binnenomgeving van bijvoorbeeld kantoren kan dit leiden tot een lagere arbeidsproductiviteit. Langere warme periodes verhogen het gemiddelde energieverbruik vooral door extra koeling (airco) en bewatering.



Een extra kwetsbare groep voor hitte: de ouderen

Hogere temperaturen hebben ook gevolgen voor flora en fauna. Bijvoorbeeld een toename van plaagbeesten als muggen en teken. Opwarming heeft ook invloed op de waterkwaliteit. Warmer oppervlaktewater leidt tot een verhoogde kans op blauwalgen en botulisme met vissterfte en afsluiting van zwembad tot gevolg.

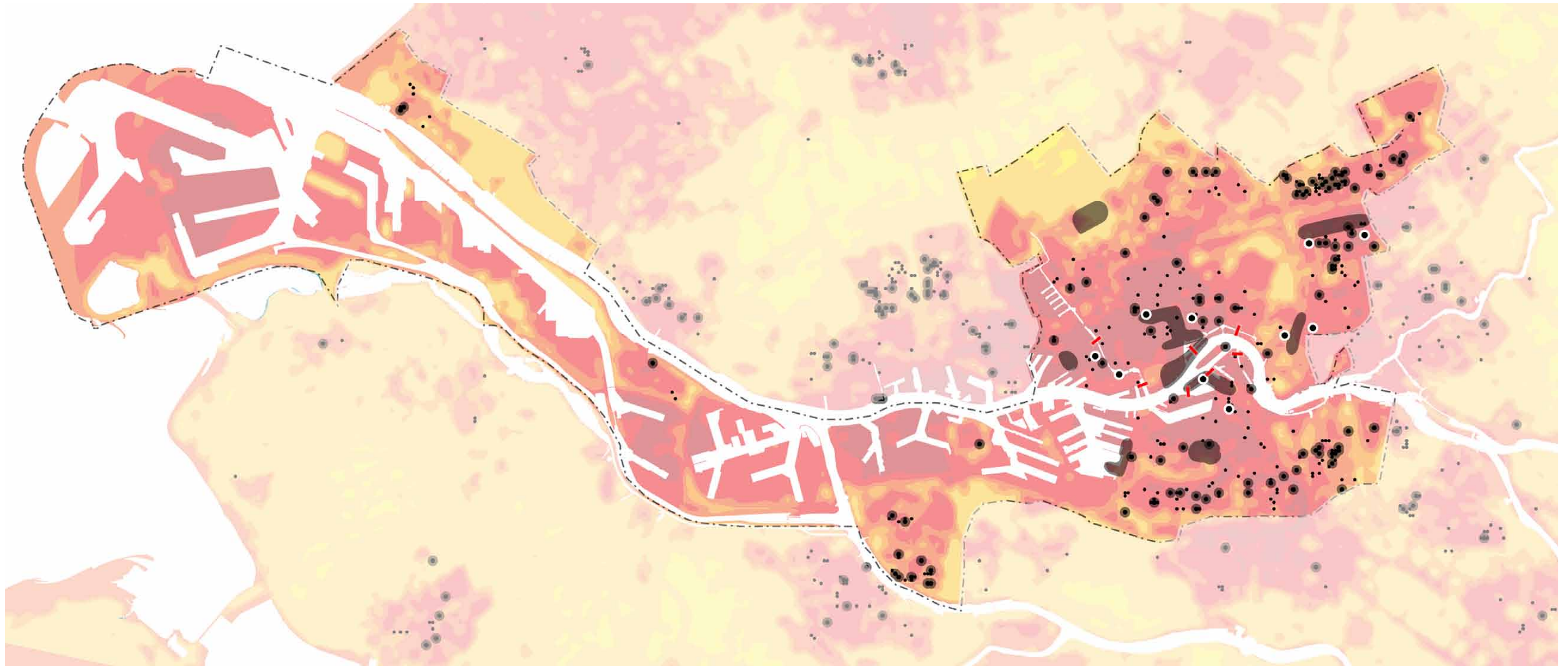
Vitale objecten in het wegennet zoals bruggen die niet meer sluiten of opengaan door de warmte of smeltend asfalt op hoofdwegen kunnen verkeersproblemen veroorzaken in de stad en leiden tot economische schade. De kwetsbaarheid van nutsvoorzieningen, ICT-netwerken en datacentra vereist nadere analyse met de verantwoordelijke stedelijke partners.

Kwetsbare gebieden en risico's

Intensief gebruikte, stenige gebieden met weinig schaduw of groen zijn het meest gevoelig voor hittestress. Ook kwetsbaar zijn de compacte stedelijke werklocaties zoals de binnenstad en concentratiegebieden met kwetsbare groepen mensen en voorzieningen zoals verzorgings- en bejaardencentra. Groenvoorzieningen en in het bijzonder stadsparken met (zwem)water zijn kwetsbaar voor hitte. Tot slot zijn bruggen en hoofdwegen en railinfrastructuur kwetsbaar voor extreme temperaturen, hetgeen van invloed is op de bereikbaarheid van de stad.



Nat houden brug om te voorkomen dat deze door uitzetting niet meer functioneert



Urban Heat Island-effect

aantal dagen met minimale temperatuur > 20°C

bron Klimaatatlas



Risicogroepen en -gebieden

bron Klimaatatlas

concentratiegebied 65+ / ouderen

- > 50 / ha
- >100 / ha
- verzorgingstehuis
- concentratie werkgebieden
- knelpunt beweegbare bruggen

Risicokaart hitte 2050

De risicokaart toont het Urban Heat Island Effect voor 2050. Dit effect versterkt de overlast tijdens hittegolven en heeft invloed op de verblijfskwaliteit in de stad. Een bijzonder kwetsbare groep zijn de ouderen, maar het UHI-effect treft niet alleen mensen. Ook infrastructuur is kwetsbaar

5

De koers voor een klimaatbestendig Rotterdam

Rotterdam blijkt, hoewel kwetsbaar, één van de veiligste deltasteden ter wereld. We hebben de zaken goed op orde. Een lange traditie van het combineren van stadsontwikkeling en maatregelen om ons te beschermen tegen de bedreigingen van het water heeft ons daar gebracht. En daar gaan we mee door. De opgaven zijn niet urgent maar verdienen nu wel aandacht. De stad ontwikkelt zich voortdurend. Dat biedt de kans om mee te groeien en te bewegen met de onzekere veranderingen van het klimaat. Dit vraagt nu om een duidelijke koers en heldere keuzes.

Dit is de kern van de Rotterdamse adaptatiestrategie:

- Wij onderhouden en optimaliseren het robuuste systeem;
- Wij vergroten de veerkracht ervan met adaptieve maatregelen in de hele stedelijke ruimte;
- Wij doen dat in samenwerking met andere partijen en in combinatie met andere veranderingen in de stad (meekoppelen);
- Wij profiteren van de kansen die klimaatadaptatie de stad biedt.

Aanpassen aan klimaatverandering gaat in Rotterdam hand in hand met het versterken van de economie van de stad en het verbeteren van de leefomgeving. Ook zijn er mogelijkheden om langs de weg van klimaatadaptatie bij te dragen aan een betrokken en zorgzame samenleving en het vergroten van de ecologische waarde van de stad.

Het Bellamyplein tijdens de feestelijke opening in 2012. Regenwater in de stad is op dit waterplein zichtbaar en beleefbaar.





5.1 Waterveiligheid buitendijks

De opgave samengevat

Klimaatverandering leidt tot hogere waterstanden op zee en rivieren. Hierdoor neemt de kans op een overstroming toe. Door de hogere ligging van het buitendijks gebied is de inundatie beperkt. De kans op slachtoffers is gering. De gevolgen van een overstroming bestaan vooral uit een toename van de kans op economische schade en milieuschade. Uitval van vitale functies kan zorgen voor een grootschalige ontwrichting van de stad. De Maeslantkering en Hartelkering zullen vaker moeten sluiten. Naast klimaatverandering draagt ook de verdichting van de stad en uitbreiding van de haven in buitendijks gebied ertoe bij dat de gevolgen van een overstroming toenemen.

Kern van de strategie

In het buitendijkse gebied van Rotterdam is de strategie gericht op een combinatie van preventie en adaptatie. Een robuuste bescherming door het ophogen van gronden en het sluiten van stormvloedkeringen bij stormvloed blijft een belangrijke basis voor de waterveiligheid van buitendijkse gebieden.

Deze strategie van 'beschermen' vullen we aan met adaptieve maatregelen die gericht zijn op het vergroten van de veerkracht en die meebewegen met klimaatverandering. We doen dat door het adaptief bouwen en de herontwikkeling van buitendijks onroerend goed, drijvend bouwen en het adaptief inrichten van openbare ruimtes waaronder weg- en nutsinfrastructuur en natuur.

Inwoners en bedrijven hebben in het buitendijks gebied een belangrijke rol. Samen met hen wordt immers de waterveiligheid geborgd. Het actief voorlichten over risico's en maatregelen die men zelf kan nemen, stelt hen in staat om zich voor te bereiden op een overstroming. Ook wordt er gewerkt aan een integraal beleid voor overstromingsrisico in de buitendijkse gebieden.

De adaptieve maatregelen in het buitendijks gebied dragen bij aan een aantrekkelijke stad en haven en een sterke economie. Integratie met ruimtelijke ontwikkelingen in de stad is het uitgangspunt.



Buitendijkse woongebieden zoals de St. Jobshaven zijn aantrekkelijke, gewilde en karaktervolle woonlocaties in Rotterdam

Maatregelen

Optimaliseren van de bescherming via stormvloedkeringen

De Maeslantkering biedt bescherming aan de buitendijkse gebieden van Rotterdam. De werking kan geoptimaliseerd worden, zodat de kans dat de kering onverhoopt niet sluit kleiner wordt. Dat wordt onderzocht naar aanleiding van het Deltaprogramma. Op langere termijn -op z'n vroegst in de tweede helft van de eeuw- kan via het vervangen van de Maeslantkering of het plaatsen van een tweede kering de waterveiligheid buitendijks structureel verbeterd worden.

Adaptief bouwen en inrichten

Een belangrijke maatregel is het adaptief bouwen en inrichten van buitendijks Rotterdam. Een alternatief voor het integraal ophogen van hele gebieden is het lokaal ophogen van terreinen of van kades. Interessante maatregelen zijn ook het 'floodproof' maken van bebouwing en een overstromingsbestendige inrichting van openbare ruimte, bijvoorbeeld met lokale keermuurtjes. Adaptief bouwen doen we ook op het water. Met drijvend bouwen is in Rotterdam inmiddels ervaring opgebouwd. Met floodproof en drijvend bouwen kan de buitendijkse stad de relatie met het water versterken en de dynamiek van de delta ervaarbaar en beleefbaar maken in de stad, zonder in te boeten op de bescherming. Ook de natuur biedt ons goede mogelijkheden voor adaptief inrichten van buitendijks gebied, denk aan

vloedbossen of groene oevers. Belangrijke functies als ziekenhuizen, nutsvoorzieningen en chemische bedrijven worden maximaal beschermd tegen overstroming. Een differentiatie in het beschermingsniveau en daarmee in de bouwwijze per functie is mogelijk.

Robuuste vitale infrastructuur

We houden en maken vitale infrastructuur in buitendijks Rotterdam waterrobuust. Immers, vitale infrastructuur, van elektriciteitscentrales tot aan schakelkastjes, is de basis van een goed functionerende mainport en de leefbaarheid in buitendijks gebied en dient te allen tijde te blijven functioneren, ook na een overstroming. Ook evacuatie routes moeten dan beschikbaar zijn en blijven. Maatregelen zijn bijvoorbeeld het ophogen of lokaal beschermen van vitale infrastructuur.

Risicobewuste bewoners en bedrijven

Bewoners en bedrijven worden gewezen op risico's en mogelijke maatregelen in buitendijks gebied. Structurele informatievoorziening verloopt via brochures en internet (Waterloket). De handelingsmogelijkheden die zij zelf hebben, krijgen daarbij specifieke aandacht. Bij actueel hoogwater worden afzettingen geplaatst, auto's weggesleept en zandzakken beschikbaar gesteld. De inzet van social media en communicatie via smartphones kan hierbij helpen, ook naar tijdelijke bezoekers zoals toeristen en werknemers van bedrijven.

Gebiedsgerichte aanpak

De waterveiligheidsstrategie richt zich door de combinatie van robuuste en adaptieve maatregelen op het hele buitendijks gebied. Dit vereist gebiedsgericht maatwerk: de juiste aanpak op de juiste plek en op het juiste moment! Actueel is het ontwikkelen van een koers voor adaptatie van de Kop van Feijenoord in combinatie met de gebiedsontwikkeling aldaar en voor het Noordereiland. Om waterrobuust in te richten en te bouwen worden nieuwe bouwregels ontwikkeld. De komende jaren bieden de Stadshavens ruimte voor drijvend bouwen (floating communities) met de Rijnhaven als eerste project. En op Heijplaat loopt een pilot voor meerlaagsveiligheid en wordt geëxperimenteerd met klimaatbestendig bouwen in het 'Concept House Village' van de RDM-campus. In het gebied van Merwe-Vierhavens is het combineren van waterveiligheid en ruimtelijke transformatie een goede kans.

Adaptatie in de tijd

Deze strategie voor buitendijks Rotterdam zetten we nu in. We kunnen aan de slag met adaptief bouwen en aanleggen bij herstructurering en nieuwbouw, met de optimalisatie van het functioneren van de Maeslantkering en het robuust maken van vitale infrastructuur. Ook kunnen we aan de slag met communiceren over overstromingsrisico's, verantwoordelijkheden en adaptieve maatregelen aan inwoners en bedrijven en met het toetsen van

ruimtelijke functies op overstromingsrisico's in beleids- en vergunningsprocedures. En er wordt gewerkt aan een integraal beleid voor overstromingsrisico in de buitendijkse gebieden.

Op de middellange en lange termijn zal besloten worden of bestaande gebieden actief beschermd gaan worden middels keringen of omdijkingen. Aanleg van een nieuwe stormvloedkering of vervanging van de oude Maeslantkering speelt niet eerder dan in de tweede helft van deze eeuw.

Meekoppelen

Het aansluiten bij de stedelijke dynamiek van de ontwikkeling van buitendijkse gebieden is uitgangspunt van de Rotterdamse adaptatiestrategie. Meeliften is het devies en dat bespaart op korte en langere termijn kosten. Maatregelen worden doorgevoerd zodra zich de kans voordoet: bij herstructurering of nieuwbouw en bij vervanging of regulier onderhoud van de buitenruimte (wegen, kabels en leidingen). Dit blijkt ook uit de pilot Feijenoord.

Zo zal de herontwikkeling van Stadshavens hand in hand gaan met adaptief bouwen en inrichten. Veel van de adaptieve maatregelen zoals floodproof bouwen en drijvende ontwikkelingen zijn hier effectief en bovendien goed te integreren in ruimtelijke structuur. Ook in bestaande buitendijkse stadswijken kunnen in onderhoudsprogramma's en in projectontwikkeling

adaptieve maatregelen zoals lokaal ophogen en waterbestendig inrichten worden meegekoppeld, bijvoorbeeld in de historische havengebieden als de Kop van Feijenoord.

Samenwerken

De Maeslantkering en het waterrobuust maken van vitale infrastructuur is een verantwoordelijkheid van de beheerders, respectievelijk Rijkswaterstaat en netbeheerders. De gemeente is verantwoordelijk voor de ruimtelijke ordening en maakt vanuit die rol een integraal beleidskader voor buitendijks gebied. Uitvoering van de adaptatiestrategie kan de gemeente alleen doen in coöperatie met andere overheden, private partijen en de inwoners van buitendijks Rotterdam. Voor het havengebied willen we samen met het Havenbedrijf Rotterdam invulling geven aan het buitendijkse beleid.

Ontwikkelaars, woningcorporaties en de gemeente zijn belangrijk voor de borging en praktische uitvoering van het beleid: realiseren van waterbestendige of waterveilige bebouwing en buitenruimte. Met bewoners en bedrijven willen we samenwerken om hun eigen rol, het treffen van schadebeperkende maatregelen voor hun privébezit, goed te kunnen invullen.

Meerwaarde

Het belangrijkste resultaat van deze koers is een veilige woon-, werk- en leefomgeving voor 'waterbewuste' inwoners en bedrijven. Rotterdam is nu al een van de veiligste deltasteden en dat blijft zo, ook in de toekomst. Dit biedt kansen voor de economie van de haven en schept blijvend vertrouwen bij investeerders. Sluiting van de stormvloedkeringen is ook bij geringe toename van de sluitfrequentie in de toekomst geen bedreiging maar juist een belangrijk concurrentievoordeel ten opzichte van andere havens, die veel minder veiligheid kunnen bieden. Adaptief bouwen en meeliften met ruimtelijke ontwikkelingen brengt kostenbesparingen met zich mee.

Floodproof en drijvend bouwen en aantrekkelijke op water gerichte openbare ruimtes voegen nieuwe watergerelateerde stadsmilieus toe aan de stad en versterken de relatie van de stad met het water en de identiteit van deltastad Rotterdam. Het 'bouwen met de natuur' biedt kansen voor het vergroten van getijdennatuur in de stad en vergroot de kwaliteit van de leefomgeving.



Drijvend bouwen is bestand tegen stijgende waterstanden



Concept House Village Heijplaat: floodproof bouwen



Port City Rotterdam: wetproof bouwen



'Building with nature' combineert aantrekkelijke groenvoorziening met verhoging van de waterveiligheid



Voorbeeld

Adaptieve ontwikkelingsstrategieën voor buitendijkse gebieden in Rotterdam

Het doel van de studie is het ontwikkelen van adaptatiestrategieën en bijbehorende maatregelen voor bestaande en nieuw te ontwikkelen woongebieden in de buitendijkse gebieden van Rotterdam.

Wat het project bijzonder maakt

In dit onderzoek is in beeld gebracht met welke ruimtelijke adaptieve maatregelen de kwetsbaarheid voor hoogwater kan worden verkleind. Daarbij wordt gebruikgemaakt van de knikpuntenanalyse. Met deze methode kan systematisch worden onderzocht wanneer en bij welke waterstand adaptieve maatregelen moeten worden ingezet. Afhankelijk van de snelheid van zeespiegelstijging zullen maatregelen eerder of later in de tijd genomen moeten worden. Dit biedt kansen om investeringen voor klimaatadaptatie op het juiste moment te koppelen aan investeringen binnen de gebiedsontwikkeling.

Wie

Gemeente Rotterdam / RCP (P. van Veelen)
Doepel Strijkers Architecten
Deltares
Unesco-IHE
Universiteit van Utrecht
Vrije Universiteit Amsterdam
Arcadis

In opdracht van

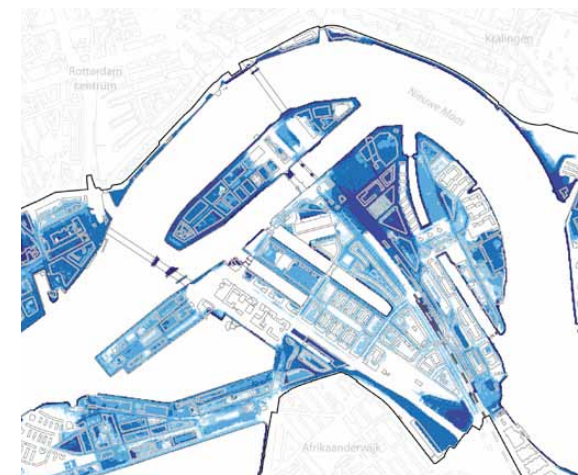
Gemeente Rotterdam en Kennis voor Klimaat

overstromingsdieptes

- 1 - 10 cm
- 10 - 25 cm
- 25 - 50 cm
- 50 - 100 cm
- 100 - 200 cm
- 200 - 550 cm



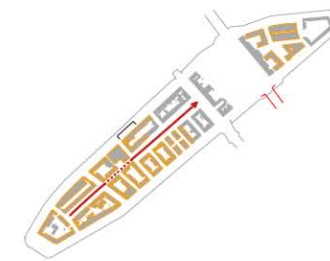
Overstromingsbeeld 2015 bij een herhalingsstijd van 1 x 1.000 (bron: Deltares)



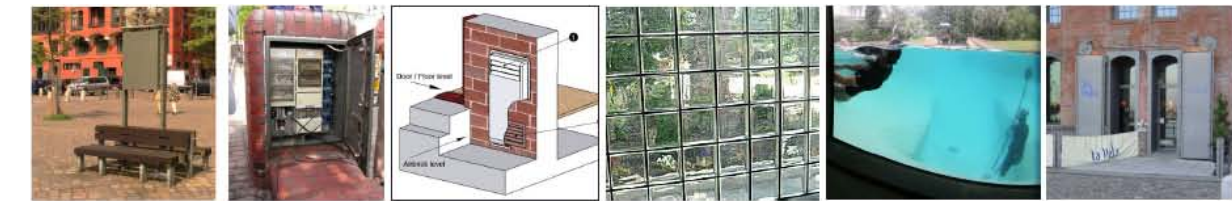
Overstromingsbeeld 2100 met W+ scenario en een herhalingsstijd van 1 x 1.000 (bron: Deltares)

legenda

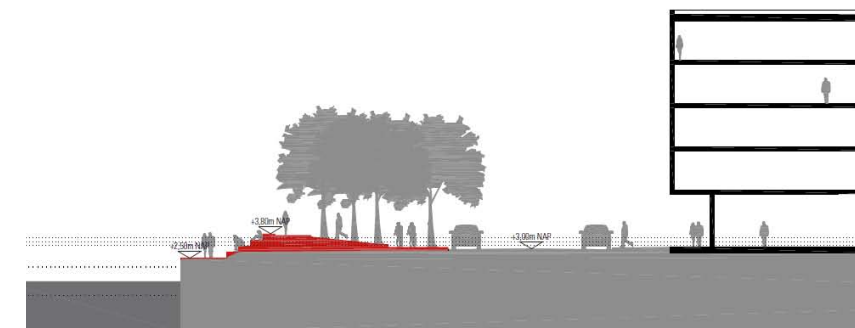
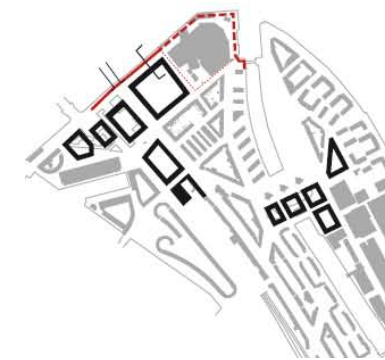
- beschermingsniveau 1:10.000 (3.59m NAP)
- beschermingsniveau 1:1.000 (3.30m NAP)
- beschermingsniveau 1:100 (3.11m NAP)
- bestaande situatie
- nieuwe interventies



Gedifferentieerde opbouw dryproof bouwen, interventie binnen 20-40 jaar



Beschermende keermuur, interventie binnen 65-90 jaar





5.2 Waterveiligheid binnendijks

De opgave samengevat

Klimaatverandering leidt tot hogere waterstanden op zee en rivieren. Hierdoor neemt de druk op de dijken toe en wordt de afgesproken veiligheidsnorm op enkele plaatsen in Rotterdam overschreden. Lokaal zullen de primaire keringen daarom versterkt moeten worden. Een ander gevolg van hogere waterstanden is dat de Maeslantkering vaker moet sluiten bij een ongewijzigd sluitregime (zie 5.1 buitendijks). Droogte en extreme neerslag leiden tot vergroting van de overstromingsrisico's vanuit de regionale keringen.

De toename van het aantal inwoners en van de economische waarden achter de primaire en regionale keringen leidt ook zonder klimaatverandering tot grotere overstromingsrisico's, omdat het aantal slachtoffers en de mogelijke schade van een overstroming toenemen. Het aanscherpen van de veiligheidsnorm is mogelijk noodzakelijk. Lokaal zijn dan maatregelen nodig.

Kern van de strategie

De strategie is gericht op het voorkomen van overstromingen via sterke dijken en bescherming door stormvloedkeringen: preventie boven alles! Wij houden daarom het huidige robuuste waterveiligheidssysteem op orde.

Bij overschrijding van de afgesproken norm is het versterken van de dijk het uitgangspunt. Voor de regionale keringen bestaat er naast sterke dijken ook de mogelijkheid om boezemstelsels af te sluiten bij calamiteiten.

Omdat er in Rotterdam achter de dijk altijd een kans op een overstroming blijft, hoe klein dan ook, is het noodzakelijk om de restrisico's te ondervangen via crisisbeheersing. Dit vereist verbetering van calamiteitenorganisatie.

Maatregelen

Optimaliseren van de bescherming via stormvloedkeringen

De Maeslantkering en de Hollandsche IJsselkering zijn een belangrijke basis voor het beschermen van Rotterdam tegen stormvloed op zee. De kans dat een waterkering niet werkt als het nodig is, is klein maar wel aanwezig. Onderzoek naar het verkleinen van deze faalkans is afgesproken in het Deltaprogramma. Ook het partieel sluiten is een mogelijke maatregel. Op de langere termijn, op z'n vroegst in de tweede helft van de eeuw, kan via vervanging van de Maeslantkering of plaatsing van een tweede kering de bescherming structureel verbeterd worden.

Primaire dijken

De primaire dijken zijn de basis voor het handhaven van het veiligheidsniveau. De dijken zijn een robuust middel om de waarden erachter optimaal te beschermen. Daar waar nu of in de toekomst sprake is van een opgave op de dijk bijvoorbeeld ten gevolge van een hoogtetekort, zullen de primaire keringen daarom versterkt worden. Maatregelen in de ruimtelijke inrichting van de stad (tweede laag) zijn, anders dan in buitendijks gebied, slechts beperkt effectief door de diepe ligging van het binnendijks gebied.

Het versterken van de dijk is ook een ruimtelijke opgave voor de stad. Binnen het dichtbebouwde Rotterdam worden de dijken multifunctioneel ingericht. De waterkering van Rotterdam manifesteert zich als een goed ingepaste en aantrekkelijke structuur in de stad. De herkenbaarheid van dijken in de stad draagt bij aan het verhogen van het risicobewustzijn van bewoners. Multifunctioneel gebruik van de kering mag niet ten koste gaan van goed beheer en onderhoud van de kering en de mogelijkheid tot een eventuele versterking op de lange termijn.

Regionale keringen

Toevoegen van open water, groene daken, waterpleinen en waterbergingen beperken de watertoevoer naar de boezem en vergroten zo de veerkracht van het watersysteem. Deze maatregelen voorkomen de toename van overstromingsrisico's vanuit de boezemstelsels, zoals de Schie en de Rotte. Wanneer zich onverhoopt toch een dijkdoorbraak voordoet, dan kunnen de gevolgen van een overstroming beperkt worden door het lokaal afsluiten van het boezemstelsel, bijvoorbeeld via een compartimenteringskering.

Via dijkbewaking zal de toestand van regionale keringen en vooral van veenkeringen bewaakt worden in periodes van langdurige droogte. Scheurvorming en dergelijke kan daardoor snel worden opgespoord. Preventief nathouden van veenkeringen is eveneens effectief.



De primaire waterkering als een aantrekkelijke groenstructuur met verhoogd fietspad: de Westzeedijk

Versterking van de crisisbeheersing

De overgang naar een overstromingsrisicobenadering en meerlaagse veiligheid in het Deltaprogramma maakt het nodig om de huidige evacuatieplannen te herzien. Crisisbeheersing levert immers een expliciete bijdrage aan het afgesproken veiligheidsniveau. Evacuatie routes en bijvoorbeeld Rotterdam-The Hague Airport als 'emergency airport' verdienen in die context aandacht.

Gebiedsgerichte aanpak

Om aan de huidige veiligheidsnormen van de dijken te blijven voldoen, is nu al dijkverbetering nodig bij Merwe-Vierhavens in de vorm van het aanpassen van de bekleding. Bij Rozenburg en kleine delen van IJsselmonde vindt nog onderzoek plaats. Op de langere termijn is er door hogere maatgevende hoogwaterstanden ook in Hoek van Holland en langs de Maasboulevard een opgave voor dijkversterking. De aanscherping van beschermingsniveaus in het kader van het Deltaprogramma, oftewel de 'nieuwe normering', kan leiden tot extra opgaven voor de dijken van Rotterdam. De exacte locaties, de maatregelen en de termijnen die daarbij horen zijn nog niet bekend.

Op diverse plaatsen in de stad worden maatregelen in het watersysteem genomen die helpen om de overstromingsrisico's vanuit de boezemstelsels te reduceren. Deze maatregelen worden altijd gekoppeld aan de specifieke ruimtelijke opgave ter plaatse.



De primaire waterkering als aantrekkelijk recreatiegroen aan de Maas, de recent heringerichte Boompjes

Adaptatie in de tijd

De snelheid van klimaatverandering bepaalt het moment waarop we maatregelen moeten nemen. Bij een snelle klimaatverandering (W+) zijn tot 2050 dijkversterkingen nodig bij Hoek van Holland, langs de Maasboulevard en in Merwe-Vierhavens. Tot 2100 breiden de versterkingsopgaven zich op dezelfde locaties verder uit over grotere dijktrajecten. Ook komen er nieuwe locaties bij: de Merwe-Vierhavens ter hoogte van Schiedam en Rozenburg. Het aanscherpen van normen kan leiden tot extra opgaven voor de dijk die uiterlijk in 2050 gerealiseerd moeten zijn.

De Maeslantkering is opgewassen tegen een zeespiegelstijging van 50 centimeter. Bij een snel klimaatscenario (W+) kan de Maeslantkering dan tot 2070-2080 mee. Daarna is aanpassing noodzakelijk of de bouw van nieuwe keringen.

Uitvoering van maatregelen in het stedelijk watersysteem vindt nu al plaats en deze dragen per direct bij aan de reductie van overstromingsrisico's vanuit de boezems. Het verbeteren van de crisisbeheersing gebeurt via afspraken in het Deltaprogramma.

Meekoppelen

Het is belangrijk om de planning van de veiligheidsmaatregelen af te stemmen op ruimtelijke plannen of regulier beheer. Dit kan leiden tot het versneld of juist later uitvoeren van plannen. Zo kan bij de transformatie van het Merwe-Vierhavensgebied voorgesorteerd worden op de toekomstige opgaven voor dijkversterking. Dat betekent het naar voren halen van dijkversterking in de tijd. Ook het reguliere onderhoud van de waterkering kan meeliften met andere projecten, bijvoorbeeld met de aanleg van infrastructuur (fietspaden) en groenplannen.

De huidige instrumenten, bijvoorbeeld financieringsarrangementen en toetsingsinstrumenten, houden we tegen het licht om ruimtelijke ontwikkeling en dijkversterking te combineren wanneer de kans zich voordoet, dus ook wanneer de dijk nog niet formeel is afgekeurd.

Samenwerken

Het versterken van dijken en duinen en aanpassingen aan stormvloedkeringen zijn taken van de waterbeheerders: Rijkswaterstaat en waterschappen. Om integraliteit en multifunctioneel ruimtegebruik te bereiken, is samenwerking nodig met de gemeente, corporaties, ontwikkelaars, eigenaren van gebouwen en mogelijk ook met het Havenbedrijf Rotterdam en NGO's. De

Veiligheidsregio heeft de 'lead' waar het gaat om de verbetering van de crisisbeheersing, maar de betrokkenheid van alle overheden (gemeente, provincie, waterschappen, alarmdiensten, leger) is nodig.

Meerwaarde

Net als bij buitendijks is het belangrijkste resultaat een veilige woon-, werk- en leefomgeving voor 'waterbewuste' inwoners en bedrijven. De dijken van Rotterdam zijn een onderdeel van de stad. Bij de opgave van het beheren en waar nodig versterken van de dijk liggen kansen voor het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit -bijvoorbeeld door het vergroenen- en voor stedelijk medegebruik, bijvoorbeeld als recreatieve route. Profijt is ook mogelijk in het combineren van gebiedsontwikkeling met de aanleg van robuuste (klimaat)dijken.

Het is belangrijk om de planning van de dijkversterking af te stemmen op andere ruimtelijke plannen. Meeliften op elkaars plannen bevordert integraliteit, werkt kostenbesparend en werkt innovatie in de hand. Kennis rondom waterveiligheid en adaptief deltamanagement laat zich exporteren naar andere delta's. Rotterdam kan daarin een leidende rol nemen, samen met internationaal georiënteerde bedrijven en kennisinstellingen.



Dakpark Vierhavensstrip biedt bijzondere publieke ruimten en maakt de dijk multifunctioneel



Voorbeeld

Rotterdamse dijkversterking

Een volhoudbare Rotterdamse rivierdijk

De Rotterdamse rivierdijk heeft geen urgente opgave, maar zal op termijn moeten meegroeien met de stijgende zeespiegel. Door goed te analyseren hoe groot de opgave waar is en hoe deze te combineren is met gebiedsplannen en bestaande kwaliteiten, komen interessante meekoppelkansen aan het licht. Bijvoorbeeld in Merwe-Vierhavens, dat als onderdeel van Stadshavens een van de grote transformatieopgaven van Rotterdam voor de komende decennia is. Voor dit gebied wordt een ontwikkelingsperiode verwacht van meer dan veertig jaar. In Merwe-Vierhavens is ook sprake van een dijkverzwaringsopgave. Hier kan bij de transformatie voorgesorteerd worden op de toekomstige opgaven voor dijkversterking. Een drietal mogelijke toekomst wordt geschetst die ieder corresponderen met een andere groeiverwachting en beschikbare financiële middelen.

Wat het project bijzonder maakt

Voorgesteld wordt de dijkversterkingsopgave naar voren te halen in de tijd. Ook het reguliere onderhoud van de waterkering kan meeliften met andere projecten, bijvoorbeeld met de aanleg van infrastructuur (fietspaden) en groenplannen.

Wie

DE URBANISTEN

In opdracht van

Ministerie van Infrastructuur en Milieu,
Deltaprogramma 's Rijnmond-Drechtsteden, Rivieren
en Zuidwestelijke Delta

In het kader van

IABR 2012 (Internationale Architectuur Biënnale
Rotterdam)

Illustratie van drie verschillende manieren onder drie typen economische condities waarbij dijkversterking en gebiedsontwikkeling worden gecombineerd, toegepast op het Merwe-Vierhavengebied



A. STAGNATIE



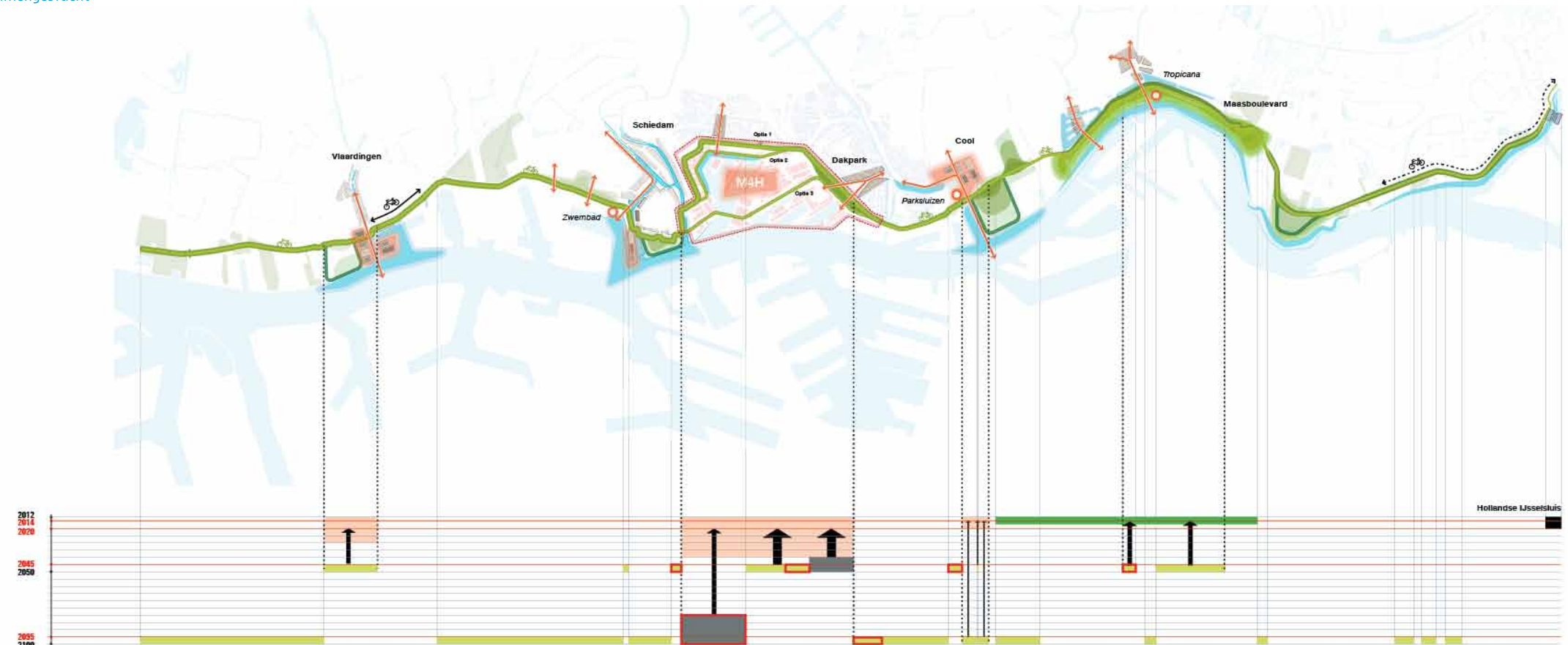
B. GELEIDELIJKE GROEI

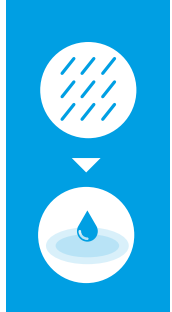


C. GROEISPURT



Strategische interventies in de verstedelijkte band van Dijkkring 14 zuid waarbij de dijkversterking en gebiedsontwikkeling op kansrijke locaties worden samengebracht





5.3 Extreme neerslag

De opgave samengevat

Door de verandering van het klimaat komt extreme neerslag vaker voor en de intensiteit van de buien zal heviger zijn. Daardoor neemt de kans op wateroverlast en schade door overstroming toe. Dit geldt vooral voor gebieden waar nu al een waterbergingsstekort is en de dicht stedelijke gebieden met veel verharding.

De afvoer- en bergingscapaciteit van het stedelijk watersysteem moeten worden aangepast om de toename van extreme neerslag te verwerken. Desondanks neemt de kans toe op buien die het systeem niet aankunnen. De opgave ligt niet alleen op het openbare gebied, maar ook bij de particulieren.

Kern van de strategie

Het motto van het Waterplan 2 staat voorop: 'werken aan water voor een aantrekkelijke, economisch sterke en klimaatbestendige stad'. Dit noemen we de waterbestendige stad. Dit houdt in dat de basis van het systeem op orde is! Het stedelijk watersysteem blijven we goed onderhouden en zodanig verbeteren, dat de stad in de toekomst minder kwetsbaar is voor wateroverlast, bijvoorbeeld door het vergroten van berging en afvoer.

Dit kan alleen door tegelijkertijd het stedelijk watersysteem te ontlasten. We houden het regenwater zoveel mogelijk vast waar het valt en vertragen de afvoer van water lokaal. Dat doen we in de 'haarvaten van de stad'. Het regenwater kan waar nodig gebruikt worden als aanvulling op het grondwater en als watervoorziening van stadsgroen.

Dat is nog niet voldoende. Door het toenemen van kortstondige hevige neerslag moet het stedelijk watersysteem ook veerkrachtiger worden ingericht. Het waterbergend vermogen van de openbare ruimte wordt waar nodig vergroot. Deze waterbestendige openbare ruimte kan tijdelijk water op straat bergen zonder dat daardoor schade ontstaat.

Door overige partijen en vooral de inwoners van Rotterdam voor te lichten en te betrekken worden zij zich bewust van hun eigen verantwoordelijkheden en kunnen zij zelf maatregelen nemen.

Maatregelen

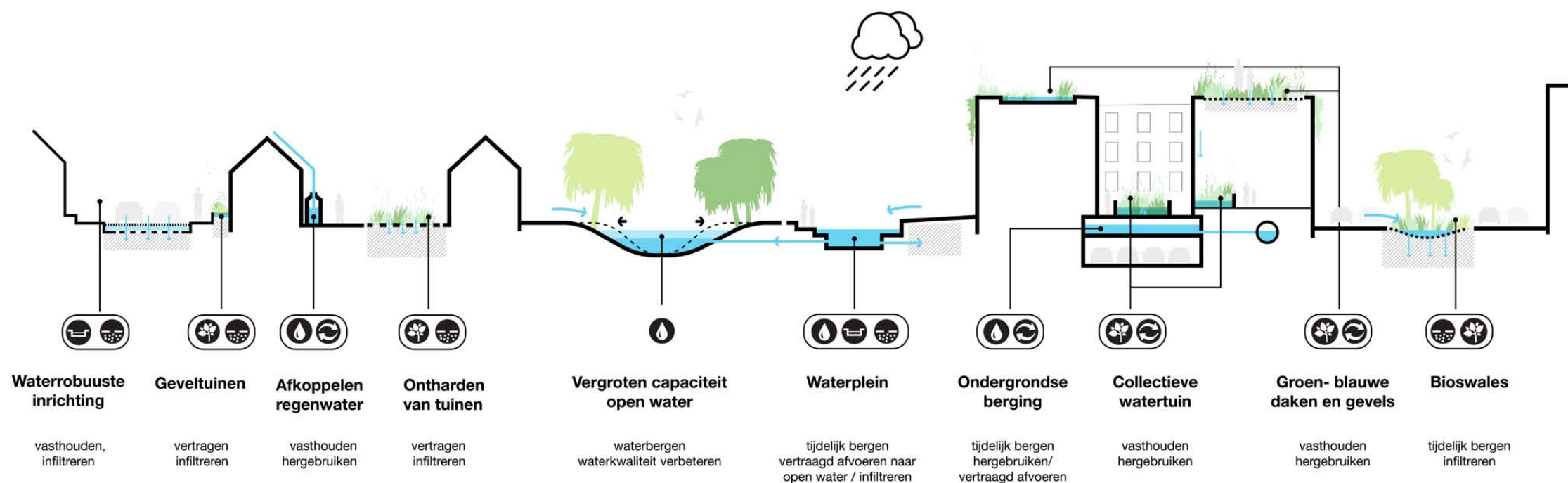
De 'waterbestendige stad' is robuust én veerkrachtig (grijs en groenblauw), hard én zacht. We zetten in op adaptieve maatregelen waarmee het regenwater wordt vastgehouden en vertraagd.

In de openbare ruimte is het ontharden en vergroenen van straten en pleinen een goede maatregel. Bij hoge gebruiksdruk en weinig ruimte zijn waterpleinen een aantrekkelijke oplossing. In lineaire ruimte van straten en wegen kunnen infiltrerende groenvoorzieningen (bioswales) een passende maatregel zijn, evenals het toepassen van waterpasserende verharding.

Ook binnen het privédomein zijn adaptieve maatregelen te nemen. Ervaring hebben we al met groene daken in de stad. Ook 'blauwe daken' zijn mogelijk en te combineren met hergebruik van regenwater binnen het gebouw. Het ontharden van tuinen onder het motto Tegel eruit, Groen erin en de aanleg van geveltuinen (Greenteam) wordt gestimuleerd.

In kwetsbare gebieden gaan we uit van een waterrobuuste inrichting van gebouwen en openbare ruimte. Zo passen we de openbare ruimte aan zodat daarin regenwater kan worden geborgen, bijvoorbeeld in slimme straatprofielen. Bij een blijvend risico op schade worden de gebouweigenaren hierover ingelicht en wordt handelingsperspectief geboden, zoals het verhogen van dorpels, voorzieningen voor schotten of zandzakken.

Tegelijk houden wij de basis van het systeem robuust en op orde. Dit betekent in de eerste plaats het realiseren van extra oppervlaktewater waar dat nodig en mogelijk is. Bij beperkte ruimte is de aanleg van ondergrondse waterbergingen in combinatie met andere werken mogelijk, zoals onder het Kruisplein. Tot slot kan gedacht worden aan het verruimen van de afvoercapaciteit van het systeem, bijvoorbeeld door bovengrondse afvoer van regenwater.



De Westersingel kan extra water bergen op het verlaagde beeldenterras

Gebiedsgerichte aanpak

De maatregelen verschillen per gebied en zijn afhankelijk van de specifieke kenmerken zoals de verhouding tussen verharding, water en groen, de grondslag, de grondwaterstand, het type rioolstelsel en uiteraard het functioneren van het watersysteem.

In het dichtbebouwde stedelijke gebied is de druk op de openbare ruimte en ondergrond zeer hoog en is er erg weinig ruimte beschikbaar. Hier leggen we de focus op het zoeken naar combinaties zoals ondergrondse waterbergingen (Museumpark en Kruisplein) en waterpleinen. Ook groene en blauwe daken, het ontharden en vergroenen van straten en pleinen en een waterbestendige inrichting dragen bij aan de veerkracht. De naoorlogse stadwijken lenen zich beter voor het realiseren van meer open water in de vorm van singels en plassen. In de wijken is er wellicht ruimte voor oplossingen als wadi's.

Hoofdwegen, tunnels en stations, ziekenhuizen en zorginstellingen, winkelgebieden met een regionale functie en bedrijfsterrains met een bovenlokale functie krijgen in de toekomst een hoger beschermingsniveau tegen wateroverlast door extreme neerslag en daarmee prioriteit. Het gaat hierbij zowel om bereikbaarheid als het voorkomen van schade.



Tijdelijke waterberging onder het Kleinpolderplein

Adaptatie in de tijd

De adaptatiestrategie voor extreme neerslag en bijbehorende maatregelen zijn geborgd in het Waterplan 2 en het Gemeentelijke Rioleringsplan. Rotterdam is al begonnen met het uitvoeren van 'no regret'-maatregelen, zoals de aanleg van waterpleinen, groene daken, ondergrondse waterbergingen, infiltratievoorzieningen (Johan Idaplein en Centraal Station) en de Blauwe Verbinding. Met de campagne Tegel eruit, Groen erin wil de gemeente de bewoners betrekken bij klimaatadaptatie en hen stimuleren om hun tuinen te ontharden.

Meekoppelen

We benutten zoveel als kan de mogelijkheden voor het realiseren van waterberging in combinatie met gebiedsontwikkeling. Tegelijkertijd zetten we meer en meer in op het meekoppelen aan de bestaande onderhoudsprogramma's voor wegen, groen en riolering. Ook andere programma's als 'kindvriendelijke wijken' en 'groene schoolpleinen' bieden kansen. Daarmee maken we de stad in de haarvaten van het systeem in de tijd geleidelijk steeds groener en waterbestendiger.

Door gebruik te maken van visuele modelinstrumentarium (3Di) kunnen we beter inzicht krijgen in de kwetsbare plekken in de openbare ruimte en passende maatregelen ontwerpen en uitvoeren. Door toepassen van deze instrumenten kan ook de prioriteit in de tijd worden bepaald.



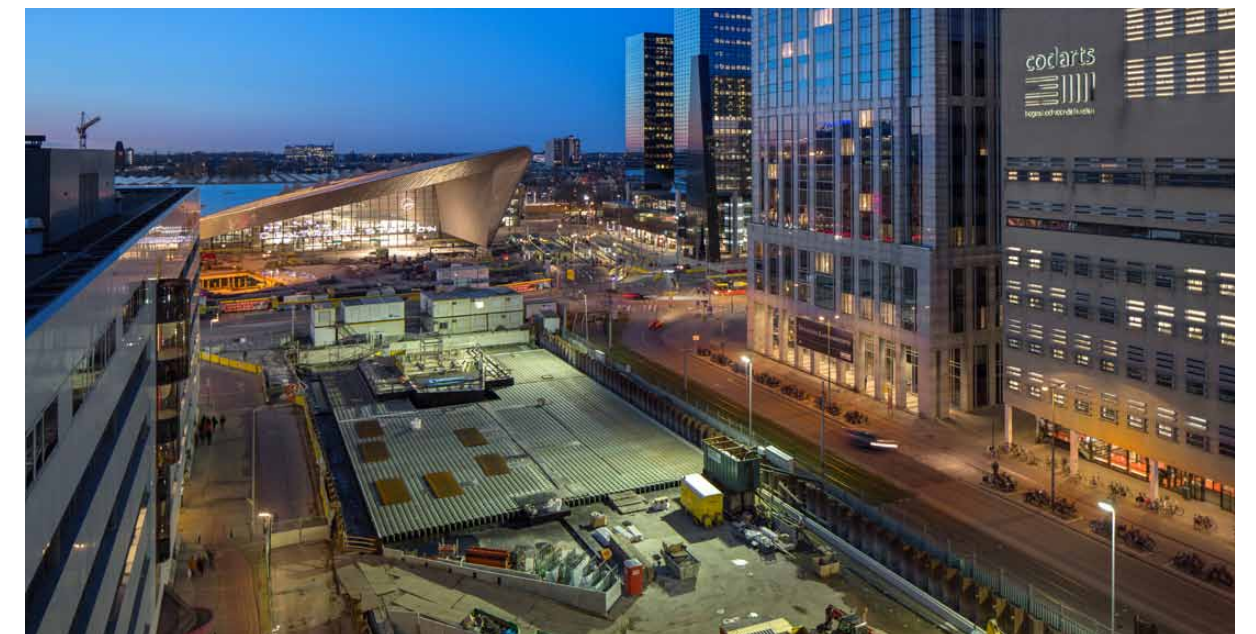
Waterberging middels aanleg van de Willem Alexander roeibaan

Samenwerken

Het realiseren van de waterbestendige stad is maatwerk en vraagt binnen de gemeente en de waterschappen om een intensieve samenwerking tussen de watermanagers, ruimtelijk ontwerpers en beheerders. Het werken in de 'ruimte van de stad' betekent dat andere partijen zoals woningcorporaties, projectontwikkelaars en vooral ook bewoners bijdragen. Door actieve en gerichte communicatie wordt gewerkt aan bewustwording en betrokkenheid. Iedereen kan bijdragen aan de waterbestendige stad. Campagnes zoals de Groene Dak-infodagen, the Green Team en de campagne Tegel eruit, Groen erin dragen dit uit en worden in de toekomst uitgebreid.

Meerwaarde voor de stad

Meerwaarde voor de stad is in de eerste plaats een aantrekkelijke en groenblauwe leefomgeving waar op een duurzame manier met regenwater wordt omgegaan. Het grootschalig toepassen van kleinschalige maatregelen in de haarvaten van het systeem gekoppeld aan de onderhouds- en vervangingsprogramma's beperkt en spreidt de extra investeringen. Zo maken we de stad langzaam aan zachter, groener en veerkrachtiger.



Waterberging onder het Kruisplein in aanleg

Rotterdam is een stad waar innovatieve oplossingen voor regenwater in stedelijk gebied ook daadwerkelijk gerealiseerd worden. Dit vormt een voedingsbodemp voor kennisontwikkeling en voor kennisexport. Experimenten met 'water in de stad' versterken het internationale imago van Rotterdam als vooruitstrevende deltatad. De Rotterdamse waterpleinen zijn daarvoor exemplarisch.

Ook zien we meerwaarde door blauwgroene adaptatie voor de biodiversiteit van de stad. Van de grote schaal van de Blauwe Verbinding via groene speelplaatsen tot de kleine schaal van 'regentuinen' en groene gevels en daken.

Dankzij maatregelen als het vergroenen van straten en pleinen, waterpleinen en het ontharden van de omgeving van de woning liggen er veel kansen voor het vergroten van de betrokkenheid van Rotterdammers met de stad en vooral met hun directe (woon)omgeving. Hier kunnen zij ook zelf actief bijdragen. Dat vergroot ook de contacten tussen Rotterdammers onderling.



Voorbeeld

Waterplein Benthemplein

Op het Benthemplein wordt het Rotterdamse voorbeeld van een groot en multifunctioneel waterplein gerealiseerd. Dit waterplein combineert regenopvang met een bijzondere openbare ruimte. Het ontwerp is totstandgekomen in een intensief participatietraject met partijen rondom het Benthemplein: de onderwijsinstellingen Zadkine en Grafisch Lyceum, een kerkgemeenschap, het jeugdtheater, de sportschool en omwonenden.

Wat het project bijzonder maakt

In drie workshops zijn mogelijke toepassingen en gewenste sferen besproken alsmede de vraag hoe het regenwater het plein kan beïnvloeden. Het enthousiasme van de deelnemers heeft geleid tot een ontwerp waarin waterberging is vormgegeven in mogelijkheden voor sport en spelplezier. Het waterplein is een innovatieve oplossing om wateroverlast te voorkomen, het riool te ontlasten, de waterkwaliteit en vooral om de leefomgeving in de stad te verbeteren.

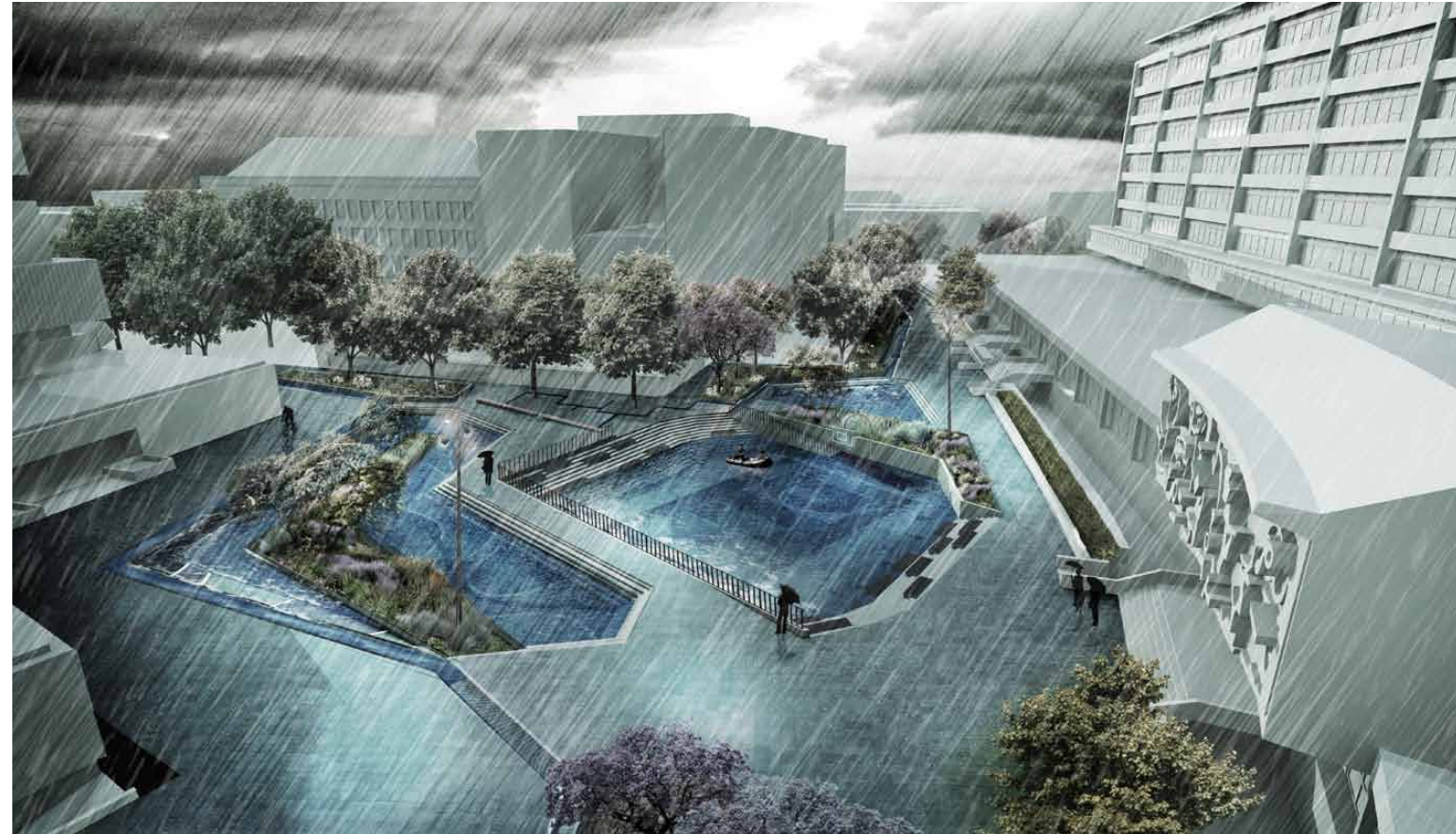
Wie

DE URBANISTEN
Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam

In opdracht van

Gemeente Rotterdam en Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard

Met financiële ondersteuning van: ministerie van Infrastructuur en Milieu, Mooi Nederland, Europese Unie, Interreg IV



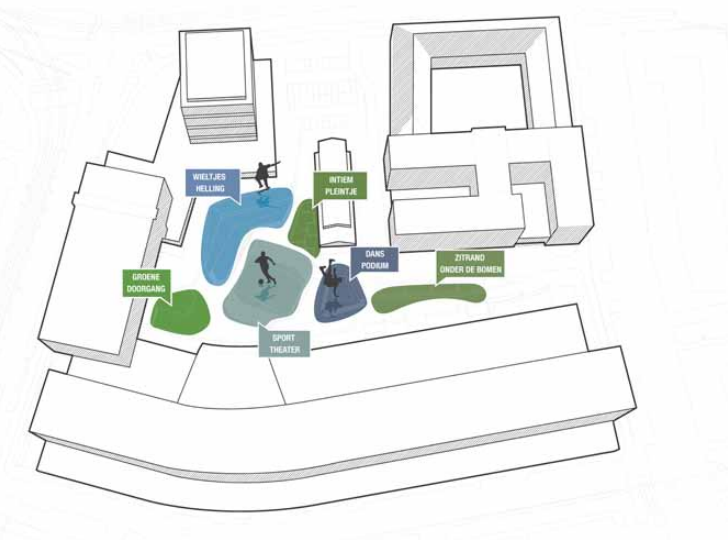
Het waterplein Benthemplein als tijdelijke waterberging, impressie van de situatie bij een wolkbreuk



Het Benthemplein na een bui



Het Benthemplein op een zonnige dag



Een plein dat is ingericht op verschillende sferen en gebruiksmogelijkheden



Het ontwerp kwam tot stand in een intensief participatieproces met alle stakeholders



5.4 Droogte

De opgave samengevat

Langere periodes van droogte en neerslagtekort in de bodem hebben invloed op de grondwaterstand en kunnen daarnaast leiden tot lagere waterstanden op de rivier. Lagere grondwaterstanden hebben gevolgen voor het uitdrogen van de veenbodem en het inklinken van de bodem. Dit is weer een risico voor houten paalfunderingen bij droogval. Daarnaast kan uitdroging leiden tot het afschuiven van veedijken en tot droogteschade aan stedelijk groen. Klimaatverandering kan deze risico's vergroten.

Door lagere waterstanden op de rivieren dringt de zouttong dieper door landinwaarts. Een direct gevolg is dat de kwaliteit van het ingelaten water in Rotterdam afneemt of het water niet kan worden ingenomen, wat kan leiden tot afname van de waterkwaliteit in de stad en schade aan flora en fauna. Voor de scheepvaart zijn de lagere rivierwaterstanden door de verminderde diepgang een belemmering van het economisch verkeer.

Kern van de strategie

Een robuust én veerkrachtig watersysteem

Om de stad minder kwetsbaar te maken voor de effecten van droogte en neerslagtekort zet Rotterdam in op het zoveel mogelijk vasthouden en aanvullen van het (grond)water. Daarvoor onderhouden en versterken we het huidige robuuste watersysteem, bijvoorbeeld door het vergroten van de ruimte voor water in sloten, singels, vaarten en plassen, alsmede door peilbeheer en doorspoeling met kwalitatief goed water. Zo zorgen we ervoor dat het watersysteem tegen een stootje kan en niet te snel uit evenwicht raakt bij langere periodes van droogte.

Bovendien vergroten we de veerkracht van het watersysteem met adaptieve maatregelen tegen verdroging. We benutten daarvoor de 'ruimte van de stad', bijvoorbeeld door het vergroten van de infiltratiecapaciteit en het vasthouden van regenwater waar het valt, in de haarvaten van de stad. Zo kan de gevoeligheid van bodem, vegetatie en funderingen voor verdroging verder verkleind worden.

Bovenstaande strategie zorgt er bovendien voor dat het watersysteem van de stad en de flora en fauna die daarvan afhankelijk zijn, minder kwetsbaar zijn voor de gevolgen van verzilting van rivierwater en de beperkte inlaat van zoetwater bij langdurige droogte en lage rivierwaterstanden.

Tot slot is het belangrijk om de meest risicovolle gebieden, bijvoorbeeld de veedijken en gebieden waar aanzienlijke schade kan ontstaan door verdroging, in beeld te brengen en te 'monitoren', om maatregelen tijdig te kunnen nemen. Gericht langetermijnonderzoek op het schaalniveau van stadswijken blijft noodzakelijk.

Maatregelen

Veel van de maatregelen die effectief zijn tegen lage grondwaterstanden en uitdroging maken deel uit van het repertoire van de 'waterbestendige' stad; de basis -het huidige watersysteem op orde- en adaptieve maatregelen die het water lokaal vasthouden en vertragen.

Een effectieve robuuste maatregel is het realiseren van extra oppervlaktewater in de stad waar dat mogelijk en nodig is. Te denken is aan het vergroten en nieuw aanleggen van plassen, singels, vaarten en sloten. Op de schaal van de stad kan dit door het uitbouwen en aanleggen van groenblauwe netwerken, bijvoorbeeld op Zuid. We spreken ook wel over het inrichten van 'klimaatbuffers' die gevoed kunnen worden door regionale waterverbindingen. Het verruimen van de mogelijkheden tot doorspoelen is een andere robuuste maatregel.

Adaptieve maatregelen maken het systeem veerkrachtiger en minder kwetsbaar voor periodes van droogte. Hierbij kunnen we gebruikmaken van maatregelen als het vergroenen en ontharden van de stad. Dat kan gebeuren op de kleine schaal van het gebouw, de tuin of de straat. Dit draagt direct bij aan het vergroten van de infiltratiecapaciteit van de bodem; 'de stad als spons'.

Te denken valt aan het aanleggen van 'raingardens' en geveltuinten in het privédoel. In de openbare ruimte komen lineaire infiltrerende groenvoorzieningen als 'sidewalk planters' en 'bioswales' in aanmerking als effectieve maatregelen. Ook waterpleinen kunnen in combinatie met infiltratievoorzieningen een bijdrage leveren. In straten is waterpasserende bestrating een goede oplossing. Het irrigeren en besproeien van vegetatie in periodes van droogte tot slot is te beschouwen als een weinig duurzame maar soms onvermijdelijke noodmaatregel. En op de lange termijn is het gebruik van minder gevoelige flora in de stad een mogelijke maatregel.

Een belangrijk voordeel van vrijwel al de bovengenoemde maatregelen is de gecombineerde bijdrage aan de verminderde kwetsbaarheid van de stad tegen klimaatadaptatie in de breedte (neerslag, droogte, hitte).

Bij de belemmering voor de scheepvaart door lagere rivierwaterstanden ten slotte passen maatregelen als het tijdelijk overstappen op andere vervoerswijzen en het varen met lagere belading.



Extra oppervlaktewater aan de Tjalklaan



Meer oppervlaktewater in het Zuiderpark



Extra oppervlaktewater in de vorm van een nieuwe singel



Community gardens creëren extra infiltratieruimte in de stad

Maatwerk per gebied

De kwetsbaarheid en de risico's voor verdroging verschillen per gebied in de stad. In stedelijke gebieden met relatief veel verharding en weinig water en groen is het risico groter, bijvoorbeeld het centrum van Rotterdam en 19^e-eeuwse stadswijken. Hier zijn bovengenoemde maatregelen effectief. Dat geldt ook voor gebieden met een bodem die gevoelig is voor droogte (klink) en gebieden met houten paalfunderingen. Voor veendijken is naast het peilbeheer van het water ook het monitoren een passende maatregel.

Adaptatie in de tijd

Het effect van klimaatverandering is lastig te isoleren van andere oorzaken van lage grondwaterstanden in de stad. De invloed van de inrichting en fysieke gesteldheid van de ondergrond op de grondwaterhuishouding is alleen op lokale schaal te bepalen. Het vaststellen van het klimaateffect kan uitsluitend met zeer gericht en langdurig onderzoek. Echter, veel van de adaptieve maatregelen in de (openbare) ruimte van de stad zijn 'no regret'-maatregelen die nu al genomen worden.

Meekoppelen

Zowel bij het onderhouden en verbeteren van het watersysteem als bij meer adaptieve maatregelen die de capaciteit in de haarvaten vergroten, is het belangrijk om mee te bewegen met het 'ritme van de stad' en aan te haken bij andere programma's en initiatieven. Te denken valt aan 'groene schoolpleinen', aan initiatieven voor stadslandbouw en voor ontharding van de straat door buurtbewoners. Maar ook de cyclus van onderhoud en beheer van wegen en groen biedt kansen om mee te koppelen.

Samenwerken

Rotterdam en de waterschappen hebben een primaire verantwoordelijkheid voor het watersysteem. Het realiseren van de waterbestendige stad is maatwerk en vraagt dus om een intensieve samenwerking tussen de beide organisaties. Adaptieve maatregelen bieden kans op een actieve participatie van burgers, bedrijven en organisaties, bijvoorbeeld bij het vergroenen van de directe leefomgeving of bij de aanleg van waterpleinen. De ontwikkeling van groenblauwe netwerken en klimaatbuffers gebeurt al in samenwerking met onder andere natuurorganisaties als WNF en ARK.

Meerwaarde

Bewoners, bedrijven en bezoekers kunnen profiteren van de versterking van het groenblauwe netwerk van Rotterdam, zowel in de directe leefomgeving van huis en buurt (groene haarvaten) als in de stad (waterpartijen, groenblauw netwerk). De maatregelen kunnen bovendien een aantrekkelijke context zijn voor transformatie van bestaande stad.

Er is ook economisch profijt. In de eerste plaats door het voorkomen van schade aan bijvoorbeeld private gebouwen en aan flora en fauna in de stad. Ook is er mogelijk een besparing op onderhoud en ophogen van openbare ruimtes. Daarnaast is er een mogelijke waardeverhoging van vastgoed in relatie tot de kwaliteitsverbetering van groen en water in de stad.

Voor de kleine maatregelen als groene adaptatie in de buurt kan de betrokkenheid van Rotterdammers met hun leefomgeving vergroten en het onderling contact tussen mensen verbeteren. De ecologische meerwaarde zit hem vooral in het onderhouden en waar mogelijk vergroten van de ecologische kwaliteiten van de stad en een rijkere biodiversiteit. De Blauwe Verbinding is hier exemplarisch.



Tegel eruit, groen erin



...een actie die in verschillende vormen in de stad terug te vinden is



Tegel eruit, groen erin



Voorbeeld

Blauwe Verbinding

In 2012 startte de aanleg van de Blauwe Verbinding, een groenblauwe verbinding tussen het Zuiderpark in Rotterdam, het toekomstige landschapspark het Buitenland van Rhoon en de Zuidpolder in Barendrecht. Het gaat om een recreatieve bevaarbare route die ook zorgt voor schoon water in het gebied, die functioneert als waterberging én die tevens een ecologische verbinding maakt tussen de verschillende groengebieden. De vaarroute zal de leefbaarheid aanzienlijk verbeteren. Het project heeft een looptijd van tien jaar en wordt in zes deelprojecten uitgevoerd.

Wat het project bijzonder maakt

Acht betrokken overheidsorganisaties hebben zich door een inspanningsverplichting verbonden aan het plan. Dat maakt de Blauwe Verbinding tot een breed gedragen plan. De schaal van het project maakt dat het bijzonder effectief kan zijn in het weerbaar maken van het watersysteem tegen langere periodes van droogte.

Wie

Deelgemeente Charlois, Gemeente Rotterdam
Gemeente Albrandswaard
Gemeente Barendrecht
Provincie Zuid-holland
Recreatieschap IJsselmonde
Stadsregio Rotterdam
Waterschap Hollandse Delta in samenwerking met
Rijkswaterstaat
Het Wereld Natuur Fonds
ANWB
Nederlandse Kanovereniging

In opdracht van

Gemeente Rotterdam



Artist impression van het tracé van de Blauwe Verbinding (bron: flyer Zoetwaterbuffer IJsselmonde, juni 2012)



De Blauwe Verbinding creëert een aantrekkelijke woonomgeving en plek voor recreatie



5.5 Hitte

De opgave samengevat

Door de klimaatverandering zullen perioden met hoge temperaturen vaker optreden en langer duren. Het Urban Heat Island-effect vergroot het effect van hitte in de stad. De belangrijkste gevolgen van de opwarming in de zomer zijn gezondheidsproblemen en oversterfte, de afname van het thermisch comfort in de binnen- en buitenomgeving, een hoger energieverbruik, een lagere arbeidsproductiviteit, afname van de luchtkwaliteit, afname van de waterkwaliteit en biodiversiteit en fysieke gevolgen voor infrastructuur. De opgave is het verminderen van de kwetsbaarheid van de stad en haar inwoners voor hittestress.

Kern van de strategie

Ook met klimaatverandering is Rotterdam een stad met een aangenaam en gezond stadsklimaat, zowel buiten in de openbare ruimte als binnen in gebouwen. Met een aangenaam stadsklimaat bedoelen we dat in de stedelijke buitenruimte voldoende mogelijkheden zijn om verkoeling te vinden, bijvoorbeeld in de vorm van schaduwrijke plekken of water.

De vergroening van de stad en dan vooral in de versteende, dichtbebouwde stadsdelen is de kern van de strategie. We doen dat op alle schaalniveaus in de stad, van stoep tot stadspark. Daar waar het vergroenen van de stad niet mogelijk is, nemen we andere adaptatiemaatregelen mee in inrichtings- en onderhoudsplannen. Tegelijkertijd benutten we de kansen van een opwarmende stad. Vergroening leidt tot

een aantrekkelijke leefomgeving, een rijkere biodiversiteit in de stad en bedrijvigheid op het gebied van recreatie en toerisme, wat goed is voor de stedelijke economie.

Wonen en werken in gebouwen die koel kunnen blijven, ook als er een hittegolf is, is belangrijk voor gezondheid en welzijn. Er wordt ingezet op een grotere hittebestendigheid van bestaande gebouwen door eigenaren te stimuleren en te adviseren bij investeringen. Bij onderhoudsinvesteringen kunnen energiezuinige keuzes worden gemaakt die het binnenklimaat van gebouwen bij hitte aangenaam houden. En bij nieuwe bouwplannen wordt erop ingezet dat hittebestendigheid vanaf de ontwerpfase wordt meegenomen.

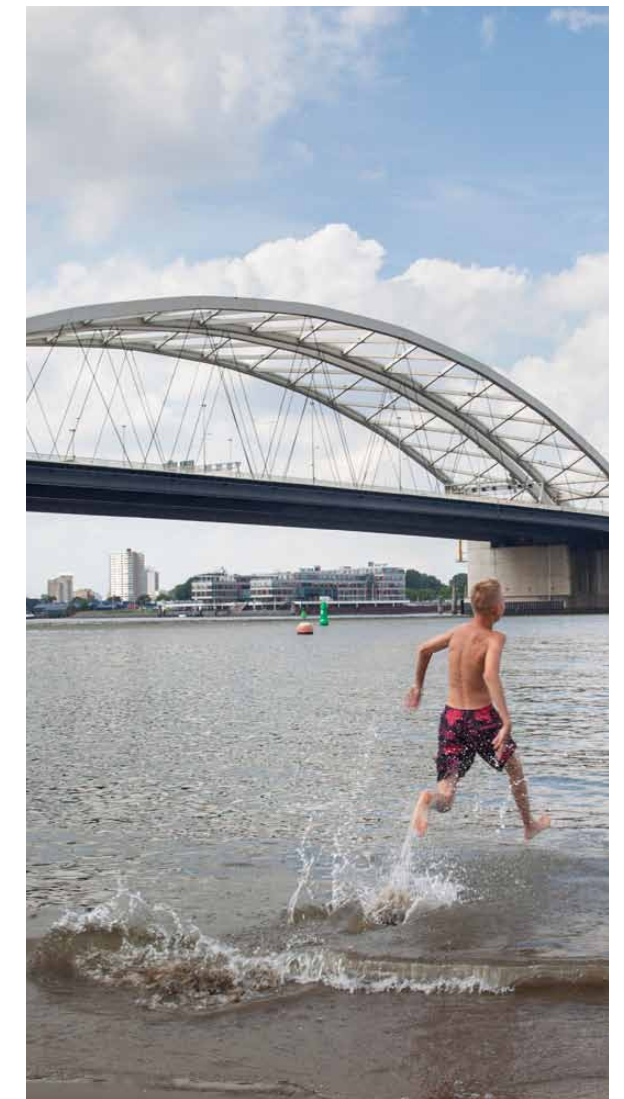
De effecten van hete periodes op het stadsklimaat en de gevolgen daarvan voor mensen, planten en dieren worden blijvend opgenomen en gevolgd. Op basis van metingen en onderzoek naar effecten op de gezondheid van Rotterdammers van hete periodes worden aanvullende acties bepaald.



Afkoelen op het evenemententerrein in het Museumpark



Verkoeling onder de bomen van het Zuiderpark



Afkoelen in de Maas

Maatregelen

De aanpak richt zich op twee elementen. Allereerst gaat het om het treffen van adaptieve maatregelen die zijn gericht op het aanpassen van de fysieke inrichting van de stad aan hitte(stress). Een goed voorbeeld hiervan is het vergroenen van de stad. Daarnaast worden burgers en bedrijven en vooral specifieke doelgroepen als ouderen bewust gemaakt van de risico's van extreme hitte. Ook weten zij wat ze zelf kunnen bijdragen aan een gezond en prettig woon- en werkklimaat tijdens hete periodes.

Het groen in de stad heeft een hittebeperkend effect, bijvoorbeeld door schaduw en verdamping. Het vergroenen en ontharden van de stad is een adaptieve maatregel die voor meerdere klimaatopgaven effectief is en die bovendien bijdraagt aan een aantrekkelijke leefomgeving. Te denken valt in de private omgeving aan maatregelen als groene daken en gevels, groene binnenterreinen en tuinen. In de openbare ruimte is er een rijk palet aan maatregelen voorstelbaar. Van het planten van meer bomen op straat en het groen inrichten van infrastructuur (boulevards, kades, fiets en wandelroutes) tot het goed beheren en uitbreiden van parken en groengordels, zoals de Blauwe

Verbinding. Van de aanleg van groene schoolpleinen en natuurspeeltuinen tot het 'bouwen met de natuur' in buitendijks Rotterdam. Een andere adaptieve maatregel, is het toepassen van materialen in de openbare ruimte met hoge reflectiewaarden. En tot slot, het toevoegen van bewegend water (fontein) geeft een verkoelend effect en is altijd aantrekkelijk.

Bij het hittebestendig maken van gebouwen kan gedacht worden aan maatregelen als witte en groene daken, goede mogelijkheden om ramen te openen, zonwering die de zonnestraling in de zomer beperkt, het toepassen van horren en het situeren van slaapkamers aan de noordzijde en niet op de bovenverdieping.

Tot slot willen we de Rotterdammers goed voorlichten over hittestress en de gevolgen voor welzijn en gezondheid. Dit biedt de mogelijkheid aan Rotterdammers om zelf maatregelen te nemen. Dat maakt Rotterdammers bewust en weerbaar tijdens een hittegolf zodat ze hun gedrag tijdens een hittegolf weten aan te passen.



Vergroenen van het Binnenwegplein



Groene gevel Sint Jacobsplaats

Gebiedsgerichte aanpak

De focus ligt op maatregelen in de wijken, buurten, straten en gebouwen die het meest kwetsbaar zijn voor hitte. Het betreft gebieden waar sprake is van veel verharding, een hoge bouwdichtheid en weinig groen, bijvoorbeeld de binnenstad. Ook kwetsbare gebouwen en een grote aanwezigheid van kwetsbare groepen met weinig middelen vragen bijzondere aandacht. Bij de herontwikkeling van vastgoed is de aandacht vooral gericht op gebouwen met een lage isolatiegraad.

Adaptatie in de tijd

Nu al zetten we voorlichting in op momenten dat er periodes van langdurige warmte worden verwacht. Ook nemen we nu al fysieke maatregelen in stedelijk gebied waar mogelijk. Daarbij wordt waar dat kan aangehaakt bij lopende initiatieven voor vergroening van de stad door gemeente en particulieren. Ook is meekoppelen mogelijk met cycli van beheer en onderhoud in de openbare ruimte (nuts- en infrastructuur). Tot slot kan aangehaakt worden bij private herontwikkeling en renovatie van gebouwen, bij bouwplannen en bij gebiedsontwikkeling. En natuurlijk worden de huidige groenstructuren gekoesterd.

Samenwerken

Bij het verminderen van de kwetsbaarheid van stad en burgers bij hitte werkt Rotterdam samen met burgers, werkgevers, kennisinstellingen, woningcorporaties en andere gebouw- en terreineigenaren en stakeholders uit de gezondheidszorg aan een hittebestendige stad.

Meerwaarde voor de stad

Aanpassen aan hitte in de stad vergroot het welzijn en persoonlijk welbevinden van de Rotterdammers. Het verbetert het thermisch comfort in huis, op de werkplek en in de openbare ruimte. Bovendien dragen veel maatregelen bij aan een aantrekkelijke groene en 'coole' stad en een comfortabele leefomgeving. We zien ook economische kansen bijvoorbeeld voor ondernemers gericht op toerisme en recreatie. Indirect is er profijt van een hogere arbeidsproductiviteit en lagere energiekosten. Ook kan Rotterdam profiteren van kennisontwikkeling van verandering in het stadsklimaat en de meest effectieve maatregelen.



Groene daken brengen verkoeling in de dichtbebouwde stad





Voorbeeld

Rotterdammers maken de stad

De studie 'Rotterdammers maken de stad' onderzoekt op welke wijze de binnenstad van Rotterdam op duurzame wijze verder verdicht kan worden. Rotterdam wil meer inwoners en bezoekers in het centrum krijgen en zal daarvoor het leefklimaat in de stad verder moeten verbeteren. Uit onderzoek blijkt dat een aantrekkelijke openbare ruimte, waarvan 'groen' een essentieel onderdeel is, een belangrijke voorwaarde is voor stedelijk leven in de dagelijkse woon- en werkomgeving en vrijetijdsbesteding. De studie bevat zeven vergroeningsstrategieën die bij kunnen dragen aan het tegengaan van het Urban Heat Island-effect.

Wat het project bijzonder maakt

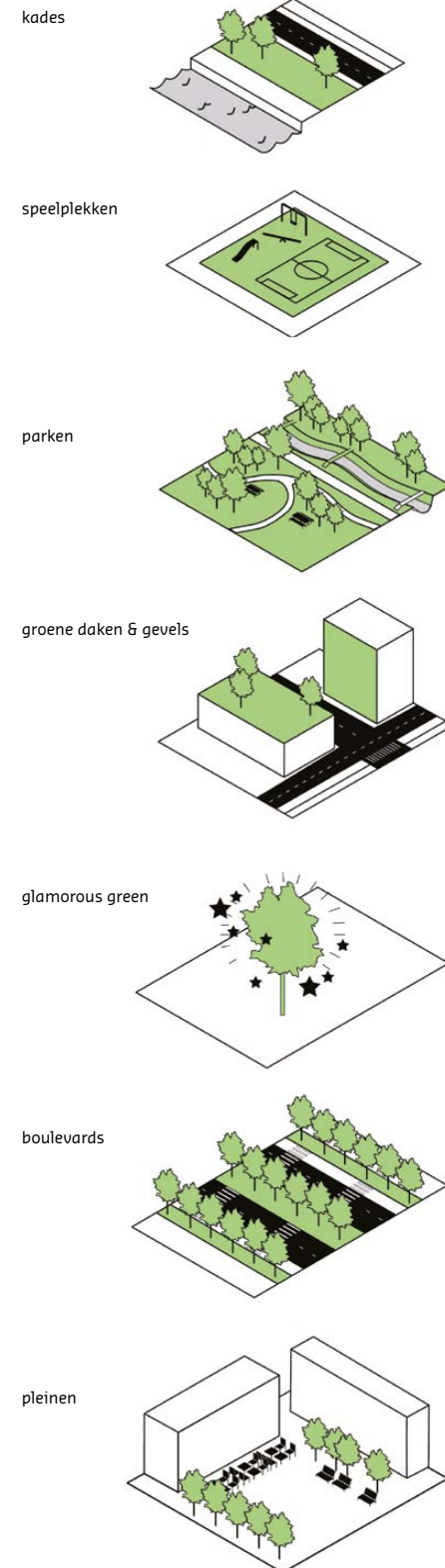
Verskillende bijeenkomsten zijn georganiseerd om te achterhalen wie zich als betrokken bewoner of ondernemer over de binnenstad van Rotterdam wil ontfermen. In deze bijeenkomsten ging het niet alleen om de wens om door verdichting en vergroening een aantrekkelijke binnenstad te maken, maar vooral om het besef dat iedereen daaraan bij kan dragen. De studie haakt in op lopende projecten in de stad en poogt deze met elkaar te verbinden.

Wie

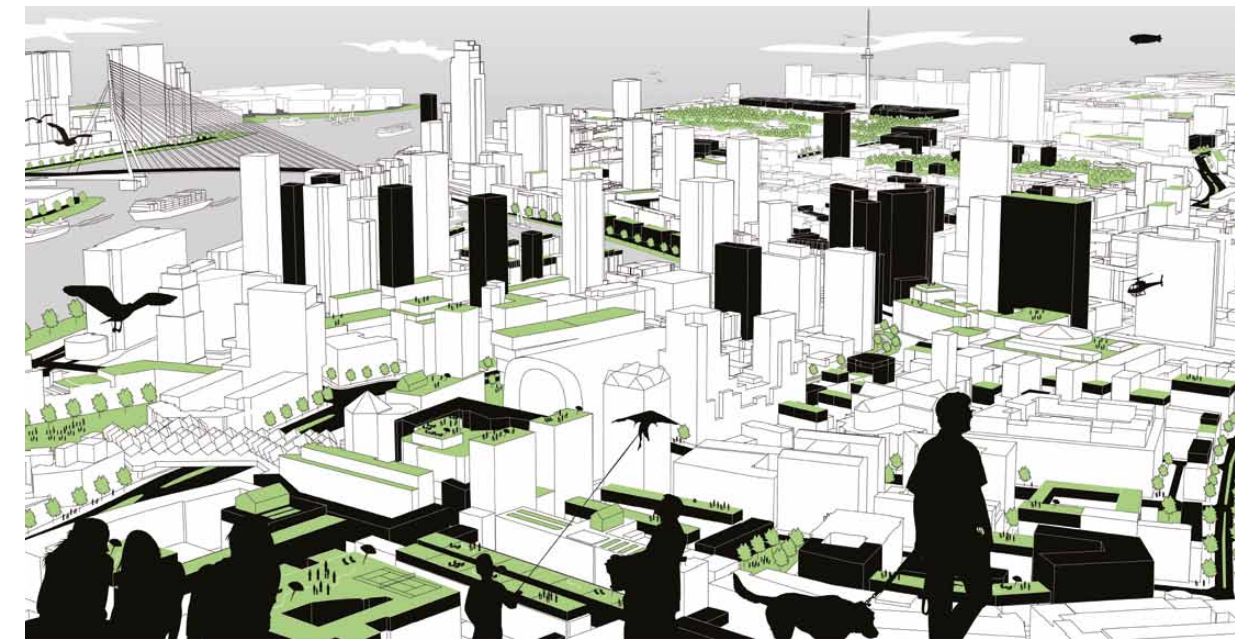
Gemeente Rotterdam
Interreg IVB project MUSIC
TNO
Doepel Strijkers Architecten
Sander Lap landscape & urban design
Drift, Erasmus Universiteit Rotterdam

In opdracht van

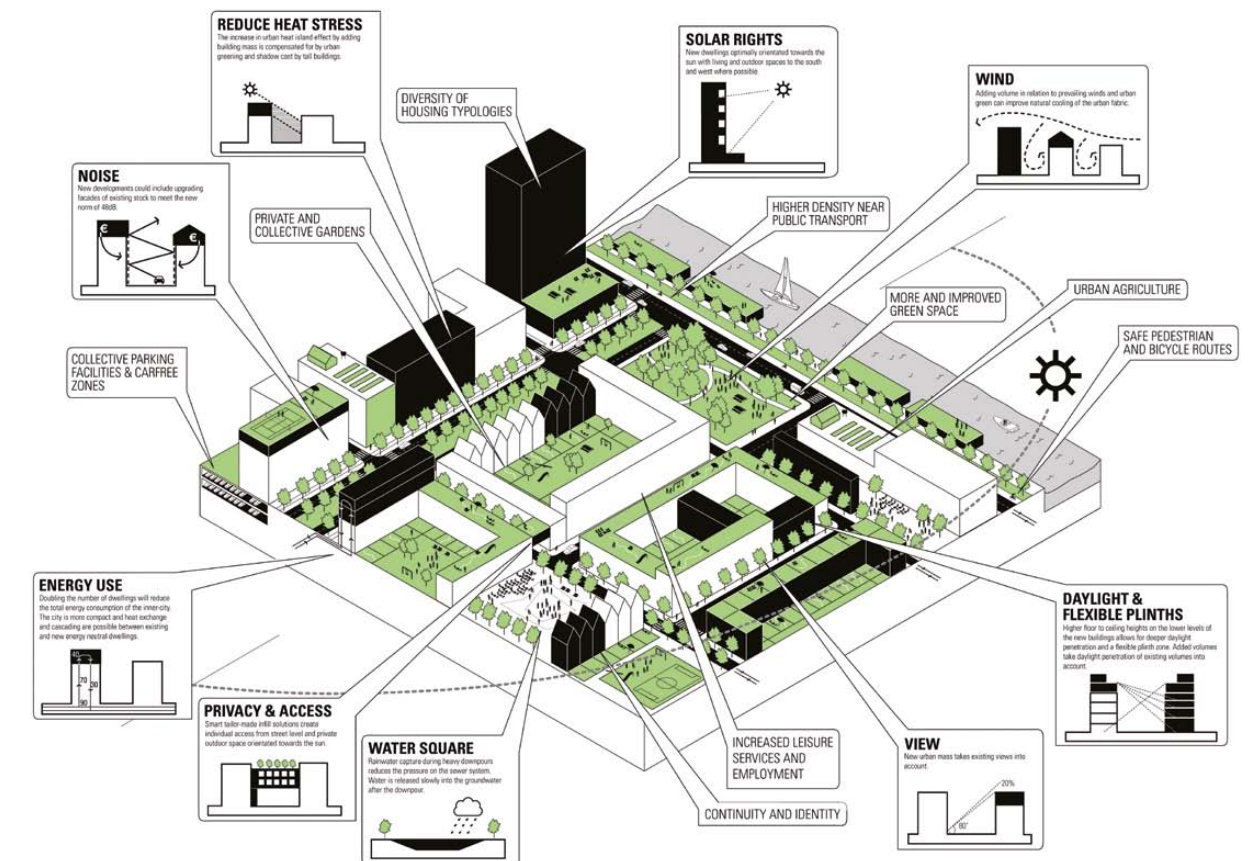
Gemeente Rotterdam



Zeven vergroeningsopties voor de binnenstad van Rotterdam



Overzicht van het potentieel aan nieuwe woonlocaties en extra stedelijk groen in de binnenstad, 2040



Overzicht van de verdichtingsmogelijkheden voor de binnenstad van Rotterdam

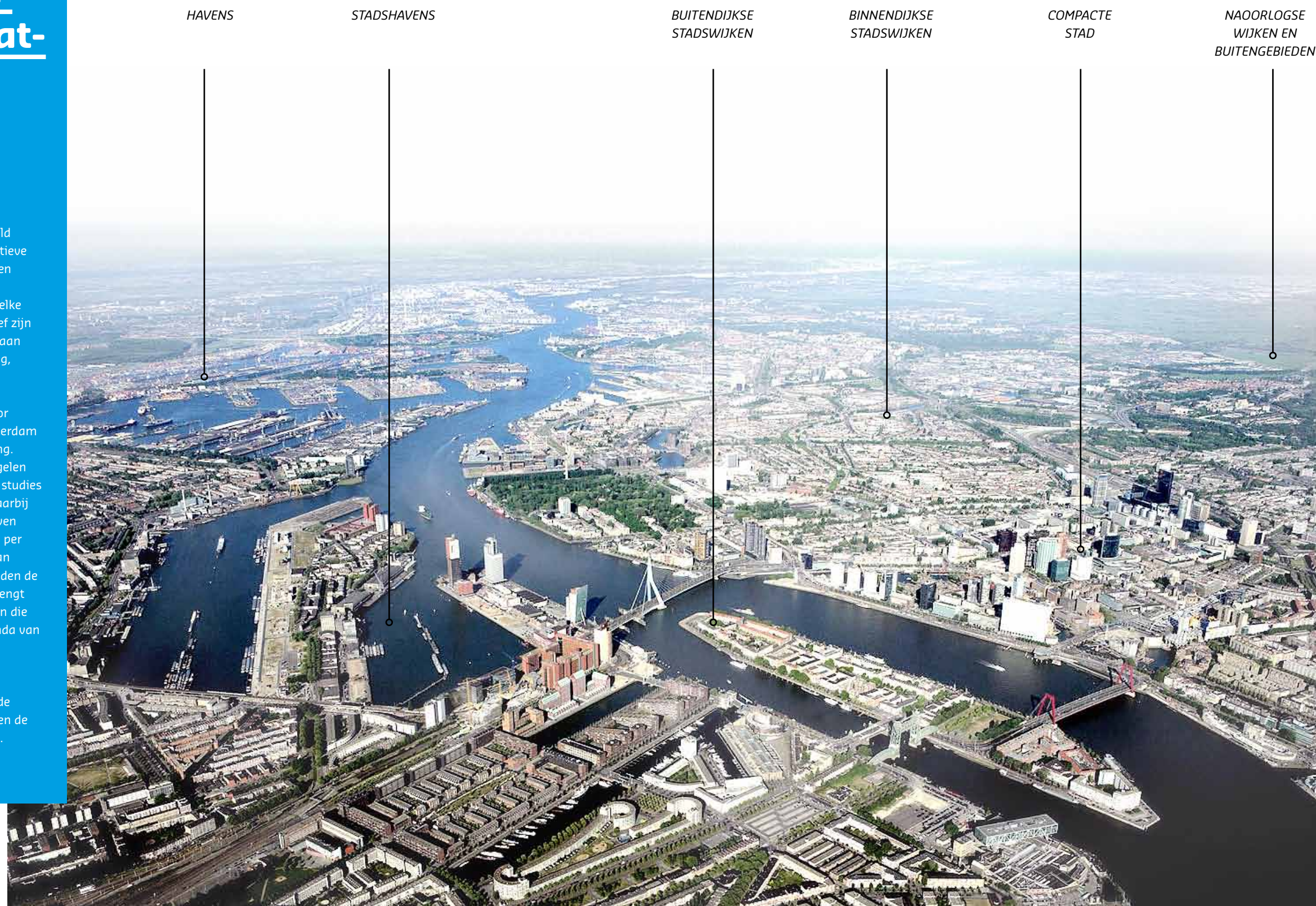
6

Perspectieven voor de klimaat-adaptieve deltastad

In dit hoofdstuk schetsen we een integraal beeld van klimaatbestendig Rotterdam waarin adaptieve maatregelen voor verschillende klimaatopgaven gecombineerd worden. In zes Rotterdamse perspectieven beschrijven en verbeelden wij welke maatregelen op welke plaats in de stad effectief zijn en hoe deze adaptieve maatregelen bijdragen aan het creëren van meerwaarde voor leefomgeving, samenleving, economie en ecologie.

Hoofdstuk 4 behandelt de klimaatopgaven voor Rotterdam en beschrijft waar en wanneer Rotterdam de gevolgen ondervindt van klimaatverandering. Hoofdstuk 5 beschrijft de strategie en maatregelen voor de stad per klimaatopgave. Voorbeeldige studies en projecten illustreren de kansen en lossen daarbij tevens meerdere problemen op. De perspectieven in dit hoofdstuk zijn gebiedsspecifiek en tonen per 'stadstype' een reeks passende combinaties van robuuste én adaptieve maatregelen en verbeelden de ruimtelijke kwaliteiten ervan. Dit hoofdstuk brengt hoofdstuk 4 en 5 bijeen in zes integrale beelden die richting kunnen geven aan de uitvoeringsagenda van de Rotterdamse adaptatiestrategie.

We onderscheiden zes stadstypen: de havens, de Stadshavens, de buitendijkse stadswijken, de compacte stad, de binnendijkse stadswijken, en de naoorlogse wijken met groene buitengebieden.



6.1 Gecombineerde perspectieven

Het eerste belangrijke onderscheid tussen de zes stadstypen is de positie ervan in binnen- of buitendijks Rotterdam. Daarnaast maken we een verschil tussen stedelijke gebieden met weinig beschikbare ruimte voor adaptieve maatregelen en gebieden waar die ruimte wel beschikbaar is. Daarbij kan het gaan om de fysiek aanwezige ruimte in de stad maar ook om de ruimte voor transformatie zoals bij de Stadshavens. Tot slot is de gebruiksdruk op de beschikbare ruimte bepalend voor adaptieve maatregelen in het gebied. Die druk op de ruimte is hoog in het compacte centrum, maar ook in de dichtbevolkte stadswijken eromheen. De te onderscheiden gebieden zijn in de kaart van Rotterdam ingekleurd. Op deze kaart is ook donker gekleurd waar klimaatadaptatie een opgave is en de gecombineerde maatregelen mogelijk kunnen worden ingezet.

In buitendijks Rotterdam staat het meerlaagse veiligheidsprincipe voorop. Adaptief bouwen en inrichten is uitgangspunt, zoals 'floodproof' bouwen en inrichten, drijvend bouwen en 'bouwen met de natuur'. De haven en vitale infrastructuur zijn blijvend beschermd tegen overstroming. Stadshavens bieden de mogelijkheid van het combineren van gebiedsontwikkeling en adaptieve maatregelen.

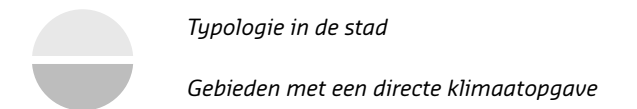
Voor het beschermen van binnendijks Rotterdam tegen overstroming staat preventie voorop via optimalisatie van de stormvloedkeringen en versterking van de dijken waar nodig. Dijkversterkingen zijn goed ingepast in de stad en multifunctioneel, bijvoorbeeld als recreatieve route, natuurlijke vooroevers of gecombineerd met gebiedsontwikkeling.

Achter de dijken herstellen we de 'sponsfunctie' van de stad met maatregelen die het water vasthouden waar het valt, bergen en vertraagd afvoeren. Denk bijvoorbeeld aan groene daken en gevels, het ontharden en vergroenen van de openbare ruimte in straat en buurt, aan waterpleinen en infiltratiezones langs infrastructuur. Deze maatregelen zijn vooral op zijn plaats in gebieden met een hoge gebruiksdruk en met weinig open ruimte zoals het compacte centrum en de stadswijken.

Waar meer ruimte is in de stad dragen ook robuuste maatregelen als het vergroten van de waterbergingsfunctie van singels en plassen en de aanleg van groenblauwe verbindingen bij aan de klimaatbestendigheid. Deze groenblauwe adaptatie van de stad is een 'no regret'-maatregel die bijdraagt aan de klimaatbestendigheid van Rotterdam en die stad bovendien leefbaar en aantrekkelijker maakt.

Voor ieder van de onderscheiden gebieden zetten we twee perspectieven naast elkaar. Het eerste gaat over klimaatadaptatie en samenwerken, het tweede over meerwaarde en profijt. We beantwoorden daarbij steeds de volgende vragen:

- Welke klimaatadaptieve maatregelen horen waar thuis in de stad? En wie zijn daarbij aan zet?
- Welke meerwaarden creëren die gecombineerde maatregelen voor leefomgeving, samenleving, economie en ecologie? En wie profiteren daarvan?



Havens



Stadshavens



Buitendijkse stadswijken



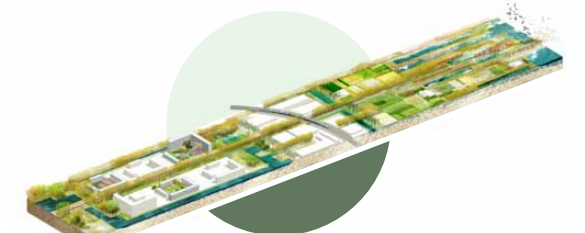
Binnendijkse stadswijken



Compacte stad



Naoorlogse wijken en buitengebieden





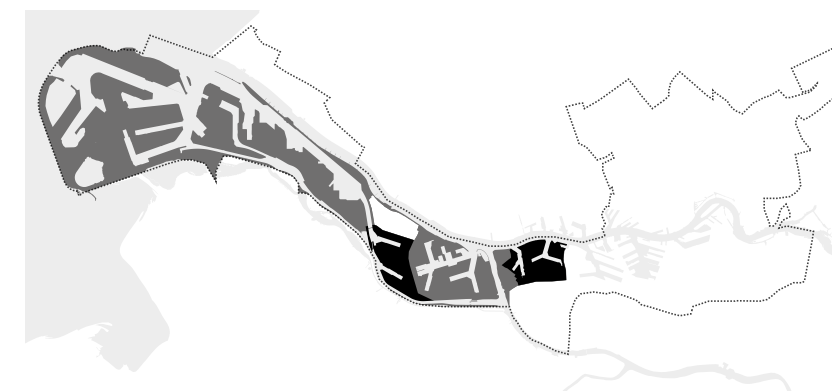
6.2 Perspectief voor de havens

Eénderde van het Rotterdams grondgebied bestaat uit havengebied en strekt zich uit over een lengte van veertig kilometer. De Rotterdamse haven is van grote economische betekenis en biedt veel directe werkgelegenheid aan Rotterdam en de regio. In de haven liggen veel containers, gevaarlijke stoffen en losse goederen tijdelijk opgeslagen. Ook zijn hier vitale knooppunten gesitueerd die belangrijk zijn voor het functioneren van de regio, zoals energiecentrales en afvalwaterzuiveringsinstallaties.

De havengebieden liggen buitendijks en hebben een open relatie met de rivier en met de zee. Daardoor zijn ze kwetsbaar voor hoogwaterstanden op de rivier en vooral voor stormvloed vanaf zee. Dit geldt vooral voor de oudere havengebieden. In de nieuwe havengebieden zoals de 1^e en 2^e Maasvlakte is reeds rekening gehouden met hogere waterstanden en ligt de hoofdontsluiting op dezelfde hoogte als de dijken, waardoor deze ook in tijden van zeer extreme noodsituaties kunnen blijven functioneren. Voor oudere havengebieden is het van belang dat kostbare en gevaarlijke goederen niet de rivier instromen in een noodsituatie.

Daarom kunnen er in de komende decennia op de meest kwetsbare locaties maatregelen worden genomen, zoals terpen, compartimenteringsdijkjes en de aanleg van waterwerende wanden daar waar het noodzakelijk is. Hoofdontsluitingen liggen op veilige hoogte en moeten dat blijven. Vitale knooppunten verdienen hier extra aandacht. Deze moeten lokaal worden beschermd om ervoor te zorgen dat de stad kan blijven functioneren in een noodsituatie. Vooral elektriciteit is van levensbelang. Dit bij elkaar zorgt ervoor dat de haven een goed en veilig investeringsklimaat blijft houden, zodat de economische functie is geborgd.

In de havens is ook sprake van opwarming. Omdat deze gebieden vrijwel volledig verhard zijn, houden ze veel warmte vast. Hoofdontsluitingen en leidingenstroken kunnen verder ontwikkeld worden als ecologische structuren, waardoor dit effect enigszins wordt afgezwakt en er tevens een aangename recreatieve verbinding door het fascinerende havenlandschap wordt gemaakt.



Perspectief voor de havens

Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de havens en wie zijn daarbij aan zet?

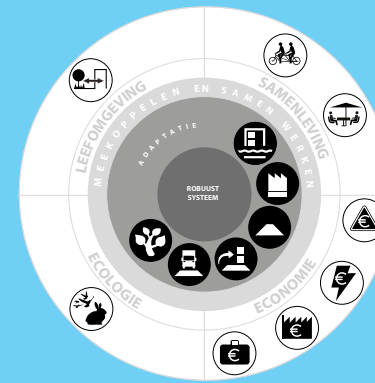
Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

Strategieën

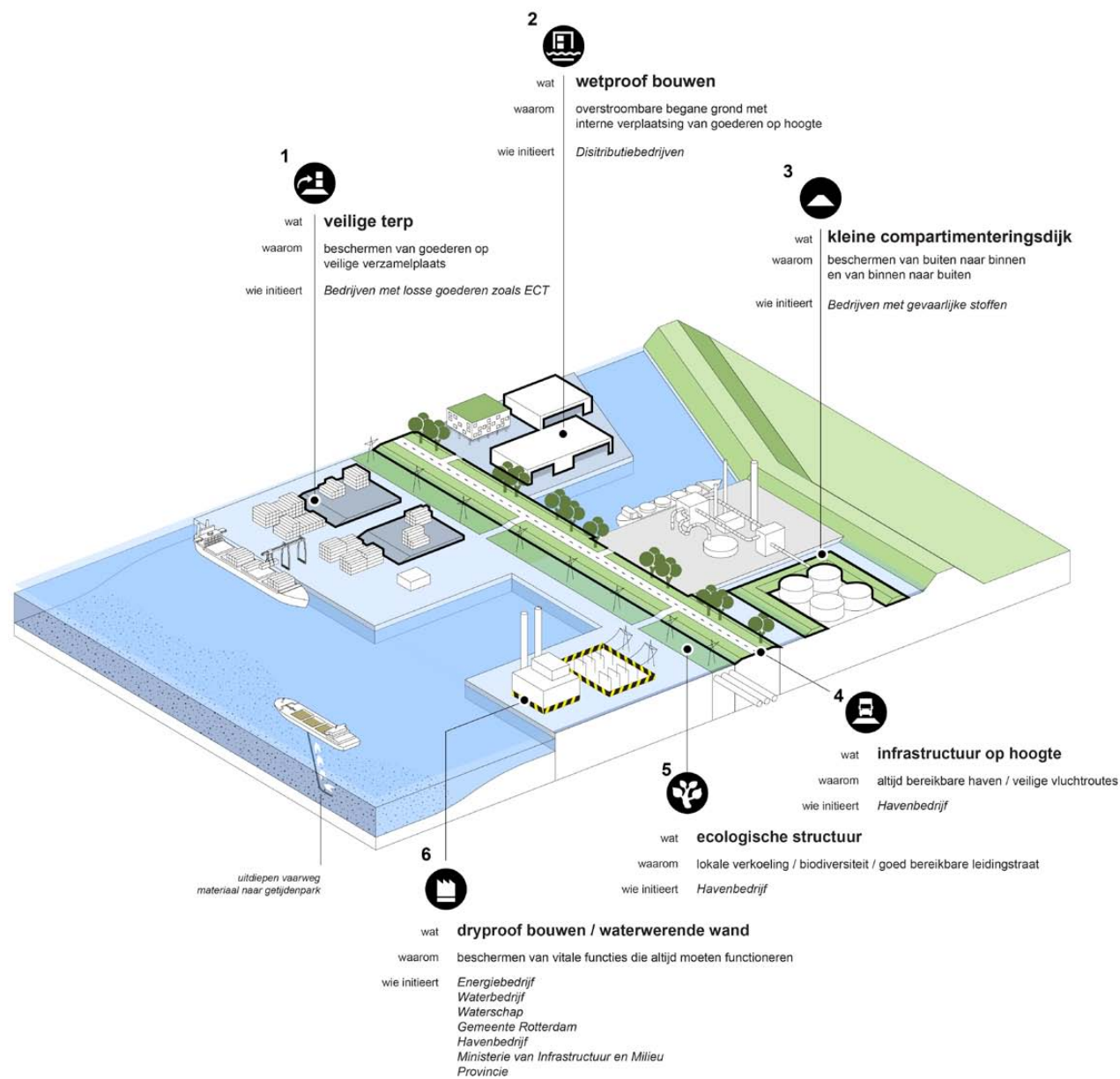
- gedifferentieerde overstromingsbestendige inrichting buitendijks
- lokaal verminderen hittestress

Maatregelen

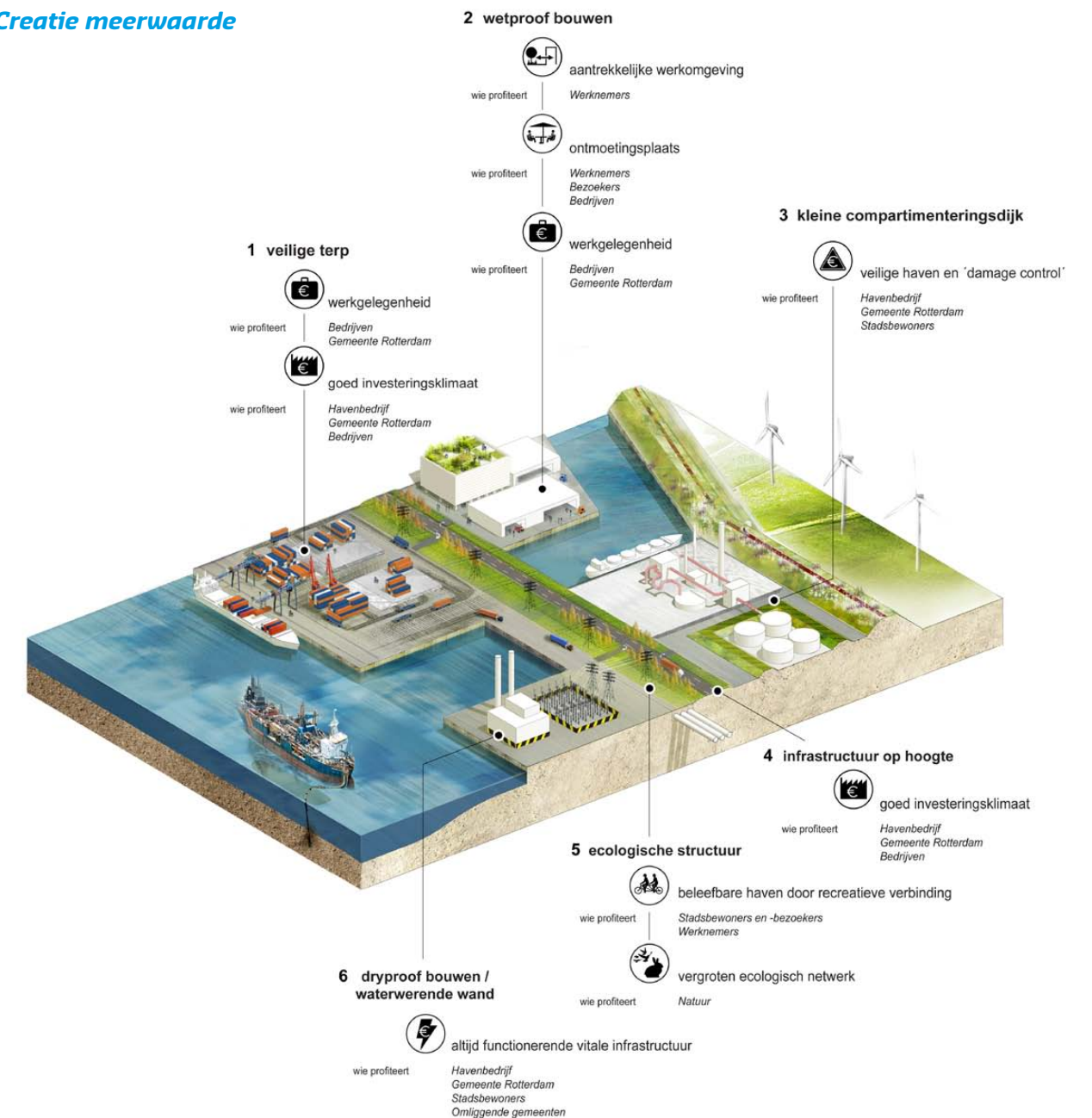
- 1 2 3 4 6
- 5



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde





6.3

Perspectief voor de Stadshavens

Stadshavens Rotterdam is een gebied in transitie. De komende decennia ontstaat er in Stadshavens een nieuwe verbinding tussen stad en haven vanuit een gemeenschappelijke agenda: een sterke economie én een attractieve stad. Het gebied biedt ruimte aan een nieuwe generatie haven- en transportbedrijven, innovatieve ondernemingen en kennisinstututen, bijzondere woonmilieus en culturele voorzieningen. Stadshavens is de 'on site' proeftuin voor deltatologische ontwikkeling van haven en stad.

Het Stadshavensgebied ligt buitendijks en staat in open verbinding met de zee en de rivier of op de grens van binnen- en buitendijks. Omdat het oudere havengebieden betreft zijn ze kwetsbaar voor hoge waterstanden. Door de hoge mate van verharding houden ze ook veel warmte vast.

De transformatie van de Stadshavens biedt een kans om deze kwetsbaarheden om te zetten in kwaliteiten. De gebieden liggen aan het water, hebben getijdendynamiek en ze vormen de overgangen tussen de Maas en de binnendijkse stadswijken. De opgave om de dijken te versterken, is een goede kans om werk met werk te maken. Door het buitendijks gebied robuuster te maken kan tegelijkertijd ook de dijk worden versterkt. Ook binnendijks kan dit, door de aanleg van klimaatdijken waarop gebouwd kan worden. Het ontharden van de voormalige havengebieden biedt de kans om hier bovenop een groenere stad te maken die tevens verkoelt. Binnendijks draagt het dan ook nog eens bij aan het vergroten van infiltratieoppervlak en het verminderen van droogte-effecten.

De Stadshavens in transitie zijn bij uitstek geschikt om de leefkwaliteit van de stad aan het water flink te verbeteren. De havenbekkens bieden ruimte voor drijvende gemeenschappen, vergroening van de waterkant, een divers contact met het water en een erfaarbare getijdendynamiek. Dit draagt bij aan een aantrekkelijker vestigingsklimaat en een waardevermeerdering voor vastgoed. En bovenal biedt het de mogelijkheid voor veel vormen van sociale interactie tussen Rotterdammers rondom de mooiste openbare ruimte van de stad: de Maas.

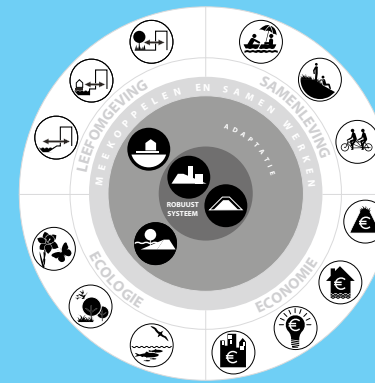


Perspectief voor de Stadshavens

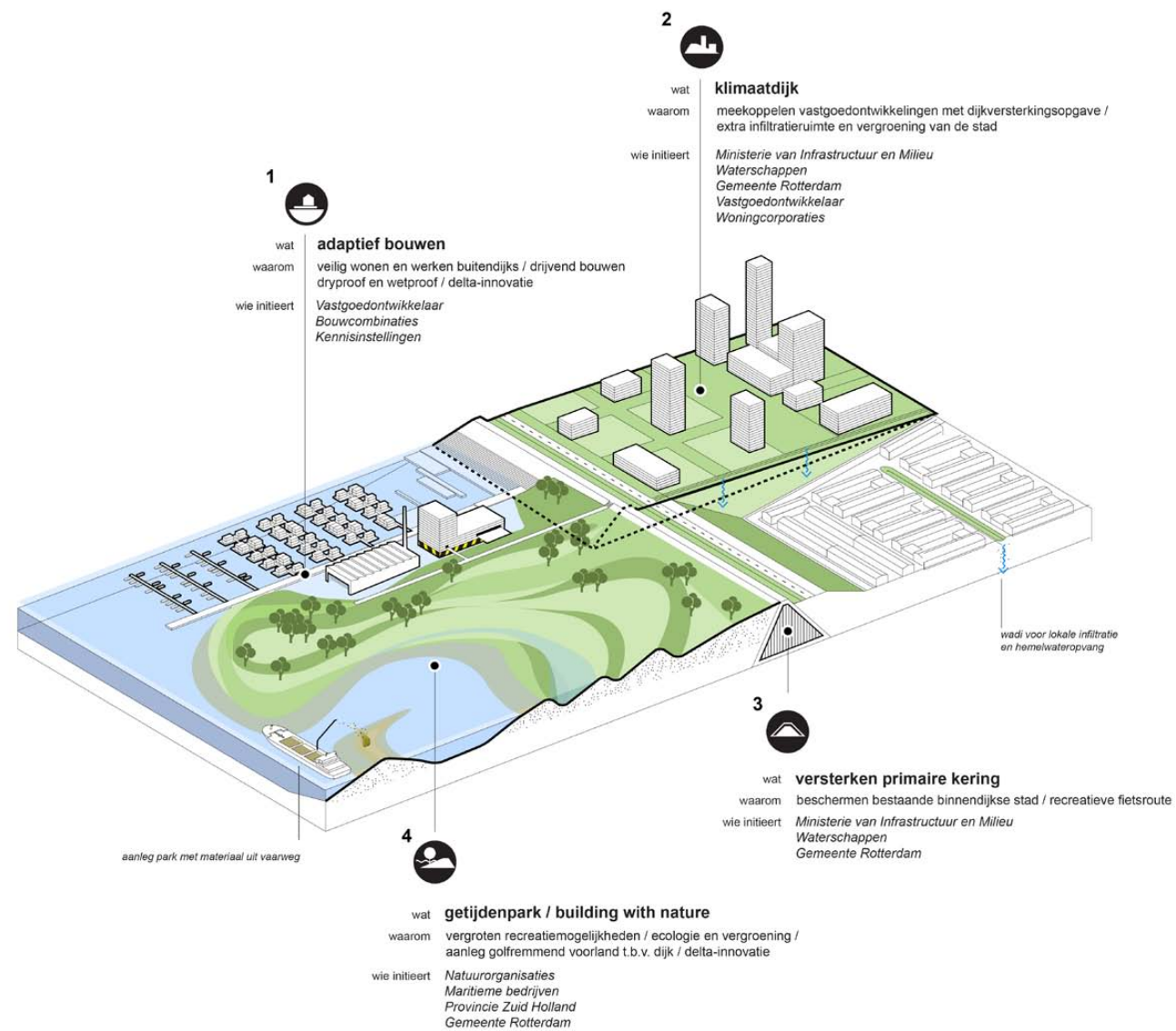
Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de Stadshavens en wie zijn daarbij aan zet?

Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

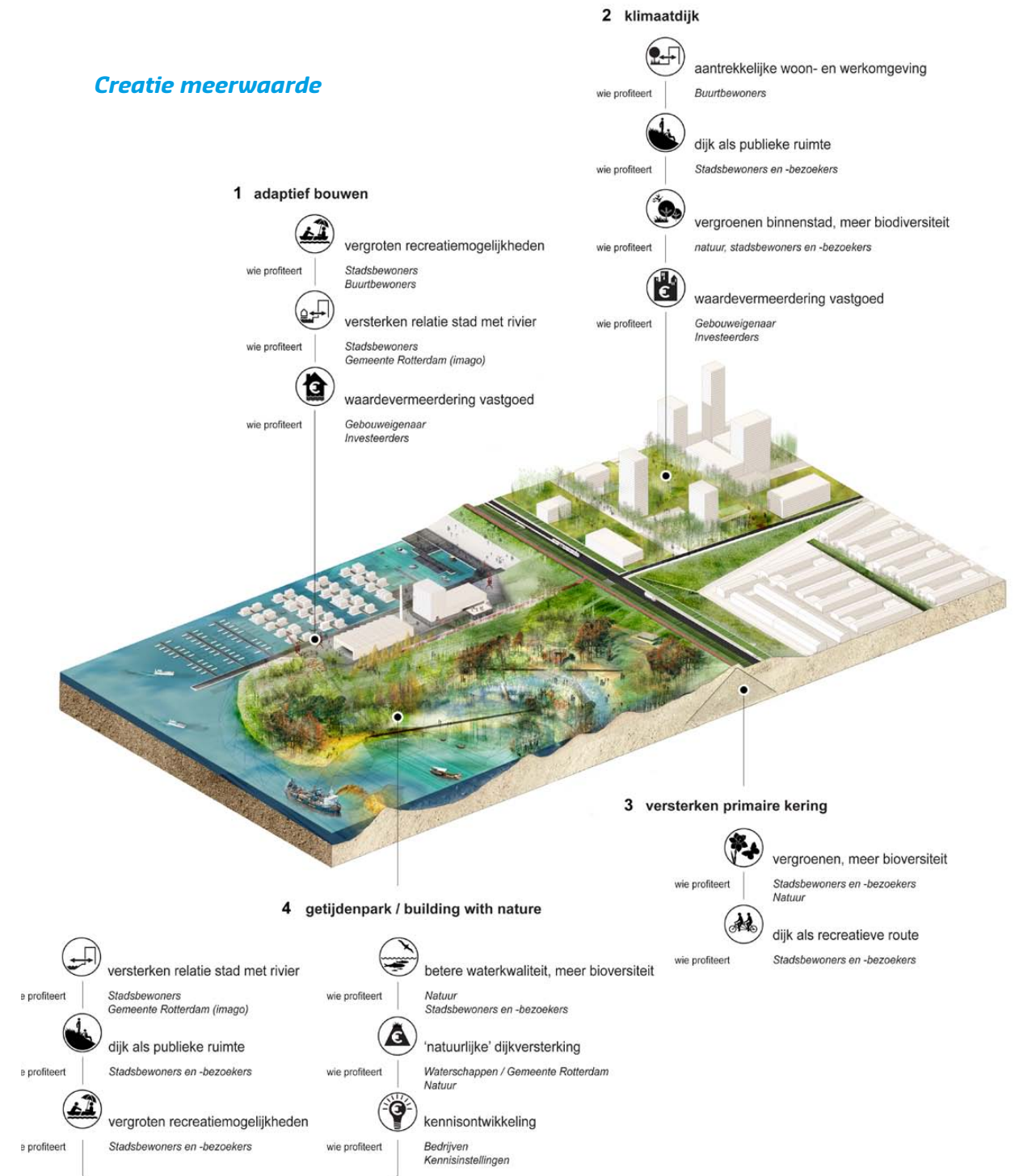
Strategieën	Maatregelen
gedifferentieerde overstromingsbestendige inrichting buitendijks	1 4
dijkversterkingsmaatregelen	2 3 4
verminderen van hittestress	2 4
verkleinen van effect van droogteperiodes	2



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde





6.4

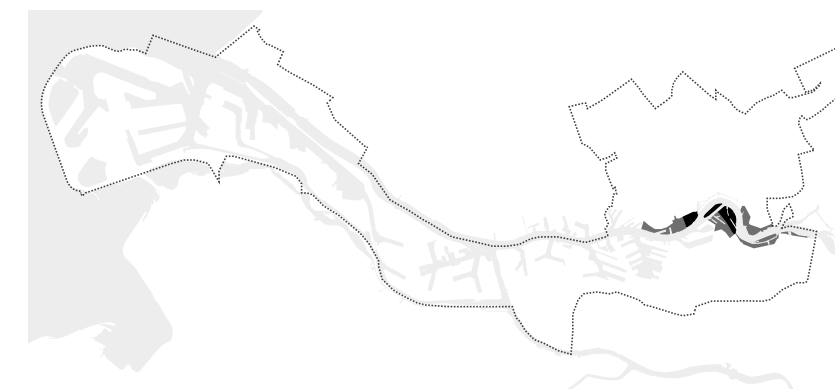
Perspectief voor de buitendijkse stadswijken

De buitendijkse stadswijken liggen eigenlijk op de meest aantrekkelijke locaties in de stad. Ze liggen centraal, direct aan de Maas en hebben veel contact met het water. Omdat deze buitendijkse gebieden relatief laag liggen zijn het de meest kwetsbare gebieden in de stad voor hoge waterstanden. Omdat ze veelal karakteristieke oude bebouwing bevatten, zijn ze niet eenvoudig te herstructureren en is de ruimte voor maatregelen beperkt. Door een hoge mate van verharding houden ze tevens warmte vast.

In deze gebieden kunnen we twee typen maatregelen voor waterveiligheid onderscheiden: het water tegenhouden of gecontroleerde overstroming faciliteren. In de verschillende buitendijkse wijken van Rotterdam zijn ook verschillende oplossingen mogelijk en toepasbaar. Soms zijn lokale keermuren een zinvolle oplossing als deze bijvoorbeeld met vergroening gepaard gaan en er waardevolle parkruimte aan de Maas wordt gerealiseerd. Hierdoor is tevens lokale wateropvang, infiltratie en hitteductie mogelijk. Bovendien wordt sociale ontmoeting gefaciliteerd en de biodiversiteit en vastgoedwaarde neemt toe.

Op andere locaties is het contact met het water belangrijker of prevaleert de functionele bruikbaarheid van een lage kade. Dan kan er gekozen worden voor een getrapt overstromingsmodel waarbij de kade in stappen onder water loopt (zoals het Noordereiland momenteel). Dat betekent dat in het uiterste geval maatregelen aan individuele panden getroffen moet worden met lokale waterwerende drempels voor ingangen van huizen en parkeergarages. Een ruimtelijk interessantere invulling kan gevonden worden in de vorm van bordessen en terrassen.

Vergroening en ontharding van straten en binnenterreinen is tot slot bevorderlijk voor lokale wateropvang, hitteductie, sociale binding en het (nog) aantrekkelijker maken van de directe leefomgeving.






Perspectief voor de buitendijkse stadswijken

Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de buitendijkse stadswijk en wie zijn daarbij aan zet?

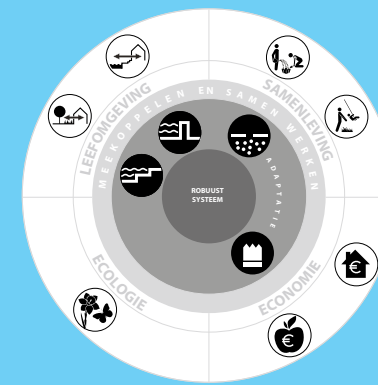
Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

Strategieën

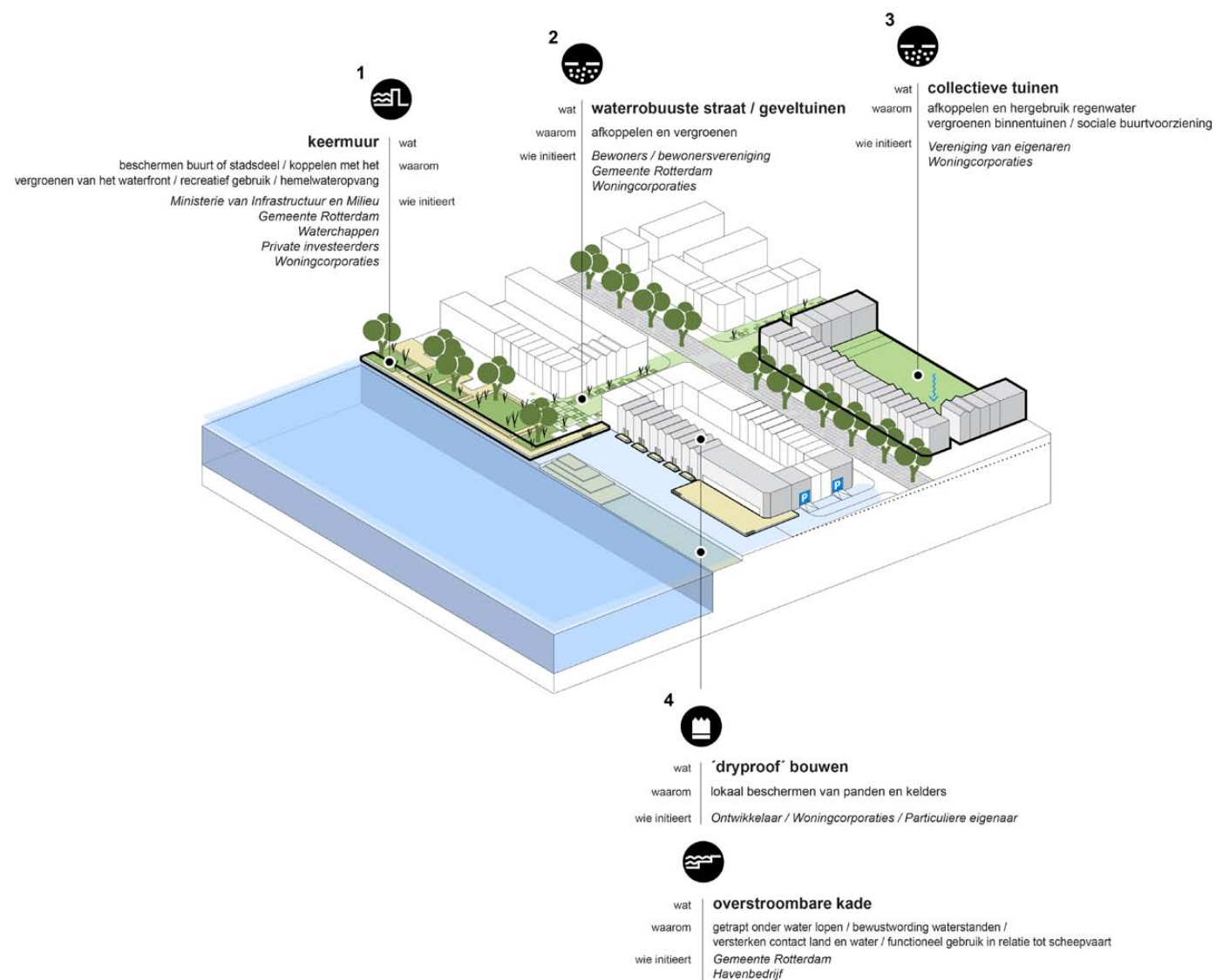
- gedifferentieerde overstromingsbestendige inrichting buitendijks 
- verminderen van hittestress 
- lokale opvang hemelwater 

Maatregelen

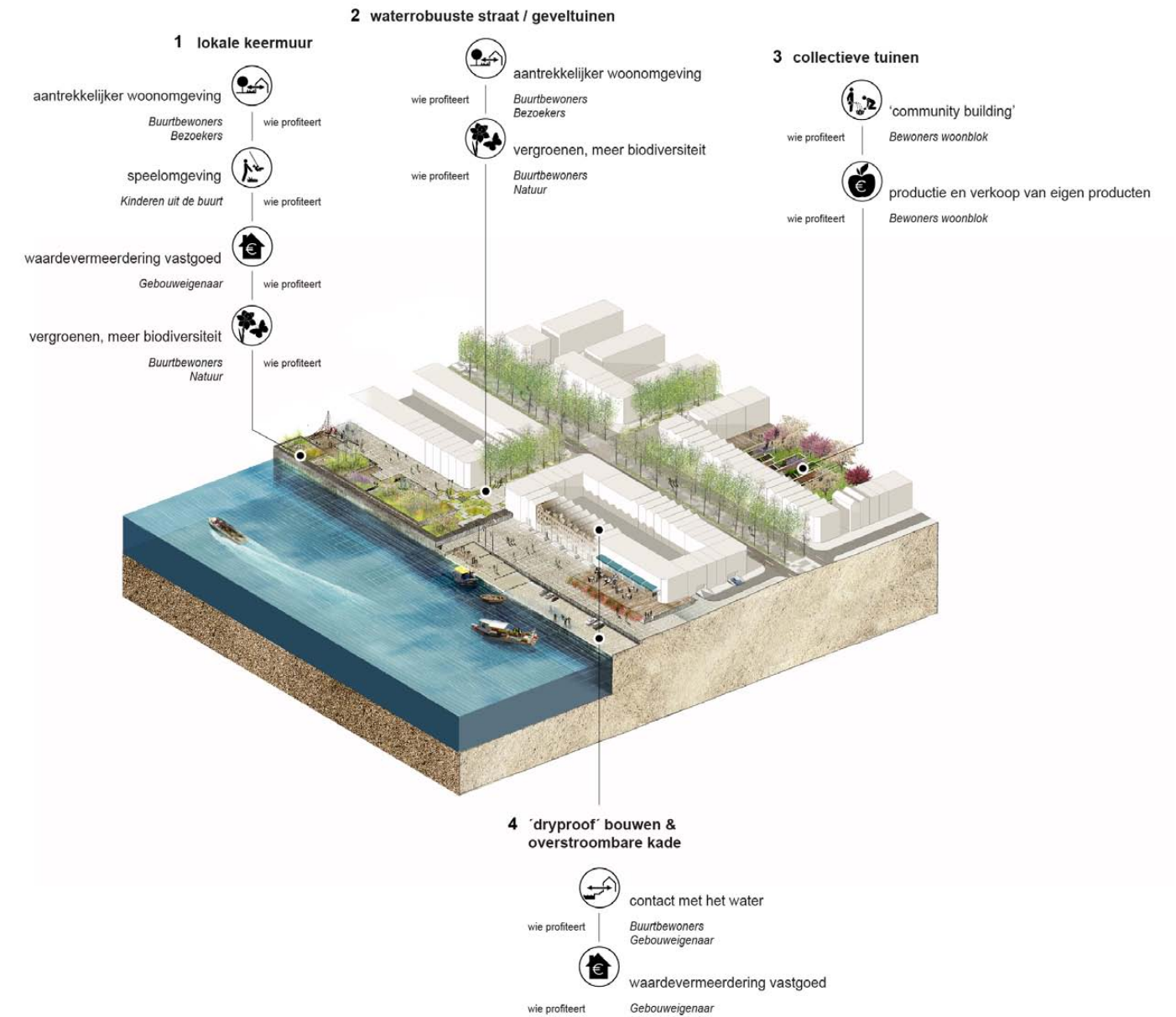
- 1 4
- 1 2 3
- 1 2 3



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde





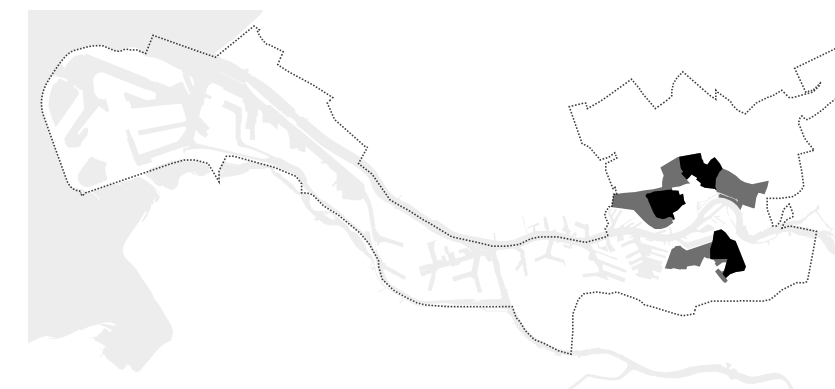
6.5 Perspectief voor de binnendijkse stadswijken

De binnendijkse stadswijken van Rotterdam liggen rondom het stadscentrum en zijn allen dicht bebouwd. Herstructurering vindt in alle wijken plaats door kleinschalige interventies waarmee het karakter van deze wijken behouden blijft. In vrijwel alle vooroorlogse stadswijken is sprake van wateroverlast en hittestress. Houten paalfunderingen, die hier veel voorkomen, zijn kwetsbaar voor verdroging.

Het verkleinen van grondwaterfluctuatie is een opgave die door meer infiltratieruimte, meer groenvoorzieningen en meer open water kan worden vormgegeven. Die ruimte is er echter lang niet altijd. Tijdelijk bergen van hemelwater en vertraagd afgeven aan grondwater of open water is hierbij een interessante mogelijkheid, omdat er dan tevens speelruimte of plaats voor sociale ontmoeting gemaakt kan worden, bijvoorbeeld door het innovatieve waterplein. Overal waar mogelijk wordt gezocht naar ruimte voor ontharding: straten krijgen geveltuintjes, collectieve en particuliere tuinen worden 'onttegeld' en openbare ruimte wordt verzacht.

Er wordt gewerkt op de kleinste schaal door herintroductie van de regenton en op de schaal van het watersysteem door -waar mogelijk- het wateroppervlak te vergroten. Zo wordt er gezocht of singels kunnen worden verbreed met natuurlijke oevers waardoor de bergingcapaciteit toeneemt en ook de waterkwaliteit verbetert. Inzet is een aanzienlijke vergroening van de stadswijken waardoor de veerkracht toeneemt en de leefkwaliteit en de vastgoedwaarde stijgt.

In de verschillende vormen van vergroening ligt ook de kans om sociale interactie te stimuleren zoals dat inmiddels via meerdere initiatieven van 'urban farming' is bewezen. Voor het onderwijs is de directe aanwezigheid van biodiversiteit en innovatieve klimaatoplossingen een waardevolle bijdrage aan een gezonde leer- en speelomgeving.

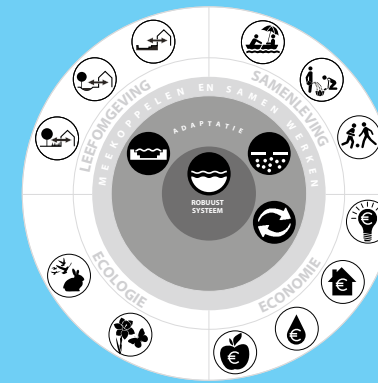


Perspectief voor de binnendijkse stadswijken

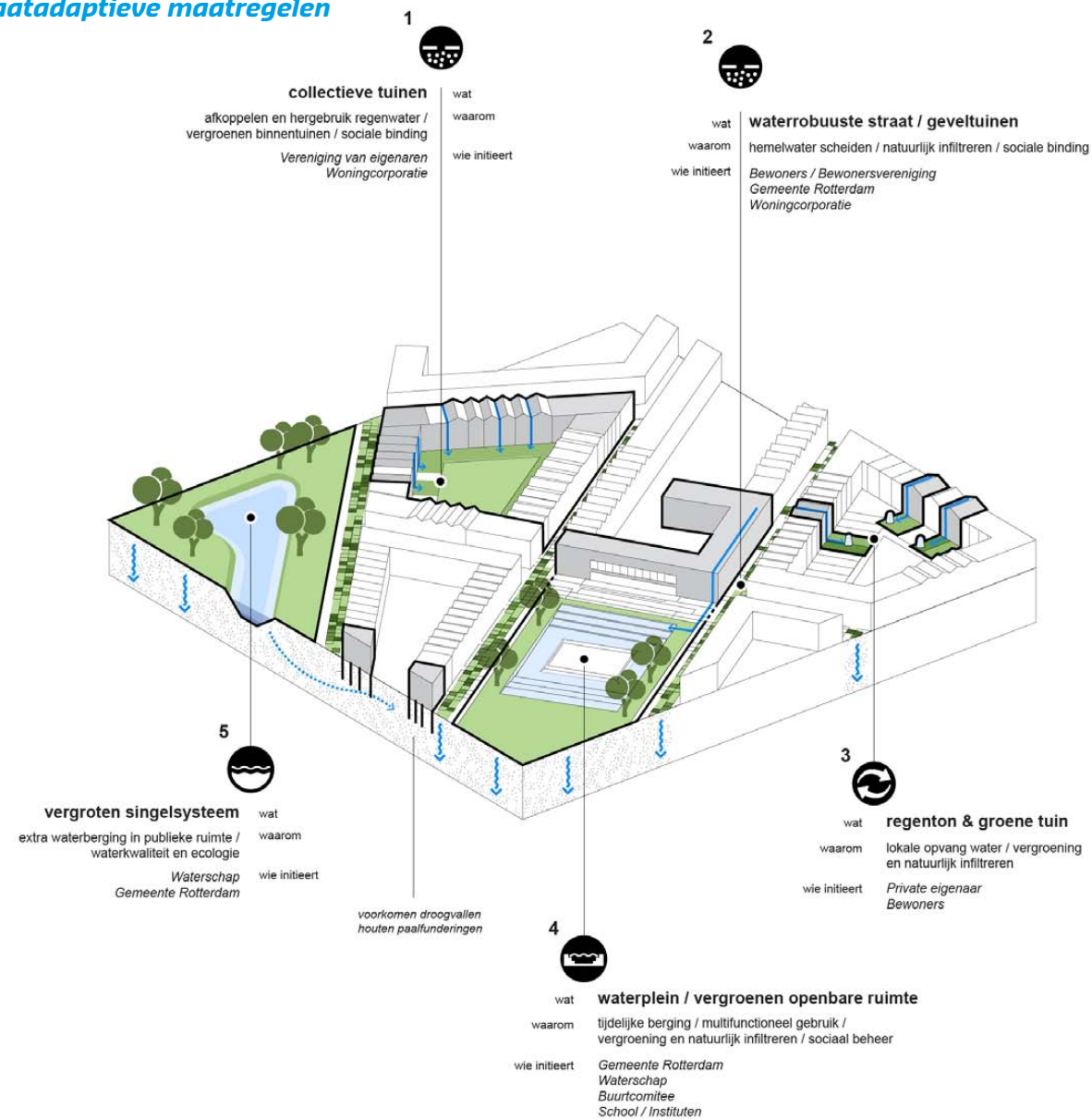
Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de binnendijkse stadswijk en wie zijn daarbij aan zet?

Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

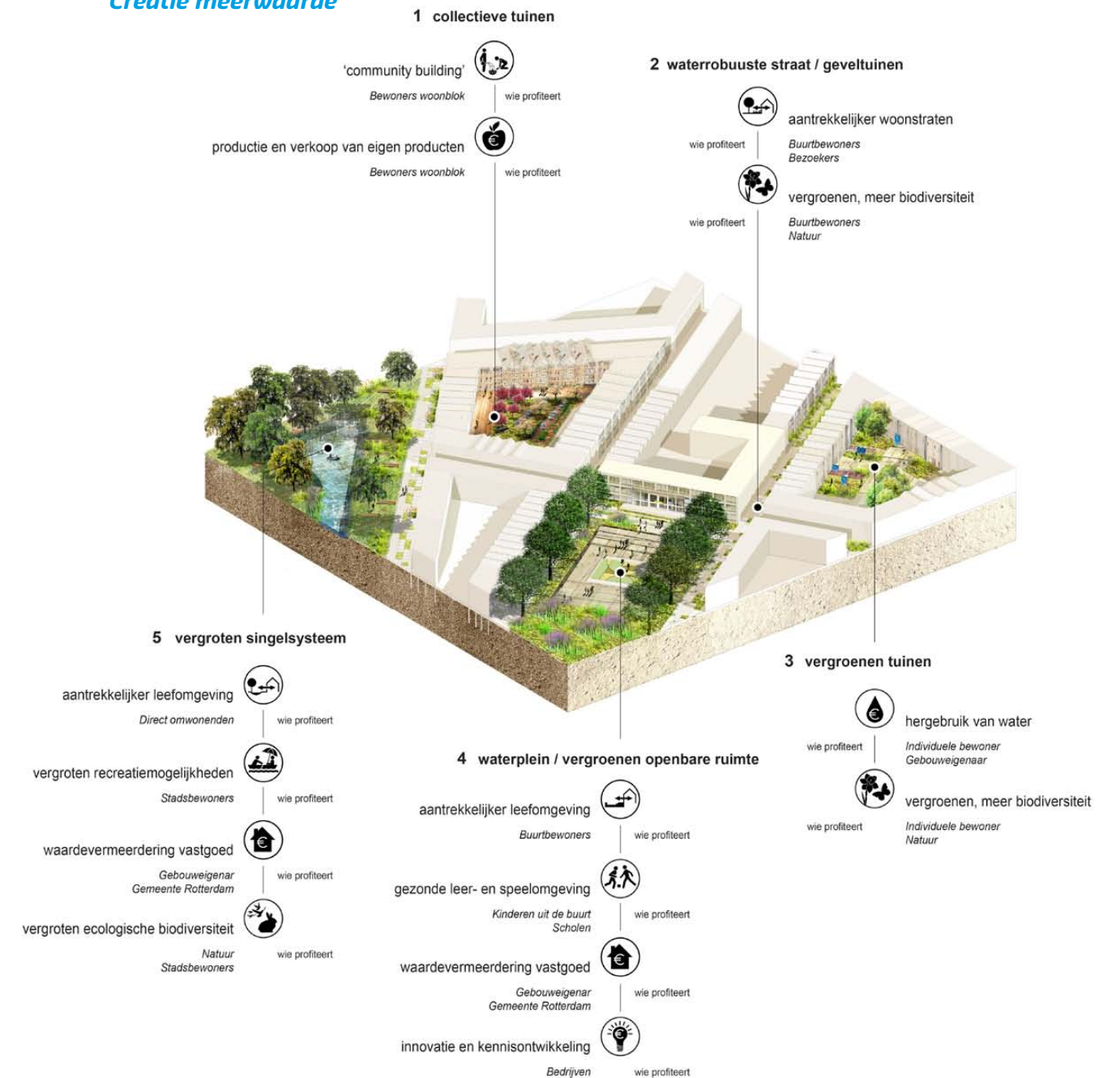
Strategieën	Maatregelen
wateropvang in haarvaten van de stad / hemelwatercascade	1 2 3 4 5
verminderen van hittestress	1 2 3 4
verkleinen van effect van droogteperiodes	1 2 3 4 5



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde





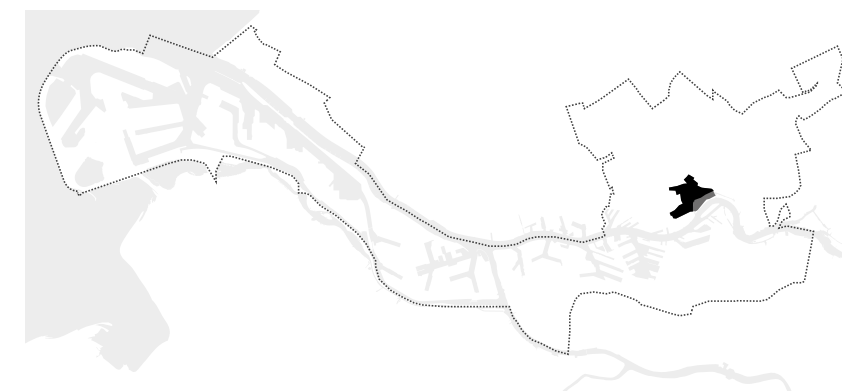
6.6

Perspectief voor de compacte stad

Het stadscentrum hebben we aangeduid als de compacte stad. In tegenstelling tot de meeste andere Nederlandse steden is het centrum van Rotterdam niet historisch en geconsolideerd. Hier vindt, ook nu de wederopbouw van de binnenstad is afgerond, een verdere verdichting plaats met het accent op het toevoegen van wonen in het centrum. De compacte stad van Rotterdam is te herkennen aan moderne hoge gebouwen. Interessant daarbij is dat deze compacte stad niet alleen binnendijks is gelegen maar zich ook rondom de waterkering afspeelt. De compacte stad heeft weliswaar meer ruimte dan de meeste Nederlandse steden, maar de gebruiksdruk op de ruimte is groot. De compacte stad is erg verhard en heeft veel autoverkeer. Dientengevolge is er sprake van wateroverlast en hittestress.

Omdat de stad direct achter en rondom de dijk ligt, is de waterveiligheidsopgave van directe invloed op de stad. Dijkversterking zal een ingrijpend effect hebben op de directe omgeving. Dit vraagt om creatieve oplossingen zoals de multifunctionele dijk. Hierbij wordt een slimme combinatie gemaakt tussen dijk en stadsfuncties. Maar ook verzachten en vergroenen is het devies. Alle grote infrastructuur in de stad worden groener, vriendelijker, recreatiever en geschikt voor infiltratie en hittereductie. De haartvaten in de compacte stad zijn minder eenvoudig te vergroenen vanwege grote gebruiksdruk vanuit de hoge gebouwen.

Daarom zal het particulier eigendom via de individuele gebouwen haar steentje moeten bijdragen. Groene daken staan hier symbool voor een meervoudige strategie van wateropvang, vergroening, hittereductie, verbetering van leefomgeving en plaatsen van sociale ontmoeting. Interessant is dat voor de grote gebouwen(complexen) deze maatregelen zich direct positief laten vertalen in een verlaging van de energierekening, een mogelijkheid voor hergebruik van water en plaatsen voor commerciële recreatie en ontmoeting.

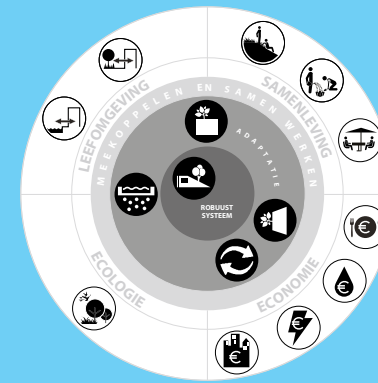


Perspectief voor de compacte stad

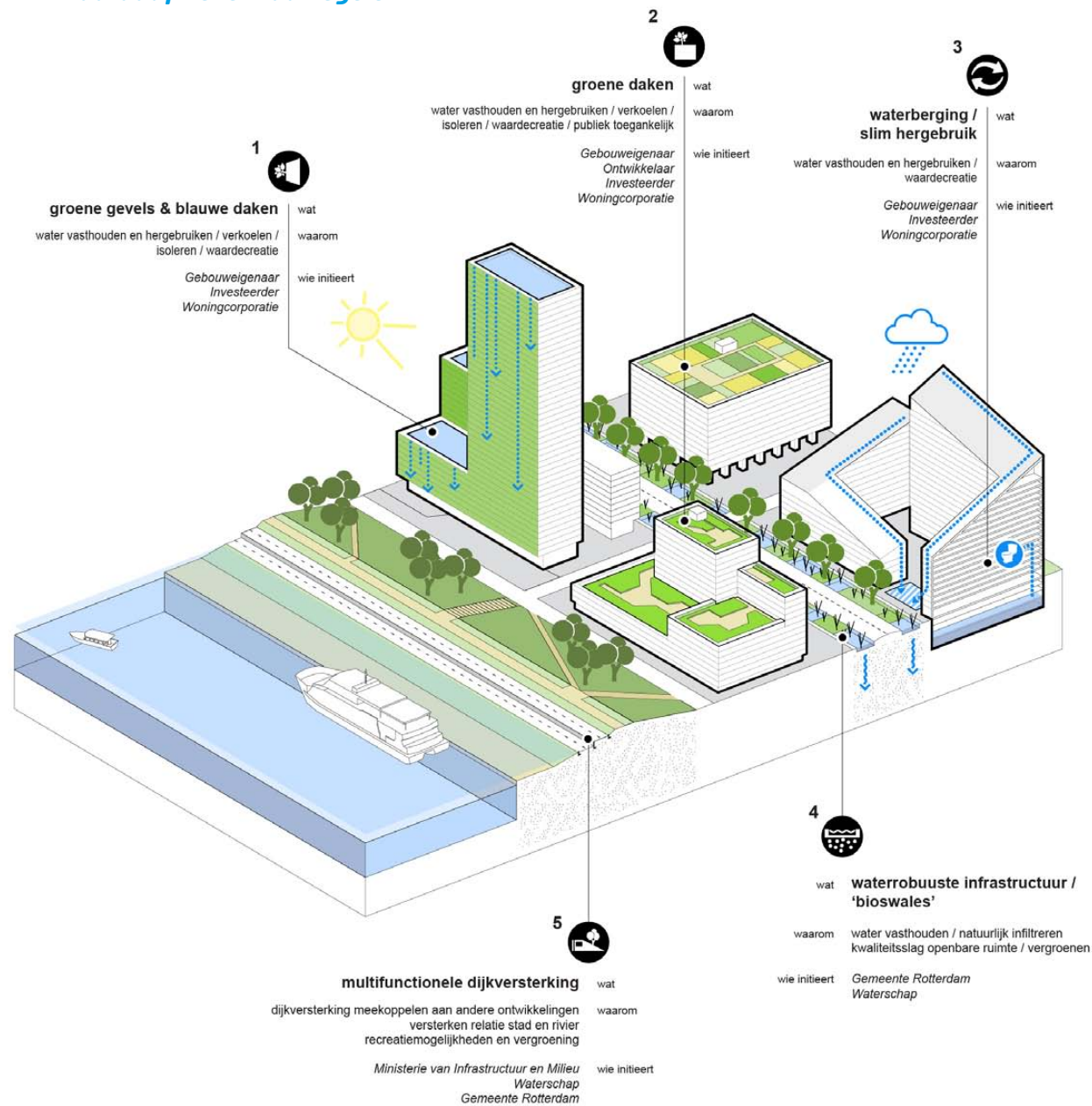
Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de compacte stad en wie zijn daarbij aan zet?

Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

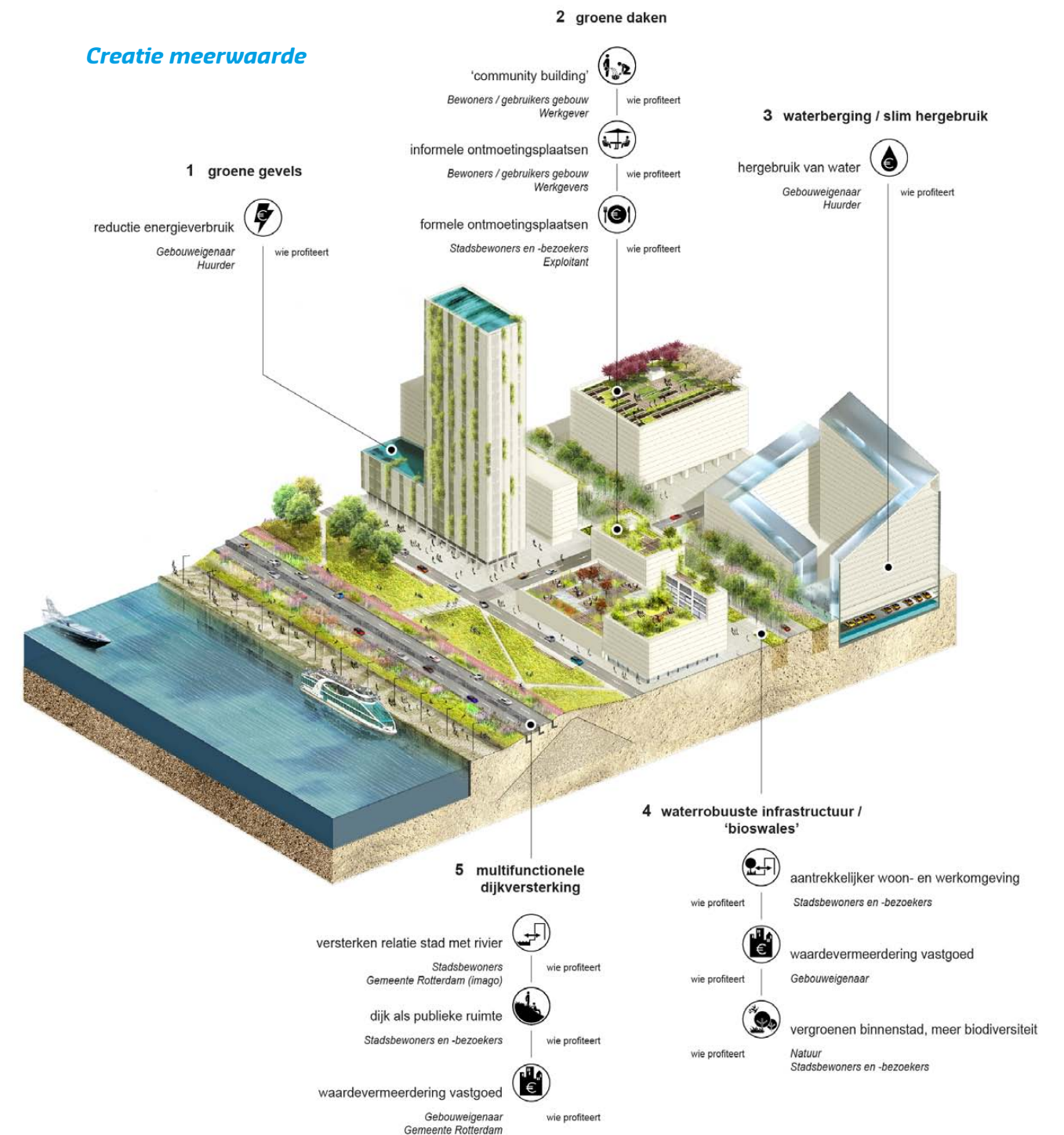
Strategieën	Maatregelen
dijkversterking	5
verminderen hittestress	1 2 3
verkleinen van effect van droogteperiodes	4
hemelwateropvang	1 2 3



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde



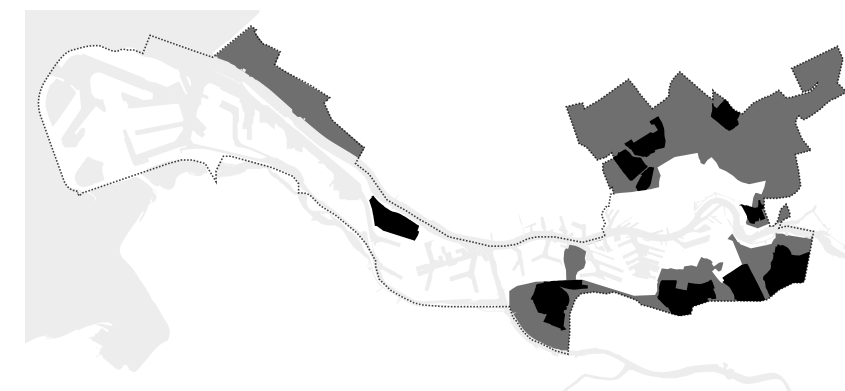


6.7 Perspectief voor de naoorlogse wijken en buitengebieden

Rotterdam heeft grote gebieden met naoorlogse wijken die aan de rand van het verstedelijkt gebied liggen. In een aantal van deze locaties is er sprake van een wateroverlast bij hevige regenval. In vrijwel alle gebieden is droogte problematisch, te meer omdat het groene buitengebied en de polders om de stad afhankelijk zijn van voldoende zoetwatertoevoer.

Naoorlogse wijken zijn reeds geruime tijd onderwerp van stedelijke herstructurering en dat zal nog enige tijd aanhouden. Dit biedt de mogelijkheid om de vele open ruimte die hier doorgaans te vinden is, ook effectief in te zetten voor klimaatadaptatie. Er kan hier meer open water worden gecreëerd en er kunnen verbindingen worden gelegd met het buitengebied dat verder kan worden vernat. Groen zijn deze gebieden al, maar een verdere vernatting en verbinding met elkaar maakt ze minder kwetsbaar voor zowel droogte als wateroverlast. Tevens versterkt dit de karakteristiek van de deltastad en biedt het ruimte voor natuurontwikkeling en recreatief gebruik.

De vernatting en verbinding zorgen voor een groenblauw raamwerk rondom stedelijke gebieden. Dit is goed voor de vastgoedwaarde hier. Binnen de naoorlogse gebouwcomplexen is vervolgens genoeg ruimte om de overmatige openbare ruimte meer collectief te maken. Dit is bevorderlijk voor de sociale binding en contact met de stadsnatuur. In het buitengebied is sprake van een verkleinschalig van de landbouw waar de stadsbewoner contact met het landleven kan maken en de stadsrestaurants regionale producten kunnen afnemen.

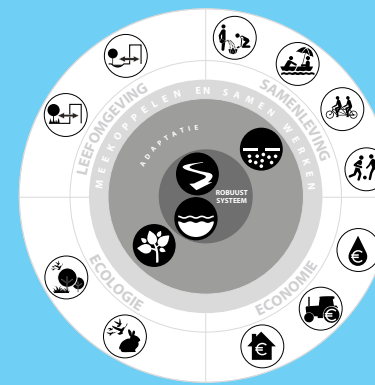


Perspectief voor de naoorlogse wijken en buitengebieden

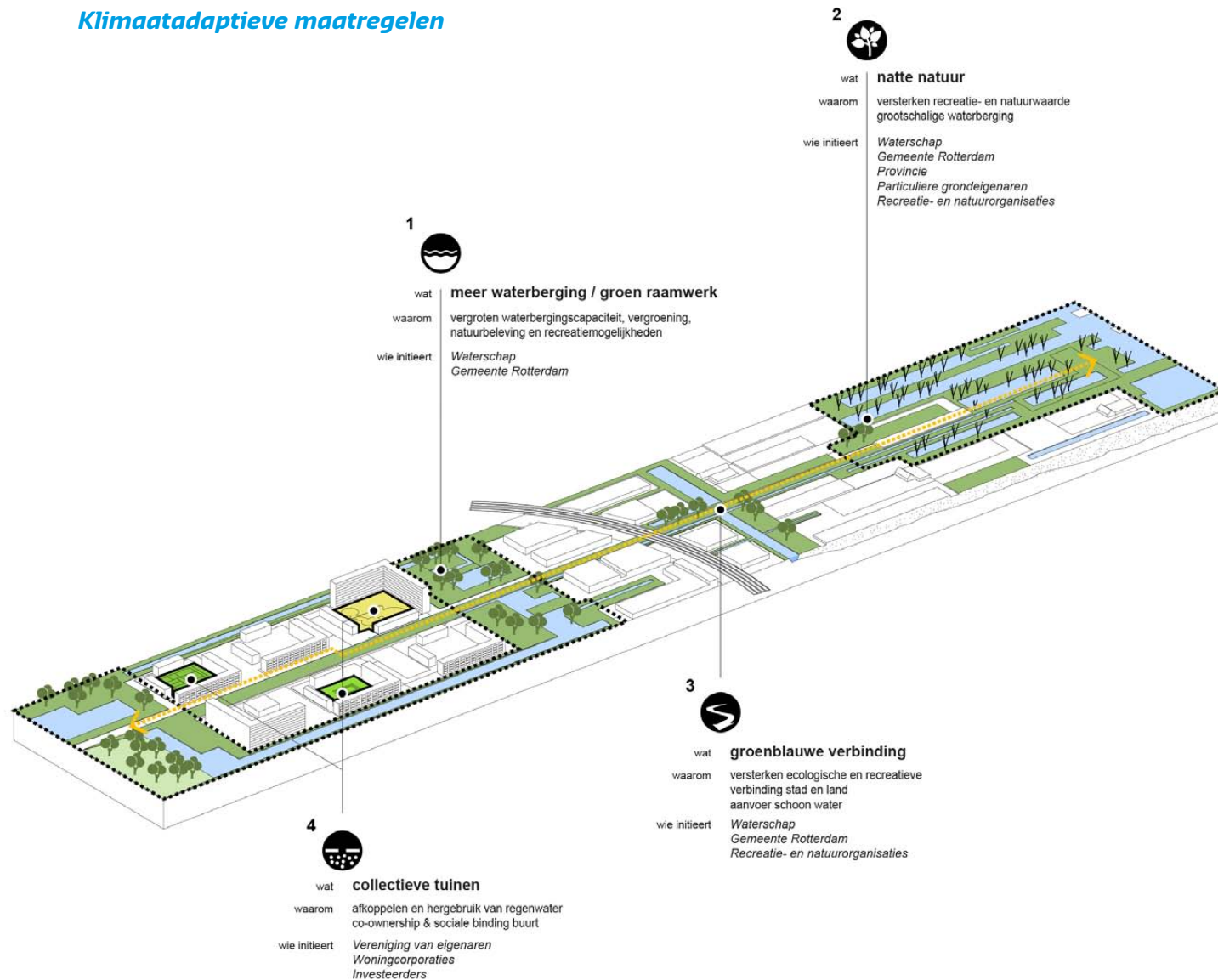
Welke klimaatadaptieve maatregelen kunnen we toepassen in de naoorlogse wijken en buitengebieden en wie zijn daarbij aan zet?

Welke meerwaarden creëren de gecombineerde maatregelen voor de leefomgeving, samenleving, economie en ecologie en wie profiteren daarvan?

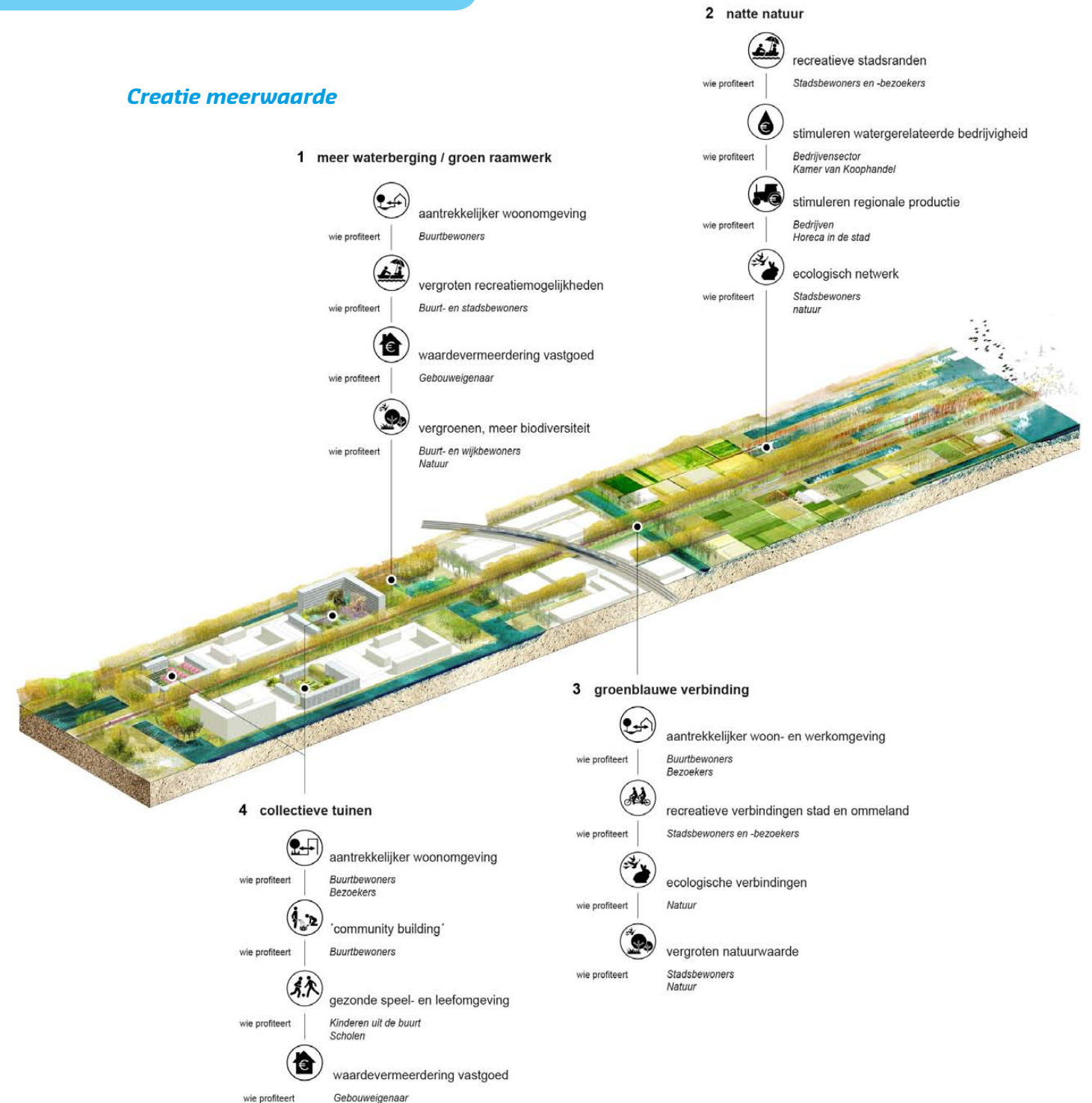
Strategieën	Maatregelen
grootschalige waterberging en vernatten landschap	2 3 4
verminderen hittestress	1 2 3 4
verkleinen van effect van droogteperiodes	1 2 3 4



Klimaatadaptieve maatregelen



Creatie meerwaarde



6.8

Een tocht door klimaatbestendig Rotterdam

Als we in 2025 door Rotterdam fietsen, zien we een klimaatbestendige deltastad die gericht is op alle kwaliteiten die het water te bieden heeft. Het buitendijkse gebied aan weerszijden van de Nieuwe Maas is gevarieerd qua sfeer en bebouwing. Buitendijkse stadswijken als Feijenoord en het Noordereiland zijn waterbestendige en populaire plekken in de stad met aantrekkelijke kades om te vertoeven. Veel van de panden hebben op een karakteristieke manier hun eigendom aangepast aan overstromingen die zo nu en dan voorkomen. Vanaf lage kades is het makkelijk opstappen op de waterbus.

De waterbus brengt ons naar de nieuwe Stadshavens waar volop geëxperimenteerd wordt met het leven op het water. Een visser gooit er zijn hengel uit vanaf de steiger van het getijdenpark. Vanaf het bordes van de nieuwe woon- en werkgebouwen is er een mooi zicht op deze havens in transitie. Verderweg richting zee liggen de nieuwe havens van Mainport Rotterdam. Nog altijd superveilig en goed beschermd tegen stormvloed vanuit zee.

We fietsen vervolgens over de robuuste groene dijk richting de binnenstad. Het uitzicht naar beide kanten is prachtig. Binnendijks is Rotterdam gelukkig nog steeds goed beschermd. Behalve een aangename route zijn de dijken soms ook een onlosmakelijk onderdeel van de stad. Zo passeren we de 'wijk op de dijk' en het dijkpark. Ook de natuur helpt een handje bij het beschermen van de stad tegen overstromen met groene vooroevers langs de Maas.

In de dicht bebouwde binnenstad is het aantal inwoners de laatste jaren flink toegenomen. Dit heeft geleid tot een levendig centrum met comfortabele en aantrekkelijke openbare ruimtes. De compacte stad is groener en zachter met stadsbomen langs de boulevards en straten en met groene plekken en waterpleinen die verkoeling bieden aan de vele bezoekers. Ook de gebouwen dragen bij aan de klimaatbestendige binnenstad met groene daken en klimaatgevels.

We fietsen door naar de 19^e-eeuwse stadswijken. Hier is de 'harde' stad van weleer aangevuld met 'zachte' plekken. Dat helpt bij intensieve neerslag maar ook bij langdurige droogte. Avontuurlijke tuinen om te spelen, moestuinen en parkjes en geveltuinen functioneren als spons. Maar ook zijn straten slim ingericht om bij veel regen mee te helpen met het vasthouden van water of het laten passeren van water naar de bodem.

De tocht voert ons nu naar de naoorlogse wijken van Rotterdam. Deze zijn aangenaam om te verpozen op hete zomerse dagen en bieden dankzij fraaie plassen en brede vaarten ruimte voor recreatie én waterberging. Blauwe verbindingen nodigen uit om te vertoeven, zorgen voor zoet water als het lang droog is en verbinden stad en ommeland. We fietsen terug richting het centrum van Rotterdam. Voor een verkoelend drankje op één van de vele terrassen aan de Maas.



7

Aan de slag!

Rotterdam anticipeert actief op de klimaatverandering. Wij doen dat op een wijze die meerwaarde biedt voor de leefomgeving, voor de ecologie en de economie van stad en haven en voor de Rotterdamse samenleving. De Rotterdamse adaptatiestrategie geeft aan welke maatregelen mogelijk zijn in verschillende stadsdelen om klimaatverandering tegemoet te treden en ook welke kansen dit biedt voor de stad. De Rotterdamse adaptatiestrategie kan worden samengevat in een aantal kernbesluiten. Met deze besluiten leggen we de basis voor de uitvoering van de strategie.

Ze bevestigen de ambitie die Rotterdam heeft om actief te anticiperen op de klimaatverandering en geven de handelingsrichting aan. De wijze waarop verder invulling wordt gegeven aan deze besluiten, wordt bepaald door de uitgangspunten van de uitvoeringsaanpak. Een aantal instrumenten ondersteunt de uitvoering.

Zicht op de bouwplaats van het waterplein op het Benthemplein (winter 2012). Al goed zichtbaar is het grootste en diepste bassin dat ook een functie heeft als ruimte voor sport, theatervoorstellingen en evenementen.



7.1 Instrumentarium

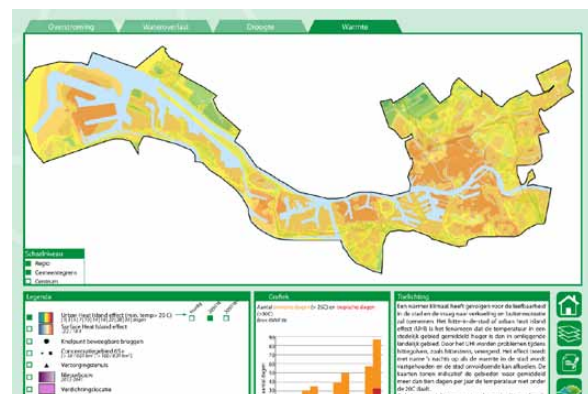
Instrumenten

Ter ondersteuning van de uitvoering en de ontwikkeling van de adaptatiestrategie is een aantal instrumenten ontwikkeld. Het begin van een gereedschapskist met tools die de implementatie van de strategie faciliteren en handelingsperspectief bieden aan diverse stakeholders. Ook voor andere (delta)steden zijn de instrumenten bruikbaar en de belangstelling is er. De ontwikkeling van deze instrumenten, vaak in samenwerking met MKB-bedrijven, is ook een voorbeeld van het creëren van (economische) meerwaarde van klimaatadaptatie.

Interactieve Klimaatatlas

De Interactieve Klimaatatlas geeft een digitaal overzicht van klimaatinformatie. De atlas presenteert algemene informatie over klimaatverandering, klimaatscenario's, de klimaateffecten voor Rotterdam en kwetsbare gebieden en objecten in ruimtelijke beelden en grafieken. De atlas is interactief door de mogelijkheid om de effecten van verschillende klimaatscenario's met elkaar te vergelijken. Hiermee is een schat aan informatie over stad en regio op een toegankelijke wijze te raadplegen. De atlas is door diverse stakeholders te gebruiken om het inzicht in gebiedsspecifieke klimaateffecten te vergroten. Het maken van keuzes voor een klimaatbestendige stedelijke inrichting en het stellen van prioriteiten wordt hiermee ondersteund.

Producent: Stichting Climate Adaptation Services (CAS).



Interactieve Klimaatatlas

Klimaatadaptatiebarometer

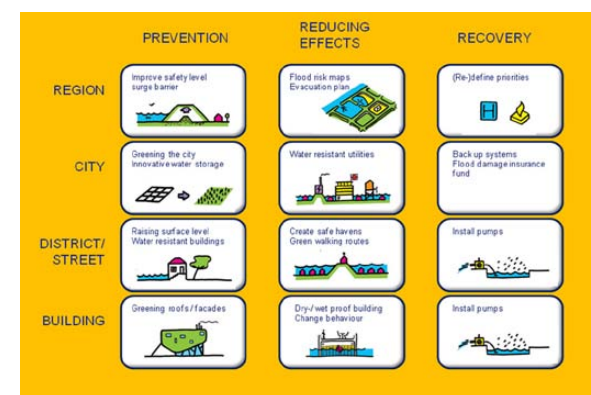
De klimaatadaptatiebarometer geeft inzage in de verschillende fasen die worden doorlopen om te komen tot een adaptatiestrategie en om klimaatbestendig te worden. Een goed hulpmiddel voor de gemeente om structuur te geven aan de adaptatiestrategie, om bij te houden hoe ver we zijn met het doorlopen van dit proces en met de uitvoering daarvan. Voor specifieke projectmonitoring is het minder geschikt; die zal in de uitvoeringsaanpak verder uitgewerkt worden. Er is belangstelling vanuit andere deltasteden die nog aan het begin van het adaptatieproces staan dit instrument te gebruiken.

Producent: Stadsontwikkeling Rotterdam

Klimaatadaptatietoolbox

De klimaatadaptatietoolbox is bedoeld als hulpmiddel voor ruimtelijk ontwerpers en projectleiders. De toolbox biedt een overzicht van mogelijke adaptatiemaatregelen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus en doelstellingen. De doelstellingen kunnen zijn: het beperken van de kans dat negatieve gevolgen van klimaateffecten worden ervaren (preventie), het beperken van de gevolgen na optreden of het bevorderen van herstel na optreden van bijvoorbeeld een overstroming. De klimaatadaptatietoolbox is een 'menukaart' van maatregelen en een dynamisch instrument. Nieuwe oplossingen die voortkomen uit onderzoek van bijvoorbeeld Kennis voor Klimaat worden toegevoegd aan deze toolbox.

Producent: Stadsontwikkeling Rotterdam

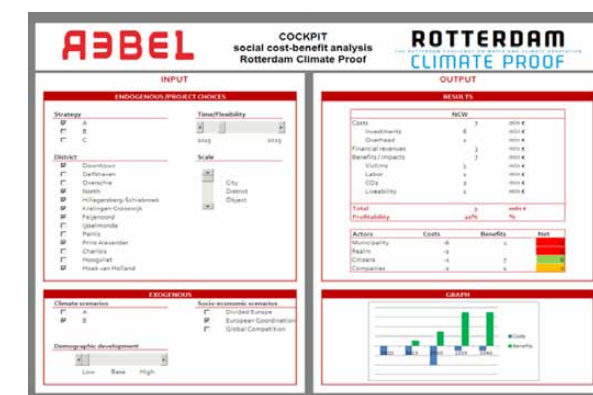


Klimaatadaptatietoolbox

Economisch afwegingsinstrument: maatschappelijke kosten-batenanalyse

Dit instrument geeft inzicht in de maatschappelijke kosten en baten op de lange termijn van verschillende, flexibel te selecteren maatregelen. Ook geeft het een beeld van de bijdrage aan het klimaatbestendig maken van de stad. De flexibiliteit van het instrument en het feit dat er voor klimaatadaptatiemaatregelen nog geen instrument bestaat dat resulteert in een maatschappelijk kosten-batenoverzicht, maken dit tot een unieke tool. In de huidige vorm kan het een goed hulpmiddel zijn bij het maken van strategische keuzes en bij keuzes tussen individuele maatregelen. Zo wordt onder meer duidelijk dat slim meekoppelen met bouwprojecten of onderhoudsprogramma's bijna altijd leidt tot een positieve kosten-batenverhouding. En dat er vaak zelfs sprake is van waardecreatie!

Producent: Rebel Group Rotterdam



Economisch afwegingsinstrument: maatschappelijke kosten- baten analyse

Climate Game Feijenoord

Climate Game Feijenoord is een serious game over klimaatbestendige gebiedsontwikkeling. Als voorbeeldgebied is de herstructureringsopgave in de deelgemeente Feijenoord gekozen. Feijenoord is een uniek en deels buitendijks gebied waar de komende jaren ruim 120 miljoen euro in geïnvesteerd gaat worden. Een investering ten bate van een sterk verbeterde leefomgeving, die klimaatbestendig is, nu en in de toekomst! De opgave kenmerkt zich door een groot aantal partijen met evenzoveel belangen. Hoe nu te komen tot een goede samenwerking en rolverdeling in het implementeren van adaptatiemaatregelen? Deze game geeft met realistische visualisaties inzage in die belangen, de wederzijdse afhankelijkheden en nut en noodzaak tot samenwerking. De vraagstukken in de game zijn universeel en de Climate Game is toepasbaar in veel gebiedsontwikkelingsprocessen waar men inzicht wil krijgen in klimaatadaptatie, de effecten van maatregelen en elkaars belangen.

Producent: Tygron



Climate Game Feijenoord

7.2

Van strategie naar uitvoering

Contour van de uitvoeringsaanpak

De strategie geeft de richting aan, de uitvoeringsaanpak geeft aan hoe Rotterdam de adaptatiestrategie gaat uitvoeren. Deze uitvoeringsaanpak wordt in overleg met alle partijen die aan en in deze stad werken opgesteld. Onze partners in klimaatadaptatie zijn zowel gemeentelijke diensten, andere overheden zoals de waterschappen en Rijkswaterstaat, de burgers van Rotterdam als private organisaties waaronder woningcorporaties, projectontwikkelaars, nutsbedrijven en het Havenbedrijf Rotterdam. De uitvoeringsaanpak zal geen blauwdruk worden voor uit te voeren maatregelen per gebied. Wel geeft zij aan waar de prioriteiten liggen in de realisatie van de adaptatiestrategie, welke verbindingen gemaakt gaan worden met plannen en projecten van onze stedelijke partners die werken 'aan Rotterdam' en op welke termijn activiteiten worden uitgevoerd. Deze activiteiten omvatten zowel concrete uitvoering van adaptatiemaatregelen als pilotprojecten, verdiepend onderzoek en (kennis)borging. Ook de verbinding van klimaatadaptatie aan economische en participatieve activiteiten krijgt expliciet een plek. Centraal in 'het hoe' van de uitvoering staan:

De uitvoering beweegt mee met het 'ritme van de stad'

Klimaatverandering is een langzaam proces waarvan de effecten slechts geleidelijk zichtbaar worden. Er is dus tijd om ons aan te passen. Tegelijkertijd ontwikkelt de stad zich voortdurend. Nutsnetwerken en stedelijke infrastructuur worden onderhouden, woningen en kantoren worden gerenoveerd, buitenruimte wordt heringericht en er is inbreiding en uitbreiding van de woon- en werkstad. Soms gaat het tempo van al deze activiteiten omlaag, zoals in het huidige economische tij. Dan ontstaan er weer mogelijkheden en nieuwe kansen om de stad te ontwikkelen en het samenleven in deze deltastad te verbeteren. Het resultaat van al deze activiteiten heeft vaak een lange levensduur. Renovatie of vervanging van bebouwing en infrastructuur vindt gemiddeld eens in de dertig tot vijftig jaar plaats en veel bebouwing heeft nog een veel langere

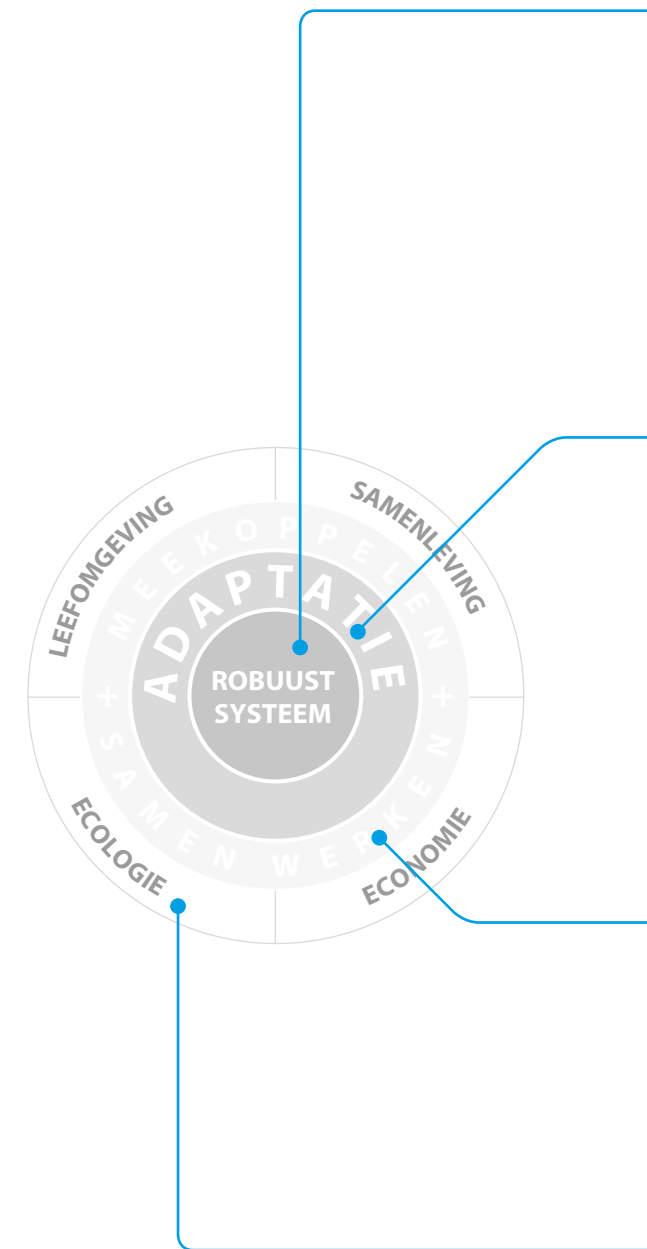
levensduur. Regeren is vooruitzien. Afwachten wat de klimaatverandering ons brengt, zal de stad op langere termijn voor kostbare opgaven stellen. Meeliften met de ontwikkel- en onderhoudsactiviteiten in de stad, is een verstandige keuze. Met de huidige kennis over klimaatverandering is dat mogelijk. Dit 'ritme van de stad' is uitgangspunt voor de planning en uitvoering van activiteiten die de stad klimaatbestendig maken.

De uitvoering is gebiedsgericht

De kwetsbaarheid van verschillende stadsdelen voor de effecten van de klimaatverandering zijn bekend. Ook is er inzicht in het scala aan maatregelen en activiteiten die de klimaatbestendigheid van die stadsdelen kunnen vergroten. Welke maatregelen op een specifieke locatie het meest passend en realiseerbaar zijn, zal door de verantwoordelijke partijen in het gebied moeten worden vastgesteld. De regie hierop ligt in veel gevallen niet bij de gemeente. De gemeente heeft hierbij een kaderstellende, adviserende en stimulerende rol. Aansluiting op de gebiedsplannen is hierbij essentieel.

De uitvoering creëert meerwaarde

De activiteiten om Rotterdam klimaatbestendig te maken, versterken de ambities van de stad en creëren meerwaarde. Voor de fysieke stad, de Rotterdamse en regionale economie en voor de samenleving in Rotterdam. De uitvoeringsaanpak houdt bewust rekening met het creëren van die meerwaarde. Door slimme keuzes te maken, waar en hoe adaptatiemaatregelen worden gekoppeld aan bouw- en inrichtingsprojecten in de stad. Door te kiezen voor innovatieve ontwerpen en aanpakken waardoor bedrijven kansen zien in Rotterdam maar ook door experimenteerimte te bieden zoals het Aquadock bij de RDM-campus. Door adaptatiemaatregelen te kiezen die de leefbaarheid van de stad versterken, zoals vergroening en toevoeging van zichtbaar water, en door bewoners en bedrijven vanaf het begin te betrekken. Daarmee blijft de stad wereldwijd voorbeeld van een veilige deltastad die vooruit denkt en leiderschap toont.



De basis op orde – kernbesluiten

- Inzetten op handhaving en optimalisering van de Measlantkering als effectieve bescherming tegen de gevolgen van zeespiegelstijging in samenspraak met de verantwoordelijke beheerder
- Koppelen van de specifieke stedelijke opgave ter plekke aan de versterking van waterkeringen in lijn met de strategische besluiten uit het Deltaprogramma
- Inzetten op de instandhouding en optimalisering van het huidige stedelijke watersysteem: het zo lang mogelijk benutten van de kwaliteit van de bestaande waterinfrastructuur

Adaptieve aanpak – kernbesluiten

- Adaptief bouwen en inrichten, als onderdeel van een 'meerlaagse' aanpak, is uitgangspunt voor het buitendijkse gebied
- Inzetten op het benutten van de buitenruimte en bebouwing voor waterberging en 'slimme' waterafvoer (in de haarvaten), gekoppeld aan de specifieke stedelijke opgave ter plekke; hiermee ontstaat er meer flexibiliteit in de oplossingsmogelijkheden en kansen voor toevoegen van kwaliteit aan de leefomgeving
- Actief stimuleren dat hittebestendigheid wordt meegenomen bij het ontwerpen, renoveren en onderhouden van gebouwen, buitenruimte en weg- en nutsinfrastructuur

Samenwerken en meekoppelen – kernbesluiten

- Actief informeren van en bieden van handelingsperspectief aan burgers en bedrijven over de bescherming tegen rivierwater, teveel en te weinig neerslag en hete perioden
- Toewerken naar een gedeelde verantwoordelijkheid van publieke en private perceelseigenaren voor opvang van een teveel aan neerslag

Meerwaarde creëren – kernbesluiten

- Actief ruimte bieden aan innovaties bij de realisatie van klimaatadaptatiemaatregelen
- Inzetten op het verder vergroenen van de stad als 'no regret'-maatregel voor een aantrekkelijk stadsklimaat

De uitvoering doen we samen

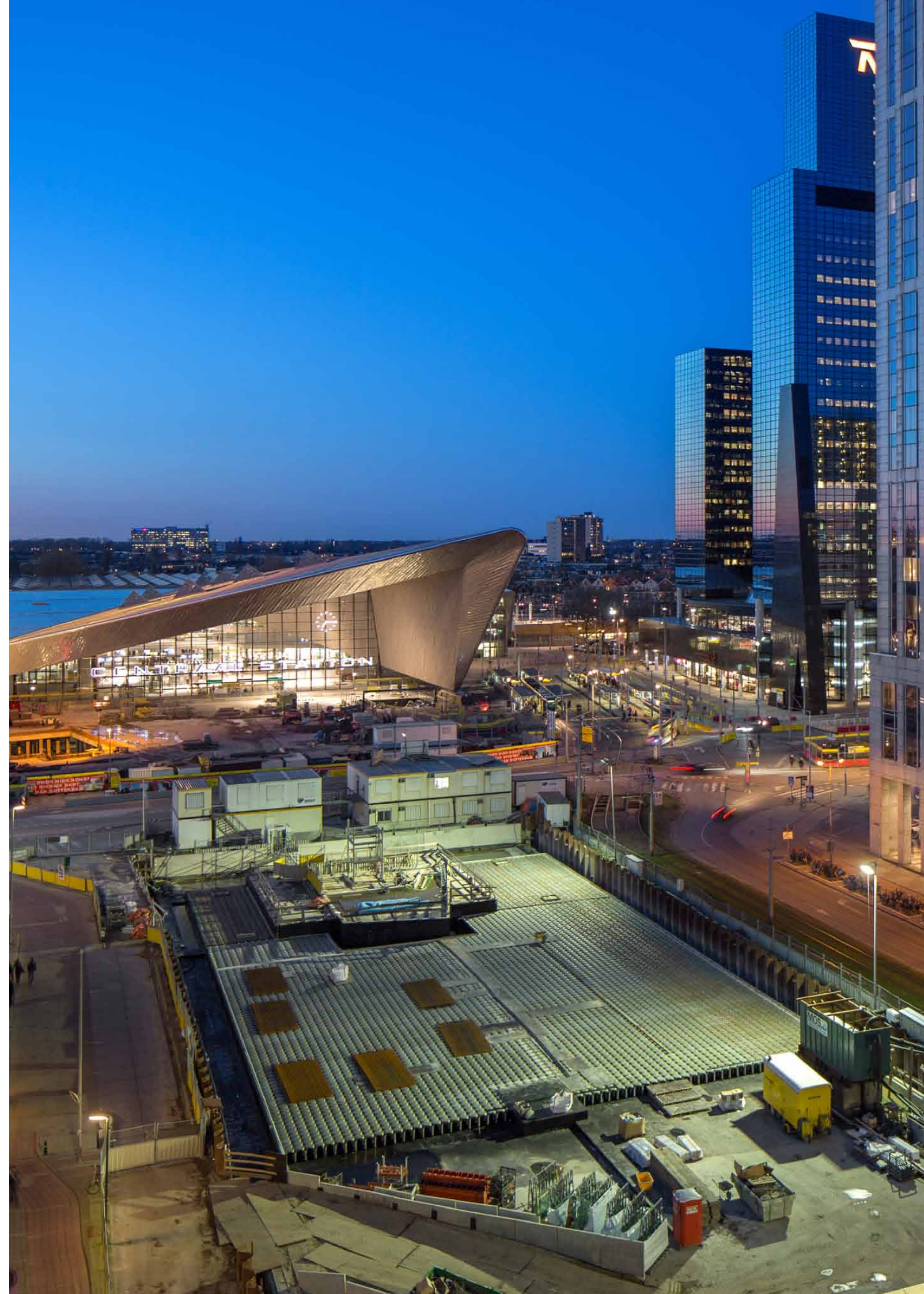
De effecten van klimaatverandering hebben invloed op veel onderdelen van de fysieke stad en de stedelijke samenleving. In Rotterdam werken heel veel partijen samen binnen hun eigen verantwoordelijkheden, ambities en doelstellingen. Het realiseren van een klimaatbestendige stad kan onmogelijk door de gemeente alleen worden gedaan. Ook de inwoners zelf kunnen bijdragen. Iedereen is nodig om de klimaatadaptatiestrategie uit te voeren. Daarom is 'het gesprek aangaan' en het maken van afspraken een essentieel onderdeel van de uitvoeringsaanpak. Hier zijn we al mee bezig en dit zal worden voortgezet. Deze adaptatiestrategie is startpunt voor het gesprek.

Klimaatadaptatie is al gestart

Diverse activiteiten en plannen in Rotterdam dragen al bij aan een klimaatbestendiger stad. Het Waterplan 2 en de afspraken met de waterbeheerders in Rotterdam zijn hiervan een aansprekend voorbeeld. Concrete resultaten zijn de realisatie van extra waterberging en maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit. Deze projecten zijn vaak ook een voorbeeld van innovatie en trekken de aandacht van (internationale) overheden en investeerders.

De klimaatadaptatiestrategie richt zich, behalve op het stedelijke watersysteem, ook op andere essentiële functies van de stad: vitale nutsnetwerken, transport- en vervoerinfrastructuur en het leefklimaat. Hiermee is het een integrale strategie. De aanpak van het Waterplan wordt verbreed naar alle terreinen die van belang zijn voor een klimaatbestendige stad. De adaptatiestrategie biedt het kader en startpunt van gesprek. Een gezamenlijke ambitie voor een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling en afspraken over de concrete invulling daarvan, zijn het doel. De gemeente faciliteert de stedelijke partners en neemt, waar nodig of verantwoordelijk, initiatief. In de uitvoeringsaanpak wordt dit concreet gemaakt.

Rotterdam werkt zo aan een klimaatbestendige stad die nu en in de toekomst veiligheid biedt en aantrekkingskracht heeft op haar bewoners, bezoekers en bedrijven. Een leefbare stad in de Nederlandse delta waar men graag woont, werkt en leeft.



Colofon

De Rotterdamse adaptatiestrategie is opgesteld onder verantwoordelijkheid van het Programmabureau Duurzaam van de gemeente Rotterdam.

Regiegroep Rotterdam Climate Proof (RCP)

Corjan Gebraad (projectleider RAS), Arnoud Molenaar (programmamanager RCP), Nick van Barneveld, Susanne Buijs, Daniel Goedbloed, Pieter de Greef, John Jacobs, Lissy Nijhuis, Chantal Oudkerk Pool, Hetty van Rhijn-Stumphius, Jos Strengh, Peter van Veelen, Nicolien Wirschell

De Urbanisten

Dirk van Peijpe, Florian Boer, Jesus Hurtado, Jens Jorritsma, Eduardo Marin, Auke Wissing

Tekst

De Urbanisten i.s.m. regiegroep Rotterdam Climate Proof

Kaarten en illustraties

De Urbanisten

Met uitzondering van:

Bureau Stroming, p. 91

Doepel Strijkers Architecten, p. 73, 96, 97

Defacto, p. 39 (bewerkt), p. 72

TU Delft, I. Bobbink, p. 42

Stichting Klimaat Adaptatie Services, p. 49, 53, 55, 59,

61, 65 (allen bewerkt)

Vormgeving

De Urbanisten

Fotografie

Jan de Groen (foto omslag), Aeroview (p. 98-99, 102-103, 106-107, 118-119), Hanna Anthonysz (p. 29), Peter van Bolhuis (p. 114-115, 122-123), Victor van Breukelen (p. 51), Hans Elbers (p. 57, 110), Eric Fecken (p. 18, 28, 48, 56, 77, 82, 86, 92, 93, 95, 134-135), Ho Chi Minh City (p. 28), Hollandse Hoogte (p. 95), Rob 't Hart, Hoogheemraadschap van Delfland (p. 10), Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard (p. 20-21), Michael Huising (p. 63), Ronald Karssies (p. 30), Robert de Kort, Defacto (p.32-33), Marcel van Leeuwen (p. 26), Paul Martens (p. 76), Eppo Notenboom (p. 19, 30), Ossip Architectuurfotografie (p. 83, 135), Ed Oudenaarden, ANP (p. 50), Tom Pilzecker (p. 31), Casper Rila (p. 22), W. Sikkelerus (p. 60), Jan Slob (p. 31), Bjorn Slot (p. 29, 87), De Urbanisten (p. 66-67, 68, 71, 81, 128-129), veenenbos en bosch landschapsarchitecten (p. 74), Arnoud Verhey (p. 88), Marijke Volkers (p. 70), Tessa Voogt (p.54)

Door De Urbanisten bewerkt: foto omslag, p. 12-13, 76, 98-99, 102-103, 106-107, 110-111, 118-119, 122-123

De auteur heeft gepoogd alle rechthebbenden van beeldmateriaal te achterhalen en te vermelden. Eventuele niet-genoemde rechthebbenden kunnen zich bij de uitgever melden; zij zullen in een volgende druk worden vermeld.



Rotterdam Climate Initiative

Het Rotterdam Climate Initiative (RCI) richt zich op 50% CO2-reductie en 100% klimaatbestendigheid in 2025. Het RCI is een initiatief van de gemeente Rotterdam, het Havenbedrijf Rotterdam NV, DCMR Milieudienst Rijnmond en Deltalinqs, de koepelorganisatie van de Rotterdamse industrie. Als daadkrachtige en innovatieve wereldhavenstad neemt Rotterdam samen met bewoners, bedrijven en instellingen haar verantwoordelijkheid voor een duurzame toekomst. Door zowel de oorzaken en de gevolgen van de klimaatverandering aan te pakken, de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidoverlast te beperken, werkt Rotterdam voortvarend aan het totale duurzaamheidsdossier. Door deze unieke aanpak is Rotterdam een inspirerend voorbeeld voor andere steden. De ambities en resultaten op het gebied van milieu, klimaat, energie en water dragen bij aan een groene, schone, gezonde en economisch sterke stad en maken van Rotterdam de duurzaamste wereldhavenstad.

Rotterdamse adaptatiestrategie

De Rotterdamse adaptatiestrategie zet de koers uit waarlangs Rotterdam zich wil aanpassen aan de veranderingen van het klimaat. Doel is een klimaatbestendige stad voor de Rotterdammers van nu en voor toekomstige generaties. Dat is een stad die bovendien aantrekkelijk en economisch vitaal is.

Meer informatie

www.rotterdamclimateinitiative.nl

Uitgave

Gemeente Rotterdam, oktober 2013



ROTTERDAM.CLIMATE.INITIATIVE
Climate Proof