

## **Relatie tussen mitigatie en adaptatie op gebouwniveau**

Inventarisatie van tegenstrijdig-  
heden en synergismen

### **Rapport**

Delft, oktober 2008

Opgesteld door: M.I. (Margret) Groot  
L.M.L. (Lonneke) Wielders  
G. J. (Gerdien) van de Vreede



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

M.I. Groot (Margret), L.M.L. Wielders (Lonneke), G.J. (Gerdien) van de Vreede  
Relatie tussen mitigatie en adaptatie op gebouwniveau  
Inventarisatie van tegenstrijdigheden en synergismen  
Delft, CE, oktober 2008

Gebouwde omgeving / Gebouwen / Klimaatverandering / Beleid / Adaptatie /  
Koelen / Maatregelen / Regelgeving / Innovatie  
VT : Mitigatie

Publicatienummer: 08.3775.51

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Opdrachtgever SenterNovem.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij Margret Groot.

© copyright, CE, Delft

## **CE Delft**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE Delft is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl).

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

# Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doel	3
1.3 Aanpak	4
2 Klimaatverandering en nadelige effecten	7
2.1 Mondiale klimaatveranderingen	7
2.2 Klimaatverandering in Nederland en maatschappelijke gevolgen	9
2.2.1 Hittestress	9
2.2.2 Wateroverlast	12
3 Mitigatie- en adaptatiebeleid	13
3.1 Mitigatiebeleid	13
3.2 Adaptatiebeleid	16
4 Analyse op maatregelenniveau	19
4.1 Mogelijke adaptatiemaatregelen	19
4.2 Mogelijke mitigatiemaatregelen	20
4.3 Het effect van adaptatiemaatregelen op mitigatie	21
4.4 Het effect van mitigatiemaatregelen op adaptatie	26
4.5 Conclusie: veel synergie en voorkom actieve koeling	29
5 Vertaling naar beleid	31
5.1 Bestrijden van wateroverlast	31
5.2 Bestrijden van hittestress	32
5.2.1 Bestaande bouw	33
5.2.2 Nieuwbouw	34
6 Samenvattende conclusies en aanbevelingen	37
Literatuurlijst	41



# Samenvatting

Thans wordt sterk ingezet op mitigatie in de gebouwde omgeving, met programma's als Meer met Minder en voornemens van het kabinet om de EPC aan te scherpen. Tegelijkertijd wordt steeds duidelijker dat het klimaat verandert en is het van belang om hierop te anticiperen. Bij de woningbouw ook nu al, vanwege de lange levensduur van gebouwen. In dit onderzoek is nagegaan wat de relatie tussen adaptatie en mitigatie op gebouwniveau is, welke (nadelige) gevolgen het huidige mitigatiebeleid heeft voor adaptatie en welke en oplossingsrichtingen te geven zijn.

## **Klimaatverandering**

De mondiale temperatuur stijgt en als gevolg daarvan ook de mondiale zeespiegel. Het is zeer waarschijnlijk dat deze trend zich voortzet in de toekomst. In Nederland zullen we vaker last krijgen van hete dagen, van heftige regenval en van droogte. Daarnaast zal het risico op overstromingen toenemen. Deze effecten kennen belangrijke nadelige gevolgen zoals meer hittegerelateerde sterfgevallen, een hoger energiegebruik door actieve koeling, schade aan de omgeving (inclusief gebouwen) en kans op ongevallen.

## **Voorkom actieve koeling**

De analyse in dit onderzoek laat zien dat er veel adaptatiemaatregelen op gebouwniveau zijn, die een positief effect hebben op mitigatie en andersom. Er is dus veel sprake van synergie. Ook is er een groot aantal mitigatiemaatregelen die een neutraal effect hebben op adaptatie en omgekeerd. De analyse laat verder zien dat volgens de huidige inzichten weinig mitigatiemaatregelen op gebouwniveau tegenstrijdig zijn aan adaptatie. De meest belangrijke mitigatiemaatregelen die een negatief effect hebben op adaptatie is passieve zonne-energie en daarmee samenhangend veel daglicht. In de winter is dat wenselijk, maar in de zomer warmt de woning daardoor teveel op. Ook het aantal adaptatiemaatregelen dat een negatief effect heeft op mitigatie is beperkt. Het gebruik van ventilatoren en de airconditioning zijn de meest belangrijke. Voor actieve koeling van de woning is energie nodig en dat leidt tot CO<sub>2</sub>-emissie tenzij het met duurzame koude (of energie) wordt gedaan. Dit energiegebruik kan oplopen tot 400-700 kWh per jaar, per woning. In het kader van mitigatie is het zaak om dit extra energiegebruik te voorkomen.

## **Aanbevelingen voor beleid**

Bij het benoemen van beleidsimplicaties hebben we ons beperkt tot het voorkomen van hittestress. Het bestrijden van wateroverlast raakt namelijk nauwelijks het gebouwniveau en daarnaast zijn de gevonden maatregelen voor het bestrijden van wateroverlast niet strijdig aan mitigatie.

### *Voorlichting*

De stakeholders (woningbouwcorporaties, architecten, projectontwikkelaars, gemeenten etc.) zijn zich nog weinig bewust van het feit dat een deel van de energievraag zich gaat verplaatsen van de winter naar de zomer, omdat het warmer gaat worden in Nederland. Via voorlichting kan het bewustzijn hiervan worden vergroot bij de relevante doelgroepen. Met betaalbare maatregelen zoals beschaduwen, zonwering, thermische massa en nachtventilatie kan het ook op warme dagen nog jarenlang comfortabel blijven in de woningen. Ook wat betreft deze kennis kunnen relevante doelgroepen worden voorgelicht. Voorlichting op dit vlak is ook nodig binnen het convenant Meer met Minder, omdat dit een grootschalig mitigatieproject is, waarbij waarin 500.000 woningen energiezuinig worden gemaakt.

### *Aanpassing regelgeving*

Op termijn gaat de EPG de EPC en de EI vervangen. Het is zaak om daarin het energiegebruik voor actieve koeling van de woning goed mee te wegen. Daar is thans wel aandacht voor, maar dat is nog niet toereikend volgens deskundigen. Bovendien wordt er gerekend met huidige temperaturen en wordt er geen rekening gehouden met toekomstige klimaatverandering. De EPG is vastgesteld in een conceptnorm (NEN 7120). Deze norm is thans openbaar en ter commentariëring aan deskundigen voorgelegd. De aanbeveling is om deze punten bij de ontwerpers van de NEN 7120 aan te kaarten.

### *Innovatie*

Als actieve koeling nodig is, dan zijn er (beperkte) mogelijkheden voor duurzame concepten zoals warmtepompen in combinatie met koude warmte opslag. Daarom moet worden verder worden ingezet op innovatieve concepten zoals betonactivering en micronal PCM voor hittebestrijding in gebouwen. Dit kan wellicht een plek krijgen in het klimaatakkoord tussen het Rijk en de VNG, waarvan tien proefprojecten en een innovatieprogramma deel uitmaken.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De wetenschap kan inmiddels met grote zekerheid aantonen dat de uitstoot van broeikasgassen - als gevolg van menselijk handelen - het klimaat merkbaar beïnvloedt. Om klimaatverandering tegen te gaan zijn er maatregelen nodig die de uitstoot van broeikasgassen tegengaan (mitigatie) en maatregelen om Nederland aan de veranderende omstandigheden aan te passen (adaptatie). Een effectief klimaatbeleid gericht op het verminderen van de risico's zal bestaan uit een portfolio van diverse adaptatie- en mitigatiemaatregelen.

Mitigatie is inmiddels een ver ontwikkeld vakgebied en het huidige kabinet heeft daar stevig op ingezet om zijn ambitieuze klimaatdoelstellingen te kunnen verwezenlijken. Adaptatie is een vakgebied dat zich aan het ontwikkelen is. Op het gebied van waterveiligheid vindt noodgedwongen al het enige plaats zoals het verbeteren van de afwatering in steden en het vergroten en versterken van dijken in risicovolle gebieden. Het klimaatbestendig maken van gebouwen blijft daarbij nog achter. Juist nu er veel ontwikkelingen zijn op het vlak van energiebesparing in de gebouwde omgeving is het belangrijk dat ook gekeken wordt naar de synergie met adaptatie. Gaan de mogelijkheden voor mitigatie (waaronder energiebesparing) eigenlijk wel samen met de mogelijkheden voor adaptatie. Belemmert mitigatie de adaptatie of is er misschien juist sprake van een versterkend effect? Komen we straks niet voor verrassingen te staan als we nu geen rekening houden met adaptatie?

Dit zijn wezenlijke vragen waar we nu op moeten anticiperen. Door de lange levensduur van gebouwen hebben mitigatiemaatregelen namelijk effect voor een periode van circa 50 tot 100 jaar. SenterNovem heeft daarom CE Delft de opdracht gegeven om een onderzoek uit te voeren naar de relatie tussen klimaatadaptatie en mitigatie op gebouwniveau en de mogelijke gevolgen die dit kan hebben voor het huidige mitigatiebeleid.

## 1.2 Doel

Het doel van dit project is tweeledig:

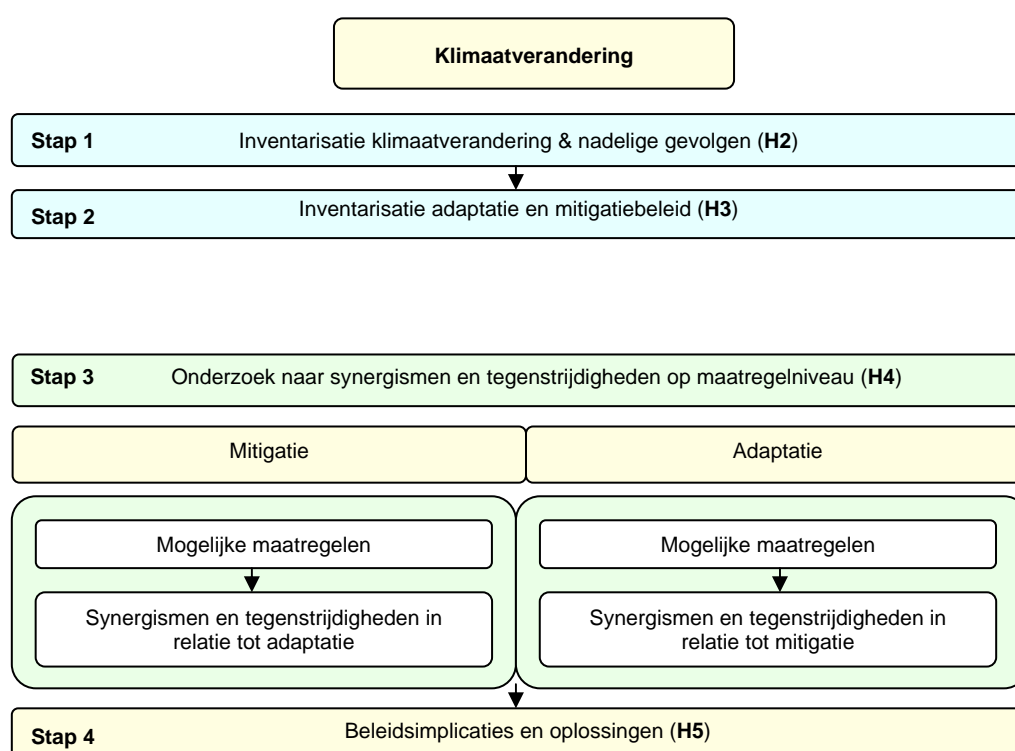
**Doel project:**

- 1 Voor nieuwbouw en bestaande bouw; inzicht krijgen in mitigatie- en adaptatiemaatregelen en de synergismen en tegenstrijdigheden.
- 2 Beschrijven van de mogelijke gevolgen van het reeds ingezette mitigatiebeleid voor de gebouwde omgeving op adaptatie en aangeven van mogelijke oplossingsrichtingen.

### 1.3 Aanpak

De projectuitvoering is schematisch weergegeven in Figuur 1. Om inzichtelijk te maken welke synergismen en tegenstrijdigheden er zijn tussen mitigatie- en adaptatiebeleid, is een top down benadering toegepast. Na literatuurstudie (stap 1 en 2) is een analyse op maatregelenniveau verricht, omdat alleen op dit niveau de versterkende of tegenstrijdige effecten goed te herkennen zijn (stap 3). Vervolgens is nagegaan welk huidig mitigatiebeleid leidt tot maatregelen die een negatief effect hebben op adaptatie. Daarbij is ook gekeken naar de mogelijkheden om die ongewenste effecten van het huidige beleid tegen te gaan (stap 4). De opzet van het onderzoek wordt in deze paragraaf nader toegelicht.

Figuur 1 Opzet van het onderzoek



#### Stap 1

In de eerste stap van het onderzoek hebben we op basis van literatuurstudie en een serie interviews met deskundigen een overzicht gemaakt van de te verwachten klimaatveranderingen in Nederland. Daarnaast is ingegaan op de nadelige effecten van de klimaatverandering. De positieve effecten van klimaatverandering bestaan ook, maar daar is nog veel minder onderzoek naar gedaan. Daarnaast zijn ze minder relevant voor deze studie. De deskundigen die we in deze studie hebben geïnterviewd staan in Tabel 1. De resultaten van deze stap zijn beschreven in hoofdstuk 2.





Tabel 1 Geïnterviewde personen in de studie

Naam	Organisatie
Peter van Oppen	SBR, projectleider 'Hittebestendig bouwen'
Florrie de Pater	Klimaat voor Ruimte
Jan Schouw	Builddesk
Bert Enserink	TU Delft
Vincent Kuypers	Wageningen Universiteit en Researchcentrum
Frans van der Ven	TU Delft/Deltares, projectleider 'Waterrobuust bouwen'
Jos de Vries	Cauberg Huygen
Alex Hickson	Greater London Authority (GLA)
Andrew Tucker	Greater London Authority (GLA)
Karel Mulder	TU Delft
Dick van Dijk	TNO

## Stap 2

In deze stap van het onderzoek hebben we het huidige beleid voor mitigatie en adaptatie ten aanzien van de gebouwde omgeving geïnterviewd. Daarbij hebben we gebruik gemaakt van literatuurstudie en eigen expertise. De resultaten van deze stap zijn beschreven in hoofdstuk 3.

## Stap 3

De volgende stap in het onderzoek is het in kaart brengen van de concrete mitigatie- en adaptatiemaatregelen. Met mitigatiebeleid is veel meer ervaring opgedaan dan met adaptatiebeleid. Bij mitigatiemaatregelen hebben we daarom met name gebruik gemaakt van literatuur, terwijl we bij adaptatie ook gebruik moesten maken van de expertise van de geïnterviewden, omdat een bureau-studie geen toereikende informatie bood.

Vervolgens is bepaald wat het effect van de adaptatiemaatregelen is op de CO<sub>2</sub>-reductie (mitigatie). Daarbij kan sprake zijn van drie effecten namelijk een tegenstrijdig effect, een neutraal effect en een synergie-effect. Daarna hebben we het effect in kaart gebracht van de mitigatiemaatregelen op de klimaatbestendigheid van een gebouw (adaptatie). De resultaten van deze analyse hebben we schematisch in een figuur gezet en laten toetsten door een viertal deskundigen<sup>1</sup>. De resultaten van deze fase zijn beschreven in hoofdstuk 4.

## Stap 4

In de laatste stap van dit onderzoek hebben we bepaald wat het effect is van het huidige huidige mitigatiebeleid op de klimaatbestendigheid van gebouwen. We hebben hierbij beredeneert welke tegenstrijdige maatregelen volgen uit het huidige beleid en doen suggesties voor de wijze waarop dat ongewenste effect teniet gedaan kan worden. De onderzoeksmethode in deze fase is een bureau-studie en een intern overleg, waarin we de beleidsimplicaties bepaald hebben. Ook is in een workshop met de opdrachtgever de stof bediscussieerd en getoetst. De namen van de aanwezigen staan in Tabel 2.

<sup>1</sup> Peter van Oppen (SBR); Florrie de Pater (o.a. Klimaat voor Ruimte); Karel Mulder (TU Delft); Ab de Buck (CE Delft).

Tabel 2 Aanwezig bij de workshop

<b>Naam</b>	<b>Organisatie</b>
Margreet de Wit	SenterNovem
KeesJan Hoogelander	SenterNovem
Piet Heijnen	SenterNovem
Milou Beerepoot	TU Delft
Ab de Buck	CE Delft
Margret Groot	CE Delft



## 2 Klimaatverandering en nadelige effecten

In dit hoofdstuk gaan we eerst in op de te verwachten klimaateffecten. Vervolgens wordt in paragraaf 2.2 de nadelige consequenties van deze veranderingen beschreven.

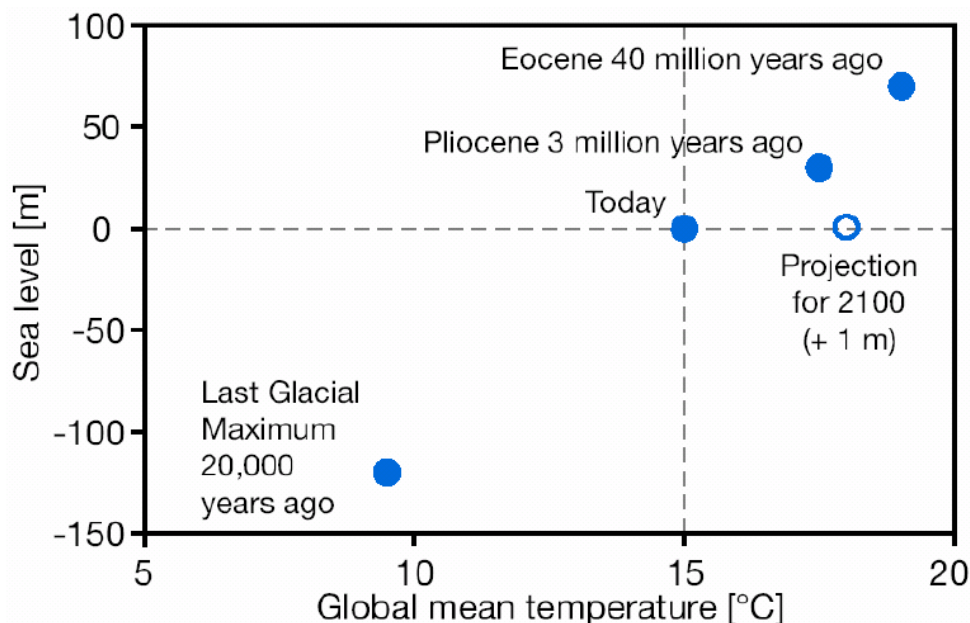
### 2.1 Mondiale klimaatveranderingen

Het is zeer waarschijnlijk dat de mensheid het klimaat beïnvloed. Reeds waargenomen veranderingen, zoals gemiddeld hogere temperaturen, een stijgende zeespiegel en veranderingen in neerslag en extreem weer, zullen verder doorzetten. Dat concludeert het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in het eerste deel van haar vierde Assessment Report dat begin 2007 is gepubliceerd.

Tegen het eind van de 21<sup>ste</sup> eeuw wordt een mondiale opwarming tussen de 1,1 en 6,4 °C ten opzichte van 1990 verwacht. Gemiddeld over de hele aarde kan de zeespiegel dan tussen 18 en 59 cm gestegen zijn als gevolg van uitzetting van het zeewater, het smelten van gletsjers en kleine ijskappen en het gestage slinken van grote ijskappen. Als de waargenomen versnelde afkalving aan de randen van de Groenlandse en West-Antarctische ijskap doorzet in de 21<sup>ste</sup> eeuw, stijgt de zeespiegel volgens het IPCC-rapport met 10 tot 20 cm extra. Dit zijn stijgingen waar Nederland zich tegen kan weren, door ondermeer betere en hogere dijken te bouwen (Dorland, R. van et al., 2008).

Echter de oceanen en ijskappen reageren erg traag op veranderingen in de atmosfeer. De verwachting is dat de zeespiegelstijging nog eeuwen zal doorzetten, zelfs als de temperatuur na 2100 niet meer zal stijgen, het zogenaamde na-ijleffect. Tot op welke hoogte deze zal doorstijging is nog zeer onzeker. De Deltacommissie (2008) houdt in haar advies 'Samen Werken met Water' rekening met een stijging van vier meter als bovengrens in 2200. Daarnaast hebben Duitse klimaatwetenschappers Figuur 2 gepubliceerd, om een indicatie te geven van mogelijke risico's. Figuur 2 geeft historische informatie over de relatie tussen de wereldtemperatuur en de hoogte van het zeeniveau. Daarin is ook het punt geprojecteerd voor 2100 wanneer de verwachte zeespiegel ongeveer 1 m is gestegen en de mondiale temperatuur is gestegen naar circa 18 °C. Op basis van dit figuur kan worden geconcludeerd dat op de lange termijn bij een mondiale temperatuur van 18 °C met een veel hogere stijging van de zeespiegel rekening gehouden moet worden (zie derde blauwe punt in Figuur 2). Hierbij moet wel de belangrijke kanttekening geplaatst worden dat deze historische informatie niet zonder meer toepasbaar is op de huidige tijd.

Figuur 2 Zeespiegelstijging versus mondiale temperatuur



Bron: WGBU, 2006.

Ondanks deze kennis - die meerdere klimaatwetenschappers zorgen baart - richt dit rapport zich op 2050-2100 als tijdshorizon. Dat komt overeen met de maximale levensduur van het huidige woningbestand en ook de periode waarin effecten met een redelijke betrouwbaarheid zijn in te schatten.

**Onzekerheid over de wijze waarop het klimaat verandert**

Tot slot nog een kanttekening bij de inzichten van het vierde Assessment Report van het IPCC, die te maken heeft met de totstandkoming van de resultaten. De cijfers die in dit rapport zijn gepresenteerd zijn gemiddelde cijfers en gebaseerd op een consensus tussen vele klimaatwetenschappers uit verschillende landen. Er zijn klimaatmodellen die resulteren in een lagere opwarming en minder sterke bijbehorende klimaateffecten, maar ook modellen die tot een hogere opwarming of tot grotere gevolgen van de opwarming komen. Met name dat laatste is een punt waar sinds kort het IPCC aandacht aan schenkt. De kans dat er meer ingrijpende klimaatveranderingen optreden is wellicht klein, maar omdat de gevolgen groot kunnen zijn, is het toch een niet te negeren risico.

Dat het klimaat verandert staat vast en het is zeer waarschijnlijk dat menselijk handelen daar van invloed op is. Ook krijgen wetenschappers steeds meer inzicht in de wijze waarop het klimaat verandert. Echter deze kennis is nog omgeven met onzekerheid en op meerdere punten verschillen klimaatwetenschappers van mening. Bij adaptatiebeleid is het daarom noodzakelijk om te anticiperen op deze onzekerheden.



## 2.2 Klimaatverandering in Nederland en maatschappelijke gevolgen

Deze mondiale klimaatveranderingen hebben uiteraard ook gevolgen voor het klimaat in Nederland. Rond 2050 gaan de gemiddelde zomers waarschijnlijk steeds meer lijken op de hete zomer zoals we die in 2003 hadden en dat brengt een aantal problemen met zich mee, zoals sterfgevallen door oververhitting. Daarnaast is het waarschijnlijk dat het neerslagpatroon verandert: meer neerslag in de winter, hevigere zomerbuien, maar ook langere perioden van droogte in de zomermaanden. Een uitgebreider overzicht van de effecten is te vinden in Tabel 3, die is overgenomen uit de publicatie 'Routeplanner naar een klimaatbestendig Nederland; nulmeting'.

Tabel 3 Effecten van de klimaatverandering in Nederland in 2050

<b>Zeer waarschijnlijk</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– toename van de temperatuur;</li><li>– toename van het aantal hittegolven;</li><li>– verminderde sneeuwval in de winter;</li><li>– afname van het aantal dagen met vorst.</li></ul>
<b>Waarschijnlijk</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– toename van de neerslag in de winter;</li><li>– toename van intensiteit van zomerbuien.</li></ul>
<b>Fifty-fifty</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– toename van frequentie van hagelbuien;</li><li>– toename van de windsnelheid gedurende stormen.</li></ul>

Kwadijk et al., 2006.

Deze veranderingen hebben uiteraard ook consequenties voor de gebouwde omgeving: warmere winters leiden ertoe dat er minder gestookt hoeft te worden, maar warmere zomers kunnen de vraag naar koeling verhogen. Hevige regenbuien kunnen tot meer wateroverlast leiden en er kunnen langere periodes van droogte ontstaan. Uit de gesprekken met de geïnterviewde deskundigen blijkt dat de veranderingen te categoriseren zijn in twee categorieën:

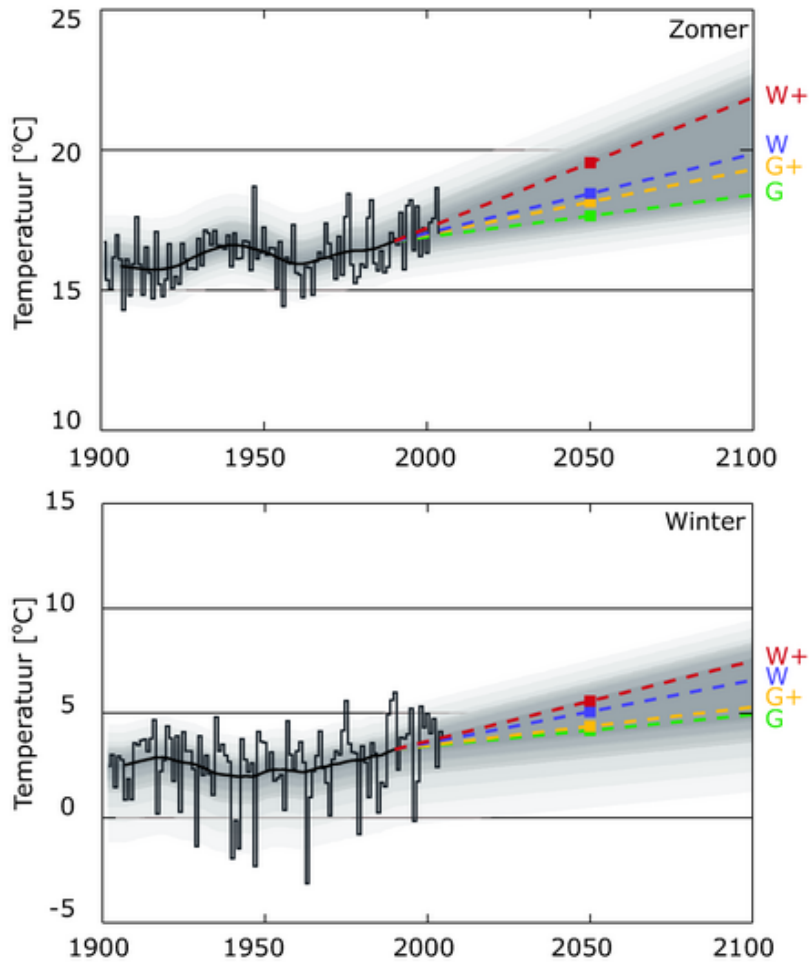
- 1 Hittestress (het 'urban heat island effect').
- 2 Wateroverlast (heftige regenval, droogte en overstromingen).

### 2.2.1 Hittestress

De temperatuur in Nederland is harder gestegen dan de wereldgemiddelde temperatuur. Voor de warmste zomerdagen en de koudste winterdagen neemt de temperatuur nog relatief sterk toe, zoals respectievelijk Figuur 3 en Figuur 4 laten zien. Klimaatmodellen van het KNMI voorspellen in het warmste scenario, dat het aantal zomerse dagen (met een temperatuur boven de 25 °C) toeneemt van 24 per jaar in het huidige klimaat tot 47 in de periode tot 2050. Maar ook in het meest gematigde scenario is er een toename van zes dagen per jaar. Het samenspel van hogere temperaturen en het frequenter optreden van periodes

met oostenwinden geeft een sterke toename van de kans op hittegolven<sup>2</sup> in de zomer. Tegelijkertijd zal het aantal koude dagen afnemen.

Figuur 3 Voorspellingen van de stijging van de temperatuur in de zomer en winter



Bron: KNMI 2007 Zomertemperatuur (juni-augustus) en wintertemperatuur (december-februari) in De Bilt tussen 1900 en 2005 en de vier klimaatscenario's voor 2050 (gekleurde lijnen).

### 'Urban heat island effect'

Het 'urban heat island effect' is het fenomeen dat de temperatuur in de steden hoger ligt dan de temperatuur in de omliggende omgeving. Als de temperaturen in de zomer oplopen kan het hierdoor in de steden sneller onaangenaam warm worden.

<sup>2</sup> Ten minste vijf dagen achtereenvolgend waarop de maximumtemperatuur 25 °C of meer bedraagt (zomerse dagen); waarbij ten minste op drie dagen de maximumtemperatuur 30 °C of meer bedraagt (tropische dagen).

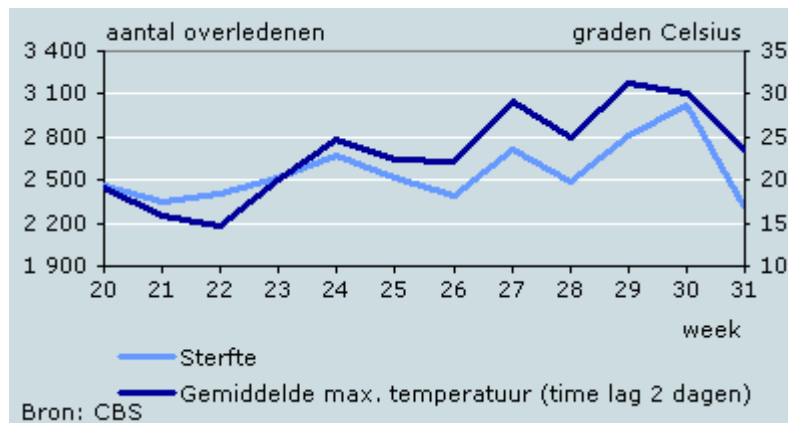


Het 'urban heat island effect' wordt met name veroorzaakt door:

- 1 Thermische massa van de stad.
- 2 De stad heeft vaak minder water (verdamping van vocht zorgt voor koeling) en minder groen dan de omliggende gebieden.
- 3 De gebouwen in de stad kunnen de heersende wind blokkeren, terwijl wind juist afkoeling kan brengen.

Daarnaast is de ruimtelijke ordening van de Nederlandse stad dusdanig dat de stad veel warmte vasthoudt. Compact bouwen, oftewel mediterraan bouwen is gunstiger aangezien er geen zonlicht op straatniveau komt en de hitte wordt opgevangen door de daken. Bij villawijken is er sprake van veel groen hetgeen ook voor verkoeling zorgt. De stad zoals wij die in Nederland kennen, waarbij veel zonlicht op de straat komt, zit daar precies tussenin. De temperatuur kan in extreme situaties zelfs 8 °C à 10 °C hoger zijn dan buiten de steden (Salcedo, 2008).

Figuur 4 Buitentemperatuur versus sterfte



Bron: CBS, 2008; Salcedo, 2008.

Hittestress leidt tot een daling in comfortgevoel en als gevolg daarvan tot een lagere arbeidsproductiviteit. Daarnaast stijgt de hitte gerelateerde sterfte, zoals Figuur 4 laat zien. Bij deze sterfte is hitte niet de directe doodsoorzaak, maar heeft het wel een indirect effect. Boven de 25 °C moet een lichaam moeite doen om af te koelen. Dat geldt 's nachts nog meer, omdat door het liggen het afkoelingsoppervlak veel kleiner is. Daardoor zullen fysiek zwakke personen - zoals bejaarden, zieken en baby's - grotere gezondheidsrisico's lopen. Daarnaast gaat hitte vaak gepaard met weinig wind waardoor de luchtdoorstroming afneemt. Boven stedelijke en industriële gebieden neemt daardoor de kans op smogvorming toe. Een slechte luchtkwaliteit veroorzaakt naar schatting 30% tot 40% van de hittegerelateerde sterfte (Salcedo, 2008).

## 2.2.2 Wateroverlast

Wateroverlast wordt in dit rapport gedefinieerd als een verzamelnaam voor verschillende klimaateffecten die aan water gerelateerd zijn. Ten eerste kan het meer gaan regenen of heftiger gaan regenen, daarnaast kan er te weinig regenval zijn (dat leidt tot droogte) en ten derde kan er sprake zijn de stijging van de zeespiegel.

### **Meer (heftige) regenval**

De jaarlijkse neerslaghoeveelheid is in Nederland met zo'n 2% per tien jaar toegenomen in de 20<sup>ste</sup> eeuw, maar de natuurlijke grilligheid van de lokale neerslag maakt het signaal minder duidelijk. Volgens IPCC krijgt Nederland te maken met een lichte afname van neerslag in de zomer en een toename in de winter maar deze veranderingen van neerslag is voor Nederland relatief onzeker. De neerslagintensiteiten nemen volgens het KNMI en IPCC zeer waarschijnlijk toe. Dagelijkse neerslag extremen nemen toe van 5% tot 27% in 2050. Voor 2100 wordt rekening gehouden met een verdubbeling van deze waardes (KNMI, 2007; IPCC, 2007). Dit kan volgens de geïnterviewden grote gevolgen hebben voor de afwatering van straten en steden. In een stad is meer ruimte voor water nodig en een grotere capaciteit van de riolering. Daarnaast kan het gevolgen hebben voor de afwatering van rivieren, met overstromingen van dien.

### **Langdurige droogte**

Het KNMI verwacht verder dat het aantal regendagen afneemt. Afhankelijk van hun klimaatmodellen varieert dat tussen de 3% en de 19% in 2050. In combinatie met hogere temperaturen en hoge verdamping zal droogte in de zomerperiode vaker optreden (KNMI, 2007). Langdurige droogte heeft met name effect op de landbouw en het grondwaterpeil. Volgens deskundigen kan dit op gebouwniveau leiden tot funderingen die bloot komen te liggen, wat schadelijk is voor houten funderingen. Doordat het grondwater zakt, komt er zuurstof bij het hout, waardoor het hout gaat rotten. Het gaat hierbij met name om bestaande bouw tot 1970, omdat toen veel houten funderingen werden toegepast.

### **Stijging van de zeespiegel**

Met de huidige kennis en deltawerken is een zeespiegelstijging van 1-1,5 m per eeuw bij te houden. Bij een geleidelijke zeespiegelstijging conform de KNMI scenario's (85 cm in 2100) is daarmee overstroming vanuit zee nog lang beheersbaar. Problemen die veel eerder optreden door de stijging van de zeespiegel zijn de afvoer van rivieren door het verminderen van het verval. Mogelijk dat op termijn structureel andere oplossingen moeten worden gezocht voor de hoofd- en piekafvoer van rivieren. Daarnaast zijn er duidelijke aanwijzingen dat de stijgende zeespiegel tot een hogere grondwaterspiegel leidt, waardoor bij landbouw en bebouwing meer water moet worden afgevoerd. De groei van het stedelijk gebied zal naar verwachting de komende decennia vooral terecht komen in het overstromingsgevoelige deel van Nederland, met name in het Randstedelijk gebied. In de toekomst nemen de risico's op overstromingen in deze gebieden toe (NMP, 2007).





## 3 Mitigatie- en adaptatiebeleid

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het beleid voor mitigatie en adaptatie. Hierbij willen we opmerken dat mitigatiebeleid zich in een andere fase bevindt dan adaptatiebeleid. Met mitigatie is inmiddels jarenlange ervaring opgedaan. Daarnaast heeft het kabinet daarvoor een concreet meetbare doelstelling gesteld in de vorm van 30% CO<sub>2</sub>-reductie in 2020. Wat betreft adaptatie wordt thans een eerste vertaalslag gemaakt van wetenschap naar beleid. Bovendien is adaptatie met veel meer onzekerheden omgeven, o.a. de exacte hoogte van de temperatuur- en de zeespiegelstijging zoals aangegeven in het vorige hoofdstuk. Specifiek voor Nederland is er ook onzekerheid of er al dan niet meer regenval te verwachten is.

### 3.1 Mitigatiebeleid

Er zijn meerdere programma's die zich met mitigatiebeleid in de gebouwde omgeving bezighouden. Ten eerste is er 'Schoon en zuinig' waarin het kabinet-Balkenende IV beleidsmaatregelen beschrijft voor verschillende sectoren die samen in 2020 moeten leiden tot een emissiereductie van 30%. Daarnaast wordt het convenant 'Meer met Minder' hier genoemd. Dit convenant is specifiek gericht op de gebouwde omgeving. Daarnaast worden in deze paragraaf ook het energielabel voor de woning, het klimaatakkoord tussen het Rijk en de VNG, de EPC en de EPG besproken.

#### **Schoon en zuinig**

In 2007 zijn in Nederland en de EU stappen gezet naar nieuw beleid: het kabinet-Balkenende IV trad in februari aan met een concrete klimaatdoelstelling. In het coalitieakkoord van het kabinet zijn ambitieuze doelen voor energie- en klimaatbeleid vastgelegd. De beoogde emissiereductie van broeikasgassen bedraagt 30% in 2020 ten opzichte van 1990. Hierbij wordt ook ingezet op meer energiebesparing (2% per jaar) en de productie van 20% hernieuwbare energie in 2020. In het werkprogramma 'Schoon en zuinig' zijn de concrete beleidsmaatregelen beschreven die in deze kabinetsperiode worden ingezet om de doelen te bereiken. In dit werkprogramma worden voor bijna alle sectoren nieuwe en intensievere beleidsmaatregelen doorgevoerd en budgetten verhoogd. 'Schoon en zuinig' houdt zich uitsluitend bezig met mitigatiebeleid; adaptatiemaatregelen blijven buiten beschouwing, maar maken volgens de notitie wel deel uit van een brede klimaatstrategie. Specifiek voor de gebouwde omgeving is de ambitie om in 2020 voor de gehele gebouwde omgeving 6 tot 11 Mton/jaar CO<sub>2</sub>-reductie te bewerkstelligen<sup>3</sup>. Dit wordt met name gerealiseerd door twee pijlers: behalen van de doelstellingen uit het convenant 'Meer met Minder' en een aanscherping van de EPC.

<sup>3</sup> Gemeten t.o.v. de situatie in 2020 bij ongewijzigd beleid. Gemeten t.o.v. de CO<sub>2</sub>-emissie van de gebouwde omgeving in 1990 is er sprake van een reductie van 10-15 Mton CO<sub>2</sub>/jaar.

### **Meer met Minder (doelstellingen convenant)**

'Meer met Minder' is een gezamenlijk initiatief van overheid, energiebedrijven, bouw- en installatiebedrijven, met het Platform energietransitie Gebouwde Omgeving (PeGO) als mede-initiatiefnemer. Het doel is om gedurende de periode 2008-2011 minimaal 500.000 bestaande woningen en bedrijfsgebouwen minimaal 30% zuiniger te maken. Het programma loopt tot 2020 met de ambitie om in totaal tenminste 2,4 miljoen bestaande woningen en bedrijfsgebouwen aan te pakken. Uitgedrukt in Petajoules wordt er gestreefd naar een energiebesparing van 16 PJ in 2011, oplopend tot 100 PJ in 2020.

Om dit doel te bereiken zullen initiatiefnemers belemmeringen wegnemen die er nu nog zijn, investeerders informeren over het nut en de noodzaak van maatregelen en bedrijven van de betrokken uitvoerende branches informeren over het marktpotentieel en ze stimuleren om hun diensten aan te bieden binnen het Meer met Minder-raamwerk. Hiernaast zal ook de overheid een bijdrage leveren, bijvoorbeeld door introductie van het energielabel voor woningen en gebouwen (zie 'Energietabels woningbouw') en door verschillende subsidieregelingen.

### **Klimaat akkoord kabinet en VNG**

Het kabinet en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) hebben op 12 november 2007 in Den Haag een klimaatakkoord ondertekend. Kern van het akkoord is dat gemeenten en het Rijk zich gezamenlijk gaan inspannen voor een schoner, duurzamer en zuiniger Nederland. Het akkoord bevat afspraken en maatregelen op het gebied van energiebesparing, het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen, de overgang naar duurzame energie en het klimaatbestendig maken van Nederland. Wat betreft nieuwbouw willen het Rijk en de gemeenten dat in 2020 de nieuwbouw klimaatneutraal is. Het energieverbruik in bestaande woningen en gebouwen moet dan met 50% zijn verlaagd. Het Rijk zal de EPC-norm de komende jaren stapsgewijs aanscherpen. Gemeenten gaan innovatieve initiatieven in de gebouwde omgeving actief oppakken. De VNG zal de deelname aan deze projecten actief stimuleren door tenminste tien woonwijken aan te dragen waar geëxperimenteerd kan worden met innovatieve energiebesparende maatregelen en/of duurzame energiebronnen. Ook zal er een innovatieprogramma energiebesparing bij nieuwbouw en renovatie worden opgezet voor de uitvoering van veldexperimenten. Bovendien gaan gemeenten in prestatiecontracten met woningcorporaties energieprestatie-eisen opnemen voor de bestaande woningvoorraad.

### **Energietabels woningbouw**

Sinds 1 januari 2008 is de verkoper of de verhuurder verplicht om een energietabel te overhandigen bij transactiemomenten<sup>4</sup>. De Nederlandse overheid geeft op deze wijze invulling aan de Europese richtlijn EPBD (Energy Performance Building Directive). Dit label geeft informatie over de energiezuinigheid van een woning: net als bij witgoed geldt dat een A-label zuinig is en een G-label zeer onzuinig. Bij het bepalen van het label wordt onder andere gekeken naar de kwaliteit van woningisolatie, de zuinigheid van installaties (bijvoorbeeld HR-ketels) en de aanwezigheid van zonneboilers en zonnepanelen. Het energietabel is een maat voor het energieverbruik per m<sup>2</sup> woonoppervlak; twee woningen

<sup>4</sup> Voor woningcorporaties geldt deze verplichting vanaf 1 januari 2009.



met hetzelfde label kunnen dus een flink verschillend energieverbruik hebben, omdat het woonoppervlak verschilt. Het uiteindelijke energieverbruik van de woning hangt uiteraard ook nog af van het gebruikersgedrag. Het label wordt bepaald aan de hand van de Energie Index. Deze indicator duidt de energie-efficiënte van de woning aan en moet voldoen aan de rekenmethodiek uit de BRL 9501, zoals vastgesteld op 6 december 2006.

### **Aanscherping EPC**

De energieprestatiecoëfficiënt (EPC) is een index die de energetische efficiëntie van een (nieuwbouw)-woningen en utiliteitsgebouwen aangeeft. De EPC gaat alleen over gebouwgebonden energiegebruik, ofwel energiegebruik voor verwarming, koeling, warm tapwater en verlichting. De EPC voor nieuwe woningen is sinds 1996 tot nu aangescherpt van 1,2 naar 0,8 voor nieuwbouw. Het werkprogramma 'Schoon en Zuinig' belooft daarboven een fikse EPC aanscherping. Voor woningbouw gaat de EPC van 0,8 nu naar 0,6 in 2011 en naar 0,4 in 2015 met als doel de energieneutrale woning in 2020. Voor utiliteitsbouw geldt een vergelijkbare aanscherping, zodat in 2017 de nieuwbouw 50% energie efficiënter is ten opzichte van de huidige eisen. De halvering van het energiegebruik in de nieuwbouw in 2015 is nogmaals bevestigd in het Lentepakkoord over energiebesparing in de nieuwbouw dat minister Vogelaar en ministerie Cramer in dit voorjaar (2008) hebben ondertekend samen met NEPROM, NVB en Bouwend Nederland. De systematiek om de EPC te berekenen is vastgelegd in de norm NEN 5128 voor de woningbouw en in NEN 2916 voor de utiliteitsbouw.

### **Ontwikkeling Energie Prestatie Gebouwen (EPG)**

Zoals aangegeven wordt thans met een aantal verschillende indicatoren gewerkt voor de energie-efficiënte (NEN 5128 voor nieuw woningen, NEN 2916 voor nieuwe utiliteitsgebouwen en de Energie Index voor bestaande bouw). De normcommissie 'Energieprestatie Gebouwen' werkt daarom aan één eenduidige energieprestatienorm, als opvolger van de huidige normen en voor de reken-systematiek ter bepaling van de Energie Index. Er is in juli een voorlopige versie verschenen (de NEN 7120), met de tussenstand van alle werkzaamheden en besluiten tot nu toe. Thans is deze norm ter becommentariëring voorgelegd aan de betrokken partijen. Dit is een goede mogelijkheid om de tussenstand van de ingezette ontwikkelingstrajecten voor te leggen aan de betrokken partijen. Het doel is om reacties uit te lokken op de oplossingsrichtingen, die verder onderzocht en uitgewerkt zullen worden om straks in het normontwerp te kunnen opnemen voor een breder publiek.

## 3.2 Adaptatiebeleid

Het Nederlands adaptatiebeleid is in ontwikkeling. Sinds het uitbrengen van het derde Assessment Report van het IPCC (2001) agenderen diverse maatschappelijke actoren de noodzaak van adaptatiebeleid. Dit is soms moeilijk, omdat adaptatiebeleid door sommige betrokkenen wordt gezien als het accepteren van het klimaatprobleem, waardoor mitigatiemaatregelen uit het oog verloren worden (Dorland, R. van et al., 2008).

### **Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK)**

In Nederland belandde adaptatie aan klimaatverandering definitief op de beleidsagenda naar aanleiding van de motie Lemstra (maart 2005) en komt nu in een volgende fase van de beleidscyclus. Deze motie stelde dat lange termijn ontwikkelingen zoals klimaatverandering, onvoldoende geadresseerd worden in beleidsnota's voor het waterbeheer en ruimtelijke ordening. In antwoord hierop hebben de ministeries van VROM, LNV en EZ samen met IPO, VNG en de Unie van Waterschappen het programma 'Adaptatie Ruimte en Klimaat' (ARK) opgestart. Het doel hiervan is om de ruimtelijke inrichting van Nederland klimaatbestendig te maken. Daarbij wordt 100 jaar vooruit gekeken, zoals ook de klimaatscenario's van het KNMI en het IPCC dat doen (ARK, 2008). Het streven is om aanpassing aan klimaatverandering reeds in 2015 integraal onderdeel ('mainstream') te laten zijn van beleid. Met diverse stakeholders worden afspraken gemaakt over ieders bijdrage aan het realiseren van de enorme opgave. Het programma werkt aan:

- het vergroten van het bewustzijn en het draagvlak in de samenleving;
- het toetsen van ruimtelijke plannen op klimaatbestendigheid en indien nodig aan het aanpassen of maken van nieuwe instrumenten;
- het stimuleren van innovatie en kennisontwikkeling met het bedrijfsleven;
- een meer toekomstgerichte overheid: een overheid die op alle schaalniveaus samenwerkt en haar verantwoordelijkheid neemt voor de uitvoering.

### **Kennis voor Klimaat**

Kennis voor Klimaat is het wetenschappelijke programma ter ondersteuning van het nationale programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK). In Kennis voor Klimaat zijn meerdere gerenommeerde universiteiten en onderzoeksinstanties betrokken. Het is een onderzoeksprogramma voor de ontwikkeling van kennis en diensten die het mogelijk maken Nederland klimaatbestendig te maken. Overheden (rijk, provincie, gemeenten en waterschappen) en bedrijven participeren actief in de programmering van het onderzoek. De hoofdlijnen van de strategie worden uitgewerkt tot regionale adaptatiestrategieën voor acht concrete gebieden die benoemd zijn in het Kennis voor Klimaat programma, dat begin 2008 van start is gegaan. In deze zogenaamde hotspots wordt kennis ontwikkeld en gebruikt om praktische oplossingsrichtingen met belanghebbenden te ontwerpen in het planvormingsproces. In sommige hotspots worden strategieën geïmplementeerd in proeftuinen, zoals bij de hotspot Haaglanden (Kennis voor Klimaat, 2008).



### **Klimaat voor Ruimte**

Het onderzoekprogramma Klimaat voor Ruimte bestudeert de gevolgen van klimaatverandering en manieren om daarmee om te gaan, toegesneden op het ruimtegebruik. De kennisinstututen die er aan deelnemen overlappen deels met het programma Kennis voor Klimaat. Dit programma dient ter ondersteuning van de besluitvorming over de toekomstige inrichting van ons land. Klimaat voor Ruimte is een publiek privaat kennisprogramma. Het programma wordt gefinancierd door het Rijk en de afnemers van de kennisproducten. De looptijd van het Programma is van 2004 tot en met 2011. De kennisoverdracht vindt plaats door samenwerking tussen stakeholders te realiseren en door communicatie over klimaatverandering en ruimtelijke ordening. Dit wordt gerealiseerd via publicaties, symposia, onderwijsprogramma's en een website.



## 4 Analyse op maatregelenniveau

Naast de ontwikkelingen op beleidsniveau is er voor de analyse van synergismen en tegenstrijdigheden gekeken naar de ontwikkelingen en mogelijkheden op maatregelenniveau. In dit hoofdstuk leest u in paragraaf 4.1 en 4.2 welke adaptatie- en mitigatiemaatregelen mogelijk zijn. Er is voor de adaptatiemaatregelen nagegaan welk effect ze hebben op mitigatie en vice versa (mitigatiemaatregelen op adaptatie). De resultaten daarvan vindt u respectievelijk in paragraaf 4.3 en 4.4. Aan het eind (paragraaf 4.5) vindt u een samenvattende conclusie.

### 4.1 Mogelijke adaptatiemaatregelen

Om onze woningen klimaatbestendiger te maken kunnen verschillende maatregelen worden getroffen. Op basis van de literatuur (Salcedo Rahola, 2008; Three Regions Climate Change Group, 2008) en gesprekken die gevoerd zijn met tien deskundigen (zie paragraaf 1.3) is in Tabel 4 de lijst van mogelijke adaptatiemaatregelen opgesteld. Cursief gedrukte opties komen bij meerdere niveaus voor.

Tabel 4 Mogelijke adaptatiemaatregelen op gebouwniveau

<b>Gebouwniveau</b>	
<b>1 Hittestress</b>	
1	Externe en interne zonwering.
2	Nachtventilatie.
3	Zonneschoorstenen (zwarte schoorsteen voor verbeterde ventilatie door stijgende lucht).
4	Verdampingskoeling.
5	Warmte-/koude-opslag (met warmtepomp).
6	Airconditioning.
7	Gebruik van plafond- of staande ventilatoren.
8	Warmtepompen (eventueel met zonnewarmte/afvalwarmte)
9	Isolatie met lichte materialen en dubbel glas HR++ inclusief ventilatie.
10	Natuurlijk beschaduwen (met bladverliezend groen).
11	<i>Groene daken.</i>
12	Dakbedekking met een hoog albedo - witte/reflecterende daken.
13	Reduceren van het gebruik van elektrische apparatuur in gebouwen.
14	Zware materialen gebruiken met hoge thermische massa.
15	Zuidgeoriënteerd bouwen (alleen) i.c.m. natuurlijke buitenzonwering.
<b>2 Hevige regenval</b>	
11	<i>Groene daken.</i>
16	Bouwen zonder kruipruimte.
17	Opvangen regenwater in regenton.
18	Afvoerstops en kleppen of afvoerleidingen.
19	Sealen van gaten rondom pijpen en leidingen.
20	Pompputten met pomp onder het grondniveau.
21	Verhogen van drempels.
22	Waterproof pleisterwerk en membranen op muren.
<b>3 Droogte</b>	
23	Waterbesparende maatregelen.

De cursief gedrukte maatregelen zoals '11 Groene daken' komen bij twee of meer 'probleemniveaus' terug.

Adaptatie op gebouwniveau is niet geheel los is te zien van adaptatie op locatie niveau. Voor de volledigheid gaan we daarom ook in op maatregelen op wijk of stadniveau (Tabel 5).

Tabel 5 Mogelijke adaptatiemaatregelen op wijk/stadniveau

<b>Wijk/stadniveau</b>	
<b>1 Hittestress</b>	
24	<i>Oppervlaktewater als warmtewisselaar (vijver/meer/zee).</i>
25	<i>Fonteinen.</i>
26	<i>Vegetatie (veel groen in de stad).</i>
27	Bestrating met een hoog albedo.
28	<i>Stenen bestrating.</i>
29	Zwart asfalt als zonnecollector met water als warmtewisselaar.
30	Gebouwen in elkaars schaduw plaatsen (smalle straten).
31	Wind toelaten in de straten.
<b>2 Hevige regenval (waterberging)</b>	
24	<i>Oppervlaktewater als warmtewisselaar (vijver/meer/zee).</i>
25	<i>Fonteinen.</i>
26	<i>Vegetatie (veel groen in de stad).</i>
28	<i>Stenen bestrating.</i>
32	Grootschalig ophogen, terpen maken.
33	Drijvend bouwen.
<b>3 Droogte</b>	
24	<i>Oppervlaktewater als warmtewisselaar (vijver/meer/zee).</i>
34	Zwarte grond gebruiken (zwarte grond kan meer water absorberen).

## 4.2 Mogelijke mitigatiemaatregelen

Bij de mitigatiemaatregelen op gebouwniveau wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende categorieën: energiebesparing, energie-efficiëntie en het toepassen van duurzame energie. Tabel 6 geeft een overzicht van de mogelijke mitigatiemaatregelen op gebouwniveau per categorie. Cursief gedrukte opties komen in meerdere categorieën voor.





Tabel 6 Mitigatiemaatregelen op gebouwniveau

<b>Gebouwniveau</b>	
<b>1 Energiebesparing</b>	
A	Isolatie (hoge Rc-waarden+ lage U-waarden <sup>5</sup> ).
B	Compact gebouw (geen uitstulpingen en extreme verschillen in hoogte).
C	Voorkom onnodige ventilatie.
D	Pas geregelde ventilatie toe.
E	Ventilatie met warmterugwinning.
F	Gebalanceerde ventilatie.
G	Veel daglicht (voorkomen kunstlicht).
H	Lichte kleuren en reflecterende oppervlakten (voorkomend kunstlicht).
I	Zonering (koelere vertrekken niet aan zonzijde).
J	Compartimentering (isoleren van koelere ruimtes).
K	Zware materialen gebruiken met hoge thermische massa.
L	Nachtventilatie.
M	Besparing warm tapwater.
N	Reduceren sluikstroomverbruik (stand-by etc.).
O	<i>Warmtepomp en LTV met lucht, water of restwarmte als warmtebron.</i>
P	<i>Warmte-/koude-opslag (met warmtepomp).</i>
<b>2 Duurzame energie</b>	
O	<i>Warmtepomp en LTV met lucht, water of restwarmte als warmtebron.</i>
P	<i>Warmte-/koude-opslag (met warmtepomp).</i>
Q	Passieve zonne-energie.
R	Zon-thermische energie (zonneboiler).
S	Fotovoltaïsch (PV).
T	Windenergie.
<b>3 Energie-efficiëntie</b>	
O	<i>Warmtepomp en LTV met lucht, water of restwarmte als warmtebron.</i>
U	Hoog rendement ketel.
V	Micro-wkk-ketel (HRe).
W	Energie-efficiënte verlichting (hoogfrequent, regelbaar, dimbaar).

### 4.3 Het effect van adaptatiemaatregelen op mitigatie

In deze paragraaf wordt gekeken naar het effect van de adaptatiemaatregelen voor mitigatie. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen maatregelen tegen hittestress, hevige regenval en droogte. De maatregelen zijn op basis van de informatie uit de interviews **indicatief** ingeschaald op hun effect op mitigatie en adaptatie. Deze analyse is door vier experts<sup>6</sup> op het gebied van adaptatie gecontroleerd. Daarnaast is de indeling besproken in een interne workshop binnen CE Delft waarbij, naast de auteurs, twee experts<sup>7</sup> op het gebied van mitigatie aanwezig waren.

<sup>5</sup> RC-waarden: Warmteweerstand en U-waarden: Warmtedoorgangscoefficiënt.

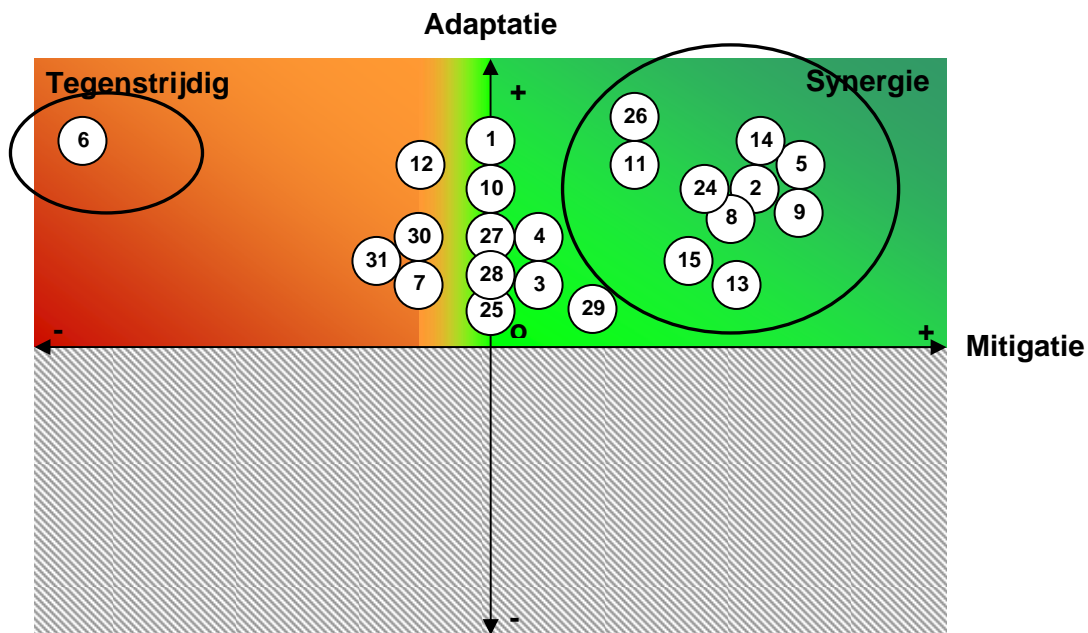
<sup>6</sup> P. van Oppen (SBR); F. de Pater (KvR); K. Mulder (TU Delft); A. de Buck (CE Delft).

<sup>7</sup> Frans Rooijers (directeur) en Jos Benner (sectieleider Energie).

## Hittestress

Figuur 5 geeft weer welk effect de verschillende adaptatiemaatregelen (uit Tabel 4 en Tabel 5) tegen hittestress hebben op mitigatie. De bulk van de adaptatieregelen ligt in het midden: ze hebben geen sterk positief of negatief effect op mitigatie. Eén maatregel (punt 6, airconditioning) heeft een uitgesproken negatief effect op mitigatie. Een groot aantal andere adaptatiemaatregelen tegen hittestress hebben positieve bijeffecten op mitigatie. Hieronder worden de maatregelen besproken die een duidelijk negatief of positief effect op mitigatie hebben (omcirkeld).

Figuur 5 Adaptatiemaatregelen hittestress



N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

### *Maatregel 6: Airconditioning (tegenstrijdig)*

Een van de manieren om de temperatuur in een gebouw te verlagen is airconditioning. Dit zorgt er weliswaar voor dat het in het gebouw koel is (adaptatie), maar het zorgt ook voor een sterke stijging van de elektriciteitsvraag, wat voor mitigatie nadelig is. Een airco in een huishouden gebruikt gemiddeld per jaar 400-700 kWh gebaseerd op 50 'draaidagen' (Milieucentraal, 2008). Bij een gemiddeld elektriciteitsverbruik van een huishouden van 3500 kWh per jaar is dit een stijging van 11-20%.

Daar komt nog bij dat airconditioning meer elektriciteit gebruikt naarmate het buiten warmer is, terwijl gas- en kolencentrales 's zomers bij hoge temperaturen al moeite hebben om over voldoende koelwater te beschikken voor hun elektriciteitsproductie (zoals bijvoorbeeld in de zomer van 2003).

*Maatregel 2: Nachtventilatie (synergie)*

Vanuit adaptatie gezien is nachtventilatie gunstig, omdat het tijdens de nachtelijke uren koeler is, waardoor koelen in de nacht voor verkoeling in de woning zorgt. Vanuit mitigatie gezien levert nachtventilatie gasbesparing op: door goed te ventileren wordt de lucht in huis droger, en drogere lucht warmt sneller op hetgeen gasbesparing tot gevolg heeft.

*Maatregel 5: Warmte-/koude-opslag (met warmtepomp) (synergie)*

Bij warmte-/koude-opslag wordt 's winters warmte uit de bodem gehaald ten behoeve van de verwarming van een gebouw. De verwarming gebeurt met behulp van een warmtepomp. De koude wordt in de bodem opgeslagen. Zomers wordt die koude uit de bodem gehaald om een gebouw te koelen en wordt de warmte weer opgeslagen in de bodem. Dit biedt dus de mogelijkheid tot redelijke duurzame koeling in de zomer (adaptatie) en gasbesparing door redelijk duurzame verwarming in de winter (mitigatie)

*Maatregel 8: Warmtepompen (eventueel met zonne/afvalwarmte) (synergie)*

Warmtepompen bieden de mogelijkheid tot (duurzame) koeling in de zomer (adaptatie). Voorwaarde hiervoor is wel dat de warmtepomp gecombineerd wordt met warmte-/koude-opslag (zie maatregel 5). Daarnaast geven warmte-pompen 's winters de mogelijkheid om zonnewarmte en restwarmte te gebruiken voor verwarming, hetgeen gas bespaart.

*Maatregel 9: Isolatie met lichte materialen en HR++ glas (synergie)*

Isolatie is gunstig voor adaptatie aangezien het door het toepassen van isolatie binnen langer koel blijft. Als het binnen uiteindelijk toch warmer is wordt, is goede (nacht)ventilatie van groot belang om de warmte weer kwijt te raken. Dakisolatie heeft het meeste effect ten gunste van adaptatie. 's Winters vindt er door isolatie minder warmteverlies plaats door schiloppervlakken van de woning. Hierdoor is er in de winterperiode minder stookverlies, wat gunstig is voor het gasverbruik. Een deskundige noemt dat - wanneer er sterk geïsoleerd wordt - de interne warmtelast zorgt voor oververhitting in de zomer. De interne warmtelast is de warmte die wordt afgegeven door apparaten en mensen in de woning. In dat geval zal de woning binnen opwarmen, ook al wordt er goed beschaduwd tegen zoninstraling. Het effect hiervan moet nader onderzocht worden.

*Maatregel 11: Groene daken (synergie)*

Voor adaptatie zijn de groene daken gunstig omdat ze water afvangen bij hevige regenval (dit zijn geen heel grote hoeveelheden). Het kan isolerend werken en daarnaast leidt de verdamping tot verkoeling. De verbetering voor luchtkwaliteit, de 'opname van CO<sub>2</sub>' en de isolerende werking zijn effecten ten gunste van mitigatie. Deze maatregel is niet bijzonder hoog gescoord op mitigatie en adaptatie, omdat de meningen over groene daken nogal verschillen. De verschillen zitten in de bewatering en bemesting. Door sommige wordt dit aangeduid als noodzakelijk onderhoud van het groene dak waardoor het positieve effect op klimaatverandering teniet wordt gedaan. Anderen geven juist aan dat bewatering en bemesting helemaal niet nodig is, zeker als je begroeiing gebruikt die goed tegen droogte en weinig voedingsstoffen kan.

*Maatregel 13: Reduceren gebruik elektrische apparatuur in gebouwen (synergie)*  
Verminderd gebruik van elektrische apparatuur in een gebouw zorgt voor minder warmteontwikkeling in het gebouw (adaptatie) en voor minder elektriciteitsverbruik (mitigatie). Zoals bij punt 9 is aangegeven kan met name in goed geïsoleerde woningen de interne warmtelast voor oververhitting zorgen. Dit is een probleem in de zomer wanneer het openen van ramen overdag geen zin heeft om te koelen. Het verdient de aanbeveling om na te gaan of en bij welke isolatiegraad dit probleem gaat spelen.

*Maatregel 15: Zuidgeoriënteerd bouwen i.c.m. (natuurlijke) zonwering (synergie)*  
In de zomer is er geen zoninstraling door de hogere zonstand en effectieve zonwering en warmt het gebouw minder snel op. In de winter daarentegen is er juist wel zoninstraling door de lagere zonstand, waardoor het gebouw natuurlijk verwarmd wordt en er minder gestookt hoeft te worden. Hierbij moet nadrukkelijk vermeld worden dat zuidgeoriënteerd bouwen - vanuit adaptatie bezien - alleen effectief is als het gecombineerd wordt met goede zonwering. Het voordeel van natuurlijke zonwering is dat het falen van menselijk handelen wordt uitgesloten (mensen doen vaak de zonwering te laat of niet naar beneden). Daarnaast heeft natuurlijke zonwering als positief effect dat het in de winter haar blad verliest waardoor er juist optimaal gebruik gemaakt kan worden van de natuurlijk instraling.

*Maatregel 14: Zware materialen met een hoge thermische massa (synergie)*  
Door het gebruik van zware materialen wordt de thermische massa van een gebouw verhoogd. Thermische massa is een term waarmee het thermisch accumulerend vermogen van massa wordt aangeduid, oftewel het vermogen om warmte en koude op te nemen, een periode vast te houden in het materiaal en later afhankelijk van de ruimtetemperatuur weer af te geven via het materiaaloppervlak. Wanneer de thermische massa van een gebouw hoog is, fungeert het gebouw als een buffer voor de warmte. In de zomer warmt het gebouw op in plaats van de binnenruimtes en 's nachts wordt de warmte weer aan de omgeving afgegeven (zie kader). Dankzij de bufferende werking verdient dit de voorkeur boven isolatie met lichte materialen (maatregel 9). Door met zware materialen te isoleren wordt zowel het positieve effect van isoleren als het positieve effect van de thermische massa optimaal benut. Echter de trend is - uit het oogpunt van kosten - om met lichte materialen te bouwen gebouwen.

**Thermische massa van bijvoorbeeld beton in gebouwen:**

- optimaliseert de voordelen van zonnewarmte;
- reduceert energieverbruik voor verwarming en koeling;
- nivelleert en dempt interne temperatuurwisselingen;
- vertraagt piektemperaturen in kantoren en andere commerciële gebouwen tot na het tijdstip dat de gebruikers het gebouw verlaten;
- reduceert piektemperaturen en kan airconditioning overbodig maken;
- kan in combinatie met nachtventilatie koeling overdag overbodig maken;
- kan in combinatie met luchtbehandeling het energieverbruik voor koeling tot 50% reduceren;
- optimaliseert het gebruik van lage-temperatuur verwarmingsystemen (LTV) en hoge temperatuur koeling (HTK) zoals warmtepompen, met name in combinatie met betonkernactivering.



*Maatregel 24: Oppervlaktewater als warmtewisselaar (synergie)*

Oppervlaktewater biedt verschillende opties voor adaptatiemaatregelen. Ten eerste kan oppervlaktewater 's zomers gebruikt worden om mee te koelen. Daarnaast kan - mits de omgeving hierop is ingericht - het oppervlaktewater gebruikt worden om hevige regenval op te vangen en zo overlast (bijvoorbeeld overbelasting rioolsysteem) tegen te gaan.

Opm. door het voor koeling te gebruiken, warmt het oppervlaktewater op, kan er minder zuurstof in oplossen, wat ongunstig is voor vissen en andere waterdieren.

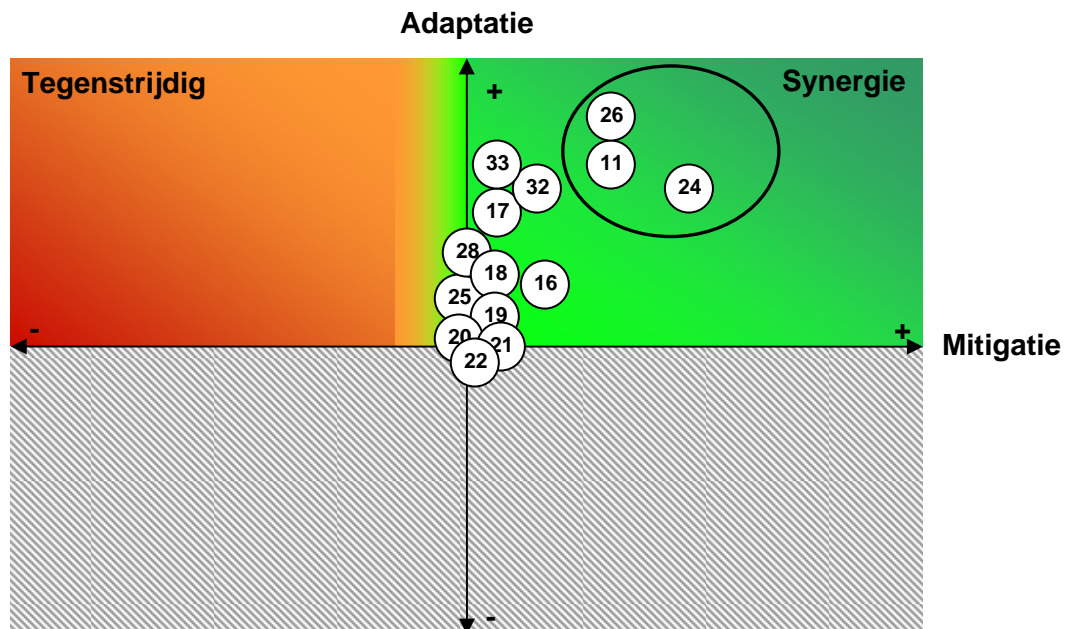
*Maatregel 26: Vegetatie (veel groen in de stad) (synergie)*

Groen in de stad zorgt voor beschaduwing en verkoeling. Daarnaast zorgt groen voor CO<sub>2</sub>-opname. Dit is echter wel kortcyclisch CO<sub>2</sub> waardoor het in CO<sub>2</sub>-balansen niet meegenomen wordt.

**Hevige regenval (waterberging)**

Figuur 6 geeft weer welk effect de verschillende adaptatiemaatregelen tegen hevige regenval op mitigatie hebben. Net als voor de adaptatiemaatregelen tegen hittestress geldt dat de meeste maatregelen tegen regenval geen sterk positief of negatief effect op mitigatie hebben. Uitzonderingen zijn groene daken (optie 11), het gebruik van oppervlaktewater als warmtewisselaar (optie 24) en het aanbrengen van meer vegetatie in de stad (optie 26). Deze drie opties hebben zowel een positief effect op adaptatie als op mitigatie en zijn al uitgebreider besproken in het bovenstaande stuk over hittestress. Er zijn geen adaptatiemaatregelen voor hevige regenval die een nadelig effect op mitigatie hebben.

Figuur 6 Adaptatiemaatregelen regenval

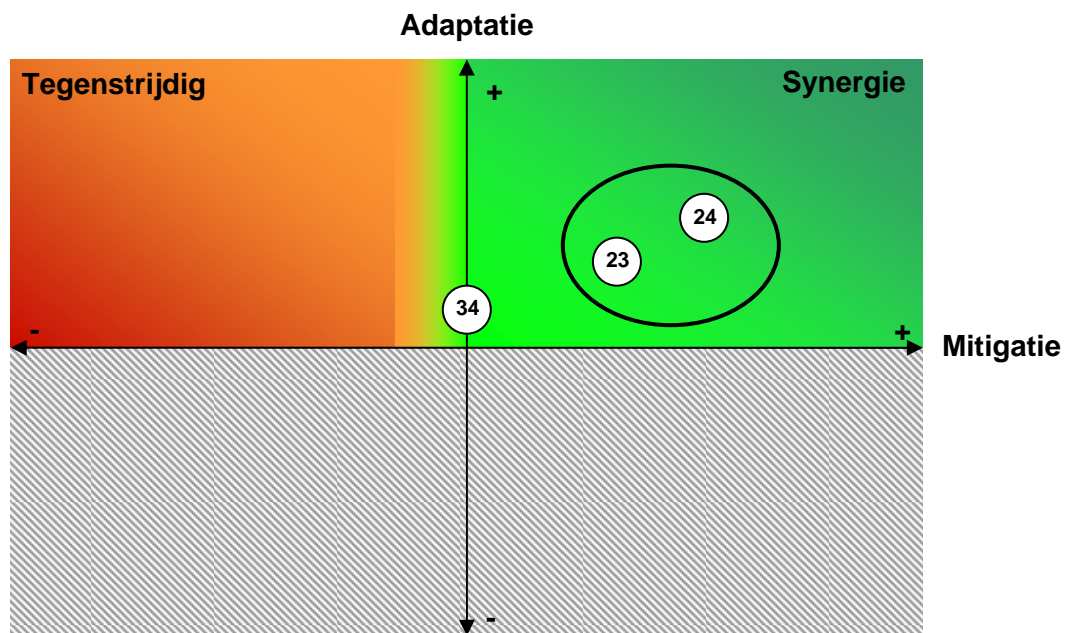


N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

## Droogte

Figuur 7 geeft weer welk effect de adaptatiemaatregelen tegen droogte hebben op mitigatie. Het gebruik van zwarte grond (optie 34) heeft geen effect op mitigatie. Waterbesparende maatregelen (optie 23) hebben een positief effect op mitigatie. Dit wordt met name veroorzaakt door de besparing van warm tapwater, wat weer een reductie van het gasverbruik tot gevolg heeft. Het gebruik van oppervlaktewater als warmtewisselaar (optie 24) heeft ook een positief effect op mitigatie (zie hittestress).

Figuur 7 Adaptatiemaatregelen droogte



N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

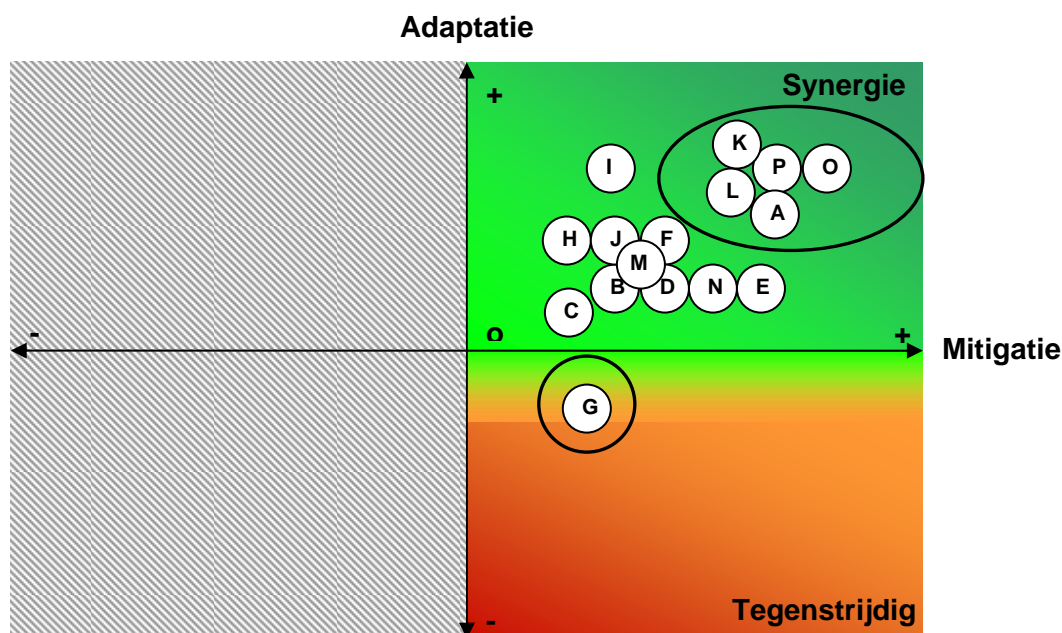
## 4.4 Het effect van mitigatiemaatregelen op adaptatie

In deze paragraaf wordt gekeken naar het effect van de mitigatiemaatregelen voor adaptatie. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen maatregelen voor energiebesparing, energie-efficiëntie en duurzame energie.

### Energiebesparing

Figuur 8 geeft weer welk effect de verschillende mitigatiemaatregelen (uit Tabel 6, pagina 21) voor energiebesparing hebben op adaptatie. Het overgrote deel van de mitigatiemaatregelen heeft een positief tot sterk positief effect op adaptatie. Er is slechts één maatregel (punt G, veel daglicht (voorkomen kunstlicht)) die een licht negatief effect heeft op adaptatie. Hieronder worden de maatregelen besproken die een negatief of uitgesproken positief effect op adaptatie hebben (omcirkeld).

Figuur 8 Mitigatiemaatregelen energiebesparing



N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

*Maatregel G: Veel daglicht, voorkomen kunstlicht (tegenstrijdig)*

Het voorkomen van kunstlicht heeft een energiebesparend effect, daarnaast kan de zoninstraling in de winterperiode voor natuurlijke opwarming zorgen. Echter, door veel daglicht en zoninstraling toe te laten in de woning, bv door een serre kan de woning sterker opwarmen en voor hittestress zorgen. Indien direct zoninstraling in de zomerperiode voorkomen wordt door (natuurlijke) zonwering kan het probleem van hittestress verminderd worden.

*Maatregel A: Isolatie (hoge Rc-waarden + lage U-waarden) (synergie)*

Deze maatregel komt overeen, en is dus in synergie, met de maatregel 9: 'Isolatie met lichte materialen en dubbel glas HR++ inclusief ventilatie'. Voor toelichting zie paragraaf 4.3 onder hittestress.

*Maatregel K: Zware materialen gebruiken met hoge thermische massa (synergie)*

Deze maatregel komt overeen, en is dus in synergie, met de maatregel 14: 'Zware materialen gebruiken met hoge thermische massa'. Voor toelichting zie paragraaf 4.3 onder hittestress.

*Maatregel L: Nachtventilatie (synergie)*

Deze maatregel komt overeen, en is dus in synergie, met de maatregel 2: 'Nachtventilatie'. Voor toelichting zie paragraaf 4.3 onder hittestress.



*Maatregel O: Warmtepomp en LTV met lucht, water of restwarmte als warmtebron (synergie)*

Deze maatregel komt overeen, en is dus in synergie, met de maatregel 8: 'Absorptie warmtepompen (eventueel met zonnewarmte/afvalwarmte)'. Voor toelichting zie paragraaf 4.3 onder hittestress.

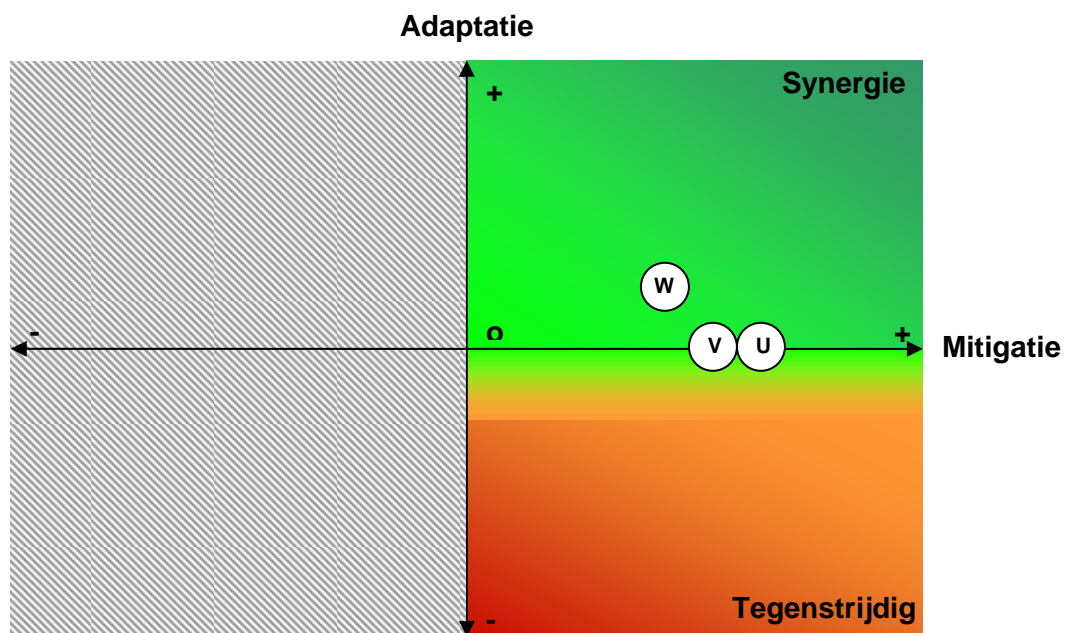
*Maatregel P: Koude-/warmte-opslag (eventueel met warmtepomp) (synergie)*

Deze maatregel komt overeen, en is dus in synergie, met de maatregel 5: 'Koude-/warmte-opslag' (eventueel met warmtepomp). Voor toelichting zie paragraaf 4.3 onder hittestress.

### Energie-efficiëntie

Figuur 9 geeft weer welk effect de verschillende mitigatiemaatregelen voor energie-efficiëntie op adaptatie hebben. Uit Figuur 9 blijkt dat de maatregelen voor energie-efficiëntie geen sterk positief of negatief effect op adaptatie hebben. Maatregel V (Micro-wkk-ketel (HRe)) en maatregel U (HR-ketel) hebben geen (oftewel neutraal) effect op adaptatie. Maatregel W (Energie-efficiënte verlichting (hoogfrequent, regelbaar, dimbaar)) heeft een licht positief effect op adaptatie aangezien de interne warmtelast van woningen verminderd wordt door een afname van gloeilampen.

Figuur 9 Mitigatiemaatregelen energie-efficiëntie



N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

### Duurzame energie

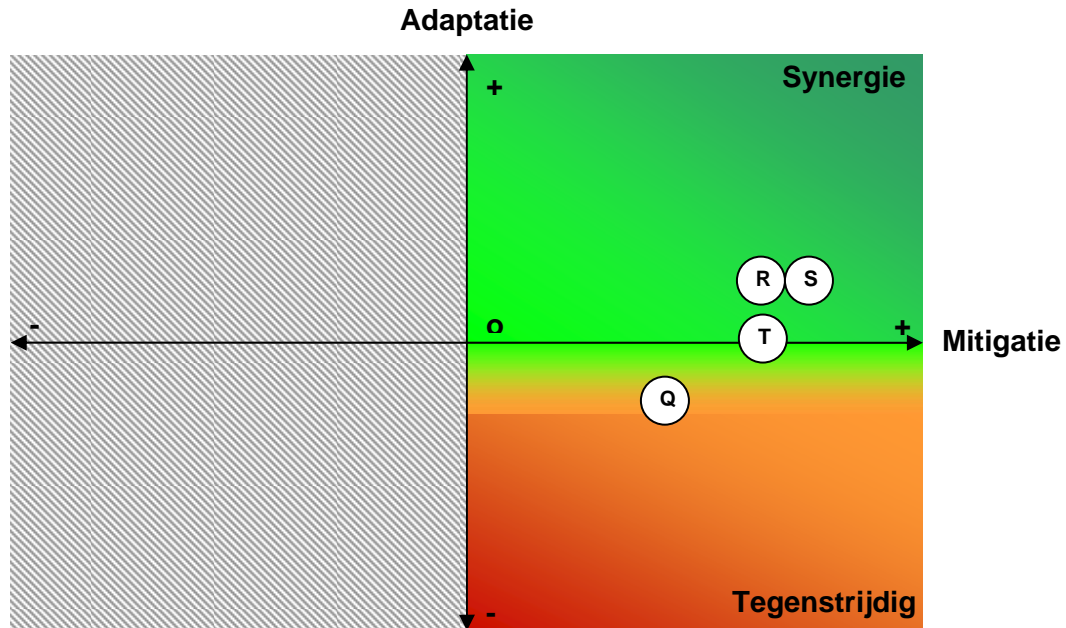
Figuur 10 geeft weer welk effect de verschillende mitigatiemaatregelen voor duurzame energie op adaptatie hebben. Figuur 10 zien dat de maatregelen voor energie-efficiëntie tegen geen sterk positief of negatief effect op adaptatie hebben, met uitzondering van maatregel Q (Passieve Zonne-energie). Passieve zonne-energie levert hetzelfde probleem voor adaptatie op als maatregel G (Veel





daglicht). Maatregel T (Windenergie) heeft geen (oftewel neutraal) effect op adaptatie. Maatregel R (Zon-thermische energie) en maatregel S (Fotovoltaïsch) hebben een licht positief effect op adaptatie aangezien de zonnepanelen ook een licht isolerende werking hebben waardoor de warmte minder makkelijk de woning kan binnendringen.

Figuur 10 Mitigatiemaatregelen duurzame energie



N.B. De maatregelen zijn indicatief geschaald op adaptatie en mitigatie.

#### 4.5 Conclusie: veel synergie en voorkom actieve koeling

De voorgaande paragrafen laat zien dat volgens de huidige inzichten weinig mitigatiemaatregelen op gebouwniveau tegenstrijdig zijn aan adaptatie. De meest belangrijke mitigatiemaatregelen die een negatief effect hebben op adaptatie zijn bijvoorbeeld passieve zonne-energie (daardoor warmte de woning in de zomer teveel op) en veel daglicht (glas laat meer warmte door dan een stenen muur). Wanneer een architect zich bewust is van dit negatieve effect kan hij met wat aanpassingen het negatieve effect op adaptatie wel voorkomen of beperken. Bijvoorbeeld door alleen grote ramen op het zuiden te plaatsen (dat is in de zomer eenvoudig te beschaduwen) of door met meer warmtewerend glas te werken.

Ook het aantal adaptatiemaatregelen dat een negatief effect heeft op mitigatie is beperkt. Dit betreffen de maatregelen gebouwen in elkaars schaduw plaatsen (smalle straten), wind doorlaten in de stad, en dak en muur bedekking met een hoog albedo, het gebruik van ventilatoren en het gebruik van airconditioning. Van deze maatregelen heeft de laatste een (zeer) groot negatief effect op mitigatie. Voor actieve koeling van de woning is energie nodig en dat leidt tot CO<sub>2</sub>-emissie

tenzij het met duurzame koude (of energie) wordt gedaan. Dit energiegebruik kan oplopen tot 400-700 kWh per jaar, per woning.

Wat verder opvalt aan de figuren in het vorige hoofdstuk is dat er veel adaptatiemaatregelen zijn, die een positief effect hebben op mitigatie en andersom. Er is dus kortom veel sprake van synergie! Ook is er een groot aantal mitigatiemaatregelen die een neutraal effect hebben op adaptatie en omgekeerd. De kunst is om in de toekomst bij het ontwerpen van de woning zoveel mogelijk maatregelen toe te passen uit deze twee groepen. Keuzevrijheid daarin is nodig om ook goed te kunnen scoren op de kosten, de vormgeving en de leefomgeving (binnenmilieu) van de woning.



## 5 Vertaling naar beleid

Op basis van hoofdstuk 3 (mitigatie en adaptatiebeleid) en hoofdstuk 4 (analyse op maatregelenniveau) wordt in dit hoofdstuk aangegeven hoe mitigatiebeleid eventueel moet of kan worden aangepast, om later problemen te voorkomen op het gebied van adaptatie. Deze vertaling is gemaakt door de onderzoekers, mede op basis van een workshop met externen (zie paragraaf 1.3).

### 5.1 Bestrijden van wateroverlast

Uit het tweede hoofdstuk blijkt dat er verschillende klimaateffecten te verwachten zijn de komende decennia. Het wordt warmer, er komen meer periodes van droogte, de kans op overstromingen wordt groter en we krijgen te maken met meer regenval. Echter de klimaateffecten kunnen regionaal gezien sterk kunnen verschillen met name voor wateroverlast (dit geldt minder voor hittestress, zie paragraaf 5.4). Daardoor zullen de oplossingen ook zeer locatiespecifiek zijn. Het bestrijden van wateroverlast is bijvoorbeeld veel moeilijker in laaggelegen gebieden dicht bij de zee of een rivier dan in hooggelegen gebieden. Ook het grondwaterpeil en de hoeveelheid ruimte voor water in een omgeving zijn daarop van invloed. Volgens het subsidiariteitsprincipe (zie het tekstkader) zou adaptatiebeleid daarom een verantwoordelijkheid zijn van lokaal of regionaal bestuur. Ook de Deltacommissie (2008) geeft deze richting aan in een van haar twaalf aanbevelingen:

*'De keuze van wel of geen nieuwbouw op fysisch ongunstige locaties<sup>8</sup> moet gebaseerd zijn op een kosten-batenanalyse. Hierin moeten huidige en toekomstige kosten voor alle partijen zijn berekend. De kosten als gevolg van lokale besluiten moeten niet op een andere bestuurslaag of de samenleving als geheel worden afgewenteld, maar gedragen worden door degenen die ervan profiteren'. (Deltacommissie, 2008)*

#### **Subsidiariteit**

Het subsidiariteitsbeginsel is een organisatiewijze of regel in taakverdeling tussen 'hogere' en 'lagere' openbare overheden. Het houdt in algemene zin in dat hogere instanties niet bezig moeten zijn met activiteiten of regelgeving die door lagere instanties kan worden afgehandeld. Het beginsel wordt gebruikt als leidraad tussen de verschillende, met elkaar concurrerende bevoegdheden tussen de EG en de lidstaten van deze Gemeenschap, of tussen lidstaten en hun interne, lagere overheden.

<sup>8</sup> Met fysisch ongunstige locaties doelt de Deltacommissie op locaties die dicht bij de zee of de rivieren liggen of locaties die onder NAP liggen.

Nationale regelgeving is dus niet het meest voor de hand liggende instrument bij het bestrijden van wateroverlast. Hoewel daar nuttige uitzonderingen op te bedenken zijn, zoals een verbod op bouwen op termijn in gebied dat beneden bijvoorbeeld een bepaald aantal meter beneden NAP ligt. Maar in eerste instantie zijn beleidsinstrumenten zoals voorlichting en het bevorderen van het integrale proces meer voor de hand liggend. Het bestrijden van wateroverlast is namelijk een taak waarbij verschillende partijen (zoals stedenbouwkundigen, architecten, waterschappen en lokale overheden) een rol hebben.

In dit hoofdstuk beperken we ons tot bovengenoemde conclusies omdat het bestrijden van wateroverlast nauwelijks het gebouwniveau raakt. Daarnaast zijn de gevonden adaptatiemaatregelen op gebouwniveau niet strijdig aan mitigatie<sup>9</sup>. Dat wil niet zeggen dat er geen beleid nodig is op dit vlak. Zeker niet. Wateroverlast kan de maatschappij veel schade kan berokkenen. De overstromingen in Engeland in 2007 leidden bijvoorbeeld tot een gemiddelde schadeclaim van 50.000 Pond en de totale schade kwam neer op 3 miljard Pond. Dit is een gegeven waar nog maar weinig gemeenten zich van bewust zijn, terwijl de gemeente de aangewezen partij is om daar beleid op te voeren en om de regierol op zich te nemen. In tegenstelling tot bij het mitigatiebeleid zijn zij bij adaptatiebeleid - samen met de waterschappen - de sleutelorganisaties. Waterschappen zijn overigens al wel actief bezig met het bestrijden van wateroverlast.

## 5.2 Bestrijden van hittestress

Hoewel adaptatie op gebouwniveau niet geheel los is te zien van adaptatie op locatie niveau, kwam uit de gesprekken naar voren dat hittestress vooral opgelost kan worden op gebouwniveau. Het hittebestendig maken van gebouwen is daarmee niet locatiespecifiek en kan daarom ook op landelijk niveau worden geregeld.

In deze paragraaf hebben we voortgeborduurd op de conclusie van het vorige hoofdstuk, namelijk dat er sprake is van veel synergie en dat het met name belangrijk is om actieve koeling te voorkomen of om koeling duurzaam op te wekken. De rest van dit hoofdstuk richt zich op (aanpassing van huidig) beleid gericht op het voorkomen van fossiel energiegebruik voor koeling van de woning. We hebben daar onderscheid gemaakt tussen de bestaande bouw en nieuwbouw.

---

<sup>9</sup> Er zijn wel een tweetal synergismen gevonden (zie hoofdstuk 4).



## 5.2.1 Bestaande bouw

### Voorlichting binnen Meer met Minder

Het doel van het programma Meer met Minder is om jaarlijks 500.000 bestaande woningen 30% energiezuiniger te maken, waarbij de bouw- en installatiebedrijven en woningcorporaties de uitvoerende partijen zijn. Dit vindt plaats door enerzijds betere isolatievormen en anderzijds door energiezuinige toestellen of PV-cellen te installeren. Deze maatregelen zijn niet strijdig aan adaptatie blijkt uit het vorige hoofdstuk. Sterker nog; de isolatiemaatregelen dragen positief bij aan de klimaatbestendigheid van de woning, omdat het in de zomer ook de warmte buiten houdt. Hierbij moet wel nader onderzocht worden of bij een te sterke isolatie de interne warmtelast kan resulteren in oververhitting. Maar als dit het geval is, dan speelt dat bij concepten zoals het passieve huis, maar zeker niet bij de bestaande bouw.

#### Laag bewustzijn van noodzaak tot adaptatie in gebouwde omgeving

Adaptatie komt moeilijk op de agenda bij de overheid en bij relevante marktpartijen. En als gevolg daarvan is er ook weinig aandacht voor de relatie tussen mitigatie en adaptatie. Dit geldt overigens met name voor de gebouwde omgeving. De waterschappen zijn noodgedwongen al wel jarenlang bezig met het beperken van wateroverlast. Ook is onlangs het advies 'Samenwerken met Water' van de Deltacommissie 2008 uitgebracht, waarin aanbevelingen staan om Nederland te beschermen tegen overstromingen vanuit de zee en de rivieren. Maar architecten bijvoorbeeld zijn zich er nauwelijks bewust van dat het energiegebruik in de woning zich (voor een deel) binnen enkele decennia zal verplaatsen van de winter naar de zomer. De focus bij energiebesparing in de woning ligt nog altijd op het beperken van de energievraag in de winter. En als er al aandacht voor adaptatie is dan nog hebben de marktpartijen geen belang om de gebouwde omgeving bestendiger voor het klimaat te maken. Een geïnterviewde noemde dat een projectontwikkelaar letterlijk tegen hem had gezegd dat hij geen extra kosten wil maken voor adaptatie, zolang de klant er niet om vraagt en er vanuit de overheid geen eisen of wensen aan worden gesteld.

Desalniettemin is uit de literatuur en de interviews op te maken dat men zich nog maar weinig realiseert dat de energievraag in de winter zich deels zal verplaatsen naar de zomer (zie voorgaand tekstkader). En dat met enkele eenvoudige en betaalbare maatregelen nog jarenlang kan worden voorkomen dat actieve koeling nodig is. Zolang de woning goed geïsoleerd is en voldoende thermische massa heeft, kan met goed beschaduwen en veel natuurlijke ventilatie in de nacht het nog lang voldoende koel blijven in de woning. Het natuurlijk ventileren is een gedragsmaatregel, waar het programma Meer Met Minder weinig op kan sturen, maar wel over kan communiceren. Dit blijft beperkt tot aandacht voor type ramen, die open kunnen zonder nadelige effecten zoals inregenen en verlies aan inbraakveiligheid. Nachtventilatie is overigens ook belangrijk voor een gezond binnenmilieu. Binnen dit programma kan echter wel meer aandacht komen voor het toepassen van zonweringen en het prevaleren van isolatie ten opzichte van zuinige toestellen. Hiervoor moet aparte aandacht komen, omdat dit nog niet in de bestaande regelgeving is geborgd.

### **Aanpassen regelgeving (EPG)**

In de huidige Energie Index (aan de hand waarvan het energielabel wordt bepaald) is nog weinig aandacht voor het beperken van energiegebruik voor zomerkoeling. Als een hogere labelklasse wordt gerealiseerd is de woning dus niet automatisch bestendig tegen hitte. Bij de nieuwe EPG zou daar meer aandacht aan geschonken kunnen worden (zie paragraaf 5.2.2)

## **5.2.2 Nieuwbouw**

### **Voorlichting aan stakeholders**

Zoals in eerder tekstkader is aangegeven staan stakeholders (architecten, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties etc.) niet stil bij het feit dat een deel van de energievraag in de winter zich gaat verplaatsen naar de zomer. Die voorlichting kan zich richten op het bewustzijn van de noodzaak tot hittebestendig bouwen met name bij partijen die daarin een rol kunnen vervullen. Denk daarbij aan de architect, gemeenten en leveranciers van bouwmaterialen en zonweringen. Daarnaast kan voorlichting betrekking hebben op het bieden van oplossingen zoals bijvoorbeeld in onderstaand tekstkader staan.

#### **Bestaande mogelijkheden om energievraag voor koelen te beperken**

##### **Beperk koelvraag**

Goede zonwering  
Zuidgeoriënteerd bouwen  
Goede isolatie  
Voldoende thermische massa  
Goede mogelijkheden voor natuurlijk nachtventilatie

##### **Pas duurzame koude toe**

Koude-/warmte-opslag in combinatie met warmtepompen  
Etcetera

### **Innovatie en proefprojecten (Lente-akkoord)**

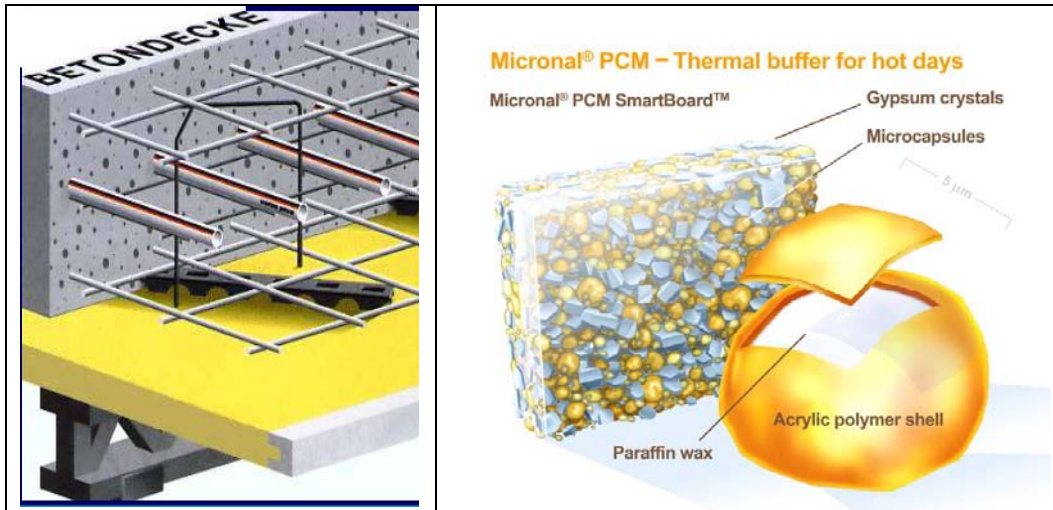
Naast voorlichting kan geïnvesteerd worden in nieuwe of hernieuwde technieken om de energievraag voor koeling te verminderen, of kunnen nieuwe concepten worden toegepast in proefprojecten. Daarbij kunnen bijvoorbeeld koelconcepten die nu al in de utiliteitsbouw voorkomen, geschikt gemaakt worden voor de woningbouw. Denk hierbij bijvoorbeeld aan betonactivering waarbij in het beton dunne waterleidingen lopen waarin continu water wordt gecirculeerd variërend (afhankelijk van warmte of koelbehoefte) tussen de circa 15 °C en 25 °C. In Figuur 11 is dit gevisualiseerd. Een voorbeeld van een techniek dat de laboratoriumfase is gepasseerd is de micronal PCM. Dit is een concept waarbij een muur is gevuld met microcapsules met paraffine (zie Figuur 11). Als het warm wordt smelt de paraffine, waardoor warmte uit de omgeving wordt onttrokken en als de temperatuur daalt, zal de paraffine weer vast worden en warmte afgegeven. Op deze manier wordt kunstmatig de thermische massa van de wand vergroot. Een derde voorbeeld van een innovatief concept is grondbuisventilatie. Daarbij wordt de verse lucht uit de omgeving geleid door een



buizenstelsel in de bodem waardoor deze eerst afkoelt voordat het in de woning wordt geblazen.

*Bij het beproeven en ontwikkelen van nieuwe energiezuinige concepten voor de koeling van de woning kan wellicht aangesloten worden bij de tien proefprojecten en het innovatieprogramma die in het kader van het klimaatakkoord tussen het Rijk en de VNG is afgesloten.*

Figuur 11 Innovatieve concepten (links: betonactivering, rechts: micronal PCM)



Bron: [www.vbi.nl](http://www.vbi.nl) en [www.basf.nl](http://www.basf.nl).

### **Aanpassen energie-efficiëntie regelgeving (EPG)**

De EPC en de EI zijn geïntroduceerd om het energiegebruik van verwarmings- en ventilatiesystemen in de respectievelijk nieuwe en bestaande woning te beperken. Deze rekenmethodieken zijn sterk gericht op het beperken van de energievraag van de woning in de winter. Dit enerzijds door isolatie en anderzijds door zuinige of duurzame installaties. Maatregelen op dit vlak zijn onderling uitwisselbaar. Minder goede isolatie kan bijvoorbeeld gecompenseerd worden met een zuinige ketel. Dit om een optimale vrijheid voor architecten en projectontwikkelaars te houden. Er zijn voorstanders van een minimale isolatiewaarde, aanvullend op de isolatienormen in het bouwbesluit, omdat met de huidige isolatietechnieken een veel betere isolatiegraad bereikt kan worden. Voor de hittebestendigheid van een gebouw zal minimale isolatiewaarde binnen de EPC ook gunstig zijn. Een goede isolatie houdt ook de warmte buiten. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat de isolatiegraad ook niet te hoog moet worden. Bij een zeer hoge isolatiewaarde kan wellicht de interne warmtelast voor verhitting van binnenuit de woning zorgen. Dat is geen probleem in de winter (dan zet je een raam open) maar wel in de zomer als buiten de temperatuur hoog wordt. Het is zaak om na te gaan of en in hoeverre dit een probleem kan vormen en bij welke isolatiegraad dat een rol speelt.



Op 1 januari wordt een wijzigingsblad toegevoegd aan de EPN (NEN 5128:2004/A1). Daarin is een maat voor de warmtebehoefte berekend en een maat voor de koudebehoefte. Verder is een vermogen van een fictieve koelinstallatie verondersteld. Hoe hoger de koudebehoefte, hoe meer energiegebruik van de koelinstallatie en hoe ongunstiger de EPC wordt. Op zich is deze methodiek een verbetering ten opzichte van de oude situatie waarin een temperatuuroverschrijdingsindicatie een negatief effect heeft op het zomercomfort, en een laag zomercomfort ongunstig is voor de EPC. In de oude situatie werd veel minder rekening gehouden met de koelvraag. Het wijzigingsblad is qua systematiek een verbetering, maar kan rekenkundig wellicht geoptimaliseerd worden. Daarbij kan meer rekening worden gehouden met toekomstige klimaatverandering (nu wordt afgestemd op het huidige klimaat). Het is een aanbeveling om hierover het gesprek aan te gaan met de ontwerpers van de systematiek, des te meer omdat deze ook overgenomen wordt in de EPG. De EPG staat voor Energie Prestatie Gebouwen en gaat in de toekomst de EPC en de EI vervangen (zie paragraaf 3.1). Daarbij is het te overwegen om minimale eisen te stellen aan energiezuinigheid in de winter en in de zomer. Anders is het uitwisselbaar en is het mogelijk dat de woning weinig energie gebruikt in de winter, maar in de zomer niet comfortabel is.

#### **Een label voor binnenmilieu**

Een andere optie is om oververhitting een plek te geven op een label voor binnenmilieu. Deze is in ontwikkeling als gevolg van de commotie rond een slecht binnenmilieu in energiezuinige woningen. Het gaat hier om een vrijwillig label. Het voorkomen van actieve koeling hoort - volgens de onderzoekers - echter beter thuis in de EPG omdat oververhitting direct raakt aan het energiegebruik in de woning en de EPG een verplicht karakter kent.





## 6 Samenvattende conclusies en aanbevelingen

Thans wordt in de gebouwde omgeving sterk ingezet op CO<sub>2</sub>-reductie met programma's en convenanten. Ondertussen verandert het klimaat en het is zeer waarschijnlijk dat deze zich de komende decennia doorzet. Aangezien gebouwen een levensduur van 50 tot 100 jaar hebben, is het dus zaak om bij beleid voor gebouwen nu al te anticiperen op klimaatverandering. De centrale vraag hierbij is of het huidige mitigatiebeleid de klimaatbestendigheid van gebouwen verslechtert en zo ja, welke mogelijke oplossingsrichtingen er zijn. Via een analyse op maatregelenniveau is deze vraag in dit onderzoek beantwoord. Hieronder zijn de conclusies en aanbevelingen opgenomen van deze analyse.

### **Klimaatverandering:**

- De mondiale temperatuur stijgt en het is zeer waarschijnlijk dat deze trend zich voortzet in de toekomst. Daardoor stijgt ook de zeespiegel.
- In Nederland zullen we vaker last krijgen van hete dagen, heftige regenval en droogte. Daarnaast zal het risico op overstromingen toenemen.
- Deze effecten kennen belangrijke nadelige gevolgen zoals een lagere productiviteit, meer hittegerelateerde sterfgevallen, een hoger energiegebruik door actieve koeling en schade aan de omgeving (inclusief gebouwen).

### **Maatregelniveau:**

- Er is sprake van veel synergie; weinig mitigatiemaatregelen op gebouwniveau zijn tegenstrijdig aan adaptatie en vice versa. Isolatie bijvoorbeeld zorgt ervoor dat 's winters de koude buiten blijft en zomers dat de warmte buiten blijft en is dus positief voor zowel mitigatie als adaptatie.
- Passieve zonne-energie kan een negatief effect op adaptatie hebben omdat de woning door de zoninstraling in de zomer teveel opwarmt. Door zuid-georiënteerd te bouwen en een goede beschaduwing kan dit effect worden tegengegaan.
- In dezelfde strekking heeft ook de toelating van daglicht een licht negatief effect hebben op adaptatie. Glas laat meer warmte door dan een stenen muur waardoor de woning in de zomer ook te veel kan opwarmen. Ook dit is tegen te gaan door zuid georiënteerd bouwen en of goede beschaduwing.
- De interne warmtelast is mogelijk een zorgpunt bij een hoge isolatiegraad. Dit kan zorgen voor verwarming van de woning van binnenuit, dat niet wenselijk is in de zomer. De aanbeveling is om na te gaan in hoeverre dit effect speelt en bij welke mate van isolatie.
- De belangrijkste adaptatiemaatregel die een negatief effect heeft op mitigatie is de actieve koeling, oftewel het gebruik van ventilatoren en airconditioning. Dit kan leiden tot extra elektriciteitsbehoefte van circa 11% tot 20% in de woning. Van belang is om dit te voorkomen.

## Beleidsniveau:

### *Bestrijden van wateroverlast:*

- Het bestrijden van wateroverlast is vaak regiospecifiek en een taak waarbij veel partijen betrokken moeten zijn (stedenbouwkundige, architecten, waterschappen en lokale overheden). Regiospecifieke problemen vragen om een regio-specifieke aanpak. Dit maakt gemeenten en waterschappen de sleutelorganisaties bij het bestrijden van wateroverlast.
- Bestrijden van wateroverlast raakt nauwelijks het gebouwniveau tenzij de woningen in risicogebieden (gebieden die incidenteel overstromen) gebouwd zijn. Daarnaast zijn de gevonden adaptatiemaatregelen niet strijdig aan mitigatie. Het onderzoek heeft zich daarom beperkt tot bovenstaande conclusie. Voor alle duidelijkheid houdt dat niet in dat op dit vlak geen adaptatiemaatregelen nodig zijn, maar alleen dat deze buiten de scope van het onderzoek vallen.

### *Bestrijden van hittestress:*

- De stakeholders (architecten, projectontwikkelaars, gemeenten woningcorporaties etc.) zijn zich nog weinig bewust van het feit dat een deel van de energievraag zich gaat verplaatsen van de winter naar de zomer, omdat het warmer wordt in Nederland. Voorlichting binnen deze groepen is dus van belang om dit bewustzijn te vergroten.
- Met betaalbare maatregelen zoals beschaduwen, zonwering, thermische massa en nachtventilatie kan het ook op warme dagen nog jarenlang comfortabel blijven in de woningen, zonder extra energiegebruik. Ook dit besef moet worden vergroot.
- Er moet bij renovatie en nieuwbouw sterk ingezet worden op maatregelen die synergie vertonen, waarvan de belangrijkste isolatie (vooral dakisolatie), thermische massa en nachtventilatie zijn. Dit draagt bij aan de klimaatbestendigheid van de woning. Ook dit punt moet via voorlichting onder de aandacht worden gebracht bij de stakeholders.
- Het verdient de aanbeveling om bij de uitvoerders van het convenant 'Meer met Minder' klimaatbestendigheid onder de aandacht te brengen en deze kennispunten bij hen te verspreiden. Hierbij gaat het namelijk om groot-schalige projecten, waarbij 500.000 woningen zijn betrokken.
- Op termijn gaat de EPG de EPC en de EI vervangen. Het is zaak om daarin het energiegebruik voor actieve koeling van de woning goed mee te wegen. Daar is thans wel aandacht voor, maar dat is nog niet toereikend volgens deskundigen. Bovendien wordt er gerekend met huidige temperaturen en wordt er geen rekening gehouden met toekomstige klimaatverandering. De EPG is thans voorlopig vastgesteld in een conceptnorm (NEN 7120) en is ter becommentariëring openbaar gemaakt. De aanbeveling is om op korte termijn hierover contact op te nemen met de ontwerpers van de NEN 7120.
- Als actieve koeling nodig is, dan zijn er (beperkte) mogelijkheden voor duurzame concepten zoals warmtepompen in combinatie met koude warmte opslag. Daarom moet verder worden ingezet op innovatieve concepten zoals betonactivering en micronal PCM voor hittebestrijding in gebouwen. Dit kan



wellicht een plek krijgen in het klimaatakkoord tussen het Rijk en de VNG, waarvan tien proefprojecten en een innovatieprogramma deel uitmaken.



## Literatuurlijst

### **ARK, 2008**

<http://www.programmaark.nl/default.aspx>  
geraadpleegd op 27-9-2008

### **Cement & Beton Centrum, 2007**

Thermische massa voor energiezuinige gebouwen  
Den Bosch : Cement & Beton Centrum, 2007

### **Dorland et al., 2008**

R. van Dorland, B. Jansen, W. Dubelaar-Versluis (red.)  
De staat van het klimaat; actueel onderzoek en beleid nader verklaart  
De Bilt/Wageningen : PCCC, 2008

### **IPCC, 2007**

R.K., Pachauri, A. Reisinger (Core Writing Team (eds)  
Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and  
III to the Fourth Assessment  
Report of the Intergovernmental Panel on Climate  
Geneva : IPCC, 2007

### **Kwadijk et al., 2006**

J. Kwadijk (WL), F. Klijn (WL), M. van Drunen (IVM)  
Routeplanner naar een klimaatbestendig Nederland; Nulmeting  
Gouda : CURNET, 2006

### **KNMI, 2007**

Toelichting op het IPCC rapport  
[www.knmi.nl/kenniscentrum/ipcc\\_2007](http://www.knmi.nl/kenniscentrum/ipcc_2007)  
geraadpleegd op 22-9-2008

### **Kennis voor Klimaat, 2008**

<http://www.kennisvoorklimaat.nl/nl/25222743-Hotspots.html>  
geraadpleegd op 15-9-2008

### **Klimaat voor Ruimte, 2008**

<http://www.klimaatvoorruimte.nl/pro1/general/start.asp?i=0&j=0&k=0&p=0>  
geraadpleegd 27-9-08

### **MNP, 2007**

Klimaat effecten voor Nederland: grootste opgave ligt bij rivieren  
[www.mnp.nl/nl/publicaties/2007/IPCCWGIIItweededeel4thAssessmentReports.html](http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2007/IPCCWGIIItweededeel4thAssessmentReports.html)  
geraadpleegd op 21-9-2008

**Salcedo Rahola et al., 2008**

B. Salcedo Rahola (TU Delft), P. van Oppen (SBR) , K. Mulder (TU Delft)  
Heat in the city; an inventory of knowledge and knowledge deficiencies regarding  
heat stress in Dutch cities and options for its mitigation  
Delft : TU Delft, 2008

**Schubert et al., 2006**

R. Schubert, H.-J. Schellnhuber, N. Buchmann, et al  
The future Oceans Warming Up, Rising High, Turning Sour  
Berlin : German Advisory Council on Global Change (WBGU), 2006

**Three Regions Climate Change Group, 2008**

Your home in a changing climate : retrofitting existing homes for climate change  
impacts  
London : The greater London authority, 2008

