

Werken aan een hittebestendige stad

Een handreiking met oplossingen voor problemen met hoge temperaturen in de stad

Maastricht, 26 september 2011

Inhoud

Inhoud	2
1. Inleiding	3
Aanleiding	3
Doelstelling	3
2. Temperatuurgerelateerde effecten	4
Hitte-eiland effect	4
Definiëring effecten van belang	5
3. Maatregelen	6
Kwetsbaarheid van de stad	6
Harde en zachte maatregelen	6
Individueel of collectief	6
Niveaus waarop maatregelen betrekking hebben	7
Overzicht maatregelen	7
4. Keuze van de maatregelen	9
Proces	9
Stap 0: Handreiking toepassen?	9
Stap 1: Vaststellen niveau van ontwikkeling	10
Stap 2: Bepalen relevante sectoren	11
Stap 3: Selectie van effecten	11
Stap 4: Samenstellen maatregelenpakket	12
5. Toepassing van de handreiking	13
Inleiding	13
Structuurvisie Maastricht	13
Stedenbouwkundig plan Kazerneterrein Blerick (gemeente Venlo)	15
Multifunctionele accommodatie De Dobbelsteen te Sittard	16
Evaluatie eerste toepassing Handreiking	17
Bijlage 1: Overzicht deelnemers kennis- en werksessie	
Bijlage 2: Geraadpleegde literatuur	
Bijlage 3: Tabel overzicht temperatuurgerelateerde effecten in de stad	
Bijlage 4: Overzicht harde maatregelen	

1. Inleiding

AANLEIDING

Alhoewel veel Limburgers alleen al bij de gedachte aan warm weer prettige vakantiegevoelens zullen krijgen, kunnen hoge temperaturen ook een schaduwzijde hebben. Hitte kan immers leiden tot meer agressie, een lagere arbeidsproductiviteit en een toename van gezondheidsproblemen. Vooral oudere en zieke mensen lopen daarbij risico op versneld overlijden. Dit is in de zomer van 2010 pijnlijk duidelijk geworden. Uit CBS-onderzoek is gebleken dat in de warme periode van 23 juni 2010 tot 12 juli 2010 naar schatting 500 mensen meer zijn overleden dan normaal in Nederland. De gemiddelde maximumdagtemperatuur was in deze periode met ongeveer 28 graden ruim 6 graden hoger dan normaal.

In steden kan de temperatuur aanzienlijk hoger liggen dan in het omringende platteland. Dit komt door het zogenaamde hitte-eilandeffect. Het hitte-eiland effect is vooral in de avond en het 's nachts van belang. Het omringende platteland koelt dan sneller af dan de stad omdat de geometrie van de stad ervoor zorgt dat de warmte niet goed uit kan stralen naar de ruimte erboven. Daarnaast wordt door opwarming van gebouwen, bestrating en verhardingen overdag meer warmte geborgen dan in de groenere omgeving. Uit onderzoek blijkt dat hierdoor in binnensteden de temperatuur in avond en nacht 8 °C hoger kan zijn dan in het omringende platteland. Dit geldt ook voor grote Limburgse steden.

Aangezien problemen rondom hitte zich door het hitte-eilandeffect versterkt in steden afspelen, is de handreiking 'Werken aan een hittebestendige stad' opgesteld. In voorliggende handreiking zijn praktische oplossingen opgenomen voor de hitteproblematiek in de stad. Daarbij is overigens steeds gezocht naar maatregelen die ook op andere vlakken kunnen zorgen voor een verbetering van de leefbaarheid in steden. Zo kunnen groene daken bijvoorbeeld niet alleen voor verkoeling zorgen tijdens warme dagen, maar kunnen ze ook voordelen bieden voor de beurs (lagere energielasten) en de beleving van de buurt. Ook ligt er een koppeling met de Limburgse krimpproblematiek doordat de sloop van woningen gecombineerd kan worden met het aanleggen van verkoelende groenstroken en waterelementen.

DOELSTELLING

Het doel van de handreiking 'Werken aan een hittebestendige stad' is om de Limburgse gemeenten en de Provincie zelf, maatregelen aan te reiken voor de problemen die kunnen optreden door hoge temperaturen in de stad. De maatregelen hebben betrekking op de volgende niveaus:

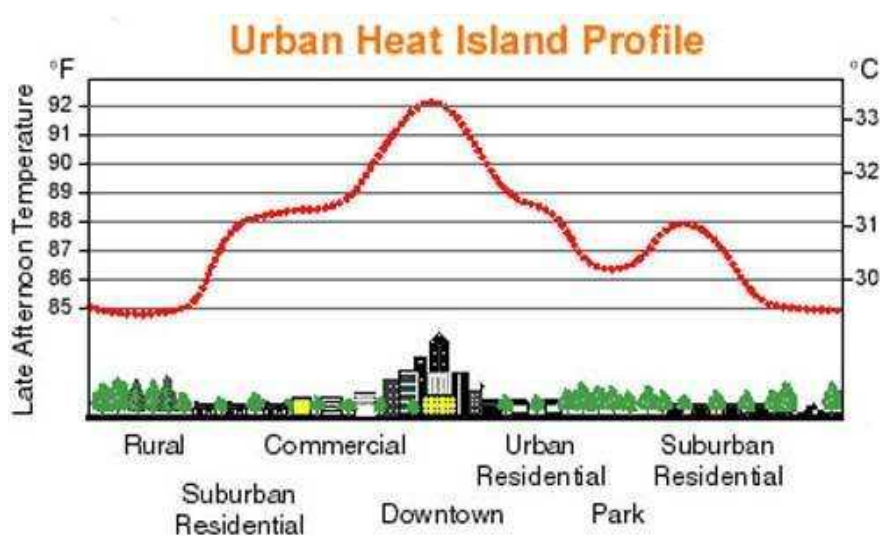
- abstract niveau, algemeen voor Limburg;
- structuurvisieniveau;
- bestemmingsplanniveau;
- stedenbouwkundigplanniveau;
- gebouwniveau.

In de handreiking 'Werken aan een hittebestendige stad' worden achtereenvolgens de volgende onderwerpen behandeld: beschrijving van de effecten van hitte in de stad, overzicht van mogelijke maatregelen, aanbevelingen over toepassing van maatregelen en de resultaten van een drietal Limburgse cases waarin de handreiking is toegepast.

2. Temperatuurgerelateerde effecten

HITTE-EILAND EFFECT

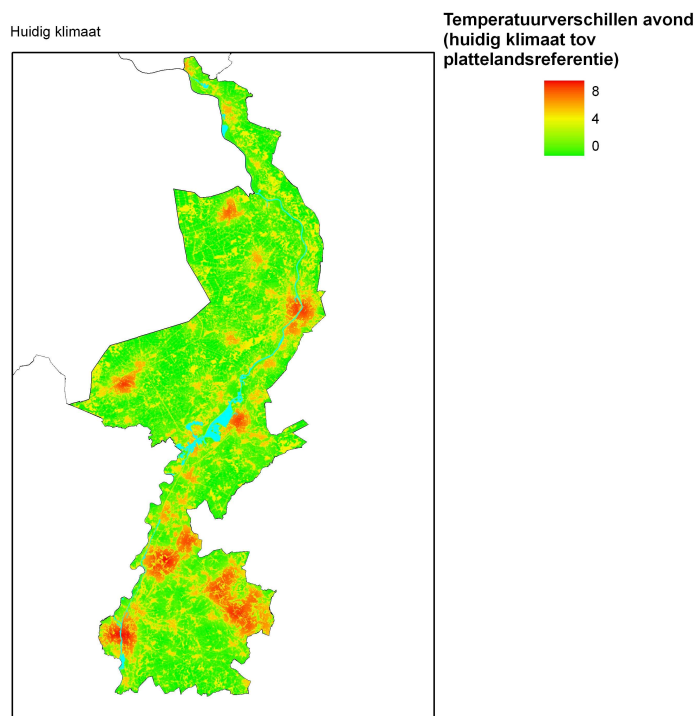
Het hitte-eiland effect (oftewel Urban Heat Island (UHI)) effect is het fenomeen dat boven steden de temperatuur aanzienlijk hoger kan zijn dan boven het omringende platteland, zoals in figuur 2.1 is aangegeven.



Figuur 2.1: Verloop temperatuur in relatie tot stedelijke inrichting

Het UHI is vooral in de avond en 's nachts van belang. Het omringende platteland koelt dan sneller af dan de stad omdat de geometrie van de stad ervoor zorgt dat de warmte niet goed uit kan stralen naar de ruimte erboven. Daarnaast wordt door opwarming van gebouwen, bestrating en verhardingen overdag meer warmte geborgen dan in de groenere omgeving.

Op basis van metingen van temperatuurverschillen tussen binnenstad en omgeving en deze te vergelijken met verschillen in stadskenmerken is door Alterra-WUR een formule afgeleid:
$$UHI = 0,04 * \% \text{ stadsdichtheid in straal van } 1,5 \text{ km} - 0,04 * \% \text{ groen per hectare.}$$
Vervolgens is met behulp van deze formule een kaart van Limburg gegeneerd met daarop de temperatuurverschillen tussen stedelijk en landelijk gebied tijdens de avond/nacht. De kaart is op figuur 2.2 weergegeven. Op deze kaart is zichtbaar dat in de binnensteden de temperatuur in avond en nacht 8 °C hoger kan zijn dan in het omringend platteland.



Figuur 2.2: Kaart met berekende UHI-effect in Limburg (bron: lit. 7)

DEFINIËRING EFFECTEN VAN BELANG

In bijlage 3 is een overzicht weergegeven van de temperatuurgerelateerde effecten in de stad, die relevant zijn voor het nemen van maatregelen. Deze lijst is samengesteld op basis van:

- de kennissessie met een aantal experts, die ten behoeve van het samenstellen van deze handreiking is georganiseerd (bijlage 1);
- inventarisatie van recente publicaties (bijlage 2).

Tevens is voor het samenstellen van deze lijst een aantal deskundigen van Grontmij geraadpleegd op het gebied van wegbouwkunde, kunstwerken en rail-infrastructuur.



3. Maatregelen

KWETSBAARHEID VAN DE STAD

De mate waarin hitte impact heeft op een stad wordt uiteindelijk bepaald door de kwetsbaarheid van een gebied. De kwetsbaarheid bepaalt de uiteindelijke schade die de effecten aanrichten. Hoe meer de stad bestand is tegen de temperatuur effecten hoe temperatuurobuuster deze is.

De kwetsbaarheid van de stad kan gekoppeld worden aan vier zogenaamde 'capaciteiten' of 'vermogens' om die kwetsbaarheid te beperken: de structurele capaciteit, de schadereductiecapaciteit, de herstelcapaciteit en de adaptieve capaciteit. De mate waarin samenlevingen invulling geven aan deze vier capaciteiten bepaalt de mate van kwetsbaarheid van een gebied en dus de mate van temperatuurobuustheid. Dit concept, dat ontwikkeld is door Rutger de Graaf van de TU Delft is toegepast in het boek 'Waterrobuust bouwen' om maatregelen te kiezen om een gebied waterrobuust te maken. Analoot aan deze benadering is in deze handreiking gekozen voor de volgende indeling van maatregelen:

1. maatregelen om negatieve effecten te voorkomen (structurele capaciteit);
2. maatregelen om negatieve effecten te beperken (schadereductiecapaciteit);
3. maatregelen om aangepast gedrag te faciliteren (adaptieve capaciteit);
4. maatregelen om positieve effecten te benutten (benuttingscapaciteit).

De herstelcapaciteit is voor temperatuurgerelateerde effecten nauwelijks relevant, omdat in tegenstelling tot watergerelateerde effecten, nauwelijks sprake is van schade, die hersteld kan worden. Daarom is deze categorie in deze handreiking niet meegenomen. Wel is de vierde categorie 'benuttingscapaciteit' toegevoegd, omdat deze handreiking ook wil ingaan op kansen van hoge temperaturen.

HARDE EN ZACHTE MAATREGELLEN

Voor het omgaan met effecten kunnen zowel 'harde' als 'zachte' maatregelen worden genomen. Harde maatregelen zijn ingrepen in de fysieke omgeving en vaak permanent. Zachte maatregelen hebben betrekking op planning of gedragsbeïnvloeding en zijn meer voorwaarde scheppend. Als zachte maatregelen worden gerealiseerd is er nog geen garantie dat temperatureffecten worden beïnvloed, maar zij stimuleren wel temperatuurobuust handelen.

De maatregelen in het overzicht zijn ingedeeld in harde en zachte maatregelen, zodat de gebruiker van de handreiking zelf een optimale mix kan samenstellen.

INDIVIDUEEL OF COLLECTIEF

De maatregelen zijn ook ingedeeld naar individueel of collectief. Individuele maatregelen hebben betrekking op gebouwen en personen en hun directe omgeving. Collectieve maatregelen zijn gericht op wijken, steden, regio's of de hele provincie.

NIVEAUS WAAROP MAATREGELN BETREKKING HEBBEN

Deze handreiking beschrijft de maatregelen, die op de volgende niveaus genomen kunnen worden:

- abstract niveau, algemeen voor Limburg;
- structuurvisieniveau;
- bestemmingsplanniveau;
- stedebouwkundigplanniveau;
- gebouwniveau.

De meeste maatregelen zijn niet beperkt tot 1 niveau en kunnen op meer niveaus worden toegepast. Daarom is het niet zinvol maatregelen per niveau te formuleren. Wel kunnen de bovengenoemde indelingen (hard versus zacht en individueel versus collectief) benut worden bij de selectie van maatregelen bij een bepaald niveau. Het verband kan als volgt worden weergegeven:

Tabel 3.1: Verband tussen niveau van planvorming en kenmerken van de maatregelen

abstract niveau (Provinciale beleidsplannen)	nadruk op zachte maatregelen	nadruk op collectieve maatregelen	meer sectoren
Gemeentelijke beleidsplannen	↓	↓	↓
Structuurvisie	↓	↓	↓
Stedebouwkundig plan Bestemmingsplan	↓	↓	↓
Gebouw	nadruk op harde maatregelen	nadruk op individuele maatregelen	één of enkele sector(en)

OVERZICHT MAATREGELN

In tabel 3.2 is een overzicht van de zachte maatregelen weergegeven. In bijlage 4 is een overzicht van de harde maatregelen weergegeven. Voor het samenstellen van de tabellen zijn dezelfde bronnen gebruikt als voor de lijst met effecten:

- de kennissessie met een aantal experts, die ten behoeve van het samenstellen van deze handreiking is georganiseerd (bijlage 1);
- inventarisatie van recente publicaties (bijlage 2).

De zachte maatregelen zijn alleen voorwaarde scheppend en derhalve niet verder uitgewerkt. De inhoudelijke invulling komt van de harde maatregelen. Bij harde maatregelen is een korte beschrijving weergegeven wat onder de betreffende maatregel wordt verstaan.

Daarnaast is aangegeven wat de ervaring is met toepassing van de maatregelen (voor zover bekend) en wat de aandachtspunten (voor- en nadelen) zijn bij realisatie van de maatregelen.

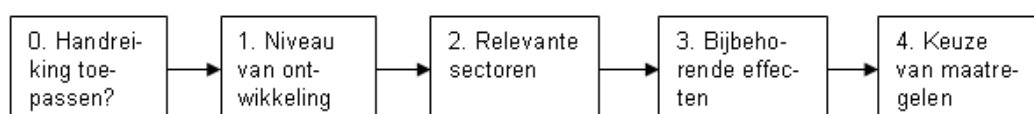
Collectieve zachte maatregelen	Individuele zachte maatregelen
hitteplan	vergroten bewustzijn temperatuurgerelateerde effecten
aanpassen bouwvoorschriften	stimuleren aangepast gedrag
hitte maatregelen meenemen in aanbestedingen	voorlichting maatregelen in huis
richtlijnen aanplant en beheer groen	hitte maatregelen in bedrijfsnoodplan (zorginstellingen)
hitte risicokaarten	verbeterde toegang tot medische zorg
richtlijnen huisartsen en specialisten	ondersteuning mantelzorg
publieksvoorlichting infectieziekten	legionella bestrijdingsplan
kennisoverdracht uit mediterrane landen	
weeralarm	
smogwaarschuwing	
pollen verwachting en -waarschuwing	
voorlichting risico's recreatie	
provinciaal smog draaiboek	
handreiking met maatregelen	
wetgeving aanpassen	
onderzoek naar kennishiaten	
voorlichtingscampagne	

Tabel 3.2: Overzicht zachte maatregelen

4. Keuze van de maatregelen

PROCES

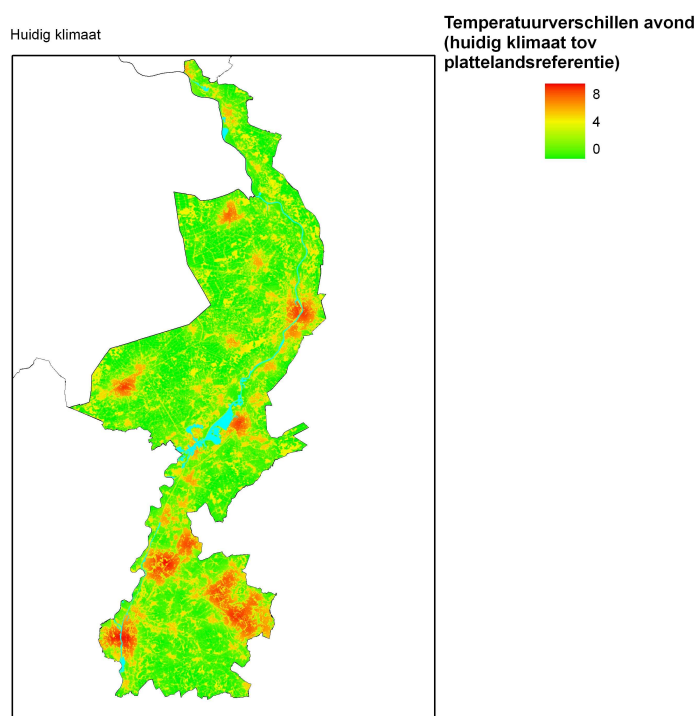
Het proces om te komen tot een geschikt maatregelenpakket voor een specifieke situatie verloopt in vijf stappen:



De vijf stappen worden hieronder verder toegelicht.

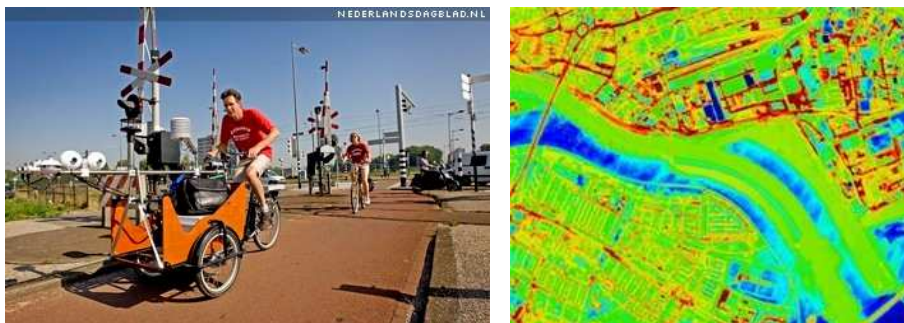
STAP 0: HANDREIKING TOEPASSEN?

Voordat men deze handreiking gaat toepassen in een concrete casus kan men zich afvragen of er voor de onderhavige specifieke situatie sprake is van de hittestress problematiek. Hiervoor kan onderstaande kaart gebruikt worden:



Figuur 4.1: Kaart met berekende UHI-effect in Limburg (bron: lit. 7)

Wil men een diepere analyse maken van de hittestressproblematiek ter plaatse dan kan men praktijkmetingen op de grond verrichten (figuur 4.2) of gebruik maken van satellietbeelden.



Figuur 4.2: metingen UHI aan de grond en met satellietbeelden

Het resultaat van deze stap is een go/no go beslissing om wel/niet de vervolgstappen uit voorliggende handreiking te doorlopen.

STAP 1: VASTSTELLEN NIVEAU VAN ONTWIKKELING

Doel van de handreiking is om in een zo vroeg mogelijk stadium van planvorming reeds rekening te houden met temperatuurgerelateerde effecten en het nemen van maatregelen te stimuleren. Het hoogste niveau (vroegste stadium van planvorming) is het abstracte niveau van de gehele provincie, ofwel het niveau van beleidsplannen. Maatregelen op dit niveau zullen vooral bestaan uit zachte maatregelen, collectief van aard zijn en betrekking hebben op meer sectoren (zie tabel 3.1). Op de daaropvolgende niveaus zal het maatregelenpakket steeds meer uit harde maatregelen bestaan, individueel van aard zijn en betrekking hebben op minder sectoren.

Duidelijke richtlijnen zijn hiervoor niet te geven, dus van geval tot geval zal moeten worden bepaald hoe dit evenwicht ligt. Echter het niveau van de planvorming bepaalt wel aan welke kant van de schaal de nadruk ligt. Daarom wordt als eerste stap vastgesteld op welke fase van planvorming het maatregelenpakket van toepassing is. Onderscheid wordt gemaakt in:

- | | |
|---|---|
| ■ abstract niveau, algemeen voor Limburg: | Provincie verantwoordelijk |
| ■ beleidsplan of structuurvisieniveau: | Provincie of gemeente verantwoordelijk |
| ■ bestemmingsplanniveau: | gemeente of Provincie ¹ verantwoordelijk |
| ■ stedenbouwkundigplanniveau: | gemeente verantwoordelijk |
| ■ gebouwniveau: | gemeente of initiatiefnemer verantwoordelijk |

¹ In enkele gevallen kan de Provincie zelf een bestemmingsplan opstellen (inpassingplan)

Daarnaast wordt in stap 1 een korte beschrijving van de gebiedsontwikkeling gemaakt om te kunnen bepalen welke functies (sectoren) van toepassing zijn.

Het resultaat van stap 1 is een korte beschrijving van het plan of gebiedsontwikkeling met het niveau dat van toepassing is.

STAP 2: BEPALEN RELEVANTE SECTOREN

Het optreden van temperatuureffecten is afhankelijk van het gebruik en dus functie van een gebied. Om tot een selectie van effecten te komen zal dus eerst vastgesteld moeten worden voor welke functies het gebied, plan of gebouw gebruikt gaat worden. Hiervoor is onderscheid gemaakt in de volgende sectoren:

- zorgsector: zorginstellingen, zoals ziekenhuizen, verpleeg- en verzorghuizen, maar ook woonwijken met relatief veel ouderen en seniorenwoningen;
- recreatiesector: recreatiegebieden, zwembad, voorzieningen voor buitenrecreatie, fiets- en wandelpaden, terrassen bij horeca gelegenheden;
- economie sector: bedrijventerreinen, kantoorgebouwen en bouwplaatsen of andere locaties voor buitenwerk;
- sociale sector: woonwijken en gebouwen met maatschappelijke functies;
- energievoorziening: energiecentrales, locaties voor duurzame energie opwekking;
- infrastructuur: wegen en spoorwegen;
- natuur en groen in de stad: bermen en groenvoorzieningen, stadsparken en landgoederen.



In veel gevallen zal sprake zijn van combinaties van sectoren, omdat een gebied of gebouw meer functies krijgt. Het is belangrijk om zich niet te laten beperken tot de bestemming van een gebied of gebouw, maar de selectie van sectoren ruim toe te passen, zodat geen belangrijke effecten over het hoofd worden gezien.

Het resultaat van stap 2 is een lijst met de van toepassing zijnde sectoren bij de gebiedsontwikkeling.

STAP 3: SELECTIE VAN EFFECTEN

Na bepalen van de relevante sectoren, die van toepassing zijn op de gebiedsontwikkeling worden in stap 3 de effecten geselecteerd, die kunnen optreden bij de voorgenomen functies en het gebruik van gebied. In eerste instantie kan vanuit bijlage 3 worden afgeleid welke effecten bij de van toepassing zijnde sectoren allemaal op kunnen treden. Vervolgens kunnen per sector de effecten, die niet relevant zijn bij het daadwerkelijk voorgenomen gebruik worden weggestreept. Bijvoorbeeld als op een bedrijventerrein alleen kantoren zijn gevestigd en geen industriële bedrijven, dan is het effect 'beperking koelwaterlozing industrie' niet van toepassing op de betreffende situatie.

Het resultaat van stap 3 is een lijst met mogelijk optredende effecten bij realisatie van de gebiedsontwikkeling

STAP 4: SAMENSTELLEN MAATREGELENPAKKET

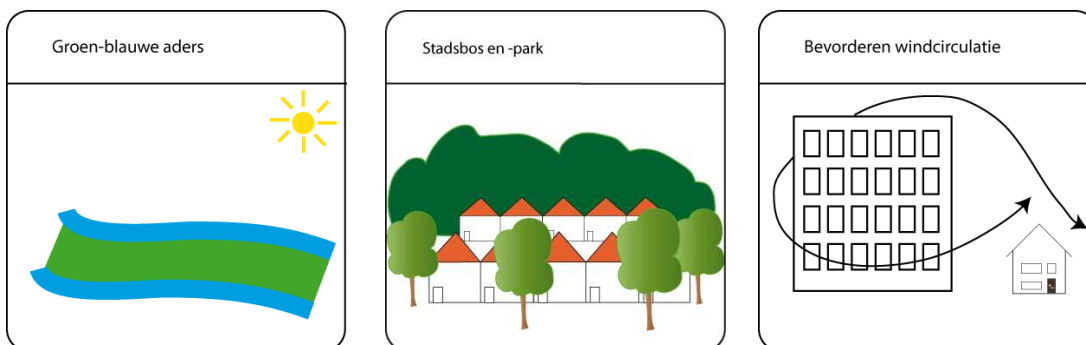
In bijlage 3, het overzicht van effecten is per effect eveneens aangegeven welke harde maatregelen genomen kunnen worden om de effecten aan te pakken. De nummers verwijzen naar bijlage 4. Zachte maatregelen hebben weinig beperking in toepassingsmogelijkheden en kunnen voor diverse effecten worden ingezet. Harde maatregelen zijn echter meer verbonden met effecten en daarom meer specifiek inzetbaar.

In stap 4 worden eerst op basis van het overzicht van mogelijk optredende effecten (output stap 3) alle mogelijke harde en zachte maatregelen geselecteerd. Per effect kan met behulp van bijlage 3 deze selectie worden gemaakt. Vervolgens wordt uit het samengestelde overzicht een keuze gemaakt voor de meest geschikte maatregelen. Criteria, die bij deze keuze van belang zijn:

- helpen de maatregelen tegen één of meer effecten?
- is er al ervaring met toepassing van de maatregelen en hoe ligt de kosten/baten verhouding?
- kunnen de voordelen worden benut?
- kunnen de nadelen worden voorkomen?
- in hoeverre kan de maatregel worden geborgd of worden afgedwongen?
- Welke capaciteit wordt aangesproken? (structureel, schadereductie, adaptatie of benutting)

De gekozen maatregelen vormen gezamenlijk het maatregelenpakket voor de verantwoordelijke instantie.

Het resultaat van stap 4 is een op de situatie toegesneden maatregelenpakket.



Figuur 4.3: voorbeelden van harde maatregelen

5. Toepassing van de handreiking

INLEIDING

Om ervaring op te doen met toepassing van de handreiking zijn op 3 december 2010 en 28 januari 2011 twee werksessies gehouden, waarin de volgende cases zijn behandeld:

- structuurvisie Maastricht;
- stedenbouwkundig plan kazerneterrein Blerick (gemeente Venlo);
- multifunctionele accommodatie De Dobbelsesteen te Sittard.

De deelnemers aan de werksessies zijn weergegeven in bijlage 1. Tijdens de werksessies is na een korte toelichting op de betreffende plannen de handreiking gebruikt om maatregelen te formuleren. De resultaten zijn hieronder per case weergegeven.

STRUCTUURVISIE MAASTRICHT

Voor het hele grondgebied van Maastricht zal in 2011 een structuurvisie worden gemaakt. Omdat deze betrekking heeft op een gebied met diverse functies zal deze betrekking hebben op alle in deze handreiking genoemde sectoren.

Belangrijke gemeentelijke redenen om de structuurvisie op te stellen zijn, naast de wettelijke verplichting, nieuwe uitdagingen in de stadsontwikkeling:

- demografisch en financieel: een aantal ontwikkelingen wordt pas later gerealiseerd met als gevolg meer tijdelijke problematiek zoals leegstand en braakliggend terrein;
- klimaatverandering (hittestress, meer stortbuien, hoogwaterafvoer Maas, groene oases en waterbekkens noodzakelijk) en duurzaamheid (energietransitie, CO₂-reductie, toekomstbestendigheid).

Het ambitieniveau voor de stad is vastgelegd in de Stadsvisie 2030:

- kennisstad, cultuurstad, woonstad;
- inwoneraantal stabiliseren op 120.000.



Doel van de structuurvisie is bij te dragen aan deze ambities en ook dient getoetst te worden wat het betekent voor de structuurvisie als de ambities (gedeeltelijk) niet worden gehaald. Verder dient ingespeeld te worden op de nieuwe uitdagingen en dient een nieuw elan voor stadsontwikkeling te ontstaan. Het proces is iteratief, transparant en moet leiden tot integreren van beleid.

De eerste stap in de structuurvisie is het uitwerken van bouwstenen op de volgende onderwerpen:

- mobiliteit en milieu;
- klimaat, water en groen;
- maatschappelijke voorzieningen;
- wonen;
- economie;
- kennis;
- duurzaamheid.

Het plangebied is het grondgebied van de gemeente Maastricht, maar er wordt ook gewerkt vanuit een analyse op regionaal niveau en de regionale agenda. Alleen beleidsontwikkelingen met ruimtelijke relevantie worden meegenomen.

Omdat behoefte is aan een altijd zo actueel mogelijke structuurvisie zal deze modulair van opbouw zijn. Daardoor is deze gemakkelijk te actualiseren en ontstaat ruimte voor deelvormingen in een later stadium.

Tegen deze achtergrond zijn in een werksessie op 3 december 2010 de stappen uit de handreiking voor de case Maastricht doorlopen (zie voor deelnemers werksessie bijlage 1).

Op dit niveau van structuurvisie speelt vooral aanpak van de secundaire effecten een rol.

Het Urban Heat Island effect speelt zeker in Maastricht. Overwogen wordt dit nog beter in beeld te brengen met radarbeelden. TNO heeft hiervoor een voorstel gedaan. Maastricht zal TNO vragen dit uit te voeren om de politiek beter te kunnen voorzien van informatie over dit effect. Eventueel zullen enkele andere gemeenten in Limburg aanhaken.

Uit de discussie naar aanleiding van de tabel met maatregelen tegen het Urban Heat Island Effect komen de volgende opties voor Maastricht naar voren:

- bij herstructurering van wijken komt ruimte vrij, die voor groene invulling kan worden benut;
- bij vervangen van portiekflats door laagbouw wordt de oppervlakte met woningen groter. Compenseren door bijvoorbeeld groene daken (mogelijk te regelen in bestemmingsplan);
- beekgebied in noordoosten van de stad is nu al een koel toevluchtsoord in warme zomers voor de omliggende wijk. Door herinrichting kan deze verkoelende functie worden geoptimaliseerd en daarmee een functie voor de hele stad krijgen (koeltepark);
- bomen op pleinen en witte of lichte bebouwing worden vaak tegen gehouden door welstand. Dit kan opgelost worden door welstand actief te betrekken bij klimaatadaptatie beleid;
- Oost Maarland is een potentiële zwemlocatie, maar heeft veel overlast door blauwalgen. Meer doorstroming van oppervlaktewater is hier nodig, te regelen via de regionale agenda. Als de keuze wordt gemaakt dit gebied meer geschikt te maken voor zwemlocatie, dan dient ook de ontsluiting van het gebied geschikt te zijn voor grote toestroom bezoekers tijdens warme dagen.

STEDENBOUWKUNDIG PLAN KAZERNETERREIN BLERICK (GEMEENTE VENLO)

Op het voormalig kazerneterrein te Blerick zijn plannen voor het bouwen van een voetbalstadion met diverse andere functies, diverse gebouwen van (Hoge-)scholen, een casino, kantoorfuncties en een park langs de Maas. Langs de spoorlijn zijn plannen voor een fiets-/wandelboulevard voor een snelle verbinding met het centrum van Venlo. De gemeente is zelf geen investeerder in het gebied. Initiatief ligt bij andere partijen, maar gemeente wil wel haar invloed uitoefenen om het plan te optimaliseren. Er loopt nu een opdracht voor Cradle-to-Cradle (C2C) optimalisatie van het plan vanuit de ambitie van de gemeente Venlo om in te zetten op C2C bij alle grote gebiedsontwikkelingen. Achtergrondinformatie over dit plan is te vinden op http://www.venlo.nl/wonen_milieu/Documents/MER%20Kazernekwartier/De%20Lijnstad%20Kazernegebied.pdf.



Met behulp van de handreiking en de lijst van harde maatregelen kwamen tijdens een werksessie op 28 januari 2011 (zie voor deelnemers werksessie bijlage 1) de volgende suggesties naar voren ter beperking van temperatuurgerelateerde effecten (nummers verwijzen naar betreffende maatregelen in de tabel):

- C 2.7 Stromend oppervlaktewater: de Maas kan benut worden, maar de verkoeling werkt gemiddeld tot een afstand van circa 35 meter. Dus voor het bebouwde gebied is deze werking beperkt (aanleg van hogere kade langs de Maas is tevens noodzakelijk en behoeft vanuit dit oogpunt geen aanpassing). Voor het aan te leggen park langs de Maas kan de verkoelende werking wel goed benut worden. Bij de inrichting van het park kan er rekening mee worden gehouden dit verkoelende effect optimaal te benutten.
- C2.10 Oriëntatie bebouwing: vorm van gebouw van Casino kan benut worden om inval van zonlicht in zomer te beperken (gebouw creëert gedeeltelijk eigen schaduw). Ook overhangende dakranden (I 1.6) en extra zonwering (I 2.7) kunnen worden ingezet om zomerse koelbehoefte in de gebouwen te beperken.
- I 2.9 Materialen met lage warmte capaciteit en hoge reflectie: door gebouwen een lichte kleur te geven kan tevens voldaan worden aan de ambities om gebouwen een extra uitstraling te geven. Gebruik (bio)composieten voor gevelplaten is een nieuwe ontwikkeling. Deze hebben een aanzienlijk lagere warmte capaciteit dan beton. Wellicht is dit ook hier toepasbaar. Heeft wel vergaande consequenties voor het verwarmings- en koelingsconcept, omdat er minder betonmassa kan worden geactiveerd.
- C2.9 Verhardingen met hoge reflectie: ook voor verhardingen kunnen lichte kleuren worden gebruikt.
- C2.5 Grasvelden: asfalt van het huidige evenemententerrein (momenteel vergunning om dit deel tijdelijk geasfalteerd te hebben) zal na afloop vergunningperiode weer worden vervangen door gras.
- C3.2 t/m C3.4: vanuit de C2C principes wordt alle neerslag in het gebied hergebruikt. Dit water kan worden ingezet voor diverse verkoelende maatregelen, maar belangrijk aandachtspunt is stilstaand water te voorkomen in verband met risico's van o.a Legionella en muggenoverlast.
- C1.1 en C1.2: bij de Floriade worden diverse voorbeelden van functioneel groen getoond. Voorbeelden van verkoelende beplanting en beplanting, die geen allergenen produceert kunnen bij aanleg van het park langs de Maas worden ingezet.

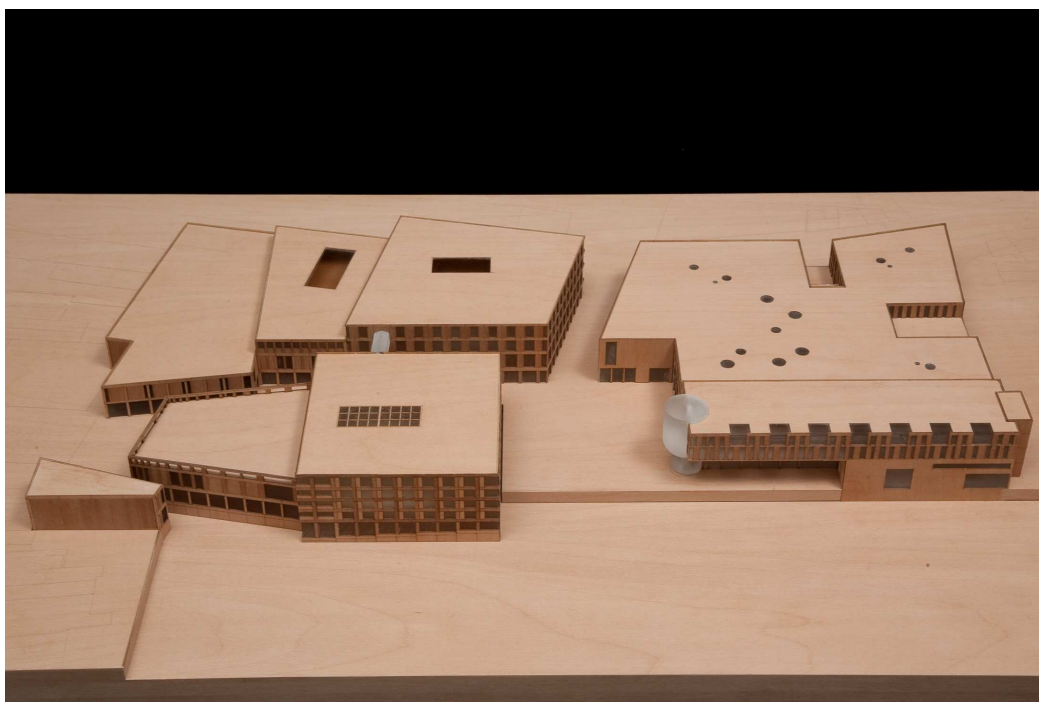
- C3.8 hittebestendige fietsroute: kan worden toegepast op fiets- en wandelboulevard. Onduidelijk is nog of fietsroutes met veel schaduw gemiddeld over het jaar minder aantrekkelijk zijn. Combinatie met bescherming tegen wind (zoals bij fietssnelwegen elders is toegepast) kan oplossing bieden
- C 4.2: Mediterrane beplanting: vanuit C2C ambitie wordt juist ingezet op groen, dat past bij het oorspronkelijk landschap. Klimaatverandering kan een impuls zijn hier anders mee om te gaan

Vervolg/verankering van de maatregelen:

Bovengenoemde suggesties kunnen worden meegenomen bij het opstellen van de ontwerprichtlijnen. De handreiking kan daarvoor worden ingebracht voor behandeling in de C2C werkgroep voor het gebied, zodat deze samen met de C2C adviezen kunnen worden aangereikt aan de ontwerpende partijen. Daarnaast wordt het advies meegenomen om de GGD te betrekken in dit stadium van de planvorming.

MULTIFUNCTIONELE ACCOMMODATIE DE DOBBELSTEEN TE SITTARD

De Dobbelsteen is een project van in totaal 4 gebouwen in het centrum van Sittard. De plannen voor de eerste 2 gebouwen zijn het meest concreet. Het betreft gebouwen met detailhandel op de begane grond, een filmhuis, museum, Hogeschool en op de bovenste verdieping van één van de gebouwen 8 wooneenheden (appartementen). Het stedenbouwkundig plan is vastgesteld. Architecten zijn momenteel het ontwerp voor de gebouwen aan het maken.



Vanuit het Interreg project Functioneel groen is een werkgroep geformeerd, die reeds adviezen heeft uitgebracht voor het ontwerp. De volgende adviezen kunnen hier op basis van de resultaten van de werksessie op 28 januari 2011 (zie voor deelnemers werksessie bijlage 1) nog aan worden toegevoegd:

- I 1.1 en I 1.2 Groene daken en verticaal groen: hierop is vanuit de Interreg werkgroep al ingezet. Er is reeds gekozen voor groene daken, maar het soort groene dak moet nog worden uitgewerkt. Overwogen kan worden om op (een deel van) het gebouw met appartementen een groene daktuin (I 3.2) te

realiseren. Verticaal groen en groen in de gebouwen (I 2.1 Beplanting bij invoeropening ventilatielucht) is wat lastiger in te passen.

- I 2.11 Natuurlijke ventilatie gebouwen: suggestie is om aanvoer ventilatielucht door bodem aan te leggen, zodat koeling van aangevoerde lucht plaatsvindt. Ook een leiding door de naastliggende Geleenbeek is een optie.
- C2.7 Stromend oppervlaktewater: het weer open leggen van de naastliggende Geleenbeek kan goed benut worden voor verkoelende maatregelen in het gebied. Eventueel in combinatie met aanleg waterelementen op het pleintje (C 3.2)
- I 1.6 Overhangende dakranden: in het project wordt ook ingezet op 'zichtbare duurzaamheid' Oversteken met zonnepanelen zou een goede invulling kunnen zijn. Dit heeft twee functies: beperken inval zonlicht in de zomer en opwekken duurzame energie
- C 2.2 Straatbomen: langs de Rijksweg aan de westzijde van de gebouwen zullen bomen worden geplaatst met schaduwwerking op de gebouwen. De positieve uitwerking op de luchtkwaliteit bestaat alleen uit het creëren van situaties met valwinden, zodat de lucht wordt verversd. Het afvangen van fijn stof door bomen is zeer beperkt.
- C 2.12 Mediterrane bouwstijl: voor de detailhandel is het gunstig als de winkels aan een looproute met wat hoeken liggen. Hiermee wordt ook meer schaduwwerking gecreëerd. Overwogen kan worden om daarnaast ook lichte materialen in de gebouwen en verharding toe te passen. Op het pleintje is een kunstwerk met eventueel zonnecellen gepland. In de opdracht kan worden meegenomen om zoveel mogelijk schaduwwerking met het kunstwerk te creëren.
- Toevoegen in tabel bij C 2.12: het hangen van zonwerende doeken boven straten en openbare ruimten. Dit wordt in mediterrane landen veel toegepast.

EVALUATIE EERSTE TOEPASSING HANDREIKING

De ervaringen met toepassing van de handreiking in de werksessies kunnen als volgt worden samengevat:

- toepassing van de handreiking is in principe gemakkelijk, gebruiksvriendelijk en pragmatisch. Het gebruikersgemak kan eventueel nog versterkt worden door de handreiking te vervatten in een digitale tool;
- toepassing van de handreiking leidt bij de gebruikers tot nieuwe inzichten in de mogelijkheden om temperatuurobuust te bouwen: de blik wordt verruimd;
- toepassing van de handreiking leidt tot resultaten die bruikbaar zijn voor het verdere planvormingsproces. Belangrijk is daarbij wel om het instrument in een vroegtijdig stadium in te zetten;
- bij gebruik van de handreiking is gebleken dat de stappen van effecten naar selecteren van bijbehorende maatregelen enerzijds worden gevolgd, maar dat anderzijds ook de behoefte aanwezig is om eerst potentiële maatregelen te selecteren en vervolgens vast te stellen op welke effecten deze invloed hebben.

Op basis van de ervaringen met de handreiking is een digitale tool in de maak, die het gebruik van de handreiking ondersteunt. Deze tool zal eind 2011 beschikbaar komen.

Bijlage 1

Overzicht deelnemers kennis- en werksessie

Deelnemers kennissessie d.d. 10 september 2010:

- Leendert van Bree (Planbureau voor de Leefomgeving)
- Saskia Hendricks (gemeente Maastricht)
- Martijn van Bussel (gemeente Sittard-Geleen)
- Fred Jonker (gemeente Venlo)
- Inge Koolen (ministerie VROM)
- Ronald Albers (TNO)
- Sandra van Buggenum (GGD Zuid Limburg)
- Daphne Bücken (provincie Limburg)
- Tjeerd Okkes (provincie Limburg)
- Herman Bohn (provincie Limburg)
- Imke Leenen (Grontmij)
- Remko de Leeuw (Grontmij)
- Joost Barendrecht (Grontmij)

Deelnemers werksessie d.d. 3 december 2010 (behandeling case Maastricht):

- Leendert van Bree (Planbureau voor de Leefomgeving)
- Saskia Hendricks (gemeente Maastricht)
- Marijke Terpstra (gemeente Maastricht)
- Tjeerd Okkes (provincie Limburg)
- Sandra van Buggenum (GGD Zuid Limburg)
- Twan van Hagen (gemeente Venlo)
- Remko de Leeuw (Grontmij)
- Joost Barendrecht (Grontmij)

Deelnemers werksessie d.d. 28 januari 2011 (behandeling cases Venlo en Sittard)

- Herman Bohn (provincie Limburg)
- Jos van Rooy (gemeente Sittard-Geleen)
- Fred Jonker (gemeente Venlo)
- Dagmar Stassen (gemeente Heerlen)
- Sandra van Buggenum (GGD Zuid Limburg)
- Inge Koolen (ministerie I&M)
- Remko de Leeuw (Grontmij)
- Joost Barendrecht (Grontmij)

Bijlage 2

Geraadpleegde literatuur

1. Actieprogramma Klimaatadaptatie Provincie Limburg, december 2009, Provincie Limburg
2. Aanpassen openbare ruimte aan klimaatverandering, Gemeenten aan de slag met klimaatadaptatie, februari 2010, CROW
3. Heat in the city - An inventory of knowledge and knowledge deficiencies regarding heat stress in Dutch cities and options for its mitigation, 2009, Klimaat voor Ruimte reportnummer KvR 013/2009
4. Het nieuwe Nederlandse weer, 3 november 2010 (Joralf Quist en Rolf Schuttenhelm), persbericht Meteovista/Weeronline.nl
5. Impact klimaatverandering op luchtverontreiniging en gezondheid, Milieudossier 2009-2, Leendert van Bree en Jelmer Cnossen
6. Klimaatadaptatie in de stad - Proeftuin Den Haag Arnhem, augustus 2010, Bosch Slabbers Landschapsarchitecten i.o.v. ministerie van VROM
7. Klimaateffectatlas provincie Limburg, oktober 2010 (Alterra-WUR, H. Goosen et al)
8. Klimaatmodule bij DPL, 2010, IVAM/provincie Limburg
9. Onderzoek naar warmtebeleving bij ouderen zomer 2010, oktober 2010, Bureau gezondheid milieu en veiligheid GGD'en Brabant/Zeeland
10. Ontwerpprincipes klimaatgroen Deel 1: Niveau gebouw, mei 2010, Interregproject Toepassing Functioneel groen
11. Ruimtelijke consequenties van klimaatverandering in Noord-Brabant, 8 april 2009, Provincie Noord-Brabant
12. Stand van zaken Klimaatverandering en gezondheid in Nederland, 2009, Maud M.T.E. Huynen en Arnold J.H. van Vliet, Ned Tijdschr. geneeskd. 153:A1515
13. Waterrobuust bouwen, De kracht van kwetsbaarheid in een duurzaam ontwerp, 2009, Platform Beter Bouwen Beter Wonen/CUR Bouw & Infra

Bijlage 3

Tabel overzicht temperatuurgerelateerde effecten in de stad

Bijlage 3: Overzicht temperatuurgerelateerde effecten in de stad

Sector	Effect	Beschrijving	Maatregelen
n.v.t.	Urban Heat Island effect	Het fenomeen dat boven steden de temperatuur aanzienlijk hoger kan zijn dan boven het omringende platteland. Treedt vooral 's avonds en 's nachts op omdat door de geometrie van de stad de warmte van overdag minder goed kan uitstralen naar boven. Ook wordt door opwarming van gebouwen, bestrating en verharding in de stad meer warmte geborgen dan in de groenere omgeving. Temperatuurverschil kan	C1.1; C2.5; C2.6; C2.7; C2.8; C2.9; C2.11; C2.12; C2.13; C3.1; C3.3; I1.1; I1.4; I2.9; I2.10
n.v.t.	Verhoging watertemperatuur	Door toename van de temperatuur kan ook de watertemperatuur toenemen. Met name in ondiep stilstaand oppervlaktewater kan de temperatuur in zomerse perioden aanzienlijk stijgen. Ook de temperatuur van drinkwater kan toenemen als de leidingen in gebouwen op kwetsbare plaatsen liggen.	C2.7; C2.16; I3.1
n.v.t.	Afname waterkwaliteit	Bij hoge temperaturen is sprake van verslechtering van de waterkwaliteit, vooral in combinatie met droogte. Met name de afname van zuurstofconcentraties 's nachts als gevolg van algenbloei is een temperatuurgerelateerd risico. Kans op overschrijding van de zuurstofnorm van 5mg/l neemt toe.	C2.7; C2.17;
n.v.t.	Toename zomersmog	Zomersmog ontstaat als het gedurende enkele dagen zonnig en warm is en er weinig wind staat. De grootste bronnen van vervuiling zijn auto's en elektriciteitscentrales. De stoffen die de vervuiling veroorzaken zijn voornamelijk koolstofdioxide, stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Deze stoffen reageren met aanwezigheid van zonlicht en vormen daarbij een mengsel van schadelijke secundaire vervuilers.	C1.1; C2.1; C2.2; C2.3; C2.6; C2.13; I1.1; I1.2;
n.v.t.	Verlenging bloei-seizoenen allergenen	Sinds eind jaren 80 is het bloeiseizoen een maand langer geworden met als gevolg langere perioden met hoge concentraties pollen in de lucht. Ook breiden zuidelijke soorten met allergene pollen, zoals de ambrosia, klein glaskruid en olijfbomen zich steeds verder uit naar het noorden bij hogere gemiddelde	C1.2; C2.13;
n.v.t.	Verschuiving leefgebieden soorten	Door temperatuur veranderingen zijn de leefgebieden van soorten naar het noorden verschoven. Hierbij zitten ook soorten, die schade of overlast veroorzaken zoals de huisstofmijt, de eikenprocessierups en teken	C2.11; C2.17; C3.5; I210;
Zorg/gezondheid	Extra sterfgevallen bij ouderen en zieken	Uit Nederlands onderzoek is gebleken dat de hoge temperaturen tijdens de hittegolven in de periode 1979 - 1997 resulteerden in gemiddeld 40 extra sterfgevallen per hittegolfdag. Vooral ouderen, personen met luchtwegaandoeningen en personen met hart- en vaatziekten zijn gevoelig voor aanhoudende hitte.	C1.1; C2.5; C2.6; C2.7; C2.8; C2.9; C2.11; C2.12; C2.13; C3.1; C3.3; I1.1; I1.2; I1.4; I2.4; I2.5; I2.6; I2.7; I2.8; I2.9; I3.1
	Slapeloze nachten	Uit onderzoek naar warmtebeleving bij ouderen in Tilburg blijkt dat 60% van de ondervraagden last heeft van slaapverstoring door warmte. Mensen met een slaapkamer waar geen of nauwelijks zon op komt hebben weinig last van slaapverstoring. Mensen met zon op de slaapkamer in de ochtend of middag hebben de	I2.5; I2.6
	Toename allergie klachten en luchtweginfecties	Circa 15-20% van de Nederlandse bevolking heeft last van hooikoorts, bij velen veroorzaakt door pollen. Door verlenging van het groeiseizoen hebben mensen eerder in het jaar en langer last van hooikoorts. Het aantal luchtweginfecties neemt toe als gevolg van meer voorkomen van zomersmog	C1.1; C1.2; C2.1; C2.2; C2.6; C2.11; C2.3; C2.13; C3.2; I1.1; I1.2
	Toename infecties via (drink) water (bv Legionella)	Door hogere temperaturen in het drinkwaterdistributiesysteem ontstaat een groter risico op groei van pathogene Legionella stammen en amoeben. Het aantal meldingen van legionellose neemt de laatste jaren toe (tot 296 in 2007/2008) met de meeste meldingen in de zomermaanden.	C2.16; I2.13
	Verhoogde blootstelling aan UV straling	Bij meer buiten leven en hogere temperaturen neemt de blootstelling van de huid aan direct zonlicht toe met verhoogd risico op huidkanker.	C1.1; C2.2; I1.6; I3.1
	Toename voedselgebonden infectieziekten	Bij hogere temperaturen is het risico groter dat hygiëne maatregelen om infectieziekten tegen te gaan niet afdoende zijn. Het aantal salmonellosegevallen neemt in het algemeen toe met 5-10% per 1 °C toename in de wekelijkse omgevingstemperatuur.	

Recreatie	Toename watergebonden infectieziekten	In warme zomers komen bacteriën, die oorontsteking veroorzaken veel meer voor en hetzelfde geldt ook voor ziekteverwekkende bacterie stammen, die wondontstekingen veroorzaken. Omdat juist in warmere perioden meer in het water wordt gerecreëerd neemt het risico van infecties toe.	C2.14; C2.15; C2.18; I2.13
	Overlast blauwalgen	Vooraf in water zonder sterke stroming komen bij warme temperaturen veel blauwalgen voor. Deze produceren giftige stoffen en maken het water troebel, waardoor het water niet meer geschikt is als zwembad. De blauwalg is de belangrijkste oorzaak van onveiligheid van zwembad bij warm weer in Limburg, waar bij warm weer voor circa een derde van de zwemplekken een waarschuwing of verbod geldt.	C2.18; I3.1
	Toename overlast door muggen	Vooraf bij water zonder al te veel stroming en schaduwplekken en/of groen kunnen muggen zich vermeerderen. Overlast van muggen (en mogelijk daarbijbehorende infectieziekten) neemt toe bij hoge	C2.7; C2.14; C2.15; C2.20; I2.12; I2.15; I3.1
	Toename vektorgebonden infectieziekten	Vektorgebonden infectieziekten zijn ziekten, waarbij het ziekmakende organisme wordt verspreid door een ander dier, de vector. Bekend voorbeeld is de ziekte van Lyme, die via teken wordt overgedragen. In Nederland nam het aantal patiënten met de ziekte van Lyme van 1994 - 2005 met ongeveer een factor 3 toe	C2.14; C2.15; C2.20; I2.4; I2.12; I2.14;
	Toename behoefte verkoeling in buitenlucht	Bij zomerse en tropische dagen neemt de behoefte aan verkoeling bij buiten recreëren toe. Meer recreatie aan het water met zwemmogelijkheden, beschaduwde terrassen en andere verkoelende voorzieningen in de binnenstad, schaduwrijke fiets- en wandelpaden en schaduwrijke parkeervoorzieningen.	C1.1; C2.2; C2.11; C2.13; C3.1; C3.2; C3.3; C3.4; C3.6; C3.7; C3.8; C4.1; I3.1; I3.2
	Meer buiten recreëren	De vraag naar binnenlands toerisme stijgt naar verwachting in Nederland met 5% voor iedere graad temperatuurstijging. Limburg is een belangrijke speler in de toeristische markt en gebruik van recreatieve voorzieningen in de buitenlucht zal minstens evenredig toenemen.	C1.1; C2.5; C3.1; C3.2; C3.3; C3.4; C3.6; C3.7; C3.8; C4.1; C4.3; I3.3;
Economie	Toename energieverbruik voor koeling kantoren	De behoefte aan koeling in kantoorgebouwen neemt aanzienlijk toe bij hogere temperaturen. Omdat de meeste kantoorgebouwen een traditionele airco of topkoeling hebben neemt hierdoor het energieverbruik ook aanzienlijk toe.	C1.3; C2.10; C2.12; I1.1; I1.2; I1.3; I1.4; I1.6; I1.7; I2.1; I2.2; I2.7; I2.9; I2.11;
	Toename sick building syndroom	Sick building syndroom is de verzamelnaam voor ziektes en klachten, die ontstaan door de arbeidsomstandigheden op de werkplek in kantoren. De meest voorkomende oorzaak is slechte kwaliteit van de binnenlucht, die weer samenhangt met de ventilatie of airco. Door toenemend gebruik van airco bij hoge	I2.1; I2.4; I2.11; I2.14
	Afname arbeidsproductiviteit	Tijdens zomerse en tropische dagen treedt sneller vermoeidheid op en worden activiteiten in een minder hoog tempo uitgevoerd. Ook komen hoofdpijn en concentratieproblemen vaker voor en zal het ziekteverzuim toenemen als gevolg van het sick building syndroom. Dit alles leidt tot afname van de arbeidsproductiviteit.	C1.1; C2.5; C2.6; C2.7; C2.8; C2.9; C2.11; C2.12; C2.13; C3.1; C3.3; I1.1; I1.4; I1.6; I2.4; I2.7; I2.9; I2.10; I3.2
	Beperking koelwaterlozing industrie	Een aantal industriële bedrijven in Limburg gebruiken water uit de Maas als koel- en proceswater. Bij een watertemperatuur van meer dan 23 °C treedt beperking van de koelwaterlozingen op.	C2.7; I3.1
	Toename gezondheidsrisico's bij buitenwerk	Bij hoge temperaturen ontstaan extra gezondheidsrisico's bij buiten werkzaamheden, zoals risico's op een zonnesteek, uitdroging en verhoogde blootstelling aan UV straling.	C2.2; C2.13; I1.2; I1.6; I3.1;
Sociaal	Aanpassen lifestyle, meer buiten leven	Bij aangename buitentemperaturen, vooral in de avond onderneemt men meer buitenactiviteiten. Er vindt een verschuiving plaats naar een meer 'mediterrane' levensstijl.	C1.1; C2.5; C3.1; C3.2; C3.3; C3.4; C3.6; C3.7; C3.8; C4.1; C4.2; C4.3; I3.1; I3.2; I3.3; I4.2
	Toename irritatie en agressie, meer overlast burens	Bij extreem hoge temperaturen kunnen mensen als gevolg van vermoeidheid en het gevoel van ongemak (en in sommige gevallen meer alcoholgebruik) sneller geïrriteerd raken. Bovendien zal door het meer buiten leven, vooral in de avonden, de (geluid)overlast tussen burens toenemen.	C3.1; C3.2; C3.3; C4.3; I3.1;

Energievoorziening	Toename energievraag in zomer	Bij warme en tropische dagen neemt het energieverbruik toe als gevolg van toenemende behoefte aan koeling. Inzet van airco's en ventilatoren is vooral de oorzaak van het verhoogde energieverbruik.	C1.3; C2.10; C2.12; I1.1; I1.2; I1.3; I1.4; I1.6; I1.7; I2.1; I2.2; I2.7; I2.9; I2.11; I4.1;
	Kansen toepassing zonne-energie	Bij gemiddeld hogere temperaturen wordt de opbrengst van zonnepanelen en zonneboilers hoger. Hierdoor kan zonne-energie rendabeler worden ten opzichte van andere vormen van energiewinning.	I4.1
	Beperking koelwatergebruik energiecentrales	In Limburg zijn twee belangrijke energiecentrales gelegen, die hun koelwater op de Maas lozen. Bij temperaturen boven 23 °C wordt de koelwaterlozing beperkt om te voorkomen dat ecologische problemen ontstaan. Hierdoor daalt de energieproductie van de centrales.	C1.3; C2.7; C2.10; C2.12; I1.1; I1.2; I1.3; I1.4; I1.6; I1.7; I2.1; I2.2; I2.7; I2.9; I2.11; I3.1; I4.1;
Infrastructuur	Meer slijtage en spoorvorming op asfaltwegen	Het risico op meer slijtage en of spoorvorming van asfaltwegen als gevolg van hitte is klein doordat asfaltlagen regelmatig worden vervangen (elke 10 - 20 jaar). Bij extreme warme zomers kan tijdelijk meer schade dan gebruikelijk ontstaan omdat de Nederlandse asfaltmengsels hier (nog) niet op zijn aangepast (zomerschade).	C2.19
	Aantasting en vervorming bruggen en viaducten	De aantasting van betonnen kunstwerken is in grote mate afhankelijk van de aanwezige betondekking op de wapening en de kwaliteit van het beton in de dekkingszone. Indien deze beide componenten conform de eisen zijn voorgeschreven en ook tijdens de uitvoering zijn gerealiseerd, zal een verhoging van de temperatuur geen aanleiding geven tot een toename van de aantasting. Indien de breedte van de voegen correct en volgens de normen is ontworpen en ook de uitvoering correct is geweest, zullen de optredende	
	Vervorming spoor- en tramrails	Bij aanleg van spoorrails worden voldoende veiligheidsmarges in acht genomen om vervorming van rails door uitzetting te voorkomen.	
Natuur en groen in de stad	Meer dode bomen en planten door hitte	Bij hoge temperaturen verdampen bomen en planten meer water, waardoor de kans op uitdroging toeneemt.	C1.3; C2.4; C4.2; I2.3; I4.2
	Kansen voor vorstgevoelige planten en bomen	Bij een afname van het aantal vorst- en ijsdagen ontstaan er meer mogelijkheden om vorstgevoelige planten en bomen te houden in tuinen en parken.	C4.2; I3.2; I3.3
	Toename plagen/invasie uitheemse soorten	Doordat het leefgebied naar het noorden verschuift van soorten, die in Nederland nauwelijks natuurlijke vijanden hebben kan dit tot plagen leiden. Dit kan ten koste gaan van kwetsbare inheemse soorten of tot overlast leiden bij beheer van groen in tuinen en parken. Ook kan dit leiden tot toename van	C.14; C2.15; C2.17; C2.20
	Sterfte door afname zuurstofconcentraties in water	Algenbloei leidt tot lage zuurstofconcentraties in oppervlaktewater in de nacht. Hierdoor kan sterfte van vissen en andere waterorganismen optreden.	C2.7; C2.16; C2.18; I3.1

Bijlage 4

Overzicht harde maatregelen

Nr.	Overzicht harde maatregelen			
C	Collectieve maatregelen			
C1	Voorkomen, structurele capaciteit			
	Maatregel	Beschrijving	Toepassing	Sterkte, zwakte, aandachtspunt en/of kennishaat
C1.1	Stadsbossen en parken	Bomen werken verkoelend door schaduw en evapotranspiratie en zuiveren de lucht. Het verschil in temperatuur tussen park en het omliggende stedelijk gebied varieert van 1-4,7 °C. Het bereik van het verkoelend effect varieert van 100m tot 1 km.	In diverse steden toegepast, bijvoorbeeld Central Park in New York en Haagse Bos in Den Haag; Lit. 6	+ : door CO2 vastlegging ook bijdrage aan mitigatie. ! : verspreide parkjes verkoelen omgeving meer dan één groot park met dezelfde omvang.
C1.2	Geen pollenproducerende beplanting	Bij aanleg nieuwe beplanting niet kiezen voor pollen producerende struiken of bomen, zoals berken.	Lit. 12	
C1.3	Koelen met oppervlaktewater	Oppervlaktewater uit plassen en meren gebruiken voor koeling van omliggende gebouwen in de zomer.	+ : haalbaarheidsstudies tonen aan dat het rendabel is	! : temperatuurverhoging water beperken om verstoring ecologisch evenwicht te voorkomen. - : contact van koelwater met mensen mag niet plaatsvinden. Dit water is niet geschikt voor blootstelling.
C2	Effect beperken, Schadereductie capaciteit			
C2.1	Groene berm en verkeerslijnen	Groene bermen zorgen voor verkoeling van weg en directe omgeving door evapotranspiratie, voor opvang van fijn stof en kunnen zorgen voor geleiding van verkoelende wind.	Diverse voorbeelden, o.a. Voorschoten en Stuttgart; Lit. 6	! : voor opvang fijn stof moet de berm een porositeit hebben van meer dan 40%. Voor windgeleiding weinig of open opgaande beplanting nodig.
C2.2	Straatbomen	Bomenrijen langs straten zorgen voor verkoeling door schaduw en evapotranspiratie en zuivering van lucht.	In diverse steden toegepast; Lit. 6	! : naaldbomen nemen fijn stof beter op dan loofbomen. ! : voorkom groene tunnel effect door voldoende porositeit (>40%).
C2.3	(wegen nathouden)	Beheeractiviteit, voorkomen van oververhitting door verdamping van water.	Lit. 13	+ : zorgt ervoor dat straatvuil met fijn stof niet opwaait.
C2.4	(besproeien openbaar groen)	Beheeractiviteit, voorkomen van uitdroging van planten, struiken en bomen.		! : afhankelijk van de herkomst van het water zal aandacht geschonken moeten worden aan wijze van vernevelling, zodat voorkomen wordt dat men potentieel verontreinigd water binnenkrijgt.
C2.5	Grasvelden	Grasvelden leveren vooral in de avond, nacht en ochtend een verkoelend effect. Overdag warmt een grasveld redelijk snel op, daardoor minder effect dan bomen.	In diverse steden toegepast. Museumpark Amsterdam; Lit. 6	! : hoe meer water het gras bevat hoe minder opwarming. Daarom geen drainage en niet te vaak maaien.
C2.6	Groene geluidschermen	Het voorzien van de constructie van een geluidscherm met beplanting.	Klimop wordt het meest toegepast. Andere opties: hondsroos, duinroos of verbrem; Lit. 6	+ : naast geluidwerende functie wordt met begroeiing ook kwaliteit aan de omgeving toegevoegd.
C2.7	Stromend oppervlaktewater	Water heeft een verkoelend effect van 1-3 °C tot een afstand van 30-35m.	grachten in diverse steden; Lit. 13	! : door stroming wordt voorkomen dat water te veel opwarmt. + : ook benutting voor waterbuffer.

C2.8	Open verharding	Open verhardingen warmen minder snel op door evapotranspiratie van het tussenliggende groen.	toegepast op parkeerplaatsen en in buitengebied; Lit. 6 en Lit. 13	+ heeft ook positief effect voor waterhuishouding: meer infiltratie.
C2.9	Verhardingen met hoge reflectie	Door albedo (reflectiewaarde) van materialen te verhogen met 25-40% kan de temperatuur met 1-4 °C zakken.	Voorbeelden zijn licht gekleurd asfalt door gebruik te maken van witte steenslag, kleurloos bindmiddel of wit pigment; Lit. 6	+ wanneer toegepast op een weg verbeterd het ook het zicht op de weg en er is minder openbare verlichting nodig.
C2.10	Oriëntatie bebouwing	Ter benutting van passieve zonne energie in de winter worden woningen met ramen op het zuiden georiënteerd. Rekening moet worden gehouden met beperking van de zoninval in de zomer.	www.passiefhuis.nl	! door in te spelen op de hogere stand van de zon in de zomer kan bij een goed ontwerp de inval van zonlicht in de zomer geminimaliseerd worden.
C2.11	Groen/blauwe aders	Combinatie groen en water zorgt voor sterke vermindering effect UHI. Door in stedenbouwkundige structuur netwerk van groene en/of blauwe aders in te passen wordt effect optimaal benut.	Lit. 13	+ door koppeling aan wandel- en fietsroutes en overige verblijfsplekken extra positief (psychologisch) effect.
C2.12	Mediterrane bouwstijl	Door smalle straten veel schaduwrijke plekken en lichte kleur van bebouwing geeft veel reflectie, waardoor UHI wordt beperkt. Boven smalle straten kunnen ook zonwerende doeken worden gehangen.	diverse voorbeelden in Zuidelijk landen: Sevilla, Marakesh	+ bijdrage aan diversiteit bebouwing. + versterken effect door gebruik zonwerende doeken.
C2.13	Bevorderen windcirculatie	Bij ontwerp uitgaan van de rol, die wind kan spelen bij verkoeling tijdens warme perioden. Door variatie in hoogte van bebouwing en schuine daken kan mix met de lucht in de overkoepelende laag bevorderd worden.	Afhankelijk van lokale situatie; Lit. 6 en lit. 10	- rekening houden met overheersende windrichting in herfst en winter. Tegen deze winden moet juist bescherming worden geboden.
C2.14	(chemische bestrijding plagen)	Beheeractiviteit, bestrijden van soorten, die plagen veroorzaken met chemische bestrijdingsmiddelen.	bestrijding eikenprocessierups of kakkerlakken; www.ongediertegids.nl	- gebruik chemische bestrijdingsmiddelen heeft nadelige neveneffecten.
C2.15	Bevorderen biodiversiteit, natuurlijke vijanden plaagen invasiesoorten	Door leefomstandigheden voor natuurlijke vijanden te bevorderen wordt voorkomen dat invasie van nieuwe soorten tot plagen leidt.	Bijvoorbeeld broedplekken voor gierzwaluwen creëren, die overlast door muggen bestrijden	+ draagt bij aan realiseren natuurdoelstellingen.
C2.16	Beperken opwarming drinkwater	Drinkwaterleidingen niet situeren op plaatsen waar deze aan zonlicht of worden blootgesteld of dichtbij snel opwarmende oppervlakten.	Lit. 12	! let daarbij ook op binnenhuisleidingen, zoals bv in badkamers.
C2.17	Realisatie ecologische verbindingzones	Verbinden van groengebieden in de stad geeft de mogelijkheid voor de natuur in de stad om zich beter aan te passen aan klimaatverandering.	natuurvriendelijke oevers langs watergangen, faunapassages onder wegen, enz.; Lit. 8	
C2.18	Maatregelen blauwalgen bestrijding	Meer doorstroming van oppervlaktewater en mening met water van goede kwaliteit, vermindering nutriënten.	Lit. 1	! blauwalgenproblematiek is locatie-afhankelijk. Per situatie zal bestrijding anders kunnen zijn.

C2.19	Minder hittegevoelige materialen in wegenbouw	Betonwegen zijn minder gevoelig voor zomerschade dan asfaltwegen. Ook kunnen asfaltmengsels worden aangepast, zodat asfaltwegen minder gevoelig worden voor extreem hoge temperaturen.	In 1978 zijn na een hete zomer de voorschriften voor asfaltmengsels aangepast. www.crow.nl	
C2.20	Aanpassing habitat (beperking vestiging vectoren)	Gebieden, waar mensen in aanraking kunnen komen met vectoren zodanig inrichten, dat leefomstandigheden voor de vectoren ongunstig zijn.	Bijvoorbeeld gras korsthouden op wandelpaden om contact met teken te beperken; Lit. 12	? : Nog weinig beschikbare kennis over relatie ecologische kenmerken en voorkomen van vectoren en hun potentiële pathogenen, meer onderzoek noodzakelijk
C3 Faciliteren aangepast gedrag, adaptatie capaciteit				
C3.1	Koeltemparken	Parken met als functie een aangename verblijfplek te bieden in hete perioden.	Lit. 1	
C3.2	Waterelementen (fontein e.d.)	Waterelementen, waar water verspreid of verspreid wordt, zoals fontein hebben een voelbaar verkoelend effect tot op 30m afstand.	Voorbeelden: New York en Parijs. Lit. 6	+ : kan ook zorgen voor het nodige vermaak op warme dagen. - : kan ook bron zijn van ziekten indien niet goed ontworpen en beheerd.
C3.3	Waterparken	Parken, waarvan een overgroot deel van het oppervlak bestaat uit permanent water. Levert over een afstand van 35 m 1-3 °C verkoeling.	Voorbeelden: Asterdplas in Breda en Bugapark in Potsdam. Lit. 6 en Lit. 13	+ : combinatie met recreatieve functies.
C3.4	Waterspeelplekken	Speelvoorzieningen, die het water beleefbaar maken voor kinderen.	Lit. 6	+ : bij gebruikmaking van regenwater, kan het tevens als waterbuffer dienst doen. ! : zeer belangrijk aandachtspunt is waterkwaliteit bij warme perioden.
C3.5	Natuurvriendelijke oevers	Aanleg brede zones langs watergangen met geleidelijke overgang water naar land zorgt voor betere migratie mogelijkheden voor watergebonden soorten.	Voorbeelden: Valleikanaal in Amersfoort, Zuiderpark Rotterdam, Helmond	! : rekening houden met andere functies van wateroevers, zoals voor vissen, zwemmen en watersport.
C3.6	Bereikbaarheid recreatiewater bevorderen	Op warme dagen ontstaan files of parkeerproblemen bij locaties met recreatiewater. Bevorderen bereikbaarheid met OV of fiets.		
C3.7	Geschikte zwemlocaties aan de Maas	Creëren van gecontroleerde locaties langs de Maas waar gezwommen kan worden bij warm weer.		! : aandachtspunt is veiligheid.
C3.8	Hittebestendige fietsroutes	Aanleg fietsroutes in bossen of langs lanen met bomen. Aanplant bomen langs fietsroutes in open veld.		? : nog weinig beschikbare kennis over effect op gedrag en gezondheid.

C4 Effect benutten, benuttingscapaciteit				
C4.1	Buitenrecreatie faciliteiten	Aanleg van faciliteiten voor buiten recreatie, waar meer behoefte aan is door toename zomerse en tropische dagen.	openlucht zwem faciliteiten, recreatievoorzieningen aan water, terrassen bij horeca gelegenheden	+ : stimulans voor lokale economie en bijdrage aan goed leefklimaat.
C4.2	Mediterrane beplanting	Aanleg van beplanting in openbare ruimte, die kwaliteit toevoegt en beter groeit in warm klimaat.	olijfbomen, oleanders, lavendel	! : planten zijn meer vorstgevoelig en moeten dus tijdens vorstperiodes beschermd worden.
C4.3	Inrichten buiten ontmoetingsplaatsen (pleinen, boulevards e.d.)	Faciliteren van aanpassing van life style (meer buiten leven) door aanleg pleinen, boulevards, wandelpromenades waar men op warmere dagen kan verblijven en elkaar ontmoeten.	diverse voorbeelden in Zuidelijk landen: Rome, Barcelona, Bilbao, Venetië	+ : positief effect op sociale samenhang in een gebied.

Lit. = verwijzing naar nummer uit literatuurlijst in rapport

+ : = sterkte, positief neveneffect
- : = zwakte, negatief neveneffect
! : = aandachtspunt
? : = kennis hiaat

Nr.	Overzicht harde maatregelen (vervolg)			
I Individuele maatregelen				
	Maatregel	Beschrijving	Toepassing	Sterkte, zwakte, aandachtspunt en/of kennisniveau
11 Voorkomen, structurele capaciteit				
11.1	Groene daken	Groene daken zorgen voor verkoeling op warme dagen door evapotranspiratie. Het verschil tussen een asfaltbedekking en een groen dak kan oplopen tot 70 °C.	stadhuis Tilburg; Stuttgart, Münster, Basel, Malmö, Toronto, Rotterdam; Lit. 10	+ : terugverdientijd circa 6 jaar door besparing in energiekosten (verwarming en koeling) en besparing levensduur dakbedekking.
11.2	Verticaal groen en beschaduwen van gebouwen	Aanbrengen van begroeiing op of voor de gevel zorgt voor verkoeling door evapotranspiratie en schaduw werking.	Diverse vormen: klimplanten direct op gevel, klimplanten op raster of groeihek, beplanting in bakken, leibomen voor gebouwen; Lit. 10	+ : terugverdientijd 10 à 15 jaar bij klimplanten op raster van circa 8 m hoog door energiebesparing en besparing aanleg en onderhoud gevel en staatwerk.
11.3	Toepassen warmte/koude opslag	Opslaan van warmte in de bodem in de zomer en koude in de winter via waterbronnen of -leiding. Zorgt voor energiebesparing bij koeling door gebruik koude bron in de zomer en bij verwarming door gebruik warmte bron in de winter.	Op diverse plaatsen in Nederland toegepast. www.allesoverwko.nl	+ : bijdrage aan CO2 reductie.
11.4	Blauwe daken	Platte en licht hellende daken inrichten voor opvang regenwater. Verkoelend effect door verdamping.	Voorbeelden in Chicago en Melbourne; Lit. 13	! : zorgen voor voldoende draagkracht van de constructie.
11.5	Minder verharding particuliere kavels	De helft van het stadsoppervlak wordt ingericht door particulieren. Door minder verharding in tuinen kan een belangrijk verkoelingeffect worden bereikt.		- : veel particulieren kiezen voor verharding vanwege minder onderhoud. ! : in voorlichting aandacht besteden aan voordelen groen.
11.6	Overhangende dakranden	Overhangende dakranden geven meer schaduw op de gevel, waardoor gebouw minder opwarmt. Effect het grootst in de zomer als de zon hoog staat.	Lit. 10	! : bij dimensionering rekening houden met inlaten zonlicht in winter voor benutten passieve zonne energie.
11.7	Dikke muren, geïsoleerde daken	Isolatie van gebouwen zorgt niet alleen voor minder warmteverlies in winter, maar ook voor beter buiten houden van warmte in de zomer.	veel voorbeelden in bouwstijl in Zuidelijke landen in Europa	
12 Effect beperken, schade reductie capaciteit				
12.1	Beplanting bij invoeropening ventilatielucht	Door beplanting te plaatsen bij invoeropening ventilatielucht daalt de temperatuur van de invoerlucht door evapotranspiratie.	temperatuur van invoerlucht kan met enkele graden afnemen ten opzichte van omgevingstemperatuur; Lit. 10	! : zorgen voor voldoende doorstroming.
12.2	(daken nathouden)	Beheer activiteit, zorgt voor verkoeling door verdamping.	Lit. 13	
12.3	(besproeien tuinen)	Beheer activiteit, voorkomt uitdroging van beplanting door hitte en zorgt voor verkoeling door verdamping.	Lit. 13	

12.4	Aanpassen installaties ter voorkoming sick building syndroom	Voldoende verversing met frisse buitenlucht en/of filters in het ventilatiesysteem zorgen voor zuivere binnenlucht.		+ : bijdrage aan comfort.
12.5	Slaapkamers aan noordzijde	Door bij bouw en inrichting van woningen en zorginstellingen slaapkamers aan noordzijde te situeren kan slaapverstoring in warme periodes aanzienlijk afnemen.	Lit. 9	
12.6	Geen slaapkamers op bovenverdieping	Warme lucht stijgt op, ook in gebouwen. Kamers op benedenverdieping in gebouwen blijven koeler en kunnen daarom beter benut worden als slaapkamer ter voorkoming slaapverstoring.	Lit. 9	
12.7	Extra zonwering	Zonwering voorkomt opwarming gebouw door instraling. Door gebruik van extra verduisterend materiaal wordt de werking versterkt.	Lit. 6	- : nadeel bij extra verduistering is het toenemend energieverbruik voor kantoorverlichting.
12.8	Schuine daken	Schuine daken geven meer schaduwwerking gemiddeld over een dag, waardoor opwarming gebouw minder is dan bij platte daken.	Lit. 6	
12.9	Materialen met lage warmte capaciteit en hoge reflectie	Gebruik van materialen in gebouwen met lichte kleuren en materialen, die warmte weer snel afstaan.	witte gevels, gebruik beton in plaats van baksteen; Lit. 6	
12.10	Tijdelijke natuur op braakliggende terreinen	Aanleg beplanting met struiken en bomen op tijdelijke braakliggende terreinen zorgt voor verkoeling.		+ : tevens extra stepping stones voor ecologische verbindingen.
12.11	Natuurlijke ventilatie in gebouwen	Door ontwerp ventilatiesysteem op basis van natuurlijke luchtstromen kan tot 90% worden bezuinigd op energieverbruik.	Eastgate Center Harare, Zimbabwe http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/termite-inspired-air-conditioning.html	+ : gebouw als "schoorsteen" kan ook warmte uit de stad verwijderen.
12.12	Standaard toepassen horren	Horren houden insecten buiten, die mogelijk pathogenen kunnen overbrengen.	www.horren.startkabel.nl	
12.13	Legionella bestrijdings maatregelen	Maatregelen ter voorkoming van stilstaand water en opwarming van water in waterleidingen in gebouwen.	www.legionella.startkabel.nl	
12.14	Filters in ventilatiesystemen	Om te voorkomen dat allergenen en fijn stof via ventilatiesystemen in binnenlucht van gebouwen terecht komen worden filters aangebracht.		
12.15	Nestgelegenheden voor nuttige soorten (vogels, vleermuizen) aan gebouwen creëren	Ter bestrijding van insecten en andere vectoren kan ervoor gezorgd worden dat de leefomstandigheden voor hun natuurlijke vijanden in de stad worden verbeterd. Het gaat vooral om het creëren van voldoende nestgelegenheden.	gierzwaluwkappen, vogelvides, vleermuizenkasten, enz. www.vogelbescherming.nl www.vleermuis.net	

13			
Faciliteren aangepast gedrag, adaptatie capaciteit			
13.1	Beschaduwning door bomen	Bij warme dagen wordt meer buiten geleefd en ter verbetering van comfort kunnen meer schaduwrijke plekken worden gecreëerd door aanplant van bomen. Bomen boven water beperken opwarming van oppervlaktewater.	Lit. 6 en Lit. 10
13.2	Groene daktuinen	Op kantoor- en appartementengebouwen creëren van groene verblijfsplekken in de buitenlucht dicht bij huis of werk.	Lit. 10 +: kan positief werken op arbeidsproductiviteit door bij kantoren mooi weer voorzieningen te creëren.
13.3	Buienterrassen bij horeca voorzieningen	Inspelen op behoefte aan meer buiten consumeren door aanleg extra terrassen bij horeca gelegenheden.	!: zorgen voor voldoende schaduwplekken. +: stimulans voor lokale economie.
14			
Effect benutten, benuttingcapaciteit			
14.1	Zonnepanelen en zonneboilers	Bij hogere gemiddelde temperatuur zal rendement van zonnepanelen en zonneboilers toenemen.	+ : bijdrage aan CO2 reductie.
14.2	Nieuwe gewassen voor moes- en volkstuinen	Bij milder klimaat ontstaan mogelijkheden voor teelt van andere gewassen in moes- en volkstuinen.	Bijvoorbeeld druiven, olijven en citrusvruchten

Lit. = verwijzing naar nummer uit literatuurlijst in rapport

+ : = sterke, positief neveneffect
- : = zwakte, negatief neveneffect
! : = aandachtspunt
? : = kennis hiaat