



Waterrobuust bouwen

Waterrobuust **bouwen**

*De kracht van kwetsbaarheid
in een duurzaam ontwerp*

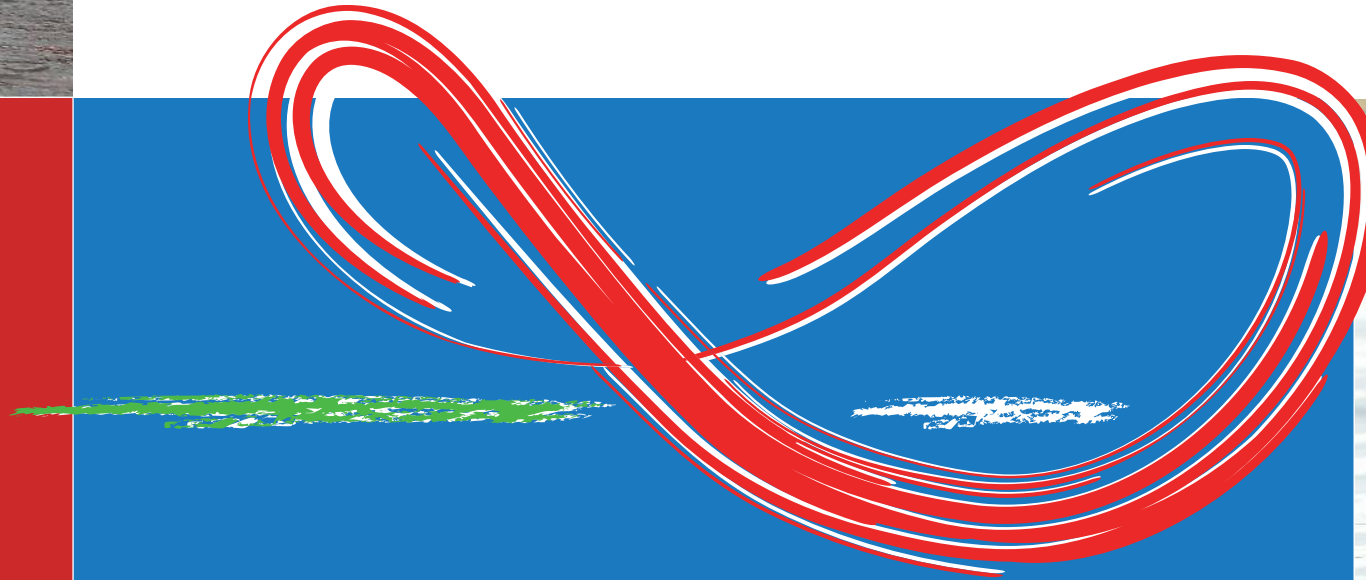
Ons klimaat verandert in snel tempo. Neerslag wordt steeds heviger, perioden van droogte duren langer.

Gemeenten, bouwbedrijven, projectontwikkelaars, waterschappen, belangengroepen en provincies hebben nu al rechtstreeks te maken met de gevolgen van de klimaatverandering. Immers, het is aan hen om de overlast voor de burger zo minimaal mogelijk te houden.

Eén van de mogelijkheden om die overlast te beperken is waterrobuust bouwen. Waterrobuust bouwen is het zodanig vormgeven en inrichten van de openbare ruimte, dat de impact van bijvoorbeeld ernstige neerslag zo klein mogelijk blijft.

Dit boek, geschreven door het platform Beter Bouw- en Woonrijp Maken (BBWM), biedt een werkwijze om steden en dorpen waterrobuust in te richten.

Waterrobuust bouwen, SBR artikelnummer: 604.08, ISBN: 978 90 5367 496 3



Waterrobuust **bouwen**

*De kracht van kwetsbaarheid
in een duurzaam ontwerp*

Auteurs

Frans van de Ven, TU Delft/Deltares
 Erik Luyendijk, Grontmij/TU Delft
 Mieke de Gunst, Witteveen+Bos
 Ellen Tromp, Deltares
 Maurits Schilt, Witteveen+Bos
 Liesbeth Krol, Witteveen+Bos
 Berry Gersonius, UNESCO-IHE
 Cees Vlaming, Grontmij
 Leon Valkenburg, TU Delft
 Rob Peeters, Rijkswaterstaat-RIZA

Begeleidingscommissie

Chris Zevenbergen, Dura Vermeer/UNESCO-IHE
 Garnt Arbouw, Ministerie van VROM
 Gert-Jan Braas, Volker Wessels
 Luit-Jan Dijkhuis, Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Corné Nijburg, Leven met Water
 Peter van Oppen, SBR
 Florrie de Pater, Klimaat voor Ruimte
 Harold van Waveren, Rijkswaterstaat Waterdienst

Uitgave

Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR
 Postbus 1819, 3000 BV Rotterdam

Opmaak uitgave

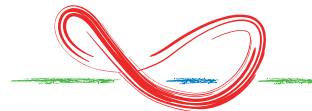
Witteveen+Bos, studio

Postadres Beter Bouw- en Woonrijp Maken

TU Delft, Sectie Waterhuishouding
 Stevinweg 1, kamer 4.76
 postus 5, 2600 AA Delft

Beter Bouw- en Woonrijp Maken is een initiatief van

SBR
 TU Delft
 Grontmij
 Witteveen+Bos
 Deltares
 Sterk Consulting



BETER BOUW- EN WOONRIJP MAKEN

Deze publicatie is mede mogelijk gemaakt met financiering van

Leven met Water
 Klimaat voor Ruimte
 Rijkswaterstaat Waterdienst
 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Water
 SBR
 UNESCO-IHE
 Grontmij
 Witteveen+Bos
 Deltares
 TU Delft
 Sterk Consulting

Verantwoording

© Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR, Rotterdam, 2009

Alle rechten voorbehouden. Alle auteursrechten en databankrechten ten aanzien van deze uitgave worden uitdrukkelijk voorbehouden. Deze rechten berusten bij Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR te Rotterdam.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen, mag niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor het overnemen van een gedeelte van deze uitgave ten behoeve van commerciële doeleinden dient men zich te wenden tot de uitgever.

Aan de inhoud van deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend. De organisatie van Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor de inhoud van deze publicatie en de hierin verstrekte informatie. Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het formuleren en redigeren van deze publicatie. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in deze publicatie onjuistheden voorkomen. Degene die van deze publicatie gebruik maakt, aanvaardt daarvoor het risico. Beter Bouw- en Woonrijp Maken/SBR sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze publicatie.

leven met water



klimaat voor ruimte



UNESCO-IHE
 Institute for Water Education



Grontmij

Witteveen+Bos

Deltares
 Enabling Delta Life



TU Delft

STERK CONSULTING

BUREAU VOOR WATER- EN OMGEVINGSVRAAGSTUKKEN



*Figuur V.1
WADI in een
woonwijk
Hengelo,
Overijssel*

V

De komende decennia blijft Nederland verstedelijken, door de bouw van honderduizenden woningen en de herstructurering van oude woonwijken en industriegebieden. De maatschappelijke en economische waarde van onze steden blijft stijgen, maar de stad wordt daardoor wel extra kwetsbaar voor extreme weersomstandigheden. Wateroverlast, droogte en hitte kunnen grote gevolgen hebben voor de economie, de ecologie en de volksgezondheid.

Daar komt bij dat ons klimaat verandert. Wat de oorzaak hiervan ook mag zijn, cijfers van het KNMI bewijzen dat deze snelle verandering een gegeven is waar we niet om heen kunnen. Extreme buien komen vaker voor, net als lange perioden van droogte en hittegolven. Het is dan ook logisch dat we proberen de schadelijke gevolgen te beperken door de inrichting en het beheer van onze steden aan te passen.

Eén van de meest concrete manieren om dit te doen heet ‘waterrobuust bouwen’. Waterrobuust bouwen is het zodanig vormgeven en inrichten van het stedelijk gebied en de daarin aanwezige gebouwen, dat de impact van de klimaatverandering zo klein mogelijk blijft. Door waterrobuust te bouwen kunnen gemeenten, bouwbedrijven, projectontwikkelaars, waterschappen, belangengroepen, provincies en al die andere partijen die deel uitmaken van het bouwproces, het risico beperken en wellicht ook kansen grijpen die met waterrobuust bouwen zijn verbonden. Dit boek, geschreven door het platform Beter Bouw- en Woonrijp Maken (BBWM), biedt een werkwijze en een overzicht van maatregelen om steden en dorpen waterrobuust in te richten.

Waterrobuust bouwen sluit aan bij het in september 2008 gepresenteerde advies van de Commissie Duurzame Kustontwikkeling (de Commissie Veerman) en bij het Nationale Waterplan. Zowel het advies van de Commissie Veerman als het Nationale Waterplan noemen waterrobuust bouwen als effectieve werkwijze om de inrichting van onze leefomgeving te laten meebewegen met de klimaatverandering.

Wij hopen dat dit boek voor u van waarde zal zijn, als bron van inspiratie, en ook als leidraad voor het overleg met alle andere partijen die betrokken zijn bij de duurzame ontwikkeling en herontwikkeling van stedelijke gebieden.

Kees Vriesman
Voorzitter platform
Beter Bouw- en Woonrijp Maken i.o.

Kees Vriesman

Henry Meijdam
Algemeen directeur CURNET

Henry Meijdam



Figuur 1.1
Waterbesparing in
openbaar gebied,
Australië



	Colofon	2
	Voorwoord	5
	Inhoudsopgave	7
1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Doel	9
1.3	Scope	10
2	Waarom waterrobuust bouwen?	12
2.1	Waterrobuust bouwen	12
2.2	KNMI-klimaatscenario's	12
2.3	Transitie naar een waterrobuuste omgeving	14
3	Een drietrapsbenadering	16
3.1	Inleiding	16
3.2	De lagenbenadering	16
3.3	Kwetsbaarheid van de samenleving	21
3.4	De keuze van maatregelen	23
3.5	Waterrobuust bouwen: een permanent collectief leerproces	38
4	De drietrapsbenadering in de praktijk	40
5	Case D1: Herontwikkeling wijk door woningcorporatie	46
5.1	Inleiding	46
5.2	Toepassing drietrapsbenadering	47
6	Case D2: Herinrichting voormalig fabrieksterrein door gemeente	56
6.1	Inleiding	56
6.2	Toepassing drietrapsbenadering	57
7	Case D3: Behoud (water)cultuur na oorlogse wijken	66
7.1	Inleiding	66
7.2	Toepassing drietrapsbenadering	67
8	Case N1: Planontwikkeling multifunctioneel ruimtegebruik	72
8.1	Inleiding	72
8.2	Toepassing drietrapsbenadering	72
9	Case N2: Regenwateroverlast in wijk	76
9.1	Inleiding	76
9.2	Toepassing drietrapsbenadering	76
10	Case N3: Buitendijks bouwen	82
10.1	Inleiding	82
10.2	Toepassing drietrapsbenadering	82
11	Een inspirerend voorbeeld uit Groot-Brittannië	88
12	Conclusies en aanbevelingen	92
	Bijlage I Harde maatregelen	95
	Bijlage II Zachte maatregelen	112
	Literatuurlijst	126
	Begrippenlijst	134

1.1 Aanleiding

Ons klimaat verandert. De mate waarin laat zich moeilijk voorspellen. Er zullen neerslagen vallen met hogere intensiteiten dan we nu gewend zijn. Ook drogere perioden zullen vaker voorkomen. Door waterrobuust te bouwen is het mogelijk om onze leefomgeving beter bestand te maken tegen deze extremen, zo adviseerde recentelijk ook de Deltacommissie, onder leiding van oud-minister Veerman.

Onze leefomgeving is niet op extreem natte en extreem droge perioden berekend. Zo kunnen onze huidige stedelijke omgevingen het water bij hevige neerslagen niet direct afvoeren, omdat de afvoersystemen hier niet op gedimensioneerd zijn. Ook kunnen er natte tuinen en kruipruimten ontstaan. In augustus 2002 ontstond ernstige regenwateroverlast in West-Brabant ten gevolge van hevige neerslag. Door de overvloedige regenval kwamen verschillende straten blank te staan en liepen huizen en bedrijven onder water. Extreme droogte leidt weer tot andere problemen, waarop ons stedelijk gebied ook niet is berekend. In-klinkingen en het opbarsten van de bodem zijn mogelijke gevolgen.

De afgelopen jaren verschenen in de kranten regelmatig nieuwsberichten als 'Nederland zucht onder de aanhoudende hitte en droogte' en 'West-Europa warmt in hoog tempo op' (zie figuur 1.1). Het IPCC voorspelt dat dit soort omstandigheden zich meer en meer zullen voordoen. Neem de zomer van 2003. Een lange, droge periode werd abrupt afgebroken en gevolgd door een extreem natte periode met hevige regenbuien.

De gebeurtenissen van de afgelopen jaren maken duidelijk dat het waterbeheer een continue zorg vraagt die noodzakelijk is voor het in stand houden van ons land als duurzame vestigingsplaats voor mens, plant en dier. In 10 jaar tijd zullen er nog circa 700.000 nieuwe woningen worden gebouwd en ruim 42.000 hectare nieuw bedrijventerrein moeten worden ingericht. Daarnaast ligt er een stedelijke herinrichtingsopgave van minimaal dezelfde omvang.

Deze opgave kan niet tot stand komen zonder rekening te houden met het veranderende klimaat en de daarmee gepaard gaande wateroverlast: nieuwe en oude woonwijken moeten beter bestand zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering. De belangrijkste vraag die achter het kennisproject 'Waterrobuust bouwen' schuilgaat, is daarom:

Hoe kunnen we onze stedelijke leefomgeving zo organiseren, inrichten, ontwerpen, bouwen en beheren dat deze beter bestand is tegen een veranderend klimaat en daarmee de waterbelasting?

In de voorliggende rapportage is een drietrapsbenadering gepresenteerd op basis waarvan een waterrobuuste inrichting tot stand kan komen. De drietrapsbenadering is uitgewerkt met als uitgangspunt de technische afwegingen ten aanzien een waterrobuuste leefomgeving. Daarbij is ook de relatie van de techniek met procesmatige en juridische aspecten in ogenschouw genomen.

Het kennisproject Waterrobuust bouwen is een brugproject van de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte en Leven met Water. Het project valt tevens onder het koepelproject 'Klimaat in de Stad' van Klimaat voor Ruimte. De uitvoering van het kennisproject Waterrobuust bouwen is in handen van de consortiumpartners van het kennisplatform 'Beter Bouw- en Woonrijp Maken', met ondersteuning van de Flood Resilience Group van UNESCO-IHE en de bouw- en ontwikkelsector.

1.2 Doel

Doel van het project Waterrobuust bouwen is om te komen tot een bruikbare richtlijn en een overzicht van mogelijkheden om onze leefomgeving - huizen, gebouwen alsmede de inrichting van de infrastructuur en de woon- en werkomgeving - te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat.

In samenwerking met de bouwpartners is een werkpakket met mogelijke maatregelen en een Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen samengesteld: een praktijkgericht totaaloverzicht van de veelheid aan ideeën en oplossingsrichtingen om de gevolgen van de klimaatscenario's voor het bestaande en nieuwe stedelijke gebieden het hoofd te kunnen bieden. Hierbij gaat het om ideeën op het gebied van techniek, proces en wet- en regelgeving.

Een ander doel van het project Waterrobuust bouwen is het bewust maken van de Nederlandse bouwsector van de impact van klimaatverandering. Dit probeert het projectteam Waterrobuust bouwen tot stand te brengen door de bouwwereld te betrekken bij kennisontwikkeling en de samenstelling van maatregelen, werkwijzen en richtlijnen.

De uitgewerkte cases in dit rapport zijn bedoeld om de overheden en bouwpartners te inspireren en om een basis te bieden voor een discussie over waterrobuust bouwen.



Figuur 1.1
Nieuwsbericht over
klimaatverandering

Doelgroepen

De doelgroep van het project Waterrobuust bouwen bestaat uit alle partijen die betrokken zijn bij de (her)ontwikkeling van stedelijk gebied, samengevat in de term bouwpartners. Het betreft onder andere. provincies, gemeenten, waterschappen, projectontwikkelaars, bouwers, woningbouwcorporaties, stedenbouwkundigen, architecten, kopers en hun adviseurs.

1.3 Scope

Het project Waterrobuust bouwen richt zich niet alleen op waterrobuuste gebouwen, maar op 'de totale inrichting van het stedelijk gebied'. Deze totale inrichting begint bij het nadenken over de inrichting van het stedelijk gebied (het initiatief) en eindigt bij het in stand houden ervan (het beheer). In de te nemen stappen van de initiatief- tot aan de beheersfase moeten keuzes worden gemaakt. Om dit keuzeproces goed te doorlopen kan een drietrapsbenadering als handvat dienen. De publicatie Waterrobuust bouwen dient als handvat om stap voor stap te komen tot een evenwichtige, waterrobuuste inrichting. Een inrichting waarbij naast de gebouwen ook de inrichting van het openbare gebied van belang is. Deze benadering is in de publicatie beschreven als drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen. Deze drietrapsbenadering sluit aan bij het concept Bouwrijp Maken-PLUS, dat is ontwikkeld op basis van het Concurrent Engineering-principe. Dit concept werd eerder door het kennisplatform Beter Bouw- en Woonrijp Maken geïntroduceerd.

Naast de oplossingsrichtingen bestaat de drietrapsbenadering uit nog twee andere, belangrijke onderdelen: de lagenbenadering en de kwetsbaarheden. De lagenbenadering is een instrument om een gedegen analyse van het plangebied te kunnen maken. De kwetsbaarheid is een essentiële schakel in de drietrapsbenadering. Met het definiëren van de kwetsbaarheid van een gebied is het mogelijk om een set van maatregelen samen te stellen die toegesneden is op de specifieke kenmerken (ondergrond, infrastructuur en functies) van het te ontwikkelen gebied. Met deze specifieke maatregelen wordt de kwetsbaarheid van een gebied voor klimaateffecten beperkt.

De bedoeling van het project is het bijeenbrengen van bestaande kennis uit binnen- en buitenland en deze te bundelen, om deze uiteindelijk te kunnen delen met de bouwpartners. Door het identificeren van kennisleemten kunnen nieuwe (wetenschappelijke of praktijk-) projecten worden opgestart. Deze projecten hebben als doel nieuwe kennis te ontwikkelen en leemten te vullen. Door samenwerking met de bouwpartners is ook in dit project gewerkt aan een bruikbare vertaling naar de praktijk. Een verdere doorvertaling naar de praktijk zal in een volgende fase van het project worden uitgewerkt in praktijkprojecten. De betrokken partijen zullen in

deze proefprojecten (gezamenlijk) de sterke en zwakke punten van de methoden en werkwijzen evalueren. Op die manier ontstaat een kruisbestuiving tussen wetenschap en praktijk. In deze praktijkprojecten zal ook het actie-leren nadrukkelijk naar voren komen: kennisvragen die tijdens de praktijkprojecten naar boven komen, worden met de betrokkenen beantwoord. Op deze manier kunnen bouwpartners van elkaar leren welke technieken wel/niet toe te passen en waarom. Hierdoor wordt de beschikbare kennis beter toepasbaar in de praktijk en ontstaat een breed draagvlak.

In het project Waterrobuust bouwen is de scope als volgt afgebakend:

- de klimaatverandering wordt als gegeven beschouwd, de KNMI-klimaatscenario's zijn hierbij het uitgangspunt;
- het water komt vanuit de zee, de rivier, de lucht (regen, sneeuw, et cetera) en vanuit de ondergrond (kwel, grondwater, et cetera);
- er wordt gekeken naar zowel wateroverlast (en -veiligheid) als watertekort en hitte;
- de inrichting van het stedelijk gebied als totaal wordt belicht: niet alleen het gebouw maar ook inrichting van de openbare ruimte met onder meer de boven- en ondergrondse infrastructuur, groen en water. En de relatie tussen de verschillende aspecten;
- de maatregelen richten zich op de bebouwde omgeving. Hiermee wordt zowel nieuwbouww gebied als herontwikkeling van bestaand bebouwd gebied bedoeld. Niet alleen een stad of dorp maar ook de kernen. Landelijk gebied wordt buiten beschouwing gelaten;
- bij het opstellen van de maatregelen is het totale inrichtingsproces van planning tot beheer belicht;
- onderzoek naar locatiekeuze maakt geen deel uit van het project. Er wordt niet voorgeschreven waar wel of waar niet gebouwd kan of moet worden. Wel wordt ingegaan op de vraag hoe op een bepaalde locatie gebouwd moet worden gegeven de randvoorwaarden en mogelijke risico's die bij die specifieke locatie horen;
- naast de technische mogelijkheden om waterrobuust te bouwen worden ook de mogelijkheden op gebied van proces, organisatie en wet- en regelgeving (institutioneel) behandeld;
- de maatregelen zijn veelal gericht op het voorbereid zijn op veranderingen in de toekomst. Maar de maatregelen kunnen ook getroffen worden om de schade na afloop van een calamiteit te beperken of te herstellen. Deze benaderingen vragen alle een andere aanpak en andere soorten maatregelen;
- er wordt aandacht besteed aan binnen- en buitenlandse kennis en projecten.

2.1 Waterrobuust bouwen

Waterrobuust bouwen is het op zodanige wijze (her)inrichten van het stedelijk gebied dat dit beter opgewassen is tegen een overschot en een tekort aan water. Dit vraagt niet alleen een ander technisch ontwerp van gebouwen en woningen, maar ook allerlei (technische) aanpassingen aan de infrastructuur en de inrichting van de openbare ruimte. Het vergt een andere werkwijze en aanpak van bijvoorbeeld het bouw- en woonrijp maken, maar ook van het herstructureren van oude woonwijken of bedrijventerreinen. En dan niet alleen op technisch gebied maar zeker ook op procesmatig en institutioneel gebied.

De volgende paragrafen gaan in op aspecten die van belang zijn om te kunnen komen tot die andere aanpak.

2.2 KNMI-klimaatsscenario's

De klimaatsscenario's van het KNMI laten zien dat de opwarming van de aarde doorzet. De winters worden natter en zachter, de zomers warmer. Ook neemt de hevigheid van extreme regenbuien in de zomer toe en de zeespiegel blijft stijgen.

Deze scenario's kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor ons stedelijk gebied. Meer hevige buien leiden bijvoorbeeld steeds vaker tot wateroverlast in dorpen en steden. Lange perioden van droogte resulteren daarentegen steeds vaker in bijvoorbeeld watertekorten en zuurstofarm oppervlaktewater. Door bij de inrichting van onze steden en dorpen rekening te houden met deze ontwikkelingen, is een deel van de schadelijke effecten van de klimaatverandering mogelijk te pareren.

Om te komen tot een klimaatrobuuste inrichting van het stedelijk gebied, is allereerst inzicht nodig in de effecten en mogelijke gevolgen van de KNMI-klimaatsscenario's voor de (huidige) inrichting van het stedelijk gebied.

Wat zijn de klimaatsscenario's van het KNMI?

Klimaatsscenario's voor Nederland zijn betrouwbare en geloofwaardige beelden van een mogelijk toekomstig klimaat. Ze geven aan in welke mate temperatuur, neerslag, wind, et cetera binnen Nederland kunnen veranderen, bij een bepaalde mondiale klimaatverandering.

De klimaatsscenario's van het KNMI zijn geen weersverwachtingen voor de lange termijn. Ze doen geen uitspraken over het weer op een bepaalde datum. De voorspellingen behelzen uitsluitend het gemiddelde weer en de kans op extreem weer in de toekomst. Evenmin doen de klimaatsscenario's uitspraken over specifieke stedelijke gebieden en de gevolgen van de klimaatsscenario's voor het weer in de stad.

Wat betekent de mondiale klimaatverandering voor het klimaat in Nederland?

Het toekomstige klimaat in Nederland is voornamelijk afhankelijk van de wereldwijde temperatuurstijging en van veranderingen in de stromingspatronen van de atmosfeer in onze omgeving (West-Europa) en de daarmee samenhangende veranderingen in de wind. Aan de hand van computermodellen onderscheidt het KNMI vier mogelijke scenario's voor klimaatverandering in Nederland: G, W, G+ en W+. In figuur 2.1 zijn de klimaatsscenario's schematisch weergegeven.

Het KNMI voorspelt niet welk scenario het meest waarschijnlijk is. De vier scenario's hebben een aantal gemeenschappelijke kenmerken:

- de opwarming zet door, hierdoor komen zachte winters en warme zomers vaker voor;
- winters worden gemiddeld natter en ook de extreme neerslaghoeveelheden nemen toe;
- de hevigheid van extreme regenbuien in de zomer neemt toe, maar het aantal zomerse regendagen wordt juist minder;
- de berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid;
- de zeespiegel blijft stijgen.

Wat zijn hiervan de gevolgen voor de bebouwde omgeving in Nederland?

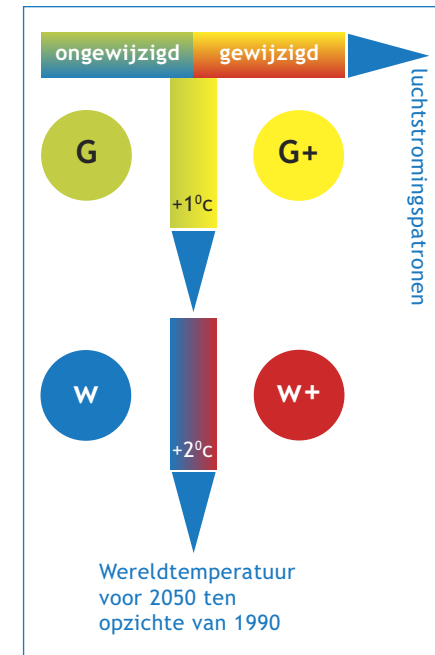
De klimaatverandering heeft vooral gevolgen voor de veiligheid en het leefklimaat in de bebouwde omgeving.

Zeespiegelstijging

De klimaatverandering zal leiden tot een zeespiegelstijging. Hierdoor zijn bij stormen hogere waterstanden te verwachten, waardoor de kans op kustafslag en overstroming vanuit de zee toeneemt. In de winter wordt meer regen verwacht, waardoor de rivieren meer water te verwerken krijgen. Dit verhoogt de kans op overstromingen vanuit de rivieren. De combinatie van beide effecten leidt in Nederland in het benedenrivierengebied tot een extra toename van het overstromingsrisico. Bij een hogere zeespiegel kunnen de grote rivieren hun water niet meer vrij afvoeren. Vooral bij noordwesterstorm is die kans aanwezig, aangezien het zeewater dan maximaal wordt opgestuwd tegen de Nederlandse kust. Door een stijgende zeespiegel neemt ook de kweldruk toe, met name in lagere delen van ons land. De grondwaterstand kan als gevolg daarvan gaan stijgen.

Wateroverlast op straat

De verwachte toename van regenval in de winter en zwaardere buien in de zomer zullen leiden tot meer wateroverlast. In het stedelijk gebied zullen straten vaker



Figuur 2.1
Schematisch overzicht van de vier KNMI'06 klimaatsscenario's

onder water lopen, stromen kelders en tunnels vaker vol en lopen huizen en winkels eerder waterschade op. Het grootste deel van het huidige riolerings- en afvoersysteem in stedelijk gebied is niet ontworpen op de toekomstige regenbuien. Zonder aanpassingen vindt vaker overstort vanuit de gemengde rioleringsstelsels plaats met verslechtering van de waterkwaliteit als gevolg.

Hitte

Naast wateroverlast komen als gevolg van de klimaatverandering ook steeds vaker perioden van extreme hitte en droogte voor, met alle gevolgen van dien. Gedurende de laatste jaren waren veel Europese zomers zeer heet en was in Nederland regelmatig sprake van hittegolven. Hittegolven zorgen voor meer ziekenhuisopnamen, een hoger sterftecijfer en een lagere arbeidsproductiviteit. Steden warmen meer op dan het omringende landelijk gebied. Vooral in nachten na zonnige dagen kan het verschil hiertussen oplopen tot tien graden Celsius. Men spreekt dan ook wel van het zogeheten ‘urban heat island’-effect (UHI).

Naast het gebruik van andere bouwmaterialen en energieneutrale airconditioning, kunnen ook meer groen, meer schaduw, het bouwen in lagere dichtheden en de aanleg van meer parken en open water, de hitte in een stad reduceren. Met name de aanwezigheid van voldoende open water is in relatie tot een waterrobuuste inrichting relevant.

Watertekort

Als gevolg van langere droge perioden verdampt er meer water, waardoor er een grotere grond- en drinkwaterbehoefte ontstaat. Door in perioden van zware neerslag juist te zorgen voor een grotere opslag van water, is in tijden van droogte genoeg voorhanden om te kunnen blijven voldoen aan de vraag naar water.

2.3 Transitie naar een waterrobuuste omgeving

Het besef dat Nederlanders voorbereid moeten zijn op de gevolgen van klimaatverandering is nog niet ingeburgerd. Onze leefomgeving dient te veranderen om nu en in de toekomst op een prettige wijze met het water te leven. Waterrobuust bouwen richt zich op deze verandering. Nieuwe technieken, processen en regelgeving dragen bij aan deze bewustwording, om de samenleving robuust te maken ter voorbereiding op extreme condities.

Om Waterrobuust bouwen als daadwerkelijke bouwpraktijk te kunnen introduceren zijn gedragsveranderingen en nieuwe actoren in het bouwproces noodzakelijk. Onder andere gemeenten, de bouw- en waterbeheersector, maar ook bijvoorbeeld wetgevende kaders en financieringsmethoden, dienen een ‘transitie’ door te maken. Een

transitie is een structurele maatschappelijke verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van economie, cultuur, technologie, instituties en natuur & milieu. Een transitie duidt een proces van overgang van de ene situatie naar een andere situatie aan. De laatste jaren is transitie management snel opgekomen als nieuwe benadering voor het versnellen en begeleiden van maatschappelijke vernieuwingsprocessen in een duurzame richting. In de wetenschappelijke literatuur op het gebied van waterbeheer en bouw- en procesmanagement wint deze discipline aan bekendheid. Daarbij zoeken bouwpartners naar nieuwe methoden van werken, nieuwe perspectieven, nieuwe partners, nieuwe verantwoordelijkheden en trachten zij te werken aan een verandering op lange termijn.

Innovatieve leerprocessen kunnen daar een belangrijke bijdrage leveren. Vaak lukt het namelijk niet om vanuit bestaande belangen en kaders tot veranderingen te komen. Het is een van de fundamenten waarop de technische en de niet-technische ontwikkelingen kunnen worden verkend door verschillende actoren. Situaties waar oplossingen niet voor de hand liggen, vragen om (gezamenlijke) verkenning en uitwisseling, zeker gezien het feit dat de technische oplossingen er vaak wel zijn maar dat oplossingen ook kunnen worden gezocht in allerlei procesmatige aspecten.

Zowel de bouw- als de waterbeheersector vertonen symptomen van non-duurzaamheid. Initiatiefnemers die Waterrobuust bouwen in projecten in de praktijk willen brengen moeten zich daar bewust van zijn. Het is ook de reden dat verschillende initiatieven zoals Proces- en Systeminnovatie Bouw (PSIB) en Leven met Water zijn gestart, waar systematisch nieuwe methoden en gedrag worden verkend waarvan de resultaten de aanpak Waterrobuust bouwen en het bouwen van een waterrobuuste stad ondersteunen.



*Figuur 2.2
Wateroverlast te
Hoeven na hevige
regenval*

3.1 Inleiding

Het bouwen van een waterrobuuste stad vergt meer dan alleen technische maatregelen: er gaat een traject van afwegingen op zowel technisch, procesmatig als juridisch gebied aan vooraf.

Dit hoofdstuk beschrijft de Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen, om invulling te geven aan dit traject en om partijen te stimuleren rekening te houden met de klimaateffecten. De kern van de benadering bestaat uit drie opeenvolgende stappen, zoals weergegeven in figuur 3.1. Het vertrekpunt is de toepassing van de lagenbenadering, die dient om het inzicht te vergroten in de structurerende werking van de drie lagen en klimaateffecten in termen van wateroverlast, watertekort en hitte. De volgende stap is om in overleg (onderhandeling) een verantwoorde keuze te maken ten aanzien van de invulling van de vier capaciteiten (structurele capaciteit, schadereductiecapaciteit, herstelcapaciteit en adaptieve capaciteit), om zo de robuustheid te vergroten. Afhankelijk van de invulling van de capaciteiten worden in de derde stap pakketten maatregelen samengesteld en uitgewerkt.

De drietrapsbenadering kan in verschillende fasen van het gebiedsontwikkelingsproces worden doorlopen: de planningfase, de ontwerpfase en de beheerfase (zie figuur 3.2). In de planningfase staat het bepalen van de strategie om de kwetsbaarheid van het gebied te beperken centraal. Hieruit kunnen tevens suggesties voor maatregelen voortvloeien. De maatregelen die uiteindelijk de kwetsbaarheid (en daarmee robuustheid) van het gebied bepalen, worden geselecteerd in de ontwerpfase. Hoe de maatregelen vervolgens functioneren en kunnen blijven functioneren, onder andere in relatie tot de gebruikers en de (veranderende) omgeving, en welke aanvullende maatregelen eventueel in de toekomst nodig zijn, zijn vragen die met behulp van de drietrapsbenadering op een gestructureerde manier in de beheerfase beantwoord kunnen worden.

3.2 De lagenbenadering

De lagenbenadering is inmiddels een geaccepteerd analyse-instrument in de ruimtelijke ontwikkeling. De Nota Ruimte gaat uit van deze lagenbenadering. De benadering is ontstaan vanuit het feit dat we ons vaak richten op de aspecten van de ruimtelijke inrichting die het dichtst bij ons staan en waar we zelf het meest en snelst invloed op kunnen uitoefenen, zoals de gebruiksfunctie van een gebied. Met de ontwikkelingen die op de lange termijn op ons af komen en waar we niet of nauwelijks invloed op hebben, zoals klimaatverandering, worden andere aspecten belangrijk bij het inrichten van een gebied. Een ontwikkeling als klimaatverandering betekent dat we ervoor moeten zorgen dat we niet alleen rekening houden met de ruimtelijke aspecten waar we direct invloed op hebben, maar ook met de ruimtelijke

en tijdsafhankelijke aspecten die minder snel zullen veranderen. Dit is van belang om onze ruimtelijke inrichting ook op de langere termijn klimaatbestendig te houden. Een analyse-methode om tot afstemming te komen van deze snel en minder snel beïnvloedbare ruimtelijke aspecten is de lagenbenadering.

Volgens de lagenbenadering is de ruimte in een gebied opgebouwd uit drie 'lagen': ondergrond (water, bodem en het zich daarin bevindende leven), netwerken (alle vormen van zichtbare en onzichtbare infrastructuur) en occupatie (ruimtelijke patronen ten gevolge van menselijk gebruik). Elke laag is van invloed op de ruimtelijke afwegingen en keuzen met betrekking tot inrichting en gebruik van de andere lagen.

Een analyse van de ruimtelijke structuren in het gebied en zijn omgeving geeft antwoord op de volgende vragen die spelen bij een gebiedsopgave (occupatielaag): Wat is er mogelijk in het gebied? Met welke fysieke context moeten we rekening houden? Hoe zit het gebied in elkaar? Welke kansen zijn er? De lagenbenadering is dan een geschikt analyse-instrument waarmee de inrichting van de ruimte kan worden beschreven en onderbouwd. Elk van de drie lagen stelt voorwaarden aan de andere twee lagen en is daarmee van invloed op afwegingen en keuzen.

Elke laag is aan verandering onderhevig. De snelheid waarmee de lagen veranderen is per laag verschillend. De meest stabiele laag is de ondergrond. Veranderingen in deze laag vergen vaak meerdere eeuwen. De tijdsdynamiek in de netwerklaag varieert van 25 tot 100 jaar. De occupatielaag (gebruikslaag), met ruimte voor wonen, werken en recreëren, verandert relatief snel: in perioden van 10 tot 40 jaar. Hoe duurzamer je een gebied wilt inrichten, hoe meer je rekening moet houden met de langzaam veranderende lagen.

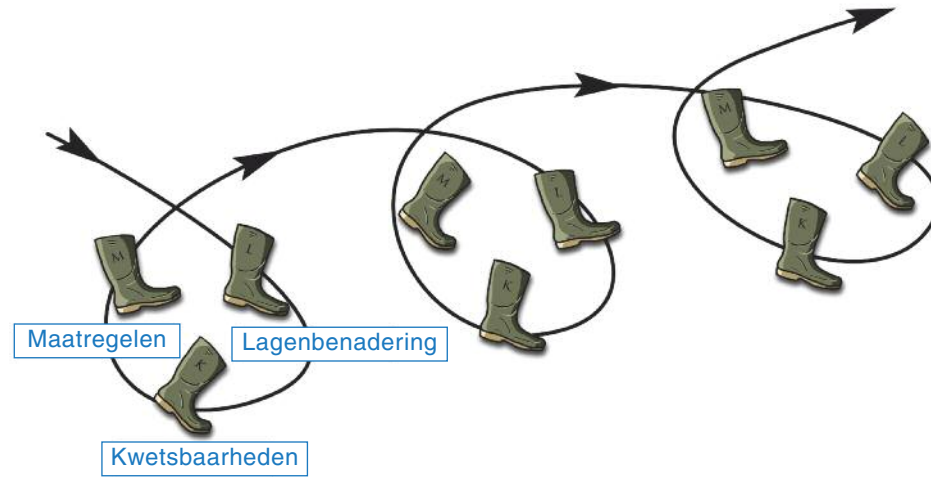
De lagenbenadering in Waterrobuust bouwen

De langetermijneffecten van klimaatverandering stellen eveneens bepaalde eisen aan de aanpak van een gebiedsontwikkeling of herstructurering. De klimaateffecten kunnen beschouwd worden als een factor die van invloed is op de drie lagen uit de lagenbenadering en vice versa. Trage trends als zeespiegelrijzing, verhoogde waterafvoeren en neerslagtoename, dwingen tot een omslag. Dit betekent dat we meer rekening moeten gaan houden met de eigenschappen en functies van de ondergrond



Figuur 3.1
Drietrapsbenadering
in beeld

Figuur 3.2
Dietrapsbenadering
in verschillende fasen
van het gebiedsont-
wikkelingsproces



en netwerklaag en met de structurerende betekenis van beide lagen enerzijds, en met de gevolgen van de klimaatverandering voor de lagen anderzijds. In de planvorming moeten de processen in de verschillende lagen meer met elkaar in verband worden gebracht. Hiermee kunnen conflicten tussen ruimtegebruikers worden voorkomen, ook op langere termijn, maar kan ook meer samenhang in maatregelen worden bereikt. Ingrepen kunnen immers verschillende doelen dienen.

Een gedegen analyse van het plangebied brengt op deze manier vroegtijdig randvoorwaarden, kansen en belemmeringen voor een waterrobuuste inrichting in beeld en voorkomt onaangename verrassingen gedurende het planproces, de ontwerp-, realisatie- en beheersfase. Dit kan vertragingen en onvoorziene kostenposten voorkomen. Tijdens de analyse komen bovendien mogelijke kennisleemten aan het licht. Met de lagenbenadering krijgen de partners in het bouwproces direct inzicht in mogelijk toe te passen maatregelen.

Om voor een specifieke gebiedsinrichtingsopgave een pakket aan maatregelen te genereren, is een aangepaste vorm van de lagenbenadering nodig. In de aangepaste vorm is een laag met klimaateffecten toegevoegd, zoals weergegeven in figuur 3.3. In deze laag komt de hydrologische verandering ten gevolge van de klimaatverandering tot uiting. De laag bevat effecten als regenwateroverlast, overstromingsrisico's en gevoeligheid voor droogte. De hydrologische veranderingen als gevolg van klimaatverandering hangen nauw samen met de ondergrondlaag, de netwerklaag en de occupatielaag en zijn derhalve locatiespecifiek. In de eerste fase van de analyse moet daarom worden nagegaan welke klimaateffecten in het plangebied te

verwachten zijn. Door de vier lagen in samenhang te beschouwen ontstaat inzicht in de diverse randvoorwaarden, kansen en belemmeringen voor waterrobuuste gebiedsinrichting.

Inhoud van de lagen voor Waterrobuust bouwen

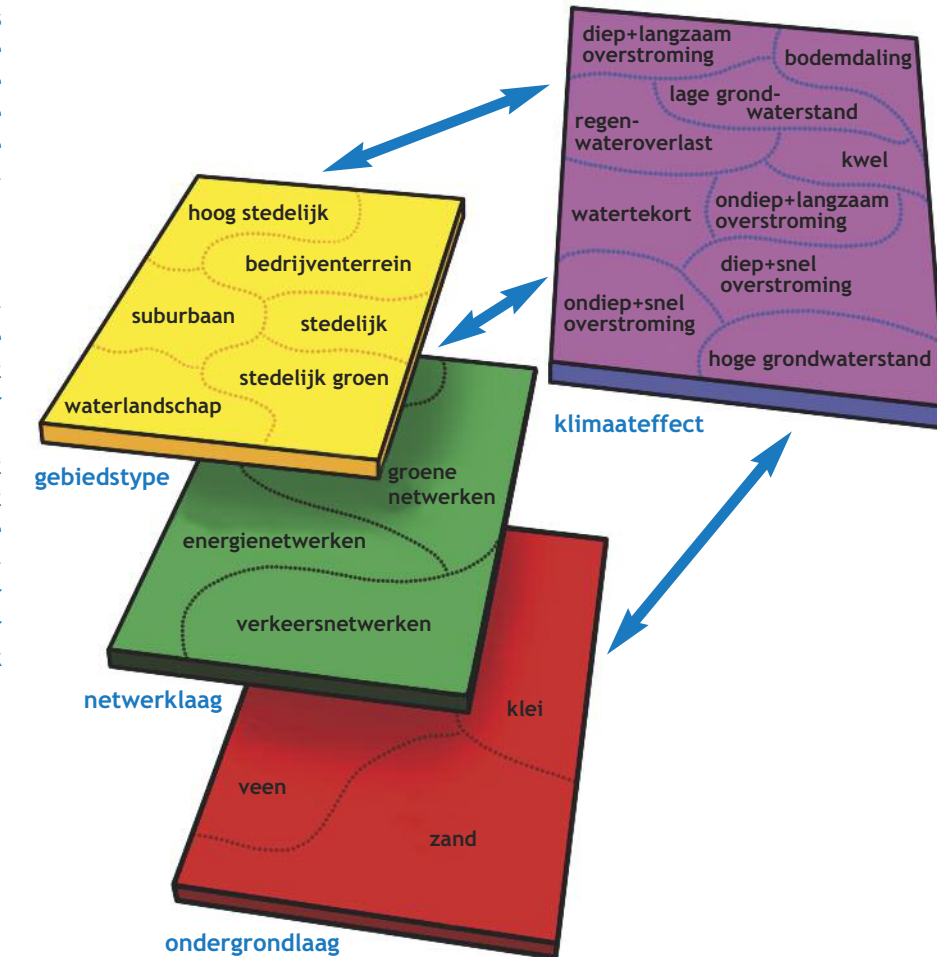
Voor Waterrobuust bouwen zijn per laag een aantal elementen van belang voor een waterrobuuste ontwikkeling van een gebied. Bij de analyse van het gebied zal daar zeker aandacht aan geschonken moeten worden.

Ondergrond

Een goede kennis van de ondergrond is van belang voor een waterrobuuste inrichting van het gebied. Een analyse van de ondergrond biedt inzicht in de geschiktheid van de bodem en de ondergrond voor (toekomstige) gebruiksfuncties en in de gevoeligheid voor kwel, wateroverlast en droogte.

De ondergrond kan bestaan uit bijvoorbeeld rivierklei, zeeklei, zand (diverse soorten), veen of löss. Dit rapport maakt echter geen specifiek onderscheid naar verschillende soorten veen, klei of zand. Voor de keuze van maatregelen is dat verschil in eigenschappen namelijk niet of nauwelijks van invloed op de toe te passen maatregelen. Tevens is ervoor gekozen om de grondsoort löss niet nader te beschouwen, omdat löss alleen zeer plaatselijk voorkomt en in de praktijk nauwelijks voor 'problemen' zorgt.

Figuur 3.3
Lagenbenadering



Netwerklaag

De netwerklaag bestaat uit alle vormen van zichtbare en onzichtbare infrastructuur. Hiertoe behoren de wegen, spoorlijnen, watergangen, riolering en kabels en leidingen (onder andere voor ICT en drinkwater), maar ook bijvoorbeeld groene netwerken.

Gebiedstype

De bovenste laag, de occupatielaag, bestaat feitelijk uit de gebruikspatronen die voortkomen uit het menselijk gebruik van de ondergrond. De inrichting van de occupatielaag zal meer dan voorheen afgestemd moeten worden op de eigenschappen en functies van de ondergrond en op de klimaateffecten. Deze lagen stellen randvoorwaarden aan het ruimtegebruik. Dit rapport beschouwt vooral de bebouwde omgeving, aangezien de klimaateffecten hier van directe invloed op de bewoners zijn. De gebiedstypen binnen deze bebouwde omgeving zijn als volgt onderscheiden:

- (hoog) stedelijk;
- suburbaan;
- stedelijk groen;
- waterlandschap;
- bedrijventerrein (inclusief kantoren).

Klimaateffect

Het klimaateffect vormt een belangrijke voorwaarde voor de stedelijke dynamiek. Voor de uitwerking van de gebiedsopgaven zijn de volgende klimaateffecten beschouwd:

- watertekort;
- lage grondwaterstand;
- hoge grondwaterstand;
- bodemdaling;
- kwel;
- regenwateroverlast;
- overstroming.

Met betrekking tot overstromingen kan daarnaast nog onderscheid gemaakt worden in verschillende risicoprofielen voor het gebied, afhankelijk van de diepteligging en de snelheid waarmee een overstroming het gebied bereikt.

Door één voor één de lagen te analyseren, inclusief hun samenhang met de andere lagen, ontstaat een beeld van de samenhang tussen ondergrond, netwerkstructuur, gebiedstype en de klimaateffecten. Uit deze samenhang volgen de randvoorwaarden, kansen en belemmeringen die ter plaatse moeten gelden voor waterrobuuste maatregelen.

Er zijn vele combinaties van deze vier lagen mogelijk. Het is onmogelijk om die hier allemaal te beschouwen. Daarom hebben we ons beperkt tot een selectie. De meest interessante combinaties zijn die waarbij het klimaateffect heftiger is dan voor andere combinaties waarbij nieuwe maatregelen nodig zijn of waarbij nog onbekende aspecten aan de opgave zijn. Deze combinaties vormen dan ook de basis voor een aantal fictieve cases die in dit rapport als voorbeeld worden uitgewerkt.

3.3 Kwetsbaarheid van de samenleving

De mate waarin het klimaat impact heeft op een stedelijke samenleving of een gebruikspatroon, wordt uiteindelijk bepaald door de kwetsbaarheid van een gebied voor de klimaateffecten. Als een stad wordt blootgesteld aan een klimaateffect, bepaalt de kwetsbaarheid de uiteindelijke schade die dit effect aanricht. Hoe beter de stedelijke omgeving bestand is tegen de effecten van bijvoorbeeld zeer hevige neerslagen, hoe waterrobuuster deze is. Deze robuustheid heeft in eerste instantie betrekking op de directe gevolgen van het klimaateffect.

Maar naast de directe gevolgen van een overlasterisituatie of calamiteit is het de vraag in hoeverre en in welke mate zich op termijn meer gevolgen zullen openbaren. Ook dit hangt af van de kwetsbaarheid van de stedelijke samenlevingen. Bij waterrobuust bouwen gaat het om de kwetsbaarheid voor verstoring door water. Deze verstoringen zoals overstromingen, wateroverlast, extreme droogtes of hitte, kunnen door zowel natuurlijke als menselijke factoren worden veroorzaakt of door een combinatie van beide. Hoe kwetsbaarder een gebied, hoe groter de calamiteiten.

Deze kwetsbaarheid van samenlevingen of maatschappelijke systemen kan gekoppeld worden aan vier zogenaamde 'capaciteiten' of 'vermogens' om die kwetsbaarheid te beperken: de structurele capaciteit, de schadereductiecapaciteit, de herstelcapaciteit en de adaptieve capaciteit. De mate waarin samenlevingen invulling geven aan deze vier capaciteiten, in dit geval op het gebied van water, bepaalt de mate van kwetsbaarheid van een gebied en dus de mate van waterrobuustheid. Anders gezegd: de mate waarin een samenleving invulling geeft aan de capaciteiten, bepaalt de mate waarin deze samenleving bestand is tegen eventuele calamiteiten. Het concept van de vier capaciteiten is ontwikkeld door Rutger de Graaf van de TU Delft.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de vier capaciteiten.

De structurele capaciteit, oftewel het ‘preventievermogen’, is de capaciteit van een samenleving om een drempel op te bouwen tegen verschillende typen wateroverlast of droogte en zo schade te voorkómen. Steden kunnen schade als gevolg van een overstroming door dijkdoorbraak bijvoorbeeld proberen te voorkomen door hogere en sterkere dijken te bouwen.

De schadereductiecapaciteit, oftewel het ‘vermogen om schade te reduceren mocht het toch misgaan’, is de capaciteit van een samenleving om schade zoveel mogelijk te beperken op het moment dat de gevolgen van een calamiteit niet meer door de ‘structurele capaciteit’ zijn op te vangen. Bijvoorbeeld: hoe voorkomt een land, stad of regio schade en slachtoffers vanaf het moment dat de dijk doorbreekt?

De herstelcapaciteit, oftewel het ‘vermogen om te reageren’, is de capaciteit van een samenleving om de inrichting en het functioneren van de maatschappij weer op hetzelfde niveau terug te brengen als waarop deze zich voor de opgetreden calamiteit bevonden. Wanneer bijvoorbeeld de stad New Orleans overstroomt, dan bepaalt de mate waarin men beschikt over een herstelcapaciteit óf en hoe snel de maatschappij zich na afloop van de overstroming weer kan herstellen.

De adaptieve capaciteit is de capaciteit of ‘het vermogen van een land, rivierdelta of stad om zich aan te passen aan een veranderende omgeving en vanuit een voorzorgsprincipe rekening te houden met zeer zeldzame en wellicht nooit optredende calamiteiten’. Ontwikkelingen en veranderingen die een zekere bedreiging vormen voor het functioneren van de maatschappij, zoals klimaatverandering, demografische veranderingen en verstedelijking kunnen dan worden opgevangen. Een stedelijk gebied dat op de langere termijn aan te passen is aan veranderende omstandigheden, is minder kwetsbaar en dus robuuster.

De capaciteiten zijn op oneindig veel manieren te vergroten, afhankelijk van de gekozen strategie om de kwetsbaarheid te verminderen en van de mate van na te streven robuustheid. Robuustheid kan worden verkregen door een sterke structurele capaciteit maar ook door te investeren in schadereductiecapaciteit, herstelcapaciteit en/of adaptieve capaciteit. Partijen moeten dus eerst een strategische keuze maken: pas daarna kan worden nagedacht welke maatregelen genomen zouden kunnen worden om de stad waterrobuuster te maken.

3.4 De keuze van maatregelen

De invulling van de lagenbenadering en de verschillende maten van kwetsbaarheid bieden inzicht in de relatie tussen klimaatverandering en de mate van kwetsbaarheid (of waterrobuustheid) van een stad en op basis van welke capaciteiten deze kwetsbaarheid is te verkleinen. Daarbij geldt: de kwetsbaarheid voor een bepaald klimaateffect bepaalt hoe waterrobuust een stad is. Om de kwetsbaarheid te verkleinen, zal een keuze gemaakt moeten worden uit de lijst van maatregelen.

De mate waarin een stad waterrobuust kan zijn is niet alleen afhankelijk van de beschikbaarheid van technische maatregelen. Naast technische maatregelen kunnen ook andere maatregelen worden genomen, bijvoorbeeld zorgen voor een effectieve risicocommunicatie en afdoende verzekeringen, het beschikbaar stellen en houden van materieel voor herstelwerkzaamheden en het opstellen van goede herstelplannen. Twee andere aspecten spelen hierbij eveneens een cruciale rol: de procesmatige en institutionele inbedding van maatregelen die worden getroffen om een gebied waterrobuuster te maken. Dit geldt zowel voor het waterrobuust ontwikkelen van nieuwbouw als het waterrobuuster maken van bestaande woningen en wijken.

Uit de literatuur en door eigen analyse is een lijst samengesteld van meer dan 100 mogelijke maatregelen die kunnen helpen om een gebied meer waterrobuust te maken. Deze maatregelen hebben niet alleen betrekking op woningen en gebouwen, maar ook op de openbare ruimte en de infrastructuur. De lijst, die als bijlage aan dit rapport is toegevoegd, is ingedeeld naar vier maal vier categorieën. Onderscheiden zijn harde en zachte maatregelen, elk op collectieve of op individuele schaal. Onder ‘individueel’ worden hier de individuele woningen verstaan: collectieve maatregelen zijn meer op buurt- of wijkniveau. Deze vier groepen zijn vervolgens verdeeld naar de vier capaciteiten waar ze primair aan bijdragen, dus aan de structurele capaciteit, de schadereductiecapaciteit, de herstelcapaciteit en de adaptieve capaciteit. Zo is een breed palet opgebouwd van alle mogelijke maatregelen die de betrokken partijen zouden kunnen opnemen in hun plannen om een gebied meer waterrobuust in te richten. Hoe dit selectieproces kan worden ingepast in het reguliere proces van gebiedsontwikkeling is vervolgens de vraag.

De in de bijlage genoemde maatregelen zijn gericht op beperking van de volgende risico’s die samenhangen met klimaatverandering:

- overstroming;
- het restrisico op overstroming, ook al hebben we veilige primaire en secundaire waterkeringen;
- wateroverlast;

- extreme droogte;
- waterbehoefte om hitte te temperen.

Ondanks de lange lijst van mogelijke maatregelen is het overzicht zeker nog niet compleet. Gebruikers zijn dan ook vrij om hun eigen maatregelen aan deze lijst toe te voegen.

Proces

Doel van deze publicatie is om waterrobuust bouwen tot onderdeel te maken van het gebiedsontwikkelingsproces. Het doel van een waterrobuuste gebiedsontwikkeling ligt in het scheppen van een duurzame, veilige leefomgeving met hoge ruimtelijke kwaliteit, liefst met een actieve betrokkenheid van de bewoners en gebruikers. Binnen dat ontwikkelingsproces zullen waterrobuuste maatregelen gekozen, gerealiseerd en beheerd moeten worden die passen bij de specifieke kwaliteiten en kenmerken van het gebied, van de bewoners en van de betrokken organisaties. Inzet van het ontwikkelingsproces moet zijn om vanaf de eerste voorbereidende stappen in zo'n gebiedsontwikkeling een strategie voor een waterrobuust ontwerp en een waterrobuuste inrichting te ontwikkelen.

In de tabel 3.1 is een gangbaar procesmodel voor gebiedsontwikkeling weergegeven. Dit model is in het kader van dit onderzoek zodanig aangevuld dat het gebruikt kan worden bij het opzetten van een procesmodel voor een specifieke waterrobuuste gebiedsontwikkeling.

*Figuur 3.4
Zandzakken op de dijk
bij Olst, Overijssel*



Tabel 3.1 De fasen van gebiedsontwikkeling en de inpassing van Waterrobuust bouwen

Fase	Acties ten aanzien van Waterrobuust bouwen	Belangrijkste spelers	Instrumenten, bijvoorbeeld
1. Ruimtelijke planning			
	Lagenbenadering uitwerken en keuze op hoofdlijnen van strategie van waterrobuuste ontwikkeling: eerste verkenning mogelijke maatregelen	Gemeente, waterschap en provincie	Structuurvisie, locatiekeuze, bestemmingsplan, watertoets
2. Gebieds-/locatieontwikkeling			
<i>a. Grondverwerving en initiatief</i>	Omarming idee voor waterrobuuste ontwikkeling	Gemeente, waterschap, projectontwikkelaars, woningcorporaties	Intentieverklaring
<i>b. Schetsontwerpen en verfijning</i>	Voorlopige keuzes ten aanzien van waterrobuust bouwen en stedenbouwkundige inpassing van maatregelen	Gemeente, waterschap, projectontwikkelaars, woningcorporaties	Concurrent Engineering, watertoets
3. Haalbaarheidsstudie markt		Projectontwikkelaars en woningcorporaties	
4. Ontwerp en bouwvoorbereiding			
<i>a. Planontwikkeling</i>	Keuzes ten aanzien van waterrobuust bouwen	Gemeente, waterschap, projectontwikkelaars, woningcorporaties	Contracten, overeenkomsten Vergunningen, verevening kosten en baten
<i>1. Contractonderhandelingen</i>			
<i>2. Formeel commitment</i>			

Fase	Acties ten aanzien van Waterrobuust bouwen	Belangrijkste spelers	Instrumenten, bijvoorbeeld
<i>b. Uitwerking stedenbouwkundig ontwerp</i>	Uitwerken keuzes waterrobuust bouwen en stedenbouwkundige inpassing van maatregelen	Gemeente, waterschap, projectontwikkelaars, woningcorporaties	Concurrent Engineering
5. Bouwproces			
<i>a. Engineering/ voorbereiding (PvE, ontwerp, onderzoek+aanvragen vergunningen)</i>	Technisch ontwerp van maatregelen waterrobuust bouwen; bouwkundige inpassing	Gemeente, waterschap, bouwbedrijven (gww en utiliteitsbouw)	Concurrent Engineering
<i>b. Bouw- en woonrijp maken</i>	Realisatie van maatregelen waterrobuust bouwen	Gemeente en waterschap	Toezicht op uitvoering
<i>c. Bouwen en inrichten</i>	Realisatie van maatregelen waterrobuust bouwen	Gemeente en waterschap	Toezicht op uitvoering
<i>d. Oplevering en formele opening</i>		Gemeente en waterschap	Opleveringsinspectie
6. Beheerfase (exploitatie en beheer)			
<i>a. Property-, asset- en portfolio management</i>	Beheermaatregelen ten aanzien van de genomen maatregelen	Gemeente	Kennisoverdracht van ontwerpers en uitvoerders naar beheerders, beheersplannen
<i>b. Calamiteiten organisatie</i>	Beheer operationele veiligheidsmaatregelen		Voorlichting, calamiteitenplan, rampenoefeningen

Samenwerking tussen de bouwpartners

Bij het proces van gebieds(her)ontwikkeling is een groot aantal ‘bouwpartners’ betrokken. Naast de gemeenten zijn dat bijvoorbeeld projectontwikkelaars, woningcorporaties, provincies, aannemers (utiliteitsbouw en grond-, weg- en waterbouw), nutsbedrijven, ondersteunende organisaties zoals architecten, stedenbouwkundigen, civieltechnische adviseurs, financiële adviseurs, waterschappen en de potentiële kopers. Het waterschap is actief betrokken, zeker via het stedelijk waterplan, de watertoets en het wateradvies, maar soms ook als mede-investeerder in de gebiedsontwikkeling.

Bij gebieds(her)ontwikkeling staan grote financiële belangen op het spel. De exploitatierekening moet sluiten, zo schrijft de nieuwe wetgeving voor. De laatste jaren doen zich belangrijke veranderingen voor in de werkwijze van gebiedsontwikkeling. Zo voeren gemeenten nu een veel actiever grondbeleid. Er is een sterke trend naar meer integraal werken in het ontwerpproces, maar ook in de fase van het bouwproces. Projecten worden gerealiseerd in allerlei publiekprivate samenwerkingsconstructies (PPS). Participatie van de burger is zeker bij stedelijke herinrichtingsprojecten gemeengoed geworden en er komen meer en meer projecten tot stand onder particulier of collectief particulier opdrachtgeverschap.

1. Ruimtelijke planning en ontwikkeling

De start van een stedelijke gebiedsontwikkeling is niet voor alle spelers hetzelfde. Bij gebiedsontwikkeling gaat het in eerste instantie om een maatschappelijke opgave die een brede aanpak vereist. De overheden in het proces vertalen de maatschappelijke opgave in een ruimtelijke ontwikkelopgave, die zij vervolgens vastleggen in structuurvisies en bestemmingsplannen, waterhuishoudings- en waterbeheersplannen, omgevingsplannen, et cetera. De drijfveer voor nieuwbouw is vaak de behoefte aan (passende) woningen en bedrijventerreinen. Voor stedelijke herinrichtingen is de drijfveer de kwaliteit van de woningvoorraad maar soms ook de sociale en economische problematiek van een wijk. Vanuit het perspectief van projectontwikkelaars en woningcorporaties is de drijfveer veeleer de verwerfbaarheid van geschikte terreinen in combinatie met een maatschappelijke opgave. Corporaties hebben natuurlijk ook de zorg voor de tijdige vernieuwing van hun voorraad oudere woningen. Voor gemeenten en waterschappen kan de behoefte aan herinrichting van het openbare terrein een bijkomende drijfveer zijn om tot actie te besluiten. De kwaliteit van de leefomgeving, de riolering die aan vervanging toe is, een stedelijke wateropgave die gerealiseerd moet worden zijn allemaal argumenten voor het starten van een (her)inrichtingsproject. Juist deze momenten vormen, mede gezien de klimaatverandering, uitgelezen kansen om waterrobuust te gaan (her)ontwikkelen.

De betrokken overheden hebben al in het vroegste stadium de mogelijkheid om waterrobuust bouwen te agenderen, bijvoorbeeld in een zogenoemde ruimtelijke waterstrategie. Door initiatiefnemers van ruimtelijke plannen te verzoeken deze passend te maken in de binnen de gemeente gehanteerde ruimtelijke waterstrategie, kan een daadwerkelijke waterrobuuste inrichting van stedelijke gebieden worden ‘afgedwongen’. Daarmee kunnen gemeenten namelijk waarborgen dat initiatiefnemers in de fase voorafgaand aan het ontwerp en de uitvoering aandacht aan waterrobuust bouwen besteden.

De ruimtelijke waterstrategie zou een versterking kunnen betekenen voor de al een aantal jaren van kracht zijnde watertoets. De watertoets is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen laat meewegen tijdens de totstandkoming van ruimtelijke plannen en besluiten. De bedoeling van de watertoets is niet, zoals de term wellicht doet vermoeden, de inbreng van water achteraf te toetsen. De wetgever ziet de watertoets juist als een proces dat de initiatiefnemer van een ruimtelijk plan en het waterschap met elkaar in gesprek brengt in een zo vroeg mogelijk stadium.

2. Bouwproces

De volgende fasen van gebiedsontwikkeling zijn gericht op het realiseren van de opgave. Dit bouwproces kan traditioneel georganiseerd zijn, maar om waterrobuust te kunnen bouwen is een integrale aanpak beter geschikt. Tijdens het bouwproces wordt de keuze van het pakket aan maatregelen om het gebied waterrobuust te maken definitief: de technische maatregelen worden uitgewerkt en gerealiseerd.

Traditioneel bouwproces

In het traditionele bouwproces worden alle werkzaamheden na elkaar uitgevoerd in de tijd. Dit heet ketenaanpak. Elke contractpartij heeft zijn eigen verantwoordelijkheid en takenpakket. Er is één opdrachtgever en aan de opdrachtnemerskant zijn een aantal ketenspelers: onder andere architect, adviseur, bouwbedrijf en installateur. Iedereen doet zijn eigen onderdeel, meestal tegen de laagste kostprijs. De kenmerken van een traditioneel bouwproces zijn:

- ketendenken: alles volgens een bepaalde volgorde, dus eerst het een dan het ander;
- geen samenhang (integraliteit ontbreekt): alle spelers voeren zo snel mogelijk hun opdracht uit;
- weinig onderlinge communicatie;
- top-downprincipe: vanuit algemene principes naar meer technische details.

Waterrobuust bouwen is echter een complexe opgave. Baten en lasten voor partijen vallen niet altijd samen. Er zijn in verschillende fasen van het bouwproces veel actoren betrokken bij het waterrobuust maken van een gebied. In zo'n geval leidt het traditionele bouwproces veelal tot suboptimalisatie, door gebrek aan communicatie, gemis aan afstemming, ontbreken van samenhang, het doorschuiven van risico's en een gebrekkige overdracht bij de overgang naar volgende fasen.

Integraal bouwproces

In een integraal bouwproces werkt een multidisciplinair projectteam gelijktijdig aan de uitwerking van het project op basis van een gemeenschappelijk programma van eisen of ontwerpspecificatie. Dit proces wordt ook wel 'parallel ontwikkelen' of 'concurrent engineering' genoemd.

Een integraal bouwproces behoeft een goede regie om te waarborgen dat alle benodigde onderzoeks- en ontwerputkomsten tijdig beschikbaar komen en van hoge kwaliteit zijn. Ook de continuïteit in de bemensing van de verschillende fasen is belangrijk. Zo ontstaat een soort collectief geheugen met betrekking tot alle afspraken over onder andere de maatregelen die getroffen moeten worden om het gebied meer waterrobuust te maken. De ervaring met dergelijke processen is dat de doorlooptijd wordt verkort en de kwaliteit van het eindproduct wordt verhoogd.

3. Beheerfase

Het grootste afbreukrisico doet zich voor op de overgang tussen het bouwproces en de beheerfase. Andere organisaties en personen nemen het werk van de bouwers/ontwikkelaars over. De maatregelen die zijn ingebouwd en aangelegd moeten helder en duidelijk worden gecommuniceerd aan de beheerders en de bewoners van het gebied, opdat al die voorzieningen ook op de lange termijn adequaat worden beheerd. Maar daarmee zijn we er nog niet. Een deel van de strategie om de kwetsbaarheid van het gebied tegenover de effecten van de klimaatverandering te beperken kan liggen in operationele veiligheidsmaatregelen zoals een goed georganiseerde en getrainde rampenorganisatie als onderdeel van de schadereductiecapaciteit of zoals afspraken rond extra waterinlaat in extreem droge perioden. Alle partijen die betrokken zijn bij het beheer van het stedelijk gebied zullen zich permanent bewust moeten zijn van dergelijke afspraken: het bovengenoemde collectief geheugen moet permanent in stand blijven. Gemeente en waterschap hebben tot taak die continuïteit te waarborgen.

Institutioneel

In deze paragraaf wordt ingegaan op de institutionele aspecten van Waterrobuust bouwen. De in dit rapport verzamelde technische maatregelen kunnen namelijk niet

gebruikt worden zonder kennis van de juridische of beleidsmatige haalbaarheid van deze maatregelen.

In dit rapport is een verkenning van institutionele aspecten opgenomen. Bij de in hoofdstuk 5 tot en met 10 gepresenteerde cases wordt steeds globaal verkend welke juridische of beleidsmatige aspecten bij de gebruikmaking van deze werkwijzen relevant kunnen zijn.

Naast de technische maatregelen die een gebied van een waterrobuuste inrichting kunnen voorzien, zijn er verschillende institutionele kaders die een waterrobuuste inrichting van een gebied zouden kunnen ondersteunen. Denk hierbij aan beleidskaders als een nationaal waterplan, waterwetgeving of bepaalde planningsconcepten. In het kader van dit rapport zijn deze institutionele kaders niet onderzocht, maar uitsluitend in relatie tot de te gebruiken maatregelen beschouwd.

Waterrobuust bouwen

Het waterrobuust maken van stedelijke gebieden heeft veel te maken met het bouwrijp maken van deze gebieden. Immers, veel technische maatregelen om de waterrobuustheid van een gebied te vergroten kunnen worden gerealiseerd tijdens de fase van het bouwrijp maken. Deze te nemen maatregelen moeten in juridische zin dus voldoen aan dezelfde eisen waaraan het bestek voor het bouwrijp maken dient te voldoen.

In de Nederlandse wetgeving wordt evenwel nauwelijks aandacht aan bouwrijp maken besteed. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat een meerderheid in de bouwwereld uitgaat van een gemeentelijke verantwoordelijkheid bij het bouwrijp maken van grond. Het gevolg is dat veel gemeenten het bouwrijp maken daadwerkelijk zelf ten uitvoer brengen. Mede als gevolg hiervan is weinig jurisprudentie beschikbaar over het bouwrijp maken van terreinen.

Gemeenten hebben echter een juridische omkadering tot hun beschikking om ontwikkelaars zorg te laten dragen voor het bouwrijp maken van terreinen. Een adequaat middel voor gemeenten om zich hiertegen in te dekken is artikel 6.12 van de Wet op de ruimtelijke ordening: het exploitatieplan. Dit artikel biedt gemeenten een middel om de regie in handen te nemen en ontwikkelaars ertoe te bewegen dat zij zorg dragen voor een waterrobuust bouwrijp gemaakt terrein. Ook over de financiering van de te nemen maatregelen kunnen in het exploitatieplan afspraken worden gemaakt: bijvoorbeeld over de verdeling van kosten.

Een ander middel om bouwpartners ertoe te bewegen een waterrobuuste leefomgeving te creëren is de watertoets. Bij de watertoets gaat het om het hele proces van vroegtijdig informeren, adviseren, afwegen en uiteindelijk beoordelen van waterhuishoudkundige aspecten in ruimtelijke plannen en besluiten: het is geen eenmalig toetsmoment zoals de term doet vermoeden. Het idee is juist dat het waterschap aanschuift bij de totstandkoming van plannen, en op die manier een volwaardige medespeler is bij de ontwikkeling en realisatie van gebieden. Met behulp van de watertoets kunnen waterschappen voorkeuren stellen ten aanzien van de waterbeheersmaatregelen in een te ontwikkelen of herstructureren gebied. Vandaag de dag stellen waterschappen met behulp van de watertoets eisen aan bijvoorbeeld het percentage verhard oppervlak dat in een plan wordt gerealiseerd.

De daadwerkelijke bouwjuridische bruikbaarheid van technische maatregelen voor waterrobuuste bouw- en gebiedsinrichting moet in de praktijk blijken. De verwachting is echter dat er op dit vlak weinig drempels zijn, mede gezien de afwezigheid van jurisprudentie op het gebied van bijvoorbeeld bouwrijp maken.

Technologie

Naar technische maatregelen op het gebied van waterrobuust bouwen is al veel onderzoek gedaan. In verschillende onderzoeksprojecten is hier uitgebreid naar gekeken. Deze publicatie bevat een overzicht van mogelijke maatregelen om gebieden waterrobuust in te richten. Hierbij ligt de focus niet alleen op het gebouw, maar ook op de infrastructuur, de openbare ruimte en de actoren.

Het overzicht van zowel de harde en zachte maatregelen is opgenomen in respectievelijk bijlage I en II. Het overzicht geeft een inzicht in de mogelijke maatregelen. Hierbij is niet gestreefd naar volledigheid. Het overzicht verduidelijkt onder meer de maatregelen uit de cases.

In de toekomst zullen meer innovatiemaatregelen gebruikt worden, omdat in Nederland de meeste maatregelen geënt zijn op het voorkomen van calamiteiten, bijvoorbeeld overstromingen. Het denken over bijvoorbeeld de wederopbouw na een overstroming staat in Nederland nog in de kinderschoenen, aldus Taskforce Management Overstromingen (TMO).

In tabel 3.2 is een overzicht opgenomen van de harde en zachte maatregelen die genomen kunnen worden om een gebied waterrobuust in te richten. Hierbij zijn de maatregelen ingedeeld naar de vier capaciteiten. In de maatregelen is een onderscheid gemaakt in harde (op de fysieke omgeving gerichte en vaak permanente) maatregelen en zachte (plannings- en gedragsgerichte) maatregelen.

Tabel 3.2 Overzicht ‘harde’ en ‘zachte’ maatregelen

Collectieve zachte maatregelen	Individuele zachte maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • beheersplan • onderhoudsplan • verhogen normen • stedelijk waterplan • breed gemeentelijk rioleringsplan 	<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennis en capaciteit dijkleger (inspectie, herstel, versterken dijken of kaden)
<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • toezicht houden • calamiteitenplan • flexibel peilbeheer 	
<ul style="list-style-type: none"> • ruimtelijke waterstrategie • (2d of 3d) bestemmingsplan • structuurvisie • risicokaarten • risicozonering • risicocommunicatie • waarschuwingssysteem • alarmering • bouwvoorschriften • planningsvoorschriften • plan voor waarborging bedrijfszekerheid van utiliteitsvoorzieningen • adviesgroepen • advies aan publiek • certificering technieken • rampenbestrijdingsplan • rampenplan • rampenoefening • rampenbestrijding • crisisbeheersing en coördinatie • crisiscommunicatie • noodvoorzieningen (noodstroom, drinkwater, telecom) • hulplijn • zichtbaar maken van watersystemen • (her)gebruik van hemel of afvalwater 	<ul style="list-style-type: none"> • vergroten waterbewustzijn • vergroten waterbewust gedrag • vergroten volgzzaamheid • vergroten risico acceptatie • subsidies voor waterrobuuste inrichting • verzekering op voorwaarde dat waterrobuuste maatregelen zijn genomen • plan voor waarborging bedrijfszekerheid van bedrijven • eigen noodvoorzieningen (noodstroom, drinkwater) • noodvoorraad • bereikbaarheid van wijken en gebouwen • redden en redderen • (her)gebruik van hemel- of afvalwater <p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • evacuatiepakket • geen automatisch recht op aankoppelen • vluchten

structurele capaciteit

schadereductiecapaciteit

Collectieve zachte maatregelen	Individuele zachte maatregelen
Overstromingen en wateroverlast <ul style="list-style-type: none"> • hoogwaterinformatiesysteem • hemel- en grondwaterinformatiesysteem • evacuatieplan • evacuatieoefening • communitybased waarschuwingsschema • preventief evacueren 	Droogte en hitte <ul style="list-style-type: none"> • waterbesparing
Droogte en hitte <ul style="list-style-type: none"> • droogteinformatiesysteem • waterbesparing • verbod op irrigatie en sproeien 	
<ul style="list-style-type: none"> • verantwoording • evaluatie, onderzoek en leren • compensatie • noodhulp • mobiliseerbare werkkraft en materieel • financieringsarrangementen 	<ul style="list-style-type: none"> • schadevergoeding • verzekering • psychosociale zorg • gezondheidszorg • subsidies voor waterrobuust herstellen
Overstromingen en wateroverlast <ul style="list-style-type: none"> • schoonmaken • beheersregels en afspraken voorraad bouwmaterialen • raamcontracten ten behoeve van herstel infrastructuur, voorzieningen en gebouwen 	Overstromingen en wateroverlast <ul style="list-style-type: none"> • schoonmaken
<ul style="list-style-type: none"> • langere planningshorizon • locatie keuze verstedelijking • adaptatiestrategie • timing adaptatiemaatregelen • actief leren • publieke inspraak en invloed • versterken capaciteit van bestuurders en professionals • vergroten bewustzijn van en bezorgdheid over klimaateffecten onder bestuurders en professionals 	<ul style="list-style-type: none"> • versterken capaciteit van bewoners • vergroten bewustzijn van en bezorgdheid over klimaateffecten onder bewoners • vergroten bewustzijn over noodzaak adaptatie(maatregelen) onder bewoners • vastleggen maatregelen in privaatrechtelijke overeenkomsten, (koop)contracten, et cetera

Collectieve zachte maatregelen	Individuele zachte maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • vergroten bewustzijn over noodzaak adaptatie(maatregelen) onder bestuurders en professionals • procedures, wet- en regelgeving (met betrekking tot water- en hitterobuust bouwen) • reservering van ruimte • (erf)pacht 	
Collectieve harde maatregelen <ul style="list-style-type: none"> • bovengronds infiltreren (wadi's of infiltratieveld) • ondergronds infiltreren (buizen, sleuf of krat) • waterdoorlatende verharding • waterpasserende verharding • IT-riool 	Individuele harde maatregelen <ul style="list-style-type: none"> • afkoppelen • ondergronds infiltreren (buizen, sleuf of krat) • regenton/regentank • waterdoorlatende verharding • waterpasserende verharding • meer verkoelingswater • meer zwarte grond in tuin • low impact development (LID) • vegetatie daken (groene daken) • natte daken (blauwe daken)
Overstromingen en wateroverlast <ul style="list-style-type: none"> • dijken • dammen • natuurlijke waterkering • superdijk • keermuur/keerwand • kade • gebouw als kering • trappen als kering 	

Collectieve harde maatregelen	Individuele harde maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • stoplogs • kwelschermen • keerpoort/keerklep • natuurlijk hogere delen • aanplemping • kunstmatig eiland • maaiveldverhoging • terp • retentiegebieden • natuurlijke waterbuffer (piekberging) • kunstmatige waterbuffer (piekberging) • bovenstroomse maatregelen • uiterwaarden vergroten • rivier verdiepen • uitwaarden afgraven • vloedvlakte • hoogwatergeul • nieuwe rivieren of kanalen • drainage • smartdrain • superdrain • gescheiden stelsel • gemengd stelsel • verbeterd gemengd stelsel • bergbezinkvoorziening • goten/greppels 	<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • kruipruimteloos bouwen • bouwen met verhoogd vloerpeil t.en opzichte van straatpeil • dryproofing (waterdicht en vloedstroombestendig bouwen) • bouwen met waterbestendige keerschotten • bouwen op palen • niet-bewoonbare begane grond <p>Droogte en hitte</p> <ul style="list-style-type: none"> • vochtvoorziening
<p>Droogte en hitte</p> <ul style="list-style-type: none"> • natuurlijke waterberging (seizoensberging) • kunstmatige waterberging (seizoensberging) 	
<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • overstroombare dijken • onbezwijkbare dijken • compartimentering • noodoverloopgebieden • fysieke noodmaatregelen • zandzakken • noodbermen 	<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • wetproofing (herstellingsgericht bouwen) • drijvende woningen • amfibische woningen <p>Droogte en hitte</p> <ul style="list-style-type: none"> • sproeien tuin en dak • warmte/koudeopslag

Collectieve harde maatregelen	Individuele harde maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • opblaasbare tijdelijke waterkeringen • celvormige tijdelijke waterkeringen • staande tijdelijke waterkeringen • snelwegbarrièreblokken • waterrobuust communicatienetwerk (mobiel telecommunicatienetwerk) • waterrobuuste utiliteitsvoorzieningen en infrastructuur (lokaal of mobiel drinkwaterproductiesysteem) • bescherming gevaarlijke stoffen • bescherming lifesupportvoorzieningen • meestromen in openbare ruimte • (elders dijken doorsteken) • profilering maaiveld • waterpleinen • vluchtplaatsen • vluchtpaden • verhoogde hoofdwegen • drijvende platformen en wijken <p>Droogte en hitte</p> <ul style="list-style-type: none"> • water inlaten/wateraanvoersysteem • peilverhogingen • wegen en daken nathouden • koelen oppervlaktewater • warmte/koudeopslag 	<p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • leegpompen • voorraad bouwmaterialen • generatoren <p>Overstromingen en wateroverlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • lenen • fysiek herstel schade • fysiek herstel met waterrobuuste maatregelen

Collectieve harde maatregelen	Individuele harde maatregelen
<ul style="list-style-type: none"> • adaptatie ruimte (beschikbare en haalbare maatregelen) • overdimensioneren harde maatregelen • innoveren en experimenteren (nieuwe technieken) • verplichte verplaatsing van gebouwen • verplaatsing van utiliteitsvoorzieningen en infrastructuur 	<ul style="list-style-type: none"> • demontabele en tijdelijke bebouwing • vrijwillige verplaatsing van gebouwen

3.5 Waterrobuust bouwen: een permanent collectief leerproces

Waterrobuust bouwen een plek geven in de ruimtelijke planvorming en gebiedsontwikkeling is nieuw. De meeste in dit rapport gepresenteerde maatregelen om gebieden waterrobuust in te richten zijn niet nieuw: ze vergen hooguit extra aandacht bij de uitvoering. Denk bijvoorbeeld aan een maatregel als een iets groter hoogteverschil tussen straatpeil en vloerpeil of aan kruipruimteloos bouwen om schade door wateroverlast te voorkomen of aan een dikkere laag zwarte grond, opdat meer water wordt vastgehouden voor droge perioden en planten dieper kunnen wortelen. Dergelijke maatregelen kosten weinig tot niets maar om ze te realiseren moeten ze wel in de bouwpraktijk worden opgenomen. Dat vergt een leerproces voor de vele betrokkenen. De belangrijkste belemmering voor dat leerproces is het gebrek aan continuïteit in de bemensing. Bij de beleidsontwikkeling, de planvorming, het ontwerp, de uitvoering en het beheer zijn, logisch, steeds weer andere mensen betrokken. Het is daarom belangrijk dat denkbeelden, ideeën en hun achtergronden goed worden doorgegeven van groep tot groep. De machinist van de graafmachine moet immers begrijpen waarom hij iets moet maken. Alleen schriftelijk doorgeven van de boodschap (in bestek en tekening) is onvoldoende: een mondelinge toelichting en af en toe een oogje in het zeil houden zijn nodig wil het gerealiseerde eindbeeld voldoen aan de beelden en verwachtingen van de planvormer en de ontwerper. Zo ontstaat een collectief geheugen binnen het project.

Kennis over maatregelen voor waterrobuust bouwen moet dus steeds en actief worden gedeeld met de andere bouwpartners tijdens het hele proces van gebiedsontwikkeling. Dit vergt actieve samenwerking en intensieve communicatie. De traditionele werkvormen die in de bouw worden gehanteerd bieden daarvoor weinig ruimte. Projectmatig de eigen klus klaren zonder oog voor de andere spelers is niet de manier om samen iets te leren. Een andere, meer integrale werkwijze is nodig. Methoden als Enquiry by Design en Concurrent Engineering dragen daaraan bij.

Procesbenadering

Een procesbenadering is gericht op het maken van een betere, in ons geval meer waterrobuuste, oplossing door het scheppen van win-winsituaties. Voor de ene partij zijn de leefbaarheid en de veiligheid van de nieuwe woonwijk van groot belang, voor een andere partij het financieel rendement of de beheerkosten. In de praktijk van gebiedsontwikkeling komt men pas tot elkaar als de verschillende belangen zoals geld, afspraken, regels waaraan moet worden voldaan, relaties, imago, et cetera allemaal in een passend plan tot hun recht komen. Dit vraagt om een helder proces van overleggen en onderhandelen, onder een strakke regie.

Cruciaal voor het proces is welke partijen worden uitgenodigd mee te doen en door wie. Teams die bestaan uit vertegenwoordigers van verschillende belanghebbende partijen en vanuit verschillende disciplines zijn beter in staat om de gewenste integrale oplossingen uit te werken dan teams die bestaan uit deskundigen van één partij, die vervolgens hun voorstel moeten voorleggen aan de anderen. In de zoektocht naar waterrobuustere oplossingen voor een projectgebied lijkt het voor de hand te liggen dat de gemeente en de projectontwikkelaars en/of woningcorporaties samen andere partijen uitnodigen om mee te doen aan de planvorming: de gemeente vanuit een rol van algemeen regisseur en de projectontwikkelaar of woningcorporaties vanuit hun rol als gebiedsontwikkelaar. Logische gespreksgenoten zijn het waterschap, de beheerders van het gebied, nutsbedrijven, bouwers en zo mogelijk ook de (toekomstige) bewoners. Samen selecteren ze dan een passend pakket maatregelen, werken dat uit, onderhandelen over de eventuele financiële dekking en leggen hun afspraken vast in de contracten die aan de realisatie van een gebied ten grondslag liggen.



*Figuur 3.5
Verschoven kade,
Wilnis*

Klimaatverandering vergt een andere inrichting van de beschikbare ruimte en een andere manier van bouwen om wateroverlast, droogte en hitte beter het hoofd te kunnen bieden. Het waterrobuust maken van stedelijk gebied is echter sterk situatie- en ambitie-afhankelijk. Het is dan ook onmogelijk om eenduidig voor te schrijven wat te doen. In het kader van dit kennisproject is een Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen ontwikkeld om de mogelijkheden en opties om waterrobuust te bouwen goed in te brengen in de bouwpraktijk. Omdat de keuzes die een rol spelen in de drietrapsbenadering bepaald worden door de specifieke gebiedsopgave en de spelers die deze opgave moeten realiseren, worden in de volgende hoofdstukken keuzes en criteria toegelicht aan de hand van een aantal casussen. Dit hoofdstuk vormt een inleiding op de vertaling van de Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen naar de praktijk.



Trap 1: Lagenbenadering

Het planproces (hetzij ruimtelijke planning, gebiedsontwikkeling, het ontwerp en/of bouwproces) zal moeten starten met een heldere probleemstelling en specifieke stedelijke (water)opgave, ook ten aanzien van waterveiligheid en waterrobuustheid. Het fysieke systeem (het bodem- en (grond)watersysteem) maakt het in het algemeen niet mogelijk 'zomaar' iets te gaan ontwikkelen. Er zal rekening gehouden moeten worden met trage trends zoals klimaatverandering, zeespiegelstijging, demografische ontwikkelingen en bodemdaling. De lagenbenadering biedt ons een belangrijke werkwijze om in de planvorming vanaf de start rekening te houden met water, bodem en klimaateffecten in termen van wateroverlast, watertekort en hitte. Op basis van de combinatie van en onderlinge wisselwerking tussen de lagen wordt het mogelijk om meer inzicht te geven in onderstaande kwesties:

- waar gaat een specifiek stedelijk gebruik (de occupatielaag en de netwerklaag) mogelijke voor- of nadelige effecten ondervinden van klimaatverandering of bodemdaling? Wat zijn de te verwachten klimaateffecten? Hoe kunnen die zich uiten?
- wanneer zullen deze effecten zich gaan voordoen?
- welke kansen (en voorwaarden) voor een waterrobuuste stedelijke inrichting bieden de ondergrondlaag en de netwerklaag, bijvoorbeeld als drager voor het opheffen, als bergingsfunctie voor een waterbuffer voor lange droge en warme perioden of als transportas voor een evacuatie.

Een gedegen analyse van het te maken stedelijk systeem levert partijen inzicht op in de samenhang tussen de eigenschappen van het gebied, de effecten die klimaatverandering daar zal hebben en de mogelijke maatregelen die getroffen kunnen worden. Door toepassing van de lagenbenadering zullen de 'trage lagen' zoals de ondergrond en de netwerklaag structurerend werken op de inrichting van het stedelijke gebruik. Want de occupatielaag is wellicht nog het snelst aan te passen aan veranderende omstandigheden.



Trap 2: Kwetsbaarheid

De uitdaging om de kwetsbaarheid van de stad te verkleinen ligt in het adequaat invulling geven aan de vier capaciteiten: de structurele capaciteit, schadereductiecapaciteit, herstelcapaciteit en de adaptieve capaciteit. Na een strategische keuze rond de vraag hoe de kwetsbaarheid ten aanzien van klimaatverandering het beste kan worden beperkt, moeten via een ontwerp en onderhandelingsproces passende maatregelen gevonden worden om deze capaciteiten te versterken. Het is aan de betrokken partijen om samen strategisch te kiezen welke capaciteit wordt ingezet om de robuustheid te vergroten. Afhankelijk van die strategische keuze worden in de volgende stap pakketten van maatregelen samengesteld. Diverse maatregelen (veelal in combinatie) kunnen een rol spelen bij een waterrobuuste inrichting van een projectgebied. In trap 3 wordt deze keuze van maatregelen verder uitgewerkt.



Trap 3: Maatregelen

De derde trap definieert een set van specifieke maatregelen waarmee de ambities gerealiseerd kunnen worden. Dit houdt allereerst in het nemen van geschikte beheersmaatregelen voor oppervlakte- en grondwater en het daaraan aanpassen van het stedelijk waterbeheer. Maar waterrobuust maken gaat vaak verder dan aanpassing van het waterbeheer. Het betreft eveneens aanpassingen in het ontwerp, de inrichting en het gebruik en beheer van de stedelijke omgeving. Bovendien is waterrobuust bouwen niet alleen een kwestie van het implementeren van technische maatregelen. Het gaat ook om adaptatie in beleid, regelgeving, ontwerp- en bouwprocessen, management, organisatie en financiering en om het doorvoeren van zachte maatregelen die de kwetsbaarheid beperken.

Toepassing

Gedurende het proces van gebiedsontwikkeling wordt de drietrapsbenadering ten minste driemaal doorlopen, telkens met een ander accent. De eerste keer is dat tijdens de ruimtelijke planning: vooral gemeente en waterschap zullen daarbij betrokken zijn. Dan ligt het accent op een eerste uitwerking van de lagenbenadering en op de strategische keuze ten aanzien van de capaciteiten om de kwetsbaarheid te beperken. Er kan dan een eerste doorkijk worden gemaakt naar mogelijke maatregelen om de gewenste robuustheid te realiseren. Door de strategische keuze ten aanzien van de vier capaciteiten vroeg in het planproces op te nemen is het eenvoudiger om daadwerkelijk waterrobuust te gaan (her)ontwikkelen.

De tweede keer dat de drietrapsbenadering wordt doorlopen is tijdens de fase van de gebiedsontwikkeling tot en met het bouwproces. In die fase moeten gemeenten, waterschap, projectontwikkelaars, woningcorporaties, nutsbedrijven,

bewoners/burgers en andere betrokkenen de lagenbenadering tot in detail uitwerken, de strategische keuze met betrekking tot de capaciteiten herijken en op basis daarvan definitief kiezen welke set van maatregelen zal worden doorgevoerd. Vervolgens moeten de technische maatregelen in detail worden ontworpen en uitgevoerd.

De derde keer dat de drietrapsbenadering wordt toegepast, is bij aanvang van de beheersfase; diezelfde stap wordt dan om de vijftien jaar herhaald, telkens wanneer beheersplannen worden vernieuwd. Tijdens die derde keer doorlopen gemeente en waterschap samen met de beheerders van het publieke en het private terrein en samen met de calamiteitendiensten de drie treden. Eerste doel van die actie is uitleggen tot welke inzichten en keuzes men is gekomen bij de gebiedsontwikkeling. Tweede doel is dat ook de beheerders begrijpen waarom bepaalde keuzes zijn gemaakt, opdat zij hun beheersplannen, hun rampenplannen, hun dagelijks beheer, hun voorlichtingsactiviteiten en hun oefeningen daarop kunnen aanpassen. Pas dan is de waterrobuustheid ook op langere termijn gewaarborgd.

Bijlage I geeft een uitgebreid overzicht van allerlei maatregelen die getroffen kunnen worden om het gebied meer waterrobuust te maken, als een palet waaruit gekozen moet worden. Toepassing van de drietrapsbenadering levert voor een specifieke situatie zeker geen unieke set van maatregelen, want een gewenste mate van waterrobuustheid kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. De toepassing van de drietrapsbenadering in de praktijk biedt kansen voor overheden en bouwpartners, zowel voor innovaties op het gebied van technologieën, alsook ten aanzien van regels en organisatievormen.

Om de toepassing van de drietrapsbenadering in de praktijk te illustreren worden in het volgende deel van dit rapport zes verschillende voorbeeldsituaties uitgewerkt. Tabel 4.1 geeft een overzicht van zes gebiedstypen, samen met de ondergrond en klimaateffect(en). Bij de klimaateffecten is onderscheid gemaakt naar gevolgen in termen van wateroverlast of watertekort door droogte en hitte. In de tabel is eveneens aangeven in welke fase het project zich bevindt.

De keuze van de cases is gebaseerd op de relevantie en omvang van de klimaateffecten die zich in Nederland gaan voordoen, op de vernieuwing op het gebied van maatregelen, en op de vraag of er nog veel onbekende aspecten aan de opgave zijn. De cases zijn bedoeld om overheden en bouwpartners te inspireren en om een basis te bieden voor de discussie over waterrobuust bouwen.

De cases zijn verbonden met aansprekende situaties uit de praktijk, maar er is bewust voor gekozen de cases fictief te houden. Op gebied van proces en institutionele aspecten is aangegeven hoe de opgave aangepakt zou kunnen worden. Daarnaast zijn voor elk van de vier capaciteiten passende maatregelen benoemd en uitgewerkt. Door per situatie aan te geven wat de mogelijke consequenties zijn van de traditionele manier van denken, wordt ook de urgentie van waterrobuust bouwen aangegeven.

*Figuur 4.1
Drijvende woningen,
Maasbommel*



Tabel 4.1 Voorbeeldcases

Ondergrond	Klimaat-effect(en)	Gebiedstype	Fase	Beschrijving casus in trefwoorden
Droogte en hitte				
D1 veen of klei	lage grondwaterstand	(hoog) stedelijk	beheer/ontwerp	ontwikkelopgave van woningcorporatie, gedeeltelijke herontwikkeling, innovatief proces, gebiedsontwikkeling met open planproces, innovatief bouwproces, waterrobuuste eisen en ruimtelijke ordening door corporatie uit te voeren, gezamenlijk leerproces
D2 veen	bodemdaling	stedelijk gebied	ontwerp	ontwikkelopgave van gemeente, cultureel ergoed, herontwikkeling, prijsvraag, innovatief bouwproces, innovatieve samenwerking, supervisie op stedelijke en waterrobuuste inrichting, procesteam, risico's niet te overzien
D3 klei	waterkwaliteit, doorstroming	stedelijk groen	beheer	ontwikkelopgave van gemeente, wijkaanpak, nieuw gedrag, onder andere flexibel peilbeheer, communicatie van belang

Ondergrond	Klimaat-effect(en)	Gebiedstype	Fase	Beschrijving casus in trefwoorden
Nat				
N1 veen	regenwateroverlast bodemdaling	waterlandschap	planning	overlast (nat), ontwikkelopgave van gemeente, planologisch en juridisch pittige case, nieuwbouw, innovatieve verkenningsfase, nieuwe vraagstukken technisch, organisatorisch en juridisch, nieuwe partijen, deels ander besluitvormingsproces, risico's
N2 zand	regenwateroverlast	stedelijk gebied	beheer	ontwikkelopgave van gemeente, strategie tegen wateroverlast, betrekken bewoners, publiciteit van belang
N3 klei of zand	snelle en ontdiepe overstroomingen	stedelijk gebied of suburbaan	ontwerp	ontwikkelopgave van gemeente, buitendijks bouwen, met particulier opdrachtgeverschap, expliciete ruimtelijke waterstrategie, wisselwerking onderzoek en praktijk, niet-technische disciplines erbij betrekken, nieuwe vraagstukken, bestuurlijke angst, procesteam

5.1 Inleiding

Een woningcorporatie in het westen van het land heeft plannen om een deel van een wijk te herontwikkelen. De technische levensduur van een groot deel van de woningen is verlopen. Omdat deze woningen in slechte staat verkeren en renovatie onhaalbaar is, worden ze afgebroken. Het gebied kende al een hoog percentage leegstand, mede door de slechte staat van de woningen. Dit is een traditionele opgave voor de woningcorporatie, een van de grotere corporaties in het westen van het land. Nieuw daarentegen is dat de corporatie ook verantwoordelijk wordt voor de openbare ruimte.

Het te herontwikkelen gebied bedraagt in totaal 20 hectare, waarvan 10 hectare woningen (320 woningen) worden afgebroken en vervangen door nieuwe woningen (200 woningen). De woningen in het andere deel zullen worden gerenoveerd. Er zijn ideeën om een ruimer opgezette wijk te creëren met meer groen en water, met als gevolg dat een deel van de bewoners kan terugkeren en anderen niet. Die zullen dan verhuizen naar elders. Met de bewoners die terugkeren, wordt een intensief open planproces voorzien. De woningen die blijven staan, zijn deels op houten palen gefundeerd en deels op staal.

Door de klimaatveranderingen zullen veranderingen in de grondwaterstand gaan optreden. Dit leidt mogelijk tot problemen bij de houten paalfunderingen van de huizen.

De gemeente heeft sinds een jaar in goed overleg met het waterschap een ruimtelijke waterstrategie vastgesteld, waaraan alle uit te voeren ruimtelijke plannen moeten gaan voldoen. In de ruimtelijke waterstrategie zijn gebieden aangemerkt waarbinnen de gemeente het noodzakelijk acht bepaalde waterrobuuste maatregelen te nemen. Deze per deelgebied indicatieve pakketten van maatregelen zijn bepaald na een uitgebreide analyse waarbij gebruik is gemaakt van de Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen. De gemeente heeft een financieringsstrategie opgesteld waarbij overheid en ontwikkelaar de extra kosten voor de technische maatregelen aan straat en gebouwen voor hun rekening nemen. Daarnaast beoogt de gemeente om een WKO (warmte-/koudeopslag) aan te leggen voor de energievoorziening van de nieuw te bouwen woningen. Op deze manier wordt een duurzaam systeem aangelegd.

De gemeente heeft bij de woningcorporatie eisen neergelegd om een waterrobuuste wijk te bouwen met voldoende structurele capaciteit (voorkomen) en schadereductiecapaciteit (beperken). Zij heeft voor deze kwetsbaarheden gekozen om negatieve omgevingsaspecten te vermijden.

Vanuit de beheersfase is de noodzaak ontstaan om een deel van de wijk te herontwikkelen. Het andere deel zal grotendeels gerenoveerd worden. Het eerste deel van het project bevindt zich in de ontwerpfase.

Deze eisen zijn nieuw voor de corporatie en zij vraagt een toelichting aan de gemeente. Daarnaast vraagt de corporatie of de gemeenten en het waterschap samen willen aangeven wat het watersysteem vraagt en de ruimtelijke reserveringen die gedaan moeten worden voor water in het stedelijk gebied.

Indien er geen maatregelen worden getroffen, kunnen verschillende effecten optreden:

- funderingen op staal en gebouwd op klei zullen met de inklinking van de klei of het veen meezakken. Door de ongelijkmatige structuur van de ondergrond (aanwezigheid van bijvoorbeeld geulen) zal de woning of het bouwblok ongelijkmatig verzakken waardoor grote bouwkundige schade kan ontstaan. Door verandering in grondwaterstanden kunnen houten palen droog komen te staan, met als gevolg dat schimmels de palen aantasten. Dit kan leiden tot het breken van de palen, wat bouwkundige schade en verval tot gevolg kan hebben. Bovendien zullen hevige neerslagen vaker leiden tot water op straat, met de schadelijke gevolgen van dien;
- wateroverlast zal door water op straat meer frequent gaan optreden en ernstiger problemen veroorzaken. Doordat water en groen worden versterkt in de herinrichting wijk, zal de mate van opwarming iets worden beperkt.

5.2 Toepassing drietrapsbenadering

Trap 1: Lagenbenadering

De Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen maakt, conform de lagenbenadering, gebruik van drie stappen om te bepalen welke maatregelen toegepast kunnen worden om een gebied waterrobuust in te richten.

Laag 1: Ondergrond: veengrond en kleigrond

Uit eerste analyses blijkt dat de grondopbouw in het gebied niet-homogeen is. Ongeveer in 60 % van het gebied ligt veen aan het maaiveld en de overige 40 % betreft een kleiige ondergrond. Het gebied ligt onder NAP. Er zijn geen noemenswaardige hoogteverschillen in het gebied. Er zijn enkele oude krekken, maar de precieze ligging is onbekend.



Laag 2: Netwerklaag: nutsaansluitingen, wegen, groenvoorzieningen

Bij het uitwerken en ontwerpen van het project is het van evident belang om rekening te houden met mogelijke ongelijkmatige zettingen van wegen en rioleringen en andere nutsaansluitingen. Deze tasten namelijk het energie- en verkeersnetwerk aan. Door te kiezen voor bepaalde funderingspalen, in combinatie met bepaalde grondwaterstanden, kan de schade aan de woningen beperkt worden. Door behoud van de aanwezige groenstructuur en deze uit te breiden kan ook een positief effect ontstaan op de hittestructuur in deze woonwijk.

Laag 3: Gebiedstype: stedelijk gebied

De opgave is te kenmerken als stedelijk gebied met als woonfunctie veelal eengezinswoningen en enkele laagbouwflats. Binnen het gebied zijn enkele voorzieningen zoals winkels, een school en een gezondheidscentrum gepland. Er wordt ruimte gemaakt voor groen en water. De hoeveelheid toe te voegen open water bepaalt de ontwikkelaar in overleg met het waterschap.

Extra laag: Klimateffect(en): lage grondwaterstand, grondwateroverlast en wateroverlast

Door de verandering van het klimaat zullen de laagste grondwaterstanden (GLG) naar verwachting met 30 centimeter dalen. Een lagere grondwaterstand heeft gevolgen voor de paalfunderingen onder de huizen in het gebied, maar creëert tegelijkertijd extra waterberging. De lagere grondwaterstand zal ook leiden tot zettingen op openbaar en particulier terrein. Tijdens hevige regenbuien zal, door de hevige regenintensiteit, wateroverlast optreden als gevolg van de beperkte capaciteit van het aanwezige gemengde rioolstelsel.

Door toename van de hoeveelheid neerslag in de winter en door zwaardere buien in de zomer zal het huidige stelsel van riolering en oppervlaktewater vaker overbelast raken. Water op straat kan veel vaker dan nu gaan optreden.

Trap 2: Kwetsbaarheden

De gemeente heeft geëist dat maatregelen moeten worden genomen om schade te voorkomen, en als voorkomen niet lukt, te beperken. Een belangrijke vraag daarbij is hoe de gemeente om zou kunnen gaan met lagere grondwaterstanden en frequentere wateroverlast.



Trap 3: Maatregelen

Proces

De eisen ten aanzien van kwetsbaarheid zijn voor de corporatie nieuw en zij vraagt een toelichting aan de gemeente.

De woningcorporatie stelt voor om samen met het waterschap en de gemeente in een aantal workshops de opgave in een open setting te verkennen en ook de bewoners in dit traject een plek te geven. Omdat de opgave zowel nieuwe technische aspecten als inrichtingsaspecten kent, worden ook de gemeentelijke afdeling strategie, stedenbouw, grondzaken, groenbeheer, water, civiele techniek en beheer uitgenodigd. Experts van advies- en ingenieursbureaus zijn uitgenodigd, evenals experts van aan de bouw gelieerde kennisinstellingen. Een spannend nieuw fenomeen is de samenwerking van stedenbouwkundigen en geotechnici, die op basis van de ligging van de oude krekken het stedenbouwkundige herinrichtingsplan maken. Iedereen beseft dat het een gezamenlijk leertraject is en de stemming is innovatief. Doel is om uiteindelijk te komen tot een stedelijke ontwikkeling die als geheel minder kwetsbaar is, en tegelijk kosteneffectief.

De nieuwe eisen van de gemeente leiden er bij de corporatie toe ook het bouwproces op een andere manier in te richten. De nieuwe directeur van de corporatie is gecharmeerd van Concurrent Engineering en geeft opdracht een breed team te laten werken aan de uitwerking en realisatie van het plan. Zij stelt hiervoor een inhoudelijk deskundige procesmanager aan. Recentelijk heeft de procesmanager goede ervaringen opgedaan met Concurrent Engineering in een vergelijkbaar project. De procesmanager richt een projectteam op, waarin onder meer de woningcorporatie, de gemeente en het waterschap zitting nemen.

Het team wordt in een vroeg stadium voorzien van informatie van diverse specialisten die gevraagd zijn om inbreng te geven daar waar het gaat om de benodigde kennis over waterrobuust bouwen, vergunningen, nutsvoorzieningen (gas, riolering, water, et cetera), gedrag van de ondergrond en methode van bouwrijp maken.

De oplossingen die worden voorgesteld, vragen om een forse inspanning van verschillende betrokken partijen voor de gehele levensduur van de woonwijk, zowel in termen van co-creatie als co-financiering.

Om de ambities van de corporatie en de gemeente te verwezenlijken is gezocht naar maatregelen die leiden tot een grote structurele en schadereductiecapaciteit. Deze maatregelen dienen wel te passen binnen de financiële ruimte van de woningcorporatie (voor het private gebied) en de gemeente (voor het openbare gebied).



Het waterschap is bereid om een deel van de kosten van het extra open water mee te financieren in de vorm van een subsidie.

Institutionele aspecten

Het is niet te verwachten dat het aspect water bij grootschalige herstructureringen leidend zal zijn. Meestal, zo ook in deze case, komen deze projecten voort uit de noodzaak van een kwaliteitsverbetering van het vastgoed in een wijk.

De belangrijkste vraag is dan: op welke wijze kan vanuit het aspect wateroverlast worden aangehaakt bij dergelijke herinrichtingen? Momenteel is de watertoets het belangrijkste instrument om het belang van water mee te laten wegen in de totstandkoming van ruimtelijke plannen. De toekomst zal evenwel moeten uitwijzen of de watertoets bruikbaar is om tot versterking van één van de vier capaciteiten te komen. Daarnaast moet blijken in hoeverre private partijen zoals woningcorporaties omgaan met de verplichte watertoets.

Het antwoord hierop zal nooit eenduidig zijn. Wel dringen Rijk en provincies er bij gemeenten op aan om bij ruimtelijke plannen in te gaan op de aspecten duurzaamheid en klimaatverandering. De vraag is of niet bindende beleidsregels als deze voldoende zijn. De grootste uitdaging lijkt dan ook om gemeenten, corporaties en projectontwikkelaars te overtuigen van de noodzaak om bepaalde (delen van) bestaande woonwijken waterrobuust te herinrichten, omdat dit later hoge beheerkosten kan voorkomen. Dergelijke afspraken kunnen bijvoorbeeld worden opgenomen in het exploitatieplan, dat gemeenten sinds de recente inwerkingtreding van de nieuwe Wet op de ruimtelijke ordening tegelijk met bestemmingsplannen moeten vaststellen.

Een ander institutioneel aspect betreft de toekomstige omgang met grondwaterstanden in stedelijk gebied. Menig woningcorporatie heeft in het verleden ervaring opgedaan met verlaging van de grondwaterstand. In gebieden met een slappe bodem, waar de huizen gefundeerd zijn op houten palen, kan dit tot problemen leiden. Houten paalfunderingen kunnen door veranderende grondwaterstanden worden aangetast door schimmels en bacteriën, met als gevolg dat palen hun draagkracht kunnen verliezen. In Nederland zijn hiervan praktijkvoorbeelden bekend: in de binnensteden van Dordrecht en Amsterdam is herhaaldelijk sprake geweest van rottende palen. Corporaties weten uit die ervaring dat de verzekering van de woningcorporatie niet voorziet in dergelijke schade.

De hoogte van het grondwaterpeil is mede een gevolg van het peilbesluit dat het waterschap neemt. Op het moment dat de grondwaterstand in een gebied te laag

wordt, en de houten paalkoppen onder woningen droog komen te liggen, is het onheil onafwendbaar. Eventuele te nemen tegenmaatregelen leiden vervolgens vaak tot problemen tussen woningeigenaren, de gemeente en het waterschap.

Technologie

De wijk is in twee delen op te splitsen: enerzijds de nieuw te ontwikkelen (waterrobuuste) woningen en anderzijds de woningen die gerenoveerd worden. De interactie tussen deze twee gebieden moet zodanig ingericht worden dat de huidige staat van de woningen stabiel blijft en bij voorkeur verbeterd wordt. De voorgestelde maatregelen moeten kosteneffectief zijn: dure maatregelen zijn alleen mogelijk na een zorgvuldige afweging. De staat van funderingen van te renoveren woningen dient in elk geval onderzocht te worden en, indien nodig, verbeterd.

Funderingen op staal en gebouwd op klei, zullen met de inklinking van de klei of het veen meezakken. Als dit rechtstandig gebeurt, is er weinig aan de hand. Soms zal echter door de ongelijkmatige structuur van de ondergrond (bijvoorbeeld vanwege de aanwezigheid van geulen) de woning of het bouwblok ongelijkmatig verzakken waardoor grote bouwkundige schade en verval kunnen ontstaan.

Elk type staalfundering ontleent haar draagkracht mede aan de hoogte van de grondwaterstand. Op staal gefundeerd betekent in deze gemeente op circa 5 meter klei, waardoor de fundering gevoelig is voor schommelingen in de grondwaterstand en trillingen. Ook bij paalfunderingen zal de ondergrond (veen en klei) gaan verzakken. Paalfunderingen zorgen ervoor dat een woning zettingsarm is. De omgeving zakt echter wel. Ten gevolge hiervan zal onderhoud gepleegd moeten worden aan de tuinen en straten, zodanig dat een voldoende drooglegging gewaarborgd is. Ook de huisaansluitingen van bijvoorbeeld nutsvoorzieningen en riolering zijn in deze gevallen kwetsbaar.

Vanwege de niet-homogene ondergrond bestaat de kans op scheefstand van en scheurvorming in muren van woningen. Wegen kunnen door ongelijke zetting veel schade oplopen. Op het openbare terrein liggen de kabels en leidingen veelal onder de straten. Als wegen verzakken, zullen kabels en leidingen ook verzakken. Kabels en leidingen, zoals de riolering, kunnen breken. Doordat de ondergrond heterogeen is, is er veel risico op ongelijkmatige zettingen. Hierdoor kan een weg er bijvoorbeeld uit gaan zien als een achtbaan. Ook opritten en tuinen van particulieren kunnen gaan verzakken. Burgers dienen noodgedwongen hun oprit en tuin op te hogen om niet letterlijk het afvoerputje van de buurt te worden. Het zijn aspecten die veel meer dan nu het geval is aandacht vereisen tijdens de voorbereiding van ruimtelijke plannen.

Door extra grondonderzoek kan de ligging van oude krekken worden bepaald. Op basis hiervan kan de stedenbouwkundige, in samenspraak met een geotechnisch specialist, een ruimtelijk plan maken voor de woningen en stedelijk groen. Daarnaast dienen de funderingen zodanig te worden ontworpen dat zetting en verschilzetting vanuit de ondergrond door de woning kunnen worden opgenomen. De stijfheid van de constructie moet daarop worden afgestemd. Volgens de huidige normen wordt hierbij geen controle of berekeningen van de effecten van uitdroging en krimp vereist. De huidige ontwerppraktijk voorziet dus niet in effecten van krimp.

- **Maatregel: Solide ontwerp van funderingen van gebouwen**

De woningcorporatie wil een duurzame wijk aanleggen en heeft daarom besloten om een warmte-/koudeopslagsysteem aan te leggen. De warmtepomp onttrekt energie aan een duurzame bron, namelijk de bodem. Energie wordt aan de bodem onttrokken met behulp van warmtewisselaars binnen een warmte-/koudeopslagsysteem. In de zomerperiode kan het systeem koeling leveren aan woningen en gebouwen: de warmte die daarmee wordt gewonnen wordt gebruikt om de bodem weer op te laden. Om de warmtebalans te sluiten wordt 's zomers ook warmte onttrokken aan het oppervlaktewater. Dat wordt gebruikt als zonnecollector. Op deze manier kan de warmte-efficiency van woningen in warme perioden aanzienlijk verbeterd worden en de hitteproblematiek goed aangepakt worden.

- **Maatregel: Aanleg duurzame wijk met behulp van WKO**

In het te herontwikkelen gebied is het mogelijk dat de grondwaterstand in de toekomst lager wordt, mits tijdig aanvullende maatregelen worden getroffen voor het al bestaande gebied. Gedacht kan worden aan flexibel peilbeheer, waarbij verschillende grondwaterstanden voor elk gebied gelden.

In geval van langdurige droogte is het aannemelijk dat door verdamping een belangrijke hoeveelheid vocht aan de bodem wordt onttrokken. De begroeiing, zoals bomen, speelt hier ook een belangrijke rol in. Verzakking van wegen en gebouwen en scheurvorming in gebouwen ten gevolge van vochtonttrekking door gewassen zijn een bekend fenomeen, ook in de Nederlandse praktijk. Dit betekent dat de problematiek in de loop van de jaren kan verergeren. Flexibel peilbeheer kan dit deels voorkomen. Het waterschap begrijpt het fenomeen maar krabt zich nog eens achter het oor vanwege de uitvoerbaarheid van deze maatregel. Het moet namelijk een regime van een aantal inzetbare verschillende peilen vinden dat onder alle denkbare omstandigheden voor alle belanghebbenden acceptabel is.

- **Maatregel: Flexibel peilbeheer, waardoor snel uitzakken van de grondwaterstand wordt voorkomen**

Verder kan het toepassen van een infiltratiesysteem overwogen worden. Grondwater kan via infiltratiebuizen met water uit het oppervlaktewater of effluent worden aangevuld. Door de grondwaterstand hoog te houden kan het droogvallen van paalkoppen worden voorkomen. In droge perioden kan de infiltratie van een aantal milimeter per dag plaatsvinden.

Deze maatregel is, in tegenstelling tot flexibel peilbeheer, zeer plaatselijk inzetbaar om droogval van paalkoppen te voorkomen. Door deze eigenschap is het een geschikte maatregel om in de nabijheid van woongebieden waar zich problemen voordoen toe te passen. Interessant is dat de inzetbaarheid van dit systeem wellicht niet per se geheel bij de gemeente behoeft te liggen. Mogelijk zijn er constructies denkbaar waarbij de woningcorporaties en/of Verenigingen van Eigenaren (VVE's) besluiten om een infiltratiesysteem toe te passen.

- **Maatregel: Infiltratiesysteem om grondwater in tijden van droogte aan te vullen**

Bij langdurige droogte kunnen er ook problemen ontstaan met de waterkwaliteit in de sloten en grachten in de nieuwe wijk. Om bijvoorbeeld zuurstofloosheid te voorkomen, moet het water in de grachten en vijvers continu gecirculeerd worden. Doordat grachten gemiddeld ongeveer een meter diep zijn, warmen ze snel op en is het water geschikt voor allerlei vormen van recreatie en voor energiewinning. Doordat water en groen worden versterkt in de herin te richten wijk, zal de mate van opwarming iets worden beperkt.

- **Maatregel: Circulatie van het openwatersysteem**

In gebieden waar lage grondwaterstanden worden verwacht, worden de nieuwe woningen gefundeerd op betonnen palen. Deze palen zullen niet door paalrot bezwijken, zoals houten palen. De invloed van het grondwater is hier minimaal. Bij het ontwerp van de nieuw te bouwen woningen dient hier rekening mee gehouden te worden.

- **Maatregel: Toepassen van betonnen palen in gebieden met (verwachte) lage grondwaterstanden**

De verwachting is dat wateroverlast en water op straat frequenter gaan optreden en ernstiger problemen gaan veroorzaken. Hierdoor zal de grondwaterstand in natte perioden gaan stijgen, zodanig dat er wateroverlast in de kruipruimtes ontstaat. Verder ontstaan er dan ook problemen met het onderhoud van de kabels en leidingen. Deze liggen in den natte, waardoor onderhoud extra maatregelen vergt.

- **Maatregel: Kruipruimtelooos bouwen**

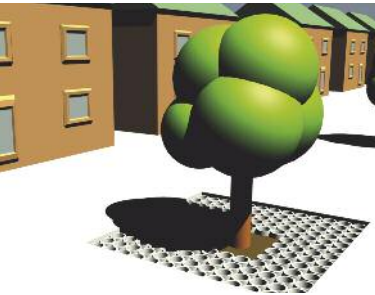




99

Gedurende hevige regenval kan het in de toekomst mogelijk zijn dat de afvoer van de neerslag via de riolering ontoereikend is. Hierdoor kan er water op straat staan. Door het vloerpeil en deels ook het peil van tuinen te verhogen, wordt voorkomen dat water de woningen en de tuin in kan lopen. Hierdoor ontstaat er een grote waterbuffer op de straat zelf en in het openbare groen.

- **Maatregel: Verschil tussen straatpeil en vloerpeil verhogen (> 0,30 meter)**



47

In het nieuwe deel van de wijk wordt meer ruimte ingeruimd voor stedelijk groen en water. Door in het ontwerp rekening te houden met een mogelijkheid tot het tijdelijke vasthouden van het overtollige regenwater, wordt de druk op de straten verminderd. Oplossingen als wadi's en dergelijke behoren tot de mogelijkheden. Met name in het nieuwe deel van de wijk kan de waterbuffering ervoor zorgen dat het wateroverschot in de bestaande wijk wordt opgevangen en zo wateroverlast aldaar voorkomen.

- **Maatregel: Aanleg van wadi's om een extra waterbuffer te creëren in het plan-gebied**



26

Om de schadereductiecapaciteit van het gebied te verhogen wordt ervoor gekozen om kabels en leidingen in beschermende kokers aan te leggen, en om de fundatie van de transformatorhuisjes zodanig te kiezen dat er geen problemen ontstaan ten gevolge van: (1) lage grondwaterstanden en (2) wateroverlastsituaties. De verschillende kabels- en leidingenexploitanten zijn moeilijk gezamenlijk aan tafel te krijgen maar de gemeente slaagt erin om een voor alle partijen passend voorstel uit te werken.

- **Maatregel: Waterrobuuste infrastructuur**

De verschillende doelgroepen (burgers, bedrijven, bezoekers, et cetera) worden geïnformeerd over het risico met betrekking tot lage grondwaterstanden en wateroverlast en de te treffen voorzorgsmaatregelen. Deze communicatie is gericht op bewustwording en handelingsperspectief. Toch schrikken de bewoners van dit fenomeen als het wordt toegelicht door de technisch specialist tijdens een gezamenlijke avond van de gemeente, het waterschap en de corporatie.

- **Maatregel: Risicocommunicatie**

Vergelijkbare problemen

Een ander veelvoorkomend probleem is als bij een bouwplaats tijdelijke bemaling plaatsvindt, zodanig dat de bouwer in den droge kan werken. In dergelijke gevallen wordt tijdelijk de grondwaterstand verlaagd, wat gevolgen kan hebben voor de omgeving. In de laatste jaren zijn er enkele gevallen geweest waar een dergelijke grondwateronttrekking schade heeft aangebracht aan omliggende panden. De schade

betreft voornamelijk ongewenste zettingen, omdat het pand bijvoorbeeld op staal was gefundeerd of de paalfundering al in slechtere staat was. Bij bouwwerkzaamheden in bestaand stedelijk gebied is het noodzakelijk om in acht te nemen wat de gevolgen zijn voor de omliggende panden. Het is ook belangrijk om de omwonenden te informeren dan wel metingen te verrichten. Op deze manier kan eventuele schade worden voorkomen, dan wel de schuldvraag helder worden beantwoord.

- **Maatregel: Niet of nauwelijks bronbemaling**

In onderstaande tabel zijn de in de case genoemde maatregelen voor waterrobuust bouwen gegroepeerd naar de kwetsbaarheden (zie paragraaf 3.2). Overigens heeft een maatregel vaak verbetering van meer dan één kwetsbaarheid tot gevolg.

De voorgestelde maatregelen zijn niet duur als ze tijdens de aanleg worden geïmplementeerd. Naar verwachting zullen de maatregelen zelfs kosteneffectief zijn, omdat ze schade in de beheersfase voorkomen.

Tabel 5.1 Maatregelen Case D1

Beperken (schadereductiecapaciteit)	Voorkomen (structurele capaciteit)
<ul style="list-style-type: none"> • infiltratiesysteem: wateraanvoer via oppervlaktewater of vanuit effluent • risicocommunicatie • waterrobuuste infrastructuur 	<ul style="list-style-type: none"> • bovengronds infiltreren (wadi's) • ondergronds infiltreren • nauwelijks bronbemaling • ontwerp van funderingen • flexibel peilbeheer • kruipruimteeloos bouwen • aanleg duurzame wijk met WKO • vloerpeil verhogen in de woningen ten opzichte van straatpeil
Bijsturen (adaptieve capaciteit)	Herstellen (herstelcapaciteit)
<ul style="list-style-type: none"> • aanpassen ruimtelijke inrichting gebied • deel van nieuwbouw tijdelijk (voor circa 30 jaar) opdat dan opnieuw kan worden afgewogen wat te doen 	<ul style="list-style-type: none"> • circulatie van het openwatersysteem • verzekeringen



Figuur 5.1 Groene daken zorgen voor geleidelijke afvoer

6.1 Inleiding

Aan de noordkant van een middelgrote gemeente (50.000 inwoners) in het midden van het land bevindt zich een veenachtige polder waarin een verouderd bedrijventerrein ligt. Bij uitstek een gebied waar deze gemeente haar woningbouwopgave voor de komende jaren kan realiseren. Na jarenlange onderhandeling met de provincie heeft de gemeente toestemming gekregen dit gebied te gaan ontwikkelen.

Aan de rand van de polder bevindt zich een voormalig bedrijventerrein met een oppervlakte van circa 10 hectare. Op het terrein staan naast fabriekshallen en kantoorpanden ook een aantal arbeiderswoningen. De arbeiderswoningen en een van de grote fabriekshallen zijn bestempeld als cultureel erfgoed. Het bedrijventerrein is al jaren niet meer in gebruik en de arbeiderswoningen worden anti-kraak bewoond. Het bedrijventerrein is tot op heden niet herontwikkeld omdat er geen goed ontwikkelplan mogelijk leek waarbij de saneringskosten en de opbrengsten in een gunstige verhouding tot elkaar zouden staan.

De gemeente laat in deze polder grootschalige woningbouw ontwikkelen en zet hiermee een nieuwe Vinexlocatie op de kaart. Op de 350 hectare is ruimte voor circa 6.000 woningen, veel groen en water(berging). Daarnaast worden winkels en horeca gerealiseerd. Bij ontwikkeling van de woonwijk houdt de gemeente rekening met de verwachte klimaatverandering en dan met name de veranderingen gerelateerd aan water en hitte. Er wordt voldoende waterberging in het gebied gerealiseerd voor nu en in de toekomst.

Door het bedrijventerrein mee te nemen bij de ontwikkeling van de polder ontstaat een interessante (her)inrichting. Door deze grootschaliger mogelijkheden zijn er genoeg geïnteresseerde ontwikkelaars. De fabriekshal en arbeiderswoningen blijven behouden en worden geïntegreerd in de nieuwe ontwikkeling. De fabriekshal krijgt de functie van wijkcentrum/theater. De overige panden op het voormalige bedrijventerrein worden gesloopt en het gebied wordt gesaneerd.

De provincie heeft sinds een jaar een ruimtelijke waterstrategie vastgesteld, waaraan alle uit te voeren ruimtelijke plannen moeten gaan voldoen. In de ruimtelijke waterstrategie zijn gebieden aangemerkt waarbinnen de gemeente het noodzakelijk acht bepaalde waterrobuuste maatregelen te nemen. Deze per deelgebied specifieke pakketten van maatregelen zijn bepaald na een uitgebreide analyse waarbij gebruik is gemaakt van de Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen. De gemeente heeft een financieringsstrategie opgesteld waarbij overheid en ontwikkelaar de kosten voor de technische maatregelen aan straat en gebouwen voor hun rekening nemen.

Het plan heeft een behoorlijk innovatief karakter en draagt daarmee bij aan de profilering als klimaatbewuste gemeente. De wethouder van Bouwen en Wonen heeft daarom extra geld beschikbaar gesteld voor het verwezenlijken van de ambities van de gemeente in dit ontwikkelproject.

De huidige aanpak van een dergelijk project is veelal dat de gemeente in samenwerking met een ontwikkelaar één voor één de deelgebieden ontwikkelt, of in samenwerking met verschillende ontwikkelaars een aantal deelgebieden parallel aan elkaar ontwikkelt. Probleem hierbij vormen de wensen en eisen van de verschillende ontwikkelaars. Voor een gemeente blijkt het moeilijk weerstand te bieden en de eisen eenduidig af te stemmen. Ook de samenhang van de deelgebieden is op deze wijze lastig af te stemmen.

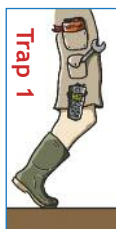
Het ontwerpproces wordt vaak opvolgend doorlopen waarbij eerst de ene fase volledig wordt doorlopen en afgerond alvorens aan een volgende fase wordt begonnen. Hierbij is de kans groot dat zaken die over het hoofd gezien zijn in de ene fase en boven tafel komen in de volgende fase, zorgen voor vertraging omdat een bepaalde fase opnieuw doorlopen moet worden. Dit leerproces wordt telkens doorlopen omdat ineens andere mensen aan tafel zitten die eerder niet betrokken waren. Zij hebben andere ideeën of achten eerder bedachte plannen niet haalbaar. Dit maakt sturing van het project complex en traag.

Technisch gezien wordt voor het bouwrijp maken van de deelgebieden gekozen voor integraal ophogen of ophogen door de cunettenmethode. Integraal ophogen is een kostbare aangelegenheid omdat er veel grondverzet mee gemoeid is. Ophogen door de cunettenmethode heeft als voordeel dat alleen die gebieden worden opgehoogd waarvoor het noodzakelijk is, zoals de lijninfrastructuur. Hiervoor dient wel het stedenbouwkundige plan bekend te zijn.

6.2 Toepassing drietrapsbenadering

De gemeente heeft ervoor gekozen om de drietrapsbenadering te gebruiken in deze ontwerpfase, voor de ontwikkeling van de woonwijk. Het ontwerp zal rekening houden met de lagenbenadering, de kwetsbaarheden en de mogelijke maatregelen.





Trap 1: Lagenbenadering

Conform de lagenbenadering heeft de gemeente de opgave als volgt ingedeeld.

Laag 1: Ondergrond: veen

De grondopbouw in het gebied is homogeen. De bovenste laag bestaat uit veenachtig materiaal. Het gebied ligt ruim 4 meter onder NAP. Er zijn geen noemenswaardige hoogteverschillen binnen het gebied. De grondwaterstand is relatief hoog, 0,20 meter onder het maaiveld. In het gebied zijn geen oude (gedempte) kreken aanwezig.

Laag 2: Netwerk: riolering, wegen

Door de bodemdaling in het gebied en de verwachte extra bodemdaling ten gevolge van de bouwactiviteiten is het belangrijk om aandacht te besteden aan het ontwerp van de rioleringen en wegen. Voorkomen moet worden dat deze zeer regelmatig onderhoud nodig hebben. Door ongelijkmatige zettingen kunnen nutsaansluitingen afbreken en golvende wegen ontstaan. In het ontwerp dient hier nadrukkelijk aandacht aan besteed te worden.

Laag 3: Gebiedstype: stedelijk gebied

Het te ontwikkelen gebied kenmerkt zich door intensief ruimtegebruik. Functies in het gebied zijn wonen, werken en voorzieningen (vooral winkels en horeca). Binnen het gebied is goed openbaar vervoer wenselijk. De ambitie is om een aantrekkelijke woonwijk te creëren met voldoende ruimte om te wonen en te leven. Daarvoor wordt veel ruimte voor groen, speelplekken en pleinen in de openbare ruimte voorzien. In deze wijk is hoogbouw nauwelijks mogelijk door de aanwezigheid van veen (heeft grotere zettingen tot gevolg). Daarom zal enkel laagbouw in dit gebied worden ontwikkeld.

Extra laag: Klimateffect(en): bodemdaling

Vanwege de veenachtige ondergrond is de afvoer van water een aandachtspunt. Er zal de nodige aandacht moeten worden besteed aan het ontwerp van het watersysteem. Daarnaast is de zettingsgevoeligheid in het gebied een aandachtspunt. Het verlagen van de waterstand tegen haar natuurlijke verloop in, kan de natuurlijke bodemdaling (en oxidatie van het veen) bespoedigen. Aangezien dit niet wenselijk is, wordt in het gebied gestreefd naar het handhaven van de huidige waterstand. Extra waterberging zal in dit gebied op andere manieren gecreëerd moeten worden dan door verlaging van de waterstand.

Daarnaast is door de hoge grondwaterstanden weinig buffering mogelijk in de ondergrond. In tijden van hevige regenval kan wateroverlast optreden.

Trap 2: Kwetsbaarheden

Om de gevolgen van de bodemdaling in het te ontwikkelen gebied te minimaliseren zoekt de gemeente naar passende inrichtingsmaatregelen en bouwwijzen die de structurele en schadereductiecapaciteit van het gebied vergroten. De gemeente staat hierbij open voor innovatieve manieren om het gebied waterrobuust in te richten.

Om te komen tot innovatieve inrichting van het gebied schrijft de gemeente een prijsvraag uit voor de kavels die het eerst ontwikkeld kunnen worden en waarin uitdagende ontwerp(en) worden gevraagd die een waterrobuuste wijk als uitgangspunt hebben. De technische oplossingen moeten nadrukkelijk een plek in de ontwerpen hebben. Dit kan door aan het ontwerpsteam een uitgebreide ondersteuning van civiel technici bij te voegen. De winnaar(s) wordt (worden) uitgenodigd de ontwikkeling vorm te geven in de verschillende te verdelen kavels. In de jury wordt de beoogd supervisor van de gehele ontwikkeling opgenomen. Dit om de continuïteit van goed idee tot realisatie te waarborgen.

Trap 3: Maatregelen

Proces

De ontwikkeling van de nieuwe wijk gaat jaren in beslag nemen en het is belangrijk dat er focus blijft. De gemeente heeft een projectbureau opgezet voor realisatie van de woningbouwlocatie. Het projectbureau wordt belast met de uitwerking, begeleiding en realisatie van de ontwikkeling.

Het projectbureau bestaat onder andere uit de volgende personen:

- manager projectbureau/overall procesmanager/supervisor;
- projectleiders;
- ontwikkelingsmanagers en conceptontwikkelaars;
- stedenbouwkundige/architect;
- civieltechnisch medewerkers;
- medewerker stedelijk waterbeheer (bij voorkeur vanuit waterschap);
- beheerder openbare ruimte (gemeente);
- tekenaars/ontwerpers;
- specialisten op het gebied van bouw- en woonrijp maken, geotechniek, waterhuishouding, riolering en klimaatbestendig bouwen (inhuur).

De mensen voor het projectbureau worden betrokken vanuit de gemeente, externe ontwikkelaars en externe adviesbureaus. Het is de bedoeling alle benodigde specialismen in huis te halen. Bij voorkeur detacheert het waterschap een medewerker om bij te dragen aan het opzetten van een systeem voor waterrobuust stedelijk waterbeheer.



Nadrukkelijk krijgen de toekomstige beheerders een plek in de ontwikkelteams. Zij worden regelmatig gevraagd de ontwerpen te toetsen op beheersbaarheid. Ook worden de ontwerpen vroegtijdig onderworpen aan een gebruikerstest. Daarvoor is een panel van toekomstige bewoners uitgenodigd hun mening te geven over het ontwerp.

De woningbouwlocatie wordt opgedeeld in vijftien deelplannen met ieder een eigen karakter. Per deelplan van de ontwikkeling wordt een ontwikkelteam opgezet. In een vroeg stadium worden hierbij al diverse specialisten gevraagd om een bijdrage te leveren als het gaat om de benodigde vergunningen, het watersysteem (riolering, drainage, et cetera), gedrag van de ondergrond, methode van bouw- en woonrijp maken en waterrobuust bouwen. In een aantal van de ontwikkelteams komen de winnaars van de prijsvraag aan tafel.

De fabriekshal fungeert regelmatig als creatieve ruimte waar alle plannenmakers en andere betrokkenen samenwerken aan elkaars problemen. De onderlinge uitwisseling is maximaal en ook toegankelijk voor projectleiders van projecten elders in Nederland. Vanaf de start krijgt de fabriekshal een samenbindende functie voor de ontwikkelteams en de toekomstige bewoners van de nieuwe woonwijk.

Institutionele aspecten

Bij gebiedsontwikkelingen als beschreven in deze case komen vele verschillende en vaak tegenstrijdige belangen bij elkaar. De wens om een herstructureringsproject waterrobuust in te richten is hier één van.

Het is namelijk de vraag of de belangrijkste partijen in een gebiedsontwikkeling de noodzaak van een waterrobuuste inrichting inzien. En zo niet, hoe ze dan wellicht het principe Waterrobuust bouwen toch kunnen omarmen.

Momenteel bestaat er niet zoiets als een wettelijke plicht of norm om bij gebiedsontwikkelingen met het veranderende klimaat rekening te houden. Weliswaar schrijven Rijk en provincies wel steeds vaker voor om dit te doen, maar dergelijke voorschriften zijn weinig bindend.

Bij gebiedsontwikkelingen vormt de exploitatie-overeenkomst een van de sluitstukken tussen de ontwikkelende partijen. Wellicht is deze overeenkomst de juiste plaats om een eis tot een waterrobuuste inrichting van een gebied vast te leggen.

Dat houdt in dat in ieder geval één van de ontwikkelende partijen een waterrobuuste inrichting als winstpunt moet zien. In eerste instantie zou dat de gemeente of het waterschap kunnen zijn, maar het lijkt niet ondenkbaar dat dit uiteindelijk nog meer geldt voor vastgoedontwikkelaars en vastgoedfondsen.

Stel, de klimaatscenario's waarmee in dit rapport rekening is gehouden worden inderdaad werkelijkheid binnen een termijn van enkele decennia. Droogte en neerslag brengen meer schade toe aan stedelijke gebieden dan voorheen, waardoor een waterrobuuste inrichting van steden en dorpen juist voor de vastgoedontwikkelaars, vastgoedfondsen en de daaraan verbonden verzekeringsmaatschappijen een meerwaarde kan hebben. Die meerwaarde geldt dan overigens ook en bovenal voor de grond- en woningeigenaren, de terreinbeheerders en nutsbedrijven.

Een ander institutioneel aspect dat aan de orde is bij deze case gaat over bouwjuridische aspecten. Waterrobuuste inrichting van stedelijk gebied, ofwel het verhogen van een van de vier capaciteiten, krijgt gedeeltelijk vorm met specifieke technische maatregelen. De vraag is in hoeverre vernieuwende technische maatregelen in juridische en beleidsmatige zin direct toepasbaar zijn. Bijvoorbeeld, wanneer maatregelen aan gebouwen plaatsvinden is het van belang dat deze maatregelen aan het gebouw niet strijdig zijn met de eisen uit het Bouwbesluit.

Technologie

Om de ambities van de gemeente te kunnen verwezenlijken is gezocht naar maatregelen die zorgen voor een structurele en schadereductiecapaciteit die voldoende is en past binnen de projectexploitatie. Om een dergelijke waterrobuuste wijk te kunnen bouwen wordt gedacht aan innovatieve bouwvormen en 'slimme' maatregelen om de effecten van eventuele calamiteiten te beperken. Voor deze specifieke case is niet alleen gekeken naar effecten door droogte, maar ook door wateroverlast.

Er wordt diversiteit aangebracht in woningaanbod. Dat kan doordat de prijsvraag een scala van boeiende ontwerpen heeft opgeleverd die op verschillende manieren omgaan met de laag gelegen veenpolder. Het te ontwikkelen gebied ligt 4 meter beneden NAP.

In de ontwerpen is er een tweedeling in het te ontwikkelen gebied gemaakt. Het ene gebied ligt tegen de waterkering aan. Hier zijn innovatie woonvormen mogelijk, zoals drijvende woningen en paalwoningen. Tegelijkertijd is er in dit gebied sprake van een kunstmatige waterbuffer, in het geval dat er wateroverlast optreedt, hetzij door zware regenval, hetzij door het bezwijken van de waterkering of opvangen van de piekafvoeren.

Het andere deel kan via een compartimenteringsdijk gescheiden zijn van het hierboven beschreven gebied. In dit gebied kan bijvoorbeeld integraal opgehoogd worden.

De polder ligt rechtstreeks aan een primaire waterkering. Bij falen van de waterkering kan de polder onderlopen. Door compartimentering in de polder toe te passen, is de reactietijd groter en is het mogelijk om evacuatie op gang te zetten.

De polder kent een grotere bodemdaling dan de omliggende polders. Om droge voeten te houden, wordt de grondwaterstand kunstmatig laag gehouden. Dit heeft als gevolg dat de bodemdaling een immer doorgaand proces is. In tijden van droogte zal de grondwaterstand verder dalen. Dit leidt tot nog verdergaande bodemdaling. Dit proces is te stoppen door het peil te verhogen van zowel het oppervlaktewater alsmede het grondwater.

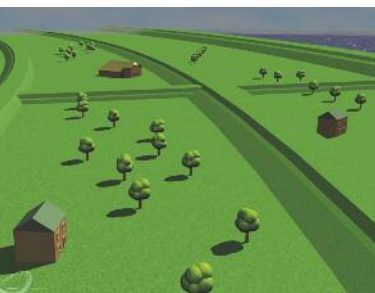
- **Maatregel: Compartimenteren van de polder**
- **Maatregel: Verhogen van grond en oppervlaktewaterpeil**

Voor een aantal deelplannen wordt gekozen voor het (traditionele) integraal ophogen. Hierdoor wordt ook grotendeels het effect van de toenemende natuurlijke bodemdaling tenietgedaan, ondanks grotere belastingen en de daarmee gepaard gaande extra zetting. Ter plaatse van de infrastructuur wordt lichtgewicht ophoogmateriaal toegepast. Deze keuzes zijn onderbouwd met een geotechnisch advies waarin de ophoging is beschouwd, de zettingen zijn berekend en de uitvoering is beschreven. Door het toepassen van lichtgewicht ophoogmateriaal worden zettingen tot een minimum beperkt en is de onderhoudsperiode gelijk aan de economische levensduur van de wegverharding.

- **Maatregel: Maaiveldverhoging: kunstmatige ophoging van het bestaande maaiveld**
- **Maatregel: Toepassen lichtgewicht ophoogmaterialen voor lijninfrastructuur**

In de deelplannen die thans in gebruik zijn als retentie- of overloopgebieden worden drijvende en amfibische woningen gebouwd. Voor de drijvende woningen dienen waterpartijen te worden gecreëerd, met een minimale waterdiepte van 1,50 meter. De drijvende woningen kunnen een waterstandsverschil van 2 tot 4 meter overbruggen, afhankelijk van de verwachte peilfluctuatie. Wanneer de te verwachten waterstandsverschillen niet meer dan circa 1,50 meter bedragen, is de toepassing van paalwoningen ook een optie.

In deze deelplannen is voldoende waterberging gecreëerd om voorbereid te zijn op waterstandsverhoging ten gevolge van de klimaatverandering. Tevens kunnen deze gebieden dienen als waterbuffer voor omliggende gebieden, zodat in droge perioden geen aanvoer van water van buitenaf noodzakelijk is. Door het gehele gebied te beschouwen, kan op een slimme, innovatieve manier waterbuffering in het gebied gecreëerd worden in combinatie met innovatieve bouwvormen (zie figuur 6.1, een mooi voorbeeld uit Seattle).



16



66

- **Maatregel: Innovatieve bouwvormen: drijvende en amfibische woningen, paalwoningen**

In de deelplannen waar integraal wordt opgehoogd, bedraagt de verhoging van het maaiveld niet meer dan 2 meter omdat de deelplannen aansluiting moeten krijgen op de omliggende deelplannen. Om er zeker van te zijn dat de in dit gebied te bouwen woningen droog blijven, wordt bovendien kruipruimteloos gebouwd met een vloerpeil op voldoende hoogte boven de bestaande grondwaterstanden en boven straatpeil. Dit zorgt voor voldoende structurele capaciteit en voorkomt dat door de immer doorgaande bodemdaling de kruipruimte boven maaiveld zou komen te liggen.

Bij het ontwerpen van de woningen moet rekening gehouden worden met de bodemdaling. De fundatie van de gebouwen moet aangepast worden. Bij voorkeur wordt er gewichtsneutraal gebouwd, zodanig dat de zettingen ten gevolge van de geplande woningbouw niet exponentieel toenemen. De aansluitingen van nutsvoorzieningen moeten flexibel aangelegd worden. Hiermee wordt voorkomen dat ze afbreken ten gevolge van bodemdaling. Woningen zijn immers zettingsarm, terwijl de tuinen zakken met de bodemdaling. Het is ook mogelijk om de woningen te funderen op lichtgewicht constructies, zoals EPS. De woningen zullen dan meezakken met de bodemdaling. Indien gewenst, kan de woning later 'opgekrikt' worden, door integraal op te hogen. Op verschillende locaties in Nederland wordt dit toegepast.

- **Maatregel: Kruipruimteloos bouwen**
- **Maatregel: Differentiatie in straatpeil en vloerpeil**
- **Maatregel: Verhoogd vloerpeil: bij nieuwbouw een verhoogd vloerpeil toepassen**
- **Maatregel: Flexibele nutsaansluitingen**
- **Maatregel: Woningen funderen op lichtgewicht constructies**

Om de schadereductie van het deelplan met de arbeiderswoningen te verhogen, worden de kabels en leidingen vervangen en in beschermende kokers aangelegd. De transformator en elektrakasten worden op kleine terpen geplaatst. Er wordt nog onderzocht of het mogelijk is de elektra in de woningen zo aan te passen dat deze waterrobuust is, dat wil zeggen de meterkast op 1 meter boven het vloerpeil en de stopcontacten op circa 0,50 à 1 meter boven het vloerpeil.

Bij de herinrichting van de openbare ruimte in dit deelplan wordt aandacht geschonken aan de mogelijkheid dat in geval van overstroming het water met de openbare ruimte mee kan stromen. De fiets- en voetpaden langs de wegen worden 20 centimeter hoger aangelegd dan de wegen. De wegen worden onder klein afschot in de lengterichting gelegd waardoor het water via de wegen afgevoerd kan worden en niet over de fiets- en voetpaden stroomt. Er wordt een aantal kleine watergangen aangelegd voor afvoer van regenwater en in geval van overstroming afvoer van



43



44



102



98



Figuur 6.1
Drijvende woonbuurt
in de Amerikaanse
stad Seattle

water dat over de wegen stroomt. De ontsluitingsweg wordt verhoogd aangelegd (ophogen met lichtgewicht ophoogmateriaal) met aan weerszijden een greppel voor de afvoer van overtollig regenwater.

Op deze manier zal in geval van een overstroming de elektra nog werken en kunnen de bewoners de wijk nog met de auto verlaten. Op dezelfde wijze kan ook de schadereductie van de deelplannen waar integraal wordt opgehoogd, worden verhoogd. De transformator- en elektrakasten kunnen op hoogte worden verwerkt in de bebouwing. De meterkasten in de woningen worden op 1 meter boven het vloerpeil gemonteerd.

Bij keuze van beplanting in de deelplannen wordt rekening gehouden met wateroverlast en hoge grondwaterstanden (om bodemdaling en oxidatie van veen tegen te gaan). Er worden bomen en struiken gekozen die er goed tegen kunnen een aantal dagen met de voeten in het water te staan. Dit zal niet voor alle toe te passen beplanting mogelijk zijn.

In het beheer wordt rekening gehouden met extra onderhoud en mogelijk zelfs vervanging na overlastsituaties. De materialen die gebruikt worden voor het straatmeubilair, moeten eenvoudig te vervangen zijn na schade door ernstige wateroverlast of overstromingen.

- **Maatregel: Waterrobuuste infrastructuur:** waterrobuust aanleggen van kabels en leidingen, straatmeubilair, bestrating, groen, verhoogde ontsluitingsweg, et cetera

Bij het ontwerp van het watersysteem is rekening gehouden met uitbreiding van de bemalingscapaciteit in de toekomst. Het systeem wordt daartoe nu al licht overgedimensioneerd.

- **Maatregel: Kunstmatige waterbuffer:** kunstmatig gegraven gebied voor waterberging
- **Maatregel:** iets overdimensioneren van de buffer- en afvoer­capaciteit met het oog op de toekomst



25

Tabel 6.1 Maatregelen case D2

<p>Beperken (schadereductiecapaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Woningwet en Bouwbesluit • risicocommunicatie • waterrobuuste infrastructuur • innovatieve bouwvormen/ aangepaste bouw­wijze (onder andere amfibische/drijvende woningen) • toepassen lichtgewicht ophoogmateriaal • flexibele nutsaansluitingen 	<p>Voorkomen (structurele capaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • beheersplan • compartimentering • kunstmatige ophoging van het bestaande maaiveld • vloerpeil verhogen in de woningen ten opzichte van het straatpeil • kruipruimte­loos bouwen • kunstmatige waterbuffer
<p>Bijsturen (adaptieve capaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • overdimensionering van de capaciteiten • opzetten van de peilen van het grondwater en oppervlaktewater • woning funderen op lichtgewicht constructies 	<p>Herstellen (herstelcapaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • schoonmaken openbare ruimte • water snel afvoeren

70



Figuur 6.2
Een bijna overstromende gracht in het centrum van Delft

7.1 Inleiding

Een stad in het noorden van het land is gedeeltelijk gebouwd op een laag oude zee-klei. Deze stadsdelen zijn vooral de wijken uit de jaren vijftig tot en met tachtig. Oftewel, de naoorlogse stadsuitbreidingen en de zogenoemde bloemkoolwijken van de jaren tachtig.

Wat deze wijken gezamenlijk kenmerkt is hun grote aandeel aan vijverpartijen en waterstelsels, die in combinatie met veel groen zorgen voor een parkachtig karakter. Er zijn in de stad pressiegroepen die krachtig pleiten voor het behoud van dit soort wijken.

In hete zomerperioden kan het gebeuren dat het water wekenlang stilstaat in de sloten, vijvers en plassen. Het gevolg hiervan is dat de zuurstof aan het water onttrokken wordt. Algen, kroosvorming en botulisme grijpen om zich heen. Vis- en vogelsterfte kunnen hiervan bijvoorbeeld het gevolg zijn. Recreatieplassen in en om de stad worden te gevaarlijk voor zwemmers, waardoor er geen mogelijkheden meer zijn om in de open lucht te zwemmen.

In natte perioden, die in het hele jaar voor kunnen komen, staan de sloten, vijvers en plassen regelmatig vol water en is de bodem van het omringende groen geheel verzadigd met water. De paden in het stedelijk groen zijn hierdoor tijdelijk nauwelijks begaanbaar, waardoor de toegankelijkheid van het park sterk afneemt. Deze problemen ontstaan duidelijk in de beheersfase van de woonwijken.

De gemeente heeft de wens om haar stedelijk groen waterrobuust te maken. Ze wil structurele en schadereductiecapaciteit creëren, zodat er in de toekomst minder last van een slechte doorstroming van water is tijdens perioden van droogte. Hiermee wil de gemeente de omgevingsaspecten en de kwaliteit van de leefomgeving voor haar burgers verbeteren.

Samen met de bewoners en de ondernemers is er al een keer een bijeenkomst geweest waar de problematiek ter sprake is gekomen. De bewoners gaven te kennen dat zij last hebben van stank, zieke huisdieren en kinderen en hun eigen tuin vaak niet kunnen gebruiken. Vanwege botulisme is het nauwelijks mogelijk verkoeling bij de zwemplas te zoeken. Men vindt het wonen in de wijk daarom ondermaats. Naast een toelichting op de (on)mogelijkheden van de gemeente, is toch gezamenlijk verkend welke mogelijkheden bewoners en ondernemers hebben.

Het waterschap beschouwt de waterpartijen niet als cruciale onderdelen van het watersysteem. De waterpartijen kunnen bijvoorbeeld als waterbuffer van een gebied fungeren, maar zijn niet als zodanig ingericht.

Indien men geen maatregelen neemt in deze wijken, zullen de volgende effecten optreden. Bij de steeds vaker voorkomende langere perioden van droogte zal er steeds vaker en langer overlast van algen, kroosvorming en botulisme zijn en ontstaat er een direct gevaar voor de volksgezondheid in de wijken. Bij de steeds vaker voorkomende perioden van (regen)wateroverlast, zal het park vaker niet toegankelijk zijn voor het publiek en zal daarmee zijn recreatieve en maatschappelijke functie in de wijk in die perioden verliezen.

7.2 Toepassing drietrapsbenadering

Trap 1: Lagenbenadering

Conform de lagenbenadering heeft de gemeente de opgave als volgt ingedeeld.

Laag 1: Ondergrond: kleigrond

De grondopbouw in het gebied is heterogeen. De ondergrond bestaat overwegend uit slecht doorlatende oude zeelei. Het gebied ligt onder NAP. Er zijn geen noemenswaardige hoogteverschillen in het gebied. Er zijn vele oude kreken, sloten, vijvers en een zwemplas.

Laag 2: Netwerk: groen netwerk

In de beheersfase treden problemen op met de waterkwaliteit. Hierdoor ontstaan problemen voor de flora en fauna. Dit heeft een direct negatief beslag op de omwonenden. Als de waterkwaliteit in orde is, zullen de mogelijkheden tot hittestrategie in de wijk ook groter zijn. Water kan verdampen, wat een verkoeling teweegbrengt.

Laag 3: Gebiedstype: stedelijk groen

Het gebied bestaat uit enkele naoorlogse stadsdelen met veel openbaar groen, waaronder kreken en vijvers. Daarnaast bevindt zich in het gebied een stadsrandzone met een zwemplas.

Extra laag: Klimateffect(en): droogte, lagere waterkwaliteit en wateroverlast

Bij langdurige droogte kunnen er problemen ontstaan met de waterkwaliteit in de vijvers en grachten in de wijk. Dit gebeurt eens te meer wanneer de droogte gepaard gaat met hittegolven. Om zuurstofloosheid te voorkomen moeten de sloten en vijvers doorgespoeld worden.



Bij extreme wateroverlast kunnen de watergangen en vijvers de grote aanvoer van water niet verwerken en ontstaan op grote schaal plassen. Het stedelijk groen wordt daardoor tijdelijk ontoegankelijk. Door de lage doorlatendheid van de kleiachtige ondergrond infiltreert het regenwater zeer langzaam in de ondergrond. Een bijkomend probleem kan zijn dat de terrassen bij de woningen en horecavoorzieningen onder water komen te staan. Bewoners en bedrijven zullen het waterschap en vooral de gemeente hierop aanspreken.



Trap 2: Kwetsbaarheden

Om de ambities van de gemeente te verwezenlijken is gezocht naar maatregelen die zorgen voor een grote structurele en schadereductiecapaciteit. Stilstaand water in droge perioden dan wel de gevolgen hiervan moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. Dit zal onder meer leiden tot verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving.

Stilstaand water komt vaak voor in plassen en vijvers die niet aan twee zijden in verbinding staan met het watersysteem. Het gaat hierbij dus om geïsoleerde of doodlopende waterpartijen. Ook als ze hiermee wel in verbinding staan, kunnen dezelfde problemen ontstaan als de watergangen doodlopen. Kortom, voorkom bij nieuwe projecten autonome (dus niet op het watersysteem aangesloten) én doodlopende watergangen.



Trap 3: Maatregelen

Proces

In een vroeg stadium zijn al diverse specialisten gevraagd de benodigde kennis in te brengen op het gebied van onder meer ecologie, waterkwaliteit en peilbeheer. Hier toe heeft de gemeente expertise ingehuurd.

De gemeente heeft voor de ontwikkeling een kleinschalig projectteam gevormd dat vanaf het begin belast zal zijn met het uitwerken en realiseren van de plannen.

Het projectteam bestaat uit de volgende personen:

- projectleider (gemeente);
- civieltechnisch medewerker (gemeente);
- beheerder openbare ruimte (gemeente, afdeling wijkbeheer);
- medewerker waterkwaliteit van het waterschap (extern).

Institutionele aspecten

De beschreven problematiek is gedeeltelijk een gevolg van tientallen jaren geleden gehanteerde ontwerptradities, waarbij veel doodlopende watergangen en vijvers zonder waterafvoer werden gecreëerd. Ook gebrekkige drainage, zettingen en

uiteraard het toegenomen aantal extreme buien en perioden van droogte eisen hun tol.

In de huidige praktijk eisen waterschappen bij ruimtelijke ontwikkelingen in de regel al dat nieuwe waterpartijen aan twee zijden worden aangesloten op het watersysteem. Voor bestaand stedelijk groen levert deze beleidsregel op korte of middellange termijn niet het gewenste resultaat, omdat er meestal geen directe aanleiding bestaat om bestaande doodlopende watergangen en vijvers aan te sluiten op het watersysteem.

Toch hebben gemeenten meerdere instrumenten voorhanden om het stedelijk groen waterrobuust te maken: zij hebben toegang tot fondsen, zijn in de regel eigenaar van het stedelijk groen en kunnen de politieke besluiten nemen die nodig zijn om daadwerkelijke veranderingen te initiëren. Daar waar de overlast raakt aan het private domein, zou de gemeente richtlijnen kunnen geven aan de inrichting van het openbaar groen.

Technologie

Een voor de hand liggende methode om stilstaand water te vermijden is voorkomen dat nieuw water zonder tweezijdige verbinding met het watersysteem wordt aangelegd. In de meeste gevallen stelt het waterschap deze eis, maar het komt nog altijd voor dat deze niet worden gehonoreerd. Alleen het aansluiten van watergangen is niet voldoende.

Door dergelijke voorschriften bijvoorbeeld vast te leggen in een plaatselijke bouwverordening, kan deze maatregel bij elke ingreep worden afgedwongen.

Er kan een programma worden opgesteld om alle bestaande stilstaande wateren in een gemeente te inventariseren, en te onderzoeken hoe deze zijn te koppelen aan het bestaande watersysteem. Een geheel ontsloten watersysteem zorgt voor betere waterkwaliteit, maar ook voor een betere afvoer van regenwater, zeker bij extreme buien. Een andere mogelijkheid om waterpartijen stromend te maken is de bevordering van beekherstel. Het herstel van gekanaliseerde of gedempte beken leidt tot meer stromend water in de steden en daardoor tot meer circulatie.

- **Maatregel: Stilstaand water koppelen aan watersysteem/circulatie in watersysteem: voorkom stilstaand water in nieuwe bouwprojecten**

In geval van langdurige droogte is het aannemelijk dat door verdamping een belangrijke hoeveelheid vocht aan de bodem wordt onttrokken. Vanwege het uitblijven van neerslag was er vrijwel geen sprake van aan- en afvoer, waardoor het

water stil gaat staan. Ook zakking en scheurvorming ten gevolge van vochtonttrekking door gewassen zijn bekende gevolgen, ook in Nederland.

Flexibel peilbeheer kan het ontstaan van stilstaand water voorkomen. Door water voortdurend in het gehele watersysteem te laten circuleren, krijgen bacteriën zoals botulisme minder snel een kans. De ecologische waarden van de vijvers blijven intact, en het water blijft gezond genoeg voor recreatieve functies.

- **Maatregel: Flexibel peilbeheer**

In Nederland zijn woon- en groengebieden die voorzien zijn van waterpartijen al jaren zeer gewild. Wanneer particulieren de beschikking hebben over een perceel dat zich aan het water bevindt, maken ze vaak een leefruimte langs het water, al dan niet in de vorm van terrassen, strandjes of plantsoenen. Ze leggen deze aan zonder rekening te houden met extreme neerslag of fluctuaties in waterpeilen. Hierdoor kan het voorkomen dat na een hevige regenbui de terrassen blank staan. Particulieren beschouwen blank staande terrassen als wateroverlast en zullen hun beklag doen bij waterschap/gemeente. Dit had voorkomen kunnen worden wanneer de gemeente en/of het waterschap een advieshoogte hadden vastgesteld voor het waterpeil: het is raadzaam bij de aanleg van een terras onder deze hoogte te blijven. Het waterschap heeft hier dus een adviserende rol. Tevens worden particulieren geïnformeerd over de dynamiek van het Nederlandse watersysteem.

- **Maatregel: Vaststellen advieshoogte voor vlonders, terrassen en dergelijke ten opzichte van waterpeil**
- **Maatregel: Versterken bewustzijn van en bezorgdheid over klimaat effecten bij bewoners**
- **Maatregel: Vergroten waterbewustzijn bij de burgers**
- **Maatregel: Vastleggen maatregelen in privaatrechtelijke overeenkomsten**

Ook is het mogelijk om subsidies te verstrekken aan burgers om de waterrobuustheid te herstellen aan en om de plassen en vijvers. Hiermee kun je bewustzijn bij de burgers realiseren over de gevolgen van bepaalde maatregelen die zij en/of het waterschap (kunnen) treffen.

- **Maatregel: Subsidies voor waterrobuust herstellen**

In tabel 7.1 zijn de in de case genoemde maatregelen voor waterrobuust bouwen gegroepeerd naar de kwetsbaarheden (zie paragraaf 3.2). Overigens heeft een maatregel niet altijd verbetering van maar één kwetsbaarheid tot gevolg maar kunnen meerdere kwetsbaarheden verbeteren.

Tabel 7.1 Maatregelen D3

<p>Beperken (schadereductiecapaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • advieshoogte terrassen en vlonders • vergroten waterbewustzijn 	<p>Voorkomen (structurele capaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • bovengronds infiltreren (wadi's) • ondergronds infiltreren • flexibel peilbeheer • voorkomen stilstaand water in bouwprojecten
<p>Bijsturen (adaptieve capaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • versterken bewustzijn van en bezorgdheid over klimaat effecten bij bewoners • vastleggen maatregelen in privaatrechtelijke overeenkomsten 	<p>Herstellen (herstelcapaciteit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • subsidies voor waterrobuust herstellen

8.1 Inleiding

Een gemeente in het westen van het land heeft plannen voor de ontwikkeling van een woonwijk op een voormalig stuk landbouwgrond. Deze locatie is reeds bestemd voor ontwikkeling van woningbouw. Recentelijk heeft het waterschap het gebied van 10 hectare na overleg met de gemeente aangewezen als mogelijke waterbergingslocatie om overtollig water vanuit het boezemsysteem te bergen. Het waterschap en de gemeente zijn vervolgens een planvormingsproces gestart waarbij de mogelijkheid om woningbouw en waterberging te combineren wordt uitgewerkt en geëvalueerd. Het idee is in dit geval om een drijvende woonwijk met meerdere recreatiemogelijkheden te realiseren.

Op basis van de ambitie om een dubbelfunctie (waterwonen) te realiseren zal de gemeente haar oorspronkelijke plan bij moeten stellen. Het bestemmingsplan moet in dat opzicht zodanig worden herzien dat het gebied zowel een water- als een woonfunctie kan krijgen. Om de randvoorwaarden van de bestemmingsplanwijziging inzichtelijk te maken zal de gemeente de dialoog aangaan met het waterschap en de provincie.

Als nul-alternatief wordt in de planvorming de traditionele oplossing meegenomen waarbij de locatie alleen een piekbergingsfunctie heeft. Dit voldoet aan de eis ter voorkoming van wateroverlast; de oplossing conflicteert echter met het gemeentelijke belang om in het gebied woningbouw te ontwikkelen. Voor het nul-alternatief is slechts een simpele aanpassing van het bestemmingsplan nodig die de oorspronkelijk toegewezen functie van het land wijzigt in watergebied met alleen recreatiemogelijkheden.

8.2 Toepassing drietrapsbenadering**Trap 1: Lagenbenadering**

Door de lagenbenadering te gebruiken bij de planontwikkeling hebben de waterpartners een beter inzicht gekregen in de kansen en voorwaarden voor waterwonen.

Laag 1: Ondergrond: veengrond

De grondopbouw in het plangebied is homogeen. De maaiveldhoogte is 3,50 meter onder NAP en er zijn geen noemenswaardige hoogteverschillen binnen het gebied. Het betreft een polder omzoomd door boezemdijken. Het streefpeil van de boezem is 0,50 meter onder NAP. Het blijkt mogelijk om het gebied onder water te zetten met een gemiddelde waterdiepte van 2,50 meter.

**Laag 2: Netwerklaag: boezem**

Als gevolg van de klimaateffecten is voor de toekomst de afvoercapaciteit van de boezem onvoldoende. Daarom is er behoefte aan piekberging in het gebied.

Laag 3: Gebiedstype: waterwonen

De oorspronkelijke situatie was te kenmerken als landelijk gebied. Door de gewijzigde uitgangspunten zal het gebied mogelijk een dubbelfunctie krijgen. Op basis daarvan is het gebied te kenmerken als waterlandschap met een woon-, recreatie- en werkfunctie. Voor wat betreft de woonfunctie worden in eerste instantie 200 waterwoningen met drijvende terrassen voorzien, bereikbaar via steigers. De recreatiefunctie wordt ingevuld door een restaurant en een aantal drijvende bungalows. Een belangrijke voorwaarde die samenhangt met de waterkwaliteit in de buffer, is om ten minste 40% open water te creëren.

Extra laag: Klimaateffect(en): regenwateroverlast

De inrichting als waterberging biedt de mogelijkheid om de kans op regenwateroverlast te beperken, ook voor de langere termijn. Het uitgangspunt is een peilfluctuatie van 0,50 meter.

Trap 2: Kwetsbaarheden

Door de aanleg van een kunstmatige waterbuffer van 10 hectare met verschillende drijvende platformen kan de structurele en adaptieve capaciteit van het watersysteem fors versterkt worden. Het waterschap krijgt op deze manier de beschikking over extra piekbergingscapaciteit.

Daarnaast is gekozen voor drijvend wonen vanuit het oogpunt van ruimtegebrek in de omgeving. Dit betreft de schadereductiecapaciteit van het systeem.

Trap 3: Maatregelen**Proces**

De gemeente heeft geen expertise op het gebied van drijvend bouwen of waterwonen in huis. Om de ambities met betrekking tot de dubbelfunctie uit te werken is daarom een marktpartij (een projectontwikkelaar) benaderd met kennis en ervaring op het gebied van drijvend bouwen. Naast de gemeente en het waterschap is deze ontwikkelaar betrokken in het onderzoeksteam dat de verkenningsfase en het haalbaarheidsonderzoek uitvoert. Het onderzoeksteam wordt aangestuurd door de gemeentelijk projectleider. Het werken met een onderzoeksteam is voor de gemeente een nieuwe en nog onbekende werkwijze.



In dit stadium is aan diverse specialisten gevraagd om de benodigde kennis in te brengen over de wijziging van het bestemmingsplan, vergunningen, recreatie en water, milieu, ecologie, flora en fauna, het beheer van de openbare ruimte, nutsvoorzieningen (gas, riolering, water et cetera), gedrag van de ondergrond, de methode van aanleg en drijvend bouwen.

In eerste instantie wordt de planologische en juridische problematiek onderschat. Een ingenieursbureau wordt gevraagd om een wijziging van het bestemmingsplan voor te bereiden. Dit bureau heeft in nauw overleg met gemeente, waterschap en provincie het bestemmingsplan gemaakt met toevoeging van de ruimtelijke onderbouwing volgens de bestemmingsplanprocedure. In de ruimtelijke onderbouwing zijn de volgende onderzoeken meegenomen: archeologisch onderzoek, bodemonderzoek, watertoets, luchtkwaliteitsonderzoek, akoestisch onderzoek, een ECO-scan volgens de Flora en Faunawet en een planschade-risicoinventarisatie.

Voor het onderzoek naar de drijvende wegen en de maximale afmetingen van de drijvende eilanden/platforms wordt de expertise van de projectontwikkelaar als adviseur voor het drijvend bouwen ingeschakeld. Via de gemeentelijke projectleider wordt nauw contact onderhouden met de afdelingen stedenbouw, grondzaken, economische zaken, et cetera.

De ontwikkelaar, gesterkt door het marktonderzoek over de locatie en het waterwonen, is bereid mee te denken met de gemeente en de bank over de financiële haalbaarheid. De gemeente, de bank en de ontwikkelaar vinden elkaar uiteindelijk in de kans een nieuw woonmilieu met aantrekkelijke woningen toe te voegen aan bestaande woonmilieus en in de combinatie van wonen en waterbeheersing. De partijen zijn gecharmeerd van de positieve publiciteit die het project begeleidt, slechts een enkele partij is afwachtend, zoals de provincie, of mordicus tegen, zoals een lokale actiegroep die zich sterk maakt voor het naastgelegen natuurterrein.

Institutionele aspecten

Bij de herziening/aanpassing van het bestemmingsplan voor de geplande drijvende woningen is het de vraag hoe deze plannen ruimtelijk-juridisch ingepast kunnen worden. Aangezien drijvende wijken vooralsnog ongebruikelijk zijn in het Nederlandse landschap, bestaat nog geen alomtegenwoordige ervaring met de ruimtelijke inpassing van dit soort wijken.

Bij de planologische inpassing van projecten spelen alle mogelijke institutionele factoren een rol, aangezien de beslissing altijd genomen wordt in een politieke en publieke arena waarbinnen veel partijen met tegenstrijdige belangen op elkaar

inwerken. De planvorming zal verschillende reacties oproepen, die niet op voorhand te voorspellen zijn. Verantwoorde communicatie over en verificatie van de plannen zijn daarom essentieel. Dit is belangrijk op allerlei momenten, zoals:

- wanneer de gemeenteraad over (delen van) het project moet beslissen;
- wanneer de regionale krant belt met kritische vragen over het plan;
- wanneer de Raad van State moet beslissen of de plannen doorgaan.

Technologie

In het plan is voldoende piekberging gecreëerd door een gebied van 10 hectare onder water te zetten.

- **Maatregel: Kunstmatige waterbuffer**

Vanuit het voorzorgprincipe is bij dimensionering van de kunstmatige waterbuffer uitgegaan van een bepaalde overcapaciteit met het oog op de klimaateffecten, zoals een toename van de neerslagintensiteit.

- **Maatregel: Overdimensioneren**

Om de combinatie water en wonen mogelijk te maken zijn drijvende steigers, platforms en wegen voorzien. Er wordt voor gekozen om de kabels en leidingen in beschermende kokers aan te leggen in en onder de drijvende constructies. De drijvende steigers, platforms en wegen in het watergebied worden op circa 0,60 meter boven de waterstand aangelegd. De transformatorhuisjes worden op de platforms geplaatst. De ontsluitingsweg rondom de waterbuffer is de bestaande dijkweg.

- **Maatregel: Drijvende wegen**
- **Maatregel: Drijvende platforms**
- **Maatregel: Drijvende woningen**
- **Maatregel: Waterrobuuste infrastructuur**

Tabel 8.1 Maatregelen Case N1

Beperken (schadereductiecapaciteit) <ul style="list-style-type: none"> • drijvende wegen • drijvende platforms • drijvende woningen • waterrobuuste infrastructuur 	Voorkomen (structurele capaciteit) <ul style="list-style-type: none"> • kunstmatige waterbuffer
Bijsturen (adaptieve capaciteit) <ul style="list-style-type: none"> • overdimensioneren 	Herstellen (herstelcapaciteit)



36



43



26

9.1 Inleiding

Een stad aan de kust heeft plannen om een deel van een wijk te herinrichten. Het gebied bedraagt 10 hectare. In totaal zullen de huizen op 5 hectare worden afgebroken en zullen nieuwe huizen worden neergezet. Er zijn ideeën om een ruimer opgezette wijk te realiseren met groen. De huizen die blijven staan, zijn op staal gefundeerd.

De gemeente heeft de wens om de waterrobuustheid van het gehele gebied te vergroten door tijdens de herinrichting van het nieuwe gebied eveneens de problematiek aangaande het beheer van het bestaande gebied mee te nemen.

De huidige aanpak van een zodanige herstructurering is om het nieuwe gebied te ontwikkelen in samenwerking en overleg met de projectontwikkelaar zonder hierbij het bestaande gebied te betrekken. In dit scenario wordt de riolering in het nieuwe gebied gedimensioneerd op een grotere capaciteit. Maar bij regenwateroverlast blijven de geschetste problemen zich voordoen in het bestaande gebied en deze zullen ook invloed hebben op het nieuwe gebied. Een belangrijk effect is dat de nieuw ontworpen riolering niet voldoende capaciteit kan hebben voor extreme regenbuien en de overloop vanuit het bestaande gebied. De problemen zullen zich in de toekomst frequenter voordoen. Dit betekent dat verzekeraars kunnen besluiten om verzekeringen te stoppen, een hoger eigen risico te bepalen of aanvullende voorwaarden te stellen.

9.2 Toepassing drietrapsbenadering

Trap 1: Lagenbenadering

De lagenbenadering is betrokken op zowel het beheer van bestaand gebied als de planning en het ontwerp van het nieuw te ontwikkelen gebied.

Laag 1: Ondergrond: zand

De grondopbouw in het duingebied is homogeen. De bodem in het hele gebied is voornamelijk opgebouwd uit zand. Het gebied ligt ongeveer op NAP. Er zijn hoogteverschillen in het gebied: nabij de kust loopt het terrein op naar 3 meter boven NAP. De grondwaterstand ligt laag, circa 1 meter onder maaiveldniveau. Op basis van deze gegevens zijn er kansen voor infiltratie van hemelwater.

Laag 2: Netwerklaag: riolering

In het recente verleden heeft het gebied meermalen met regenwateroverlast te maken gehad en was in het laaggelegen gebied een waterstand van 50 centimeter boven straatniveau gemeten. Kenmerk van het gebied is een hoge bebouwings-

dichtheid met veel bestrating en weinig groen/niet bestrate gedeeltes. De capaciteit van de bestaande riolering was niet toereikend om deze hoeveelheid regenwater op te vangen en af te voeren. Door de hoge inundatiediepte zijn alle gebouwen binnen dit gebied ondergelopen en ontstond er schade aan vloerafwerking en meubilair en liepen kelders onder.

Laag 3: Gebiedstype: stedelijk gebied

De opgave is te kenmerken als stedelijk gebied: de woonfunctie betreft veelal eengezinswoningen en enkele laagbouw-appartementengebouwen. Het gebied wordt ontsloten door wijkwegen en er zijn te weinig parkeerplaatsen. Binnen het gebied zijn enkele voorzieningen als winkels, horecagelegenheden, een school en een buurthuis gepland. Er is slechts beperkt ruimte voor groen.

Extra laag: Klimaateffect(en): regenwateroverlast

In de huidige situatie is de capaciteit van het rioleringsnetwerk onvoldoende. Deze situatie zal door de klimaateffecten verslechteren indien geen adequate maatregelen worden genomen.

Trap 2: Kwetsbaarheden

Om de gevolgen van regenwateroverlast te beperken heeft de gemeente voor een integrale aanpak gekozen die uitgaat van twee sporen. Vanuit het oogpunt van kosteneffectiviteit wordt voor het bestaande gebied uitgegaan van een strategie gericht op het vergroten van de herstelcapaciteit en schadereductiecapaciteit voor de middellange termijn. Voor het herstructureringsgebied is gekozen voor het vergroten van voornamelijk de structurele capaciteit en in geringe mate de schadereductiecapaciteit.

Trap 3: Maatregelen

Proces

De gemeente heeft voor de ontwikkeling een kleinschalig projectteam gevormd dat vanaf het begin belast is met het uitwerken en realiseren van de plannen. Het projectteam bestaat uit de volgende personen:

- projectleider (gemeente);
- stedenbouwkundige/architect (extern);
- civieltechnisch medewerker (gemeente);
- adviseur riolering (ingenieursbureau);
- beheerder openbare ruimte (gemeente);
- projectontwikkelaar.



Trap 1



Trap 2



Trap 3

In een vroeg stadium zijn al diverse specialisten gevraagd de benodigde kennis in te brengen op het gebied van vergunningen, nutsvoorzieningen (elektra, gas, riolering, water, et cetera) en de methode van bouwen. Hiertoe heeft de gemeente expertise ingehuurd bij een ingenieursbureau.

Institutionele aspecten

Herstructurerings van binnenstedelijke woonwijken vergen een heel andere wijze van planologische inpassing dan projecten waarbij geheel nieuwe wijken en functies worden gerealiseerd.

Het is te verwachten dat het aspect water bij grootschalige herstructurerings niet leidend zal zijn. Meestal komen deze projecten immers voort uit de noodzaak van een kwaliteitsverbetering van het vastgoed in een wijk. Het is dus zaak om het aspect water en het thema waterrobuust bouwen mee te laten liften op in voorbereiding zijnde, bestaande grootschalige herstructurerings.

De belangrijkste vraag is: op welke wijze vanuit het aspect wateroverlast kan worden aangehaakt bij dergelijke herinrichtingen. Het antwoord hierop is niet eenduidig. Wel hebben gemeenten de verplichting om bij ruimtelijke plannen in te gaan op het aspect duurzaamheid en klimaatverandering. De vraag is alleen of een weinig bindende beleidsregel als deze voldoende is. De grootste uitdaging lijkt dan ook om gemeenten, corporaties en projectontwikkelaars te overtuigen van de noodzaak om bepaalde (delen van) bestaande woonwijken waterrobuust te herinrichten. Ook al heeft de recente wateroverlast wel bijgedragen aan het creëren van het gevoel van urgentie om dit te doen. De vraag blijft echter cruciaal wie de kosten van een waterrobuuste herinrichting gaat dragen.

Technologie

Voor de aanpak van de wateroverlast heeft de gemeente een twee sporenbeleid bepaald. Dit betreft zowel de riolering in het bestaande gebied waar wateroverlast optreedt, als die in het nieuw te ontwikkelen gebied en de koppeling van beide gebieden.

Bestaand gebied

Besloten is om een koppeling te maken tussen de bestaande riolering en de nieuwe riolering van de herstructureringslocatie. De nieuwe riolering is gedimensioneerd op een dergelijke koppeling. Bij de ingeplande vervanging (over 15 jaar) van de bestaande riolering zal deze riolering gedimensioneerd worden op de grotere hoeveelheid hemelwaterafstroming als gevolg van klimaateffecten. Ook vindt dan een verdieping van het straatpeil van 0,10 tot 0,15 meter plaats.

Tot die tijd zullen alle gevelopeningen in het bestaande gebied voorzien worden van demontabele keerschotten en worden andere gaten gedicht. Hiermee wordt voorkomen dat water de woningen of andere gebouwen kan binnentreden. De gemeente heeft hiervoor ruimte gereserveerd in de begroting en zal subsidies voor waterrobuust herstellen of bouwen beschikbaar maken voor individuele huis- en bedrijfseigenaren. Tevens zijn beperkte financiële middelen beschikbaar voor compensatie van schade in bepaalde gevallen.

- **Maatregel: Bouwen met waterbestendige keerschotten**
- **Maatregel: Subsidies voor waterrobuust herstellen/bouwen**
- **Maatregel: Compensatie**
- **Maatregel: Schoonmaken**
- **Maatregel: Gescheiden stelsel (over 15 jaar)**
- **Maatregel: Bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van straatpeil (over 15 jaar)**

Nieuw te ontwikkelen gebied

In het te herontwikkelen gebied worden de volgende maatregelen met betrekking tot de regenwateroverlast genomen.

Door open bestrating toe te passen kan regenwater snel infiltreren in de ondergrond. Omdat zandgrond een hoog infiltratievermogen heeft, kan een reductie bij de dimensionering van de nieuwe riolering toegepast worden.

- **Maatregel: Waterdoorlatende verharding**

In de nieuwe wijk wordt meer ruimte ingeruimd voor stedelijk groen en (tijdelijk) water. Door er in het ontwerp rekening mee te houden dat op deze plaatsen het overtollige regenwater tijdelijk vastgehouden kan worden, wordt de druk op de straten verminderd. Oplossingen als wadi's, droge retentiegebieden en dergelijke behoren tot de mogelijkheden. Met name in het nieuwe deel van de wijk kan de waterbuffer zorgen dat het wateroverschot in de bestaande wijk wordt opgevangen, om zo wateroverlast aldaar te voorkomen.

- **Maatregel: Bovengronds infiltreren**

In het laagst gelegen gedeelte van het gebied zal het vloerpeil van de woningen 300 millimeter hoger aangelegd worden ten opzichte van het straatniveau. Dit is overigens meer dan de maximale maat die volgens het Bouwbesluit realiseerbaar is.

- **Maatregel: Bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van maaiveld**

23





99

Vanwege de hoge bebouingsdichtheid is besloten om bij de hoger gelegen gedeelten van het gebied onder de laagbouw-appartementengebouwen halfverdiept te parkeren. Een forse drempel voorkomt dat water vanaf de straat in de parkeerkelder kan lopen. In de laaggelegen gedeelten van het gebied wordt voor de laagbouw kruipruimteloos gebouwd, wat bij een fundering op staal eenvoudig uit te voeren is.

- **Maatregel: Kruipruimteloos bouwen**



98

De nieuwe riolering wordt zodanig gedimensioneerd dat deze kortstondige piekbelasting beter kan opvangen en afvoeren. Voor ontlasting van het bestaande gebied wordt de bestaande riolering aangesloten op de nieuw aan te leggen riolering. Vanuit de nieuwe riolering zijn diverse aansluitingen gerealiseerd naar ondergrondse waterbergingen, die geprojecteerd zijn onder enkele van de nieuw aan te leggen woonblokken.

- **Maatregel: Ondergrondse waterberging door middel van een kelder, gebouwd van kunststof en beton**

Een mogelijke maatregel gericht op de schadereductiecapaciteit is om de straat in te richten als afvoergoot. Enig hoogteverschil in het straatpeil is immers mogelijk bij het ontwerp van het nieuw te ontwikkelen gebied.

- **Maatregel: Meestromen hemelwater in straatprofiel**



29

Tabel 9.1 Maatregelen Case N2

- Beperken (schadereductiecapaciteit)**
- meestromen in openbare ruimte

Voorkomen (structurele capaciteit)

- bouwen met waterbestendige keerschotten
- gescheiden stelsel
- bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van straatpeil
- waterdoorlatende verharding
- bovengronds infiltreren
- kunstmatige waterbuffer
- kruipruimteloos bouwen
- vloerpeil verhogen in de woningen ten opzichte van straatpeil

Bijsturen (adaptieve capaciteit)

Herstellen (herstelcapaciteit)

- subsidies voor waterrobuust herstellen/bouwen
- compensatie
- schoonmaken



Figuur 9.1 Regenwaterafvoer in stedelijk gebied, Den Haag

10.1 Inleiding

De lokale sociaaleconomische druk op buitendijkse gebieden voor woningbouw is vaak zeer groot. Daarom wil een stad in het rivierengebied een deel van haar oude buitendijkse industriegebieden herontwikkelen als woonwijk. Een belangrijk deel van deze ruimtelijke ontwikkelingsopgave is als eigenbouw voorzien. Mede door de klimaatverandering zullen de actuele en toekomstige overstromingsrisico's zwaar meewegen in de ontwikkelingsopgave.

In de bestaande ruimtelijke waterstrategie is door de waterpartners besloten om het buitendijksgebied niet langer op slot te zetten voor woningbouw, mede op grond van de inzichten verkregen naar aanleiding van toepassing van de drietrapsbenadering in de planvorming.

De traditionele oplossing is het integraal ophogen van het buitendijkse gebied tot een zekere veiligheidsnorm die is vastgesteld voor het dijkringgebied, bijvoorbeeld 1 keer per 1.250 tot 10.000 jaar. Een dergelijke maatregel heeft als belangrijk voordeel dat de kans dat in het gebied een overstroming plaatsvindt, wordt beperkt. De maatregel draagt echter niet bij aan de risicobewustwording van de burgers en kan zelfs de verkeerde boodschap overbrengen. De bouwkosten van integraal ophogen kunnen daarnaast hoog zijn.

10.2 Toepassing drietrapsbenadering

Trap 1: Lagenbenadering

De lagenbenadering heeft de volgende inzichten opgeleverd.

Laag 1: Ondergrond: zand (oeverwal)

De grondopbouw in het gebied is homogeen. Het gebied is als gevolg van natuurlijke en kunstmatige processen (dit is sedimentatie, ophoging) aanmerkelijk hoger gelegen dan de binnendijkse stadsdelen. Dit biedt kansen voor de woonfunctie.

Laag 2: Netwerklaag: rivier

Een belangrijke randvoorwaarde vanuit de rivier betreft het gevaar voor aanvaring en brand. Dit geeft bepaalde voorwaarden voor de maatregelen, zoals geen waterwoningen langs de rivier. Waterwonen is wel mogelijk langs de watergeul in het gebied, die niet wordt gebruikt voor scheepvaart.

Laag 3: Gebiedstype: stedelijk gebied

De opgave is om extra ruimte te zoeken voor stedelijke functies (wonen, werken, publieke en recreatieve voorzieningen). De ambitie is om een aantrekkelijk buiten-

dijks gebied te creëren, waar veilig kan worden gewoond en gerecreëerd aan de rand van (en op) het water. Daarvoor is veel ruimte voor groen en (permanent of tijdelijk) water in de openbare ruimte voorzien. Tevens wordt voldoende parkeergelegenheid binnen het gebied gepland.

Extra laag: Klimaateffect(en): overstroomt regelmatig en is ondiep

Als gevolg van de buitendijkse ligging overstroomt het gebied op dit moment incidenteel, ongeveer 1 keer in de 10 jaar. Door klimaatverandering en zeespiegelstijging zal de overstromingskans in toekomst (50-100 jaar) toenemen en het gebied frequenter overstroomt. Uit de ontwikkelde overstromingsrisicokaarten voor het buitendijks gebied komt naar voren dat de gevolgen van een mogelijke overstroming beperkt zullen zijn, ook als de klimaateffecten worden meegenomen. Mede door de relatief hoge ligging van het gebied stijgt en daalt het hoogwater rustig en worden er geen extreme waterstanden of stroomsnelheden bereikt. Bovendien is het optreden van hoogwater goed voorspelbaar, omdat de aanlooptijden van een hoogwatergolf relatief lang zijn (in de orde grootte van minimaal 3 dagen). Op grond van deze informatie is in de planvormingsfase besloten het buitendijksgebied ter plaatse niet langer op slot te zetten voor woningbouw.

Trap 2: Kwetsbaarheden

Om de gevolgen van hoogwater voor de geplande stedelijke ontwikkeling te minimaliseren en de leefkwaliteit te optimaliseren zoeken de overheden en bouwpartners naar passende inrichtingsmaatregelen en bouwwijzen die de schadereductie en herstelcapaciteit vergroten. In de planning en voorbereiding van de stedelijke inrichting wordt daarom expliciet rekening gehouden met extreme hoogwaterstanden en het (deels) onder (laten) lopen van deze gebieden. Op deze wijze wordt het overstromingsrisico als belangrijke ontwerpvariabele meegenomen.

De overstromingsrisicobeoordeling vanuit trap 1 brengt essentiële informatie in het stedelijke planningsproces om de mogelijkheden voor omgaan met hoogwater in het buitendijks gelegen gebied te onderzoeken en om deze te vertalen naar ruimtelijke plannen. Dit maakt het mogelijk om de schade aan bebouwing en infrastructuur te beperken, om de stedelijke functies af te stemmen op het risico, en om evacuatiestrategieën (onder andere routes) te optimaliseren. Het concept gaat er vanuit dat de stedelijke ontwikkeling als geheel minder kwetsbaar is. Zo moeten stedelijke functies die overstromingscompatibel zijn (zoals drijvende bebouwing) in risicovolle gebieden worden gepland. Essentiële infrastructuur, kwetsbare functies en stedelijke dichtheden kunnen in gebieden met een beperkt overstromingsrisico echter het langst worden beschermd.





Trap 3: Maatregelen

Proces

Buitendijks bouwen vraagt een grote inspanning van verschillende partijen. Het is nieuw, spannend en risicovol, dus wordt het bestuurlijk niet zomaar omarmd. Het betreft gebiedsontwikkeling, met particulier opdrachtgeverschap, nieuwe bouwwijzen en een nieuwe ruimtelijke strategie, namelijk een expliciete ruimtelijke waterstrategie. Niet alleen vraagt dit veel creativiteit van partijen, ook is de onzekerheid groot over de uitkomsten, de risico's voor partijen, de samenwerking met nieuwe partijen (bijvoorbeeld particulieren, hulpdiensten), de technische en juridische oplossingen. Het vraagt een ander bouwproces en het toevoegen van niet-technische disciplines als communicatie en evacuatie. Dit beseffend stelt de gemeente een processteam in dat uitdrukkelijk de opdracht krijgt een omgeving te creëren waarin innovatief en open gewerkt kan en mag worden. Tevens bevat de opdracht de aanwijzing breed partijen te betrekken in een open planproces, zodat vroegtijdig onbekende bezwaren en problematiek zichtbaar worden en kunnen worden voorzien van creatieve oplossingen.

Met betrokken overheden, zoals het waterschap, de provincie en Rijkswaterstaat wordt bekeken of de waterrobuuste oplossingen passen binnen de huidige regels, of dat regels gemaakt of aangepast moeten worden.

De gemeente heeft een ingenieursbureau ingehuurd voor de analyse van het overstromingsrisico en potentiële schade aan huizen en infrastructuur. In een wisselwerking tussen onderzoek en ontwerp worden de mogelijkheden voor omgaan met hoog water in de buitendijks gelegen stad verkend, onderzocht en vertaald in ruimtelijke plannen en bouwkundige oplossingen. Dit vraagt om de ontwikkeling van overstromingsrisicokaarten en de voorspelling van waterstanden, stromingen, aanlooptijden, en potentiële schade. Op basis daarvan kunnen kwetsbare gebieden worden geïdentificeerd en passende technische maatregelen worden geselecteerd en ontworpen.

Institutionele aspecten

Het is van belang om bij de ruimtelijk-juridische inpassing van buitendijks bouwen in samenspraak met belanghebbende partijen te werk te gaan. Zolang bij de partijen twijfels leven over de haalbaarheid en vooral wenselijkheid van buitendijks bouwen en wonen, vormen deze een risico in de planvorming.

De ruimtelijke en planologische inpassing van buitendijkse woonvormen is op zichzelf een nadere bestudering waard. Dat geldt ook voor de bouwjuridische aspecten hiervan. Tijdens het experiment willen alle betrokken partijen leren van de obstakels die ze tegenkomen.

Technologie

Het inrichten van buitendijkse gebieden die mogen overstromen, maar waarbij de gevolgen beperkt blijven, vraagt om een specifieke mix van ruimtelijke en bouwkundige maatregelen, in combinatie met communicatiemiddelen en evacuatiemaatregelen (onder andere routes).

Een belangrijke maatregel is aangepast bouwen: dit betreft aanpassingen aan de bouwwijze en gebruik van woningen, bedoeld om de mogelijkheid op schade aan het gebouw en inboedel te voorkomen of beperken. Verschillende bouwtechnische alternatieven kunnen worden toegepast, bijvoorbeeld door gebouwen en infrastructuur bestand te maken tegen water (waterdicht en vloedstroombestendig), en door herstellingsgericht te bouwen. Degelijke beschermingsmaatregelen leveren weinig hinder op voor stedelijke ontwikkeling en ruimtelijke kwaliteit. Dit maakt het mogelijk om een aantrekkelijk buitendijks gebied te creëren.

Om de woningen te realiseren in particulier opdrachtgeverschap is in dit geval gekozen voor de vorm catalogusbouw, waarbij de individuele eigenaar naar eigen wens een woning samenstelt op basis van een standaard overstromingsbestendige woning uit de catalogus. Daarbij hebben de bewoners redelijk veel zeggenschap over de woningindeling en architectuur. Deze bewoners bepalen het gewenste ontwerp vanuit het aanbod van een catalogus met overstromingsbestendige woningen.

- **Maatregel: Bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van straatpeil**
- **Maatregel: Dryproofing (waterdicht en vloedstroombestendig bouwen)**
- **Maatregel: Bouwen met waterbestendige keerschotten**
- **Maatregel: Bouwen op palen**
- **Maatregel: Niet-bewoonbare begane grond**
- **Maatregel: Wetproofing (herstellingsgericht bouwen)**
- **Maatregel: Drijvende woningen**
- **Maatregel: Amfibische woningen**

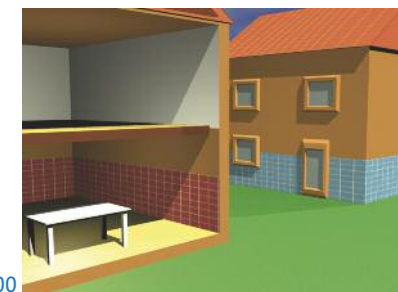
Om de schadereductiecapaciteit van het gebied verder te vergroten worden kabels en leidingen in beschermende kokers en de transformatorhuisjes verhoogd aangelegd. Op deze manier zullen in geval van overstroming de riolering en de gas, water, warmte, telecommunicatie en elektriciteitsvoorzieningen nog werken.

- **Maatregel: Waterrobuuste infrastructuur**

99



100

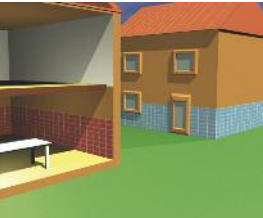


23



102





100

Het buitendijks gebied wordt voorzien van hogere plekken in de buitenruimte en in de gebouwen, die als vluchtplaats en opslagruimte dienen voor hoogwatersituaties. Op deze plekken zijn ook 'lifesupportvoorzieningen' (bijvoorbeeld gezondheidszorg) aanwezig.

- **Maatregel: Vluchtplaatsen**



43

Een waterverzekering is beschikbaar (quasi verplicht) voor de bewoners die bereid zijn bepaalde voorzorgsmaatregelen te nemen en te handhaven.

- **Maatregel: Verzekering**



44

De verschillende doelgroepen (burgers, bedrijven, bezoekers, scholen, et cetera) worden jaarlijks geïnformeerd over het hoogwaterrisico en de voorzorgsmaatregelen. Deze communicatie is voornamelijk gericht op bewustwording en handelingsperspectief.

- **Maatregel: Risicocommunicatie**

Er wordt voor gekozen om de bewoners vooraf te informeren om actief leren te bevorderen. Daarnaast worden alle betrokkenen gestimuleerd om te innoveren en te experimenteren.

- **Maatregel: Locatiekeuze verstedelijking**
- **Maatregel: Actief leren**
- **Maatregel: Adaptatie onder bewoners**
- **Maatregel: Innoveren en experimenteren**



26

In tabel 10.1 zijn bovengenoemde maatregelen voor waterrobuust bouwen gegroepeerd naar de vier capaciteiten.



67



28

Tabel 10.1 Maatregelen Case N3

Beperken (schadereductiecapaciteit)

- vluchtplaatsen
- risicocommunicatie
- waterrobuuste infrastructuur
- wetproofing (herstellingsgericht bouwen)
- drijvende woningen
- amfibische woningen

Voorkomen (structurele capaciteit)

- bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van straatpeil
- dryproofing (waterdicht en vloedstroombestendig bouwen)
- bouwen met waterbestendige keerschotten
- bouwen op palen
- nietbewoonbare begane grond

Bijsturen (adaptieve capaciteit)

- locatie keuze verstedelijking
- actief leren
- adaptatie onder bewoners
- innoveren en experimenteren

Herstellen (herstelcapaciteit)

- schoonmaken
- verzekering

Enquiry by design workshop in Cumnock

In een ideale situatie zouden voor de ontwikkeling van nieuwe stedelijke gebieden zoveel mogelijk betrokkenen aanwezig moeten zijn. Intensief contact tussen stedenbouwers, (landschaps)architecten, civiel ingenieurs en andere (lokale) partijen zoals de gemeente is belangrijk voor de vorming van goede plannen. Juist op deze manier kunnen aspecten als waterrobuust bouwen vroeg meegenomen worden. Vaak zorgt deze inbreng vanuit vele partijen ervoor dat een plan in zijn geheel beter wordt.

In de praktijk ontbreken vaak het inzicht, de tijd en de middelen voor deze aanpak, zo ook in Groot-Brittannië. Hoewel de traditionele aanpak gemeengoed is, zijn ook daar initiatieven die het ontwikkelproces op een andere manier benaderen. Zo werkt de Princess Foundation, de stichting voor de bebouwde omgeving van prins Charles, met de methode 'Enquiry by Design' bij het ontwikkelen van nieuwe stedelijke gebieden. Bij 'Enquiry by Design' wordt in een serie workshops een plan ontwikkeld door een team van architecten, stedenbouwkundigen en civiel ingenieurs in nauwe samenwerking met de bevolking. Eind februari 2008 is een week durende 'Enquiry by Design' in Schotland ingezet voor de ontwikkeling van een nieuwe waterrobuuste woonwijk aan de rand van het stadje Cumnock.

Achtergrond

Het initiatief voor de nieuwe ontwikkeling werd genomen na de aankoop van een historisch landhuis, Dumfries House, voor £ 45.000.000 in de buurt van Cumnock, in het zuidwesten van Schotland. Prins Charles en anderen hebben met de aankoop het Dumfries House voor Schotland behouden. De prins heeft vervolgens zijn eigen foundation ingeschakeld om een deel van het landgoed te ontwikkelen en zo de miljeonen deels terug te verdienen. Het gebied is nog steeds herstellende van de teloorgang van de mijnbouw. De nieuwe wijk moet daarom ook een impuls geven aan het stadje zelf.

Aanpak

Het centrale idee van een Enquiry by Design is het bij elkaar brengen van alle experts én alle betrokkenen om zo een plan te vormen. Wat normaal gesproken vele maanden in beslag neemt, kan nu in een week gebeuren. Dit betekent wel dat er een strakke regie en goede planning gehanteerd moeten worden. In Cumnock had de Foundation een expertteam van ongeveer 15 personen bestaande uit:

- architecten;
- illustrators;
- stedenbouwkundigen;
- landschapsarchitecten;

- drainage experts;
- transportexperts;
- economen.

Naast dit expertteam waren er tientallen lokale betrokkenen gedurende de hele week aanwezig. Hun achtergrond varieerde van gemeenteambtenaar tot lokale ondernemer. Hun kennis van de lokale situatie was zeer waardevol om het plan te verbeteren. In Cumnock waren er op een goed moment meer dan 50 mensen tegelijk aan het werk.

Om het proces te stroomlijnen werden de mensen over vijf subgroepen verdeeld, die ieder geleid werden door enkele leden van het expertteam. Deze vijf groepen waren:

1. De masterplangroep

Deze hield zich bezig met het stedelijke ontwerp en de ontwikkeling van de locatie.

2. De herinrichtinggroep

Deze groep bekeek de bredere context, verbanden met het Dumfries House en de herinrichting van Cumnock en omgeving.

3. De landschap en ecologiegroep

Deze groep bekeek de drainage en groenvoorzieningen bij de nieuwe ontwikkeling.

4. De transportgroep

Deze groep bekeek de transportbewegingen, verbindingen met de locatie en op de locatie.

5. De landgebruikgroep

Deze bekeek de juiste mix van woningbouw, kantoren, winkels en voorzieningen.

Al deze groepen hadden als opdracht om met een waterrobuuste oplossing te komen.

De drainage

De landschap en ecologiegroep keek vroegtijdig naar de drainagemogelijkheden van de locatie. Uit een locatiebezoek en uit verschillende sonderingen, gedaan voor nabijgelegen ontwikkelingen, bleek dat de grond voornamelijk uit klei bestond. Ondanks het feit dat het een hellend gebied was, was de grond erg moerassig. Bij de bewoners was bekend dat bij hevige regenval de tuintjes volliepen. De drainage van de locatie bleek dus erg lastig te zijn. Hierdoor moesten de plannen voor de wijk drastisch aangepast worden; er was immers veel ruimte voor water en groen nodig, zeker met het oog op de verwachte klimaatverandering.

Hier kwam het grote voordeel van een Enquiry by Design om de hoek kijken. Omdat de drainagegroep in een vroeg stadium kon aangeven dat er meer ruimte nodig was



Figuur 11.1
Boven:
de ontwikkellocatie

Figuur 11.2
Onder:
Cumnock City Hall



*Figuur 11.3
De subgroepen
aan het werk*

voor water en groen, kon hiermee in de plannen van de andere groepen rekening worden gehouden. De masterplangroep en de drainagegroep zaten aan tafels naast elkaar en konden dus voortdurend naar elkaar terugkoppelen. Hoewel de confrontatie met architecten en planners soms vrij hard was, werd de drainage een erg belangrijk onderdeel van het plan. In het uiteindelijke plan is 10-15 % van de locatie ingeruimd voor drainage en groen, iets wat zonder de aanwezigheid van de drainagegroep ondenkbaar was. Juist omdat mensen met een waterachtergrond vroeg in het proces deelnemen, kan er ook in de planvormingsfase rekening mee worden gehouden.

De plannen voor Cumnock moeten nu nog verder ontwikkeld worden. De grote lijnen liggen echter al vast. Omdat er ook veel ruimte is vrijgemaakt voor drainage en groen, zal het bij de verdere uitwerking voor de drainagespecialisten makkelijker zijn. Door waterexperts vroeg in het planvormingsproces te betrekken is waterrobuust bouwen eenvoudiger.



*Figuur 11.4
Masterplan voor
Cumnock*



*Figuur 11.5
Natuurlijke waterafvoer
via de middenberm,
Australië*

De in deze rapportage geschetste drietrapsbenadering voor waterrobuust bouwen lijkt een bruikbaar instrument om te komen tot een meer waterrobuuste stad: een stad die bestand is tegen een overschot en een tekort aan water, en die over voldoende water beschikt om hitte te kunnen bestrijden. Maar alles hangt af van de bereidheid van alle actoren om hun bijdrage te leveren aan die meer waterrobuuste omgeving. Om ons beter te beschermen tegen overstromingen, wateroverlast, extreme droogte en hitte kunnen tal van maatregelen worden genomen. We hebben er meer dan 100 kunnen identificeren. Een aanzienlijk deel van die maatregelen is niet kostenintensief; dus hoeven kosten geen beletsel te zijn in het waterrobuuster (her)inrichten van woningen, gebouwen en de openbare ruimte.

De keuze van de mate waarin een gebied waterrobuust moet worden gemaakt is primair een zorg van de betrokken overheden (gemeente, waterschap, provincie) tijdens de ruimtelijke planning. In die eerste fase kiezen zij ook de strategie om de kwetsbaarheid van het stedelijk gebied te beperken; zij bepalen dan welke mix van de vier capaciteiten zal worden ingezet bij de verdere ontwikkeling van het gebied. In de volgende fase, tijdens de locatieontwikkeling, worden die keuzes met behulp van de Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen uitgewerkt tot een set van concrete maatregelen. Dat gebeurt dan door gemeente en waterschap in onderhandeling met de bouwpartners, dus met de projectontwikkelaars, woningcorporaties, bouwbedrijven, nutsbedrijven, et cetera. Bij herinrichtingsprojecten zullen de bewoners van het gebied daar ook bij betrokken zijn. Gemeente en waterschap bewaken dat de maatregelen goed worden uitgevoerd en dat ze in goede orde worden overgedragen aan alle partijen, publiek en privaat, die bij de uitvoering van het beheer van het gebied betrokken zijn, alsook aan de calamiteitendiensten: want ook zij moeten weten hoe de waterrobuustheid is geregeld en wat in tijden van nood van hen wordt verwacht.

Waterrobuust bouwen is een complexe opgave: veel hangt af van de communicatie tussen alle betrokken partijen tijdens de ruimtelijke planning, de voorbereiding van de gebiedsontwikkeling, de ontwerpfase, de bouwfase en de beheersfase. De traditionele inrichting van het bouwproces via een ketenbenadering is daarvoor minder geschikt. Concurrent 'Engineering' en 'Enquiry by Design' zijn methoden om tot een meer integrale aanpak van het proces van gebiedsontwikkeling te komen. Maar een zekere oplossing bieden ook deze werkwijzen niet. Waterrobuust bouwen moet dan ook worden benaderd als een gezamenlijk leerproces. Men moet nieuwe technieken en oplossingen durven toepassen en durven evalueren, in een open proces zodat alle betrokken partijen ervan kunnen leren. Toepassing van een of meerdere maatregelen heeft zeker tot gevolg dat de maatschappelijke en economische schade door overstroming, wateroverlast, droogte en hitte wordt beperkt, dus dat het risico

afneemt en daarmee de kwaliteit van de leefomgeving toeneemt. Als dat kosten-technisch gunstig kan dan is er weinig reden om dergelijke maatregelen na te laten, ook al vergen ze technisch of procesmatig een andere aanpak.

Tijdens onze zoektocht naar geschikte maatregelen en een methodiek zijn we gestuit op tal van onderzoeksvragen: grote en kleine, technische, bestuurlijke, sociale en financiële. Die vragen zijn gebundeld in een aparte onderzoeksagenda. We hebben geconstateerd dat het onderwerp waterrobuust en hittebestendig bouwen ook buiten Nederland grote belangstelling geniet, gedreven door de behoefte aan adaptatie aan de klimaatveranderingen. Vervolgonderzoek zal dan ook in internationale kaders moeten worden afgestemd. Dat vervolgonderzoek zal voor een deel gericht zijn op innovatieve technische maatregelen. Nieuwe technische maatregelen ter versterking van de schadereductiecapaciteit, de herstelcapaciteit en de adaptieve capaciteit zijn nodig. Alleen voor het versterken van de structurele capaciteit om schade te voorkomen zijn legio maatregelen voorhanden.

Een groot deel van de onderzoeksopgave ligt in de zachte maatregelen. Deels zijn dat maatregelen die getroffen moeten worden om te zorgen dat technische maatregelen beter worden ingepast, maar deels ook zijn het zachte maatregelen die een eigen directe invloed hebben op de waterrobuustheid van de stedelijke leefomgeving. Denk bijvoorbeeld aan de voorlichting over overstromingsrisico's en over de verbetering van de rampenbeheersing bij wateroverlast of extreme droogte. Door de komende jaren gericht proefprojecten en pilots op te zetten kunnen we leren welke sets van maatregelen effectief zijn en tegelijk eenvoudig zijn door te voeren.

Interessant voor proefprojecten is ook de interactie tussen waterrobuust bouwen en de stedelijke wateropgave. Moeten in een zeer waterrobuust ingerichte woonwijk dezelfde bergings- en afvoernormen gelden als in een zeer kwetsbaar ingerichte woonwijk? Of kunnen we in een waterrobuust ingerichte woonwijk juist meer water vasthouden en bergen, opdat we kunnen compenseren voor de beperkte mogelijkheden elders?

Eén ding is zeker: waterrobuust inrichten van stedelijk gebied is een 'no regret-maatregel'. Met behulp van simpele maatregelen ligt een meer waterrobuuste wijk voor het grijpen. Waterrobuust bouwen biedt echter extra kansen. Want met diezelfde maatregelen kan tegelijk een kwaliteitsverbetering van de openbare ruimte vorm krijgen. Dus hoe de klimaatverandering de komende decennia ook uitvalt, de in dit boek beschreven Drietrapsbenadering Waterrobuust Bouwen en de hieraan verbonden maatregelen bieden mogelijkheden voor een mooiere en meer waterrobuuste toekomst.



Figuur 12.1
Waterbesparing open-
baar groen, Australië

I

Adaptieve capaciteit: collectieve maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
1	Adaptatie ruimte	Beschikbare en haalbare maatregelen	
2	Overdimensioneren	Voorzieningen berekend op een significant grotere capaciteit dan die waarbij de maatgevende waterbelasting nog juist kan worden verwerkt	Mogelijk anticiperen op situaties die waarschijnlijk nooit zullen optreden
3	Innoveren en experimenteren	Nieuwe technieken	
4	Verplichte verplaatsing van gebouwen	Verplaatsing van gebouwen	
5	Verplaatsing van utiliteitsvoorzieningen en infrastructuur	Verplaatsing naar bijvoorbeeld hoger gelegen delen	

Adaptieve capaciteit: individuele maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
6	Demontabele en tijdelijke bebouwing	Tijdelijke bebouwing levensduur korter dan traditionele bouw	
7	Vrijwillige verplaatsing van gebouwen	Verplaatsing van woningen, kantoren door optillen van de gebouwen	Wijnhavenpand Rotterdam Molen Maallust Amerongen Station Houten



6

Herstelcapaciteit: collectieve maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
8	Leegpompen	Snel overtollig water uit poldersysteem verwijderen	
9	Voorraad bouwmaterialen	Voldoende materialen aanwezig voor snelle herbouw	Hoeveel moet voorradig zijn?
10	Generatoren	Tijdelijke energievoorziening mogelijk maken	

Herstelcapaciteit: individuele maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
11	Lenen		
12	Fysiek herstel schade	Herstellen van opgetreden schade	
13	Fysiek herstel met waterrobuuste maatregelen	Herstellen van schade met behulp van waterrobuuste maatregelen	

Schadereductiecapaciteit: collectieve maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
14	Onbezwijkbare dijken	Waterkering die een waterstand tot de kruin of een bepaalde vastgestelde buitenwaterstand daarboven kan keren. Bij deze waterstand is de kans op bezwijken minimaal een factor kleiner dan de norm	
15	Overstroombare dijken	Waterkering die bestand is tegen overstromen	



14

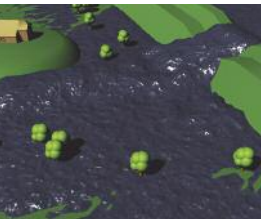


15

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen	
16	Compartimentering	Het opdelen van een grote dijkkring in (een aantal) kleinere compartimenten of dijkkringen, om de gevolgen van een overstroming te beperken tot een kleiner gebied	New Orleans: een gesloten ringdijk rond de stad met een stelsel van interne dijken	Mogelijkheden om in Nederland snelwegen en boezemkeringen te gebruiken
17	Noodoverloopgebieden	Preventief een waterkering doorbreken om elders (economisch belangrijke gebieden) overstromingen te voorkomen		
18	Fysieke noodmaatregelen	De maatregelen die men treft om een dreigende ramp alsnog te keren en/of de gevolgen zoveel mogelijk te beperken		
19	Zandzakken	Het gebruik van zandzakken is een succesvolle noodmaatregel om water te keren		Tijdsintensief om te plaatsen, voldoende zakken en vulmateriaal aanwezig? Door geotextiel te gebruiken kan de waterdichtheid vergroot worden
20	Noodbermen	Bermen aan het binnentalud om de kans op falen van de dijk te voorkomen/beperken		
21	Opblaasbare tijdelijke waterkeringen	Verplaatsbare opblaasbare gewichtsdammen (gevuld met water of lucht)	Overstromingen New York tevens om de gevolgen van de orkaan Katrina binnen de perken te houden	Kleinste installatietijd en laagste materieleisen



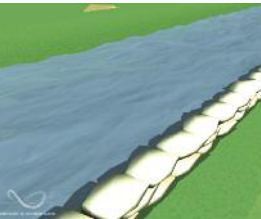
16



17



18



19



21



23



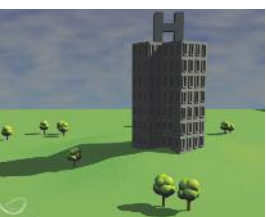
24



25



26



28

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen	
	22 Celvormige (gabionachtige) tijdelijke waterkeringen	Geprefabriceerde flexibele cellen die gevuld worden met grond of steen	Bij onder meer orkanen in Verenigde Staten	Goed handelbaar en te transporteren. Inzetbaar in zware omstandigheden, geschikt voor extreem koude weersomstandigheden
	23 Staande tijdelijke waterkeringen	Systeem bestaat uit verticale Hpalen, vastgemaakt aan de fundering. Tussen de palen worden holle aluminium ligger planken bevestigd	Breda, singels Stevensweert, dijk	Nadeel is dat ze alleen water keren, voor stabiliteit van de constructie zal een fundering moeten worden aangelegd. Voordeel: snelle opbouw
	24 Snelwegbarrière-blokken	De stalen barrière - die gebruikt wordt wordt als geleidingsrail bij wegwerkzaamheden - in combinatie met een opblaasbare kunststof slab waarbij verankering noodzakelijk is	Jersey Hwy barrières Nederlandse snelwegen met geleidingsrail	Probleem rondom aansluiting blokken en ondergrond. Locatie dient goed bereikbaar te zijn. Benodigd: vlakke en waterdichte ondergrond
	25 Waterrobuust communicatienetwerk	Communicatienetwerk dat in tijden van droogte/ wateroverlast niet faalt		
	26 Waterrobuuste infrastructuur en utiliteitsvoorzieningen	Aanleggen van schakelpunten boven verwachte waterstand	Nutsvoorzieningen op een ander niveau plaatsen	Bereikbaarheid per boot. Uitgang boven HW-niveau
	27 Bescherming gevaarlijke stoffen	Voorkomen dat gevaarlijke stoffen op plekken staan die kwetsbaar zijn		
	28 Bescherming lifesupportvoorzieningen	Ziekenhuizen en dergelijke op hogere plekken plaatsen	Ziekenhuis in Venlo	Bereikbaarheid tijdens wateroverlast

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen	
	29 Meestromen in openbare ruimte	Straatprofielen en oeverzones zo inrichten dat meestromen met de rivier mogelijk wordt (Ook geschikt voor wateroverlast door oppervlaktewater.)	Dresden: verwijdering van obstakels die de doorstroming belemmeren in stadsdelen die binnen het overstromingsgebied vallen Kribben verlagen: 'Ruimte voor de Rivier'	Ontgroning tussen tegels, klinkers, openbaar groen, et cetera. Opdrijfverschijnselen van kabels en leidingen
	30 (Elders dijken doorsteken)			
	31 Profilering maaiveld	Wanneer het straatprofiel anders ingericht wordt, is het mogelijk extra berging aan te leggen. Bepaalde delen van een wijk (pleintjes, plantsoenen) kunnen tijdens hevige neerslag overlopen zonder overlast te veroorzaken		
	32 Waterpleinen	Een verzamelbassin In dit bassin wordt regenwater verzameld en vastgehouden. Hier kan het langzaam worden afgegeven aan het grondwater of alsnog op een later tijdstip worden afgevoerd naar de riolering of het oppervlaktewater		
	33 Vluchtplaatsen	Plaatsen waar het water niet kan komen	Terpen	
	34 Vluchtpaden	Vlucht/evacuatie routes		
	35 Verhoogde hoofdwegen	Evacuatie routes die bereikbaar blijven		



29



32



33



34/

35



36

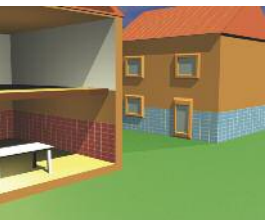


40

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
36	Drijvende platformen en wijken	Drijfplatformen tot 5.000 m ² door middel van koppeling van drijfelementen met naspanwapening	Drijvende platformen in IJburg Zie drijvende woningen. Behalve voor woningen kunnen de platformen ook dienen als drijvende industrieterreinen of als openbare ruimte in een drijvende wijk/drijvend dorp
37	Water inlaten/ Wateraanvoersysteem		
38	Peilverhogingen		
39	Wegen en daken nathouden	Verkoeling van de woning	
40	Koelen oppervlaktewater		
41	Warmte-koudeopslag	Energiesysteem	

Schadereductiecapaciteit: individuele maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
42	Wetproofing	Herstellingsgericht bouwen	
43	Drijvende woningen	Lichte bouwvorm: houtskeletbouw op betonnen bak of betonnen drijfconstructie met polystyreen	IJburg, Steigereiland te Amsterdam. Noorderplassen te Almere. Middelburg en Nijmegen Onder de drijfconstructie van de waterwoning bevindt zich minstens 1 meter water om een goede waterkwaliteit te waarborgen. Nutsaansluitingen flexibel uitvoeren: Vorstvrije aanleg waterleiding



42



43

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
44	Amfibische woningen	Lichte gebouwen, geplaatst op drijvers, los geplaatst op hun fundering. Ze liggen normaal op het maaiveldniveau en komen met het waterniveau omhoog bij extreme waterstanden	Maasbommel: recreatiegebied met drijvende en amfibische woningen in het buitendijks gebied langs de Maas Flexibele nutsaansluitingen. Nadelen: Amfibische gebouwen zijn niet verplaatsbaar
45	Sproeien tuin en dak	Verkoeling van de woning/ tuin	
46	Warmte/koudeopslag		



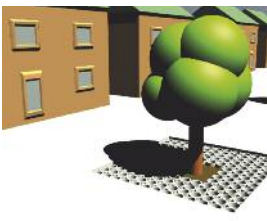
44



45

Structurele capaciteit: collectieve maatregelen

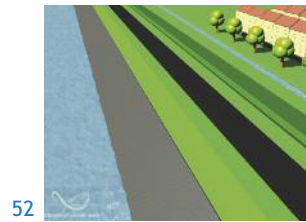
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
47	Bovengronds infiltreren (wadi's/ infiltratieveld)	Het in de bodem brengen van (regen)water. Een wadi is een (begroeide) verlaging in het maaiveld, eventueel voorzien van ondergelegen infiltratievoorziening voor de berging, reiniging, infiltratie en zo nodig voor afvoer van regenwater	Hoog-Nederland, Tokio, Japan, Melbourne, Australië Omdat de wadi uitstekend dienst kan doen als verkeersremmende maatregel en filter van het (weinig verontreinigde) hemelwater, is hij zeer geschikt als ruimtebesparende functie. Uit onderzoeken blijkt tevens dat de wadi onderbewoners erg gewaardeerd wordt als wijkdecoratie
48	Ondergronds infiltreren (buizen, sleuf, krat)	Een ondergrondse infiltratievoorziening bestaat uit een ondergrondse berging, waarin het water door middel van een buis terechtkomt. Vanuit de berging kan het water vervolgens in de ondergrond wegzijgen	Behalve voor infiltratiერიolen zijn er op dit moment geen geschikte methoden en apparatuur voor reiniging



47

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
49 Waterdoorlatende verharding	Verharding uit poreus materiaal		Grote oppervlakken, denk aan parkeerplaatsen, kunnen worden uitgevoerd in doorlatende bestrating: dit brengt dikwijls overdimensionering met zich mee waardoor andere oppervlakken kunnen afwateren op de doorlatende bestrating. Groot nadeel van waterdoorlatende bestrating is dat het gevaar voor dichtslibben van poriën of voegen reëel is. Speciale zuigmachines kunnen hier een oplossing bieden
50 Waterpasserende verharding	Verharding met vergrote voegen (middels nokken aan de zijkant van de stenen) waardoor het water infiltreert		
51 IT-riool	Een IT-riool (infiltratie en transport) is een drainerende buis omhuld met kiezel en geotextiel		Ondergrondse systemen moeten op een minimale afstand van bomen gelegd worden. Anders bestaat er kans dat je de boom gaat draineren of dat de wortels door het infiltratiesysteem groeien. Bij bestaande gebouwen blijf je circa 6 meter van de kelder vandaan, als er gevaar bestaat voor wateroverlast in ondichte kelders. Ondergrondse systemen mogen niet overbouwd worden en worden voorafgegaan door een filterput om verstoppingen te vermijden

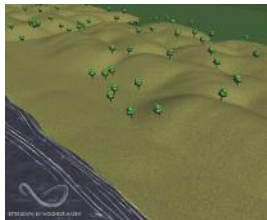
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
52 Dijken	Opgeworpen aarden wal langs of om enig water	IJburg ('harde' wallen aan de noordkant en 'zachte' groene bermen)	Beproefd concept, ondanks overstromingen een succesvol concept
53 Dammen	In en dwars over een water opgeworpen wal die dient om het water te keren, de stroom te leiden of te verdelen	Afsluitdijk, Houtribdijk, Grevelingendam, Brouwersdam, Volkerakdam, Philipsdam. Sint-Petersburg: opvallend lange en multifunctionele dam met ringweg dwars door de Finse golf	Zoet/zoutverstoring met effecten voor ecosystemen. Effecten op aanslibbing/erosie van vaarwegen
54 Natuurlijke waterkering	Natuurlijke hoogte die als geomorfologische eenheid dienstdoet als waterkering voor het achterliggende gebied	Hollandse duinenkust. Natuurlijke hoogten in een stroomdal (Maas in Limburg). Uiterwaarden langs de grote rivieren	Hang naar dynamische kustsystemen (gaten in de duinenrij) Bouwen in een rivierbed
55 Superdijk	Hoge, brede dijk die als (stads)landschap is vormgegeven	Rotterdam: Vierhavenstrip. Scheveningen (nieuwe zeewering als strandpromenade)	Het benodigde ruimtebeslag, zettingen, termijn om een gebiedsdekkende oplossing en de benodigde kosten. Kosten lopen op de baten vooruit
56 Keermuur/keerwand	Een wand of muur die het hoogwater 'keert'	Kampen, historische stadsmuur als waterkering	Weinig flexibel, weinig reststerkte bij falen



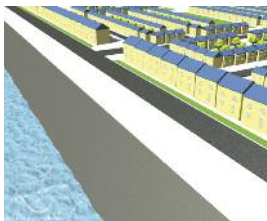
52



53



54



55



56



58



59



60



61



62



64

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
57 Kade	Landelijk gebied: lage smalle aarden dijk voor waterkering en/of waterscheiding met laag beschermingsniveau. Stedelijk gebied: Aanlegplaats met verticale damwand	Sint-Petersburg: historische binnenstad bestaat uit opgehoogde eilanden met kaden. Onzeker gedrag bij extreme belastingen	
58 Gebouw als kering	Multifunctionele 'holle' kering	IJburg: gevel van het Sluishuis in het buitendijkse gebied van Steigereiland. 'De Dordtse Wand' nieuwbouw geïncorporeerd in de waterkering	Oplossing voor ruimtebeslag, veelal maatwerk, onzeker of dat in de toekomst voldoende zal zijn
59 Trappen	Realisatie van extra hoogte door constructie van trappen		In kleine straatjes of openingen tussen gebouwen aanbrengen verticaal kwelscherm
60 Stoplogs	Opvullen van openingen in de waterkering.		In combinatie met permanente bouwwerken
61 Kwelschermen	Veelal stalen damwanden, verminderen zijdelingse kwel en onderstroom		In dijklichamen of in combinatie met waterbouwkundige kunstwerken
62 Keerpoort/ keerklep	Opvullen van openingen in de waterkering		Toegangswegen
63 Natuurlijk hogere delen	Natuurlijke verhogingen in het maaiveld, waardoor de kans op overstroming aanzienlijk minder is dan in de omgeving	Den Haag: hoger gelegen woonwijken op strandwallen	In het westen huidige hoge plekken reserveren als vluchtplaats of verdere maaiveldverhoging indien locatie beschikbaar komt
64 Aanplemping	Dempen en met de vaste grond gelijkmaken van een deel van een waterloop	Oude en nieuwe havengebieden Amsterdam, Rotterdam en Drechtsteden	Niet ophoogbaar bij aanpassing normen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
65 Kunstmatig eiland	Een opvulling met land in het water. Ligt los van de oever in permanent water	IJburg: opgehoogd zandplaten waardoor eilanden ontstaan. Eilanden voor de kust	Na aanleg en bebouwing, weinig flexibele oplossing. Bij goede aanleg+randvoorwaarden mooie oplossing
66 Maaiveldverhoging	Kunstmatige ophoging van het bestaande maaiveld	Masterplan Waterstad Westergouwe, Japan	Weinig flexibel na verhogen, rekening houden met zettingen en mogelijke toepassing voor minder hoogwaardige materialen
67 Terp (of wierde, vliedberg)	Kunstmatig opgeworpen heuvel boven het hoogste vloedniveau voor bewoning of als vluchtplaats bij overstroming in gebruik	Overdiepse Polder bestaande boerderijen worden afgebroken en op terpen opnieuw opgebouwd. Football stadium in New Orleans was bedoeld als orkaanbestendige vluchtplaats	Garantie van erosiebestendigheid en robuust aanleggen
68 Retentiegebieden	In dit gebied bergt men tijdelijk, bij hevige regenval, water. Dit opdat stroomafwaarts gelegen gebieden niet overstromen		
69 Natuurlijke waterbuffer	Een natuurlijk meer, plas, vliet of ander boezemwater, dient als waterbuffer door piekafvoeren van regen en/of rivierwater op te vangen	Zuid-Hollands plassenengebied, Friese Meren	Bij creëren van nieuw 'groen' kan een dubbel-functie als recreatie/ waterbuffer worden overwogen
70 Kunstmatige waterbuffer	Kunstmatig gegraven of met kaden omgeven gebied voor waterberging	Ontwerp Rotterdam Waterstad 2035: voorstel voor kunstmatig watersysteem waarin piekafvoeren worden opgevangen, water gebufferd en ingezet voor kwaliteit van buitenruimte	Effect van incidentele overstromingen op het landgebruik



65



66



67



68



69



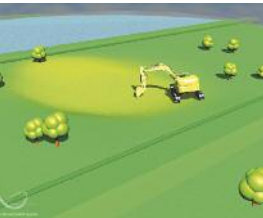
70



72



73



74



75



76

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
71 Bovenstroomse maatregelen	Maatregelen die in Duitsland of nabij Lobith getroffen worden, om te voorkomen dat overstromingen in het westen van Nederland voorkomen		
72 Uiterwaard vergroten	Vergroting van het stroomoppervlak van de rivier door terugleggen winterdijk	Nijmegen: bij Lent wordt de dijk verlegd waardoor een nieuwe watervoerende geul ontstaat	Uitvoeringsaspecten
73 Rivier (zomerbed) verdiepen	Plaatselijk verzandt de rivier (benedenrivierengebied) en plaatselijk vindt erosie plaats (bovenrivierengebied). Er kan met ingrepen worden gestuurd		
74 Uiterwaarden afgraven	Het doorstroomoppervlak van de rivier kan worden vergroot door uiterwaarden af te graven	Crezeepolder (Hendrik-Ido-Ambacht)	Verandering in geohydrologische omstandigheden
75 Vloedvlakte	Vlakte of laagte die bij een hoge waterstand in een rivier onder water komt te staan	Overdiepse Polder: door het verlagen van de bestaande dijk langs de Bergse Maas kan bij hoogwater water door de polder stromen	Standzekerheid en erosiebestendigheid. Effect van incidentele overstromingen op het landgebruik
76 Hoogwatergeul	Geleiding via een omloopkanaal	Stadsdeel Ostrahege, Dresden wordt afgescheiden door een groene hoogwatergeul	Ruimtebeslag en impact bestaande infrastructuur groter dan bij versterking primaire waterkering

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
77 Nieuwe rivieren of kanalen	Verbeterde waterafvoer kan worden gerealiseerd door nieuwe rivieren of kanalen te graven	Pannerdensch Kanaal	
78 Drainage	Constructies voor het afvoeren van overtollig grondwater		Veelal uitgevoerd als geperforeerde kunststofbuizen met omhullingsmateriaal
79 Smartdrain	Voorziening waarin het eerste (mogelijk verontreinigde) deel van de regenwaterafvoer anders wordt afgevoerd dan het overige regenwater		Afgezien van de verzamelput bestaat smartdrain uit rioleringsonderdelen, die overal verkrijgbaar zijn. Het concept kan daardoor eenvoudig geïntegreerd worden in onderhouds- en renovatiewerkzaamheden zoals wegconstructies
80 Superdrain	Een superieur ronde drain ontworpen voor maximale afvoercapaciteit	Japan, Ierland, Groot-Brittannië	
81 Gescheiden stelsel	Systeem dat bestaat uit twee aparte buizenstelsels voor de inzameling en afvoer van afvalwater (dwa = droogweerafvoer) en regenwater (rwa = regenwaterafvoer)		
82 Gemengd stelsel	Systeem waarbij afvalwater (van huishoudens en/of bedrijven) en regenwater gezamenlijk worden ingezameld en afgevoerd door een leidingstelsel		
83 Verbeterd gemengd stelsel			



77



78



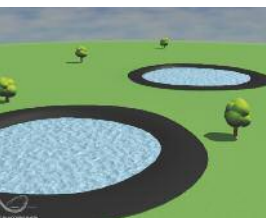
80



81



82



84



86



87



88

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
84	Bergbezinkvoorziening	Voorziening, meestal in de vorm van een ondergrondse betonnen bak, bedoeld voor de bezinking van vuil uit overstortwater van een (gemengd) rioolstelsel	Het principe van een bergbezinkbassin is het bergen van rioolwater en het laten bezinken van zwevende deeltjes, waaraan verontreinigingen zijn gebonden
85	Goten/greppels	Constructies ter berging en geleiding van regenwater aan de oppervlakte	Het zichtbaar houden voorkomt foutaansluitingen
86	Natuurlijke waterberging	Natuurlijke voorziening voor het tijdelijk opslaan van water	
87	Kunstmatige waterberging	Kunstmatige voorziening voor het tijdelijk opslaan van water	
Structurele capaciteit: individuele maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
88	Afkoppelen	Scheiden van schoon en verontreinigd afvalwater gericht op een duurzame waterhuishouding	
89	Ondergronds infiltreren (buizen, sleuf of krat)	Een ondergrondse infiltratievoorziening bestaat uit een ondergrondse berging, waarin het water door middel van een buis terechtkomt. Vanuit de berging kan het water vervolgens in de ondergrond wegzijgen	Behalve voor infiltratierielen zijn er op dit moment geen geschikte methoden en apparatuur voor reiniging
90	Regenton/regentank	Voorziening die veelal ter ondersteuning van de communicatie (bewustwording) wordt ingezet. Bufferende capaciteit is te verwaarlozen	Voordeel: waterbesparing, afvlakken van piekbelasting van het rioolstelsel, bewustwording van gebruikers. Nadeel: in de vorstperiode moet de zuil leeg en is dan niet te gebruiken

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
91	Waterdoorlatende verharding	Verharding uit poreus materiaal	Grote oppervlakken, denk aan parkeerplaatsen, kunnen worden uitgevoerd in waterdoorlatende bestrating: dit brengt dikwijls overdimensionering met zich mee waardoor andere oppervlakken kunnen afwateren op de waterdoorlatende bestrating. Groot nadeel van waterdoorlatende bestrating is dat het gevaar voor dichtslibben van poriën of voegen reëel is. Speciale zuigmachines kunnen hier een oplossing bieden
92	Waterpasserende verharding	Verharding met vergrote voegen (middels nokken aan de zijkant van de stenen) waardoor het water infiltreert	
93	Meer verkoelingswater	Voorkomen van energieproblemen	
94	Meer zwarte grond in tuin	Minder verharding, gemakkelijke infiltratie in ondergrond	
95	Low impact development		
96	Vegetatie daken	Plat of licht hellend dak beplant met vetplanten en/of gras	Verenigde Staten, Gemeentelijk Archief, abri's Rotterdam
			De daken vergroten het groene oppervlak in de stad en hebben een positieve invloed op de luchtkwaliteit. Daarnaast vertragen zij de afvoer van regenwater. Belangrijk aspect is het draagvermogen van het dak. Er dient rekening te worden gehouden met een forse extra dakbelasting



95



96



97



98



99

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
97	Natte daken Platte en hellende daken voor waterbuffer	Chicago	Indien voldoende draagkracht aanwezig is op platte daken is het mogelijk om het regenwater op het dak vast te houden. Door verhoging van dakranden en overloop op de regenpijp kan het water worden geborgen. Regenwater dat op deze daken valt, verdampt gedeeltelijk. Het overschot aan neerslag stroomt vertraagd af
98	Kruipruimteloos bouwen De begane grondvloer is aan de onderzijde voorzien van isolatie	Stad van de Zon te Heerhugowaard. Steigereiland te Amsterdam. Nieuwbouwlocaties te Almelo	Voordelen: minder grondverzet bij het bouwrijp maken (afhankelijk van gekozen systeem): minder kans op vochtproblemen: minder warmteverlies (5 % energiebesparing mogelijk); meer kans op goede luchtdichtheid. Nadelen: kabels en leidingen liggen in de vloer
99	Bouwen met verhoogd vloerpeil ten opzichte van straatpeil. Nieuwbouw: verhoogd vloerpeil ten opzichte van maaiveld		Noodzakelijke aanpassing in verband met toegankelijkheid is het toepassen van een hellingbaan naar toegangsdeur. Ophoging terrein door middel van taluds bij gevelaansluiting. Beperking is lengte hellingbaan op eigen terrein, niet geschikt voor stedelijk gebied (voorgevel ligt in rooilijn)

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadele
100	Dry-proofing Waterdicht en vloedstroombestendig bouwen	Groot-Brittannië	Gevel moet bijvoorbeeld constructief bestand zijn tegen waterdruk. Nadelen: Gebouwen met kruipruimte technisch moeilijk waterdicht te maken ter plaatse van beganegrondvloer onder andere vanwege kruipluik
101	Bouwen met waterbestendige keerschotten Waterbestendige keerschotten in gevelopeningen	Dordrecht	Nadelen: slechte waterdichtheid. Tijdelijke bescherming
102	Bouwen op palen Constructies op palen, waarvan het kunstmatige 'maaiveld' boven overstromingsniveau is	Yokohama Sport stadion (Japan)	Waterkwaliteit van het water onder een gebouw verdient extra aandacht. Voordelen: goed te combineren met waterberging. Nadelen: erosie/ontgroning rond de palen heeft direct effect op de veiligheid van het gebouw
103	Niet-bewoonbare begane grond Souterrain	Dordrecht	
104	Vochtvoorziening		



100



101



102



103



104



Adaptieve capaciteit: collectieve maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
1	Langere planningshorizon	In het planproces wordt gewerkt met een langere planningshorizon	Deltacommissie
2	Locatiekeuze verstedelijking	Er vindt geen verstedelijking plaats op plaatsen die vanuit het watersysteem gezien ongewenst zijn	Niet bouwen in overstromings-gevoelige gebieden Nadeel is dat het hier vaak om gewilde woonlocaties gaat
3	Adaptatiestrategie	In het planproces worden niet alleen verschillende maatregelen beschouwd, maar ook verschillende implementatiemomenten	Thames Gateway
4	Timing adaptatie-maatregelen	Op het juiste moment inzetten van maatregelen	
5	Actief leren	Leren door te doen	
6	Publieke inspraak en invloed	Omwonenden worden betrokken bij de totstandkoming van waterplannen of ruimtelijke waterstrategieën	Probeer aan te haken bij de wijze waarop bij veel ruimtelijke plannen het publiek meedenkt Uitdaging is om het plan van onderwerp ook bij het publiek op de agenda te krijgen
7	Versterken capaciteit van bestuurders en professionals	Bestuurders en professionals zijn in staat om bij trendveranderingen en rampen adequate maatregelen te treffen	Organiseer trainingen voor bestuurders en professionals Nadeel: simulaties zijn slechts een verwachting van wat er werkelijk kan gebeuren
8	Vergroten bewustzijn van en bezorgdheid over klimaat	Bestuurders zijn en blijven zich bewust van de gevolgen van klimaatverandering	Campagnes, trainingen en andere activiteiten Effectiviteit van de in te zetten middelen is lastig te voorspellen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
9	Vergroten bewustzijn over noodzaak adaptatie (maatregelen) onder bestuurders en professionals	Bestuurders en professionals realiseren zich dat adaptatiemaatregelen nodig zijn om ook op lange termijn weerstand te kunnen blijven bieden aan de gevolgen van klimaatverandering	Bestuurders vinden adaptatiemaatregelen een vanzelfsprekendheid Voordeel hiervan is dat externe partijen niet steeds weer de klimaatverandering hoeven te agenderen
10	Procedures, wet en regelgeving	Zeker stellen van waterrobustheid van de gebouwde omgeving in procedures, wet en regelgeving	Bijvoorbeeld de vastlegging van afspraken voor waterrobuuste inrichting in een Grondexploitatieplan Voordeel is dat afspraken over waterrobuuste inrichting ook financieel vastliggen
11	Reservering van ruimte	Het reserveren van fysieke ruimte voor het nemen van maatregelen in de toekomst	Langs primaire waterkeringen
12 (Erf)pacht			
Adaptieve capaciteit: individuele maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
13	Versterken capaciteit van bewoners	Versterken van de capaciteit van burgers om zelf maatregelen te treffen	Nijmegen
14	Vergroten bewustzijn van en bezorgdheid over klimaateffecten onder bewoners	Burgers zijn en blijven zich bewust van de gevolgen van klimaatverandering	Nederland, Duitsland, Engeland. Campagnes en andere media-events kunnen hier steeds aan bijdragen Effectiviteit van de in te zetten middelen is lastig te voorspellen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
15	Vergroten bewustzijn over noodzaak adaptatie(maatregelen) onder bewoners	Burgers realiseren zich dat adaptatiemaatregelen nodig zijn om ook op lange termijn weerstand te kunnen blijven bieden aan de gevolgen van klimaatverandering	Burgers vinden adaptatiemaatregelen een vanzelfsprekendheid bij de inrichting van (hun) publieke ruimten
16	Vastleggen maatregelen in privaatrechtelijke overeenkomsten, (koop)contracten, et cetera.	In een koopovereenkomst staat dat de woning volgens een waterrobuuste standaard is gebouwd	

Herstelcapaciteit: collectieve maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
17	Verantwoording	De overheden leggen verantwoording af over de overlast of ramp, en de genomen (nood)maatregelen	
18	Evaluatie, onderzoek en leren	Leren van de overlast of ramp	
19	Compensatie	Burgers kunnen na de ramp een tegemoetkoming in de kosten krijgen	
20	Noodhulp	Stel een noodhulpplan op	Wanneer gebieden door een calamiteit bijvoorbeeld onbereikbaar worden, kunnen noodhulpvoorzieningen deze gebieden bevoorraden
21	Mobiliseerbare werkracht en materieel	Richt specifieke gezamenlijke werven in voor hulpdiensten, leger en Rijkswaterstaat die dienstdoen tijdens calamiteiten	Zodra een gebied wordt getroffen, kan vanuit deze gezamenlijke werf integrale hulp worden geleverd

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
22	Financieringsarrangementen		
23	Schoonmaken	Schoonmaken van woningen, infrastructuur, voorzieningen en openbare ruimte	Mogelijke aanwezigheid van verontreinigingen
24	Beheersregels en afspraken		Wateroverlast/overstroming
25	Raamcontracten	Van voorraad bouwmaterialen ten behoeve van herstel infrastructuur, voorzieningen en gebouwen	Wateroverlast/overstroming

Herstelcapaciteit: individuele maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
26	Schadevergoeding	Vergoeding voor ontstane schade	
27	Verzekering	Burgers zijn verzekerd tegen alle gevolgen die voortkomen uit de klimaatverandering	Billijkheid
28	Psychosociale zorg	Biedt getroffen van een calamiteit hulp bij ongevallen	Zet sociale helpteams op om in getroffen gebieden te hulp te schieten Benadruk hierbij de groep die deze hulp het hardste nodig heeft
29	Gezondheidszorg		
30	Subsidies voor waterrobuust herstellen	Na een calamiteit wordt de openbare ruimte waterrobuust heringericht	Een doeltreffend en 'snel' subsidiesysteem zorgt voor een doeltreffende toedeling van middelen Een subsidiesysteem werkt wellicht te langzaam om de samenleving na een calamiteit snel te kunnen herstellen
31	Schoonmaken	Schoonmaken van woningen en tuinen	Na een calamiteit zijn gebouwen zo snel mogelijk weer bruikbaar Mogelijke aanwezigheid van verontreinigingen

Schade reductie capaciteit: collectieve maatregelen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
32 Ruimtelijke waterstrategie	Strategie waarbij maatregelen gericht op het verkleinen van de kans, worden gecombineerd met maatregelen voor het verkleinen van de schade-component van het risico	Hamburg	Een ruimtelijke waterstrategie gericht op risicoreductie kan tegelijkertijd leiden tot een ruimtelijke meerwaarde
33 2D- of 3D-bestemmingsplan	Een plan dat beschrijft wat er met de ruimte in een bepaalde gemeente mag gebeuren. Bouwvragen en gebruiksiniciatieven moeten aan het bestemmingsplan worden getoetst. Een 3D-bestemmingsplan is een plan dat naast een X- en Y-coördinaat ook een Z-coördinaat heeft	Alle vastgestelde bestemmingsplannen in Nederland zijn nog 2D	Een voordeel van het werken met 3D-bestemmingsplannen is dat de verschillende (ondergrondse) functies goed in beeld kunnen worden gebracht, bijvoorbeeld water en wonen
34 Structuurvisie	De Structuurvisie is een strategisch beleidsdocument over de ruimtelijke ontwikkelingen van een gebied		Alle overheidslagen zijn met de invoering van de nieuwe Wet op de ruimtelijke ordening verplicht om een Structuurvisie vast te stellen
35 Risicokaarten	Een zoneringskaart waarop de watergerelateerde klimaatrisico's in verschillende categorieën (van gevaar) zijn aangegeven	Dresden	Dilemma: moet een gemeente dergelijke informatie actief of passief verspreiden?
36 Risicozonering	Een gebied wordt ingedeeld in zones met verschillende risicoprofielen. Bebouwing en gebruik zijn aangepast aan het risicoprofiel	Zie bijvoorbeeld het gebruik van risicozoneringen in de externe veiligheid	Risicozoneringen vormen een flinke ruimtelijke claim op grondgebied. Burgers kunnen hiervoor wellicht planschade claimen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
37 Risicocommunicatie	Communicatie naar de burger, bijvoorbeeld met campagnes of risicokaarten, bedoeld om de burger op de hoogte te brengen van de risico's en om zijn gedrag te beïnvloeden	Wordt veelvuldig toegepast rondom gebieden met veel inrichtingen waarbinnen met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt	Risico's zijn voor iedereen in een oogopslag op kaart te zien
38 Waarschuwingssysteem	Systeem dat burgers tijdig op de hoogte stelt wanneer er een overstroming, wateroverlast, droogte of hitte optreedt		Kan wellicht leiden tot paniek wanneer de te ondernemen stappen bij de bevolking onbekend blijven
39 Alarmering	Afgeven van een alarm wanneer een bepaalde grenswaarde is overschreden		Kan wellicht leiden tot paniek wanneer de te ondernemen stappen bij de bevolking onbekend blijven
40 Bouwvoorschriften	Wettelijke voorschriften voor het gebruik (bepaalde activiteiten of functies worden uitgesloten) en de bouwwijze van een gebouw	Hamburg	Bijvoorbeeld met behulp van een aanvulling op het Bouwbesluit
41 Planningsvoorschriften	Wettelijke voorschriften voor het gebruik (bepaalde activiteiten of functies worden uitgesloten) en de inrichting van een gebied	Hamburg	Bijvoorbeeld met behulp van speciale AmvB's voor de waterrobuuste inrichting van daartoe aangewezen gebieden
42 Plan voor waarborging bedrijfszekerheid van utiliteitsvoorzieningen	Bedrijfsvoering kan doorgang vinden in tijden van 'calamiteiten'		
43 Adviesgroepen			
44 Advies aan publiek			
45 Certificering technieken	Een procedure waarbij een gemandateerde organisatie een officiële verklaring geeft dat een product, proces of systeem aan specifieke eisen voldoet	Kitemark (Groot-Brittannië)	Waterrobuuste producten kunnen een certificering krijgen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
46 Rampenbestrijdingsplan	Een plan waarin het geheel van bij die ramp te nemen maatregelen is opgenomen	Wordt algemeen gebruikt in Nederland, maar is vaak nog niet toegespitst op wateroverlast	De vraag is wie bij de vaststelling en handhaving van de plannen betrokken moeten zijn: wellicht zorgt dit voor ongewenste vergroting van administratieve en organisatorische lasten
47 Rampenplan	Een plan dat een overzicht geeft van de betrokken hulpdiensten en overige organisatie. Het bevat een waarschuwings- en afsprakenschema voor het optreden bij alle ramptypen	Wordt algemeen gebruikt in Nederland, maar is vaak nog niet toegespitst op (extreme) wateroverlast	De vraag is wie bij de vaststelling en handhaving van de plannen betrokken moeten zijn: wellicht zorgt dit voor ongewenste vergroting van administratieve en organisatorische lasten
48 Rampenoefening	Het oefenen van maatregelen bij een ramp om de kennis onder betrokken bestuurders en hulpverleners te vergroten	Wordt algemeen gebruikt in Nederland. November 2008 vindt de TMO (Taskforce Management Overstromingen) plaats	Zorgt voor extra 'oefendruk' bij hulpdiensten en bestuurders
49 Rampenbestrijding	Het breed nemen van maatregelen tijdens en na een ramp, om de effecten van die ramp te stoppen en de gevolgen minimaal te houden	Wordt algemeen gebruikt in Nederland, ook bij (extreme) wateroverlast	
50 Crisisbeheersing en coördinatie	Het regisseren en coördineren van de hulpverlening, informatieverstrekking en dergelijke tijdens een calamiteit	Zie bijvoorbeeld het veel gememoreerde optreden van de Enschedese burgemeester Mans tijdens de vuurwerk-ramp in 2000	In geval van een dreigende overstroming of droogte zal vaak snel sprake zijn van horizontale en verticale opschaling binnen de structuur van de nationale en de crisisbesluitvormingsprocessen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
51 Crisiscommunicatie	Communicatie van tevoren (preparatie) en tijdens (respons) de calamiteit. Informeren over vluchtwegen en vluchtplaatsen	Hamburg: de burgers worden elk jaar met folders geïnformeerd over het gevaar en een mogelijke evacuatie in hun specifieke buurt	Goede actualisering van informatie tijdens preparatie
52 Noodvoorzieningen (noodstroom, drinkwater, telecom)	Tijdelijke voorzieningen om uitgevallen nutsvoorzieningen te vervangen.	Noodenergiecentrales in ziekenhuizen en dergelijke	Dilemma: welke onderdelen van een maatschappij worden hiervan voorzien?
53 Hulplijn	Telefoonlijn voor het beantwoorden van vragen van burgers tijdens of na afloop van een calamiteit	Vergelijk bijvoorbeeld de hulplijnen voor familieleden die worden ingesteld als een ramp plaatsvindt	
54 Zichtbaar maken van watersystemen	Hoe wordt water afgevoerd? Door water via de straten af te voeren, wordt aan het publiek getoond hoe het Nederlandse watersysteem in elkaar zit		
55 (Her)gebruik van hemel- of afvalwater	Verstandig gebruik van water		
56 Hoogwaterinformatiesysteem	Een geautomatiseerd informatiesysteem, dat informatie biedt om de calamiteitenbestrijding bij een overstroming te ondersteunen	Ook toegepast bij informatievoorziening voor de scheepvaart	Biedt ook informatie over de waterstand op korte en middellange termijn
57 Hemel- en grondwaterinformatiesysteem	Een geautomatiseerd informatiesysteem, dat de balans tussen neerslag en de watersituatie in de bodem monitort		Van nut op plaatsen waar neerslag langer op maaiveldniveau blijft liggen als gevolg van ondoordringbare lagen

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
58	Evacuatieplan	Een plan voor de aanpak van een evacuatie bij een dreigende (overstromings) calamiteit	Algemeen voorkomende plannen, voornamelijk voor gebouwen waarin zich grote hoeveelheden personen of gevaarlijke stoffen bevinden
59	Evacuatieoefening	Het oefenen van een evacuatie om de kennis onder betrokken bestuurders en hulpverleners te vergroten	Wordt op kleine en middelgrote schaal regelmatig georganiseerd, meestal in het kader van terrorismebestrijding. Bijvoorbeeld evacuatieoefening Amsterdam Arena in 2005
60	Community-based waarschuwings-schema		
61	Preventief evacueren	Wegzenden van de bevolking (en dieren) uit een bedreigd gebied om slachtoffers te voorkomen	Zie bijvoorbeeld de preventieve evacuatie van New Orleans in de zomer van 2008
62	Droogte-informatiesysteem	Een geautomatiseerd informatiesysteem, dat informatie biedt om de calamiteitenbestrijding bij droogte te ondersteunen	Droogte/hitte
63	Waterbesparing	Voorlichting van burgers om minder water te gebruiken	Zie bijvoorbeeld de reclamecampagnes 'Wees zuinig met water'
64	Verbod op irrigatie en sproeien	Het verbieden van agrariërs/burgers om hun land te irrigeren of te sproeien	Australië, Nederland Roept controversie op, gezien de directe financiële belangen die hiermee gemoeid zijn ten aanzien van agrariërs

Schadereductiecapaciteit: individuele maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
65	Vergroten waterbewustzijn	Het besef van kansen of bedreigingen die te maken hebben met water	Campagne om de rol die water in de omgeving heeft te benadrukken
66	Vergroten waterbewust gedrag	Gedrag dat wordt beïnvloed door het besef van kansen en bedreigingen van water	Regelmatig worden campagnes gevoerd met als inzet een watergerelateerd thema Dit gebeurt in Nederland sinds tientallen jaren
67	Hogere volgzaamheid		
68	Hogere risico acceptatie		
69	Subsidies voor waterrobuuste inrichting	Een subsidie aan een ontwikkelende of herontwikkende partij om zijn grondgebied waterrobuust herin te richten	Subsidieverstrekking leidt tot administratieve lasten
70	Verzekering op voorwaarde dat waterrobuuste maatregelen zijn genomen	Een verzekering die extra eisen stelt aan de waterrobuuste inrichting en bebouwing in een gebied	De eisen die gesteld moeten worden aan een waterrobuust gebouw of gebied moeten dan worden geformaliseerd
71	Plan voor waarborging bedrijfszekerheid van bedrijven	Bij calamiteit blijft de bedrijfsvoering gewoon doorgaan.	
72	Eigen noodvoorzieningen (noodstroom, drinkwater)	Particulieren voorzien zichzelf van een voorziening voor noodstroom en water	Vraag is in hoeverre de particulier voor de financiering opdraait
73	Noodvoorraad	Het aanleggen van noodvoorraden die in tijden van calamiteiten benut kunnen worden	
74	Bereikbaarheid van wijken en gebouwen	Wijken en gebouwen dienen bereikbaar te zijn	
75	Redden en redderen		
76	(Her)gebruik van hemel- of afvalwater	Verstandig omgaan met het beschikbare water	
77	Evacuatiepakket	Voldoende hulpmiddelen in huis	

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
78	Geen automatisch recht op aankoppelen		
79	Vluchten		
80	Waterbesparing	Besparen van water in schaarste	
Structurele capaciteit: collectieve maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
81	Watertoets	Instrument dat gebruikt wordt om al in de beginfase van ruimtelijke plannen en besluiten water (beheersing) mee te nemen	Verplicht bij de vaststelling van ruimtelijke plannen in Nederland
82	Beheersplan	Verplicht plan bij de instandhouding van Natura2000-gebieden, dat de taakopdracht van de beheerder formuleert	Het bevoegd gezag is verplicht deze vast te stellen voor de Natura2000-gebieden op zijn grondgebied
83	Onderhoudsplan	Het onderhouden van bijvoorbeeld waterkerende constructies in enge zin en brede zin (openbare ruimte)	
84	Verhogen normen	Verhogen van de normen om te kunnen blijven voldoen aan de veranderende randvoorwaarden	
85	Stedelijk waterplan	Een instrument om waterbeleid onderling en met andere partijen af te stemmen	Verschillende Nederlandse gemeenten hebben waterplannen vastgesteld, zoals Den Haag en Gorinchem

	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
86	Breed gemeentelijk rioleringsplan	Een strategisch beleidsdocument dat aangeeft hoe een gemeente invulling wil geven aan de wettelijke zorgplicht inzake een doelmatige inzameling en transport van afvalwater. Het bevat de hoofdlijnen van aanpak voor het bereiken van een gewenste situatie	Algemeen toegepast door Nederlandse gemeenten
87	Toezicht houden		
88	Calamiteitenplan	Een draaiboek waarin verschillende acties om de dijk te bewaken (in geval van calamiteit) staan vermeld. Volgens de Waterstaatswet 1900 zijn waterbeheerders verplicht dit op te stellen	
89	Flexibel peilbeheer	Het toestaan van ruime marges waarbinnen het waterpeil mag fluctueren, met als doel om beschikbare waterreserves optimaal te benutten respectievelijk afwenteling van problemen zoveel mogelijk te voorkomen	
Structurele capaciteit: individuele maatregelen			
	Omschrijving	Toepassing (voorbeelden)	Aandachtspunten Voor/nadelen
90	Kennis en capaciteit dijkleger (inspectie, herstel, versterken dijken en kaden)	Up-to-date houden kennis faalmechanismen dijken bij dijkwachten en voldoende capaciteit	Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Rivierenland, et cetera



*Figuur Bll.1+2
Waterrobuuste
elektriciteitsvoorzie-
ningen, Hamburg*



*Figuur Bll.3
Drijvende woningen,
Maasbommel*



Abrahamse, P.A., Blonk, I.C., Nieweg, M.R. & I.D. Sparreboom, 2005. Action Learning, Modellen, Instrumenten, Organisatie. Amsterdamse Hogeschool voor Techniek, Instituut voor Informatica, versie 0.1.

AD, 30 juni 2008. Verwoesting van New Orleans opende de Nederlandse hulpverleners de ogen, Denken over de gevolgen ramp is nieuw, krantenartikel door Jeroen de Vreede.

Adviescommissie Gebiedsontwikkeling o.l.v. Riek Bakker, 2005. Ontwikkel Kracht! Eindrapport van de adviescommissie gebiedsontwikkeling, Amersfoort.

Bakas, A., Creemers, R. & T. Decnop, 2007. Wonen op water in een wereld zonder olie. Schiedam.

BBWM, 2007, Ontwatering in stedelijk gebied, ISBN 978-90-5367-466-6.

Biron, D.J., 2004. Beter bouw en woonrijp maken: Een verkennend onderzoek naar het bouw en woonrijp maken in de Nederlandse praktijk en de problematiek rondom wateroverlast op de bouwplaats, MSc-thesis, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, TU Delft.

Bowker, P., Escarameia, M. & A. Tagg, 2007. Improving the Flood Performance of New Buildings, Londen, DEFRA/CIRIA. ISBN 978 1 85946 287 4.

Braakhekke, W., Herik, K. van den, Litjens, G. & A.. van Winden, 2006. Natuurlijke klimaatbuffers - Adaptatie aan klimaatverandering, Wetlands als waarborg. Stroming b.v. in opdracht van o.a. vereniging natuurmonumenten. ISBN 10: 907 4647 59 6/ISBN 13: 978 90 74647 59 5.

BREEAM Centre at the Building Research Establishment, 2007. Code for Sustainable Homes. Londen, Department for Communities and Local Government.

Bruijn, H. de, Heuvelhof, E. ten & Veld, R., in 't, 2002. Procesmanagement. Over procesontwerp en besluitvorming, Academic Service, Schoonhoven, 2de herziene druk.

BugelHajema adviseurs, 2007. 'Geen peil op te trekken'. Een onderzoek naar het vloerpeil van bebouwing in relatie tot veiligheid en wateroverlast, Utrecht, Stowa, projectcode 989.14.50.00.00 v2 concept.

Built Environment, 2007. Climate change and cities (guest editor: Darryn McEvoy). Volume 33, number 1.

Buishand, A. & Wijngaard J., 2007. Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren. De Bilt, KNMI. Rapport TR295.

Cooper, J, High, H., Donovan, B. & Steel, M., 2006. Paper 065 management of residual risk using non structural responses in the thames estuary. JBA Consulting, UK, Environment Agency, UK.

CUR en Ruimte voor de Rivier, 2008, Waarde van wonen aan de Rivier, hoogwaterbestendig maken en verplaatsen van woningen langs rivieren, CUR commissie 165 'Wonen op Locatie'.

Deltacommissie, 2008. Samen werken met water, Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst, Bevindingen van de Deltacommissie 2008, Deltacommissie, 134 pagina's.

DHV, 2008. Klimateffectschetsboek Zuid-Holland, versie 1.3, Alterra, DHV, KNMI, VU, Provincie Zuid-Holland, 2008.

Droogtestudie Nederland, 2005. Watertekortopgave, Eindrapport, Lelystad, RIZA, RIZA-rapport 2005.015.

Droogtestudie Nederland, december 20041. Samenvattend rapport fase 2A, Proces en beleid, Resultaten Droogtestudie Nederland, Lelystad, RIZA, RIZA-rapport 2004.029.

Droogtestudie Nederland, december 20042. Samenvattend rapport fase 2A, inhoudelijke analyse. Resultaten Droogtestudie Nederland, Lelystad, RIZA, RIZA-rapport 2004.030.

Drunen, M. van, et al., 2006. Naar een klimaatbestendig Nederland, samenvatting routeplanner. ARK. ISBN10 90 376 0504 4/ ISBN 13 978 90 376 0504 4.

Drunen, M. van & R. Lasage, 2007. Klimaatverandering in stedelijke gebieden, een inventarisatie van bestaande kennis en openstaande kennisvragen over effecten en adaptatiemogelijkheden, ARK.

Eijk, R.A. van der, 2002. Alternatieven voor de zandzak als tijdelijke waterkering, Masterthesis, TU Delft, faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen.

Erenstein, H., 2007. Beperken van de gevolgen van overstroming - leren van mitigation planning in de Verenigde Staten. Den Haag, NIROV. ISBN 978 90 809958 6 4.

Fan Daidu & Li Congxian, 2006. Complexities of China's Coast in Response to Climate Change. Shanghai, China, State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University. Article ID: 16731719 (2006) Suppl. 1005405.

Fit, J.J., 2006. Drijvende woningen, op weg naar een volwassen segment van de woningmarkt? Amsterdam School of Real Estate, Amsterdam.

Gemeente Haarlem, 2004. Integraal Waterplan Haarlem. Haarlem, gemeente Haarlem.

GeoDelft, oktober 2003. Kustrijke kans. GeoDelft, Delft.

GeoDelft, november 2004. Quick scan Ruimte voor de Rivier, Grondmechanische en geohydrologische aspecten, GD 415820.

GeoDelft, 2007. Overstroombare dijken, CO430510.

Gersonius, B., Zevenbergen, C. & S. van Herk, 2000. Managing flood risk in the urban environment: linking spatial planning, risk assessment, communication and policy. In: Adaptive and integrated water management. Ed. RahlWostl, C., Kabat, P. & J. Möltgen, Springer. ISBN 978 3 540 75940 9.

Gezondheidsraad: Commissie Risicomaten en risicobeoordeling, 1996. Risico, meer dan een getal. Den Haag: Gezondheidsraad. Publicatie 1996/03.

Gottschalk, M.K.E., Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland, diverse delen.

Graaf, R. de, Bueren, B. van, Czapiewska, K., Fremouw, M. & M. Kuijper, 2006. Floating City IJmeer. DeltaSync_04.

Graaf, R.E. de, Giesen, N.C. van de & F.H.M. van de Ven, 2007. The closed city as a strategy to reduce vulnerability of urban areas for climate change. Delft, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology. Water Science & Technology Vol 56 No 4 pp 165173.

Hoes, O. & van Leeuwen, E., 2007. Dictaat Polders & Flood control, TU Delft,

Hoeven, van der N., Wals, A. & Blanken, H., 2007. De akoestiek van Sociaal leren. Essay nummer 4, De reeks 'Duurzame Ontwikkelingen' is een uitgave van het programma, Leren voor Duurzame Ontwikkeling 2004-2007, Van marge naar mainstream. Senter/Novem, Utrecht.

Immink, I., 2007. Voorbij de risiconorm: Nieuwe relaties tussen ruimte, water en risico, Eburon, Delft

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Fourth Assessment of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Rafiqul Islam, M. & Liakath Ali, Md., January 2005. A flood prone mega city in the GangesBrahmaputraMeghna (GBM) Delta, Dhaka, Bangladesh, Urbanize Floodprone Delta project.

Jorna, L., 2007. Omgaan met wateroverlast en overstromingsrisico's in de Thames Gateway. Rijkswaterstaat-RIZA.

Jutte, J. & L. Dekker, 2002. Waterbewust bouwen. Rotterdam, SBR.

Klein, J.D., 2006. Water in de ruimte - verkennende studie. Breda, Witteveen+Bos. Rapport RW119521/stra/ 004.

Klooster, S. van 't, Walraven, A., Rozema, J. & J. Aerts, 2007. Verslag van de workshop 'Denken in discontinuïteiten'. Amsterdam, project 'Aandacht voor veiligheid' (AVV).

Können, G.P., 2001. Climate scenarios for impact studies in The Netherlands. De Bilt, KNMI.

Kwadijk, J.C.J., 2007. Bovenstroomse maatregelen ter preventie van hoogwaters. Deltares, Staat en Toekomst van de Delta.

Legendijk, A., 2007. Referentiekaarten ruimte voor de rivier in 1850, 2007 en 2015. Deltares, Staat en Toekomst van de Delta.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004. Evaluatienota Waterbeheer, Aanhoudende droogte 2003. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Water.

Ministerie van Verkeer & Waterstaat en club van Maarssen, 2007. Waterinnovatie, Uitgave van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en de club van Maarssen, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Wet op de Waterkering.

Ministerie van VROM, 2006. Nota Ruimte. Den Haag, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Ministerie van VROM, V&W, LNV, EZ, IPO, VNG, UvW, 2007. Maak ruimte voor klimaat. Nationale adaptatiestrategie. Beleidsnotitie.

Mostert, E., 2006. Dictaat Water Law and Organisation, TU Delft.

Nirov, 2007. Omgaan met overstromingsrisico's in de Thames Gateway, Stedelijke planning, ontwerp en risicobeheersing bij de ontwikkeling van de Thames Gateway in Londen. Nirov programma Water, januari 2007.

Oosterberg, W. & van Drimmelen, C., 2006. Rode delta's, Overstromingsrisicobeheer in verstedelijkt gebied - de praktijk in het buitenland. Rijkswaterstaat-RIZA.

Pols, L., Kronberger, P., Pieterse, N. & Tennekes, J., 2007. Overstromingsrisico's als ruimtelijke opgave. Den Haag, Ruimtelijk Planbureau. ISBN 978 90 5662 5658.

Projectbureau Ruimte voor de rivier (2006), PKB deel 4 Ruimte voor de rivier.

RBSO, 2006. Syntheserapport Onderzoeksprogramma Rampenbeheersingsstrategie Overstromingen Rijn en Maas, Ministeries van Verkeer en Waterstaat en Binnenlandse Zaken.

Revans, R.W., 1974. Action Learning, Blond and Briggs, Londen.

RIVM, 2004. Risico's in bedijkte termen, Milieu en Natuurplanbureau, RIVM, mei 2004.

RIZA, 2004. Van kreet naar concreet. Aanzet voor een Maatregelenboek Droogte, Lelystad, RIZA, projectnummer 9 P84-35.

Rotmans, J., 2003. Transitie management sleutel voor een duurzame samenleving. Koninklijke van Gorcum.

Royal Haskoning, 2006. Innovative Solutions for the Delta; DeltaCompBook. Nijmegen, Royal Haskoning.

Ruimtelijk Planbureau, 2007, Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave, Ruimtelijk Planbureau, 2007.

RWS, 2000. Ruimte voor Rijntakken, Rijkswaterstaat, Directie Oost Nederland, WL | Delft Hydraulics, februari 2000.

SBR 2002, Waterbewust Bouwen, Rotterdam, 2002.

Schwartz, M.J.C., 2004. Water en ruimtelijke besluitvorming. Het functioneren van waterschappen in het openbaar bestuur en hun invloed op ruimtelijke beslissingen op gemeentelijk schaalniveau. Geopers, Groningen.

Shaw, R., Colley, M. & Connell, R., 2007. Climate change adaptation by design: a guide for sustainable communities. Londen, TCPA.

Singelenberg, J., 2008. SEV-Advies inzake Waterwonen, publicatie uit het SEVprogramma 'Wat beweegt de woningmarkt?', Rotterdam.

Smits, J., 2007. Waterbewust bouwen. Grontmij, Houten.

Stadsgewest Haaglanden, 2003. MIRUP Handreiking voor milieu in ruimtelijke plannen.

Stichting Platform Fundering (2005), Geen houten palen, toch funderingsproblemen.

Stofberg, F. & Duijvestein, K., 2006. Basisdocument Wat is duurzaam bouwen. Delft, SenterNovem.

Thieken, A. H., Müller, M., Kreibich, H. & Merz, B., 2005. Flood damage and influencing factors: New insights from the August 2002 flood in Germany. Water resources research, Vol 41, W12430, doi:10.1029/2005WR004177, 2005.

Three Regions Climate Change Group, 2005. Adapting to climate change: a checklist for development. Londen, Groot-Brittannië. ISBN 1 85261 795 0.

Three Regions Climate Change Group, 2006. Adapting to climate change impacts - A good practice guide for sustainable communities. Londen, Groot-Brittannië.

TNO, 2007, Bouwprognoses 2006-2011. Delft: TNO.

US EPA Office of Policy Planning and Evaluation, 1995. Anticipatory Planning For SeaLevel Rise Along The Coast Of Maine, Preliminary adaptive response strategy: conclusions and recommendations. Originally published September 1995 by the U.S. EPA Office of Policy, Planning, and Evaluation.

Vaart, R.J.F.M., van der, 2003. Het Europese waterprobleem: het belang van informatievoorziening en van individuele en sociale leerprocessen. In: Biodiversiteit, stroomgebieden en klimaatverandering - laaglanden in Europa. Verslag van de startconferentie bij de tentoonstelling 'Schiereiland Europa'. Een uitgave van Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap en Kasteel Groeneveld, KNAG, Utrecht.

Veld, in 't, R., Docter, L., Dijkzeul, A., & Meuleman, L., 2006. 'Koudwatervrees?' Een advies van de Raad voor Ruimtelijk, Milieu en Natuuronderzoek (RMNO), verschenen in de RMNO-reeks Adviezen, nr A.06. Uitgeverij Lemma bv, Den Haag.

Ven, F.H.M., van de, Tjallingi, S.P., Baan, P., Eijk, P.J., van & Rijsberman, M.A., 2005. Water in drievoud, benaderingen voor stedelijke waterplannen, Uitgeverij Eburon, Delft.

Ven, F.H.M. van de, 2007. Dictaat Water Management in Urban Areas, Delft, TU Delft.

Vis, M. F., Klijn, K., Bruijn, M. de & van Buuren, M., 2003. Resilience strategies for flood risk management in the Netherlands. WL/Delft Hydraulics, TU Delft, RijkswaterstaatRIZA. Intl. J. River Basin Management Vol. 1, No. 1 (2003), pp. 33-40.

Visser, M.H. de, 2007. A Clay Layer as a Revetment for Sea Dikes. The Behaviour of Clay under Wave Loading, Master Thesis.

VROM-raad, 2002. Enkele aansprakelijkheidsvraagstukken in relatie tot waterbeheer 21e eeuw. Den Haag, VROM-raad. ISBN 90 75445 90 3.

VROM-raad, 2007. De hype voorbij - Klimaatverandering als structureel ruimtelijk vraagstuk. Den Haag, VROMraad. ISBN 978 90 8513 028 4.

WINN, 2000. (Hoog)water als uitdaging 2.0, Utrecht: H+N+S landschapsarchitecten in opdracht van WINN (vernieuwde versie november 2007).

Wit, B. de & R. in 't Veld, 2007. VROM wil kennis voor overmorgen. Den Haag, Raad voor RMNO, VROM. ISBN 978 90 72377 71 5.

Zijderveld, A.C., 2000. The Institutional Imperative: The Interface of Institutions and Networks, Amsterdam University Press.

Websites

www.12manage.com/methods_revans_action_learning_nl.html

www.avconsulting.nl

www.bouwrijp.nl

www.eur.nl/fsw/drift/

www.floodscape.netwww.hafencity.com

www.ibosregenwater.nl

www.levenmetwater.nl

www.psib.nl

www.riool.net

www.ruimtexmilieu.nl

www.thamesgateway.org.uk

www.ufmdordrecht.nl

www.ufmhamburg.wb.tuharburg.de

www.waterbestendigbouwen.nl

Visualisaties en foto's

Deltares Gameteam

Gemeente De Ronde Venen

R. de Graaf

KNMI

M.J. Schilt

M.M. Tromp

UNESCO-IHE

L.A. Valkenburg

F.H.M. van de Ven

Witteveen+Bos

Foto's omslag

www.fotosearch.com

Nationale beeldbank



*Figuur L.1
Natuurlijke water-
afvoer in nieuw
stedelijk gebied*

Afkoppelen	Regenwater van schone verharde oppervlakken niet langer afvoeren via het rioolstelsel, maar gebruiken of in de bodem infiltreren of rechtstreeks afvoeren naar het oppervlaktewater.		
Afwatering	Transport van water via een waterlopenstelsel naar een lozingspunt, vanwaar het water kunstmatig of onder vrij verval uit het gebied wordt geleid.		
Afwentelen	Het ongevraagd aan anderen overdragen van problemen met aan en afvoer van water, of de daarmee gepaard gaande kosten en bestuurlijke verantwoordelijkheid.		
Akoestisch onderzoek	In het kader van de herziening van bestemmingsplannen is het op grond van de Wet Geluidhinder noodzakelijk inzicht te krijgen in de geluidbelasting vanwege de infrastructuur in het plangebied. Hiertoe moet een akoestisch onderzoek plaatsvinden naar de geluidbelasting vanwege de wegen, inclusief de spoorwegen, voor de komende 10 jaar (bestemmingsplanperiode). De berekende geluidcontouren worden ingetekend op de plankaart behorend bij het bestemmingsplan.		
Archeologisch onderzoek	Dit bodemonderzoek dient om mogelijke archeologische waarden in de bodem vast te stellen. Het archeologisch onderzoek dient uitgevoerd te worden volgens de richtlijnen van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) en de Commissie voor de Archeologische Kwaliteit (CvAK). Het onderzoek zal geschieden onder de opgravingsvergunning van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB).		
Bedrijventerrein (kantoren)	Karakteristiek voor bedrijventerreinen zijn productie, groot-schalige detailhandel en transport- en distributiebedrijven. Bedrijventerreinen zijn goed bereikbaar voor auto's en vrachtverkeer. Bij intensief ruimtegebruik van de ruimte (veel werknemers) zijn er mogelijkheden voor het verbeteren van het openbaar vervoer. Voor kantoren en 'schone bedrijvigheid' worden aparte kantoorbedrijventerreinen aangelegd, waarbij de trend is om indien het alleen kantoren betreft een parklandschap als gebiedstype te kiezen.		
Bergingscapaciteit	Het volume water dat binnen een bepaald gebied kan worden geborgen tussen het streefpeil en het - volgens de normen - aanvaardbaar hoogste peil, meestal uitgedrukt in kubieke meters.		
Bodemonderzoek	Een bodemonderzoek is een milieukundig onderzoek naar mogelijke verontreinigingen in de bodem. Een (verkennend) bodemonderzoek wordt in het algemeen uitgevoerd in		
		Botulisme	transactiesituaties (koop/verkoop) en ten behoeve van het verkrijgen van bijvoorbeeld een bouwvergunning. Een nulsituatieonderzoek wordt meestal uitgevoerd om de actuele bodemkwaliteit vast te leggen in het geval dat er in de toekomst op de betreffende locatie bodemverontreinigende activiteiten worden verwacht.
		Bouwrijp maken	Een vergiftiging door het vergif botuline, waaraan vooral water-vogels en vissen sterven. In het begin gaat het vooral gepaard met spierverlamming. Er zijn 7 verschillende typen botulisme waaronder enkele die gevaarlijk zijn voor de mens.
		Bouwtechnische maatregelen	Een terrein zodanig inrichten dat aanleg van infrastructuur, woningen, recreatievoorzieningen en dergelijke mogelijk wordt. Maatregel in de woning (in de kruipruimte of kelder, of in de woonruimte), met als doel vochtoverlast te beperken.
		Concurrent engineering	Het parallel ontwikkelen of concurrent engineering is een veel toegepaste ontwerpmethodologie waarbij een team gelijktijdig aan het ontwerp van een dienst of product werkt.
		Doorlatendheid	Het vermogen van de grond om water en/of lucht door te laten.
		Drainage	De afvoer van water over en door de grond en door het waterlopenstelsel.
		Drooglegging	De afstand tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld.
		Duurzaam	Kwalificatie van activiteiten en ontwikkelingen die enerzijds voorzien in de behoefte van de huidige generatie, maar anderzijds niet leiden tot beperkingen voor toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien.
		ECO-scan	In verband met de Flora en Faunawet is de grondeigenaar verplicht een toetsing uit te voeren naar de effecten van het project op de aanwezige natuur. Hierbij dient te worden gekeken naar de eventuele aanwezigheid van beschermde flora en fauna in het aandachtsgebied. Doorgaans wordt een ecologische toetsing binnen de bestemmingsplanwijzigingsprocedure gevraagd.
		Enquiry by design	Het ontwikkelen van een plan in een serie workshops door een team van architecten, stedenbouwers en civiel ingenieurs in nauwe samenwerking met de bevolking.
		Flexibel peilbeheer	Het toestaan van ruime marges waarbinnen het waterpeil mag fluctueren, met het doel om afwenteling van problemen zoveel mogelijk te voorkomen, dat wil zeggen water vasthouden om afvoer te beperken, water conserveren om watertekorten aan te vullen, bergingscapaciteit vergroten door water vroegtijdig uit te slaan als veel regen wordt verwacht.

Freatisch grondwater	Het grondwater in de bovenste bodemlaag, dat (indirect) in contact staat met de atmosfeer. De freatische grondwaterstand is een andere term voor grondwaterspiegel.
Gebiedsontwikkeling	Het ministerie van VROM omschrijft gebiedsontwikkeling als 'ruimtelijke ordening voor regionale projecten, waarbij door alle betrokken partijen gezamenlijk een integraal plan wordt gemaakt, dat op uitvoering is gericht'.
Gemengd rioolstelsel	Zowel regenwater als afvalwater worden via hetzelfde buizenstelsel ingezameld en afgevoerd.
Gescheiden rioolstelsel	Afval en regenwater worden apart ingezameld en getransporteerd via twee buizenstelsels.
Grondwater	Water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot het water beneden de grondwaterspiegel.
Grondwateroverlast	Wateroverlast door hoge grondwaterstanden. Bijvoorbeeld plasvorming op binnenterreinen of vocht in kruipruimtes.
Herstellingsgericht	Zodanige bouwwijze waarbij de schade snel hersteld kan worden.
Hoogstedelijk gebied	Het hoogstedelijke gebied kenmerkt zich door intensief en meervoudig ruimtegebruik in de nabijheid van hoogwaardig openbaar vervoer. Het gaat globaal om een gebied binnen fietsafstand (1 tot 3 kilometer) van een intercity of regionaal treinstation. In het gebied zijn veel functies op een klein oppervlak te vinden: wonen, winkels, kantoren, voorzieningen en infrastructuur. Voorbeelden zijn historische binnensteden, een modern citycentrum en een kantorencentrum met stedelijke functies.
Infiltratie	Het wegzakken van regenwater in de bodem.
Inklinking	Het proces van bodemdaling in klei- en veengebieden door ontwatering, samendrukking en bij veen ook afbraak (oxidatie of mineralisatie) van het organisch materiaal.
Institutioneel	Organisatie en wetgeving.
Inundatie	Het onder water lopen van land (overstroming).
Klimaatscenario's	Betrouwbare en geloofwaardige beelden van een mogelijk toekomstig klimaat. Ze geven aan in welke mate temperatuur, neerslag, wind, et cetera kunnen veranderen, bij een bepaalde mondiale klimaatverandering.
Kruipruimte	Ruimte onder de beganegrondvloer, in gebruik voor het bereiken van leidingen voor inspectie, onderhoud of reparatie, en voor ventilatie van de vloer en eventuele houten constructiedelen onder de woning.

Kwel	Grondwater, dat toestroomt uit naastgelegen of hoger gelegen gebieden, en uiteindelijk door opwaartse druk in het oppervlaktewater terecht komt of in de bodem opstijgt tot in de wortelzone.
Lifesupportvoorzieningen	Voorzieningen die het mogelijk maken in het overstroomde gebied zelf te overleven.
Luchtkwaliteitsonderzoek	Een onderzoek om vast te stellen wat de luchtkwaliteit in de huidige situatie is en een doorberekening naar de toekomstige situatie, volgens de Normen Besluit Luchtkwaliteit 2005.
Maatgevende afvoer	De afvoer van water (in m ³ /tijdseenheid) die als maat (= norm) wordt aangehouden bij de technische en ruimtelijke inrichting van het hoofdwatersysteem of het regionale watersysteem.
Ontwatering	De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drains, kleine sloten en greppels naar een stelsel van grote waterlopen met als functie afwatering.
Onverhard oppervlak	Oppervlak in stedelijk gebied waar neerslagwater kan infiltreren (plantsoenen, tuinen, bermen).
Oppervlaktewater Overstort	Water dat stroomt over of verblijft op het aardoppervlak. Voorziening waardoor bij regen het teveel aan rioolwater (neerslagwater al dan niet vermengd met afvalwater) dat niet in het stelsel kan worden geborgen, kan worden geloosd op het oppervlaktewater.
Overstromingsbestendig Overstromingscompatibel	Een bouwwijze waarbij het water niet veel schade aanricht. Zodanig gebruik dat verenigbaar is met het overstromingsgevaar en het acceptabele risico. Voor functies zoals parken, recreatiegebieden, openbare ruimtes en parkeerplaatsen is de potentiële lekschade kleiner dan voor dure gebouwen of ontwikkelingen.
Overstromingsrisico	Het risico dat een overstroming ontstaat als een onbeheersbare hoeveelheid water het land instroomt. Dat kan vanuit een rivier, een meer of de zee zijn.
Peilbeheer	Het regelen van het waterpeil in het oppervlaktewater door middel van stuwen, sluizen en gemalen en door inlaat en afvoer van het water.
Percolatie	Neerwaartse beweging van water in de onverzadigde zone.
Piekafvoer	De grootste afvoer die gedurende een hoogwaterperiode (na neerslag) voorkomt.
Planschade-risico-inventarisatie	Een planschade-risico-inventarisatie heeft tot doel om in een vroegtijdig stadium te analyseren of een nieuwe planontwikkeling een risico van planschade meebrengt en hoe de omvang van die schade zich laat ramen.

Regenwaterriool	Riool voor het transport van regenwater.
Regenwateruitlaat	Locatie waar een regenwaterriool uitstroomt in het oppervlaktewater.
Retentievijver	Vijver voor de berging van water.
Riooloverstort	Constructie in een rioleringsstelsel waardoor bij hevige regenval het water uit de riolering ongezuiverd direct op het oppervlaktewater wordt geloosd.
Ruimtelijke waterstrategie	Het combineren van verschillende fysieke en bestuurlijke maatregelen om de kans op overstroming te verminderen en/of de schade te beperken, gekoppeld aan een specifiek risicoprofiel.
Stagnante wateren	Wateren waarin geen stroming plaatsvindt.
Stedelijk groen	Het gebiedstype stedelijk groen betreft natuur dichtbij of in de stad, zoals stadsparken en begraafplaatsen. Differentiatie is geboden tussen grote delen, primair bedoeld voor recreatie, en kleine delen voor natuur met extensieve recreatie. De bereikbaarheid voor fietsers en voetgangers is goed, bereikbaarheid per openbaar vervoer is van secundair belang. Voorbeelden zijn het Zuiderpark in Den Haag, het Westerpark in Zoetermeer en Delftse Hout.
Suburbaan gebied	Suburbane woongebieden kennen vooral een woonfunctie, vaak woningen met tuinen. Het gebied is redelijk ontsloten door openbaar vervoer. Binnen het gebied zijn voorzieningen aanwezig (winkels, scholen, sociaal culturele voorzieningen). Er is ruimte voor groen en water. Naast de woonfunctie komen in een suburbaan gebied ook kleinschalige kantoren en 'schone bedrijvigheid' voor. Voorbeelden zijn ruim opgezette voor- en naoorlogse woonwijken en de Vinex-locaties.
Verdroging	Schade aan grondwaterafhankelijke natuur die optreedt als door menselijk ingrijpen de grondwaterstand daalt of de kwel afneemt, of als de waterkwaliteit verslechtert door het inlaten van gebiedsvreemd water.
Verhard oppervlak	Oppervlak in stedelijk gebied waar neerslagwater niet kan infiltreren, maar oppervlakkig afstroomt (huizen, straten, e.d.).
Verstedelijking	Uitbreiding van het areaal stedelijke bebouwing (voor wonen, bedrijven en infrastructuur) in concentraties rond stedelijke kernen of meer verspreid in het landelijke gebied.
Vloedstroombestendig	Een bouwwijze waarbij de druk van het stromende water kan worden doorstaan.
Wadi	Voorziening voor de opvang, berging en afvoer van neerslag. In een komvormige greppel kan het regenwater infiltreren.

Warmte/koudeopslag (WKO)	Vervolgens kan infiltratie naar het grondwater plaatsvinden. Benutten van capaciteit van de bodem voor opslag en onttrekking van warm of koud water.
Waterbank	Een grootschalige watercompensatie, waarin initiatiefnemers hun waterschuld voor stedelijke ontwikkelingen kunnen afkopen. Dit heeft grote voordelen: de aanleg van de waterbank is goedkoper dan de aanleg van kleine watercompensaties, door de schaalgrootte ontstaan mogelijkheden voor recreatie, beleving en natuur, en door de omvang leidt de waterbank tot een robuuster watersysteem.
Waterbeheer	Het geheel van activiteiten die de waterbeheerder onderneemt om de juiste hoeveelheid water op tijd op de juiste plaats te krijgen, alsmede de zorg voor een goede kwaliteit van watersystemen in al hun facetten.
Waterbeleid	Het geheel van plannen, onderzoeken en bestuurlijke maatregelen, in samenhang met andere beleidsterreinen, dat dient om te komen tot een betrouwbaar, duurzaam en bestuurbaar beheer van water en ruimte.
Waterberging	Oppervlaktewater, grondwater, of regenwater dat binnen een watersysteem wordt geborgen, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> • in de bodem; • in het oppervlaktewater; • in retentiegebieden; • onder extreme omstandigheden in gebieden die gecontroleerd onder water gezet kunnen worden.
Waterhuishouding	De wijze waarop water in een bepaald gebied wordt opgenomen, zich verplaatst, wordt gebruikt, verbruikt en afgevoerd.
Waterlandschap	Het waterlandschap kan een onderdeel zijn van een recreatielandschap. Recreatielandschappen liggen in de stadsrand en om stedelijke gebieden. Het zijn gebieden waar via landschapsbouw een agrarische functie gecombineerd wordt met natuur, extensieve vormen van recreatie en ook met functies die veel ruimte vragen (bijvoorbeeld golfbanen) en waterberging. Het zijn landschappen waarin openluchtrecreatie en toerisme de belangrijkste gebruiksfunctie zijn. Meer perifeer komen gecombineerde woon/recreatielandschappen tot ontwikkeling (Blauwe Stad/Wieringerrandmeer). Te verwachten is dat dergelijke landschappen in de toekomst steeds meer projectmatig zullen worden ontwikkeld. De oorspronkelijk beperkt aanwezige woonfunctie is gehandhaafd. De aanwezige werkfunctie, die van oudsher

	landbouwgerelateerd is, ontwikkelt zich in de richting van recreatieactiviteiten. Het gebied is goed ontsloten met wandel- en fietspaden die een regionaal netwerk vormen en aansluiten op het stedelijke netwerk. De ontsluiting voor autoverkeer en openbaarvervoer is van secundair belang.
Wateroverlast	Een niet direct levensbedreigende situatie veroorzaakt door extreme neerslag of hoge rivierafvoeren, waarbij inundatie optreedt die leidt tot waterschade aan huizen, gebouwen, gewassen, bouwwerken, et cetera.
Waterrobuust bouwen	Het op zodanige wijze (her)ontwikkelen van het stedelijk gebied dat dit beter opgewassen is tegen een overschot en een tekort aan water.
Waterschade	Algemene term voor alle vormen van schade als gevolg van wateroverlast en overstroming.
Watersysteem	Een samenhangend, geografisch afgebakend geheel van grond en oppervlaktewater, inclusief de ruimte die relevant is voor het functioneren van dit systeem en de daarbij horende ecologische component.
Watertoets	Door middel van de watertoets worden de effecten van de (bouw)werkzaamheden op de waterhuishouding in het gebied in beeld gebracht. Hierdoor kunnen problemen zoals wateroverlast en watervervuiling worden voorkomen. De bedoeling is om door middel van de watertoets tot een duurzaam waterbeheer te komen.
Waterwonen	Het wonen op, boven of direct aan het water.
Waterwoning	Een waterwoning is een woning die is voorzien van een draagconstructie met een groot drijfvermogen en verbonden met in de grond verankerde geleiders, waardoor de woning afhankelijk van het waterniveau kan stijgen en dalen. Hierdoor voldoet de waterwoning aan de definitie woning en indien de woning tevens voldoet aan het Bouwbesluit kan het aangemerkt worden als onroerend goed, dit in tegenstelling tot woonarken.
Wegzijging	Neerwaartse stroming van grondwater.
Zetting	Bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp, door de bouw van kunstwerken, het ophogen van de grond of het aanbrengen van andere materialen.