



Kennis
voor
Klimaat

State of the art Klimaat in de Stad





State of the art Klimaat in de Stad

Authors

Jeroen Rijke ¹⁾

Chris Zevenbergen ²⁾

William Veerbeek ²⁾

UNESCO-IHE
Institute for Water Education



DURA VERMEER

1) Unesco IHE

2) Dura Vermeer

KvK rapportnummer
ISBN

KvK007/09
978-94-90070-07-6

Dit project (VBR 15 Stad en klimaat) is uitgevoerd in het kader van het nationaal onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat. Dit onderzoekprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van VROM.

Disclaimer

De voorliggende verkenning maakt deel uit van een reeks verkenningen naar de *State of Art* voor een aantal belangrijke adaptatie thema's die ter voorbereiding op de daadwerkelijke start van het nationaal onderzoeksprogramma *Kennis voor Klimaat* op verzoek van de directie van *Kennis voor Klimaat* is uitgevoerd. Het betreffen verkenningen op zowel natuurwetenschappelijke en technische als sociaal wetenschappelijke onderwerpen. Doel van de verkenningen was om na te gaan welke kennis beschikbaar is voor het betreffende adaptatie thema en welke kennisleemtes er zijn. De *State of Art* overzichten zijn niet alleen bedoeld als advies aan de directie en programmaraad van *Kennis voor Klimaat* m.b.t. de inhoudelijke afbakening van het onderzoeksprogramma, maar ook als achtergrond informatie over een aantal belangrijke adaptatie thema's voor een brede doelgroep. *Kennis voor Klimaat* stelt daarom de *State of Art* verkenningen via haar website www.kennisvoorklimaat.nl vrij beschikbaar, maar de inhoud van de verkenning valt onder verantwoordelijkheid van de auteurs die ook zelf de review van de verkenningen hebben georganiseerd door een concept aan een groep van wetenschappers, experts en betrokkenen voor te leggen.

Copyright @ 2009

Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat (KvK). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.

Aansprakelijkheid

Hoewel uiterste zorg is besteed aan de inhoud van deze publicatie aanvaarden de Stichting Kennis voor Klimaat, de leden van deze organisatie, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties, noch de samenstellers enige aansprakelijkheid voor onvolledigheid, onjuistheid of de gevolgen daarvan. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.



Inhoudsopgave

Inleiding	7
1. De stad als complex adaptief systeem	9
1.1 Algemene beschouwing	9
1.2 State of the art: de stad als complex adaptief systeem	13
2. Klimaatsverandering	19
2.1 Algemene beschouwing	19
2.2 State of the art: stedelijk klimaat	21
3. Strategieën en maatregelen	25
3.1 Algemene beschouwing	25
3.2 State of the art: strategieën en maatregelen	30
4. Implementatie en opschaling	39
4.1 Algemene beschouwing	39
4.2 State of the art: implementatie en opschaling	40
5. Samenvatting wetenschappelijke kennisbiaten	49
6. Kennisvragen uit de praktijk	51
7. Samenvattende conclusies	55
Literatuur	61
Bijlage 1: Relevante projecten – Klimaat voor Ruimte	65
Bijlage 2: Relevante projecten – Leven met Water	69
Bijlage 3: Overige relevante projecten	73





Inleiding

Doelstelling

Deze rapportage geeft de resultaten weer van een verkenning naar kennishiaten binnen het onderzoeksthema Klimaat in de Stad. Deze verkenning is uitgevoerd door UNESCO-IHE in opdracht van de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte (KvR) en Kennis voor Klimaat (KvK) met als doel om kennishiaten te identificeren op basis waarvan projectvoorstellen binnen het kader van KvK geformuleerd en beoordeeld kunnen worden. In deze verkenning doelt het begrip kennishiaten zowel op wetenschappelijke kennisleemtes als op kennisvragen uit de praktijk. In dit rapport worden de wetenschappelijke kennisleemtes getoetst aan kennisvragen uit de praktijk, zodat een natuurlijke prioritering ontstaat die inzicht geeft in de kennisbehoefte over bepaalde onderwerpen.

Klimaat in de stad

In de stad komen zeer veel verschillende functies samen in een relatief klein gebied, waarbij zeer veel verschillende actoren betrokken zijn. Hierdoor is de stedelijke omgeving een zeer complexe en dynamische met vele ruimtelijke dimensies, waarvan de invloed tot ver buiten de fysieke grenzen reikt. Veiligheid, volksgezondheid, mobiliteit, infrastructuur en industrie zijn voorbeelden van thema's die betrekking hebben zowel op de fysieke stad als ver daarbuiten. Het klimaat heeft invloed op alle bovengenoemde aspecten en op bebouwing, het watersysteem, groen, etcetera. Anticipatie op de (mogelijke) klimaatseffecten in de stad kan kansen bieden en kwetsbaarheden verminderen. Om deze reden heeft aandacht voor adaptatie binnen het onderzoeksveld Klimaat in de Stad met name in de laatste vijf jaar een vogelvlucht genomen. Diverse nieuwe maar ook bestaande internationale kennisnetwerken en platforms spelen bij de snelle ontwikkeling en verspreiding van kennis en ervaring over klimaatadaptatie een steeds prominentere rol, zoals het *Urban Climate Change Research Network* en de *Council for European Urbanism*. Kortom, de thematiek kent vele facetten en de hoeveelheid informatie over dit onderwerp is zeer omvangrijk en snel groeiend.

Afbakening

Deze verkenning beperkt zich vooral tot thema's met betrekking tot klimaatadaptatie binnen de gebouwde omgeving van de stad. Er gaat daarbij speciale aandacht uit naar aspecten gerelateerd aan de waterhuishouding en hitteproblematiek op gebouw-, wijk- en stadniveau.

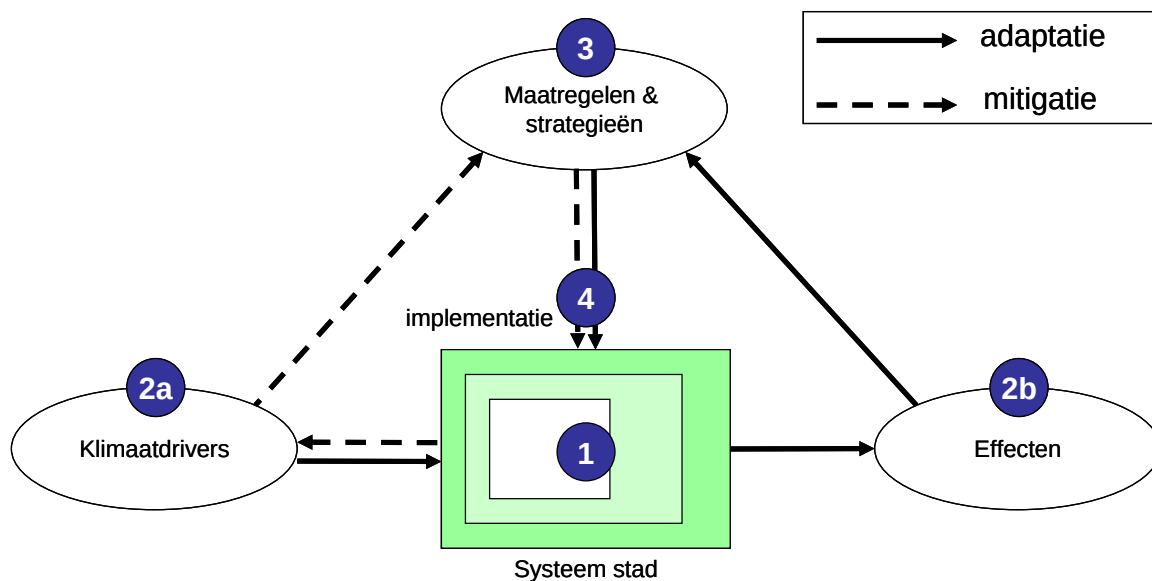
Benadering

Het KvK programma is primair een vraaggestuurd programma dat praktijkgericht en aan de praktijk gelieerd wetenschappelijk onderzoek uitvoert. Omdat bij praktijkgericht onderzoek de meeste kennisvragen pas ontstaan tijdens de uitvoering van het onderzoek, is het vanuit dit perspectief onmogelijk om alle denkbare kennisvragen op voorhand in beeld te brengen. Deze verkenning beoogt daarom niet om alle denkbare kennishiaten zo uitvoerig en compleet mogelijk te beschrijven, maar streeft ernaar om over de volledige breedte van het onderzoeksveld zowel de kennisleemtes als de kennisvragen op hoofdlijnen te identificeren. Om dit te bewerkstelligen, is er gebruik gemaakt van een holistische systeembenadering die de stedelijke omgeving centraal stelt. Zoals weergegeven is in Figuur 1.1, zijn binnen de systeembenadering vier thema's onderscheiden waarmee het onderzoeksveld beschreven kan worden. Deze thema's vormen dan ook de structuur en de basis voor de indeling van dit rapport en komen respectievelijk terug in de Hoofdstukken 1 t/m 4. Elk hoofdstuk bestaat uit een algemene beschouwing en een overzicht van de wetenschappelijke kennishiaten, wetenschappelijke onderzoeksvragen en relevante onderzoeksprojecten voor elk thema.

Aanpak

De verkenning van wetenschappelijke kennishiaten is tot stand gekomen op basis van desk-research, gesprekken met wetenschappers en wetenschappelijke workshops. Teven is er dankbaar gebruik gemaakt van de (voorlopige) resultaten van enkele KvR projecten die gedetailleerd inzoomen op verschillende aspecten van Klimaat in de Stad: Hitte in de Stad (COM22, projectleiding TU Delft, SBR), Waterrobuust bouwen (COM23, projectleiding BBWM), Klimaat in de stedelijke omgeving (COM29, projectleiding WUR) en Klimaatverandering en Gezondheid (nog in ontwikkeling). De kennisvragen uit de praktijk zijn zo goed als mogelijk geïnventariseerd op basis van gesprekken met (potentiële) gebruikers, de KvR/KvK workshop De Klimaatrobuuste Stad (De Doelen, 27 november

2008) en de (voorlopige) uitkomsten van het KvR project Dialoogproject Klimaat in de Stad (A17, projectleiding WUR).



Figuur 1.1: Systeembenadering state of the art Klimaat in de Stad met het systeem stad als centraal uitgangspunt.

Begeleiding

Het onderzoek is begeleid door een klankbordgroep bestaande uit de volgende personen:

- Ronald Albers (TNO)
- Luit-Jan Dijkhuis (V&W)
- Bert van Hove (WUR)
- Vincent Kuypers (Alterra)
- Jantsje van Loon (KvK)
- Chris Mombers (STW)
- Peter van Oppen (SBR)
- Florrie de Pater (KvK)
- Frans van der Ven (Deltares, TU Delft)

De auteurs bedanken alle leden van de klankbordgroep voor hun bijdragen aan en feedback op het rapport.

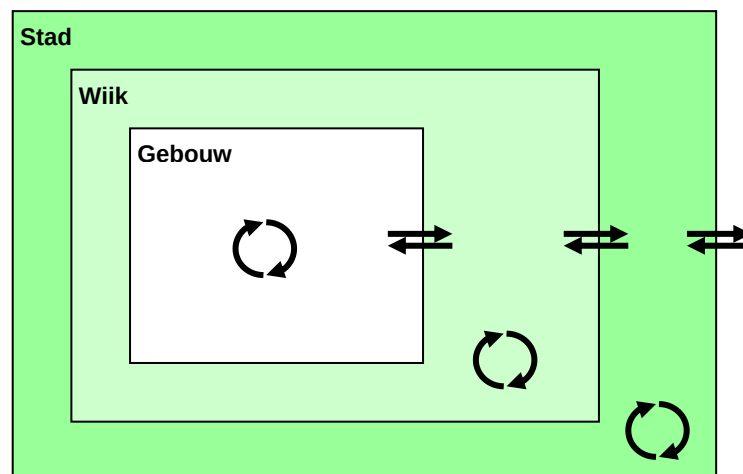
1. De stad als complex adaptief systeem

1.1 Algemene beschouwing

In het kader van deze studie, wordt 'de stad' als een apart systeem beschouwd waarvoor specifieke condities, strategieën en oplossingen bestaan die niet simpelweg schaalbaar zijn vanuit grotere ruimtelijke verbanden. Steden vormen de fysieke manifestatie van een groot aantal interacties tussen agenten (personen, organisaties) op een relatief klein oppervlak, waarbij de stad kan worden gezien als platform voor activiteiten. Een groot aantal processen in de stad speelt zich af zonder gecentraliseerde controle, en manifesteren zich als zgn. emergent gedrag. Emergent gedrag kan worden gedefinieerd als het gedrag op systeemniveau (microschaal) dat niet kan worden verklaard vanuit de som der delen (macroschaal) (Corning, 2002). Synergie voortkomend uit zelforganisatie (of non-lineair gedrag in zijn algemeenheid) zorgt voor een hoge mate van robuustheid en stabiliteit, maar zorgt er tevens voor dat in gang gezette processen slechts moeilijk zijn om te buigen. Hierbij spelen niet alleen ruimtelijke vraagstukken een rol, maar tevens temporele. In fysieke zin is adaptatie aan nieuwe condities voor gebouwen een kwestie van jaren, voor wijken van decennia en voor de stad als geheel wellicht van eeuwen. Op eenzelfde wijze hebben burgers, bedrijven en instituties hun eigen dynamiek, waardoor fundamentele wijzigingen op stedelijk niveau langdurige processen zijn welke plaatsvinden op de unieke momenten van synchronisatie of onder invloed van een gebeurtenis met grootschalige gevolgen (bijv. een ramp).

Ruimtelijke schaalniveaus

Vanuit de systeemtheorie worden sinds de jaren zeventig pogingen ondernomen om de stad te representeren in een raamwerk van terugkoppelingssystemen tussen verschillende temporele en ruimtelijke schaalniveaus (bijv. Batty & Hutchinson, 1980), met als doel om uiteindelijk te komen tot stedelijke simulatiemodellen waarbij de effecten van allerlei tendensen en maatregelen kunnen worden onderzocht. Ondanks een groot aantal successen in deelsystemen, blijkt de complexiteit van steden een dermate groot struikelblok dat een integraal stedelijk model een hoog utopisch karakter heeft. Desondanks, biedt de systeemtheorie wel degelijk een raamwerk waarin processen hanteerbaar worden. Toepassing van deze benadering heeft als logische consequentie dat een stad niet los gezien worden van hogere en lagere ruimtelijke schaalniveaus (de stad is opgebouwd uit subsystemen en maakt zelf ook weer deel uit van een suprasysteem).



Figuur 1.1 Ruimtelijke schaalniveaus en interactie tussen subsystemen

Naast het hanteerbaar maken van de verschillende schaalniveaus onder respectievelijk de noemers: stad, wijk en gebouw zoals is weergegeven in Figuur 1.1, biedt een dergelijke benadering ook de mogelijkheid om synergetische effecten te incorporeren die overspringen naar hogere schaalniveaus; de som is meer dan de som der delen. Interacties op gebouwniveau kunnen zorgen voor problemen/oplossingen op wijkniveau. Bijvoorbeeld het verharderen van individuele tuinen als gevolg van leefstijlveranderingen heeft een schaaloverschrijdend effect op wijkniveau in relatie tot de waterbergingsopgave (Perry et al, 2008). Andersom werkt bijv. achterstallig onderhoud van dijklichamen op regionaal niveau door op de kwetsbaarheid van de stad. Inzicht in de gevolgen van



met name processen die worden gedomineerd door lokale interacties (bottom-up) op hoger schaalniveau ontbreekt veelal. Het blijkt dat we nog betrekkelijk weinig weten over de interacties tussen de verschillende ruimtelijke systemen en dat het meeste onderzoek zich richt op technische aspecten van het subsysteem.

De temporele dimensie

Veel van de aspecten in de ruimtelijke dimensie gelden tevens voor de temporele dimensie, waarbij processen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus zich vaak onderscheiden door hun eigen dynamiek en tijdsschaal (zie kader). Bijvoorbeeld, naoorlogse woonwijken worden momenteel op grote schaal hertontwikkeld op basis van veranderende woonwensen en sociale problematiek. De technische levensduur van woningen in deze wijken is echter nog lang niet overschreden; deze kunnen vaak nog 50 jaar mee zonder fundamentele constructieve tekortkomingen. Kortom: verschil in dynamiek en horizon zorgt vaak voor conflicterende belangen en onzekere toekomstscenario's. Wanneer transitiemomenten tussen verschillende agenda's samenvallen, kan er een 'window of opportunity' ontstaan waar ruimte ontstaat voor innovatie.

Kader: Dynamiek van de stad

De gemiddelde levensduur van een standaard woning in Nederland bedraagt thans zo'n 120 jaar (Van Nunen, 2008) en een riolering ligt gemiddeld 70 jaar onder de grond (Gerritsen en Sterks, 2004). Zo worden afwegingen rond de bouw van een nieuwe woonwijk veelal gemaakt tot uiterlijk het jaar 2040 of 2050, terwijl de woningen in 2100 hoogstwaarschijnlijk ook nog dienst doen. Lange termijn planning is essentieel om voldoende flexibiliteit in te bouwen. Een uitweg vormt de keuze voor relatief tijdelijke bebouwing, zoals kassen of bedrijventerreinen. Overigens vormt deze laatste categorie één van de belangrijkste stedelijke ontwikkelingsopgaven omdat voortdurend aanpassing van de bedrijfsvoering (en dus ook bedrijfsruimte) nodig is om te kunnen inspelen op de steeds veranderende economische condities. Het risico van leegstand is daardoor groot. Door kortere afschrijvingstermijn hoeft dergelijke bebouwing geen blijvend beslag te leggen op ruimte die op termijn nodig is voor adequate adaptatie. Het ruimtelijk orderingsrecht bemoeilijkt dit tot op heden. De huidige WRO laat alleen bestemmingen toe die naar verwachting binnen tien jaar worden gerealiseerd (Oosterberg et al., 2008).

De stad kan worden beschouwd als een complex systeem dat verandert in de tijd en zich dus kan aanpassen aan veranderende condities. Het proces van verstedelijking is zowel een sociaal fenomeen als een transformatie van de fysieke ruimte. Door de trage dynamiek van klimaatverandering en de hiermee gepaard gaande lange termijn effecten op de gebouwde omgeving (zie ook Hoofdstuk 2) zijn lange termijn beleid en planning noodzakelijk. Nieuwe stedelijke uitbreidingen en grootschalige herontwikkelingsprojecten moeten zo ontworpen worden dat zij niet alleen aan de huidige behoefte voldoen, maar rekening houdend met klimaatverandering ook aan de toekomstige behoefte voldoen. Met het oog op een optimale kostenefficiëntie is een goede timing van investeringen tevens van groot belang. Dit alles vraagt om lange zichttermijnen voor beleid. Lange zichttermijnen zijn echter altijd lastig voor bestuurders en het bedrijfsleven. De vraag dringt zich op hoe de dynamiek van klimaatverandering zich verhoudt tot de dynamiek van de fysieke omgeving van een stad. Is het bijvoorbeeld mogelijk om het autonome proces van stedelijke vernieuwing te gebruiken om de stedelijke omgeving op een adequate wijze aan te passen aan de klimaatverandering? Of is het wenselijk om het proces van stedelijke vernieuwing te versnellen door de levensduur van de gebouwen te verkorten?

De stad als receptor van klimaatverandering

De stedelijke omgeving is relatief kwetsbaar voor kortstondige en in frequentie toenemende tijdelijke fluctuaties in omgevingscondities c.q. , bijv. extreme condities als een hittegolf, periode van droogte, wateroverlast en overstroming. Ditzelfde lijkt weliswaar in mindere mate ook op te gaan voor de tragere veranderingen die samen hangen met klimaatverandering als een toename van de gemiddelde temperatuur en een (versnelde) stijging van de zeespiegel. Een complicerende factor bij de uitwerking van deze twee typen veranderingen is de onzekerheid in het voorspellen van de frequentie en intensiteit en het tempo waarin deze veranderingen optreden respectievelijk plaatsvinden. Juist vanwege deze onzekerheid is het vergroten van de veerkracht (c.q. resilience) van mensen en systemen een principe dat bij het ontwikkelen van een adaptatie strategie veelal gezien wordt als een goed uitgangspunt (zie verder H3 Strategieën en maatregelen).



De kwetsbaarheid van steden hangt af van een complex van factoren en vindt zijn oorspong in een hoge concentratie van mensen en economisch goederen, in het algemeen een laag bewustzijn van risico's, de aanwezigheid van grote, logge monofunctionele infrastructurele netwerken en het onvermogen om daadwerkelijk op lokaal niveau te anticiperen op een mogelijke ramp als ook om te kunnen sturen in de ruimtelijke inrichting. Van primair belang hierbij is te onderkennen dat explosieve stedelijke groei veelal een relatief kortlopend proces is (i.e. stedelijke groei in Zuid-Oost Azië), maar dat wanneer een zekere stabiliteit is bereikt, aanpassing aan nieuwe condities vaak traag is. Hiervoor zijn zowel fysieke, institutionele als maatschappelijke processen verantwoordelijk, waarbij met name in historische steden (bijv. Noord-West Europa) het aanpassend vermogen een relatief laag dynamisch karakter heeft. Ondanks wellicht een sociale onwenselijkheid, zijn het vooral spontaan ontwikkelde achterstandswijken in derde wereldlanden die het vermogen hebben zich razendsnel te hergroeperen onder invloed van veranderende condities (bijv. Barros & Sobreira, 2002). Dit betekent echter niet dat het adaptief vermogen van ontwikkelde of stabiele steden nihil is. Met name economische drivers zorgen voor grootschalige stedelijke transformaties, waarbij in de afgelopen eeuw de transitie van industrie naar dienstverlening een belangrijke drijfveer was voor stedelijke (her)ontwikkeling.

Klimaatbestendigheid

In de literatuur ontbreekt het op dit moment aan een eenduidige definitie van klimaatbestendigheid (zoals die in het algemeen wel bestaat voor klimaatneutraliteit) en bestaat er onduidelijkheid over de invulling van ruimtelijke en tijdsschalen in het begrip klimaatbestendigheid. Dit is verwarrend, omdat de term soms wordt gebruikt om de mate van gevoeligheid aan te duiden, terwijl de term op andere momenten juist doelt op de kwetsbaarheid van een gebied (Brooks, 2003). Indien als uitgangspunt wordt genomen dat klimaatbestendigheid afhankelijk is van de kwetsbaarheid van het systeem, dan betekent dit dat de mate van klimaatbestendigheid gerelateerd is aan:

- de beschermingsgraad. In welke mate kan het systeem de effecten van klimaatverandering tegenhouden;
- de robuustheid. In welke mate kan het systeem de effecten van klimaatverandering absorberen zonder dat dit leidt tot het verminderen van het functioneren;
- de herstelcapaciteit. In welke mate kan het systeem herstellen (zowel in de originele staat als wel door aanpassing aan nieuwe omstandigheden) wanneer de primaire gevolgen van klimaatverandering niet kunnen worden weerstaan.

De kwetsbaarheid van een gebied kan dus verminderd worden door (i) het vergroten van de capaciteit om schadelijke effecten van klimaat te voorkomen, (ii) de capaciteit om te gaan met deze effecten indien zij niet voorkomen kunnen worden, (iii) de capaciteit om te herstellen na het optreden van een schadelijk evenement en (iv) het vermogen van aanpassen aan veranderende omstandigheden (De Graaf et al., 2007).

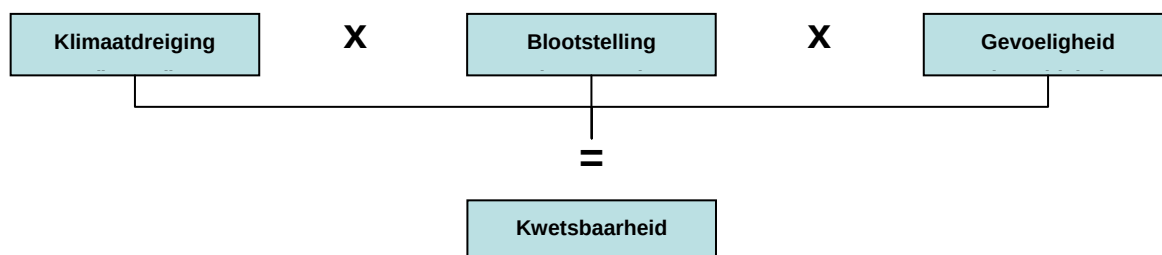
Echter klimaatverandering verhoogt niet alleen de kwetsbaarheid van Nederland, maar levert ook impulsen voor innovaties op grote schaal met een meerwaarde voor de Nederlandse samenleving (o.a. Kabat et al., 2005). Kabat et al. (2005) introduceren een "climate proofing" benadering voor het klimaatbestendig maken van Nederland, waarbij uitgegaan wordt van kansen voor technologische, institutionele en maatschappelijke innovaties in plaats van angst voor de negatieve effecten van klimaatverandering. (Economische) meerwaarde kan direct stand gebracht worden door kostenbesparingen door bijvoorbeeld lagere waterrekeningen door efficiënt gebruik of door lagere energierekeningen door een lagere behoefte aan koeling en verwarming van gebouwen waarin isolatie, ventilatie en beschaduwing zijn afgestemd aan gebruik en omgevingscondities. Indirect kan meerwaarde gecreëerd worden door bijvoorbeeld het verminderen van schade door klimaatextremen zoals overstromingen of hittegolven.

Oorzaken van kwetsbaarheid

Onder invloed van de toenemende onzekerheid in de kansverdeling van extreme weerscondities wordt het verkrijgen van inzicht in de gevolgen van klimaatverandering een essentieel aspect in het beperken van toekomstige risico's. Een sleutelaspect hierbij is de 'kwetsbaarheid' van systemen. In het afgelopen decennium is er binnen de wetenschap steeds meer aandacht voor het definiëren van kwetsbaarheid en het formuleren van een operationele definitie waarin kwetsbaarheid gemeten kan worden (bijv. Luers, 2005). Met name de meetbaarheid is hierbij van vitaal belang aangezien maatregelen moeten worden beoordeeld op hun effectiviteit. Aangezien concepten als kwetsbaarheid, robuustheid en veerkracht containerbegrippen zijn die gevoed worden vanuit allerlei disciplines



(Hollnagel et al., 2006) is het van belang om binnen deze studie met name het begrip 'kwetsbaarheid' expliciet te formuleren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de meest gangbare definitie, waarbij kwetsbaarheid een functie is van de klimaatdreiging (hazard), blootstelling (exposure) en gevoeligheid (sensitivity) (zie figuur 1.2). Andere definities gaan bijvoorbeeld uit van de relatie tussen de gemiddelde en extreme gevolgen van klimaatverandering op een systeem (Luers et al., 2005) of beoordelen de 'geleidelijkheid' (De Bruijn, 2005) waarmee de gevolgen toenemen onder invloed van veranderende blootstelling aan klimaateffecten. Adaptatie kan zowel ingrijpen op de blootstelling als op gevoeligheid.



Figuur 1.2: Kwetsbaarheid als functie van klimaatdreiging, blootstelling en gevoeligheid

Binnen dit raamwerk zijn er twee fundamenteel verschillende aspecten van belang bij het beoordelen van de effecten van klimaatverandering op de stad. Aan de ene kant is er de klimaatsverandering zelf, die vooral invloed heeft op de klimaatdreiging (hazard) en aan de andere kant speelt het autonome proces van stedelijke (her)ontwikkeling die kan zorgen voor vergroting van blootstelling (exposure) en gevoeligheid (sensitivity) (Brooks, 2003; Turner et al., 2003; IPCC, 2001). Het is daarbij van belang te onderkennen dat ook zonder klimaatverandering de kwetsbaarheid van de stedelijke omgeving kan toenemen, bijvoorbeeld onder invloed van verdichting (bijv. Zevenbergen et al., 2008). Hierdoor ontstaat een systeem waarbij klimaatsverandering en autonome veranderingen in de stad als katalysatoren op elkaar inwerken en de kwetsbaarheid substantieel kunnen verhogen.

Adaptatie

Mitigatie en adaptatie hebben als doel om de gevolgen van klimaatsverandering te compenseren waarbij wordt ingezet respectievelijk op het beperken van de oorzaken van klimaatverandering en op het anticiperen op de gevolgen. Adaptatie vergroot het vermogen van een systeem om binnen de heersende omgevingscondities te functioneren (benutting van kansen) en vermindert de potentiële gevolgen van klimaatverandering door de blootstelling en/of gevoeligheid te verkleinen. Brooks (2003) definieert adaptatie als: aanpassingen in het systeemgedrag en systeemeigenschappen en het vermogen van het systeem om om te gaan met externe stressfactoren. De vertaling van dit abstracte begrip naar concrete maatregelen wordt bemoeilijkt door een aantal factoren. Een principiële factor is het (recente) besef dat zowel het klimaatsysteem als het systeem stad niet-stationaire systemen zijn. Adaptatie is dus een continu aanpassingsproces aan voortdurend veranderende systeemcondities en stressfactoren. De inherente onzekerheid in zowel het veranderende klimaatsysteem als de effecten van interventies op stedelijk niveau maakt een hoge mate van adaptief vermogen zeer gewenst. Een andere factor is het ontbreken van een objectief beoordelingskader voor de effectiviteit van maatregelen (zie ook Hoofdstuk 3). De complexiteit van de stad als drager van allerlei actoren en sociaal-economische processen met verschillende percepties zorgt ervoor dat tot op heden de definitie van een beoordelingskader uitermate moeilijk, zo niet onmogelijk is. Resulterende gedragswijzigingen, effecten op kort- en lange termijn, de interactie tussen fysische en sociale processen en talloze andere factoren zorgen ervoor dat evaluatie van effecten van maatregelen geen eenmalige aangelegenheid is. Hierdoor is adaptatie een continu en zelflerend cyclisch proces.

Samenhang adaptatie en mitigatie

Volgens Ingham et al. (2006), Pielke (1998) en het IPCC (1996) zijn mitigatie en adaptatie complementair aan elkaar. Dit wordt veroorzaakt door enkele belangrijke verschillen tussen mitigatie en adaptatiemaatregelen:

- Effecten van mitigatiemaatregelen op het klimaat zijn pas na enkele decennia merkbaar door lange verblijftijd van broeikasgassen in de atmosfeer, terwijl adaptatie maatregelen direct of op korte termijn effect hebben.



- Omdat mitigatie het eenduidige doel van beperking van uitstoot van broeikasgassen, is de kosteneffectiviteit uit te drukken in CO₂-reductie per geïnvesteerde euro. Dit maakt het eenvoudig mogelijk om verschillende mitigatie maatregelen met elkaar te vergelijken en op te tellen. Adaptatie is gericht tegen slechts een of op zijn hoogst enkele gevolgen van klimaat en de kosteneffectiviteit van een adaptatiemaatregel is daarom uit te drukken in vermeden schadekosten. Omdat vermeden schade aan grote onzekerheid onderhevig is doordat het wordt veroorzaakt door ontwikkelingen van zowel klimaat als het stedelijk gebied, is de kosteneffectiviteit van adaptatie maatregelen niet zo eenduidig vast te stellen, vergelijken en op te tellen als de kosten effectiviteit van mitigatiemaatregelen.
- Mitigatie heeft effect op globale schaal, terwijl adaptatie slechts effect heeft op het beïnvloede gebied dat zich vaak tot een lokale of regionale schaal beperkt.
- De betrokkenen bij mitigatie zijn vooral de energie, transport en landbouwsector, terwijl de betrokkenen bij adaptatie uit veel meer verschillende sectoren komen. Mitigatie stakeholders zijn beter georganiseerd, verbonden met nationale planning en beleidsbepaling en gewend om medium en lange termijn investeringsbeslissingen te maken. Adaptatie stakeholders maken adaptatie beslissingen op verschillende niveaus en missen bovendien vaak de urgentie van adaptatie door het ontbreken van 'incentives'.

In enkele gevallen hebben adaptatiemaatregelen tevens een mitigerende functie (zoals installatie van groene daken of het planten van bomen in stedelijk gebied). Het is echter niet zo dat deze zgn. win-win maatregelen automatisch tot een optimale respons leiden, omdat de betrokkenheid van verschillende belanghebbenden bij mitigatie en adaptatie tot een extra institutionele complexiteit kan leiden die ten koste kan gaan van de effectiviteit van de maatregelen. Bovendien is het voor win-win maatregelen niet vanzelfsprekend dat zij tevens de meest kosten efficiënte investering zijn om de beoogde adaptatie en mitigatieniveaus te behalen (Klein et al., 2003). Het is namelijk mogelijk dat een pakket van verschillende adaptatie- en mitigatie maatregelen hetzelfde resultaat bereikt tegen lagere kosten. In tegenstelling tot een win-win situatie kan adaptatie ook ten koste gaan van mitigatie (bijvoorbeeld in het geval van airconditioning systemen kan men spreken van maladaptatie). Er wordt vaak van uit gegaan dat adaptatie zo min mogelijk ten koste dient te gaan van mitigatie. Evenals bij win-win situaties, dient men echter ook hier de kostenefficiëntie van het totaalpakket aan maatregelen in acht nemen.

1.2 State of the art: de stad als complex adaptief systeem

Wetenschappelijke kennishiaten

Onderzoek naar stedelijke groei en krimp bevindt zich nog in de een pril stadium en vindt op dit moment voornamelijk plaats op basis van analyse van bestaande verstedelijkingspatronen (bijv. Angel et al, 2005). Het simuleren van fysieke stedelijke groei of krimp met als doel het identificeren van toekomstige kwetsbaarheid krijgt steeds meer aandacht (bijv. Batty, 2005). Met name het onderzoeken van (gereguleerde) groeiscenario's (White and Engelen, 2000) is van belang bij de evaluatie van de effectiviteit van adaptatiemaatregelen in toekomstige condities.

Momenteel is er weinig kennis omtrent de effecten van stedelijke typologieën op bijv. de invloed van hitte-eilanden, overstromingsrisico's, fijnstof concentraties, etc. Huidige binnenstedelijke verdichtingprogramma's versterken wellicht de kwetsbaarheid tav overstromingen en hitte-eilanden. Suburbanisatie aan de andere kant kan zorgen voor een hoog ruimtebeslag (footprint) en verhoogde mobiliteitseisen (fijnstof) en een verlaagde waterbergingscapaciteit. Parallel hieraan zullen huidige uitbreidingsmethodieken moeten worden getoetst op hun kritische grenzen tav klimaat effecten. Steden die in hun huidige vorm nog een redelijke capaciteit hebben om de gevolgen van klimaatsverandering te absorberen, kunnen onder invloed van toekomstige uitbreiding en verdichting kwetsbaar worden.

Naast de fysieke kwetsbaarheid is het van primair belang de economische kwetsbaarheid van de stad te bepalen. Hierbij spelen bijv. zaken als sectorale specialisatie (bijv. McCann, 2001) en demografische samenstelling een rol. Economische kwetsbaarheid is met name van belang bij het operationaliseren van secundaire effecten van klimaatsverandering. Naast primaire schade (bijv. slachtoffers, schade aan gebouwen) is het van groot belang inzicht te verkrijgen in de gevolgen van bijv. het tijdelijk uitvallen van productie en het vermogen om op stedelijk of regionaal niveau dergelijke tekorten te ondervangen d.m.v. substitutie. Ondanks een aanzienlijke hoeveelheid wetenschappelijk



onderzoek naar deze effecten, behoeven modellen die deze effecten kwantificeren nog aanzienlijke verbeteringen (Veerbeek, 2007).

Het huidige onderzoek met betrekking tot klimaatseffecten op de stedelijke omgeving is relatief versnipperd. De stad kan gezien worden als een geconcentreerde versie van 'de wereld'; typische problemen op nationaal of regionaal schaalniveau vinden hun manifestatie uiteindelijk in het lokale schaalniveau van de stad, waarbij soms het enige verschil wordt gevormd door de beperkte ruimte binnen het stedelijk weefsel. Vanwege het grote aantal functies en actoren in de stedelijke omgeving, is het de vraag binnen welk domein of vanuit welk perspectief het concept 'de stad' wordt gezien wanneer wordt gesproken over blootstelling en gevoeligheid (bijv. economisch, demografisch, etc.). Dit compliceert het onderzoek naar kwetsbaarheid en leidt in de praktijk tot een groot aantal wegingsfactoren die niet objectief beoordeelbaar zijn.

Resumerend kan worden gesteld dat een integraal afwegingskader (maatregelen en timing) nog niet voor handen en dringend gewenst is. Bouwstenen voor een dergelijk kader zullen ook inzicht moeten geven in de wijze van integratie van adaptatie maatregelen met de mitigatieopgave en leefomgevingkwaliteit. Bekend is dat op dit moment is gezamenlijke KvK, KvR, LmW en Habiforum project Definitiestudie Afwegingskader zich aan deze onderwerpen wijdt, maar resultaten zijn nog niet bekend. De robuustheid en/of flexibelheid van beleid of strategieën wordt tevens in enkele andere Nederlandse projecten beoordeeld (zie Tabel 1.1.). Ook op Europees vlak zijn er enkele projecten die zich wijden aan het definiëren en evalueren van een beoordelingskader van adaptatiestrategieën (zie Tabel 1.2).

Wetenschappelijke onderzoeksvragen

Op basis van de algemene beschouwing die in paragraaf 2.1 is weergegeven, zijn de volgende subthema's binnen het thema 'systeem stad' gedefinieerd die samen de gehele stad als systeem en de gevolgen ervan voor de systeemparameter klimaatbestendigheid bedekken:

1a: De relatie tussen de stad en klimaateffecten:

- Welke invloed hebben verschillende stedelijke typologieën op hitte-eilanden, overstromingsrisico's, fijnstof concentraties, etc.?
- Hoe kunnen stedelijke groei en krimp gesimuleerd worden met het oog op de evaluatie van de effectiviteit van adaptatiemaatregelen in toekomstige condities?
- Welk effect heeft autonome stedelijke ontwikkeling op de klimaatbestendigheid?
- Wat zijn de kritische grenzen van verdichting en stedelijke groei ten aanzien van klimaatbestendigheid?

1b: Dynamiek van de stad in de temporele dimensie:

- Hoe verhoudt de dynamiek van klimaatverandering zich tot de dynamiek van de stad?
- Is het mogelijk om het autonome proces van stedelijke vernieuwing te gebruiken om de stedelijke omgeving op een adequate wijze aan te passen aan klimaatverandering?
- Is het gewenst om het proces van stedelijke vernieuwing te versnellen door de levensduur van gebouwen te verkorten?

1c: Ruimtelijke schaalniveaus en relaties:

- Welke interactie vindt er plaats tussen subsystemen op verschillende schaalniveaus in de stad en welke synergie levert dit voor hogere schaalniveaus?
- Welke interactie heeft de stad met systemen op hogere schaalniveaus?

1d: Klimaatbestendigheid:

- Wat is klimaatbestendigheid?
- Hoe kan de klimaatbestendigheid van een systeem gemeten worden?
- Waar moet een goed afwegingskader voor de beoordeling van klimaatbestendigheid en de selectie van adaptatiemaatregelen aan voldoen en hoe zouden selectiecriteria toegepast moeten worden?
- Waar wordt het adaptieve vermogen van een stad ten aanzien van klimaatverandering door bepaald en hoe kan dit worden gemeten en vergroot?
- Hoe kan flexibiliteit in het stedelijk systeem ingebracht worden, zodat het mogelijk is om adequaat te anticiperen met onzekere condities in de toekomst?



- Welke secundaire economische effecten kunnen mogelijk door het veranderende klimaat worden veroorzaakt?
- Welke factoren bepalen de economische veerkracht tegen schade door extreem klimaat?

Relevante onderzoeksprojecten

Tabel 1.1 geeft een overzicht weer van onderzoeksprojecten op het gebied van het thema 'systeem stad'. Er zijn nauwelijks onderzoeksprojecten bekend die de stad als complex adaptief systeem benaderen en die onderscheid maken in de ruimtelijke schaalniveaus stad, wijk en gebouw en temporele dimensies.

Er wordt tevens geconstateerd dat socio-economische ontwikkelingen binnen de stad langzaam aan net als klimaatveranderingen als input gebruikt worden voor het bepalen van adaptatiemaatregelen en/of strategieën. Een integrale benadering waarbij zowel socio-economische ontwikkelingen als klimaatverandering beiden als input gebruikt worden voor het bepalen van klimaatbestendigheid wordt echter nog vrijwel niet toegepast.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		1a	1b	1c	1d
ARK Routeplanner 2010-2050	Kennisloket voor ministeries betrokken bij ARK, een nulmeting van de klimaatbestendigheid van Nederland in de huidige situatie en formulering van klimaatkennis en beleidsagenda met speciale aandacht voor adaptatie en ruimtelijke ordening.	-	-	-	x
KvR, LmW, Habiforum, KvK: Definitiestudie Afwegingskader Ruimte en Klimaat	Analyse van relevante argumenten, bestaande regelgeving en afwegingsmethoden van min of meer vergelijkbare besluitvormingsprocessen voor het opstellen van een beleidsinstrumentarium op verschillende schaalniveaus, gebiedstypen, bestuurlijke omgevingen en klimaataspecten om bestuurders op alle niveaus in staat te stellen om optimaal rekening te houden met klimaatverandering en om investeringen en inrichtingsplannen klimaatbestendig te maken.	-	-	-	x
Milieu, bevolking en gezondheid (MNP)	In kaart brengen van: (i) opties voor verbetering van relaties tussen bevolkingsdynamica en aard en omvang van economische activiteiten en landgebruik incl landgebonden energie opties; en (ii) de kwetsbaarheid van bevolkingsgroepen voor klimaatverandering en andere milieuproblemen en terugkoppeling van impact naar gezondheid, economie en migratie.	x	-	-	x
KvR A13 Definitiefase: Aandacht voor veiligheid	Ontwikkeling van een Discussie Ondersteunend Systeem waarmee de bestendigheid van het veiligheidsbeleid voor de komende 15-20 jaar geanalyseerd kan worden tegen veranderingen op de lange termijn (50-100 jaar) waarmee nieuwe veiligheidsperspectieven worden ontworpen die zijn toegesneden om te gaan met deze lange termijn veranderingen.	-	x	-	x
KvR A14 Hotspot Zuidplaspolder	Vertaling van lange termijn effecten van klimaatverandering (vooral water) naar risicokaarten voor Zuid-Holland en de Zuidplaspolder, aandragen en evalueren van oplossingen om deze klimaatbestendig te maken.	-	x	-	x



KvR A16 Hotspot Tilburg	Ontwikkeling van een algemeen bruikbare werkwijze om op lokaal/regionaal niveau om te gaan met klimaatverandering en het formuleren van een langlopend klimaatprogramma in regio Tilburg en formatie van sterk lokaal arrangement met partijen die dit kunnen en willen uitvoeren.	x	-	-	-
KvR A8 Gevolgen van klimaatverandering voor de transportsector	Analyse van de mogelijke effecten klimaatverandering op transport. De betrouwbaarheid van transport over water vormt een belangrijk punt van aandacht. Daarnaast zullen de consequenties van adaptatiestrategieën en de relaties tussen ruimtelijke keuzes en transport bestudeerd worden.	x	-	-	-
KvR COM15 Adaptatiescan voor lokale overheden	Ontwikkeling van een adaptatiescan voor gemeentelijk / provinciaal niveau die opties geeft om negatieve effecten van klimaatveranderingen tegen te gaan en kansen te benutten om nieuwe projecten te ontwikkelen. Starten van een bewustwordingsproces bij lokale overheden van de noodzaak voor het nemen van adaptatieve maatregelen op lokaal niveau en het straten van een CoP om leerprocessen te stimuleren.	-	-	-	x
KvR IC03 Landgebruiksontwikkeling en in een veranderend klimaat (LANDS)	Inzichten in mogelijke toekomstige ruimteclaims van adaptatiestrategieën in Nederland door een vertaling vanuit een crosssectorale invalshoek van landgebruiksveranderingen, ingegeven door klimaatverandering naar nationale adaptatiestrategieën en regionale maatregelen. Men kijkt daarbij naar landbouw, industrie, woningbouw en natuur. Er zijn 2 cross-sectorale thema's benoemd: waterbeheer en natuurbeheer.	x	-	-	-
KvR IC11 Socio-economische scenario's voor klimaatstudies	Het project genereert socio-economische scenario's voor klimaat impact en adaptatie onderzoek met een focus op ruimtelijke ordening, inclusief verhaallijnen, modellen en uitleg hoe deze te gebruiken, in samenwerking met toekomstige gebruikers.	x	x	-	-
LmW P1015 Perspectieven in integraal waterbeheer	Ontwikkeling van dynamische ontwikkelingspaden waarin veranderingen van watersysteem, waterfuncties, waterbeheer en maatschappelijk perspectief op een dynamische manier zijn geïntegreerd met doel om robuustheid en flexibiliteit van waterbeleid te beoordelen.	x	x	-	x
LmW P3075 Urban Flood Management	Netwerk van Dordrecht, Hamburg en Londen om UFM als integraal onderdeel van stedelijke ontwikkeling te benaderen en evt restrisico's te beoordelen en beheren. Analyse van hoogwaterrisico's, kwetsbaarheden en adaptieve inrichtingsmaatregelen; herziening van planprocedures; onderzoek naar duurzame risicobestendige plan- en bouwmethoden; inzicht in verantwoordelijkheden van beleid en bestuur; en communicatie en bewustwording.	x	-	-	-
Totaal		7	4	0	7

Tabel 1.1: Relevante lopende en recent afgeronde onderzoeksprojecten binnen het thema systeem stad



Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		1a	1b	1c	1d
ADAM (EU)	Ontwikkeling van strategische klimaatoplossingen door analyse van de combinatie van adaptieve en mitigatieve oplossingen voor een 'safe landing' binnen Europa en een beoordelingskader.	-	-	-	x
Analysing local climate vulnerability and local adaptation strategies (EU)	Development of a risk-assessment model for local vulnerability that aims to determine the type and degree of uncertainty associated with the interactive effects between climate model predictions (downscaling) and the local and institutional conditions.	x	-	-	x
MARE (EU)	Bijdrage aan de Europese Hoogwaterrichtlijn door ontwikkeling van adaptieve strategieën ter beperking van hoogwaterrisico's, mbv integratie van technische, bestuurlijke en procesmatige vraagstukken.	x	x	-	x
Totaal		2	1	0	3

Tabel 1.2: Relevante internationale onderzoeksprojecten





2. Klimaatsverandering

2.1. Algemene beschouwing

De voorspelde verandering van het klimaat

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) leidt internationaal gezien onderzoek naar het globale klimaat, terwijl in Nederland de Klimaat Scenario's van het KNMI als maatgevend beschouwd worden. De KNMI klimaat scenario's beschrijven 4 mogelijke veranderingen voor gemiddeld en extreem weer in Nederland in 2050 ten opzichte van 1990. Verwacht wordt dat zowel gemiddelde waarden (continue dreiging) als de variantie (discrete terugkerende dreiging) verandert (zie Tabel 2.1).

Factor	Gemiddelde	Variantie
Temperatuur	Zomer: +0,9 °C - +2,8 °C Winter: +0,9 °C - +2,3 °C	Minder extreme kou, meer extreme hitte
Neerslag	Zomer: -10% - +3% Winter: +3% - +7%	Intensievere buien in winter en zomer, minder natte dagen in zomer
Wind	Nauwelijks verandering t.o.v. natuurlijke schommelingen	Nauwelijks verandering t.o.v. natuurlijke schommelingen
Zeespiegel*	2050: +15cm - +35cm; 2100: +35cm - +85cm; 2300: +1m - +2,5m	Geringe verandering aantal stormvloed
Afvoer grote rivieren	Winter: toename afvoer Zomer: afname afvoer	Winter: toename piekafvoer Zomer: toename lage afvoer

*Veerman et al. (2008) verwachten een gemiddelde stijging van 65-130cm in 2100 en 2-4m in 2200 (inclusief bodemdaling).

Tabel 2.1: Klimaatverandering volgens de KNMI Scenario's (Van den Hurk, 2006)

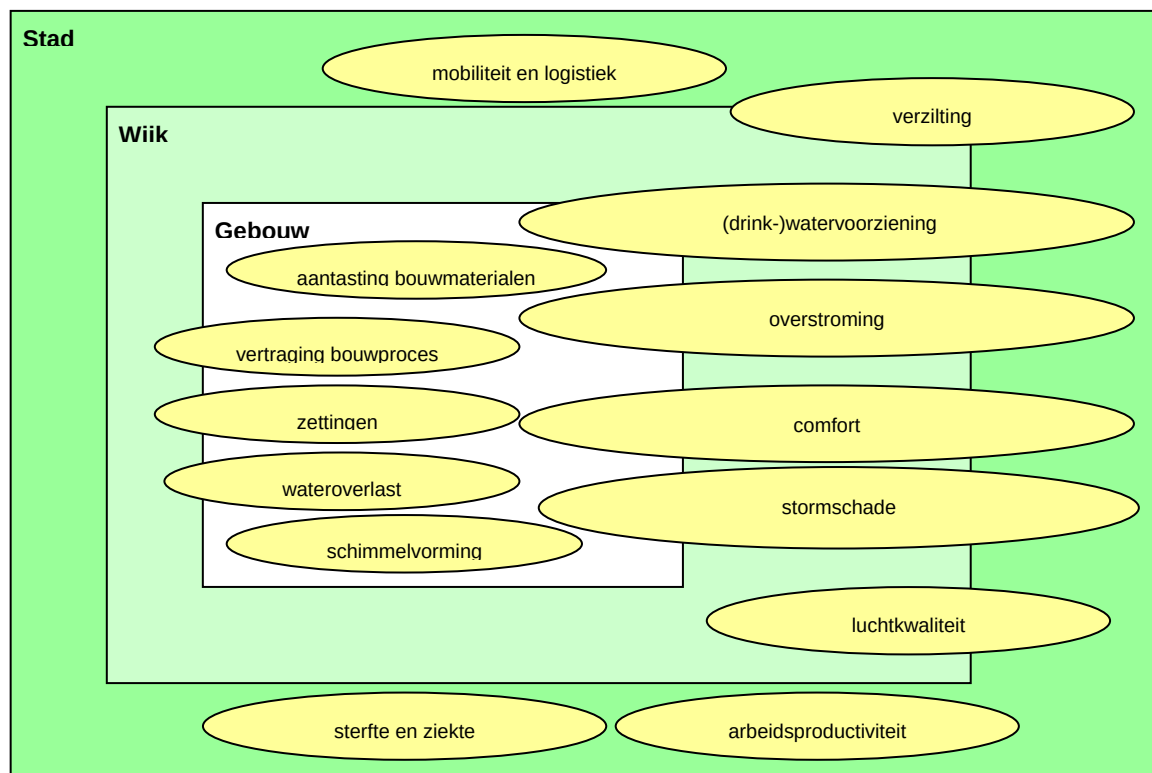
In vergelijking met bovenstaande prognoses, zullen Nederlandse steden waarschijnlijk te maken krijgen met grotere neerslag extremen door een westelijke ligging van veel steden en hogere temperaturen door het 'Urban Heat Island' (UHI) effect (Rahola et al. 2008). Het UHI effect houdt in dat het in de stad warmer is dan buiten de stad. Het effect is maximaal gedurende de nacht, wanneer het op het platteland harder afkoelt dan in de stad. Het UHI effect wordt veroorzaakt door: i) verhoogde absorptie van zonnestraling van materialen van verharde oppervlakken in de stad ten opzichte van vegetatie, bodem en water, hetgeen tot verlaagde verkoeling in de nachtelijke uren leidt; ii) verlaagde verkoeling door evapotranspiratie door kleinere hoeveelheden vegetatie en water in de stad; iii) verlaagde verkoeling door wind door de aanwezigheid van windbarrières, zoals gebouwen; en iv) verhoogde opwarming van de stad door antropogene warmtebronnen zoals gebouwen en verkeer.

Er is nog zeer weinig bekend over de exacte grootte van het UHI effect op Nederlandse steden, omdat in het verleden metingen en modelleringen vooral in gebieden rondom steden uitgevoerd zijn. Conrads (1975) heeft in 1970-1971 in de stad Utrecht en het omliggende platteland gemiddelde temperatuurverschillen van 1,7°C (winter) en 2,7°C (zomer) gemeten, terwijl het maximum verschil 8°C bedroeg. Door fysieke veranderingen in de stedelijke omgeving en veranderde activiteiten ten opzichte van 1970-1971 is het echter aannemelijk dat de gemeten waarden voor temperatuur niet meer juist zijn. Ook is er onduidelijkheid over neerslaggegevens in Nederlandse steden. Shepperd et al. (2001) stellen dat het UHI effect ook gevolgen heeft voor neerslagpatronen benedenwinds van de steden. Voor Nederland is hier nog weinig over bekend.

Op dit moment wordt er voor de beheersing van het binnenklimaat in gebouwen vaak gebruik gemaakt van airconditioning systemen. Verwarming en verkoeling van gebouwen is verantwoordelijk voor 30 tot 35% van de energieconsumptie in stedelijke gebieden en draagt dus significant bij aan het UHI-effect. Maatregelen ter vermindering van de energieconsumptie worden als mitigatiemaatregelen beschouwd en zullen daarom niet in dit rapport behandeld worden.

Gevolgen van klimaatsverandering in Nederlandse steden

Klimaatsverandering heeft effecten binnen alle schaalniveaus van de stad. In Figuur 2.2 zijn voorbeelden weergegeven van enkele gevolgen op het stad-, wijk- en gebouw niveau. Te zien is dat sommige effecten zoals schimmelvorming alleen optreden op het niveau van het gebouw, terwijl andere effecten zoals overstromingen gevolgen hebben voor alle schaalniveaus. Door interacties kan een factor op wijkniveau bijvoorbeeld doorwerken op gebouwniveau, zoals bijvoorbeeld hoge temperaturen van de buitenlucht natuurlijke ventilatie op gebouwniveau belemmeren. Dit inzicht is van belang voor de keuze van een geschikte adaptatiestrategie en bijbehorende maatregelen.



Figuur 2.2: Gevolgen van klimaatsverandering in verschillende schaalniveaus van de stad gebaseerd op Vivian et al. (2005), Van de Ven et al. (2008), Rahola et al. (2008) en Döpp en Albers (2008).

De belangrijkste mogelijke gevolgen van klimaatverandering op de stedelijke omgeving in Nederland zijn verminderde waterveiligheid, wateroverlast, droogteproblemen en gevaren voor volksgezondheid door o.a. hittestress en verlaagde luchtkwaliteit. Het risico van deze effecten wordt niet alleen veroorzaakt door een grotere kans op voorkomen, maar ook door de steeds groter wordende potentiële gevolgen van de effecten door bevolkingsgroei, verstedelijking en economische groei (zie Hoofdstuk 1).

Door de ligging onder de zeespiegel van een groot gedeelte van Nederland is waterveiligheid van oudsher een belangrijke thema. Een stijgende zeespiegel en verhoogde rivierafvoeren en waterstanden vergroten de kans op overstromingen, terwijl de potentiële gevolgen van een overstroming steeds groter worden door groei en concentratie van economische activiteiten in de laag gelegen Randstad. Hogere waterstanden van de zee en rivieren hebben tevens invloed op de stijghoogte van grondwater en daardoor de hoeveelheid kwel, waardoor kelders onder kunnen lopen en water op straat kan komen te staan. Vaker voorkomende extreme neerslag evenementen in zomer en winter vergroten de kans op wateroverlast. Bovendien worden Nederlandse steden steeds compacter, waardoor de verharding in de stad toeneemt en meer water afgevoerd moet worden door afwateringssystemen en de kans op wateroverlast toeneemt. Grotere periodes van droogte in de zomer kunnen overlast en schade veroorzaken voor de binnenscheepvaart, funderingen van gebouwen, de drinkwatervoorziening en in combinatie met de zeespiegelstijging verzilting van grond- en oppervlaktewater.



Schade door overstromingen, wateroverlast en droogte kan in eerste instantie uitgedrukt worden in de kosten die direct door klimaat veroorzaakt worden, zoals schade aan infrastructuur en gebouwen in het geval van overstromingen of wateroverlast, of schade aan groen in het geval van droogte. Door interacties tussen verschillende deelsystemen binnen de stad, kan ook indirect door klimaatsoorzaken schade optreden. Wanneer bijvoorbeeld het elektriciteitsnetwerk beschadigd wordt door een storm en een deel van een stad daardoor geen elektriciteit heeft, komt bedrijvigheid stil te liggen en kan enorme schade ontstaan door gemiste inkomsten. Koenen (2008) stelt bovendien dat historische gegevens laten zien dat directe gevolgen van overstromingen zoals drijvend materiaal, instortende gebouwen of uitval van apparatuur kan leiden tot het vrijkomen van gevaarlijke stoffen in de chemische industrie, met enorme potentiële gevolgen milieu, gezondheid en veiligheid van mensen in het omliggende gebied. In Nederland is er weinig bekend over hoe groot de directe en vooral indirecte schade door verschillende klimaatsoorzaken is in termen van financiële waarde, milieu, volksgezondheid etc.

Lucht temperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en gemiddelde stralingstemperatuur bepalen het thermisch comfort voor mensen. Hittestress treedt op wanneer er niet alleen psychologische maar ook fysiologische effecten optreden. De mogelijke gevolgen van verhoogde temperaturen zijn onder andere: verhoogde sterfte, verlaagde arbeidsproductiviteit, verlenging van het hooikoortsseizoen en de introductie van nieuwe (tropische) ziekten in Nederland (Rahola et al., 2008). Periodes van langdurige hitte gaan bovendien vaak samen met een verslechtering van de luchtkwaliteit in stedelijke gebieden. Volgens Stedman (2004) waren verhoogde fijn stof concentraties en smogvorming verantwoordelijk voor 21 tot 38% van de slachtoffers van de hittegolf van 2003 in het Verenigd Koninkrijk. Er dient echter nog veel onderzoek gedaan te worden naar de gezondheidseffecten van veranderend klimaat en klimaatsextremen in Nederland voordat de effectiviteit van maatregelen bepaald kan worden. Huynen et al. (2008) geeft een gedetailleerd overzicht van de stand van de Nederlandse kennis op dit gebied.

2.2 State of the art: stedelijk klimaat

Wetenschappelijke kennishiaten

In Nederland is er tot voor kort nauwelijks aandacht geweest voor meting van het stedelijk klimaat. Interviews met experts hebben uitgewezen dat het onderzoek naar het stedelijk klimaat en de directe en indirecte klimaateffecten op de stad loopt nog ver achter bij landen als Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Australië en de VS waar men het stedelijk klimaat wel zeer uitgebreid onder de aandacht heeft. Inmiddels wordt het onderwerp ook in Nederland onderkend. Zoals in paragraaf 2.1 is beschreven, is er in Nederland nog zeer weinig bekend over de exacte grootte van het UHI effect op Nederlandse steden. Aangezien het UHI effect zich op verschillende manieren over verschillende ruimtelijke schalen manifesteert, is het van belang om de effecten op elk schaalniveau te kunnen beheersen. Hiervoor is downscaling van klimaatmodellen op macro en meso niveau naar micro niveau benodigd. De kennis hiervoor ontbreekt echter nog in Nederland. Ontbreken van kennis over de manifestatie van het UHI effect geldt niet alleen voor de individuele parameters temperatuur, neerslag en lucht- en waterkwaliteit, maar ook voor de interactie tussen verschillende parameters. Naast kennis over het stedelijk klimaat op zich is er een behoefte naar meer kennis over de directe en indirecte gevolgen van klimaatverandering op verschillende functies, sectoren, subsystemen en actoren in steden en de bedreigingen en kansen die hieruit ontstaan. Vooral op het gebied van volksgezondheid en mogelijke (in-)directe economische schade is nog onvoldoende bekend om efficiënte maatregelen te nemen. Op het gebied van stedelijk water heeft men in Nederland meer inzicht in de gevolgen van klimaatverandering dan dat dit het geval is voor temperatuur.

Wetenschappelijke onderzoeksvragen

Op basis van bovenstaande tekst en de algemene beschouwing die in paragraaf 2.1 is weergegeven, zijn de volgende subthema's binnen het thema 'klimaat' gedefinieerd:

2a: Condities van het stedelijk klimaat:

- Wat is de exacte grootte van het UHI effect in Nederlandse steden?
- Hoe kunnen downscaling van klimaatmodellen op macro en meso niveau naar micro niveau worden bewerkstelligd?



- Welke neerslaghoeveelheden kunnen naar aanleiding van klimaatverandering in Nederlandse steden verwacht worden en wat zijn in Nederlandse steden de effecten van klimaatsverandering en verstedelijking op neerslag?
- Welk causaal verband is er tussen hitte in de stad en andere omgevingsfactoren zoals luchtkwaliteit en geluidblootstelling?
- Welke zeespiegelstijging en rivierafvoeren kunnen er in de toekomst verwacht worden?

2b: Directe en indirecte effecten van het klimaat:

- Welke directe en indirecte effecten hebben veranderend klimaat en klimaat extremen op comfort en volksgezondheid in Nederland en welke gevolgen heeft dit voor het menselijk functioneren, zoals arbeidsproductiviteit en leerprestaties?
- Welke regio's en groepen mensen ondervinden de grootste risico's als gevolg van stijgende temperaturen en een grotere frequentie van hittegolven?
- Hoe groot is de directe en indirecte potentiële schade en andere effecten die door klimaatsevenementen veroorzaakt kan worden in Nederlandse steden?
- Welke regio's en groepen mensen ondervinden de grootste overlast, schade en veiligheidsrisico's als gevolg van en grotere kans op pluviale en fluviale overstromingen door klimaatsverandering?
- Wat is het additionele risico van overstromingen op de externe veiligheid van industriële productie en transport van gevaarlijke stoffen?

Relevante onderzoeksprojecten

Tabel 2.3 en 2.4 geven een overzicht van relevante onderzoeksprojecten op het gebied van stedelijk klimaat en de gevolgen hiervan in de stad.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema	
		2a	2b
Analysing local climate vulnerability and local adaptation strategies (EU)	Development of a risk-assessment model for local vulnerability that aims to determine the type and degree of uncertainty associated with the interactive effects between climate model predictions (downscaling) and the local and institutional conditions.	-	x
KvR A17 Dialoogproject Klimaat in de Stad	Articulatie van relevante onderzoeksvragen voor klimaatverandering in het stedelijk gebied door stakeholders en wetenschappers samen.	-	x
KvR COM21 Klimaat-effect schetsboeken	Verzameling van informatie over klimaatverandering en de gevolgen daarvan op het ruimtegebruik in klimaat-effectatlassen ter bewustwording van bestuurders van provincies en andere organisaties.	-	x
KvR COM22 Definitiestudie hitte in de stad	Formulering van onderzoeksvragen en een set praktische vuistregels voor de bouwsector over warmteproblematiek in steden.	-	x
KvR COM29 Klimaat in de Stedelijke omgeving (in voorbereiding)	Ontwikkeling van methoden voor het modelleren van het effect van het huidige en toekomstige klimaat in Nederlandse steden op de volgende meteorologische variabelen: straling, temperatuur, luchtvochtigheid, wind en turbulentie om zo de effectiviteit van verschillende adaptatiemaatregelen te kunnen bepalen.	x	-
KvR CS07 Op maat maken van klimaatscenario's (tailoring)	Op maat maken en toesnijden van klimaatinformatie voor de praktijk binnen oa een aantal pilot-studies, waarbij klimaatonderzoekers gedetacheerd worden bij de gebruikers van klimaatinformatie, evenals publieke presentatie op een educatieve website.	x	-
Totaal		2	4

Tabel 2.3: Relevante onderzoeksprojecten in Nederland



Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema	
		2a	2b
Analysing local climate vulnerability and local adaptation strategies (EU)	Development of a risk-assessment model for local vulnerability that aims to determine the type and degree of uncertainty associated with the interactive effects between climate model predictions (downscaling) and the local and institutional conditions.	-	x
CLIWAT (EU)	Assessment of the hydrological impacts of different climate scenarios with focus on water table fluctuations, river discharge, delineation of flood risk areas and saltwater intrusion in order to predict how future climate change will affect water quantity and quality and to develop adaptive measures and new standards.	-	x
Thermal comfort experience in urban public space (NL, D)	Thermal comfort experience in urban public space		x
Urban Climate Spaces (S)	Multidisciplinary research project that aims to assess the impact of weather on city life and study how urban public spaces are appreciated and used by its visitors.	x	x
Totaal		1	4

Tabel 2.4: Relevante internationale onderzoeksprojecten



3. Strategieën en maatregelen

3.1 Algemene beschouwing

Adaptatie aan klimaatverandering is in hoge mate een ruimtelijk vraagstuk, waarbij het gaat om veranderingen in het ontwerp van gebieden en gebouwen, de locatiekeuzes, en de inrichting en het gebruik van de ruimte. Adaptatie aan klimaatverandering gebeurt vrijwel hoofdzakelijk doordat op lokale schaal maatregelen worden geïmplementeerd. Hiervoor is echter bovenregionale en nationale sturing noodzakelijk op basis van een gedragen lange termijn ruimtelijke strategie voor Nederland. Momenteel wordt door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in opdracht van het Ministerie van VROM gewerkt aan een onderbouwing van opties voor een dergelijke robuuste lange termijn ruimtelijke strategie voor een klimaatbestendig Nederland. Het resultaat van deze studie is gereed medio 2010. Het onderzoek wordt in drie stappen uitgevoerd. In de eerste stap, die recent is uitgevoerd, zijn de belangrijkste beleidsopgaven, beleidsvragen en kennisleemtes geïdentificeerd. In de tweede stap worden verschillende strategische opties uitgewerkt op basis van een variatie in uitgangspunten. Te denken valt aan verschillende methodieken hoe om te gaan met onzekerheden, ambities in te halen beleidsdoelen, etc. Uiteindelijk zal in de laatste stap een beoordelingskader worden ontwikkeld op basis waarvan deze opties beoordeeld kunnen worden. Belangrijk hier is op te merken dat om bovengenoemde stappen te kunnen zetten er het nodige onderzoek uitgevoerd zal moeten worden. Zo zal de beoordelingsmethodiek ontwikkeld moeten worden met belangrijke elementen als omgaan met onzekerheden, weging kosten en baten korte en lange termijn, korte en lange termijn effectiviteit van de opties. Om dit succesvol te kunnen doen is bovendien goede proceskennis benodigd. De opgave voor het stedelijk gebied wordt in dit kader gezien als uiterst relevant en omvat ambities als klimaatbestendigheid van de stad (hittestress, wateroverlast, overstroming) en meekoppelen met de mitigatieopgave en leefomgevingskwaliteit met specifieke aandacht voor de Randstad. Om voor het stedelijk gebied bouwstenen hiervoor te kunnen aandragen is kennis noodzakelijk van:

1. *Blootstelling en gevoeligheid*; Een gedegen en gedetailleerd inzicht in de actuele en toekomstige risico's van hittestress, wateroverlast en overstroming vraagt om een differentiatie per woontype (bijv. laagbouw, hoogbouw), woonwijk, functie (bijv. woningen, openbare ruimte, publieke gebouwen, infrastructuur) en aard van de gevolgen (slachtoffers, leefomgevingskwaliteit, directe gevolgen aan bebouwing (en roerende goederen)). Voor de lange termijn prognoses is uitgegaan van de KNMI scenario's.
2. *Veerkracht (korte termijn)*; de veerkracht en dus de snelheid van en benodigde inspanning voor herstel is afhankelijk van aard van mogelijke directe en indirecte schade, mogelijkheden van klimaatbestendig retrofitting en herstel van de gebouwde omgeving en de risicoperceptie van bewoners en gebruikers van het betreffende gebied;
3. *Aanpassingsvermogen (lange termijn)*; Met name gaat het hier om sociaal economische lange termijn kentallen alsook om levensduur van bebouwing en infrastructuur.

Maatregelen op verschillende niveaus

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven hebben de belangrijkste gevolgen van klimaatverandering voor het stedelijk gebied betrekking tot de waterhuishouding en UHI-effect/energiehuishouding van de stad. Er is geconstateerd dat klimaatinvloed verschillende gevolgen heeft binnen de verschillende ruimtelijke schaalniveaus en dat er interactie is tussen de verschillende schaalniveaus. Het is daarom niet verassend dat er binnen de verschillende schaalniveaus verschillende (technische) adaptatiemaatregelen voor handen zijn. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het bestaande inzicht van adaptatierichtingen binnen thema's in verschillende schaalniveaus. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen maatregelen op gebouwniveau en maatregelen op wijk- en stadniveau. Er moet vermeld worden dat dit in praktijk geen strikte scheiding is, omdat maatregelen door interactie met de omgeving vaak impact hebben op verschillende schaalniveaus. Interactie tussen maatregelen op verschillende schaalniveaus bemoeilijkt het bepalen van de effectiviteit van een geïntegreerd pakket van maatregelen en is op dit moment een onderwerp met een wetenschappelijke kennisleemte.

Gebouwniveau

Bij het ontwerp, realisatie en onderhoud van gebouwen moeten de effecten van klimaatverandering worden meegenomen. Adaptatiemaatregelen die kunnen worden genomen (al dan niet in combinatie



met mitigatiemaatregelen) hebben betrekking op drie verschillende aspecten van gebouwen: bouwconstructies, bouwmaterialen en binnenklimaat.

Bouwconstructies

Gebouwen en onderdelen van gebouwen moeten voldoende sterkte hebben om de belastingen tijdens de levensduur te weerstaan. Klimaatfactoren die deze belastingen mede bepalen zijn wind, neerslag en temperatuur. Een eerste beschouwing op basis van de KNMI scenario's laat een mogelijke toename van deze belastingen zien. Bijvoorbeeld, lage waterstanden in perioden van droogte leiden tot rotting van houten funderingen en slagregens veroorzaken grotere belasting op gevels. Dit zal een toename van het schaderisico betekenen met consequenties voor gebouweigenaren, verzekeraars en alle partijen betrokken bij realisatie van nieuwe bouwwerken. Voor nieuwbouw is een heroverweging van de huidige bouwbesluitnormen noodzakelijk, terwijl voor bestaande bouw een eenduidige afspraak over het acceptabele risiconiveau noodzakelijk is. Instrumenten voor ontwerpers en handhavers zijn nodig om deze effecten te kunnen meewegen. Steenbergen et al. (2008) stellen dat op het gebied van het in kaart brengen en kwantificeren van klimaatinvloeden op gebouwen, de bepaling van klimaatrisico's en betrouwbaarheid en het ontwikkelen van nieuwe maatregelen op technisch en institutioneel vlak nog veel onderzoeksvragen liggen.

Bouwmaterialen

De mate van aantasting van bouwmaterialen zal beïnvloed worden door onder andere verhoogde temperatuur, meer neerslag, wijziging van grondwaterspiegel en samenstelling en verhoogde UV-belasting. Verhoogde temperatuur zal het aantal vorst-dooi cycli (enigszins) reduceren. Tegelijkertijd zullen materialen natter zijn, waardoor de schade zal toenemen. Zowel de combinatie van hogere temperatuur en relatieve luchtvochtigheid als verzouting van het grondwater in delen van Nederland zullen tot meer zoutschade leiden. En niet in de laatste plaats aan cultureel erfgoed. Het effect van verhoogde temperatuur en meer neerslag zal zich eveneens uiten in snellere groei van micro-organismen en in verschuiving van de soorten. Dit kan de mate van biologische aantasting van bouwmaterialen vergroten. Ecologisch verantwoorde methoden om biokolonisatie te voorkomen, verbeterde zout- en UV-resistentie van materialen en ontzoutingsmethoden kunnen dergelijke effecten opvangen.

Binnenklimaat

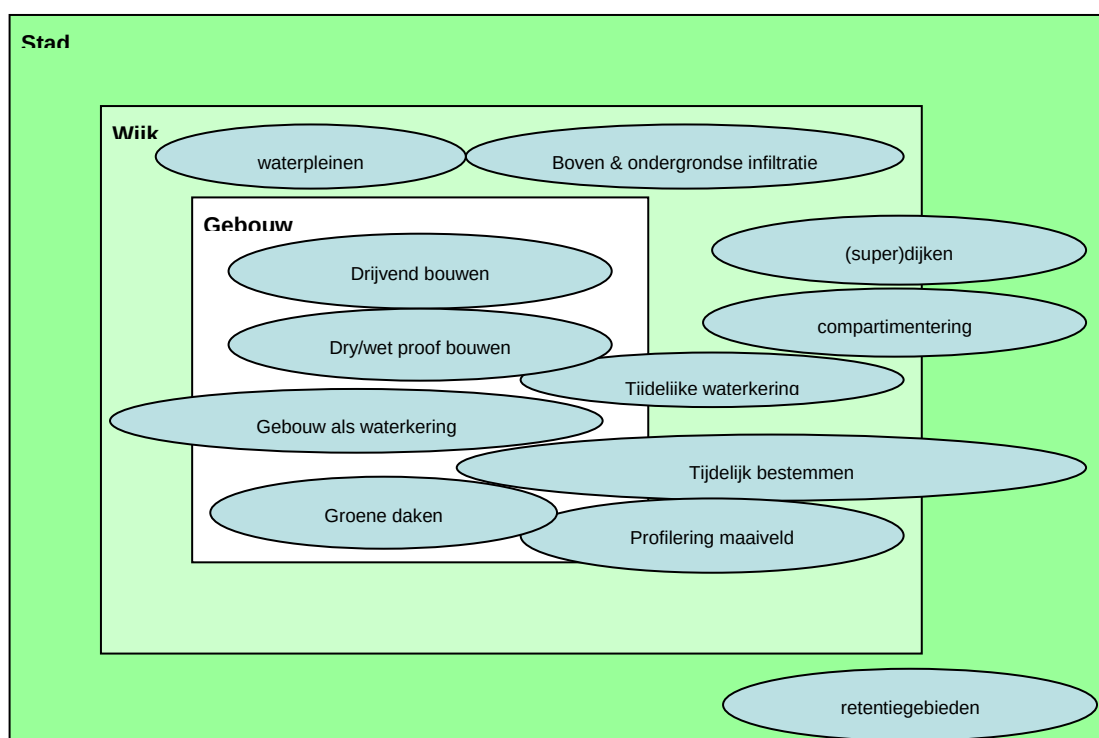
De vier scenario's voor klimaatverandering in Nederland zoals opgesteld door het KNMI in 2006, zullen alle vier grotendeels dezelfde uitwerking hebben op het binnenmilieu. Voorspeld wordt dat de gemiddelde temperatuur in Nederland enkele graden omhoog zal gaan. Dit betekent dat gebouwen in de winter minder verwarmd hoeven te worden, maar ook dat de kans op oververhitting in de zomer toeneemt. Hoogstwaarschijnlijk zal dit een toename in het aantal airconditioning systemen inhouden. De voorspelde klimaatverandering zal ook directe effecten op de binnenluchtkwaliteit hebben. Hoge temperaturen in combinatie met toegenomen UV-straling zal smog en ozonconcentraties doen stijgen. Zowel de directe als indirecte klimaateffecten (op het gebied van verlichting, akoestiek en op het psychosociale vlak) zullen hun weerslag hebben op de gezondheid van mensen. Om te kunnen anticiperen op de mogelijke veranderingen in de toekomst zijn zowel aanpassingen aan het gebouw als bij de gebruikers van die gebouwen aan de orde. Tegenwoordig wordt het binnenklimaat met name door airconditioning systemen met een hoge energiebehoefte beheerst. Bij het ontwikkelen van adaptatiestrategieën op gebouw niveau dient daarom de invloed van bebouwing op de energiebalans van een stad mee te worden gewogen. Niet alleen het energieverbruik van gebouwen speelt hierbij een rol, maar ook het reflectief vermogen van bebouwing. Conventionele gebouwen en bestrating absorberen zonnestraling en zorgen ervoor dat veel warmte wordt vastgehouden. Slim gebruik van het grote oppervlak van gebouwen kan bijdragen aan een positieve verandering van de energiebalans, bijvoorbeeld door het wit maken van daken en gevels, het plaatsen van zonnepanelen of de aanleg van groene daken. Deze maatregelen op gebouwniveau zijn direct verbonden met hogere schaalniveaus (wijk, stad), omdat ze kunnen bijdragen de vermindering van het UHI-effect in een stad.

Gebouw-, wijk- en stadsniveau

Waterhuishouding en waterveiligheid

Extreme neerslag of verhoogde rivierstanden geven problemen in compacte stedelijke gebieden; er is te weinig ruimte voor de (tijdelijke) berging van het water met de mogelijke overstromingen, wateroverlast en waterkwaliteitsproblemen tot gevolg. Tegelijkertijd zullen er waarschijnlijk ook meer

periodes van droogte optreden met potentiële gevolgen voor waterkwaliteit en watervoorziening. De Commissie Tielrooij presenteerde in 2000 het advies Waterbeleid 21^{ste} eeuw waarin meer ruimte voor water geadviseerd werd, evenals het adagium 'vasthouden-bergen-afvoeren' (Commissie Waterbeheer 21ste eeuw, 2000). Dit advies was destijds onderdeel van een transitie naar integraal waterbeheer waarbij een sterkere koppeling tussen ruimtelijke ordening, waterbeheer en ecologie gewenst was. Technieken zoals wadi's, waterpleinen, doorlatende bestrating en groene daken zijn voorbeelden van maatregelen die als gevolg van dit groeiend inzicht steeds vaker geïmplementeerd worden. De transitie lijkt ook invloed uit te oefenen op het beheersen van de waterveiligheid: men lijkt steeds zich steeds bewuster te worden van onzekerheden in klimaatverandering en autonome stedelijke ontwikkelingen met als gevolg dat men meer lijkt te accepteren dat noodsituaties zoals overstromingen niet helemaal uit te sluiten zijn, waardoor er steeds meer aandacht komt voor maatregelen die de robuustheid van een stad tijdens een overstroming en de herstelcapaciteit na een overstroming vergroten. In het geval van robuustheid kan men denken aan superdijken die niet doorbreken zodat overstromingen minder snel verlopen waardoor er meer tijd voor evacuatie is. Als voorbeelden van maatregelen ter vergroting van de herstelcapaciteit kunnen bijvoorbeeld rampenfondsden of overstromingsverzekeringen genoemd worden.



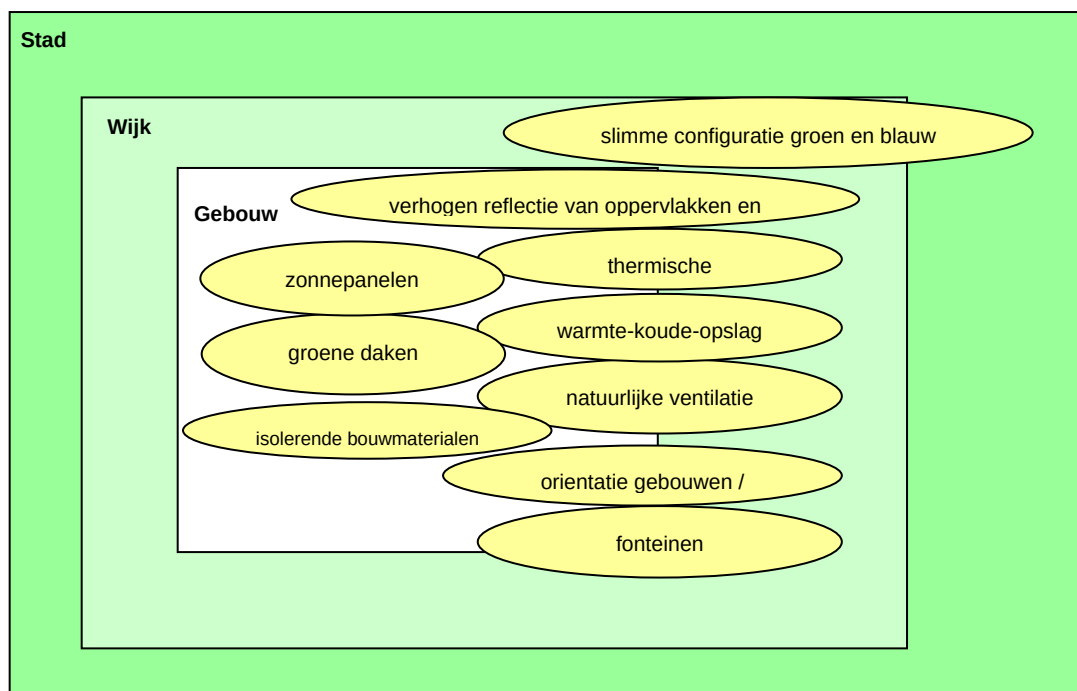
Figuur 3.1: Voorbeelden van technische adaptatiemaatregelen met betrekking tot de waterhuishouding en de waterveiligheid, gebaseerd op Van de Ven et al. (2008)

Van de Ven et al. (2008) geven een overzicht van meer dan 100 technische en institutionele maatregelen om ruimtelijke ordening meer waterrobuust te maken ter vergroting van de veiligheid, vermindering van potentiële wateroverlast en overlast door droogte. Sommige van deze 'waterrobuuste' maatregelen, bijvoorbeeld groene daken, dragen niet alleen bij aan de waterrobuustheid van de stad, maar ook aan andere aspecten zoals isolatie van gebouwen en een verhoogde luchtkwaliteit van het stedelijk gebied. Groeiend maatschappelijk bewustzijn over klimaatverandering zou tevens in stijgende mate een aanleiding kunnen zijn voor duurzaam watergebruik in de stedelijke omgeving. Waar nu nog drinkwater als belangrijke waterbron voor alle toepassingen (zowel huishoudelijk als industriële toepassingen) wordt aangewend zullen in de toekomst wellicht andere waterbronnen met andere waterkwaliteit aangewend moeten worden om de gevolgen van klimaatverandering het hoofd te kunnen bieden. Voor huishoudelijke toepassingen lijkt deze ontwikkeling naar 'fit-for-purpose' toepassingen op dit moment echter nog onwaarschijnlijk, door de contaminatie van drinkwater met huishoudwater in Leidsche Rijn in 2001.

In Hoofdstuk 2 zijn de oorzaken en gevolgen van het UHI-effect beschreven. Hittegerelateerde problemen kunnen met verschillende technische maatregelen in de stedelijke omgeving bestreden worden (zie Figuur 3.2). Binnen alle schaalniveaus van een stad richten de maatregelen zich op het verminderen van het UHI-effect door: (i) verlaagde absorptie van oppervlakken en materialen; (ii) verhoogde koeling; en (iii) verlaagde antropogene warmte productie (dit is in feite mitigatie) (Rahola et al., 2008; Gartland, 2008). Aangezien absorptie van warmte door de gebouwde omgeving een belangrijke oorzaak van het UHI effect is, is het van belang om dit probleem op gebouwniveau, wijkniveau en stadsniveau te onderzoeken. Op gebouwniveau spelen hierbij met name technologische ontwikkelingen (gevelconstructies) en de regelgeving rond bouwfysica (bijv. Energie Prestatie Norm) een rol. Op wijkniveau is het belangrijk om na te gaan wat de invloed is van typisch Nederlandse stedelijke verkavelingspatronen t.a.v. ventilatie, evotranspiratie (groene inrichting) en ontsluiting (infrastructuur). Op stedelijk niveau spelen grootschalige inrichtingselementen een rol: rivieren, groenstructuur en primaire ontsluiting inclusief de ruimtelijke ordening (locatie van woonwijken, werk, recreatie, etc.).

Infrastructuur en mobiliteit

Vaker voorkomende extreme weersituaties en mogelijke hoogwaterstanden door klimaatverandering hebben gevolgen voor de Nederlandse infrastructuur en mobiliteit. Dit heeft vanzelfsprekend ook belangrijke gevolgen voor de stedelijke omgeving. In opdracht van Kennis voor Klimaat is een verkenning uitgevoerd naar de klimaatverandering en infrastructuur (De Wit et al., 2008), waarin in kaart is gebracht welke aspecten een rol spelen bij het beschrijven van de relatie tussen klimaatverandering en infrastructuur, welke kennis hierover beschikbaar is, en welke kennis er (nog) nodig is. Voor meer informatie over kennishiaten op het gebied van klimaatadaptatie van infrastructuursystemen wordt naar het rapport van De Wit et al. (2008) verwezen.



Figuur 3.2: Technische adaptatiemaatregelen ter beperking van hittestress, gebaseerd op Rahola et al. (2008), Gartland (2008) en Döpp en Albers (2008).

Selectie van geschikte adaptatiemaatregelen

Tabel 3.2 geeft op basis van eerdere hoofdstukken de aspecten aan die de selectie van adaptatie maatregelen bepalen. Ten eerste moet een adaptatie maatregel de juiste klimaatdreiging (temperatuur, water, luchtkwaliteit) beantwoorden binnen een bepaalde onzekerheid. Hierin wordt bovendien onderscheid gemaakt in klimaatdreiging door trage continue veranderingen (bijv. zeespiegelstijging of temperatuurstoename) en kortstondige extreme condities waarvan de frequentie toeneemt (bijv. hittegolf, droogte, extreme neerslag, extreme rivierafvoer).



Aspect	Opties
Klimaatdreiging	
Klimaataspect	Temperatuur, luchtkwaliteit, water
Onzekerheid	Vrijwel zeker tot zeer onwaarschijnlijk
Soort dreiging	Continue of discrete enkelvoudige/terugkerende dreigingen
Adaptatie strategie	
Type strategie	Vergroten van robuustheid, veerkracht of zelfredzaamheid
Ruimtelijke schaalniveau	Enkel op bebouw, wijk of stad, of op meerdere niveaus tegelijk
Temporeel schaalniveau	Lange termijn, korte termijn
Flexibiliteit	Behouden of beperken van opties voor de toekomst
Type maatregel	Technisch, socio-economisch
Effectiviteit van maatregelen	
Prestatie	Voldoende of onvoldoende
Kosten-baten verhouding	Acceptabel of onacceptabel
Kosten-baten allocatie	Acceptabel of onacceptabel
Implementeerbaarheid	Voldoende of onvoldoende capaciteit beschikbaar

Tabel 3.2: Aspecten die de selectie van adaptatiemaatregelen bepalen

Op basis van de klimaatdreiging wordt een strategie geselecteerd die optimaal is voor een bepaald stedelijk systeem. Hierbij dient een afweging gemaakt te worden tussen het vergroten van de robuustheid, veerkracht en aanpassingsvermogen van een systeem en de bijbehorende technische en socio-economische maatregelen. Verder dient er bepaald te worden op welk ruimtelijk en temporeel schaalniveau de strategie wordt toegepast en hoe omgegaan wordt met onzekerheid in combinatie van onomkeerbaarheid van maatregelen. Dit houdt ook een keuze in over het toestaan van afwenteling naar andere schaalniveaus.

De selectie van adaptatiemaatregelen die passen bij een bepaalde klimaatdreiging en adaptatiestrategie wordt bepaald door de effectiviteit van een maatregel of een pakket aan maatregelen te vergelijken met andere (pakketten van) maatregelen. De effectiviteit van een maatregel of een pakket aan maatregelen is van drie factoren afhankelijk:

- **De prestatie.** Het is echter niet altijd eenvoudig om de prestatie eenduidig te meten, omdat adaptatie maatregelen erop gericht zijn schade te vermijden. Dit kan niet altijd in kwantitatieve eenheden worden gemeten en vergeleken. Indien de prestatie van adaptatiemaatregelen wel in kwantitatieve eenheden uitgedrukt kan worden (zoals bijvoorbeeld voor het koelend effect van cool roofing technieken) is deze prestatie vaak helemaal nog niet bekend. Er is ook nog veel onderzoek te doen op het gebied van de prestatie van geïntegreerde pakketten van maatregelen.
- **De verhouding en allocatie van de kosten en baten.** De prestatie en andere baten (voorbeeld) van de maatregel dienen in verhouding staan met de kosten en dienen bovendien op een acceptabele wijze verdeeld zijn naar mening van de stakeholders, voordat deze zullen participeren in implementatie.
- **De implementeerbaarheid.** Een adaptatie maatregel kan pas geïmplementeerd worden als er voldoende capaciteit aanwezig en de implementatie ondersteund wordt door de institutionele arrangementen (zie hoofdstuk 4).

Het is de vraag of een goed afwegingskader uitsluitend uit bovenstaande factoren moet bestaan en hoe de bovenstaande factoren het beste beoordeeld en gewogen zouden kunnen worden. Vooral de keuze tussen verschillende strategieën is op dit moment nog niet goed te maken op basis van de huidige inzichten. Eerder is er al geconstateerd dat er nog geen eenduidig beeld bestaat over wat klimaatbestendigheid precies inhoudt, omdat het vanuit vele verschillende percepties wordt benaderd. Dit maakt het erg lastig om te bepalen wanneer een bepaalde maatregel of strategie voldoende effectief is.



3.2 State of the art: strategieën en maatregelen

Wetenschappelijke kennishiaten

Deze paragraaf geeft een overzicht van de wetenschappelijke kennishiaten op het gebied van adaptatiestrategieën en –maatregelen binnen de hierboven beschreven thema's in het gebouwniveau en wijk- en stadniveau. Hiertoe is gebruik gemaakt van de bevindingen van Van de Ven et al. (2008b), Rahola et al. (2008), Huynen et al. (2008) en verschillende position papers van TNO op het gebied van klimaat in de stad, te weten: Steenbergen et al. (2008), Nijland et al. (2008), Aries en Bluysen (2008) en Koenen (2008).

Wetenschappelijke kennishiaten op gebouwniveau

Op gebouwniveau zijn kennishiaten onderscheiden binnen de subthema's constructie, bouwmaterialen en binnenklimaat.

Steenbergen et al. (2008) hebben geïdentificeerd dat op het vlak van bouwconstructies in eerste instantie het in kaart brengen en kwantificeren van klimaatinvloeden voor gebouwen benodigd is. Dit geldt bijvoorbeeld voor de windeffecten op het ontwerp van hoogbouw, de effecten van (extreme) neerslag op ontwerp van platte daken en gevels; en de gevolgen van overstromingsrisico's op constructie, inrichting en materiaalgebruik van gebouwen. Bovendien zullen risico's en betrouwbaarheid moeten worden berekend en zullen geschikte maatregelen ontworpen dienen te worden. Mogelijk zullen vernieuwende oplossingen vanuit bouwregelgeving moeten worden ontwikkeld. Maar ook inspectieroutines, en resultaatgericht onderhoud en beheer kunnen hierbij een rol spelen. Nijland et al. (2008) hebben een verkenning gedaan naar wetenschappelijke kennishiaten op het gebied van bouwmaterialen in relatie met klimaatverandering. Zij hebben kennishiaten gedefinieerd op het gebied van beperking van materiaaldegradatie door biokolonisatie, biodegradatie, zoutaantasting en UV-belasting. Om tot effectieve adaptatiemaatregelen op het gebied van binnenklimaat te komen, is volgens Aries en Bluysen (2008) betere kennis benodigd over de betekenis van klimaatverandering voor de gevolgen op binnenklimaat en de behoefte en gedrag van mensen. Wetenschappelijk inzicht in de kwantificering van de effectiviteit van maatregelen die invloed hebben op binnenklimaat ontbreekt op dit moment nog.

Wetenschappelijke onderzoeksvragen op gebouwniveau

Op basis van bovenstaande tekst en de algemene beschouwing in paragraaf 3.1 zijn de volgende subthema's gedefinieerd binnen het thema 'strategieën en maatregelen op gebouwniveau':

3a: Constructie van gebouwen

- Wat is het effect op de extremen in stormen op hoogtes tot 200 meter, de aardse grenslaag. Dit betreft de extremen in uurgemiddelden, maar ook de extreme vlagen die verwacht kunnen worden. Hoe groot zijn de onzekerheden in deze extremen, en hoe verhouden deze onzekerheden zich tot andere onzekerheden?
- Op welke hoeveelheid regen moeten (platte) daken worden ontworpen, om het risico van wateraccumulatie en instorting te vermijden?
- Gegeven de toename van neerslagintensiteit bij gelijktijdige temperatuurverhoging, welke sneeuwbelasting kan nog verwacht worden? Is deze in extremis hoger of lager dan de thans gebruikelijke ontwerpwaarden?
- Welke maatregelen zijn nodig voor nieuwbouw, bijvoorbeeld via regelgeving, en welke maatregelen in de bestaande bouw, om risico op stormschades, wateraccumulatie en sneeuwbelasting, indien relevant, te voorkomen?
- Wat is de invloed van slagregens op de gebouwschil? Hoe kan slagregen, als combinatie van neerslag en windstatistiek, worden gekwantificeerd? Hoe moeten huidige bouwmethoden, bouwdetails, materiaalgebruik etc. worden aangepast om toenames in slagregen te verwerken? Welke maatregelen zijn nodig aan de bestaande bouwvoorraad om de toename in slagregens te kunnen verwerken?
- Wat is de invloed van mogelijk vaker optredende overstromingen op de eisen voor bouwmaterialen en gebouwinrichting (bijv. plaatsing van installatie-infrastructuur) met het oog op de kwaliteit van onze gebouwen?

**3b: Bouwmaterialen**

- Welke bouwmaterialen zijn minder vatbaar voor biokolonisatie en biodegradatie dan wel omgevingsvriendelijke beschermingsmethoden tegen biokolonisatie en hoe kunnen deze ontwikkeld worden?
- Welke effecten hebben biokolonisatie en biodegradatie op materiaaldegradatie en waardoor worden deze veroorzaakt? Hoe kan door middel van een beter inzicht in dit aspect de levensduur en het moment van eventuele interventie (beter) voorspeld worden?
- Welke factoren maken (restauratie-)mortels geschikt voor zoutbelaste ondergronden en hoe kunnen deze ontwikkeld worden?
- Welke ontzoutingstechnieken (in het bijzonder ook methoden geschikt voor meer grootschalige objecten) zijn mogelijk en hoe kunnen deze ontwikkeld worden?
- Welke methoden kunnen UV-gevoelige materialen (zoals kunststoffen, coatings, oppervlaktebehandelingen) stabiliseren met betrekking tot de toegenomen hoeveelheid UV-straling?

3c: Binnenklimaat

- Wat betekenen de gevolgen van klimaatverandering voor de huidige en toekomstige behoefte van gebruikers? Welk menselijk gedrag kan op basis hiervan voorspeld worden onder verschillende klimatologische omstandigheden en maatregelen?
- Welke kwantificering van de kwaliteit van het binnenmilieu kan in de toekomst verwacht worden en welke kwantitatieve invloed hebben klimaatinstallaties hierop?
- Welke interactie vindt er plaats tussen binnen- en buitenklimaat?
- Welke bouw- en installatie concepten moeten worden ontwikkeld voor nieuwbouw en bestaande bouw om een veilig en comfortabel binnenmilieu te waarborgen bij klimaatverandering?
- Welke opties zijn er om hierbij technieken voor lokale energieopwekking en –gebruik toe te passen, en zodoende een bijdrage te leveren aan het verminderen van energieverbruik?

Relevante onderzoeksprojecten op gebouwniveau

Tabel 3.3 en Tabel 3.4 geven binnen Nederland en internationaal een overzicht van onderzoeksprojecten over adaptatiemaatregelen op gebouwniveau. Er is bij ontwikkelaars, bouwers en vooral architecten een groeiende behoefte aan richtlijnen en ondersteunende tools op gebouwniveau. Onderzoeksprojecten op dit vlak zijn in beperkte mate voorhanden en focussen zich met namen op gebouwconstructies.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema		
		3a	3b	3c
Composieten in de bouw	Onderzoek naar composieten als bouw materiaal tbv flood proof bouwen.	-	x	-
Floatec	Eureka-project waarin ontwikkeling van drijftechnologie voor drijvend bouwen centraal staat.	x	-	-
LmW P1019 Bouwen met water	Bouwstenen voor het ontwerp van een waterwoonwijk met aandacht voor waterkwaliteit, -kwantiteit, techniek, financiën, afwegingskader en verevening.	x	-	-
LmW P3076 Guidelines for building in wet areas	Richtlijnen voor bouwen in natte gebieden, inclusief technische en financiële argumenten en wet en regelgeving.	x	x	-
Totaal		3	2	0

Tabel 3.3: Relevante onderzoeksprojecten in Nederland met betrekking tot maatregelen op gebouwniveau in Nederland



Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema		
		3a	3b	3c
An assessment of the need to adapt buildings for the unavoidable consequences of climate change (AUS)	Examination of the capacity of Australia's building stock and building practices to maintain current levels of amenity in the face of a changing climate and the scope to consider changes in building practices to adapt to climate change.	x	x	x
Improving the flood resilience of buildings through improved materials, methods and details. (UK, CIRIA)	A guidance document for key stakeholders and a methodology to incorporate methods and techniques into the Building Regulations	x	x	
FloreTo, Tools for flood mitigation strategies for existing buildings (D, TUHH)	Development of a web-based advisory system on mitigation measures on level that can be used for capacity building of stakeholders that enables a tailored approach for the user's own property data	x	x	
Totaal		1	1	1

Tabel 3.4: Enkele voorbeelden van relevante internationale onderzoeksprojecten met betrekking tot maatregelen op gebouwniveau

Wetenschappelijke kennishiaten op wijk- en stadniveau

Op wijk- en stadniveau worden kennishiaten over adaptatiemaatregelen en strategieën gerangschikt naar de subthema's waterhuishouding en UHI effect/energiehuishouding.

Op het gebied van waterhuishouding is er op concept niveau een veelvoud van technische en socio-economische adaptatiemaatregelen geïdentificeerd. Deze zijn vaak ook kwalitatief doorontwikkeld. Inzicht in de kwantitatieve effectiviteit van deze adaptatiemaatregelen ontbreekt echter nog in grote mate, door het ontbreken van goede meetmethoden en –resultaten. Ondanks de kennisleemte in effectiviteit van adaptatiemaatregelen, zijn veel onderzoeksprojecten gericht op het ontwikkelen van adaptatiestrategieën. Koenen (2008) heeft kennishiaten op het gebied van overstromingsrisico's en externe veiligheid verkend. In deze studie zijn kennishiaten gedefinieerd op het gebied van kosteneffectiviteit van maatregelen ter beheersing van veiligheidsrisico's, de rol van onzekerheid in kosten-baten analyses, eisen voor infrastructuur in verschillende fasen van de veiligheidsketen en maatregelen ter vergroting van de robuustheid en veerkracht tijdens en na het optreden van calamiteiten.

Wetenschappelijke kennis over adaptatiemaatregelen ter beperking van het UHI effect is in Nederland nog niet ver ontwikkeld. Experts op dit gebied geven aan dat hitte gerelateerd onderzoek relatief nieuw is in Nederland en dat Nederland ver achter loopt bij het buitenland. Desondanks is er net als voor water op conceptueel vlak een verscheidenheid aan adaptatiemaatregelen geïdentificeerd. Echter, deze zijn nauwelijks doorontwikkeld en ook de effectiviteit van maatregelen en pakketten van maatregelen is op dit moment nog een hiaat in de aanwezige kennis. Dit komt deels omdat men nog geen goed inzicht heeft in de interactie tussen verschillende schaalniveaus. Doordat er nog niet voldoende inzicht is in de gekwantificeerde effecten van maatregelen kan er geen afweging gemaakt worden op kosteneffectiviteit van maatregelen. Bovendien kan niet elke maatregel zomaar geïmplementeerd worden. Groene daken stellen bijvoorbeeld eisen aan de beschikbare hoeveelheid water die in het ontwerp, gebruik en beheer meegenomen dienen te worden. Tevens kan de implementatie van maatregelen (negatieve) neveneffecten hebben voor bijvoorbeeld de volksgezondheid, zoals bijvoorbeeld het vaker voorkomen van allergieën door het planten van bepaalde gewassen.

Ten slotte, heeft het UHI effect een zeer sterke relatie met het binnenklimaat in gebouwen. Er is echter nog een grote kennisleemte over interactie tussen het buitenklimaat en binnenklimaat met het bijbehorend energieverbruik.

Er moet benadrukt worden dat de scheiding die in dit rapport wordt gemaakt tussen water en hitte, in praktijk minder aanwezig is dan dit rapport doet vermoeden. Omwille van de identificatie van wetenschappelijk kennishiaten is er echter toch voor gekozen om deze scheiding aan te brengen. Het



feit dat op dit moment water en hitte twee verschillende takken van wetenschap lijken te zijn, waarin verschillende wetenschappers actief zijn met verschillende benaderingen versterkt deze keuze.

Wetenschappelijke onderzoeksvragen op wijk- en stadniveau

Op basis van bovenstaande tekst en de algemene beschouwing in paragraaf 3.1 zijn de volgende subthema's gedefinieerd binnen het thema 'strategieën en maatregelen op wijk- en stadniveau':

4a: Waterhuishouding en waterveiligheid

- Welke maatregelen zijn (kosten)effectief om de risico's van overstromingen te beperken?
- Wat is de rol van onzekerheid in kosten-batenanalyses van investeringen in waterveiligheid en hoe komen we tot een uniforme leidraad voor het vaststellen van onzekerheden?
- Aan welke eisen moet infrastructuur voldoen om een adequate rol te kunnen vervullen in de verschillende fasen van de veiligheidsketen voor klimaatadaptatie? Hoe kunnen deze eisen worden gerealiseerd?
- Welke technische en socio-economische adaptatiemaatregelen zijn beschikbaar op het gebied van waterhuishouding en hoe kunnen deze maatregelen dusdanig worden ontwikkeld en verbeterd, zodat ze geschikt worden om in een bepaalde omgeving te worden geïmplementeerd?
- Welke additionele maatregelen moeten worden ontwikkeld ten behoeve van preparatie, evacuatie en rampbestrijding bij calamiteiten zoals overstromingen?
- Wat zijn de mogelijkheden om waterhuishouding te benutten bij het tegengaan van het hitte-eiland effect (waterfilms muren gebouwen, bevochtigen wegen, gebruik watergekoelde airconditioning etc)?
- Welke nieuwe concepten en technieken zijn nodig voor een zekere en duurzame voorziening van drink-, huishoudelijk en industrieel water?
- Hoe kunnen decentrale 'fit-for-use' waterbehandelingssystemen ontwikkeld worden? En wat zijn de mogelijkheden met gecombineerde energiewinning/hergebruik?
- Wat is de kwantitatieve prestatie van technische en socio-economische maatregelen ter beperking van wateroverlast en droogte?
- Welke quick-wins zijn er te behalen op het gebied van waterhuishouding?
- Hoe kan een geschikte adaptatiestrategie en de effectiviteit hiervan beoordeeld worden?
- Welke interacties vinden plaats tussen maatregelen binnen en buiten verschillende schaalniveaus en met andere aspecten zoals het UHI-effect?

4b: UHI-effect

- Welke technische en socio-economische adaptatiemaatregelen (zoals varianten in de configuratie van wijkinrichting) zijn op gebouw-, wijk- en stadniveau beschikbaar ter beperking van het UHI effect en hoe kunnen deze maatregelen dusdanig worden ontwikkeld en verbeterd, zodat ze geschikt worden om in een bepaalde omgeving te worden geïmplementeerd?
- Welke interacties vinden plaats tussen maatregelen binnen en buiten verschillende schaalniveaus en met andere aspecten, zoals de waterhuishouding?
- Welke eisen stelt de implementatie van hitte beperkende maatregelen aan het ontwerp, gebruik en beheer?
- Wat is de effectiviteit in termen van kwantitatieve prestatie, neveneffecten en kosten van maatregelen ter beperking van hittestress?
- Welke quick-wins zijn er te behalen op het gebied van beperking van het UHI-effect?
- Hoe bepaal je een geschikte adaptatiestrategie en hoe kan de effectiviteit hiervan beoordeeld worden?

Relevante onderzoeksprojecten met betrekking tot waterhuishouding

Tabel 3.5 en Tabel 3.6 geven binnen Nederland en internationaal een overzicht van onderzoeksprojecten over maatregelen en/of strategieën op het gebied van water. Voor alle projecten is nagegaan of zij raakvlak hebben met één of meerdere van de volgende vier aspecten: (4a1) identificatie van maatregelen; (4a2) (door-)ontwikkeling van maatregelen; (4a3) meetmethoden en – resultaten van maatregelen; en (4a4) ontwikkeling van strategieën en pakketten maatregelen. Op het vlak van water is er op concept niveau een veelvoud van technische en socio-economische



adaptatiemaatregelen geïdentificeerd en vaak kwalitatief doorontwikkeld. Inzicht in de kwantitatieve effectiviteit van deze adaptatiemaatregelen ontbreekt echter nog in grote mate, door het ontbreken van goede meetmethoden en –resultaten. Ondanks de aanwezigheid van het kennishiaat in effectiviteit van adaptatiemaatregelen, zijn veel onderzoeksprojecten gericht op het ontwikkelen van adaptatiestrategieën.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		3d1	3d2	3d3	3d4
Klimaatbeleid en adaptatie (MNP, UU)	Analyses van mogelijke adaptatiestrategieën en –maatregelen voor korte en lange termijn in Nederland, incl de onderwerpen: kosten en baten van adaptatiestrategieën, omgaan met onzekerheid (beleid), evaluatie van NL adaptatiebeleid, veiligheid tegen overstroming, wateroverlast, droogte, effecten voor waterafhankelijke functies.	-	-	-	x
KvR A9 Financiële arrangementen voor rampschade bij klimaatverandering	Ontwikkeling en evaluatie van adaptatie strategieën, die gebaseerd zijn op verzekering tegen het risico en de schade door extreem weer in Nederland. Onderzocht wordt hoe zulke strategieën complementair aan en consistent met maatregelen in het waterbeheer gemaakt kunnen worden en hoe risico's zowel geografisch als over verschillende publieke en private sectoren gespreid kunnen worden.	-	-	-	x
KvR A10 Hotspots Project	Opstellen selectiecriteria voor Hotspots waar ruimtelijke ordening en klimaatverandering een belangrijke rol spelen en inventarisatie van potentiële Hotspots in Nederland.	-	-	-	x
KvR A14 Hotspot Zuidplaspolder	Vertaling van lange termijn effecten van klimaatverandering (vooral water) naar risicokaarten voor Zuid-Holland en de Zuidplaspolder, aandragen en evalueren van oplossingen om deze klimaatbestendig te maken.	-	-	-	x
KvR A16 Hotspot Tilburg	Ontwikkeling van een algemeen bruikbare werkwijze om op lokaal/regionaal niveau om te gaan met klimaatverandering en het formuleren van een langlopend klimaatprogramma in regio Tilburg en formatie van sterk lokaal arrangement met partijen die dit kunnen en willen uitvoeren.	-	-	-	x
KvR A18 Hotspot Groningen	Het klimaat- en energiebestendig maken van het omgevingsplan van de provincie Groningen en de ontwikkeling van een methodiek voor andere provincies om structuurvisies/omgevingsplannen klimaat- en energiebestendig te maken met aandacht voor zowel inhoud als proces.	-	-	-	x
KvR COM23 Waterrobuust bouwen	Handreiking om de leefomgeving zo te organiseren, inrichten en vormgeven dat deze beter is opgewassen tegen het dreigende water waarbij de aspecten techniek, institutioneel, proces en praktijk inbegrepen zijn.	x	-	-	x
KvR IC03 Landgebruiksontwikkelingen in een veranderend klimaat (LANDS)	Inzichten in mogelijke toekomstige ruimteclaims van adaptatiestrategieën in Nederland door een vertaling vanuit een crosssectorale invalshoek van landgebruiksveranderingen, ingegeven door klimaatverandering naar nationale adaptatiestrategieën en regionale maatregelen. Men kijkt daarbij naar landbouw, industrie, woningbouw en natuur. Er zijn 2 cross-sectorale thema's benoemd: waterbeheer en natuurbeheer.	-	-	-	x



KvR IC4 Adaptation and mitigation strategies	Ontwikkeling van methodes die helpen om de afweging te maken tussen adaptatie- en mitigatiestrategieën, alsmede combinaties van concrete adaptatie- en mitigatiemaatregelen die voortvloeien uit het KvR programma.	-	-	-	x
KvR IC05 Kosten-baten analyse van adaptatie en mitigatie mogelijkheden voor klimaatveranderingen: methoden en toepassingen	Ontwikkeling van een methode voor de toepassing van integrale kosten-baten analyse, multicriteria analyse en andere afwegingsmethoden op het gebied van het klimaatvraagstuk en ruimtelijke ordening. Er zullen vooral analyses worden uitgevoerd van besluitvorming onder onzekerheid en onomkeerbaarheid.	-	-	-	x
LmW P1003 Waterberging in de diepte	Haalbaarheidsstudie naar waterberging in de diepe ondergrond, opgeleverd in mei 2005.	-	x	x	-
LmW P1019 Bouwen met water	Bouwstenen voor het ontwerp van een waterwoonwijk met aandacht voor waterkwaliteit, -kwantiteit, techniek, financiën, afwegingskader en verevening.	-	x	-	x
LmW P2034 Van neerslag tot schade	Inzicht in perceptie van burger van het risico op overstroming en wateroverlast, alsmede nut en noodzaak van risicocommunicatie door verantwoordelijke overheden. Actuele regionale neerslagstatistiek voor korte tijdsduren ten behoeve van een neerslagstatistiek voor gebeurtenissen die kunnen leiden tot wateroverlast. Inzicht in (internationale) wijze waarop overheden kunnen omgaan met restrisico in relatie tot verzekerbaarheid.	-	x	-	-
LmW P2037 Hollandse Waterstad	Integrale planning voor waterhuishouding en toeristisch aantrekkelijkere stad, met overzicht van werkmethoden voor bestuurders en ontwerpers om tot een dergelijk plan te komen. monitoring van de belevingsverandering, en informatieverstrekking aan burgers en toeristen.	-	-	-	x
LmW P2044 Leven met afgekoppeld regenwater	Inzicht in de effecten van afgekoppeld regenwater op de waterkwaliteit, de eisen en wensen van burgers en handvatten voor het ontwerpen met afgekoppeld regenwater.	-	x	x	-
LmW P2050 Spaarkaat	Ontwikkeling van toolbox met instrumenten op technisch, ruimtelijk, financieel, en juridisch-planologisch gebied om baggerterpen te realiseren en een handreiking voor het betrekken van eindgebruikers.	-	-	-	x
LmW P3072 Van dreigend hoogwater tot en met evacuatie	Bijdrage aan slagvaardig optreden van overheden en hulpdiensten bij evacuaties en aan grotere externe veiligheid van de bevolking door logistiek oefenen van evacuatie dmv simulatiemodel, handreiking voor risicocommunicatie naar bewoners, inzicht in technische en menselijke kant van nazorg na overstroming.	-	x	-	-
LmW P3076 Guidelines for building in wet areas	Richtlijnen voor bouwen in natte gebieden, inclusief technische en financiële argumenten en wet en regelgeving.	-	x	-	-
LmW P3080 Sponge Job Zuidas, water bij hoge dichtheid	Handvatten voor de realisering van waterberging in stedelijk gebied door meervoudig grondgebruik.	-	x	-	-



LmW Waalweelde	P4091	Ontwikkeling van breed gedragen visie over gewenste en realiseerbare ontwikkeling van het Waaltraject tot het jaar 2050 waarin aandacht is voor ruimtelijke kwaliteit, rivierveiligheid, economie, wonen, recreatie en natuur en het uitwerken van deze visie tot een ruimtelijk investeringsprogramma. Interactief planvormingsproces met zgn. Waalweelde-wiki.	-	-	-	x
LmW P5094 Aandacht voor veiligheid		Scenario's gerelateerd aan klimaatverandering waaronder extreme scenario's, een aantal oplossingsrichtingen voor de lange termijn en de consequenties daarvan voor de inrichting van Nederland, een digitaal ondersteunend systeem dat inzicht biedt in de effecten van veiligheidsmaatregelen.	-	-	x	
LmW Regelkader waterwonen	P5111	Regelboek Waterwonen met voorwaarden voor waterwonen op grote schaal, waarmee een aantrekkelijke en veilige woonomgeving kan worden gecreëerd. Het bevat eisen voor drijvende woningen, terpwoningen etc.	-	x	-	-
Totaal			1	8	3	14

Tabel 3.5: Relevante onderzoeksprojecten in Nederland met betrekking tot maatregelen en strategieën op het vlak van waterhuishouding

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		3d1	3d2	3d3	3d4
ADAM (EU)	Ontwikkeling van strategische klimaatoplossingen door analyse van de combinatie van adaptieve en mitigatieve oplossingen voor een 'safe landing' binnen Europa en een beoordelingskader.	-	x	-	x
ASCCUE (UK)	Research on impacts of climate change on cities, development of risk assessment and development of conurbation and neighborhood scale adaptation strategies.	-	-	-	x
Analysing local climate vulnerability and local adaptation strategies (EU)	Development of a risk-assessment model for local vulnerability that aims to determine the type and degree of uncertainty associated with the interactive effects between climate model predictions (downscaling) and the local and institutional conditions.	-	-	-	x
AUDACIOUS (UK)	AUDACIOUS aims to investigate key aspects of the effects of climate change on existing drainage in urban areas and provide tools for drainage managers and operators to adapt to uncertain future CC scenarios.	-	x	-	x
CLIWAT (EU)	Assessment of the hydrological impacts of different climate scenarios with focus on water table fluctuations, river discharge, delineation of flood risk areas and saltwater intrusion in order to predict how future climate change will affect water quantity and quality and to develop adaptive measures and new standards.	-	x	-	x
COST22 (EU)	Mitigation of potential flood impacts in urban areas by exchanging experiences, developing integrated approaches, and by promoting the diffusion of best practices in Urban Flood Management.	-	x	-	x



Defra/EA Flood and coastal erosion risk management R&D programme (UK)	R&D Programme on flood and coastal erosion risks, consisting of 4 themes: Strategy and Policy development, Modeling and Risk, Sustainable Asset Management, Incident Management and Community Engagement.	-	x	-	x
FLAWS (EU)	FLAWS aims to support communities adapting to climate change and living with water by research on where to site new housing, water resistant housing and flood warning systems.	-	x	-	x
MARE (EU)	Bijdrage aan de Europese Hoogwaterrichtlijn door ontwikkeling van adaptieve strategieën ter beperking van hoogwater risico's, mbv integratie van technische, bestuurlijke en procesmatige vraagstukken.	-	-	-	x
Totaal		0	6	0	9

Tabel 3.6: Relevante internationale onderzoeksprojecten met betrekking tot maatregelen en strategieën op het vlak van waterhuishouding

Relevante onderzoeksprojecten met betrekking tot het UHI-effect

Tabel 3.7 en Tabel 3.8 geven binnen Nederland en internationaal een overzicht van onderzoeksprojecten over maatregelen en/of strategieën ter beperking van de gevolgen van het UHI-effect. Voor alle projecten is nagegaan of zij raakvlak hebben met één of meerdere van de volgende vier aspecten: (4b1) identificatie van maatregelen; (4b2) (door-)ontwikkeling van maatregelen; (4b3) meetmethoden en –resultaten van maatregelen; en (4b4) ontwikkeling van strategieën en pakketten maatregelen. Experts op dit gebied geven aan dat gerelateerd onderzoek relatief nieuw is in Nederland en dat Nederland ver achter loopt bij het buitenland. Desondanks is er net als voor water op conceptueel vlak een verscheidenheid aan adaptatiemaatregelen geïdentificeerd. Echter, deze zijn nauwelijks doorontwikkeld en ook de effectiviteit van maatregelen en pakketten van maatregelen is op dit moment nog een hiaat in de aanwezige kennis.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		3e1	3e2	3e3	3e4
Klimaatbeleid en adaptatie (MNP, UU)	Analyses van mogelijke adaptatiestrategieën en –maatregelen voor korte en lange termijn in Nederland, incl de onderwerpen: kosten en baten van adaptatiestrategieën, omgaan met onzekerheid (beleid), evaluatie van NL adaptatiebeleid, veiligheid tegen overstroming, wateroverlast, droogte, effecten voor waterafhankelijke functies.	-	-	-	x
KvR A10 Hotspots Project	Opstellen selectiecriteria voor Hotspots waar ruimtelijke ordening en klimaatverandering een belangrijke rol spelen en inventarisatie van potentiële Hotspots in Nederland.	-	x	-	-
KvR A16 Hotspot Tilburg	Ontwikkeling van een algemeen bruikbare werkwijze om op lokaal/regionaal niveau om te gaan met klimaatverandering en het formuleren van een langlopend klimaatprogramma in regio Tilburg en formatie van sterk lokaal arrangement met partijen die dit kunnen en willen uitvoeren.	-	x	-	x
KvR A17 Dialoogproject Klimaat in de Stad	Articulatie van relevante onderzoeksvragen voor klimaatverandering in het stedelijk gebied door stakeholders en wetenschappers samen.	x	-	-	-
KvR A18 Hotspot Groningen	Het klimaat- en energiebestendig maken van het omgevingsplan van de provincie Groningen en de ontwikkeling van een methodiek voor andere provincies om structuurvisies/omgevingsplannen klimaat- en energiebestendig te maken met	-	-	-	x



	aandacht voor zowel inhoud als proces.				
KvR COM22 Definitiestudie hitte in de stad	Formulering van onderzoeksvragen en een set praktische vuistregels voor de bouwsector over warmteproblematiek in steden.	x	-	-	-
KvR COM29 Klimaat in de Stedelijke omgeving (in voorbereiding)	Ontwikkeling van methoden voor het modelleren van het effect van het huidige en toekomstige klimaat in Nedelandse steden op de volgende meteorologische variabelen: straling, temperatuur, luchtvochtigheid, wind en turbulentie om zo de effectiviteit van verschillende adaptatiemaatregelen te kunnen bepalen.	-	-	x	-
KvR IC4 Adaptation and mitigation strategies	Ontwikkeling van methods die helpen om de afweging te maken tussen adaptatie- en mitigatiestrategieën, alsmede combinaties van concrete adaptatie- en mitigatiemaatregelen die voortvloeien uit het KvR programma.	-	-	-	x
Totaal		2	2	1	4

Tabel 3.7: Relevante onderzoeksprojecten in Nederland met betrekking tot maatregelen en strategieën op het vlak van hitte

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema			
		3e 1	3e 2	3e 3	3e 4
KLIMES (D)	Strategies and concepts for urban planning to mitigate the adverse impacts of climate extremes on human comfort and public health in cities.	-	x	-	x
KLIMZUG (D)	Cooperative network to stimulate implementation of climate adaptation.	x	x	x	x
US EPA Heat Island Reduction initiative (USA)	Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies <i>describes mitigation measures that communities can take to address the negative impacts of urban heat islands.</i>	x	x	-	x
Urban Heat Island effect in Western Australia (AUS, Australian Bureau of Meteorology)	Rsearch program into Western Sydney's Urban Heat Island effect	x	x	x	x
Totaal					

Tabel 3.8: Voorbeelden van relevante internationale onderzoeksprojecten met betrekking tot maatregelen en strategieën op het vlak van hitte

4. Implementatie en opschaling

4.1 Algemene beschouwing

In eerdere hoofdstukken is geconstateerd dat hittegerelateerd onderzoek achter loopt bij water gerelateerd onderzoek. Dit geldt ook voor de implementatie en opschaling van hittegerelateerde strategieën en maatregelen. Deze paragraaf is daarom voornamelijk gebaseerd op inzichten uit de waterwereld, zoals de onderzoeksagenda van het KvR project Waterrobuust bouwen (Van de Ven et al., 2008b). Mogelijk kunnen lessen van de watersector deels gebruikt worden voor hitte, bijvoorbeeld op het gebied van procesmanagement of capacity building.

Integratie van klimaat in stedelijke planning

De implementatie van klimaatadaptatie maatregelen vraagt een andere benadering van stedelijke planning, infrastructuurplanning, waterbeheer, bouw etc. dan men traditioneel in Nederland gewend is door de betrokkenheid van meer verschillende disciplines en de erkenning dat een stad een complex systeem is waarin functies die traditioneel gescheiden benaderd werden nu geïntegreerd benaderd moeten worden (Van der Brugge et al., 2005; Geldof, 2002; Klein et al., 2003). De lagenbenadering is bij uitstek geschikt om klimaat in ruimtelijke ordening te integreren, omdat deze processen in verschillende lagen (ondergrond, gebiedstype en netwerklaag) met elkaar in verband brengt waarmee conflicten tussen ruimtegebruikers op korte en lange termijn voorkomen kunnen worden. De lagenbenadering wordt bijvoorbeeld in de Nota Ruimte toegepast, maar in de praktijk is de toepassing ervan nog geen standaard gebruik.

Het Klimaat voor Ruimte project Waterrobuust bouwen presenteert een nieuwe planningsmethodiek, de drietrapsbenadering, voor het bouwen van een waterrobuuste stad die tevens voor het bouwen van een klimaatbestendige stad toegepast zou kunnen worden. De drietrapsbenadering bestaat uit drie stappen: (1) het toepassen van de lagenbenadering; (2) het bepalen van de kwetsbaarheid voor klimaat en de keuze voor de invulling van de structurele, schadereductie, herstel en adaptieve capaciteit van de stad; en (3) het samenstellen en uitwerken van pakketten van maatregelen (zie Van de Ven et al., 2008a).

Integratie van het traditionele planningsproces in het cyclische adaptatieproces

Het traditionele planningsproces van initiatief – ontwerp – implementatie - beheer en onderhoud sluit in principe aan bij het cyclische adaptatieproces. Men start het proces namelijk wanneer er vanuit een bepaalde hoek vraag is naar een bepaalde ontwikkeling en kiest vervolgens een ontwerp dat aan het programma van eisen voldoet. Het verschil tussen de twee benaderingen is echter dat het cyclische adaptatieproces benadrukt dat het planningsproces evaluatie van stedelijke en klimaatsontwikkelingen uitvoert en niet eindigt nadat een stedelijke ontwikkeling uitgevoerd is en daarna voor een tijd van bijvoorbeeld 50 jaar beheerd wordt zonder monitoring van stedelijke en klimaatsveranderingen.

Initiatief

De initiatiefnemer van adaptatiemaatregelen zal pas initiatief nemen als hij bewust is van de noodzaak voor adaptatie, en de kosten en baten die verwacht worden, hij de middelen heeft om te investeren en hij voldoende kennis heeft over de toe te passen opties. Voor nieuwe stedelijke ontwikkelingen is de overheid of de projectontwikkelaar vaak initiatiefnemer van de implementatie van adaptatiemaatregelen. In het geval van bestaande stedelijke gebieden, is de overheid nog steeds de initiatiefnemer op het gebied van de openbare ruimte, maar voor gebouwen ligt het meer voor de hand dat de verantwoordelijkheid voor het nemen van adaptatiemaatregelen bij de eigenaar en/of gebruiker ligt. Door het grote aantal eigenaren en/of gebruikers is veel bestaande gebieden is het hier minder eenvoudig om een adaptatiestrategie te sturen en uit te voeren dan in een nieuw te ontwikkelen gebied (Three Regions Climate Change Group, 2008).

Kosten en opbrengsten

Op het gebied van adaptatiemaatregelen voor hittestress op gebouwniveau zijn er vaak directe opbrengsten in de zin van energiebesparing en op het gebied van drinkwaterbesparing zijn de er ook direct opbrengsten door een lagere drinkwaterrekening. Echter, adaptatiemaatregelen op het gebied van wateroverlast genereren pas opbrengsten op het moment dat er daadwerkelijk wateroverlast voorkomen kan worden of minder grote gevolgen heeft dan wanneer geen opbrengsten genomen



zouden worden. Door de grote onzekerheid van de kwetsbaarheid die ontstaat door zowel klimaatverandering als socio-economische verandering in de stedelijke context ontstaat hierdoor de kans op overinvesteringen. Lange termijn planning met ingebouwde flexibiliteit om de mogelijkheid tot aanpassingen mogelijk te houden, kan ingezet worden om overinvesteringen te minimaliseren. Het zal nog duidelijk moeten worden hoe deze benadering in de praktijk zal werken en welke consequenties hij precies heeft voor financiering en contractvorming in vergelijking met traditionele methoden.

Bewustzijn en capaciteit ontwikkelen

Volgens Ashley et al. (2007) is de meest effectieve methode om bewustzijn voor adaptatie en klimaatbestendigheid te creëren om klimaatbestendigheid en veerkracht te cultiveren binnen bestaande planvormingsprocessen, door stimulansen aan te reiken en gebruik te maken van bestaande robuustheidscriteria die al in zulke processen bestaan en klimaatbestendigheid hier vanuit te ontwikkelen. Dit is meer effectief dan geheel nieuwe processen ontwikkelen. Echter, het is nog onduidelijk hoe bestaande planvormingsprocessen en tools kunnen concreet aangepast kunnen worden om integratie van klimaat in ruimtelijke ordening te bewerkstelligen. Bovendien is integratie van klimaatbestendigheid in bestaande planvormingsprocessen niet voldoende. Alle betrokken partijen zullen namelijk zelf ook bewust en ontvankelijk moeten zijn van de noodzaak en de mogelijke voordelen. Binnen het institutionele kader moet het niet slechts mogelijk gemaakt en vervolgens gestimuleerd worden om adaptatie in planvormingsprocessen op te nemen. Hetzelfde dient te gebeuren binnen andere delen van het institutionele kader, zoals wet- en regelgeving, de organisatie van de bouwpraktijk en de verwachting van bestaande en nieuwe eigenaren en gebruikers. Rijke et al. (2008) hebben een verkenning gedaan naar de drivers en barrières hiervoor, maar er is echter nog weinig bekend over de mate waarin deze factoren het opschalingproces beïnvloeden en hoe barrières overwonnen kunnen worden.

De wetenschap en de overheid hebben een speciale rol te vervullen in het ontwikkelen van capaciteit om klimaatbestendige benaderingen toe te passen, omdat zij respectievelijk door middel van het creëren van kennis en het instellen van institutionele regelingen risicoperceptie voor investeerders kunnen beïnvloeden en daardoor stimulerende randvoorwaarden kunnen scheppen voor grootschalige implementatie van nieuwe adaptieve technologieën en processen. Ook spelen invloedrijke individuen (champions) een zeer belangrijke rol binnen het introduceren van adaptieve innovaties in de praktijk en het opschalen hiervan (Taylor, 2008).

Evaluatie en monitoring

Monitoring van het stadsklimaat en evaluatie van de gevoeligheid van de stad hiervoor spelen hierin een sleutelrol. Evaluatie van de veranderingen van de blootstelling voor klimaat en de gevoeligheid van het stedelijk gebied staan aan de basis voor adaptatie en mitigatie strategieën, omdat zij het schaderisico bepalen (zie Hoofdstuk 1). Daarom is gedurende de gebruiksfase van een gedeelte stedelijk gebied, een continu proces van monitoring noodzakelijk waarin geëvalueerd wordt of de huidige toepassingen onder de ontwikkelingen van klimaat en het stedelijk gebied nog aan de gestelde ontwerp-eisen voldoen. In de huidige bouwpraktijk worden certificeringen en keurmerken gebruikt om aan te geven dat toepassingen aan standaard eisen voldoen. Echter, voor bijvoorbeeld planningsprocessen zijn er geen certificeringen of keurmerken voor handen die aangeven in hoeverre ze klimaatbestendigheid zijn.

4.2 State of the art: implementatie en opschaling

Wetenschappelijke kennishiaten

Ondanks een grote behoefte van de praktijk naar betere inzichten in (grootschalige) implementatieprocessen van adaptatiemaatregelen, wordt er slechts weinig wetenschappelijk onderzoek op dit gebied verricht. Er zijn wel veel kennisprojecten gerelateerd aan adaptatie op het gebied van waterbeheer, maar een wetenschappelijke methodiek ontbreekt echter dikwijls.

Transitie theorie wordt de laatste vijf jaar steeds vaker gebruikt om op institutioneel en politiek-bestuurlijk vlak te verklaren welke instrumenten ingezet kunnen worden om opschaling van zogenaamde duurzame innovaties op bijvoorbeeld het gebied van water- en energiehuishouding te bevorderen. Echter, een goed wetenschappelijk inzicht van stuwende en belemmerende factoren voor het succesvol doorlopen van transities ontbreekt nog steeds. Vooral de wijze waarop de overheid en



wetenschap stuwend kunnen zijn in transities in water- en energiehuishouding is een gebied waar nog een uitdaging voor de wetenschap ligt.

Capacity building, ofwel het vergroten van bewustzijn en competenties onder alle betrokken partijen wordt in de transitie wetenschap gezien als centraal punt van transitie management. Echter, er is nog weinig wetenschappelijk inzicht hoe dit op het vlak van klimaatadaptatie adequaat bewerkstelligd kan worden. Hetzelfde geldt voor communicatie over klimaatadaptatie naar het publiek.

Financiële aspecten zijn zeer belangrijk in de besluitvorming over de implementatie van adaptatiemaatregelen. Een goed inzicht over de economische gevolgen van klimaatverandering en de potentiële financiële impact van adaptatiemaatregelen voor alle direct en indirect betrokken partijen bij het implementatieproces is cruciaal voor het welslagen van deze maatregelen. Op dit moment zou men kunnen stellen dat huidige financiële inzichten over klimaatadaptatie onvoldoende ontwikkeld zijn.

Ten slotte, geldt binnen de bestuurskunde dat op het vlak van procesontwerp en –management voor individuele implementatieprocessen mogelijk aanzienlijk winsten geboekt kunnen worden. Aanpassingen aan conventionele planvormingsprocessen maken mogelijk een klimaatbestendige benadering steeds gangbaarder.

Wetenschappelijke onderzoeksvragen

Op basis van bovenstaande tekst en de algemene beschouwing in paragraaf 4.1 zijn de onderzoeksvragen met betrekking tot implementatie in vijf subthema's gerangschikt:

4a: Institutioneel en politiek-bestuurlijk

- Welke factoren op institutioneel en politiek bestuurlijk vlak stuwen en belemmeren transitie op klimaatgebied in Nederland?
- Op welke manier kunnen vooral de overheid en wetenschap transitie beïnvloeden?
- Welke organisatie heeft welke verantwoordelijkheid?
- Welke quick-wins zijn er op bestuurlijk vlak en hoe kunnen deze worden benut?

4b: Capacity Building (bewustzijn en competenties)

- Hoe kan bewustzijn gecreëerd worden onder alle betrokken organisaties?
- Op welke vlakken is de capaciteit van instituties wel/niet toereikend om Nederland klimaatbestendig te maken?
- Hoe kan kennis worden verspreid over verschillende organisaties en over verschillende lagen binnen organisaties?

4c: Communicatie

- Hoe kan het belang van klimaatbestendigheid zo effectief mogelijk worden gecommuniceerd naar direct en indirect betrokken organisaties en het publiek en welke media kunnen hier het beste voor worden ingezet?

4d: Financieel

- Welke financiële arrangementen stuwen en belemmeren transitie op klimaatgebied in Nederland?
- Wie betaalt en wie heeft welke verantwoordelijkheid/rol?
- Hoe kunnen incentives worden gecreëerd voor private partijen om te participeren en investeren in klimaatbestendigheid?
- Hoe kunnen kosten-baten verhoudingen en allocaties voor alle partijen acceptabel gemaakt worden?
- Wat zijn de consequenties van adaptieve planning op financiering en contractvorming vergeleken met traditionele bouwmethoden?

4e: Procesontwerp en -management

- Welke factoren op het gebied van procesontwerp en –management stuwen en belemmeren transitie op klimaatgebied in Nederland?



- Hoe kunnen planvormingsprocessen aangepast worden zodat het belang en de baten van een klimaatbestendige benadering worden benadrukt, zodat deze voor alle betrokken partijen gestimuleerd wordt?
- Hoe zou de fasering en rolverdeling binnen het ontwikkelingsproces er idealiter uit zien en welke partijen en disciplines dienen wanneer betrokken te worden?

Relevante onderzoeksprojecten

Tabel 4.1 en Tabel 4.2 geven een overzicht van relevante onderzoeksprojecten binnen het thema 'Implementatie en opschaling'. Opvallend is dat nagenoeg alle projecten gerelateerd zijn aan water. Mogelijk kunnen inzichten uit deze projecten deels gebruikt worden voor hitte, bijvoorbeeld op het gebied van procesmanagement of capacity building.

Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema				
		4a	4b	4c	4d	4e
Communicatie (Alterra)	Versterken van kennisdisseminatie van onderzoek naar beleid, publiek en andere belanghebbenden dmv website en special publicaties.	-	-	x	-	-
Grounds for change	Verkenning van de ontwikkelingsmogelijkheden van Noord Nederland in de energietransitie en ruimtelijke ontwikkeling.	x	-	-	-	-
Governance capacity (RMNO)	Analyse en aanbevelingen over 'governance capacity' rond gebiedsontwikkeling in relatie tot de dynamische omgeving van het klimaat.	x	x	-	-	-
Groenboek adaptatie klimaatsverandering (EU)	Voorstel voor 4 actielijnen: (1) uitzetten van adaptatiestrategieën voor beleidsterreinen met voldoende kennis ; (2) opzetten van mondiale samenwerking voor het nemen van adaptatiemaatregelen; (3) aanvullen van kennislagunes van adaptatie; en (4) instellen van coördinerende adviesgroep voor adaptatie op Europees niveau.	-	x	-	-	-
Klimaatbeleid en adaptatie (MNP, UU)	Analyses van mogelijke adaptatiestrategieën en – maatregelen voor korte en lange termijn in Nederland, incl de onderwerpen: kosten en baten van adaptatiestrategieën, omgaan met onzekerheid (beleid), evaluatie van NL adaptatiebeleid, veiligheid tegen overstrooming, wateroverlast, droogte, effecten voor waterafhankelijke functies.	-	-	-	x	-
KvR A09 Financiële arrangementen voor rampschade bij klimaatverandering	Ontwikkeling en evaluatie van adaptatie strategieën, die gebaseerd zijn op verzekering tegen het risico en de schade door extreem weer in Nederland. Onderzocht wordt hoe zulke strategieën complementair aan en consistent met maatregelen in het waterbeheer gemaakt kunnen worden en hoe risico's zowel geografisch als over verschillende publieke en private sectoren gespreid kunnen worden.	-	-	-	x	-
KvR A10 Hotspots Project	Opstellen selectiecriteria voor Hotspots waar ruimtelijke ordening en klimaatverandering een belangrijke rol spelen en inventarisatie van potentiële Hotspots in Nederland.	-	-	-	-	x
KvR A14 Hotspot Zuidplaspolder	Vertaling van lange termijn effecten van klimaatverandering (vooral water) naar risicokaarten voor Zuid-Holland en de Zuidplaspolder, aandragen en evalueren van oplossingen om deze klimaatbestendig te maken.	-	-	-	-	x



KvR A16 Hotspot Tilburg	Ontwikkeling van een algemeen bruikbare werkwijze om op lokaal/regionaal niveau om te gaan met klimaatverandering en het formuleren van een langlopend klimaatprogramma in regio Tilburg en formatie van sterk lokaal arrangement met partijen die dit kunnen en willen uitvoeren.	-	-	-	-	x
KvR A17 Dialoogproject Klimaat in de Stad	Articulatie van relevante onderzoeksvragen voor klimaatverandering in het stedelijk gebied door stakeholders en wetenschappers samen.	x	x	-	-	-
KvR A18 Hotspot Groningen	Het klimaat- en energiebestendig maken van het omgevingsplan van de provincie Groningen en de ontwikkeling van een methodiek voor andere provincies om structuurvisies/omgevingsplannen klimaat- en energiebestendig te maken met aandacht voor zowel inhoud als proces.	-	-	-	-	x
KvR COM23 Waterrobuust bouwen	Handreiking om de leefomgeving zo te organiseren, inrichten en vormgeven dat deze beter is opgewassen tegen het dreigende water waarbij de aspecten techniek, institutioneel, proces en praktijk inbegrepen zijn.	-	-	-	-	x
KvR IC05 Kosten-baten analyse van adaptatie en mitigatie mogelijkheden voor klimaatveranderingen: methoden en toepassingen	Ontwikkeling van een methode voor de toepassing van integrale kosten-baten analyse, multicriteria analyse en andere afwegingsmethoden op het gebied van het klimaatvraagstuk en ruimtelijke ordening. Er zullen vooral analyses worden uitgevoerd van besluitvorming onder onzekerheid en onomkeerbaarheid.	-	-	-	x	-
KvR IC08 Onderzoek naar methodes om op interactieve wijze kennis van experts en stakeholders bij elkaar te brengen (PROFILES)	Verbetering en verder theoretisch onderbouwen van participatieve methoden ter ondersteuning van dialoog processen. De methodiek richt zich voornamelijk op de identificatie van conflicterende belangen en kennisclaims.	-	-	-	-	x
KvR IC10 Communiceren over klimaatverandering: methoden om risico's en kansen inzichtelijk te maken	Multidisciplinair onderzoek met als doel om methoden op te zetten om risico's en kansen inzichtelijk te maken op een manier die wetenschappelijk verantwoord is en aansluit bij de denkwijze van personen en organisaties die belang hebben bij communicatie over klimaatverandering.	-	-	x	-	-
KvR IC12 Instituten voor adaptatie	Diagnose van het aanpassingsvermogen van de Nederlandse instituten door onderzoek binnen de sectoren natuur, water, landbouw en ruimtelijke ordening.	x	-	-	-	-
LmW P1002 Transitie duurzaam stedelijk Waterbeheer (DSW)	De theorie van transitie management wordt gebruikt en doorontwikkeld om na te gaan hoe gewenste veranderingen in stedelijk waterbeheer zo soepel mogelijk en grootschalig kunnen worden doorgevoerd.	x	x	-	-	x
LmW P1005 Bestuurlijk schakelen in waterbeheer	Handreiking bestuurlijk schakelen in waterbeheer	x	-	-	-	-



LmW P1009 Watertekens	Ondersteuning door leergemeenschap van het planvormingsproces in diverse cases met behulp van belevingsonderzoek, communicatietechnieken en participatieve werkwijze en samenstelling van handleidingen voor waterbeheerders met de thema's belevingsonderzoek, communicatie en participatie.	-	-	x	-	x
LmW P1012 Grenzen aan participatie?	Analyse en handreiking met instrumenten voor waterbeleidsmakers en bestuurders om publieke participatie te faciliteren en organiseren.	-	-	-	-	x
LmW P1017 Boven water komen	Privaat en publiekrechtelijke aanpak van grondwateroverlast, inclusief een overzicht van bouwtechnische en hydrologische maatregelen, bestuurlijk-juridische aspecten en een oplossingsstrategie.	x	-	-	-	x
LmW P1018 Interactieve uitvoering	Methodiek gebaseerd op casussen met een in de praktijk bewezen aanpak voor het uitvoeren van integrale projecten gebaseerd op de principes van Integrale Uitvoering, inclusief de aspecten reguliere werkprocessen doorbreken, bestuurlijke aanknopingspunten,	x	-	-	-	x
LmW P1019 Bouwen met water	Bouwstenen voor het ontwerp van een waterwoonwijk met aandacht voor waterkwaliteit, -kwantiteit, techniek, financiën, afwegingskader en verevening.	-	-	-	-	x
LmW P1021 Het waterschap in de stad?!	(Actoren)analyse van water-in-de-stad projecten die verbanden, bevoegdheden en informatiestromen zichtbaar maakt en een model dat inzicht verschaft in actoren en hun invloed en helpt bij keuzes maken in complexe projecten in stedelijke omgeving.	x	-	-	-	x
LmW P1027 AquaTerra Nederland (ATNL)	Procesbeschrijving voor nieuwe conceptuele benadering van de wateropgave, gebaseerd op systeemdenken met veerkracht als uitgangspunt. Vertaling van relevante 6 ^e Kaderprogramma-projecten naar toepasbaarheid in Nederland.	-	-	-	-	x
LmW P2037 Hollandse Waterstad	Integrale planning voor waterhuishouding en toeristisch aantrekkelijker stad, met overzicht van werkmethode voor bestuurders en ontwerpers om tot een dergelijk plan te komen. monitoring van de belevingsverandering, en informatieverstrekking aan burgers en toeristen.	-	-	-	-	x
LmW P2040 Deventer Uiterwaarden (DUW)	Procesbeschrijving om stakeholders bij herinrichting van gebied in en rond Deventer te betrekken en ontwikkelingsscenario's voor herinrichting.	-	-	-	-	x
LmW P2044 Leven met afgekoppeld regenwater	Inzicht in de effecten van afgekoppeld regenwater op de waterkwaliteit, de eisen en wensen van burgers en handvatten voor het ontwerpen met afgekoppeld regenwater.	-	x	-	-	-
LmW P2048 Beter bouwen en woonrijp maken	Verbeterde samenwerking van alle bouwpartners in alle bouwfasen moet leiden tot een hoogwaardigere woon- en werkomgeving voor bewoners, bouwpartners en beheerders.	-	-	-	-	x
LmW P2050 Spaarkaat	Ontwikkeling van toolbox met instrumenten op technisch, ruimtelijk, financieel, en juridisch-planologisch gebied om baggerterpen te realiseren en een handreiking voor het betrekken van eindgebruikers.	-	-	-	-	x



LmW P2051 AquaRo-methode	Integratie van water in ruimtelijke plannen waardoor Watertoets beter verloopt, door bundeling van procesinformatie op website.	x	-	-	-	x
LmW P3062 Perceptie en Risicocommunicatie bij Omgaan met overstromingsrisico's (PROmO)	Vergroting van het inzicht in de bepalende factoren van risicoperceptie en op de effectiviteit van risicocommunicatie voor het vergroten van het waterveiligheidsbewustzijn. Hierbij wordt ingezoomd op de bestuurlijke gevolgen van een risicobenadering en bijdrage geleverd aan het sociaaleconomisch waarden van risicopercepties.	x	x	x	x	-
LmW P3068 Bewoners aan de bak!	Methodologie ontwikkeld voor bewonersparticipatie bij planning, ontwerp, uitvoering, beheer en onderhoud van stedelijk water.	-	-	-	-	x
LmW P3069 KRW-pilots voor gemeenten	Inzicht in knelpunten, bestuurlijke keuzes en mogelijkheden voor gemeenten om invloed uit te oefenen op het KRW-proces.	x	-	-	-	x
LmW P3072 Van dreigend hoogwater tot en met evacuatie	Bijdrage aan slagvaardig optreden van overheden en hulpdiensten bij evacuaties en aan grotere externe veiligheid van de bevolking door logistiek oefenen van evacuatie dmv simulatiemodel, handreiking voor risicocommunicatie naar bewoners, inzicht in technische en menselijke kant van nazorg na overstroming.	-	-	x	-	-
LmW P3074 Leven met grondwater	Handreiking over taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden bij verschillende overheden inzake grondwateroverlast.	x	-	-	-	-
LmW P3075 Urban Flood Management	Netwerk van Dordrecht, Hamburg en Londen om UFM als integraal onderdeel van stedelijke ontwikkeling te benaderen en evt restrisico's te beoordelen en beheren. Analyse van hoogwaterrisico's, kwetsbaarheden en adaptieve inrichtingsmaatregelen; herziening van planprocedures; onderzoek naar duurzame risicobestendige plan- en bouwmethoden; inzicht in verantwoordelijkheden van beleid en bestuur; en communicatie en bewustwording.	x	x	-	-	x
LmW P4085 Transformability of water management regimes	Formulation of feasible transition scenarios based on improved insight into the transformability of the water management system.	x	x	-	-	-
LmW P4086 Urban Water sustainable case studies	Analysis and comparison between NL and Australia on current urban water management practice and drivers and barriers for implementing sustainable urban water management by improving urban development processes.	x	x	-	-	x
LmW P4087 Living waterproof in Low Land Areas	Support of transitions towards more sustainable water management in urban areas through comparison with the WaND programme in the UK.	x	-	-	-	x
LmW P4088 JONAS	Versterking van communicatie over (dreigend) hoogwater tussen zowel overheden onderling als overheid en burger door implementatie van digitaal informatiesysteem FLIWAS.	-	-	x	-	-



LmW Waalweelde	P4091	Ontwikkeling van breed gedragen visie over gewenste en realiseerbare ontwikkeling van het Waaltraject tot het jaar 2050 waarin aandacht is voor ruimtelijke kwaliteit, rivierveiligheid, economie, wonen, recreatie en natuur en het uitwerken van deze visie tot een ruimtelijk investeringsprogramma. Interactief planvormingsproces met zgn. Waalweelde-wiki.	-	-	-	-	x	
LmW	P5101	Water zijn nieuwe plek geven	Boek over watersensitieve stedelijke ontwikkelingen om de kloof tussen stedenbouwkundige en waterprofessionals te overbruggen.	-	x	-	-	-
Totaal			17	9	6	4	25	

Tabel 4.1: Relevante onderzoeksprojecten in Nederland



Projectnaam	Omschrijving	Raakvlak met thema				
		4a	4b	4c	4d	4e
ADAM (EU)	Ontwikkeling van strategische klimaatoplossingen door analyse van de combinatie van adaptieve en mitigatieve oplossingen voor een 'safe landing' binnen Europa en een beoordelingskader.	x	x	-	-	-
COST22 (EU)	Mitigation of potential flood impacts in urban areas by exchanging experiences, developing integrated approaches, and by promoting the diffusion of best practices in Urban Flood Management.	-	x	-	-	x
Defra/EA Flood and coastal erosion risk management R&D programme (UK)	R&D Programme on flood and coastal erosion risks, consisting of 4 themes: Strategy and Policy development, Modeling and Risk, Sustainable Asset Management, Incident Management and Community Engagement.	x	x	x	x	x
FLAWS (EU)	FLAWS aims to support communities adapting to climate change and living with water by research on where to site new housing, water resistant housing and flood warning systems.	-	-	x	-	-
HarmoniCOP (EU)	Research on integrated cross-sectoral planning and management of river basins across political and administrative borders to support the implementation of the public participation provisions of the European Water Framework Directive.	x	x	-	-	x
MARE (EU)	Bijdrage aan de Europese Hoogwaterrichtlijn door ontwikkeling van adaptieve strategieën ter beperking van hoogwaterisico's, mbv integratie van technische, bestuurlijke en procesmatige vraagstukken.	x	x	-	x	x
National Urban Water Governance Program (AUS)	NUWGP is a social research program aimed at facilitating progress towards Water Sensitive Cities. It investigates the changing governance of traditional urban water management across Australia and overseas.	x	x	x	-	x
NeWater	Identifies key elements of current water management regimes and investigates their interdependence. Research is focused on transformation processes of these elements in the transition to adaptive integrated water resources management.	x	-	-	-	x
PPGIS	Electronic forum on participatory use of geo-spatial information systems and technologies.	-	x	-	-	x
SKINT (EU)	SKINT aims to facilitate the implementation of sustainable urban land and water management by improving the integration of water management in spatial planning processes.	x	-	-	-	x
SWITCH	International research network of cities that aims to catalyse change towards more sustainable urban water management in the "City of the Future".	x	x	x	-	x
Tyndall Centre (UK): Technical Report 55	Theoretical research on inclusion in CBA of option values to assess the correct timing of investments in adaptation strategies, based on agents current expectations and how they expect those to change over time as better information becomes available.	-	-	-	x	-
WaND (UK)	Aims to support the delivery of integrated, sustainable water management for new developments by provision of tools and guidelines for project design, implementation and management.	x	-	-	-	x
Totaal		9	8	4	3	10

Tabel 4.2: Relevante internationale onderzoekprojecten





5. Samenvatting wetenschappelijke kennishiaten

Conclusies wetenschappelijk kennishiaten

In vorige hoofdstukken zijn onderzoeksvragen gedefinieerd binnen de subthema's stad, klimaat, strategie & maatregelen en implementatie & opschaling. Tabel 5.1 geeft voor elk (sub)thema een samengevat overzicht van de wetenschappelijke kennishiaten (middenkolom) en het aantal geïdentificeerde relevante kennisprojecten in Nederland. Vanuit wetenschappelijk perspectief is het zeer lastig te verantwoorden om op een objectieve manier prioriteiten aan te brengen binnen de gedefinieerde wetenschappelijke kennishiaten. Dit hebben de auteurs daarom ook niet opzettelijk in Tabel 5.1 aan willen brengen. In plaats van een rangschikking vanuit wetenschappelijk perspectief, zal met behulp van kennisvragen en behoeften uit de praktijk (zie Hoofdstuk 6) een handreiking worden gedaan naar een rangschikking vanuit praktijkperspectief.

Onderstaand zullen de bevindingen over de wetenschappelijke kennishiaten en onderzoeksprojecten per thema nogmaals kort behandeld worden.

1: Systeem stad

Een systeembenadering voor de stad wordt op dit moment nauwelijks toegepast. Er zijn nauwelijks onderzoeksprojecten bekend die onderscheid maken in ruimtelijke schaalniveaus. Wel worden de gevolgen van stedelijke ontwikkeling op de klimaatbestendigheid in verschillende projecten aangehaald. Echter moet geconcludeerd worden dat een integrale benadering waarbij zowel socio-economische ontwikkelingen en klimaatverandering beiden als input gebruikt worden voor het bepalen van klimaatbestendigheid nog vrijwel niet toegepast wordt. Overigens bestaat er nog geen eenduidige definitie voor het begrip klimaatbestendigheid.

2: Klimaat

In Nederland is er tot voor kort nauwelijks aandacht geweest voor meting van het stedelijk klimaat. In het buitenland heeft men het stedelijk klimaat echter zeer uitgebreid onder de aandacht en inmiddels wordt het onderwerp ook in Nederland onderkend. Het onderzoek over stedelijk klimaat en de directe en indirecte hitte-effecten op de stad loopt nog ver achter bij landen als Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Australië en de VS. Inzichten in klimaateffecten op het watersysteem zijn verder ontwikkeld, maar ook deze zijn niet of nauwelijks gekwantificeerd.

3: Strategieën en maatregelen

Het kleine aantal projecten dat maatregelen identificeert kan verklaard worden door het feit dat over het algemeen redelijk tot veel bekend is over de adaptatiemogelijkheden. De effectiviteit van verschillende maatregelen op zowel water als hittegebied, alsmede meekoppeling met de mitigatieopgave en leefomgevingkwaliteit is echter iets waar nog veel onderzoek noodzakelijk is.

4: Implementatie en opschaling

Er kan geconstateerd worden dat de meeste van de geïdentificeerde onderzoeksprojecten raakvlak hebben met het gebied van implementatie en opschaling. Veel van deze projecten zijn echter gestoeld op een learning-by-doing benadering voor specifieke condities. Er is slechts weinig fundamentele wetenschap bij dit onderwerp betrokken.



Thema	Wetenschappelijke kennishiaten	Aantal geïdentif. projecten NL
1. SYSTEEM STAD		
1a: Relatie stad - klimaatseffecten	• Effecten van/op stedelijke typologieën • Stedelijke groei en kritische grenzen van de stad	7
1b: Temporele dimensie	• Dynamiek stedelijke vernieuwing • Levensduur gebouwen en infrastructuur	4
1c: Ruimtelijke schaalniveaus	• Interactie&synergieën systemen binnen/tussen schaalniveaus	0
1d: Klimaatbestendigheid	• Definitie, meting en beoordeling klimaatbestendigheid • Adaptief vermogen, flexibiliteit, veerkracht	7
2. KLIMAAT		
2a: Stedelijk klimaat	• Grootte UHI-effect in NL • Downscaling klimaatmodellen • Relatie UHI met neerslag, luchtkwaliteit en geluid • Zeespiegelstijging en rivierafvoeren	2
2b: Klimaatseffecten	• Effecten op functioneren en gezondheid mens • Economische kwetsbaarheid • Risicogroepen en regio's • Indirecte effecten	4
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (GEBOUWNIVEAU)		
3a: Gebouwconstructies	• Ontwerpwaarden temperatuur, neerslag, wind • Identificatie en (door)ontwikkeling maatregelen	4
3b: Bouwmaterialen	• Effecten van biokolonisatie, biodegradatie, verzilting, UV-straling • (Door-)ontwikkeling bestendigere materialen	3
3c: Binnenklimaat	• Behoeften en gedrag gebruikers • Kwantificering van de kwaliteit van binnenmilieu • Interactie tussen binnen- en buitenklimaat • (door-)ontwikkeling bouw en installatieconcepten • Lokale energieopwekking en -gebruik	0
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (ALLE NIVEAUS)		
3d: Waterhuishouding	• Identificatie en (door-)ontwikkeling maatregelen & strategieën • (Kosten-)effectiviteit maatregelen (individueel en pakketten) • Rol van onzekerheid op investeringen • Quick-wins	26
3e: UHI-effect	• Identificatie en (door-)ontwikkeling maatregelen & strategieën • (Kosten-)effectiviteit maatregelen (individueel en pakketten) • Quick-wins	9
4. IMPLEMENTATIE EN OPSCHALING		
4a: Institutioneel en politiek-bestuurlijk	• Identificatie stuwende en belemmerende factoren • Verantwoordelijkheden en rol van overheid en wetenschap • Quick-wins op bestuurlijk vlak	17
4b: Capacity Building	• Methodes voor vergroten bewustzijn • Methodes voor verspreiden kennis en competenties over en binnen organisaties	9
4c: Communicatie	• Effectiviteit communicatie klimaatbestendigheid	6
4d: Financieel	• Identificatie stuwende en belemmerende financiële aspecten • Creatie van incentives • Financiële consequenties klimaatbestendige benaderingen • Allocatie van kosten en baten	4
4e: Procesontwerp en -management	• Identificatie stuwende en belemmerende aspecten • Cultivatie klimaatbestendigheid in planvormingsproces • Fasering en rolverdeling	25

Tabel 5.1: Samenvatting van wetenschappelijke kennishiaten

6. Kennisvragen uit de praktijk

Door bovenstaand overzicht van wetenschappelijke kennishiaten te toetsen aan de praktijk, wordt een rangschikking in de tijd aangebracht waardoor een onderzoeksagenda tot stand kan komen. Kwesties uit de praktijk zijn vaak gericht op de korte termijn, waardoor een onderscheid ontstaat tussen dringende en minder dringende onderwerpen, waarbij aangemerkt moet worden dat minder dringende onderwerpen niet per definitie minder belangrijk zijn.

Gesprekken met praktijkexperts, de resultaten van het KvR project Dialoogproject Klimaat in de Stad en de workshop 'De klimaatrobuuste stad' op de KvR/KvK conferentie 'Op weg naar een klimaatbestendige samenleving' van 27 november 2008 hebben inzicht opgeleverd over de zaken die spelen in de praktijk op het gebied van klimaatadaptatie, die zijn getoetst aan de bevindingen van een klankbordgroep (zie Inleiding). Tabel 6.1 geeft op basis hiervan een overzicht van de behoeften uit de praktijk. Hierbij is per thema de urgentie van de kennisvragen uit de praktijk gerangschikt naar weinig urgente, matig urgente en zeer urgente kennisbehoeften. Minder urgente kennisbehoeften zijn niet per definitie minder belangrijk.

De belangrijkste bevindingen over behoeften uit de praktijk zijn:

- **Er is bij gemeenten meer aandacht voor mitigatie dan voor adaptatie:** 'Klimaatneutraliteit' is vaak het woord dat in de praktijk voor het begrip mitigatie gebruikt wordt. Tijdens de workshop 'De klimaatrobuuste stad' gaven gemeenten aan dat het feit dat er meer aandacht is voor mitigatie dan voor adaptatie verklaard kan worden doordat mitigatiemaatregelen direct opbrengsten opleveren die terug zijn te zien in lagere energierekeningen. De baten van van adaptatie maatregelen zijn volgens gemeenten niet direct merkbaar, waardoor ze minder populair zijn. Bovendien gaven gemeenten aan dat er onvoldoende kennis bij hen aanwezig is over klimaatadaptatie. Dit geldt in het bijzonder voor de hitteproblematiek.
- **Waterhuishouding en luchtkwaliteit worden belangrijker gevonden dan hitte:** Problematiek met de waterhuishouding en luchtkwaliteit zijn bekende thema's voor overheden terwijl hitteproblematiek als een relatief nieuw probleem gezien wordt. Pas sinds de hittegolf van 2003 ontstaat langzaam het bewustzijn van de mogelijke gevolgen van hitteproblematiek. Echter, er wordt in de praktijk nog steeds getwijfeld aan de ernst van de gevolgen. Zo wordt bijvoorbeeld hardop afgevraagd of stijgende gemiddelde temperaturen met een stijging van hittegerelateerde slachtoffers tegelijkertijd een daling van koude gerelateerde slachtoffers betekent, waardoor het totaal gelijk blijft. Een ander mening die dikwijls is gehoord is dat mensen zich vanzelf aanpassen aan stijgende temperaturen, zodat het de vraag is of het wel zinvol is om de stedelijke omgeving hier ook op aan te passen.
- **De praktijk heeft nog onvoldoende kennis over klimaatadaptatie:** In tegenstelling tot voor mitigatie, is kennis over klimaatadaptatie nog niet wijd verspreid. Vanuit de praktijk worden als verklaringen genoemd dat kennis versnipperd aanwezig is, dat verbanden tussen betrokken partijen op het gebied van adaptatie nog gelegd moeten worden en dat er nog niet voldoende pilot projecten zijn opgestart. Er is wel veel impliciete kennis aanwezig bij individuen die niet is gepubliceerd en daardoor moeilijk te verspreiden is. Hierbij kan men denken aan bijvoorbeeld specifieke gebiedseigenschappen of ervaringen over de effectiviteit van maatregelen of processen. Deze kennis gaat vaak verloren zodra de persoon met de impliciete kennis van functie verandert.
- **Er is vooral behoefte naar inzichten voor de korte termijn:** De praktijk geeft aan vooral behoefte te hebben aan korte termijn inzichten, zoals quick-wins en de gevolgen van het niet handelen op korte termijn. Doordat men bewust is van de onzekerheid in de mogelijke klimaatverandering zijn ook zogenaamde no-regret maatregelen gewenst, die in elk denkbaar scenario hun waarde behouden en waarvan men na implementatie geen spijt krijgt.
- **Er is een grote behoefte aan een (beter) inzicht in de klimaatseffecten, effectiviteit van maatregelen en strategieën, een afwegingskader, en kennis over hoe maatregelen geïmplementeerd kunnen worden:** De praktijk geeft aan dat om effectief te kunnen zijn in klimaatadaptatie een beter inzicht benodigd is in directe en indirecte gevolgen van



klimaatverandering, zodat kwetsbaarheden en kansen in kaart kunnen worden gebracht. Vervolgens is kennis over de effectiviteit van strategieën en maatregelen gevraagd om te anticiperen op kwetsbaarheden en kansen. Een goed integraal afwegingskader zou de praktijk erg goed kunnen helpen bij het maken van keuzes tussen verschillende maatregelen en strategieën. Ten slotte, zijn er veel vragen over hoe een klimaatbestendige benadering in praktijk toegepast kan worden. Dit geldt niet alleen voor gemeenten waar specifieke maatregelen geïmplementeerd worden, maar ook voor beleidsbepaling van hogere overheden.

- **De praktijk ontbreekt het aan inzicht in de relatie tussen stedelijke ontwikkeling en klimaat en ruimtelijke schaalniveaus:** In het algemeen er in de praktijk nog weinig bewustzijn over de gevolgen van stedelijke ontwikkeling op het klimaat. Bovendien is het nog niet wijd verspreid dat kwetsbaarheid niet alleen veroorzaakt wordt door klimaatverandering, maar tevens door autonome stedelijke groei. Ook is er geen inzicht in de relatie en interactie tussen verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Doordat er geen bewustzijn is over deze onderwerpen, ontbreekt ook elke urgentie. Voor de temporele dimensie van stedelijke ontwikkeling en klimaatsverandering geldt hetzelfde slechts gedeeltelijk. Er is grote aandacht voor de korte termijn, terwijl lange termijn denken over klimaatadaptatie nauwelijks plaatsvindt.

Er moet opgemerkt worden dat kennisvragen uit de praktijk veelal ontstaan op het moment dat bepaalde maatregelen in de praktijk met bijbehorende specifieke context geïmplementeerd worden. Daardoor schetst bovenstaand overzicht slechts een zeer algemeen beeld van behoeften uit de praktijk.



Thema	Kennisbehoefte uit praktijk	Opmerkingen
1. SYSTEEM STAD		
1a: Relatie stad - klimaatseffecten	Niet urgent	Urgentie is laag doordat bewustzijn hierover in de praktijk onvoldoende ontwikkeld is.
1b: Temporele dimensie	Zeer urgent	Men is zeer geïnteresseerd in hoe successen op korte termijn geboekt kunnen worden binnen een duurzame lange termijn visie.
1c: Ruimtelijke schaalniveaus	Niet urgent	Bewustzijn over interacties tussen verschillende schaalniveaus is onvoldoende ontwikkeld.
1d: Klimaatbestendigheid	Matig urgent	Adaptatie is in de praktijk veelal een minder 'hot issue' dan mitigatie. Vooral op hoger overheidsniveau is er echter wel grote vraag naar een afwegingskader voor klimaatbestendigheid.
2. KLIMAAT		
2a: Stedelijk klimaat	Matig urgent	Waterhuishouding en luchtkwaliteit worden belangrijker gevonden dan hitte.
2b: Klimaatseffecten	Zeer urgent	De effecten van klimaat op de stad worden belangrijker gevonden dan de toestand van het klimaat zelf.
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (GEBOUWNIVEAU)		
3a: Gebouwconstructies	Matig urgent	Er is bij ontwikkelaars, bouwers en vooral architecten een groeiende behoefte aan richtlijnen en ondersteunende tools op dit vlak.
3b: Bouwmaterialen	Matig urgent	Er is bij ontwikkelaars, bouwers en vooral architecten een groeiende behoefte aan richtlijnen en ondersteunende tools op dit vlak.
3c: Binnenklimaat	Zeer urgent	Comfort is voor consumenten naast locatie een zeer belangrijke factor voor een goede business case in de woningbouw. Dit wordt momenteel belangrijker gevonden dan bijvoorbeeld energiezuinigheid.
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (ALLE NIVEAUS)		
3d: Waterhuishouding	Zeer urgent	Om effectief te kunnen anticiperen op kwetsbaarheden en kansen is vooral de effectiviteit van individuele maatregelen en pakketten ten eerste gevraagd.
3e: UHI-effect	Matig urgent	Hier geldt hetzelfde als voor maatregelen en strategieën op het gebied van waterhuishouding. Echter, in de praktijk worden hittegerelateerde problemen minder belangrijk gevonden.
4. IMPLEMENTATIE EN OPSCHALING		
4a: Institutioneel en politiek-bestuurlijk	Zeer urgent	Met name onder overheden vraagt men zich af hoe een klimaatbestendige benadering zo effectief mogelijk structureel in de huidige institutionele kaders ingepast kan worden.
4b: Capacity Building	Zeer urgent	De praktijk geeft zelf aan weinig kennis beschikbaar te hebben over adaptatie. Een van de belangrijkste verklaringen die hiervoor gegeven wordt, is dat kennis vaak slechts impliciet aanwezig is en bovendien versnipperd is over vele organisaties.
4c: Communicatie	Zeer urgent	Effectieve methoden om draagvlak te creëren bij burgers zijn veelgevraagd.
4d: Financieel	Zeer urgent	In financiële zin zijn korte termijn successen een randvoorwaarde voor succes. Bovendien zijn de veel gestelde vragen uit de praktijk: 'Hoe duur is het?' en 'Wie betaalt?'
4e: Procesontwerp en -management	Zeer urgent	Een van de belangrijkste kennisvragen uit de praktijk is op dit moment hoe een klimaatbestendige benadering toegepast moet worden.

Tabel 6.1

Urgentie van kennisvragen uit de praktijk.



7. Samenvattende conclusies

Algemeen

De kwetsbaarheid van steden hangt af van een complex van factoren en vindt zijn oorspong in een hoge concentratie van mensen en economisch goederen, in het algemeen een laag bewustzijn van risico's, de aanwezigheid van grote, logge monofunctionele infrastructurele netwerken en het onvermogen om daadwerkelijk op lokaal niveau te anticiperen op een mogelijke ramp als ook om te kunnen sturen in de ruimtelijke inrichting.

Het huidige onderzoek met betrekking tot klimaatseffecten op de stedelijke omgeving is relatief versnipperd. Vanwege het grote aantal functies en actoren in de stedelijke omgeving, is het de vraag binnen welk domein of vanuit welk perspectief het concept 'de stad' wordt gezien wanneer wordt gesproken over blootstelling en gevoeligheid (bijv. economisch, demografisch, etc.). Dit compliceert het onderzoek naar kwetsbaarheid en leidt in de praktijk tot een groot aantal wegingsfactoren die niet objectief beoordeelbaar zijn.

Om voor het stedelijk gebied bouwstenen hiervoor te kunnen aandragen is kennis noodzakelijk van:

- A. *Blootstelling en gevoeligheid*; Een gedegen en gedetailleerd inzicht in de actuele en toekomstige risico's van hittestress, wateroverlast en overstroming vraagt om een differentiatie per woontype (bijv. laagbouw, hoogbouw), woonwijk, functie (bijv. woningen, openbare ruimte, publieke gebouwen, infrastructuur) en aard van de gevolgen (slachtoffers, leefomgevingkwaliteit, directe gevolgen aan bebouwing (en roerende goederen)). Voor de lange termijn prognoses is uitgegaan van de KNMI scenario's.
- B. *Veerkracht (korte termijn)*; de veerkracht en dus de snelheid van en benodigde inspanning voor herstel is afhankelijk van aard van mogelijke directe en indirecte schade, mogelijkheden van klimaatbestendig retrofitting en herstel van de gebouwde omgeving en de risicoperceptie van bewoners en gebruikers van het betreffende gebied;
- C. *Aanpassingsvermogen (lange termijn)*; Met name gaat het hier om sociaal economische lange termijn kentallen alsook om levensduur van bebouwing en infrastructuur.

Adaptatie aan klimaatverandering is in hoge mate een ruimtelijk vraagstuk, waarbij het gaat om veranderingen in het ontwerp van gebieden en gebouwen, de locatiekeuzes, en de inrichting en het gebruik van de ruimte. Adaptatie aan klimaatverandering gebeurt vrijwel hoofdzakelijk doordat op lokale schaal maatregelen worden geïmplementeerd. Hiervoor is echter bovenregionale en nationale sturing noodzakelijk op basis van een gedragen lange termijn ruimtelijke strategie voor Nederland.

Op basis van de bevindingen uit Hoofdstuk 5 en 6 worden in tabel 7.1 de geïdentificeerde kennishiaten met de behoeften uit de praktijk vergeleken. Hieronder worden de thema's nog eenmaal integraal bediscussieerd en worden de implicaties van de vergelijking tussen wetenschappelijke kennishiaten en praktijk beschreven.

Thema 1: Systeem stad

Een systeembenadering voor de stad is op dit moment nauwelijks in wetenschappelijk onderzoek als leidraad toegepast. Er zijn voor zover bekend nog vrijwel geen onderzoeksprojecten bekend die onderscheid maken in ruimtelijke schaalniveaus en ingaan op de interacties tussen de verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Wel worden de gevolgen van stedelijke ontwikkeling op de klimaatbestendigheid in verschillende projecten aangehaald. Er moet echter geconcludeerd worden dat een integrale benadering waarbij zowel socio-economische ontwikkelingen en klimaatverandering beiden als input gebruikt worden voor het bepalen van klimaatbestendigheid nog vrijwel niet toegepast wordt. Er is vanuit de praktijk een zeer sterke behoefte aan zogenaamde *no-regret* maatregelen die alle opties in de toekomst openhouden. Ook wordt het effect van verstedelijking (autonome groei) op het klimaat onderkend door de praktijk. Dit valt vooral terug te zien in de motivering van verschillende mitigatie maatregelen die genomen worden op basis van deze autonome groei. Echter, op het gebied van adaptatie is deze koppeling vrijwel niet aanwezig (effecten van autonome groei wegen nauwelijks mee bij het formuleren van adaptatiemaatregelen).

Er bestaat nog geen eenduidige definitie voor het begrip klimaatbestendigheid. In Nederland is het gezamenlijke KvR, KvK, LmW en Habiforum project Definitiestudie Afwegingskader voor zover



bekend het enige onderzoek dat zich aan dit onderwerp wijdt. Wel wordt de robuustheid en/of flexibelheid van beleid of strategieën in enkele andere Nederlandse projecten beoordeeld. Ook op Europees vlak zijn er enkele projecten die zich wijden aan het definiëren en evalueren van een beoordelingskader van adaptatiestrategieën. Vanuit de praktijk (vooral overheid en maar ook bedrijfsleven) is er een groeiende behoefte aan een afwegingskader om de klimaatbestendigheid van strategieën en beleid te kunnen formuleren en te evalueren. Dit is voor de praktijk belangrijker dan het verkrijgen van een eenduidige definitie voor klimaatbestendigheid, omdat veel partijen zelf een eigen 'werkzame' invulling aan dit begrip geven. Van belang in dit verband is ook het onderzoek van PBL naar "Wegen naar een klimaatbestendiger Nederland" dat eind 2009 zal komen met verschillende lange-termijn opties (incl. een beoordelingssystematiek). Middels een iteratief proces met interactie tussen beleid, maatschappelijke organisaties en wetenschap zal in 2010 een maatschappelijke discussie worden gestart over de gewenste lange termijn strategie. Om te kunnen komen tot een dergelijke lange termijn strategie is er op korte termijn onder meer behoefte aan een uitwerking van de opgave en opties (maatregelen en timing) voor het stedelijk gebied (incl. meekoppeling met mitigatieopgave en leefomgevingkwaliteit).

Vanuit de praktijk bezien, is er weinig behoefte aan wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen stad en klimaatseffecten en onderzoek naar interactie en synergie binnen/tussen ruimtelijke schaalniveaus. Dit wordt echter veroorzaakt doordat er buiten de wetenschappelijke kringen wellicht onvoldoende aandacht is voor deze thema's. Echter, steeds meer wetenschappers raken ervan overtuigd dat juist deze thema's de sleutel tot succes op het gebied van klimaatadaptatie zouden kunnen waarborgen. Er ligt hier dus een uitdaging voor de wetenschap om dit in de praktijk te bewijzen. Voor de thema's 'temporele dimensie' en 'klimaatbestendigheid' bestaat een grote behoefte en zijn onderzoeksresultaten op korte termijn gewenst.



Thema	Wetenschappelijke kennishiaten	Kennisbehoefte praktijk
1. SYSTEEM STAD		
1a: Relatie stad - klimaatseffecten	Effecten van/op stedelijke typologieën Stedelijke groei en kritische grenzen van de stad	Niet urgent
1b: Temporele dimensie	Dynamiek stedelijke vernieuwing Levensduur gebouwen en infrastructuur	Zeer urgent
1c: Ruimtelijke schaalniveaus	Interactie & synergie systemen binnen/tussen schaalniveaus	Niet urgent
1d: Klimaatbestendigheid	Definitie, meting en beoordeling klimaatbestendigheid Adaptief vermogen, flexibiliteit, veerkracht	Matig urgent
2. KLIMAAT		
2a: Stedelijk klimaat	Grootte UHI-effect in NL Downscaling klimaatmodellen Relatie UHI met neerslag, luchtkwaliteit en geluid Zeespiegelstijging en rivierafvoeren	Matig urgent
2b: Klimaatseffecten	Effecten op functioneren en gezondheid mens Economische kwetsbaarheid Risicogroepen en regio's Indirecte effecten	Zeer urgent
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (GEBOUWNIVEAU)		
3a: Gebouwconstructies	Ontwerpwaarden temperatuur, neerslag, wind Identificatie en (door-)ontwikkeling maatregelen	Matig urgent
3b: Bouwmaterialen	Effecten van biokolonisatie, biodegradatie, verzilting, UV-straling (Door-)ontwikkeling bestendigere materialen	Matig urgent
3c: Binnenklimaat	Behoeften gebruikers Kwantificering van de kwaliteit van binnenmilieu (door-)ontwikkeling bouw en installatieconcepten Lokale energieopwekking en -gebruik	Zeer urgent
3. STRATEGIEËN EN MAATREGELEN (ALLE NIVEAUS)		
3d: Waterhuishouding	Identificatie en (door-)ontwikkeling maatregelen & strategieën (Kosten-)effectiviteit maatregelen (individueel en pakketten) Rol van onzekerheid op investeringen Quick-wins	Zeer urgent
3e: UHI-effect	Identificatie en (door-)ontwikkeling maatregelen & strategieën (Kosten-)effectiviteit maatregelen (individueel en pakketten) Quick-wins	Matig urgent
4. IMPLEMENTATIE EN OPSCHALING		
4a: Institutioneel en politiek-bestuurlijk	Identificatie stuwende en belemmerende factoren Verantwoordelijkheden en rol van overheid en wetenschap Quick-wins op bestuurlijk vlak	Zeer urgent
4b: Capacity Building	Methodes voor vergroten bewustzijn Methodes voor verspreiden kennis en competenties over en binnen organisaties	Zeer urgent
4c: Communicatie	Effectiviteit communicatie klimaatbestendigheid	Zeer urgent
4d: Financieel	Identificatie stuwende en belemmerende financiële aspecten Creatie van incentives Financiële consequenties klimaatbestendige benaderingen Allocatie van kosten en baten	Zeer urgent
4e: Procesontwerp en management	Identificatie stuwende en belemmerende aspecten Cultivatatie klimaatbestendigheid in planvormingsproces Fasering en rolverdeling	Zeer urgent

Tabel 7.1 Rangschikking van wetenschappelijke kennishiaten naar behoeften uit de praktijk



Thema 2: Klimaat

In Nederland is er tot voor kort nauwelijks aandacht geweest voor meting van het stedelijk klimaat. In het buitenland heeft men het stedelijk klimaat echter zeer uitgebreid onder de aandacht en inmiddels wordt het onderwerp ook in Nederland onderkend. Het onderzoek over stedelijk klimaat en de directe en indirecte effecten op de stad loopt nog ver achter bij landen als Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Australië en de VS. Het valt dus aan te bevelen om op basis van lessen uit het buitenland, de Nederlandse kennispositie op dit vlak uit te breiden.

Van oudsher is krijgt de waterhuishouding zeer veel aandacht in Nederland. Ook wordt de hittegolf van 2003 met zijn grote hoeveelheid slachtoffers in Europa wel eens aangehaald, maar hitte is in tegenstelling tot water geen algemeen geaccepteerd probleem in Nederland. In de praktijk is men vooral geïnteresseerd in de (mogelijke) effecten van klimaatsverandering op de stad en minder in de toestand van het klimaat zelf. Echter, om betere inzichten in (toekomstige) effecten van het Nederlandse stedelijke klimaat te verkrijgen, dient met eerst de toestand van het klimaat te begrijpen.

Thema 3: Strategieën en maatregelen

Over het algemeen zijn er nog niet veel onderzoeksresultaten bekend die een bijdrage leveren aan klimaatadaptatie van gebouwen. Het is vooral zeer opvallend dat er een zeer grote behoefte is naar onderzoek naar maatregelen ter bevordering van binnenklimaat van gebouwen, terwijl juist binnen dit thema zeer weinig onderzoeksresultaten voorhanden zijn. Het is dus ten eerste aan te bevelen om meer wetenschappelijke aandacht aan dit gebied te geven. Tevens is er een groeiende behoefte bij ontwikkelaars, bouwers en vooral architecten aan richtlijnen en ondersteunende tools op het gebied van innovatieve gebouwconstructies en bouwmaterialen. Deze zijn slechts in beperkte mate voorhanden en vragen in de toekomst dus meer aandacht.

Op hogere schaalniveaus dan het gebouwniveau kan men concluderen dat water traditioneel meer wetenschappelijke en praktijk aandacht krijgt dan hitte. Binnen beide domeinen zijn de adaptatiemogelijkheden over het algemeen redelijk tot goed bekend. De effectiviteit van verschillende maatregelen op zowel water als hittegebied alsmede meekoppeling met de mitigatieopgave en leefomgevingkwaliteit is echter iets waar nog veel onderzoek noodzakelijk is en waar tevens vraag naar is vanuit de praktijk. Vooral daar waar het gaat om het ontwikkelen van geschikte adaptatiestrategieën en het bepalen van quick-wins en no-regret maatregelen is er een grote behoefte uit de praktijk.

Thema 4: Implementatie en opschaling

Ondanks het feit dat de meeste geïdentificeerde relevante onderzoeksprojecten zich focussen op het gebied van implementatie, blijkt dat de praktijk toch nog steeds een zeer urgente behoefte heeft op dit vlak. Hieruit volgt dat de wetenschap in zekere zin wel tegemoet komt aan de behoefte van de praktijk, maar dat er niet aan deze behoefte wordt voldaan. Er zijn verschillende argumenten mogelijk die dit mogelijk zouden kunnen verklaren:

- Het resultaat uit de onderzoeksprojecten is niet voldoende of niet van voldoende kwaliteit om op grote schaal impact te maken in de praktijk.
- Het resultaat uit onderzoeksprojecten is slechts toepasbaar in specifieke locaties en is moeilijk te vertalen naar andere locaties.
- Het resultaat uit onderzoeksprojecten is niet voldoende toegankelijk voor derden.
- Mechanismen om kennis te verspreiden ontbreken of falen.
- De praktijk doet spant zich onvoldoende in om kennis te raadplegen of toe te passen.

Al deze factoren verdienen de aandacht om in de toekomst in de praktijk op een zo efficiënte manier gebruik te kunnen maken van wetenschappelijke onderzoeksresultaten. Bovendien zijn om de bovenstaande factoren te bestrijden, wetenschappelijke benaderingen op het gebied van implementatie en opschaling zeer gewenst. Zeer waarschijnlijk vraagt dit om een nieuw soort wetenschapper, die zich op het grensvlak tussen techniek en sociale wetenschappen begeeft en zodoende een brug kan slaan tussen deze twee werelden die tot voorheen strikt gescheiden zijn geweest. Tevens zou een hechtere verbinding tussen de academische en de HBO wereld een bijdrage kunnen leveren aan succesvolle implementatie van innovatieve strategieën en maatregelen.



De academische wereld begeeft zich namelijk traditioneel met name op het gebied van planvorming, terwijl HBO zich meer op uitvoering richt.

Overigens zijn alle benoemde projecten op het gebied van implementatie gerelateerd aan water. Mogelijk kunnen resultaten deels gebruikt worden voor hitte, bijvoorbeeld op het gebied van procesmanagement of capacity building.





Literatuur

Angel S., S.C. Sheppard & D.L. Civco, 2005. The Dynamics of Global Urban Expansion. World Bank, Technical Report.

Aries M.B.C. & P.M. Bluysen, 2008. Climate Change Consequences for the Indoor Environment in the Netherlands. TNO Bouw en Ondergrond position paper.

Ashley, R.M., J.R. Blanksby, A. Cashman, L. Jack, G. Wright, J. Packman, L. Fewtrell & A. Poole, 2007. Adaptable Urban Drainage – Addressing change in Intensity, Occurrence and Uncertainty of Stormwater (AUDACIOUS). Built Environment, 33 (1), March, p70-84, ISSN 0263-7960. DOI

Barros J. & F. Sobreira, 2002. City of Slums: self-organisation across scales, Centre for Advanced Spatial Analysis, number 55, Casa Working Paper.

Batty, M., 2005. The Fractal City: In: Cities and Complexity, Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals. Boston, MA: MIT Press.

Batty, M. & B. Hutchinsonson, (eds), 1980. Systems Analysis in Urban Policy-Making and Planning. New York: Nato Conference Series v. 12, Plenum Press

Brooks N., 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working paper 38.

Commissie Waterbeheer 21ste eeuw, 2000. *Waterbeleid voor de 21ste eeuw; Geef water de ruimte en aandacht die het verdient.*

Conrads L.A., 1975. Observations of meteorological effects; The heat Island of Utrecht. PhD dissertation, University of Utrecht.

Corning P.A., 2002. The re-emergence of “emergence”: a venerable concept in search of a theory. Complexity 7(6): 18-30.

De Bruijn K.M., 2005. Resilience and Flood Risk Management: A Systems Approach applied to Lowland Rivers, Technische Universiteit Delft.

De Graaf R.E., F.H.M. Van de Ven & N.C. Van de Giesen, 2007. Alternative water management options to reduce vulnerability for climate change in the Netherlands. Natural Hazards.

De Wit S., W. Jonkhoff, I. Immink, W. Roos, M. Nelisse & T. Reijs, 2008. Verkenning klimaatverandering en infrastructuur. TNO rapport 2008-D-R1117/B.

Döpp S.P. & R.A.W. Albers, 2008. Klimaatverandering in Nederland: Uitdagingen voor een leefbare stad. TNO.

Gartland L., 2008. Heat Islands – Understanding and mitigation heat in urban areas. Earthscan. ISBN-13:978-1-84407-250-7.

Geldof G.D., 2002. Omgaan met complexiteit bij integraal waterbeheer (Coping with complexity in integrated water management). PhD dissertatie, Universiteit van Twente, Nederland.

Gerritsen E. & C.G.M. Sterks, 2004. Kostenontwikkeling in de waterketen 1990-2010. COELO Rapport 04-3. ISBN 90 76276 32 3.

Hollnagel E., D.D. Woods & N. Leveson (eds), 2006. Resilience Engineering, Concepts and Precepts, Ashgate, Hampshire, UK.

Huynen M.M.T.E., A.E.M. De Hollander, P. Martens & J.P. Mackenbach, 2008. Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid: Stand van de kennis. RIVM, ISBN 978-90-6960-207-3.



Ingham A., Ma J. & A. Ulph, 2006. Theory and practice of economic analysis of adaptation. Tyndall Centre for Climate Change Research, Technical Report 55.

IPCC, 1996. Climate Change 1995 - Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analyses. Cambridge University Press.

IPCC, 2001. Climate Change 2001 - Impacts, adaptation and vulnerability. UNEP, WMO.

Kabat P., W. Van Vierssen, J. Veraart, P. Vellinga & J. Aerts, 2005. Climate proofing the Netherlands. *Nature* 438: 283 – 284.

Klein R.J.T., E.L. Schipper & S. Dessai, 2003. Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 40.

Koenen M., 2008. Overstromingsrisico's en externe veiligheid. TNO Bouw en Ondergrond position paper.

Luers A.L., 2005. The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change. *Global Environmental Change*, 15:3(214-223).

McCann P., 2001. *Urban and Regional Economics*. New York: Oxford University Press.

Nijland T.G., O.C.G. Adan, R.P.J. Van Hees & B.D. Van Etten, 2008. Evaluation of the effects of climate change expected for the Netherlands on durability of building materials, with suggestions for adaptation. TNO Bouw en Ondergrond position paper.

Oosterberg, W., C. Zevenbergen & R. Franssen, 2008. Een kwalitatieve verkenning naar wenselijkheid en haalbaarheid van Tijdelijk Intensief Bestemmen/ Lenen van Ruimte Waterdienst. 38 pagina's.

Perry T. & R. Nawaz, 2008. An investigation into the extent and impacts of hard surfacing of domestic gardens in an area of Leeds, United Kingdom. *Landscape and Urban Planning*, 86:1(1-13).

Pielke, 1998. Rethinking the role of adaptation in climate policy *Global Environment Change* Vol 8 No 2 pp. 159-170

Rahola B.S., P. van Oppen & K. Mulder, 2008. Heat in the city - An inventory of knowledge and knowledge deficiencies regarding heat stress in Dutch cities and options for its mitigation.

Rijke, J.S., R.E. De Graaf, F.H.M. Van de Ven, R.R. Brown & D.J. Biron, 2008. Comparative case studies towards mainstreaming water sensitive urban design in Australia and the Netherlands. Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, UK.

Shepperd J.M., H. Pierce & A.J. Negri, 2002. Rainfall Modification by Major Urban Areas: Observations from Spaceborne Rain Radar on the TRMM Satellite. *Journal of applied meteorology*, vol 41, p689-701.

Stedman J., 2004. The predicted number of air pollution related deaths in the UK during the August 2003 heatwave. *Atmospheric Environment*, vol. 38, no. 8, p1087-1090.

Steenbergen R.D.J.M., C.P.W. Geurts & C.A. Van Bentum, 2008. Climate change and its impact on structural safety. TNO Bouw en Ondergrond position paper.

Taylor A., 2008. Ten attributes of emergent leaders who promote sustainable urban water management in Australia. Proceedings of 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, UK.

Three regions Climate Change Group, 2008. Your home in a changing climate: Retrofitting existing homes for climate change impacts. Greater London Authority, ISBN 978 84781 133 2.



Turner II, B.L., R.E. Kasperson, P.A. Matson, J.J. McCarthy, R.W. Corell, L. Christensen, N. Eckley, J.X. Kasperson, A.L. Luers, M.L. Martello, C. Polsky, A. Pulsipher & A. Schiller, 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science, in: *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 100:14(8074-8079).

Van den Hurk et al., 2006. KNMI Climate change scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific report WR 2006-01. KNMI.

Van der Brugge R., J. Rotmans & D. Loorbach, 2005. The transition in Dutch water management. *Regional Environmental Change*, Vol.5:164-176.

Van de Ven F.H.M. et al., 2008a. Waterrobuust bouwen; De kracht van kwetsbaarheid in een duurzaam ontwerp.

Van de Ven F.H.M., B. Gersonius, E. Luyendijk, M.J. Schilt & E. Tromp, 2008b. Research agenda for enabling water robust cities.

Van Nunen H., 2008. Levensduur woning is 120 jaar. Bouwhulp Groep.

Veerbeek, W., 2007. Flood induced indirect hazard loss estimation models. In: *Advances in Urban Flood Management*. Ashely, R., Garvin, S, Pasche, E., Vassilopoulos, A., and Zevenbergen, C. Taylor & Francis. ISBN: 978-0-415-43662-5.

Veerman C. et al., 2008. Samen *werken* met water - Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst. Bevindingen van de Deltacommissie 2008.

Vivian S., N. Williams, & W. Rogers, 2005. Climate change risks in building – an introduction. CIRIA C638, ISBN 0-86017-638-X.

White R. & G. Engelen, 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 24:5(383-400).

Zevenbergen C., W. Veerbeek, B. Gersonius & S. Van Herk, 2008. Challenges in Urban Flood Management: travelling across spatial and temporal scales, *Journal of Flood Risk Management* 1:2(81-88).



**Bijlage 1: Relevante projecten – Klimaat voor Ruimte**

Project	Omschrijving
CS07 Op maat maken van klimaatscenario's (tailoring)	Op maat maken en toesnijden van klimaatinformatie voor de praktijk binnen oa een aantal pilot-studies, waarbij klimaatonderzoekers gedetacheerd worden bij de gebruikers van klimaatinformatie, evenals publieke presentatie op een educatieve website.
A8 Gevolgen van klimaatverandering voor de transportsector	Analyse van de mogelijke effecten klimaatverandering op transport. De betrouwbaarheid van transport over water vormt een belangrijk punt van aandacht. Daarnaast zullen de consequenties van adaptatiestrategieën en de relaties tussen ruimtelijke keuzes en transport bestudeerd worden.
A09 Financiële arrangementen voor rampschade bij klimaatverandering	Ontwikkeling en evaluatie van adaptatie strategieën, die gebaseerd zijn op verzekering tegen het risico en de schade door extreem weer in Nederland. Onderzocht wordt hoe zulke strategieën complementair aan en consistent met maatregelen in het waterbeheer gemaakt kunnen worden en hoe risico's zowel geografisch als over verschillende publieke en private sectoren gespreid kunnen worden.
A10a Definitiestudie Hotspots	Opstellen selectiecriteria voor Hotspots waar ruimtelijke ordening en klimaatverandering een belangrijke rol spelen en inventarisatie van potentiële Hotspots in Nederland.
A11 Routeplanner 2010 - 2050	Kennisloket voor ministeries betrokken bij ARK, een nulmeting van de klimaatbestendigheid van Nederland in de huidige situatie en formulering van klimaatkennis en beleidsagenda met speciale aandacht voor adaptatie en ruimtelijke ordening.
A13 Definitiefase: Aandacht voor veiligheid	Ontwikkeling van een Discussie Ondersteunend Systeem waarmee de bestendigheid van het veiligheidsbeleid voor de komende 15-20 jaar geanalyseerd kan worden tegen veranderingen op de lange termijn (50-100 jaar) waarmee nieuwe veiligheidsperspectieven worden ontworpen die zijn toegesneden om te gaan met deze lange termijn veranderingen.
A14 Hotspot Zuidplaspolder	Vertaling van lange termijn effecten van klimaatverandering (vooral water) naar risicokaarten voor Zuid-Holland en de Zuidplaspolder, aandragen en evalueren van oplossingen om deze klimaatbestendig te maken.
A16 Hotspot Tilburg	Ontwikkeling van een algemeen bruikbare werkwijze om op lokaal/regionaal niveau om te gaan met klimaatverandering en het formuleren van een langlopend klimaatprogramma in regio Tilburg en formatie van sterk lokaal arrangement met partijen die dit kunnen en willen uitvoeren.
A17 Dialoogproject Klimaat in de Stad	Articulatie van relevante onderzoeksvragen voor klimaatverandering in het stedelijk gebied door stakeholders en wetenschappers samen.
A18 Hotspot Groningen	Het klimaat- en energiebestendig maken van het omgevingsplan van de provincie Groningen en de ontwikkeling van een methodiek voor andere provincies om structuurvisies/omgevingsplannen klimaat- en energiebestendig te maken met aandacht voor zowel inhoud als proces.



IC03 Landgebruiksontwikkelingen in een veranderend klimaat (LANDS)	Inzichten in mogelijke toekomstige ruimteclaims van adaptatiestrategieën in Nederland door een vertaling vanuit een crosssectorale invalshoek van landgebruiksveranderingen, ingegeven door klimaatverandering naar nationale adaptatiestrategieën en regionale maatregelen. Men kijkt daarbij naar landbouw, industrie, woningbouw en natuur. Er zijn 2 cross-sectorale thema's benoemd: waterbeheer en natuurbeheer.
IC04 Adaptation and mitigation strategies	Ontwikkeling van methods die helpen om de afweging te maken tussen adaptatie- en mitigatiestrategieën, alsmede combinaties van concrete adaptatie- en mitigatiemaatregelen die voortvloeien uit het KvR programma.
IC05 Kosten-baten analyse van adaptatie en mitigatie mogelijkheden voor klimaatveranderingen: methoden en toepassingen	Ontwikkeling van een methode voor de toepassing van integrale kosten-baten analyse, multicriteria analyse en andere afwegingsmethoden op het gebied van het klimaatvraagstuk en ruimtelijke ordening. Er zullen vooral analyses worden uitgevoerd van besluitvorming onder onzekerheid en onomkeerbaarheid.
IC08 Onderzoek naar methodes om op interactieve wijze kennis van experts en stakeholders bij elkaar te brengen (PROFILES)	Verbetering en verder theoretisch onderbouwen van participatieve methoden ter ondersteuning van dialoog processen. De methodiek richt zich voornamelijk op de identificatie van conflicterende belangen en kennisclaims.
IC10 Communiceren over klimaatverandering: methoden om risico's en kansen inzichtelijk te maken	Multidisciplinair onderzoek met als doel om methoden op te zetten om risico's en kansen inzichtelijk te maken op een manier die wetenschappelijk verantwoord is en aansluit bij de denkwijze van personen en organisaties die belang hebben bij communicatie over klimaatverandering.
IC11 Socio-economische scenario's voor klimaatstudies	Het project genereert socio-economische scenario's voor klimaat impact en adaptatie onderzoek met een focus op ruimtelijke ordening, inclusief verhaallijnen, modellen en uitleg hoe deze te gebruiken, in samenwerking met toekomstige gebruikers.
IC12 Instituten voor adaptatie: Is de Nederlandse institutionele structuur in staat zich aan te passen aan klimaatverandering?	Diagnose van het aanpassingsvermogen van de Nederlandse instituten door onderzoek binnen de sectoren natuur, water, landbouw en ruimtelijke ordening.
COM15 Adaptatiescan voor lokale overheden	Ontwikkeling van een adaptatiescan voor gemeentelijk / provinciaal niveau die opties geeft om negatieve effecten van klimaatveranderingen tegen te gaan en kansen te benutten om nieuwe projecten te ontwikkelen. Starten van een bewustweringsproces bij lokale overheden van de noodzaak voor het nemen van adaptatieve maatregelen op lokaal niveau en het straten van een CoP om leerprocessen te stimuleren.
COM21 Klimaateffect schetsboeken	Verzameling van informatie over klimaatverandering en de gevolgen daarvan op het ruimtegebruik in klimaateffectatlassen ter bewustwording van bestuurders van provincies en andere organisaties.
COM22 Definitiestudie Hitte in de Stad	Formulering van onderzoeksvragen en een set praktische vuistregels voor de bouwsector over warmteproblematiek in steden.
COM23 Waterrobuust bouwen	Handreiking om de leefomgeving zo te organiseren, inrichten en vormgeven dat deze beter is opgewassen tegen het dreigende water waarbij de aspecten techniek, institutioneel, proces en praktijk inbegrepen zijn.



COM26 Definitiestudie Afwegingskader Ruimte en Klimaat (KvR, LmW, Habiforum)	Analyse van relevante argumenten, bestaande regelgeving en afwegingsmethoden van min of meer vergelijkbare besluitvormingsprocessen voor het opstellen van een beleidsinstrumentarium op verschillende schaalniveaus, gebiedstypen, bestuurlijke omgevingen en klimaataspecten om bestuurders op alle niveaus in staat te stellen om optimaal rekening te houden met klimaatverandering en om investeringen en inrichtingsplannen klimaatbestendig te maken.
COM29 Klimaat in de Stedelijke omgeving (in voorbereiding)	Ontwikkeling van methoden voor het modelleren van het effect van het huidige en toekomstige klimaat in Nederlandse steden op de volgende meteorologische variabelen: straling, temperatuur, luchtvochtigheid, wind en turbulentie om zo de effectiviteit van verschillende adaptatiemaatregelen te kunnen bepalen.

Zie www.klimaatvoorruijnte.nl voor meer informatie over de projecten en contactgegevens.



**Bijlage 2: Relevante projecten – Leven met Water**

Project	Omschrijving
P1002 Transitie duurzaam stedelijk Waterbeheer (DSW)	De theorie van transitie management wordt gebruikt en doorontwikkeld om na te gaan hoe gewenste veranderingen in stedelijk waterbeheer zo soepel mogelijk en grootschalig kunnen worden doorgevoerd.
P1003 Waterberging in de diepte	Haalbaarheidsstudie naar waterberging in de diepe ondergrond, opgeleverd in mei 2005.
P1005 Bestuurlijk schakelen in waterbeheer	Handreiking bestuurlijk schakelen in waterbeheer
P1009 Watertekens	Ondersteuning door leergemeenschap van het planvormingsproces in diverse cases met behulp van belevingsonderzoek, communicatietechnieken en participatieve werkwijze en samenstelling van handleidingen voor waterbeheerders met de thema's belevingsonderzoek, communicatie en participatie.
P1012 Grenzen aan participatie?	Analyse en handreiking met instrumenten voor waterbeleidsmakers en bestuurders om publieke participatie te faciliteren en organiseren.
P1015 Perspectieven in integraal waterbeheer	Ontwikkeling van dynamische ontwikkelingspaden waarin veranderingen van watersysteem, waterfuncties, waterbeheer en maatschappelijk perspectief op een dynamische manier zijn geïntegreerd met doel om robuustheid en flexibiliteit van waterbeleid te beoordelen.
P1017 Boven water komen	Privaat en publiekrechtelijke aanpak van grondwateroverlast, inclusief een overzicht van bouwtechnische en hydrologische maatregelen, bestuurlijk-juridische aspecten en een oplossingsstrategie.
P1018 Interactieve uitvoering	Methodiek gebaseerd op casussen met een in de praktijk bewezen aanpak voor het uitvoeren van integrale projecten gebaseerd op de principes van Integrale Uitvoering, inclusief de aspecten reguliere werkprocessen doorbreken, bestuurlijke aanknopingspunten, actorenanalyse, praktijktoepassing.
P1019 Bouwen met water	Bouwstenen voor het ontwerp van een waterwoonwijk met aandacht voor waterkwaliteit, -kwantiteit, techniek, financiën, afwegingskader en verevening.
P1021 Het waterschap in de stad?!	(Actoren)analyse van water-in-de-stad projecten die verbanden, bevoegdheden en informatiestromen zichtbaar maakt en een model dat inzicht verschaft in actoren en hun invloed en helpt bij keuzes maken in complexe projecten in stedelijke omgeving.
P1027 AquaTerra Nederland (ATNL)	Procesbeschrijving voor nieuwe conceptuele benadering van de wateropgave, gebaseerd op systeemdenken met veerkracht als uitgangspunt. Vertaling van relevante 6 ^e Kaderprogramma-projecten naar toepasbaarheid in Nederland.
P2034 Van neerslag tot schade	Inzicht in perceptie van burger van het risico op overstroming en wateroverlast, alsmede nut en noodzaak van risicocommunicatie door verantwoordelijke overheden. Actuele regionale neerslagstatistiek voor korte tijdsduren ten behoeve van een neerslagstatistiek voor gebeurtenissen die kunnen leiden tot wateroverlast. Inzicht in (internationale) wijze waarop overheden kunnen omgaan met restrisico in relatie tot verzekerbaarheid.



P2037 Hollandse Waterstad	Integrale planning voor waterhuishouding en toeristisch aantrekkelijkere stad, met overzicht van werkmethoden voor bestuurders en ontwerpers om tot een dergelijk plan te komen. monitoring van de belevingsverandering, en informatieverstrekking aan burgers en toeristen.
P2040 Deventer Uiterwaarden (DUW)	Procesbeschrijving om stakeholders bij herinrichting van gebied in en rond Deventer te betrekken en ontwikkelingsscenario's voor herinrichting.
P2044 Leven met afgekoppeld regenwater	Inzicht in de effecten van afgekoppeld regenwater op de waterkwaliteit, de eisen en wensen van burgers en handvatten voor het ontwerpen met afgekoppeld regenwater.
P2048 Beter bouw- en woonrijp maken	Verbeterde samenwerking van alle bouwpartners in alle bouwfasen moet leiden tot een hoogwaardigere woon- en werkomgeving voor bewoners, bouwpartners en beheerders.
P2050 Spaarkaart	Ontwikkeling van toolbox met instrumenten op technisch, ruimtelijk, financieel, en juridisch-planologisch gebied om baggerterpen te realiseren en een handreiking voor het betrekken van eindgebruikers.
P2051 AquaRo-methode	Integratie van water in ruimtelijke plannen waardoor Watertoets beter verloopt, door bundeling van procesinformatie op website.
P2054 Routeplanner 2010-2050	Kennisloket voor ministeries betrokken bij ARK, een nulmeting van de klimaatbestendigheid van Nederland in de huidige situatie en formulering van klimaatkennis en beleidsagenda met speciale aandacht voor adaptatie en ruimtelijke ordening.
P3062 Perceptie en Risicocommunicatie bij Omgaan met overstromingsrisico's (PROmO)	Vergroting van het inzicht in de bepalende factoren van risicoperceptie en op de effectiviteit van risicocommunicatie voor het vergroten van het waterveiligheidsbewustzijn. Hierbij wordt ingezoomd op de bestuurlijke gevolgen van een risicobenadering en bijdrage geleverd aan het sociaaleconomisch waarderen van risicoperceptiesch.
P3068 Bewoners aan de bak!	Methodologie ontwikkeld voor bewonersparticipatie bij planning, ontwerp, uitvoering, beheer en onderhoud van stedelijk water.
P3069 KRW-pilots voor gemeenten	Inzicht in knelpunten, bestuurlijke keuzes en mogelijkheden voor gemeenten om invloed uit te oefenen op het KRW-proces.
P3072 Van dreigend hoogwater tot en met evacuatie	Bijdrage aan slagvaardig optreden van overheden en hulpdiensten bij evacuaties en aan grotere externe veiligheid van de bevolking door logistiek oefenen van evacuatie dmv simulatiemodel, handreiking voor risicocommunicatie naar bewoners, inzicht in technische en menselijke kant van nazorg na overstroming.
P3074 Leven met grondwater	Handreiking over taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden bij verschillende overheden inzake grondwateroverlast.
P3075 Urban Flood Management	Netwerk van Dordrecht, Hamburg en Londen om UFM als integraal onderdeel van stedelijke ontwikkeling te benaderen en evt restrisico's te beoordelen en beheren. Analyse van hoogwaterrisico's, kwetsbaarheden en adaptieve inrichtingsmaatregelen; herziening van planprocedures; onderzoek naar duurzame risicobestendige plan- en bouwmethoden; inzicht in verantwoordelijkheden van beleid en bestuur; en communicatie en bewustwording.



P3076 Guidelines for building in wet areas	Richtlijnen voor bouwen in natte gebieden, inclusief technische en financiële argumenten en wet en regelgeving.
P3080 Sponge Job Zuidas, water bij hoge dichtheid	Handvatten voor de realisering van waterberging in stedelijk gebied door meervoudig grondgebruik.
P4085 Transformability of water management regimes	Formulation of feasible transition scenarios based on improved insight into the transformability of the water management system.
P4086 Urban Water sustainable case studies	Analysis and comparison between NL and Australia on current urban water management practice and drivers and barriers for implementing sustainable urban water management by improving urban development processes.
P4087 Living waterproof in Low Land Areas	Support of transitions towards more sustainable water management in urban areas through comparison with the WaND programme in the UK.
P4088 JONAS	Versterking van communicatie over (dreigend) hoogwater tussen zowel overheden onderling als overheid en burger door implementatie van digitaal informatiesysteem FLIWAS.
P4091 Waalweelde	Ontwikkeling van breed gedragen visie over gewenste en realiseerbare ontwikkeling van het Waaltraject tot het jaar 2050 waarin aandacht is voor ruimtelijke kwaliteit, rivierveiligheid, economie, wonen, recreatie en natuur en het uitwerken van deze visie tot een ruimtelijk investeringsprogramma. Interactief planvormingsproces met zgn. Waalweelde-wiki.
P5094 Aandacht voor veiligheid	Scenario's gerelateerd aan klimaatverandering waaronder extreme scenario's, een aantal oplossingsrichtingen voor de lange termijn en de consequenties daarvan voor de inrichting van Nederland, een digitaal ondersteunend systeem dat inzicht biedt in de effecten van veiligheidsmaatregelen.
P5101 Water zijn nieuwe plek geven	Boek over watersensitieve stedelijke ontwikkelingen om de kloof tussen stedenbouwkundigen en waterprofessionals te overbruggen.
P5111 Regelkader waterwonen	Regelboek Waterwonen met voorwaarden voor waterwonen op grote schaal, waarmee een aantrekkelijke en veilige woonomgeving kan worden gecreëerd. Het bevat eisen voor drijvende woningen, terpwoningen etc.

Zie www.levenmetwater.nl voor meer informatie over de projecten en contactgegevens





Bijlage 3: Overige relevante projecten

Nederland

Project	Omschrijving
Communicatie (Alterra)	Versterken van kennisdisseminatie van onderzoek naar beleid, publiek en andere belanghebbenden dmv website en special publicaties.
Composieten in de bouw	Onderzoek naar composieten als bouw materiaal tbv flood proof bouwen.
Grounds for change	Verkenning van de ontwikkelingsmogelijkheden van Noord Nederland in de energietransitie en ruimtelijke ontwikkeling.
Governance capacity (RMNO)	Analyse en aanbevelingen over 'governance capacity' rond gebiedsontwikkeling in relatie tot de dynamische omgeving van het klimaat.
Groenboek adaptatie klimaatsverandering (EU)	Voorstel voor 4 actielijnen: (1) uitzetten van adaptatiestrategieën voor beleidsterreinen met voldoende kennis ; (2) opzetten van mondiale samenwerking voor het nemen van adaptatiemaatregelen; (3) aanvullen van kennislagunes van adaptatie; en (4) instellen van coördinerende adviesgroep voor adaptatie op Europees niveau.
Floatec	Eureka-project waarin ontwikkeling van drijftechnologie voor drijvend bouwen centraal staat.
Klimaatbeleid en adaptatie (MNP, UU)	Analyses van mogelijke adaptatiestrategieën en – maatregelen voor korte en lange termijn in Nederland, incl de onderwerpen: kosten en baten van adaptatiestrategieën, omgaan met onzekerheid (beleid), evaluatie van NL adaptatiebeleid, veiligheid tegen overstroming, wateroverlast, droogte, effecten voor waterafhankelijke functies.

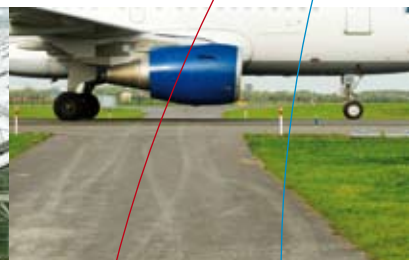


Internationaal

Project	Omschrijving
ADAM (EU)	Ontwikkeling van strategische klimaatoplossingen door analyse van de combinatie van adaptieve en mitigatieve oplossingen voor een 'safe landing' binnen Europa en een beoordelingskader.
An assessment of the need to adapt buildings for the unavoidable consequences of climate change (AUS)	Examination of the capacity of Australia's building stock and building practices to maintain current levels of amenity in the face of a changing climate and the scope to consider changes in building practices to adapt to climate change.
ASCCUE (UK)	Research on impacts of climate change on cities, development of risk assessment and development of conurbation and neighborhood scale adaptation strategies.
AUDACIOUS (UK)	AUDACIOUS aims to investigate key aspects of the effects of climate change on existing drainage in urban areas and provide tools for drainage managers and operators to adapt to uncertain future CC scenarios.
CLIWAT (EU)	Assessment of the hydrological impacts of different climate scenarios with focus on water table fluctuations, river discharge, delineation of flood risk areas and saltwater intrusion in order to predict how future climate change will affect water quantity and quality and to develop adaptive measures and new standards.
COST22 (EU)	Mitigation of potential flood impacts in urban areas by exchanging experiences, developing integrated approaches, and by promoting the diffusion of best practices in Urban Flood Management.
Defra/EA Flood and coastal erosion risk management R&D programme (UK)	R&D Programme on flood and coastal erosion risks, consisting of 4 themes: Strategy and Policy development, Modeling and Risk, Sustainable Asset Management, Incident Management and Community Engagement.
FLows (EU)	FLows aims to support communities adapting to climate change and living with water by research on where to site new housing, water resistant housing and flood warning systems.
HarmoniCOP (EU)	Research on integrated cross-sectoral planning and management of river basins across political and administrative borders to support the implementation of the public participation provisions of the European Water Framework Directive.
KLIMES (D)	Strategies and concepts for urban planning to mitigate the adverse impacts of climate extremes on human comfort and public health in cities.
KLIMZUG (D)	Cooperative network to stimulate implementation of climate adaptation.
MARE (EU)	Bijdrage aan de Europese Hoogwaterrichtlijn door ontwikkeling van adaptieve strategieën ter beperking van hoogwater risico's, mbv integratie van technische, bestuurlijke en procesmatige vraagstukken.
National Urban Water Governance Program (AUS)	NUWGP is a social research program aimed at facilitating progress towards Water Sensitive Cities. It investigates the changing governance of traditional urban water management across Australia and overseas.
NeWater	Identifies key elements of current water management regimes and investigates their interdependence. Research is focused on transformation processes of these elements in the transition to adaptive integrated water resources management.



PPGIS	Electronic forum on participatory use of geo-spatial information systems and technologies.
SKINT (EU)	SKINT aims to facilitate the implementation of sustainable urban land and water management by improving the integration of water management in spatial planning processes.
SWITCH	International research network of cities that aims to catalyse change towards more sustainable urban water management in the "City of the Future".
Tyndall Centre (UK): Technical Report 55	Theoretical research on inclusion in CBA of option values to assess the correct timing of investments in adaptation strategies, based on agents current expectations and how they expect those to change over time as better information becomes available.
US EPA Heat Island Reduction initiative (USA)	Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies describes mitigation measures that communities can take to address the negative impacts of urban heat islands.
WaND (UK)	Aims to support the delivery of integrated, sustainable water management for new developments by provision of tools and guidelines for project design, implementation and management.



Ontwikkelen van wetenschappelijke en toegepaste kennis voor een
klimaatbestendige inrichting van Nederland en het creëren van een
duurzame kennisinfrastructuur voor het omgaan met klimaatverandering

Contactinformatie

Programmabureau Kennis voor Klimaat

Secretariaat:

p/a Universiteit Utrecht

Postbus 80115

3508 TC Utrecht

T +31 88 335 7881

E office@kennisvoorklimaat.nl

Communicatie:

p/a Alterra, Wageningen UR

Postbus 47

6700 AA Wageningen

T +31 317 48 6540

E info@kennisvoorklimaat.nl

www.kennisvoorklimaat.nl

