



TEGEN DE HITTE

GROEN EN DE OPWARMING VAN DE STAD



VOORWOORD

Nederland is af, zeggen sommige mensen. Een beetje de boel aanharken zou voldoende moeten zijn. Niets is minder waar. De opgaven van vandaag en morgen zijn complex, groot en divers. En vast staat dat al deze opgaven, cultureel, economisch, ecologisch, demografisch of sociaal met elkaar een enorme fysieke impact hebben. Ze grijpen direct in op onze fysieke leefomgeving. Dat maakt ruimtelijke ordening, ontwikkeling en ontwerp zo relevant.

De dynamiek zit in onze steden. Nederland is een waterland. En ons netwerk van water en ecologie, onze delta is de basis geweest voor handel, ontwikkeling en cultuur. En dat is het nog steeds. Een verstedelijkt land met een krachtig verbond met de ecologie. Stad en land als conditie en inspiratie voor voorspoed. Ecologie en economie kunnen dus hand in hand gaan maar dan moeten we wel op een andere manier stad willen maken. De bestaande stad is de basis, de grondstof voor de stad van morgen. We moeten maximaal inzetten op een verstedelijking die duurzaamheid niet langer ziet als opgave of als beperking, maar juist als een aanleiding om tot betekenisvolle oplossingen te komen voor de ontwikkeling van een 'gezonde stad'.

Met het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering werkt het rijk andere partijen aan maatregelen en instrumenten die ervoor zorgen dat de stad nu en in de toekomst een aantrekkelijke en veilige plek is om te wonen, te werken en te recreëren. Ter voorbereiding op periodes van overstroming, hevige regen, droogte en hitte maar ook gericht op de manier waarop deze maatregelen voldoen aan de bredere doelstelling van die 'gezonde stad'. Groen speelt daarin een belangrijke rol. Het is de publieke ruimte die de extremen in temperaturen en regenval moet kunnen opvangen. Verstedelijking moet op alle schaalniveaus nadrukkelijk hand in hand gaan met de ontwikkeling van natuur in en rondom de stad.

Innovatief zijn oplossingen waarbij het mes aan twee kanten snijdt. Een bekend voorbeeld vormt het groene dak, dat de lucht zuivert, water langer vasthoudt en energieverbruik terugdringt. En via deze verschillende effecten ook de hittestress vermindert. De creativiteit van burgers, bedrijven en ontwerpers gaat verder dan het groene dak. In de samenleving ontstaan diverse initiatieven zoals stadslandbouw en 'guerilla gardening'. Samenwerking en integraal ontwerp leiden tot waterpleinen en groene schoolpleinen. Deze initiatieven laten zien dat er in de stedelijke samenleving creativiteit en ondernemerschap bestaat die kan bijdragen aan de oplossing van de stedelijke problematiek. Laten we als overheid deze kracht ten volle benutten en samenwerken met andere partijen om duurzame stedelijke ontwikkeling echt van de grond te krijgen. Dit boek vormt daarbij een mooie inspiratiebron.



Henk Ovink, waarnemend Directeur-Generaal Ruimte en Water
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

INLEIDING	04
Belangrijke begrippen	08
■ STAP 1 - HITTE IN KAART	12
Klimaatscenario's	20
■ STAP 2 - TOOLBOX	24
Hitte in duurzaamheidskeurmerken	54
■ STAP 3 - IMPLEMENTATIE	58

INLEIDING



De hittegolf in de zomer van 2006 was een van de langste en meest intense in honderd jaar. Het was de tweede hittegolf dat jaar, eind juni was eveneens het criterium voor een hittegolf bereikt. Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) adviseerde geen zware lichamelijke inspanningen te doen en riep ouderen en mensen met luchtwegaandoeningen op om in de middag binnen te blijven.

Uit voorspellingen van het KNMI blijkt dat lange warme perioden steeds vaker voorkomen. De klimaatscenario's van het KNMI gaan uit van een toename van het aantal tropische dagen van ongeveer 5 per jaar tot 23 dagen in 2050 en 38 in 2100. Dat betekent dat het gemiddeld een maand lang warmer is dan 30 graden.

Een 'oververhitte' omgeving kan leiden tot een vermindering van het thermisch comfort – ook wel hittestress genoemd – en

het slechter functioneren van mensen. Voor oudere en zieke mensen is het overlijdensrisico groter. Omdat mensen slechter slapen leiden hogere nachttemperaturen tot een afname van de arbeidsproductiviteit. Voor verkoeling worden airconditioners aangelegd, maar die werken door de uitstoot van warmte een verdere temperatuurtoename in de buitenruimte in de hand.

'Een oververhitte omgeving leidt tot het slechter functioneren van mensen'



Hitte-eilandeffect

De gevolgen van lange hitteperioden zijn het grootst in steden. Gebouwen, straten en pleinen zijn warmer dan akkers, weilanden of meren, waardoor het temperatuurverschil tussen de stad en de omgeving 's nachts oploopt. Dit komt doordat de stad in een zomerse nacht meer warmte vasthoudt, waardoor de begintemperatuur de volgende dag hoger is dan buiten de stad. Het verschil in temperatuur tussen stad en omgeving wordt aangeduid met de term 'hitte-eilandeffect' en is 's nachts het grootst.

In de Nederlandse planning- en ontwerppraktijk is nog weinig aandacht voor het toenemende aantal warme dagen en het hitte-eilandeffect. Het milde zeeklimaat, de kleine omvang van Nederlandse steden en de focus op waterveiligheid kunnen

hiervoor een verklaring zijn. Steden zijn daardoor onvoldoende toegerust op het vaker voorkomen van warm weer.

Groen in de stad kan daar verandering in brengen. Groen voorkomt hitte en zorgt voor verkoeling. Bomen zorgen bijvoorbeeld voor schaduw en planten – vooral op daken en gevels – vangen zonnestraling op. Planten verkoelen de lucht door de verdamping van water. Bovendien nemen bomen en planten CO₂ op – waardoor de opwarming van de aarde minder snel verloopt.



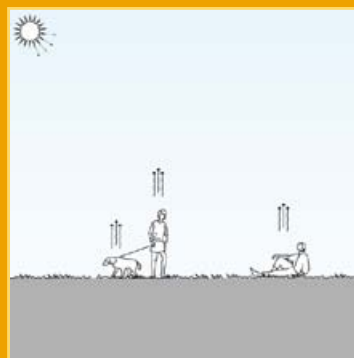
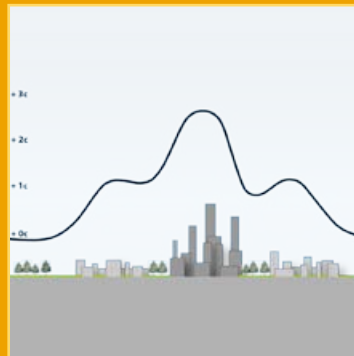
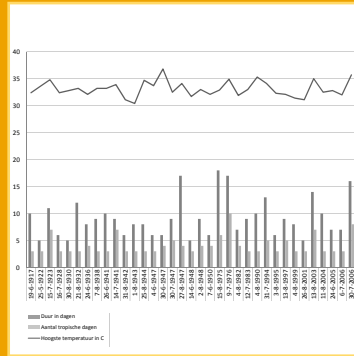
Functioneel groen

Deze publicatie biedt een overzicht van relevante groenmaatregelen in de aanpak van hitte in de stad. Het is een van de resultaten van het Europese Interregproject 'Toepassing functioneel groen: luchtgroen, klimaatgroen, sociaal groen'. In dit project is in veertien Vlaamse en Nederlandse steden in een wisselwerking tussen theorie en praktijk onderzocht hoe de toepassing van groen een functionele en meetbare bijdrage levert aan de verbetering van het leefklimaat – op het gebied van luchtkwaliteit, klimaatadaptatie en de kwaliteit van de openbare ruimte. Informatie over het complete project is te vinden op www.functioneelgroen.nl.

Dit boek richt zich op klimaatadaptatie en specifiek op de aanpak van de hitteproblematiek. Enerzijds omdat de rol van hitte in de

planning en inrichting van steden en wijken onderbelicht is, anderzijds omdat het watervraagstuk – een ander aspect van klimaatadaptatie – al veel besproken is.

De hoofdstructuur van het boek is een stappenplan dat beschrijft waar en op welke manier groen kan worden ingezet. In de eerste stap wordt beschreven hoe bepaald kan worden welke plekken een hitteprobleem hebben. De tweede stap toont uiteenlopende groenmaatregelen die op verschillende schaalniveaus genomen kunnen worden. In de derde stap wordt uiteengezet hoe hitte en groen volwaardige onderdelen kunnen worden van het gemeentelijk beleids- en ontwerpproces.



Hittegolf

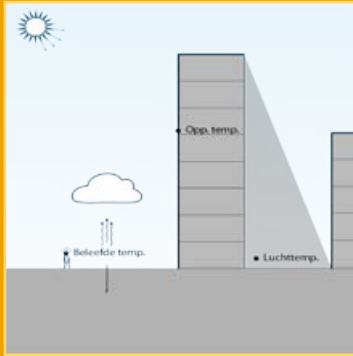
Het KNMI in Nederland en het KMI in België hanteren een officiële definitie voor hittegolf: minimaal vijf dagen achtereenvolgend waarop de maximumtemperatuur 25 graden of meer bedraagt, en waarbij op ten minste drie dagen de maximumtemperatuur 30 graden of meer is. Sinds 1901 telde het KNMI 38 hittegolven.

Hitte-eilandeffect

Begin negentiende eeuw ontdekte de Londense chemicus Luke Howard dat het klimaat in steden afwijkt van het klimaat in de landelijke gebieden rond de stad. Hij onderzocht de verschillen in luchtdruk, temperatuur, vochtigheid, neerslag en verdamping tussen Londen en het buitengebied. Hij beschreef dat het in dichtbebouwde gebieden met name 's nachts en 's winters warmer is dan op het platteland. De belangrijkste oorzaken van dit hitte-eilandeffect zijn de absorptie van zonlicht door stenige materialen, de relatief lage windsnelheden, beperkte afkoeling door een lage verdamping en vrijkomende warmte door gemotoriseerd vervoer en fabrieksactiviteiten.

Hittestress

Hittestress is de mate van hinder die ondervonden wordt door overmatige warmte tijdens een periode met uitzonderlijk warm weer. Hittestress treedt op door overmatig transpireren. Het lichaam kan uitdrogen en een hartaanval of beroerte kunnen het gevolg zijn. Vooral ouderen en zieke mensen zijn gevoelig voor hittestress.

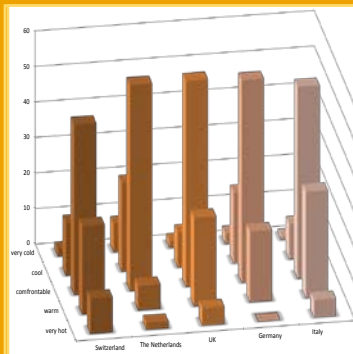


Thermisch comfort

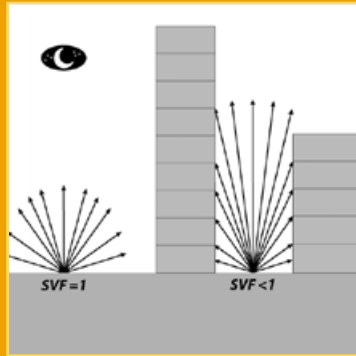
Er zijn drie temperatuurtypen: luchttemperatuur, oppervlakte-temperatuur en beleefde temperatuur. Luchttemperatuur is de temperatuur die in de schaduw op anderhalve meter boven de grond wordt gemeten. Oppervlaktetemperatuur is de temperatuur die een oppervlak heeft door zonnestraling. De beleefde temperatuur is een combinatie van luchttemperatuur, luchtvochtigheid, stralingstemperatuur en wind, maar ook psychologische en culturele factoren. Dit wordt thermisch comfort genoemd.

PET	Thermal perception	Grade of physiological stress
	Very cold	Extreme cold stress
4		
	Cold	Strong cold stress
8		
	Cool	Moderate cold stress
13		
	Slightly cool	Slight cold stress
18		
	Comfortable	No thermal stress
23		
	Slightly warm	Slight heat stress
29		
	Warm	Moderate heat stress
35		
	Hot	Strong heat stress
41		
	Very hot	Extreme heat stress

Thermisch comfort kan worden gemeten volgens de *physiological equivalent temperature* (PET). Deze waarden moeten niet verward worden met de luchttemperatuur. Volgens deze meetmethode worden PET-waarden tussen de 18 en 23 graden als comfortabel ervaren. PET-waarden tussen de 23 en 29 graden leiden tot lichte hittestress, tussen de 29 en 35 tot matige hittestress en tussen 35 en 41 tot sterke hittestress. Boven de 41 graden kan extreme hittestress optreden.

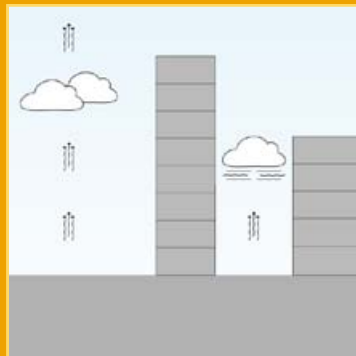


De belevingstemperatuur is niet voor iedereen gelijk. De Engelse Universiteit van Bath deed in meerdere landen onderzoek naar verschillen in de ervaring van thermisch comfort. In interviews moesten deelnemers aangeven of de temperatuur op een plek te koud, koel, aangenaam, warm of te heet was. Uit deze methodiek, *actual sensation vote* genaamd, blijkt dat in verschillende landen en steden het optimale thermisch comfort op verschillende PET-waarden ligt.



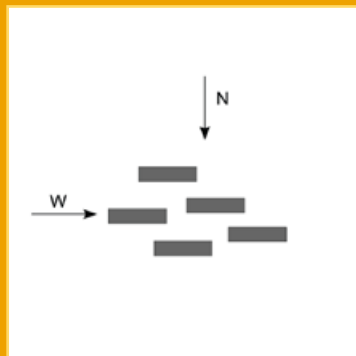
Sky view factor

De *sky view factor* (SVF) is het deel van de hemel dat vanaf één punt kan worden waargenomen. Open akkerland heeft een factor 1 terwijl de factor van een straat met aan beide zijden hoge bebouwing – een zogenoemde street canyon – minder dan 0,5 bedraagt. Daardoor hebben street canyons overdag te maken met minder zonnestraling en dus met minder opwarming. In de nacht houden street canyons de opgeslagen warmte daarentegen langer vast door een beperkte uitstraling en een verminderde luchtbeweging.



Ventilatie

Als gebouwen dicht op elkaar staan – een lage *sky view factor* van 0,22 tot 0,60 – heeft de wind weinig invloed op de tussenruimte. Bij opwarming in de zomer vindt hierdoor weinig verkoeling plaats, en kan de hitte lang ‘blijven hangen’. In de winter vindt geen extra afkoeling plaats. Bij een breder straatprofiel – *sky view factor* tussen 0,60 en 0,82 – heeft de wind meer invloed, waardoor in de zomer verkoeling plaatsvindt.



Frontal Density

Frontal area density (FAD) meet de afremmende werking van gebouwen op de windsnelheid. Bij een hoge FAD staan gebouwen dwars op de windrichting en wordt de ventilerende werking van wind geblokkeerd. Hierdoor wordt de afkoeling verminderd – dit zorgt in de winter voor warmteverlies en in de zomer voor het vasthouden van warmte.

Ruud Guyt, wethouder Volkshuisvesting, duurzaamheid en sport, gemeente Sittard-Geleen

‘Hitte moet worden verankerd in de gemeentelijke organisatie’

‘Hitte is bij uitstek een thema waar tot voor kort niemand zich mee bezig hield – laat staan dat het op het netvlies van bestuurders stond. Maar de laatste tijd komt het, zeker in duurzaamheidsdiscussies, steeds vaker voorbij. Neem de aanpak van luchtvervuiling. Op sommige plekken blijkt dat een gevolg van te hoge temperaturen in de zomer.

‘In het zoeken naar maatregelen worden de mogelijkheden van groentoeepassingen steeds meer verkend. Om terug te komen op de aanpak van luchtvervuiling: daarin wordt bijvoorbeeld gekeken naar welke rol bomen kunnen spelen. Ik bedoel, het gaat al lang niet meer alleen om de esthetiek van groen, maar ook om de functionaliteit.

‘Het is van belang om het hittevraagstuk te verankeren in de gemeentelijke organisatie. Niet alleen in structuurvisies en beleidstukken, maar juist in de operationele sfeer. Beheerders moeten nadenken over hoe het bestaande groen een rol kan spelen in de aanpak van hitte. Plannenmakers en ontwerpers moeten het zien als een vanzelfsprekend onderdeel van nieuwe ontwikkelingen en projecten. Een goed voorbeeld is het multifunctionele gebouw De Dobbelsteen waar tijdens het ontwerpproces groen is ingezet om duurzaamheidsambities – op het gebied van water, luchtkwaliteit en opwarming – na te streven.

‘Als wethouder denk ik weleens: het gaat te langzaam. Maar een dergelijk proces van bewustwording heeft tijd nodig – goede groenvoorbeelden helpen daarbij.’



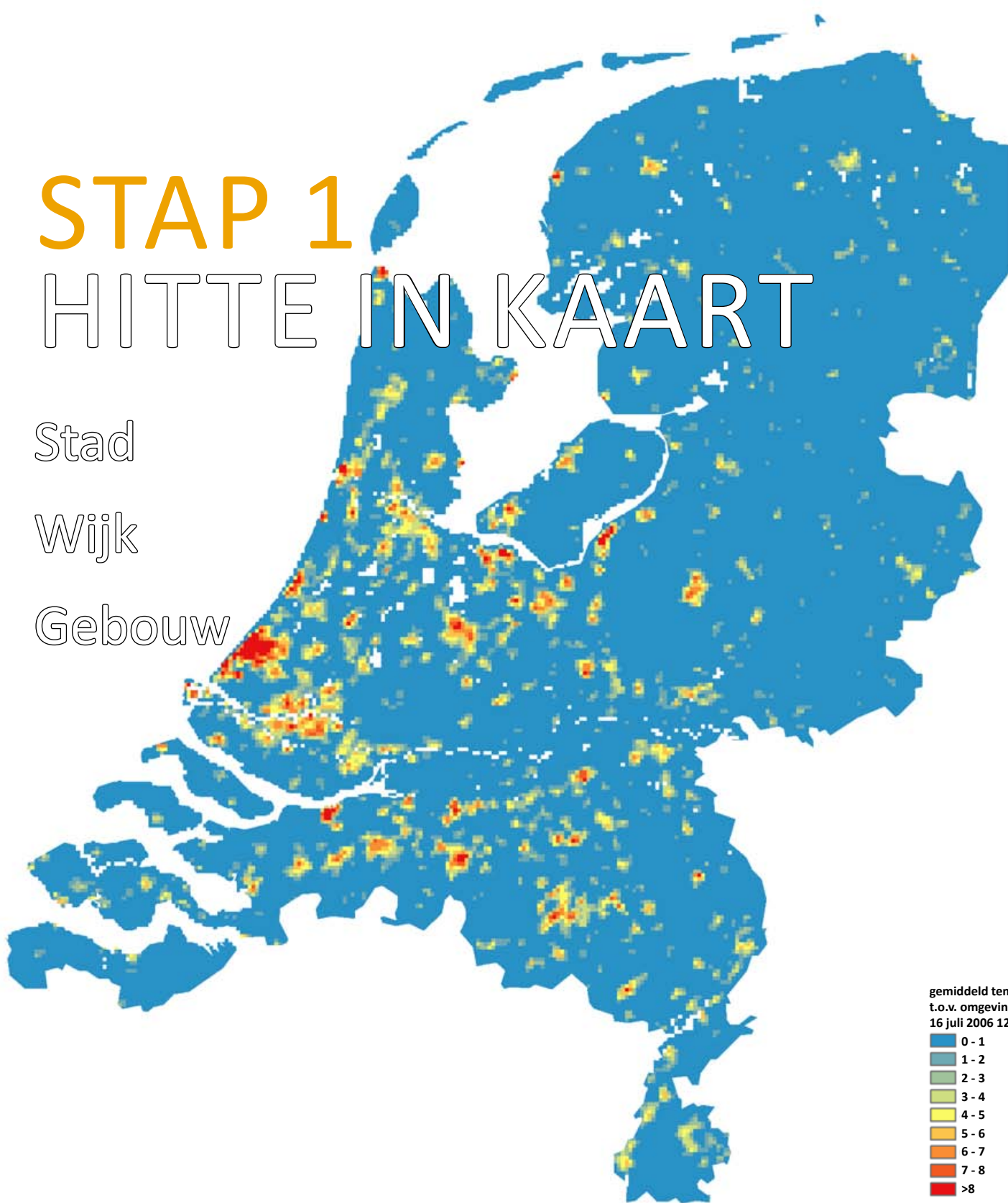
STAP 1

HITTE IN KAART

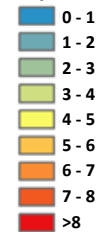
Stad

Wijk

Gebouw



gemiddeld temperatuurverschil
t.o.v. omgevingstemperatuur
16 juli 2006 12:07



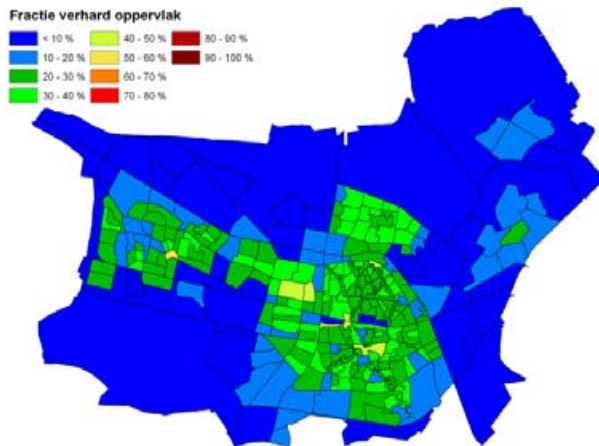
Als eerste moet bepaald worden of een stad te maken heeft met een hitteprobleem. Daartoe zijn verschillende instrumenten beschikbaar – van hittekaarten tot computermodellen.

Satellietbeelden van de oppervlaktetemperatuur tijdens de hittegolf van 2006 laten zien dat bijna elke stad in Nederland te maken heeft met het hitte-eilandeffect. Uit onderzoek van TNO in 2012 wordt duidelijk dat overdag het verschil in temperatuur tussen stad en omgeving kan oplopen tot 9 graden. Het gemiddelde voor de 73 grootste steden is 2,9 graden overdag en 2,4 's nachts. Het hitte-eilandeffect is niet overal even groot. Verschillen tussen steden worden voornamelijk bepaald door de hoeveelheid bebouwing en verharding. TNO geeft in het onderzoek verder aan dat de bodemsoort van invloed is. Steden op zandgronden hebben overdag een relatief groot temperatuurverschil met de omgeving, 's nachts de steden op klei- en veengronden.

In haar onderzoek richt TNO zich op zogenoemde oppervlakte-hitte-eilanden – het verschil in oppervlaktetemperatuur tussen stedelijk en landelijk gebied, maar ook tussen stadsdelen onderling. Maar meestal wordt met hitte-eilandeffect het verschil in luchttemperatuur aangeduid – dit wordt het atmosferisch hitte-eiland genoemd. Beide typen hitte-eilanden verschillen van elkaar. Het atmosferisch hitte-eilandeffect is voornamelijk 's nachts aanwezig en minder sterk dan het oppervlakte-hitte-eiland. Dit komt omdat stedelijke oppervlakten sneller opwarmen en afkoelen dan lucht. Hierdoor zijn de verschillen in luchttemperatuur minder groot dan in oppervlaktetemperatuur.

‘Uit onderzoek blijkt dat het verschil in temperatuur tussen stad en omgeving kan oplopen tot 9 graden’

Hitte op stadsniveau



Uit de hittekaart voor Tilburg: het percentage verharding is van invloed op de opwarming van de stad.

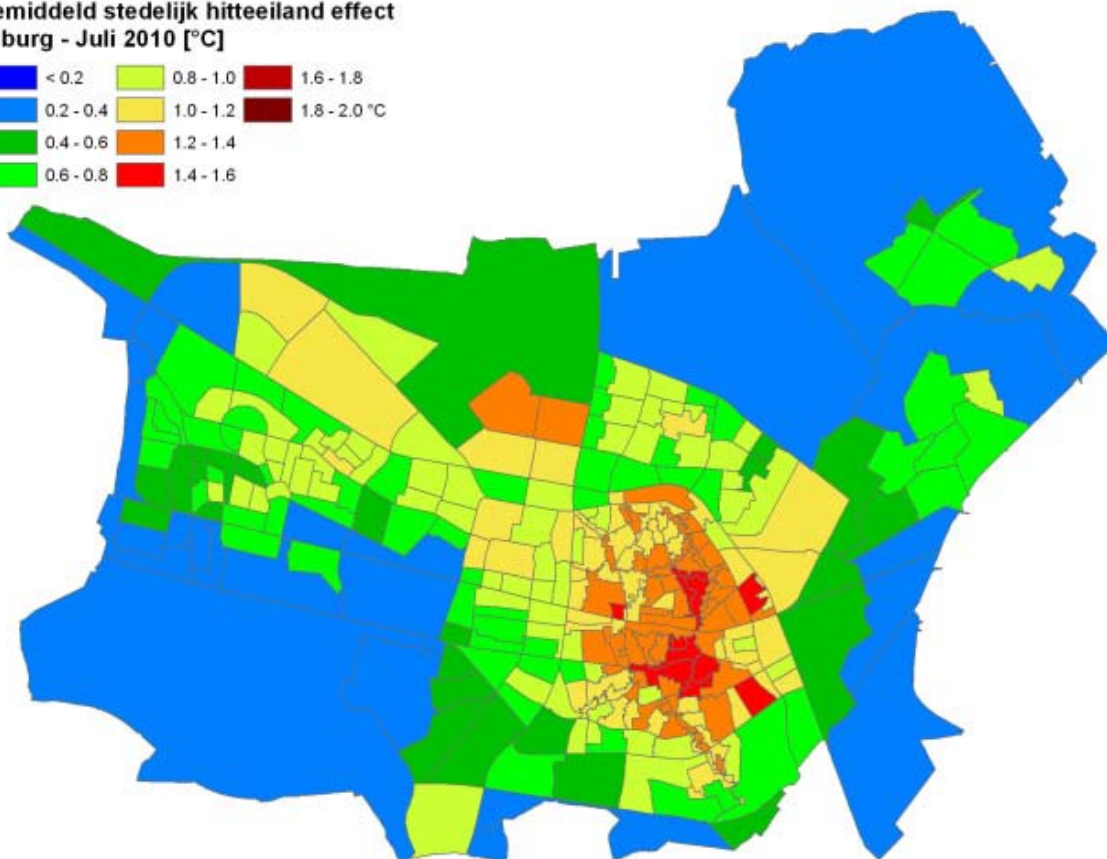
Hittekaart

Omdat de opwaartse straling van stedelijke oppervlakten de luchttemperatuur beïnvloedt, is de oppervlaktetemperatuur een goede indicator om op stadsniveau hitte-eilanden op te sporen. Want ook tussen wijken, straten en gebouwen bestaan tijdens warme perioden temperatuurverschillen. Op lagere schaalniveaus wordt het hitte-eilandeffect op een andere manier gemeten. Om het hitte-eilandeffect op stadsniveau in te schatten kan een hittekaart worden gemaakt – op basis van satellietgegevens van de oppervlaktetemperatuur, de stralingswarmte van de aarde en een 3D-model van de stad. Een hittekaart toont de gemiddelde luchttemperaturen in de stad: gebieden met hoge temperaturen zijn de hitte-eilanden.

De belangrijkste factoren die de hitte in een stad beïnvloeden zijn het landgebruik en de stedelijke morfologie. Door verharding van het grondoppervlak is verdamping van bodemwater onmogelijk, waardoor de gebouwen en de lucht sneller opwarmen. Bovendien warmen bebouwing en verharding op omdat zonlicht minder effectief weerkaatst wordt. Het gebruik van airconditioners, uitlaatgassen van voertuigen en industriële installaties leveren een substantiële bijdrage aan het stedelijk hitte-eilandeffect.

De morfologie van een stad – bebouwingsdichtheid, het volume en de hoogte van gebouwen, de verhouding tussen bebouwd en onbebouwd gebied – is van invloed op de mate waarin steden warmte vasthouden. Bijvoorbeeld: hoe hoger de bebouwingsdichtheid,

Gemiddeld stedelijk hitteiland effect Tilburg - Juli 2010 [°C]

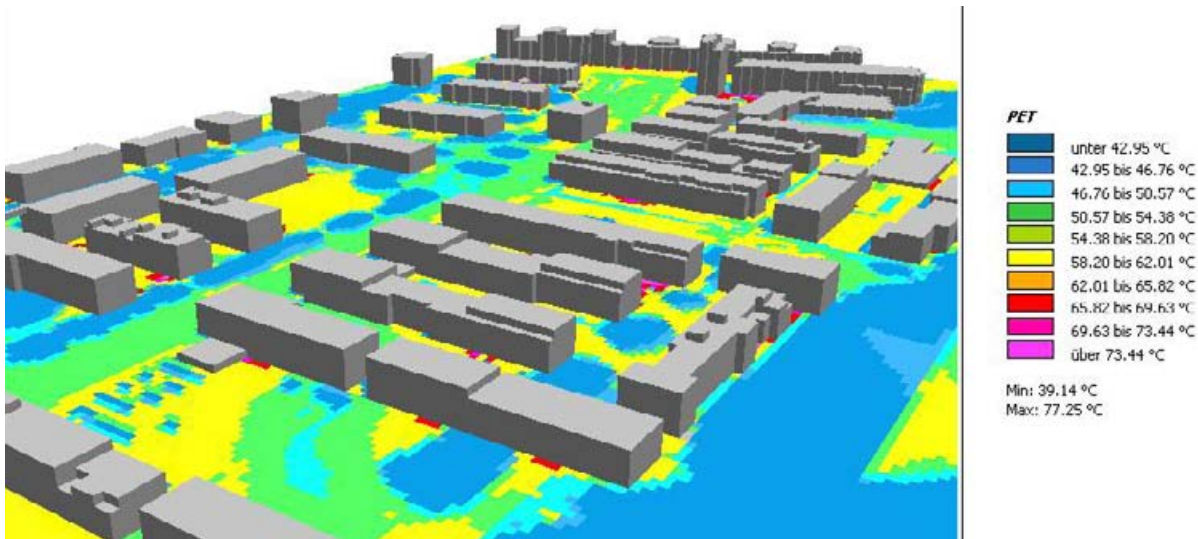


In Tilburg hebben met name het centrum en bedrijventerreinen te maken met het hitte-eilandeffect.

hoe meer massa warmte kan opnemen en vasthouden. De stedenbouwkundige structuur van een stad bepaalt hoe verkoelende lucht kan binnendringen en of warme lucht kan worden afgevoerd. Een voorbeeld van een recente hittekaart is de luchttemperatuurkaart van de gemeente Tilburg. Op basis van satellietmetingen, de stedelijke morfologie en meteorologische randvoorwaarden is met het stedelijk klimaatmodel van het Vlaamse onderzoeksinstituut VITO – zie voor een wetenschappelijke onderbouwing van het model www.functioneelgroen.nl – een hittekaart gemaakt. De kaart heeft een raster van 30 bij 30 meter en geeft dus niet de temperatuur op straatniveau weer. Op basis van deze kaart zijn ook op wijkniveau kaarten gemaakt.

Op de hittekaart is te zien dat industrieterreinen overdag erg warm worden door het hoge percentage bebouwing en het ontbreken van vegetatie en water. Toch is het hitte-eilandeffect in deze gebieden relatief laag omdat in de nacht warmte wordt 'uitgestraald' en het daardoor sneller afkoelt. Het hitte-eilandeffect in de nieuwbouwwijk De Reeshof en de wijken in Tilburg-Noord is beperkt door het relatief hoge aandeel buurtgroen. In het centrum van Tilburg is het hitte-eilandeffect het grootst, met name rond de Koestraat, het Koningsplein en de Heuvelstraat. Deze buurten hebben een lage *sky view factor* en een relatief hoog percentage bebouwd gebied.

Hitte op wijkniveau



Het computermodel toont de verschillen in de beleefde temperatuur in de wijk Mathenesse in Rotterdam.

Driedimensionaal computermodel

Voor een hittekaart op wijkniveau wordt in plaats van de oppervlaktetemperatuur de luchttemperatuur gemeten – dit is immers de temperatuur van de openbare ruimte. De luchttemperatuur wordt bepaald door zonnestraling, de aanwezigheid van schaduw, materiaaleigenschappen, hitte-uitwisseling aan de grond en langs gevels en de waterkringloop van de vegetatie. De bepaling van verschillen in luchttemperatuur binnen een wijk kan op twee manieren gebeuren: berekening door een computermodel of door metingen op straat.

ENVI-met is een driedimensionaal computermodel om interacties tussen bodemoppervlak, gebouwen, vegetatie en atmosfeer in een stedelijke omgeving te simuleren. Het model is ontwikkeld door de Johannes Gutenberguniversiteit Mainz in Duitsland en wordt in Nederland veelvuldig toegepast in luchtkwaliteitsberekeningen.

Het belangrijkste doel van ENVI-met is niet om exacte luchttemperaturen of beleefde temperaturen te berekenen. Het brengt vooral op tafel waar in een stad het relatief warmer of kouder is, en hoe dit patroon verandert door aanpassingen in de stedelijke omgeving. Zo onderzocht TNO in 2010 met ENVI-met het verkoelende effect van negen hittebeperkende maatregelen in een straat in Rotterdam. Hieruit bleek dat de aanplant van bomen en de aanleg van waterpartijen het meest effectief zijn in de beperking van hitte.

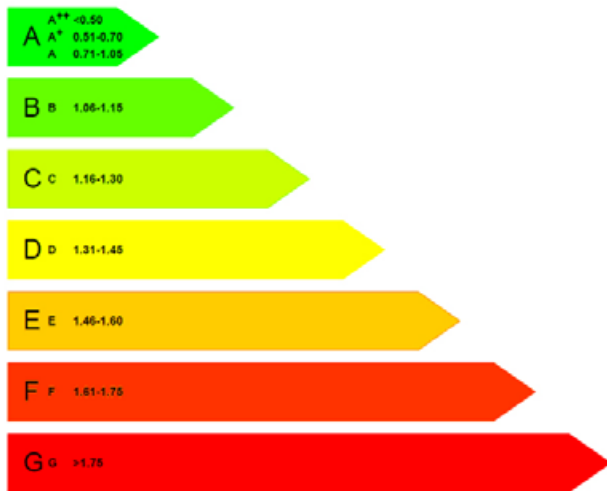


Bakfiets

Een bijzondere manier van temperatuurmeting is een tot meetplatform omgebouwde bakfiets. De fiets is uitgerust met een thermo- en vochtmeter, en sensoren voor windrichting en -snelheid, zonlicht en de warmtestraling. De meetinstrumenten zijn zodanig opgesteld dat minimale verstoring optreedt – een bakfiets zorgt voor een horizontaal platform. De locatie van de fiets wordt met satellietnavigatie bijgehouden, evenals de snelheid. In 2009 is in wijken in Arnhem en Rotterdam met de ‘bakfietsmethode’ het hitte-eilandeffect berekend.

Metingen met de bakfiets laten zien dat op windluwe en schaduwloze plekken de luchttemperatuur het hoogst is. Uit onderzoek van Wageningen Universiteit blijkt dat het verschil in gevoelstemperatuur – het thermisch comfort, de *physiological equivalent temperature* (PET) – tussen een hete en koude plek oploopt tot 15 graden.

Hitte op gebouwniveau



Energielabels. A is zeer zuinig, G is zeer onzuinig.

Energieprestatienorm

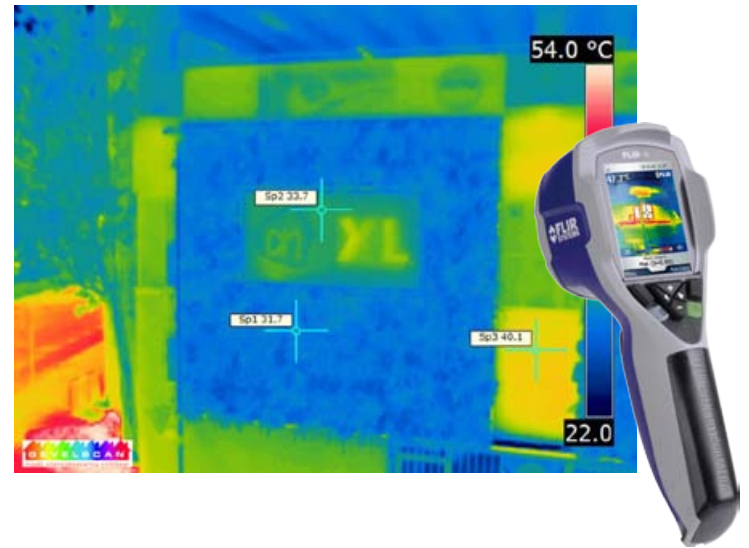
Naast dat een prettig binnenklimaat sowieso van groot belang is, zijn gebouwen van invloed op de luchttemperatuur ter plaatse – en daarmee op het thermisch comfort van een plek. Dit hangt af van de isolatiewaarde, de luchtventilatie, de warmte-opname van het gevelmateriaal en de warmte-uitstraling. Er zijn twee meetmethoden: een indicatieve berekening volgens de energieprestatienorm of thermografie.

Volgens de Europese energieprestatienorm moeten gebouweigenaren sinds 1 januari 2008 bij verkoop of verhuur een energielabel overhandigen. Het energielabel geeft informatie over de isolatie van dak, gevel, muren, ramen en vloeren, het energiegebruik van allerlei installaties – zoals verwarming en ventilatie – en hoe het pand energiezuiniger kan worden. Het label varieert van A (zeer zuinig) tot

G (zeer onzuinig). Voor de borging van een prettig binnenklimaat tijdens de zomerperiode zijn allerlei normen in omloop. Hoewel het Bouwbesluit geen directe eisen stelt, heeft het energiegebruik voor koeling een belangrijke plaats verworven in de energieprestatie van woongebouwen. Ook het Garantiefonds Woningbouw stelt eisen aan het binnenklimaat – door een grens te stellen aan temperatuuroverschrijdingen. Temperatuuroverschrijding is ook opgenomen in de energieprestatiecoëfficiënt, een index die de energetische efficiëntie van nieuwbouw aangeeft. In het Bouwbesluit wordt een eis gesteld aan de prestatiecoëfficiënt van woningen – per 1 januari 2011 is die eis 0,60.

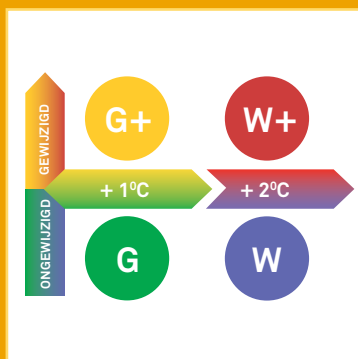
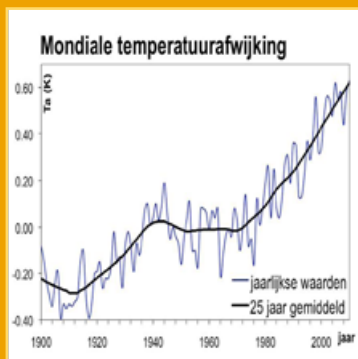


Een thermogram laat zien dat groen aan een gevel een verkoelend effect heeft ten opzichte van een facade zonder groen.



Thermogram

Thermografie meet de oppervlaktetemperatuur door een thermografische camera met infraroodlens en detector voor golflengtes. De camera levert een thermogram, een weergave van de temperaturen in een stad. Aan een thermogram zijn diverse parameters gekoppeld, zoals de emissiewaarde van het object en de achtergrondstraling. Ook de werking van groen kan eenvoudig met thermografie zichtbaar worden gemaakt. Naast de absolute temperatuur worden op thermogrammen verschillen in energie-uitstraling weergegeven. Thermogrammen zijn duidelijk en beeldend, en dus goed te gebruiken voor communicatiedoeleinden. In het kader van Functioneel Groen is in Tilburg in een klimaatalliantie gewerkt met thermografie om het effect van het aanbrengen van groen op gevels te meten. De thermografische beelden gaven duidelijk aan dat een groene gevel een gebouw kan koelen.



Opwarming van de aarde

Klimaatveranderingen worden beschreven in termen van trends en schommelingen. Trends zijn geleidelijke veranderingen in een bepaalde richting en schommelingen de variaties daaromheen. De wereldtemperatuur vertoont de laatste honderd jaar een stijgende lijn, met schommelingen van jaar tot jaar. Deze trend is vooral zichtbaar tussen 1910 en 1940 en in de periode na 1970. De opwarming van het klimaat gaat niet overal even snel. De temperatuur in Nederland is sinds 1950 twee maal zo snel opgewarmd als de wereldgemiddelde temperatuur.

Klimaat in Nederland

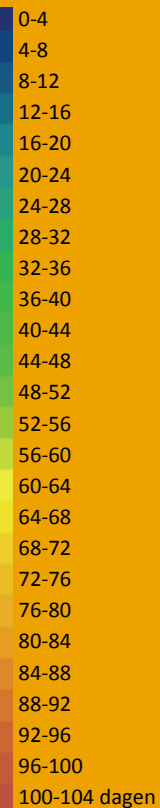
Het klimaat in Nederland is niet overal gelijk. Verschillen hangen voornamelijk af van de afstand tot zee, de zonhoogte, hoogteverschillen en het landschapstype. Op de kaart is per landsdeel het gemiddelde aantal zomerse dagen – boven de 25 graden – weergegeven. Het aantal varieert van 4 tot 8 dagen op de Waddeneilanden tot 32 tot 36 dagen in de regio Venlo.

KNMI'06-klimaatscenario's

In 2006 presenteerde het KNMI zogenoemde KNMI'06-klimaatscenario's. Deze scenario's verkennen voor 2050 en 2100 het toekomstige klimaat. Ze geven aan in welke mate de temperatuur, de neerslag en de wind in samenhang kunnen veranderen. Klimaatscenario's zijn geen weersverwachtingen voor de lange termijn: ze doen alleen uitspraken over het gemiddelde weer en de kans op extreem weer in de toekomst. De KNMI'06-klimaatscenario's zijn zo gekozen dat ze met vier 'hoekpunten' (zie schema) een groot deel van de onzekerheden over ons toekomstig klimaat afdekken. Deze onzekerheden omvatten onder meer het al dan niet wijzigen van luchtstromingspatronen en of de wereldtemperatuur met één graad of twee graden stijgt.

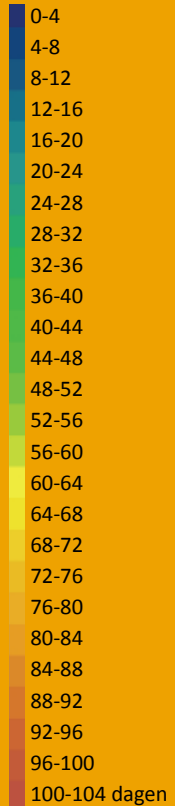
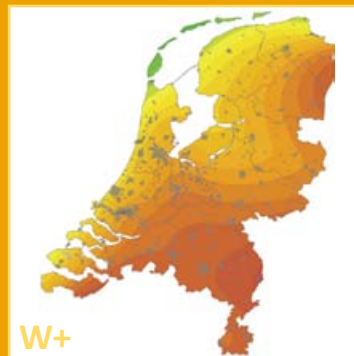
Klimaatscenario 2050

De vier KNMI'06-scenario's beschrijven voor 2050 een opwarming – ten opzichte van 1990 – variërend van 0,9 tot 2,3 graden in de winter (december, januari en februari) en van 0,9 tot 2,8 graden in de zomer (juni, juli en augustus). Het verschil tussen de gemiddelde maximum- en minimumtemperatuur is in alle scenario's gelijk aan de huidige situatie. De kaarten tonen het aantal zomerse dagen voor het huidige klimaat en de vier KNMI'06-scenario's voor 2050.



Klimaatscenario 2100

Voor 2100 zijn de temperatuurstijgingen twee keer zo groot als voor 2050. Door natuurlijke schommelingen is de temperatuurstijging niet in elk decennium even sterk en is het volgens het KNMI mogelijk dat tijdelijk een periode van koel weer optreedt. In de kaarten is het aantal zomerse dagen voor het huidige klimaat en de vier KNMI'06-scenario's voor 2100 te zien.



Gijs Breeman, landschapsarchitect, gemeente Tilburg

‘We moeten niet verbloemen dat stadsdelen te maken hebben met hogere temperaturen’

‘Het stedelijk hitteprobleem ken ik vooral uit het buitenland. Ik herinner me berichten van enkele jaren geleden over Parijs, waar door hoge temperaturen het aantal sterfgevallen flink toenam.

‘In Tilburg is de opwarming van de stad nog geen onderwerp. Er is de zogenoemde hittekaart, maar daaruit blijkt geen noodzaak tot actie. De opwarming valt nu mee, maar we moeten niet verbloemen dat bepaalde stadsdelen, zoals de binnenstad, te maken hebben met hogere temperaturen.

‘Dat groen een belangrijke rol speelt in de aanpak van de hitteproblematiek is nog minder bekend. Ook ik bekijk groen vooral vanuit een esthetische, landschappelijke en ecologische betekenis. Het punt is dat in veel stedelijke projecten de waarde van groen bewezen moet worden, het liefst met harde cijfers. Daarom is een methode nodig waarmee aangetoond kan worden dat groen effect heeft op het klimaat en de temperatuur, en die dit uitdrukt in geld en economische baten.

‘Het is een bewustwordingsproces dat nog tien jaar kan duren. Zolang we geen Parijse taferelen hebben, moeten hitte en groen een plek op de beleidsagenda “veroveren”. Het zal als een vliegwiel zijn – in het begin gaat het langzaam en zwaar, maar daarna begint het te draaien.’



STAP 2

TOOLBOX

Stad

Wijk

Gebouw

De toolbox brengt op inspirerende wijze in beeld op welke manier groen werkt in de bestrijding van hitte. Het laat zien hoe verschillende groeninrichtingen opwarming en hitte-eilandeffecten voorkomen, om zo een bijdrage te leveren aan de leefbaarheid van de stedelijke openbare ruimte.

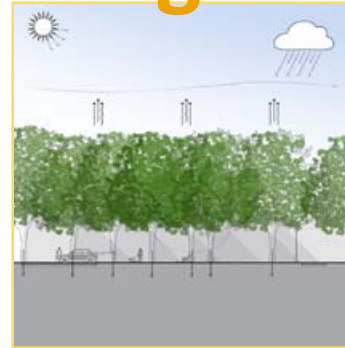
De toolbox volgt drie schaalniveaus: stad, wijk en gebouw. Maatregelen op stadsniveau worden toegepast als beleidsmatige uitgangspunten in bijvoorbeeld ruimtelijke structuurvisies. Op wijk- en gebouwniveau zijn de maatregelen concrete ingrepen die onderdeel kunnen zijn van een ontwerp of herinrichting. Naast hittebestrijding is voor groenmaatregel aangegeven wat het effect is op de aanpak van wateroverlast, CO2-reductie en energiebesparing.

Overzicht groenmaatregelen

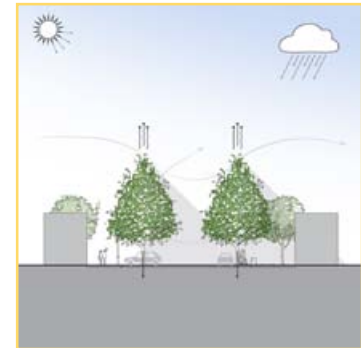
Minder verharding
en vergroenen



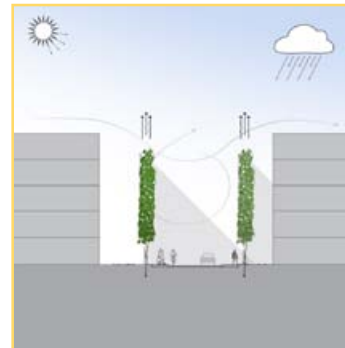
Stedenbouwkundige
structuur



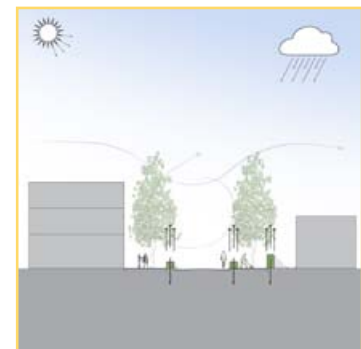
Bomenveld



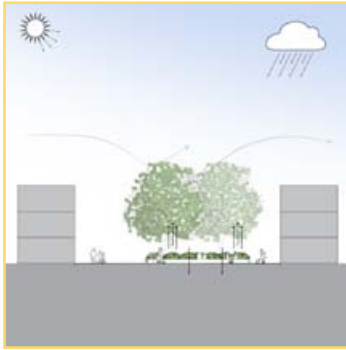
Bomenlaan



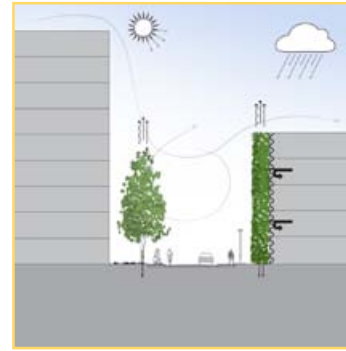
Leibomen



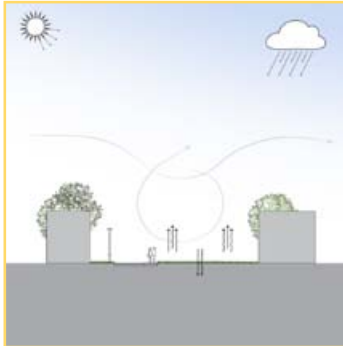
Hagen



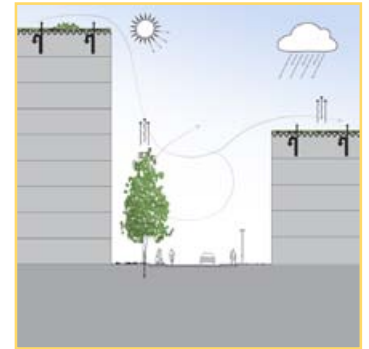
Heestervak



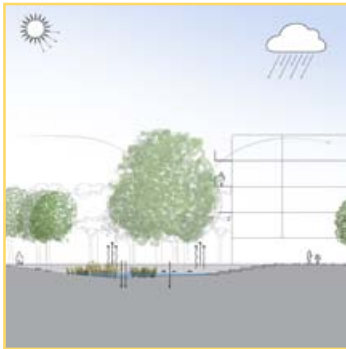
Gevelgroen



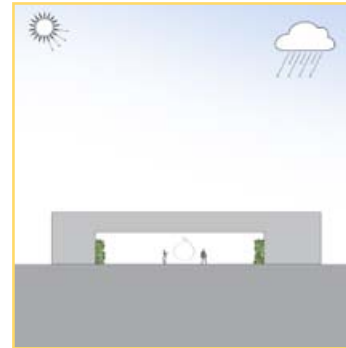
Grasvlak



Dakgroen

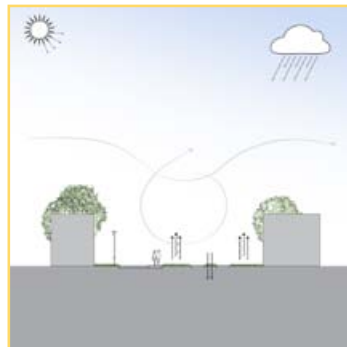


Wadi



Interieurgroen

Halfverharding



Minder verharding en vergroenen

Hitte voorkomen

Het percentage verhard oppervlak neemt af, waardoor de stad minder snel opwarmt. Meer planten en bomen nemen meer warmte op, en zorgen voor meer schaduw.

Verkoeling bevorderen

Planten verdampen water, dat zorgt voor verkoeling.

Waterhuishouding verbeteren

Meer groen vergroot de buffercapaciteit met vele vierkante meters, waardoor piekafvoeren kunnen worden opgevangen.

CO2 vastleggen

Afhankelijk van de inrichting en de wijze van beheer, levert groen een bijdrage aan CO2-reductie.

Energie besparen

Door vergroening is in de winter minder verwarming nodig en in de zomer minder koeling door airconditioners.

Toepassing

Groen heeft in de zomer alleen een verkoelende werking als voldoende water aanwezig is. Bij vermindering van de verharding en vergroening hoort dus ook het zorgen voor een buffercapaciteit van water voor drogere periodes.



Impressie van een vergroende binnenstad van Tilburg



Impressie van een vergroende binnenstad van Tilburg

Stedenbouwkundige structuur

Hitte voorkomen

In de stedenbouwkundige opzet van wijken dienen voldoende schaduwrijke plekken te zijn. Groenvoorzieningen kunnen daar een bijdrage aan leveren.

Verkoeling bevorderen

In het ontwerp van straatprofielen en hoogbouw moet rekening gehouden worden met de dominante windrichting, zodat wind voor verkoeling kan zorgen.

Waterhuishouding verbeteren

In wijken moet voldoende ruimte gereserveerd voor onverharde terreinen voor de opvang van extreme regenbuien.

CO2 vastleggen

Niet van toepassing.

Energie besparen

Door de juiste oriëntatie, de juiste hoogte-breedteverhouding van de bebouwing en de aanwezigheid van open zones, kan in de zomer koele lucht de stad binnendringen en in de winter warme lucht vastgehouden worden. Dit verlaagt het energieverbruik voor koeling en verwarming.

Toepassing

In nieuwbouwplannen moet getoetst worden of het ontwerp rekening houdt met de hitteontwikkeling in de zomer. In de bestaande stad kan de aanpassing van stedenbouwkundige structuren vooral tijdens herstructurering plaatsvinden.



Schematische weergave van de werking van groen in de Tilburgse wijk de Reeshof



Schematische weergave van de werking van groen in de omgeving van het Stadspark in Tilburg

Bomenveld

Hitte voorkomen

Door het dichte bladerdek ontstaat schaduw. Het bladerdek vangt ook warmte op.

Verkoeling bevorderen

Verlaging van de luchttemperatuur door omzetting van zonne-energie in verdamping. Een bomenveld vermindert de ventilatie waardoor de verkoeling door wind bemoeilijkt wordt.

Waterhuishouding verbeteren

Bij hevige regenbuien kan een deel van het water worden geborgen in de bomen. Via de stam kan dit water infiltreren in de bodem. Ook water vanuit de omgeving kan via de open bodem onder een bomenveld infiltreren.

CO2 vastleggen

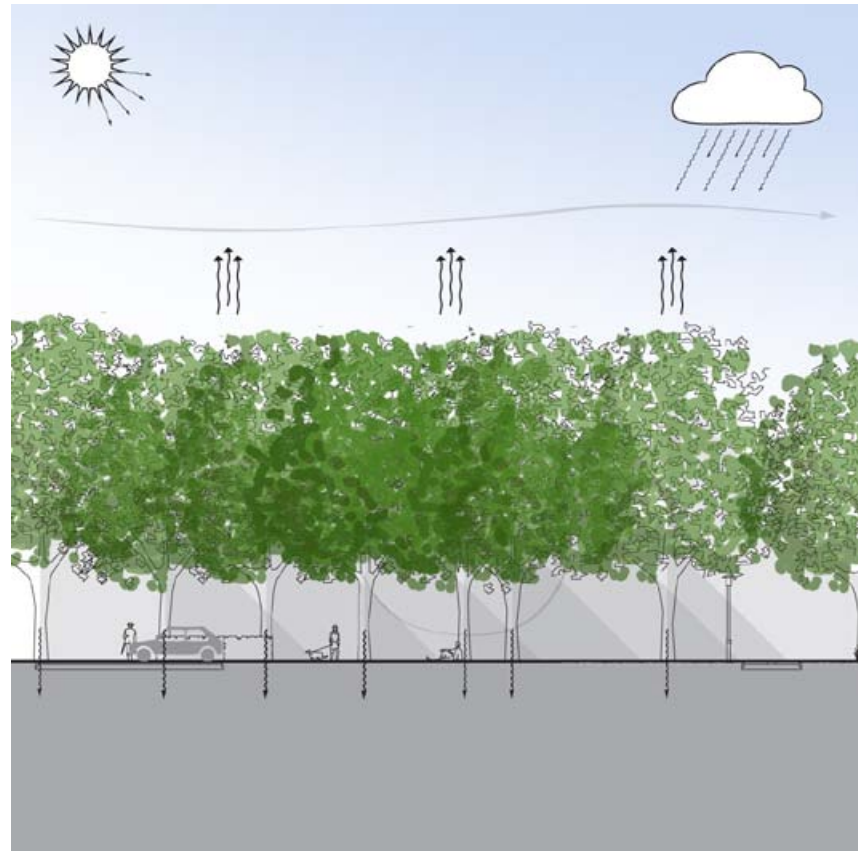
Veel bomen nemen grote hoeveelheden CO2 op. Vanwege de omvang is een bomenveld geschikt voor biomassaproductie.

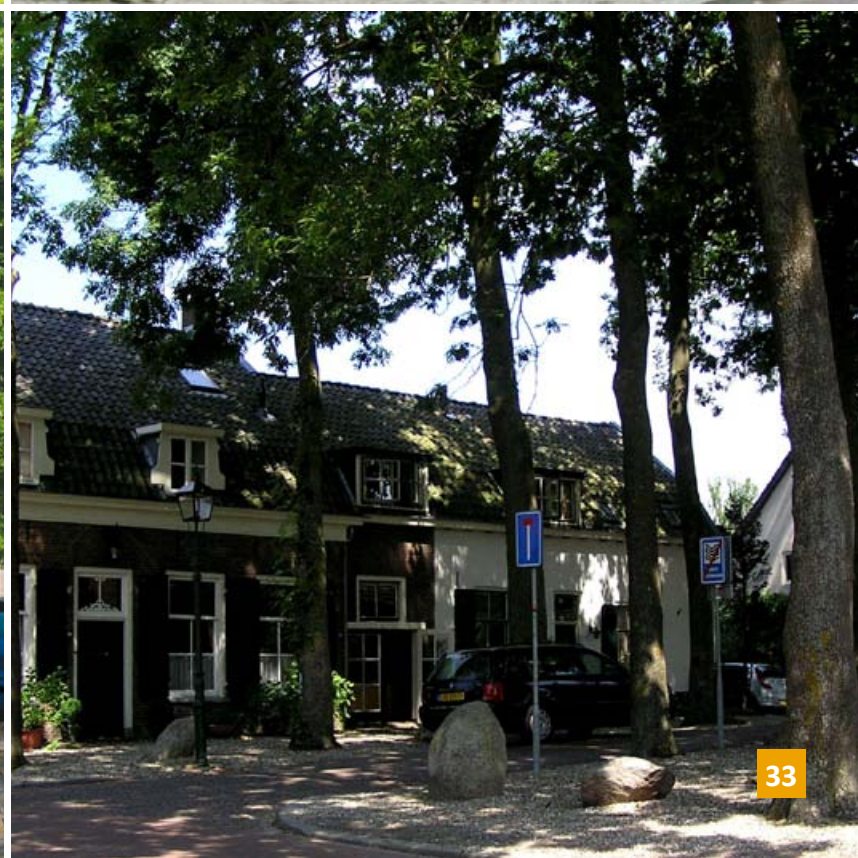
Energie besparen

In de winter houden bomen warmte vast, waardoor in de gebouwen in de omgeving de behoefte aan 'warmte-energie' afneemt. In de zomer zorgt het veld voor verkoeling, waardoor de vraag naar 'koelingsenergie' daalt.

Toepassing

Bij de aanleg van een bomenveld moet een afweging gemaakt worden tussen enerzijds de voordelen van schaduwwerking en verkoeling door verdamping en anderzijds het verminderen van de ventilatie door het blokkeren van wind.





Bomenlaan

Hitte voorkomen

Bomen vangen warmte op en zorgen voor schaduw.

Verkoeling bevorderen

Lokale verlaging van de luchttemperatuur door omzetting van zonne-energie in verdamping.

Waterhuishouding verbeteren

Water loopt langs takken en stam van de boom en infiltreert in het plantvak. De kroon vangt water op, dat verdampt of vertraagd wordt afgevoerd.

CO2 vastleggen

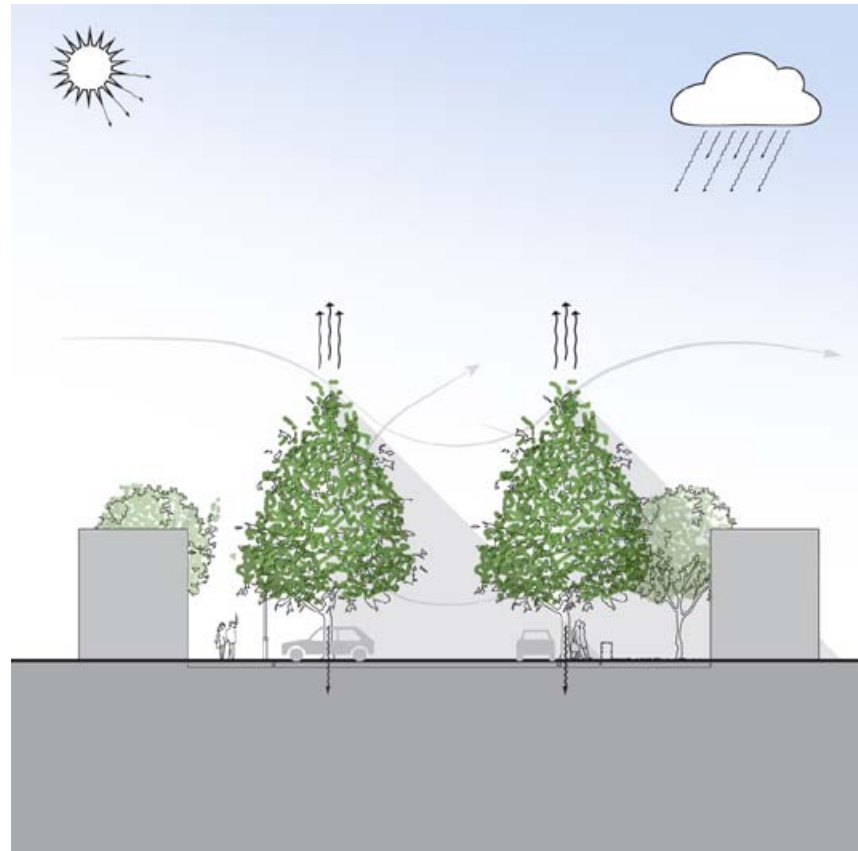
CO2 wordt in bomen opgeslagen. Biomassa wordt gehaald uit snoeiafval.

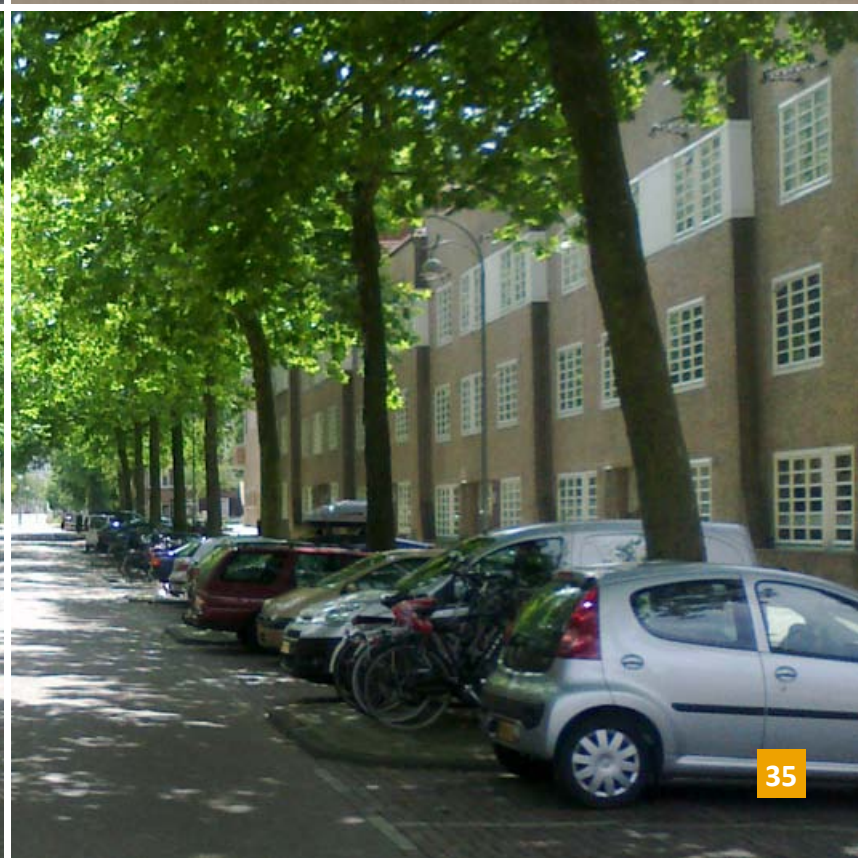
Energie besparen

Een bomenlaan voorkomt opwarming van gebouwen en auto's door de schaduwwerking, waardoor er in de zomer minder energie voor koeling nodig is. In de winter wordt warmte vastgehouden, waardoor minder energie voor verwarming nodig is.

Toepassing

Bij een bomenlaan moet een afweging worden gemaakt tussen de voordelen van schaduwwerking en verkoeling door verdamping enerzijds en de verslechtering van de luchtkwaliteit door een verminderde ventilatie. Hierbij is de verkeersintensiteit ter plaatse bepalend.





Leibomen

Hitte voorkomen

Als bomen zijn geplaatst aan de zonkant zorgen ze voor schaduw op de gebouwen, waardoor deze minder opwarmen.

Verkoeling bevorderen

Lokale verlaging van de luchttemperatuur door omzetting van zonne-energie in verdamping.

Waterhuishouding verbeteren

Water infiltreert via takken en stam in het plantvak. Daarnaast opvang van regenwater in de kroon – vervolgens verdamping en een vertraagde afvoer. Vanwege het geringe oppervlak is het effect minimaal.

CO2 vastleggen

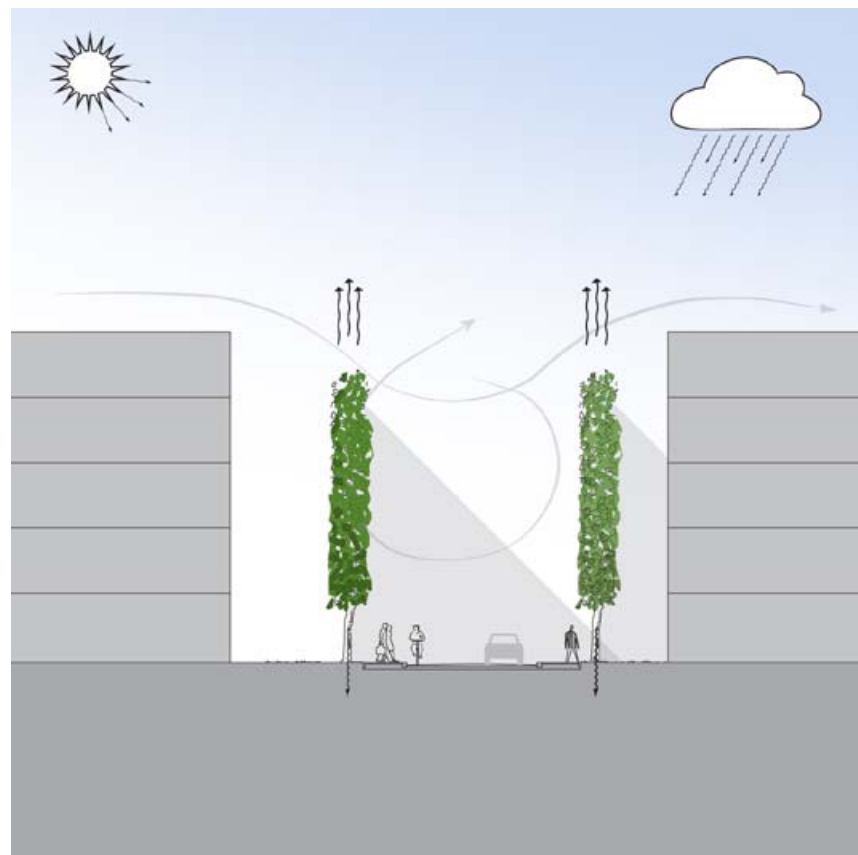
CO2 wordt in de bomen opgeslagen. Biomassa wordt gehaald uit snoeiafval.

Energie besparen

Leibomen voorkomen opwarming van gebouwen door de schaduwwerking, waardoor er in de zomer minder energie voor koeling nodig is. In de winter wordt warmte vastgehouden, waardoor minder energie voor verwarming nodig is.

Toepassing

Leibomen worden vooral in dorpen toegepast. In een stedelijke context heeft gevelgroen een vergelijkbare werking.





Hagen

Hitte voorkomen

Hagen bieden schaduw voor de gebruikers, afhankelijk van de hoogte. Doordat hagen zonnestraling opnemen warmt de lucht minder op dan wanneer dit oppervlak verhard zou zijn.

Verkoeling bevorderen

In hagen vindt verdamping plaats, dat bijdraagt aan een lagere luchttemperatuur. Te hoge hagen kunnen een verkoelende wind belemmeren.

Waterhuishouding verbeteren

Geringe wateropvang via bladeren, dat deels infiltreert in de bodem.

CO2 vastleggen

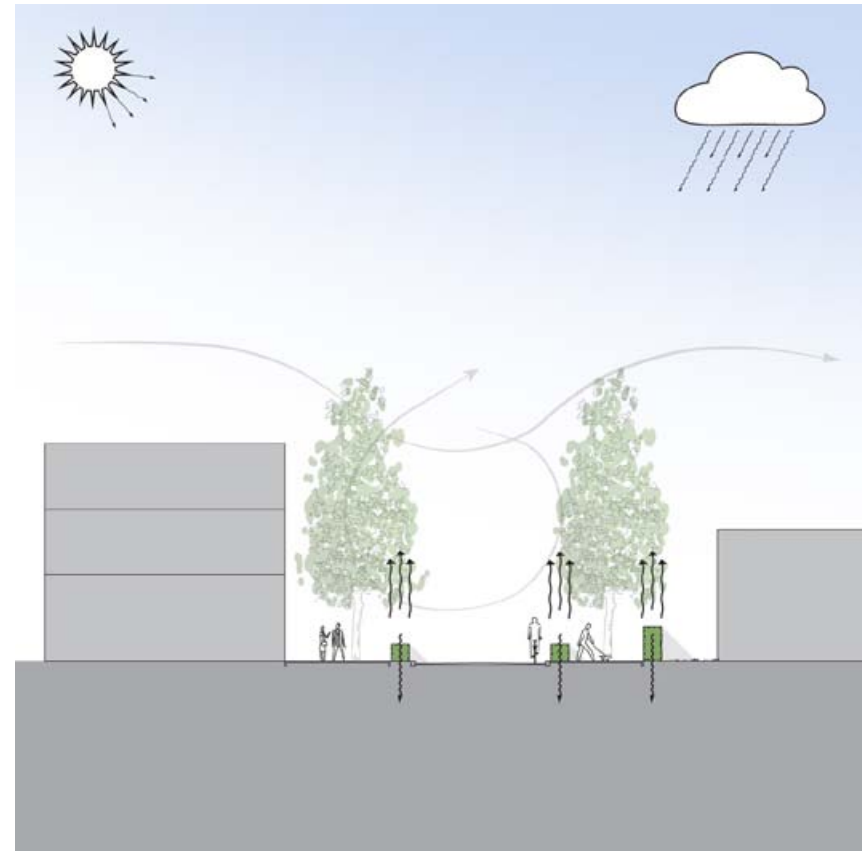
Geringe CO2-opslag in de meerjarige delen van de haag.

Energie besparen

Niet van toepassing.

Toepassing

Bij hoge hagen moet rekening gehouden worden met een vermindering van de sociale veiligheid.





Heestervak

Hitte voorkomen

Doordat heesters warmtestraling opnemen, warmt de lucht minder op dan wanneer dit oppervlak verhard zou zijn.

Verkoeling bevorderen

Mits de heesters niet te hoog zijn, wordt verkoeling door wind niet belemmerd. Heesters verdampen water, dat bijdraagt aan een lagere luchttemperatuur

Waterhuishouding verbeteren

Geringe wateropvang via bladeren. Via het plantvak kan water infiltreren in de bodem.

CO2 vastleggen

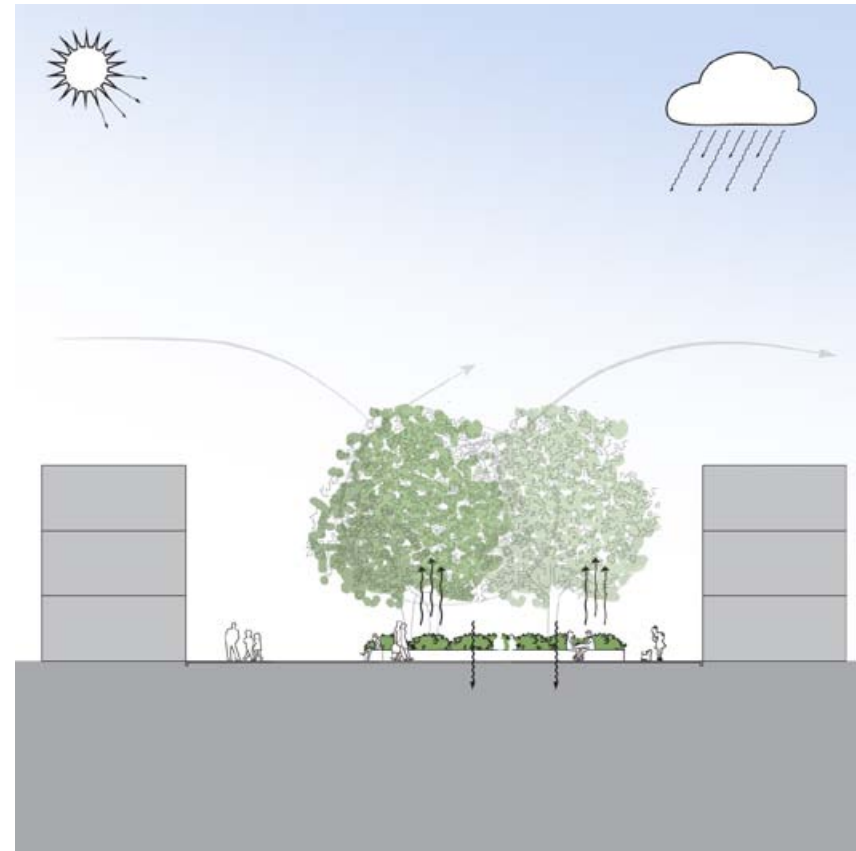
Grote heestervakken dienen voor biomassaproductie. CO2 wordt opgeslagen in de meerjarige delen.

Energie besparen

Niet van toepassing.

Toepassing

Heesters hebben een relatief hoge watervraag. Bij de keuze van de heestersoort moet hier rekening mee worden gehouden.





Grasveld

Hitte voorkomen

Een grasveld warmt minder op dan verharding.

Verkoeling bevorderen

De lage begroeiing zorgt ervoor dat de wind vrij spel heeft. Door de verdamping van water draagt een grasveld bij aan de verlaging van de luchttemperatuur.

Waterhuishouding verbeteren

Als de grond goed doorlaatbaar is, infiltrereert regenwater gemakkelijk in de bodem.

CO2 vastleggen

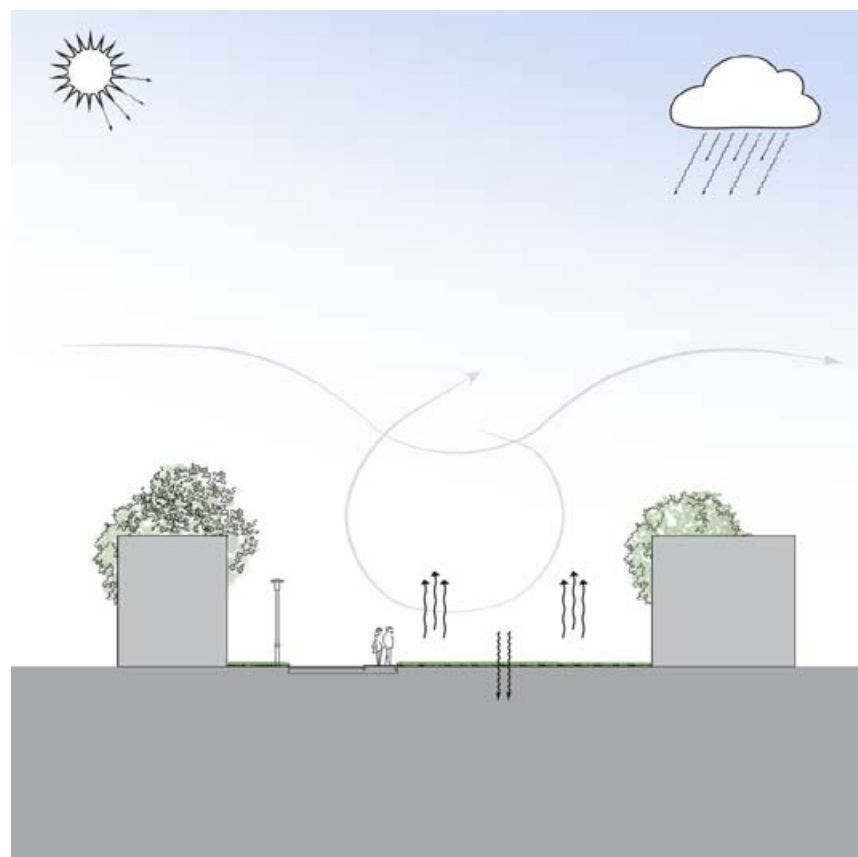
Door een goed maaibeeld kan een grasveld gebruikt worden voor biomassaproductie.

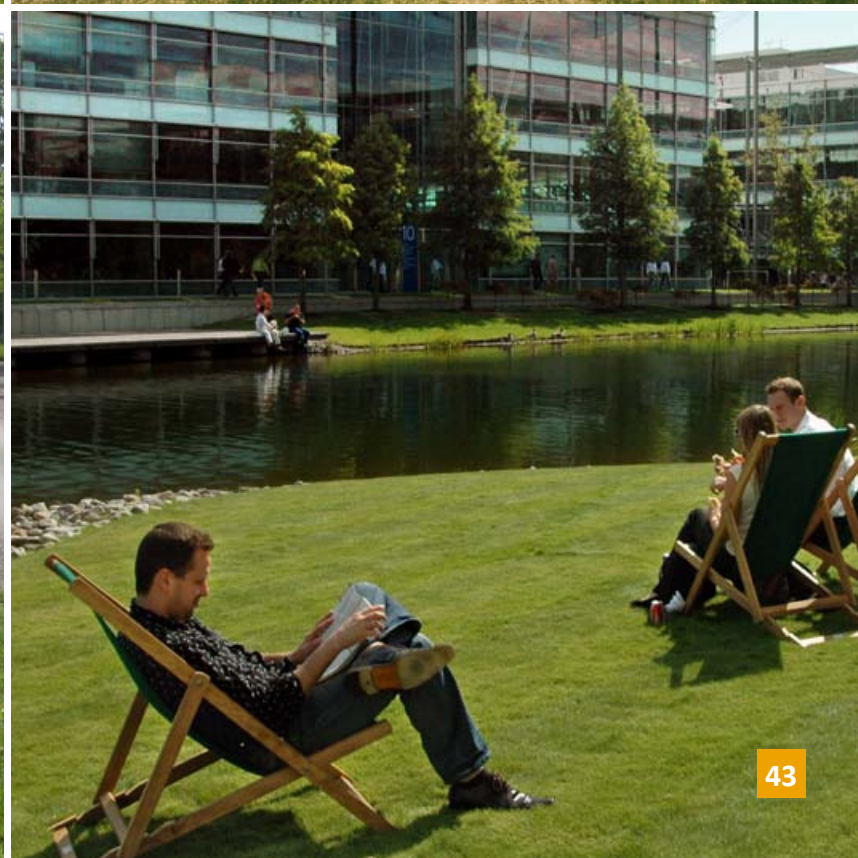
Energie besparen

Door de openheid en een verkoelende wind kan bespaard worden op koelenergie.

Toepassing

Een grasveld kan meerdere functies hebben: van speelweide tot bloemrijk grasland. Voor het voorkomen van hitte of het bevorderen van verkoeling maakt dat niets uit.





Wadi

Hitte voorkomen

Een wadi warmt minder op dan verharding.

Verkoeling bevorderen

De lage begroeiing zorgt ervoor dat de wind vrij spel heeft. Door de verdamping van water draagt een wadi bij aan de verlaging van de luchttemperatuur.

Waterhuishouding verbeteren

Regenwater infiltreert gemakkelijk in de bodem, waardoor droogte wordt voorkomen. Daarnaast is een wadi uitermate geschikt voor de berging van piekafvoeren tijdens extreme regenbuien.

CO2 vastleggen

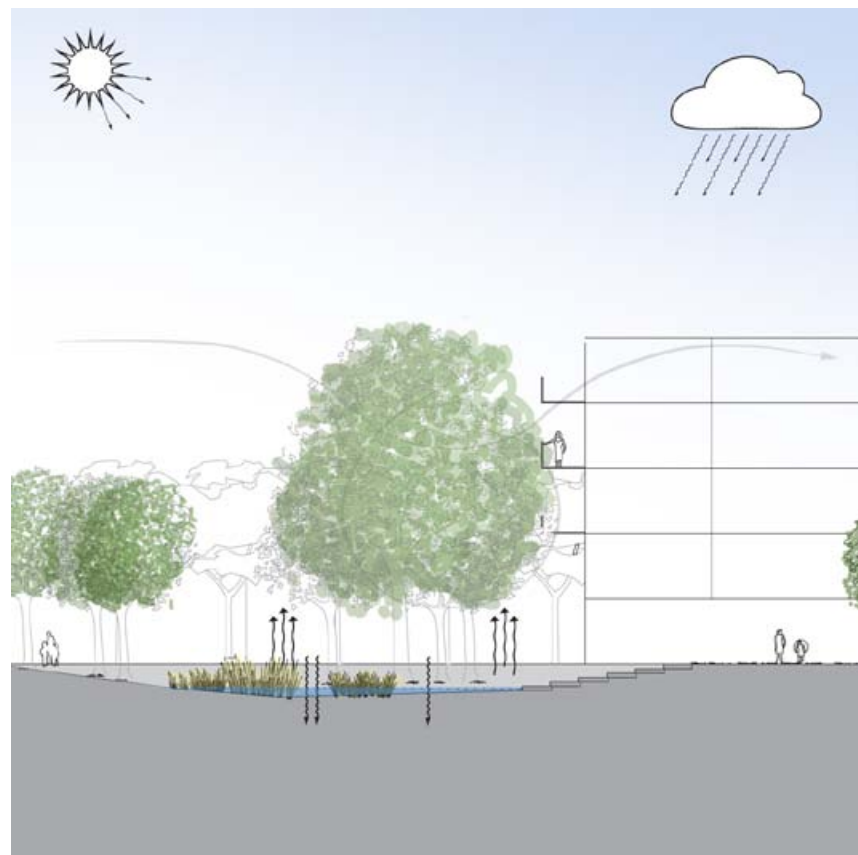
Door een aangepast maaibeheer kan een wadi gebruikt worden voor de productie van biomassa.

Energie besparen

Niet van toepassing.

Toepassing

Een wadi is eigenlijk een grasveld met een grote wateropvang- en infiltratiecapaciteit.





Halfverharding

Hitte voorkomen

Halfverharding warmt minder op dan een verhard oppervlak.

Verkoeling bevorderen

Doordat water uit de bodem kan verdampen, draagt halfverharding bij aan de verlaging van de luchttemperatuur.

Waterhuishouding verbeteren

In halfverharding infiltreert een deel van de neerslag in de bodem.

CO2 vastleggen

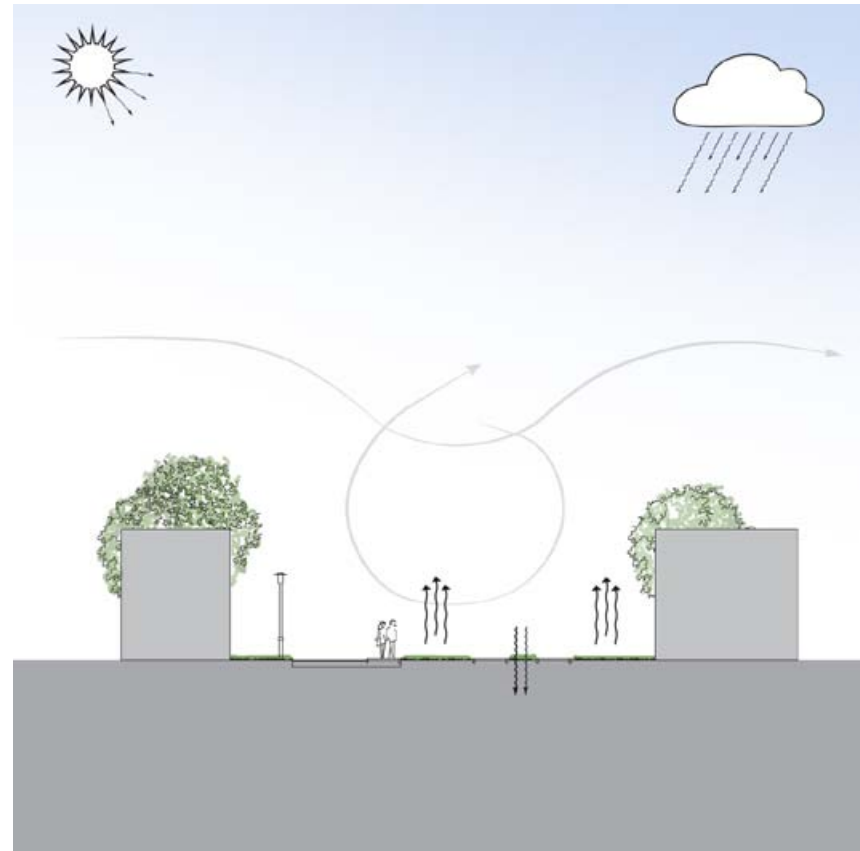
Niet van toepassing.

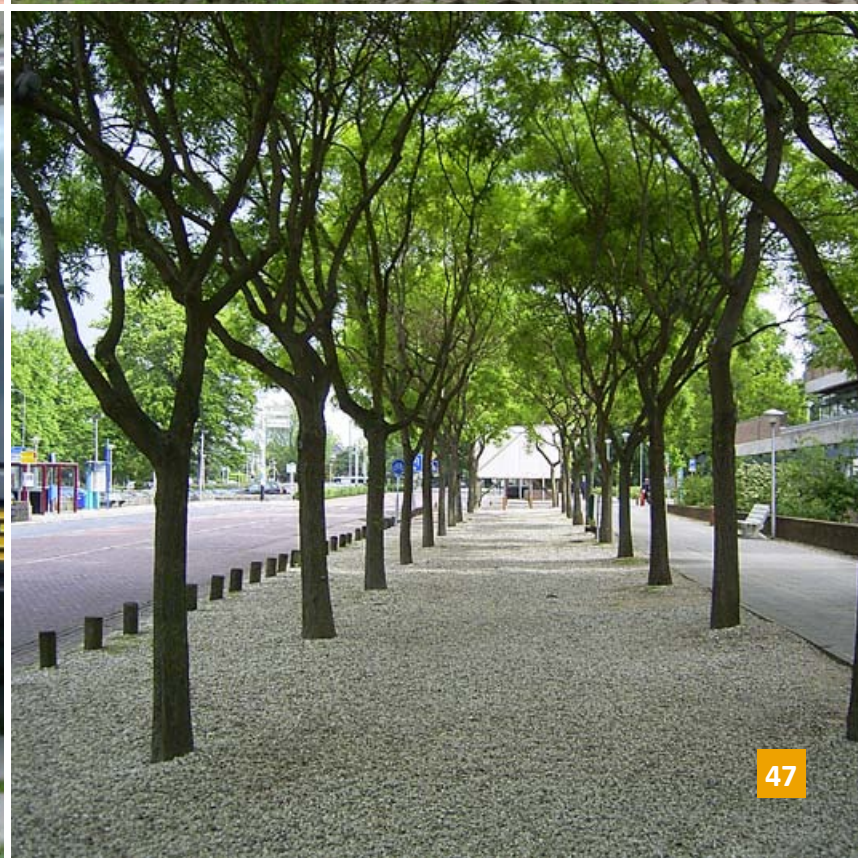
Energie besparen

Niet van toepassing.

Toepassing

Een succesvolle toepassing van halfverharding is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en de grondwaterstand. Bij een moeilijk doorlaatbare of een natte ondergrond kan bij hevige regenval modder ontstaan.





Gevelgroen

Hitte voorkomen

Gevelgroen voorkomt directe zoninstraling, waardoor gebouwen nauwelijks opwarmen en dus ook geen warmte uitstralen. Bijkomend effect is dat de beplanting zonnestraling opvangt en straling niet verder weerkaatst richting het maaiveld.

Verkoeling bevorderen

Door verdamping zorgt gevelgroen voor een lagere luchttemperatuur. Het belemmert ventilatie door wind niet – het groeit als ‘een tweede muur’ tegen de bebouwing aan.

Waterhuishouding verbeteren

Water infiltreert via het plantbed en het drainagesysteem.

CO2 vastleggen

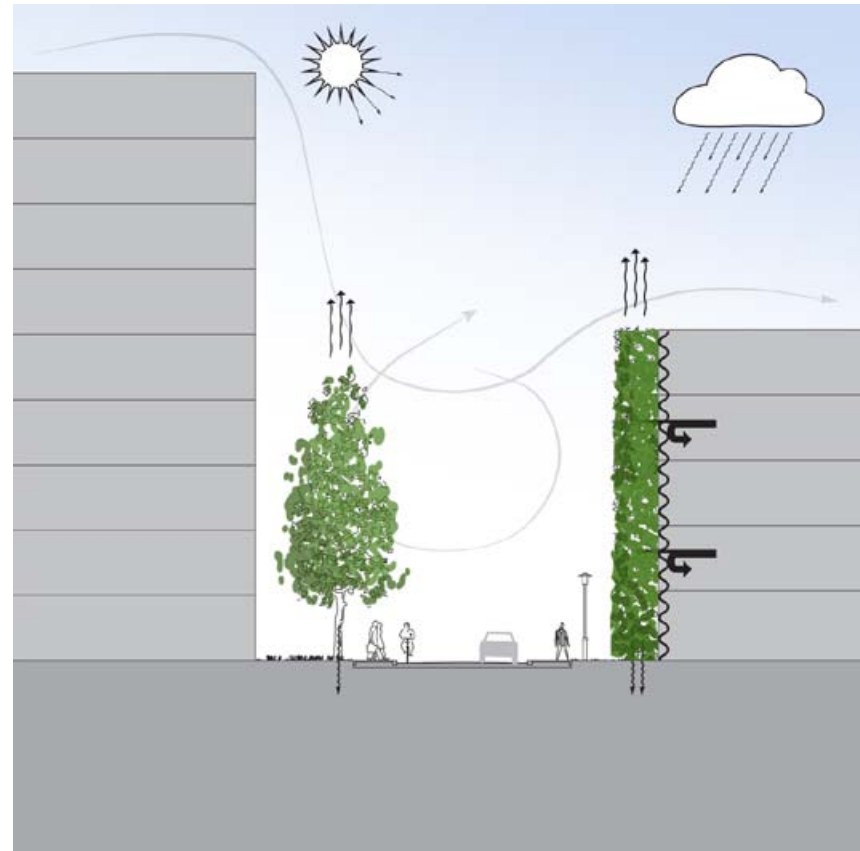
In de meerjarige delen wordt CO2 opgeslagen.

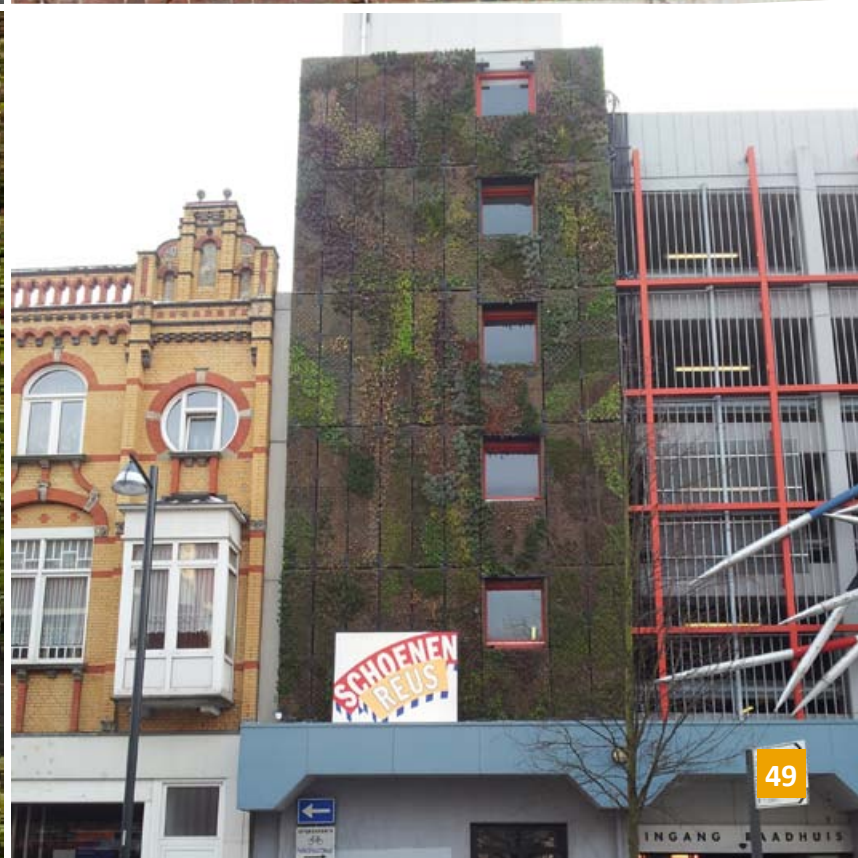
Energie besparen

In de zomer is minder energie nodig voor koeling, vanwege de warmtewerende werking van het gevelgroen. In de winter functioneert het groen als isolerende buffer, waardoor minder energie voor verwarming nodig is.

Toepassing

Gevelgroen is een alternatief op plekken waar vanwege bijvoorbeeld het intensieve verkeer geen bomen kunnen worden geplant.





Dakgroen

Hitte voorkomen

Door de isolerende werking van intensief dakgroen warmen gebouwen minder op – ze stralen dus ook minder warmte uit. Extensief dakgroen isoleert ook maar hitte kan ook worden opgeslagen in het substraat van de planten.

Verkoeling bevorderen

Door verdamping zorgt dakgroen voor een koelere luchttemperatuur. Het belemmert de ventilatie door wind niet.

Waterhuishouding verbeteren

Dakgroen vergroot de wateropslagcapaciteit. Bij hevige regenval wordt het water opgevangen en vertraagd afgevoerd.

CO2 vastleggen

In de meerjarige delen wordt CO2 opgeslagen.

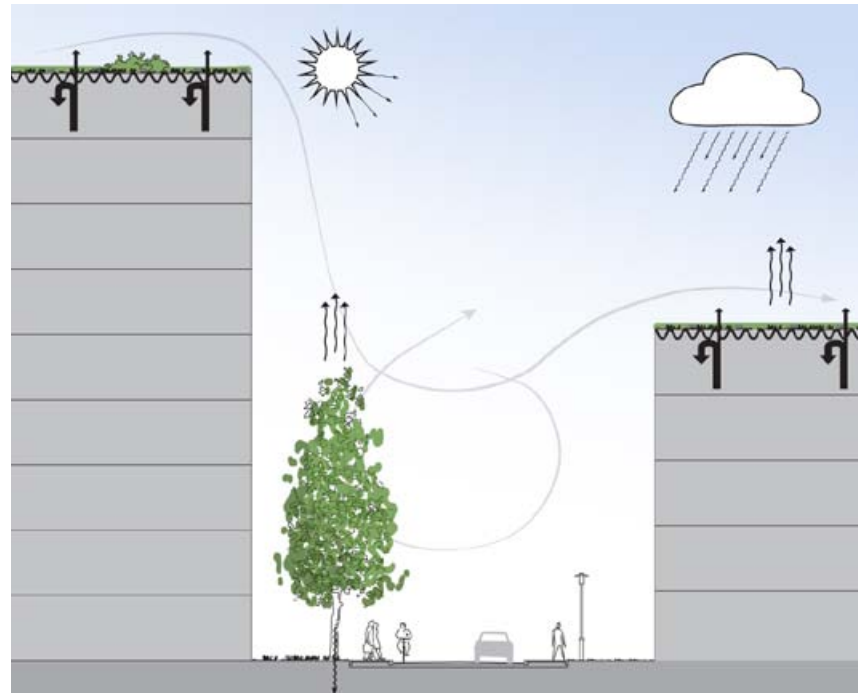
Energie besparen

In de zomer is minder energie nodig voor koeling, vanwege de warmtewerende werking van het dakgroen. In de winter functioneert het groen als isolerende buffer, waardoor minder energie voor verwarming nodig is.

Toepassing

Niet elk type dakgroen is even effectief in hittebestrijding. Momenteel onderzoekt een consortium van partijen uit wetenschap, bedrijfsleven en overheid in het DakLab bij het NIOO in Wageningen de effecten van verschillende typen dakgroen.

Voor de verkoeling van steden is het vergroenen van daken tussen gebouwen effectiever dan het vergroenen van daken op hoogbouw.





Interieur groen

Hitte voorkomen

In atriums voorkomt interieurgroen hitte door schaduwwerking.

Verkoeling bevorderen

In atriums zorgt interieurgroen voor verkoeling.

Waterhuishouding verbeteren

Niet van toepassing

CO2 vastleggen

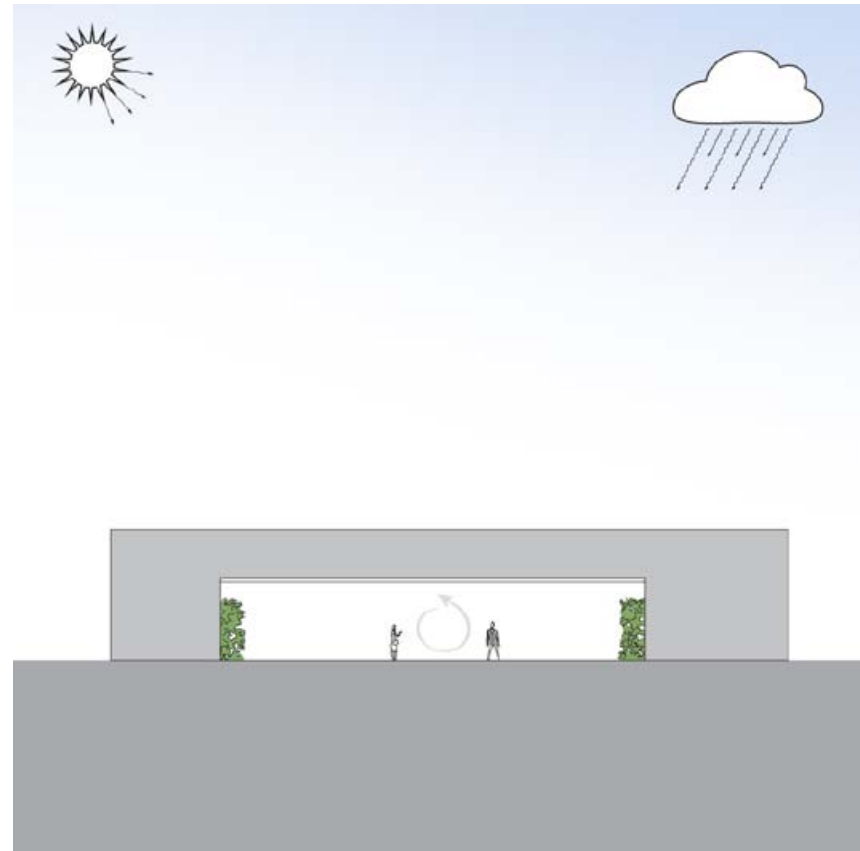
In de meerjarige delen van groen kan CO2 worden opgeslagen.

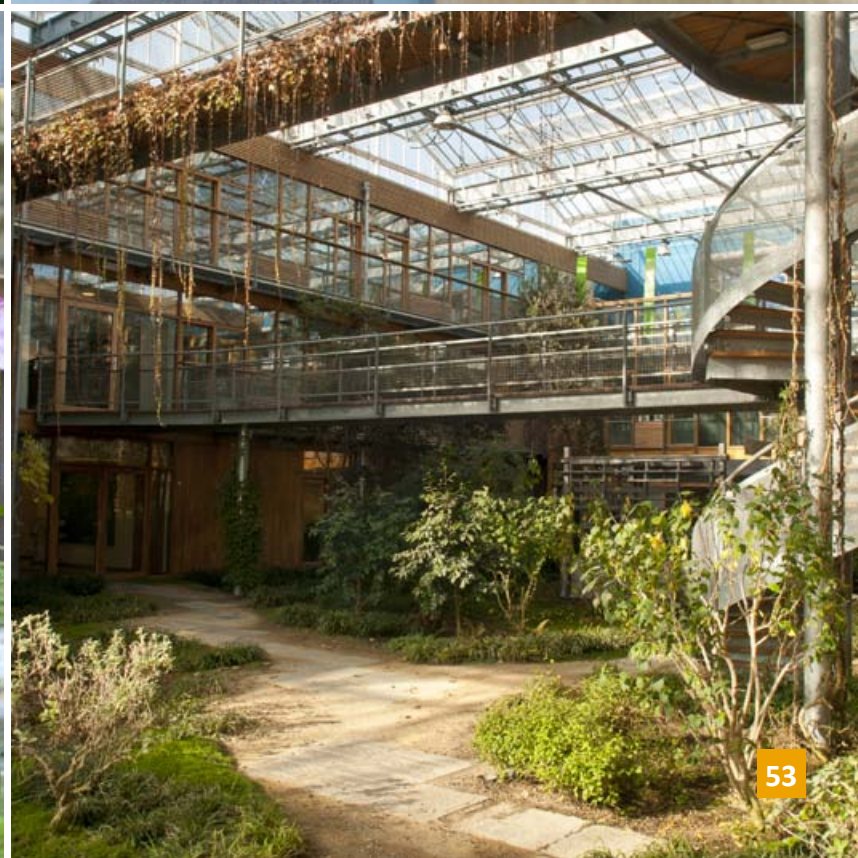
Energie besparen

Interieurgroen heeft voornamelijk effect op de luchtkwaliteit. Het kan energie voor luchtzuivering en klimaatbeheersing besparen.

Toepassing

Interieurgroen heeft een beperkt effect voor hittebestrijding. De grootste invloed van interieurgroen is de toename van het welbevinden van mensen. Het wordt daarom veelvuldig toegepast in scholen, ziekenhuizen en bedrijfsgebouwen.





Hitte in duurzaamheids- keurmerken

Duurzaamheidskeurmerken zijn opgezet om een meetlat te hebben waarlangs de duurzaamheidsambities van een gemeente of gebiedsontwikkeling kan worden gelegd. In de meest gebruikte keurmerken in Nederland – BREEAM, GPR en DLP – is de bestrijding van hitte opgenomen.

BREEAM-gebied

BREEAM-NL is de Nederlandse versie van het internationale keurmerk BREEAM Communities – betekenis: Building Research Establishment Environmental Assessment Method. Het is ontwikkeld door het Building Research Establishment (BRE), een Engelse onderzoeksinstantie vergelijkbaar met TNO. Voor BREEAM-NL is een onafhankelijke raad opgericht van overheden en marktpartijen: Dutch Green Building Council. Als eerste kwam in 2009 BREEAM-NL Nieuwbouw gereed, de beoordelingsrichtlijn BREEAM-NL Gebiedsontwikkeling is sinds de zomer van 2012 actief.

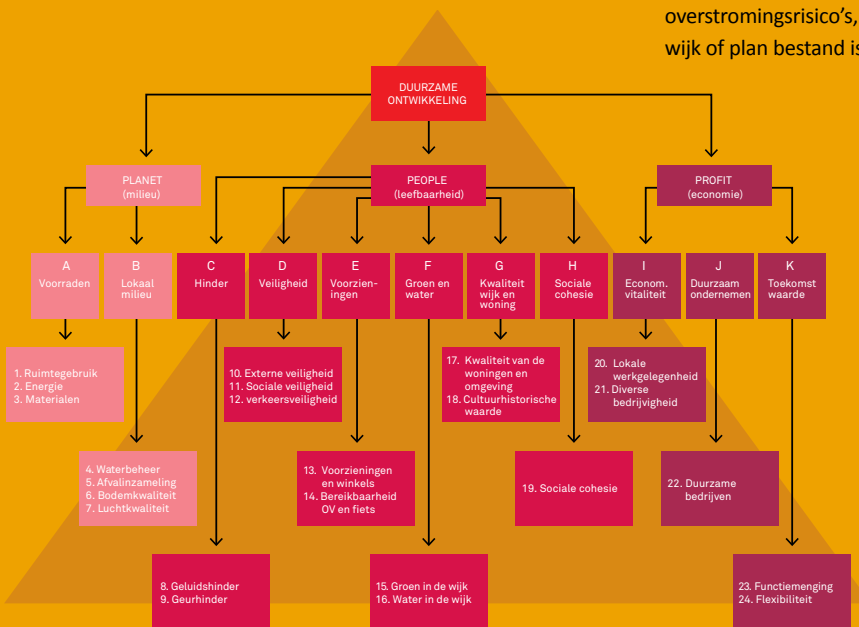
De beoordelingsrichtlijn van BREEAM bestaat uit zes categorieën met elk meerdere onderwerpen – zogenoemde credits – waarvoor punten kunnen worden verkregen. Een zo'n credit betreft hitte: KLI 1-Thermisch buitenklimaat. De omschrijving: 'Het stimuleren van een comfortabel thermisch buitenklimaat in het gebied door het voorkomen van het ontstaan van het Urban Heat Island (UHI) effect.'

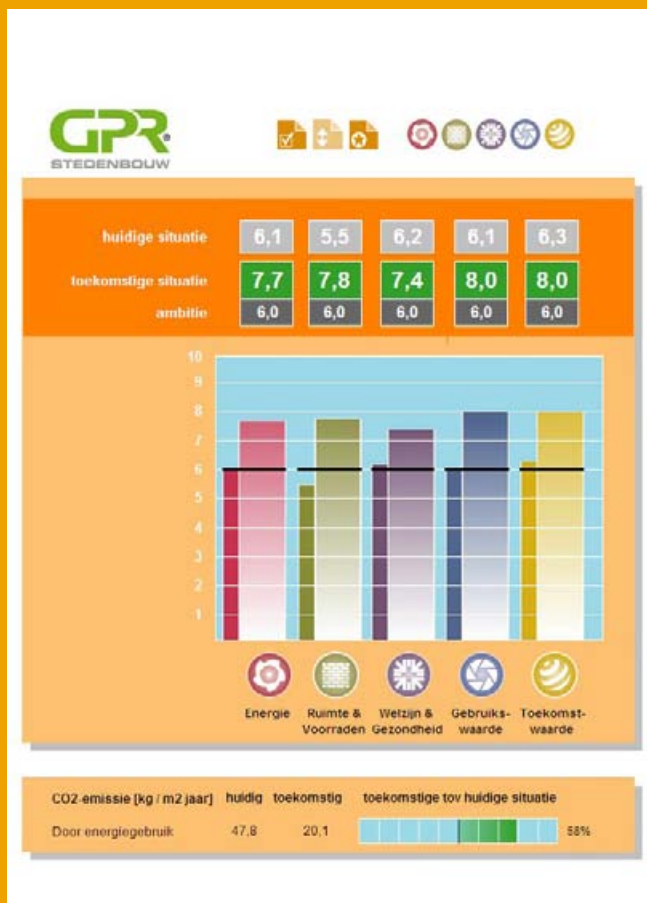
De score van de hittecredit wordt bepaald door een formule, opgesteld door het Wageningse onderzoeksinstituut Alterra. Bij een score van maximaal 0,5 wordt 1 punt toegekend, bij een score van maximaal 0,25 2 punten en bij een score van maximaal 0,10 4 punten. Hoe hoger het aantal punten, hoe beter. Voor elke credit wordt beschreven welke maatregelen de score kunnen verhogen.

DPL-klimaatmodule

Met het computerprogramma 'duurzaamheidsprofiel van een locatie' (DPL) wordt de duurzaamheid van een wijk of ruimtelijk plan gemeten. Het instrument is geschikt voor gebieden van circa 20 tot 100 hectare, met een tijdshorizon tot 2050. DPL is gebaseerd op de drie internationale duurzaamheidselementen: planet (milieu), people (sociaal) en profit (economie). Het is ontwikkeld door de interfacultaire vakgroep Milieukunde van de Universiteit van Amsterdam en de Chemiewinkel Amsterdam.

Binnen het DPL bepaalt een klimaatmodule de klimaatbestendigheid van een wijk of plan. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar energieverbruik, CO₂-reductie en overstromingsrisico's, maar ook naar de mate waarin een wijk of plan bestand is tegen hoge temperaturen.





GPR STEDENBOUW

GPR staat voor Gemeentelijke Praktijk Richtlijn en is ontwikkeld door adviesbureau BOOM voor de duurzame wijk Ecolonia in Alphen aan den Rijn. Het bureau W/E adviseurs ontwikkelde met de gemeenten Tilburg en Groningen de variant GPR Stedenbouw. Het biedt inzicht in de duurzaamheidsprestaties van een stedenbouwkundig plan of de herstructurering van een gebied.

GPR Stedenbouw beoordeelt plannen op energie, ruimte en voorraden, welzijn en gezondheid, gebruikswaarde en toekomstwaarde. Een getal tussen 0 en 10 geeft de score aan. Hitte wordt gemeten op basis van de gemiddelde oppervlakte groen per woning in een plangebied en de verhouding tussen bebouwde en onbebouwde ruimte.

Giovanni Vandewaetere, stafmedewerker groendienst, Stad Roeselare

‘De aandacht voor hitte uit zich voornamelijk in de keuze van beplantingen en boomsoorten’

‘Tot voor kort was de opwarming van de stad geen onderwerp van gesprek. Maar onlangs speelde het een rol in de herinrichting van de stadsboulevard Westlaan-Noordlaan.

‘De aandacht voor hitte uitte zich voornamelijk in de keuze van beplantingen en boomsoorten. In het oorspronkelijke plan waren platanen bedacht. Door de brede kruin zorgen deze bomen langs wegen voor een tunneleffect, waardoor fijnstof en warmte niet worden afgevoerd. Dit heeft een negatief effect op het microklimaat. Daarom zijn de platanen al in het ontwerp vervangen door rechte haagbeuken, bovendien een inheemse soort met minder bladafval – wat veiliger is voor het verkeer. Langs parkeervakken en bij kruispunten zijn iepen geplaatst die op deze drukke punten voor verkoeling zorgen.

Verder worden bewoners langs de West- en Noordlaan gestimuleerd om hun voortuinen groener in te richten. Daarvoor organiseert het Koninklijk Groen- en Bebloemingscomité elk jaar een ‘bebloemingswedstrijd’. We hopen dat mensen zo meer groen aanbrenge in hun voortuinen en aan hun gevels.

‘Ik heb het gevoel dat opwarming steeds meer onderdeel wordt van stedelijke herinrichtingsprojecten. Zeker in het centrum, met veel hoogbouw en ingesloten pleinen, moeten we rekening houden met wind en temperatuur. Mijn collega’s en ik zien alle projecten voorbij komen en kunnen dus adviseren hoe groen een bijdrage kan leveren in het tot stand brengen van een aangenaam microklimaat.’





STAP 3 IMPLEMENTATIE

Inbedding

Bewustwording

Ontwerp

Aanhaken bij andere functies

Financiering

De hitteopgave en de inzet van groen moeten net als cultuurhistorie, de ondergrond en de wateropgave onderdeel worden van de gemeentelijke beleids- en uitvoeringspraktijk. Het in beeld brengen van hitte-eilanden en de toolbox alleen zijn niet genoeg – voor een duurzame ontwikkeling van de stad is meer nodig.

Allereerst moet iedereen betrokken bij de inrichting van de stedelijke ruimte zich bewust worden van het hittevraagstuk. Het gaat dan niet alleen om de beleidsmaker, de ontwerper en de beheerder, maar ook om bestuurders, adviseurs, projectontwikkelaars en bewoners. Hittebestrijding is nauwelijks ingebed in de gemeentelijke organisatie. En groeninrichting is, ondanks de vele functies op het gebied van water en ruimtelijke kwaliteit, nog te vaak een sluitpost. Daarom dient hittebestrijding en de rol van groen een structurele plek te krijgen in de gemeentelijke organisatie. Groen is een thema dat door de verschillende sectoren heen, van beleidsvorming tot beheer, verweven zou moeten worden. Gemeenten dienen expliciet aan te geven welke kwaliteiten van groen worden nagestreefd.

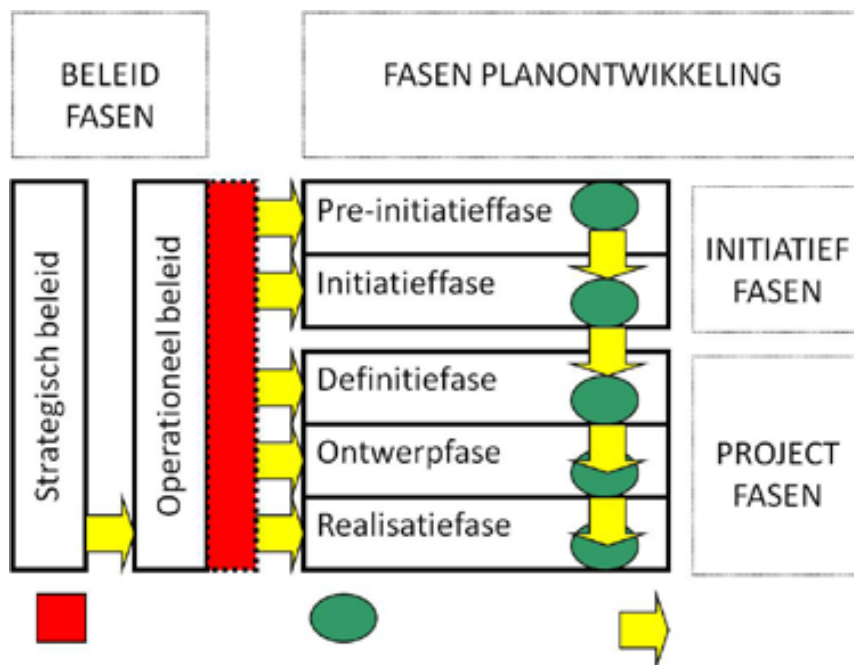
Het is daarbij raadzaam om de rol van groen in hittebestrijding niet los te zien van de vele functies die groen in de stad heeft – zoals ruimtelijke kwaliteit, wateropvang en gezondheid. Groenmaatregelen voor hittebestrijding moeten in het brede perspectief van de overige functies worden geplaatst.

De aanpak van hitte alleen is in veel gevallen geen aanleiding tot concreet ingrijpen in de (groene) inrichting van de stad. Het is verstandig om, vooruitlopend op het opstellen van klimaatbeleid en het toenemend aantal warme dagen, in lopende ruimtelijke projecten en programma's hitte een plek te geven. Het initiatief voor de herontwikkeling van wijken en straten en de herinrichting

van de groene ruimte ligt meestal bij partijen op het gebied van woningbouw, infrastructuur en waterbeheer. Door hittebestrijding als onderwerp in het groenontwerp mee te nemen kan een bijdrage worden geleverd aan de duurzaamheids- en gezondheidsopgaven van het project en van de stad als geheel.

Tot slot de kwestie van financiële baten – die voor toepassingen van groen moeilijk te berekenen zijn. Hittebestrijding is een functie met duidelijke financiële baten. Door dit inzichtelijk te maken kan voorkomen worden dat groen enkel als kostenpost gezien wordt. Dit levert nieuwe mogelijkheden op voor de financiering van aanleg en onderhoud. Het kan tevens voorkomen dat wanneer in planprocessen financiële tekorten dreigen, oplossingen gezocht worden die ten koste gaan van het groen.

In het Europese Interregproject Functioneel Groen is in vier projecten geëxperimenteerd met de implementatie van de hitteopgave – en de rol die groen daarin speelt – in de beleids- en uitvoeringspraktijk. De projecten laten zien hoe op verschillende manieren met bewustwording, de overige functies van groen, inbedding in de gemeentelijke organisatie en planvorming omgegaan kan worden. Voor het aspect financiering wordt vanuit de campagne 'Groen Loont' een handvat geboden met de zogenoemde TEEB-methode. Inbedding: de groentoefts



Inbedding: de groentoets

In de groentoets wordt het belang van groen – zoals in de aanpak van hoge temperaturen – afgewogen tegen andere belangen. Hiervoor dient vooraf te zijn vastgelegd waar en hoe groen ingezet moet worden. Per fase – initiatief, definitie, ontwerp, realisatie – in het planproces controleert de groentoets aan de hand van een checklist de invulling van de groenopgaven. Het is dus geen toets achteraf.



Bewustwording: workshop Groene Tuinen

De gemeente Maastricht wilde met de workshop 'Groene Tuinen' bewoners bewust maken van het nut van groen in de stad. Door hen te wijzen op het verkoelende effect van de tuin wilde de gemeente bewoners inspireren tot de aanleg van meer groen. Deelnemers deden ideeën op en gingen daarna zelf aan de slag.

De groenexperts van het bureau BELW Advies en de gemeente adviseerden bewoners: van het juiste groen op de juiste plek in de tuin profiteert de hele stad. Een kleine groenstrook, zoals een gevel met klimplanten, is een prima isolatiemiddel. Het filtert de lucht en klimplanten met bessen – zoals vuurdoorn of kamperfoelie – zorgen voor voedsel voor vogels. Een workshopdeelnemer vergrootte zijn tuin met twintig procent door het platte dak van de schuur als tuin in te richten.



Klimaatgroentema's



Ontwerp Rijksweg	++	+	--	+	+
Luchtgroen	++		0	+	+
Ontwerp De Linde	+			+	0
Kans inheemse soorten	+			+	+
Ontwerp Cultuurplein	0	+		0	0
Schaduw op gevels	+	+		0	++
Zwevende plantenbakken	+	0		0	0
Gras ipv verharding	+	+		+	0
Windsingel	++	+		++	+
Ontwerp gebouwen	0	0		0	0
Gras i.p.v. steen	+	+		+	0
Groene daken	++	+		++	+
Inheemse soorten	+				+
Ontwerp Kademuur					----
Mergel	+				++
Hemelwater	+			+	++
Diverse verblijfsplaatsen fauna					+++
Ontwerp Beekoever					++
Helofytenfilter				+++	--
Oevervegetatie				+++	++
Bloemrijke kruiden				+++	++
Ontwerp Schootsvelden	+	-		+	+
Verblijfscomfort	++	+		+	++
Windsingels	+	++	+	+	+
Rugdekking	+	+		+	+
Struweel	+	0		+	++
Bloemrijke weiden	+	-		++	++
Totaal score					
Ontwerp	4	1	-2	5	-1
Kansen	20	9	1	24	23

Ontwerp: De Dobbelsteen

De gemeente Sittard-Geleen werkt aan de vernieuwing van het stadscentrum. Daarom verrijzen langs de noordelijke rijksweg nieuwe gebouwen. De gemeenteraad vindt het belangrijk dat er voldoende aandacht is voor duurzaamheid.

Voor het multifunctionele complex De Dobbelsteen is begin 2012 een werksessie gehouden waarin het ontwerp van het gebouw en de buitenruimte werd getoetst aan een aantal duurzaamheidsaspecten, zoals hitte, water, luchtkwaliteit en biodiversiteit. In de werksessie bleek dat het thema hitte in het ontwerp al was meegenomen. Zo waren schaduwrijke zitplekken op het centrale plein ontworpen. Het thema hitte leverde extra argumenten op om de bomen op het plein te realiseren.





Aanhaken bij andere functies: de kanskaart

Met de zogenoemde Kanskaart Functioneel Groen is in Roosendaal gezocht naar mogelijke toepassingen van groen. Het voornaamste doel is om bewoners, projectontwikkelaars en andere commerciële partijen te motiveren zich in te zetten voor groen in de binnenstad, juist omdat daar weinig ruimte is voor openbaar groen. De kanskaart is uitgewerkt voor drie schaalniveaus: gebouw, buurt en stad.

De uiteindelijke kanskaart bestaat uit een kaartbeeld en een index.

De index is gebaseerd op het ELSIA-model. ELSIA is een indeling voor verschillende aspecten van duurzame ontwikkelingen, zoals energie, economie en gezondheid. Om de index te vullen is op basis van de kanskaart geïnventariseerd welke groenelementen op de verschillende schaalniveaus van toepassing zijn. Uiteindelijk is voor iedere schaal een uitgebreide tabel gemaakt waarin staat welke kansen aanwezig zijn op het betreffende schaalniveau.

Ecosystemen	Biodiversiteit	Cultuur	Economie	Gezondheid	Geluk	Klimaat Adaptatie	Klimaat Mitigatie
Reguleert het microklimaat Filtreert water Dempt lokale regerval Verwijdert fijnstof Toenemende biodiversiteit	De totale plantbedekking neemt toe De diversiteit van plant- en diersoorten neemt toe	De esthetiek van de stedelijke omgeving neemt toe Vermindert misdaad Biedt therapeutische en recreatieve mogelijkheden	Verhoogt de waarde van onroerend goed Kan additioneel onderhoud nodig hebben	Biedt geestelijke gezondheid voordelen. Biedt de mogelijkheid voor ontspanning. Vermindert luchtvervuiling door filtering van fijne deeltjes Toenemende zuurstof productie	Toenemende esthetiek en plezierig uitzicht Verlaagt het aantal depressies Meer blootstelling aan groene ruimtes	Verbeterd de mogelijkheid om regenwater op te vangen (minder risico voor overstroming of droogte). Reduceert het stedelijk opwarmingseffect Verbeterd het microklimaat	CO ₂ -afvang
+	+	+	+	+	+	+	+
Verbindt ecologische gebieden. Hiermee wordt de veerkracht van de gebieden verbeterd	Biedt een leefgebied voor grotere soorten Biedt een gevarieerde habitat voor vele diersoorten.	Behoudt traditionele landschappen, educatief component. Biedt mogelijkheden voor het overbruggen van sociale barrières in participatietrajecten De sociale cohesie voor verschillende groeperingen neemt toe	Kan worden gebruikt om groencertificaten te genereren (Carbon credits) Locatie voor kleine ondernemerschap, programmeerbare ruimte.	Stimuleert lopen of fietsen in plaats van het gebruik van gemotoriseerd vervoer. Plek voor sport, ontspanning, gezonde buitenlucht.	Creëert de mogelijkheid voor recreatie	Verbeterd de mogelijkheid voor migratie van plant- en diersoorten tussen de corridors	
Kringloop proces voor voedingstoffen	Bevordert productieve insecten, mogelijkheid voor stedelijke bijenkasten. Biedt een schuilplaats voor verscheidene diersoorten, grote zoogdieren.	Biedt zinvol werk voor ouderen over voedsel. Ontwikkeling van de gemeenschap, sociale cohesie Biedt zinvol werk voor ouderen in dierenzorg. Geeft mogelijkheden tot onderwijs over zuivel en voedsel. Ontwikkeling van de gemeenschap, sociale cohesie. Traditionele typologie.	Verlaagt de individuele kosten voor voedsel Mogelijkheid voor exploitatie van verschillende weidefuncties, zoals vee, hertenkamp, etc.	Geeft toegang tot lokale en verse producten (verbeterde voeding)	Ontwikkeling van band met de gemeenschap. Interactie met dieren. Ontwikkeling van band met de gemeenschap.	Verhoogt de voedselzekerheid	Vermindert de vraag naar industrieel geproduceerde landbouw goederen Vermindert de lokale voedselkilometers "food miles"
Biedt een zeer belangrijke verbonden ecologisch platform in de stad.	Biedt een gevarieerde habitat voor vele diersoorten.	Bijzondere natuurlijke omgeving, biedt recreatie, ontspanning, mogelijk werk en sociale ontwikkeling indien voedseldragend.	Kan de kosten voor warmte en koeling verlagen. Mogelijk programmeerbare ruimte voor horeca, evenementen, etc.	Verbeterde toegang naar buiten en met de natuur voor woningen en kantoren	Biedt ruimte voor creatieve invulling en interactie		Vermindert het energie verbruik van gebouwen
Biedt toegevoegde typologische variatie aan Stedelijk weefsel. Verbeterd de heterogeniteit van het landschap.	Habitat voor vogels en kleine dieren.	Kan grote verharde gebieden verzachten, biedt gevoel van veiligheid. Anti-gratiti.	Spaart geld voor isolatie, verwarming, koeling. Kan leuke vlakken voordelig aantrekkelijk maken. Beschermt gevels tegen de gevolgen van verweering	Sterk effect op psychologisch welzijn bij grote Vlakken. Vermindert lawaai en geluidsdruk.	Verhoogt de voedselzekerheid		Vermindert het energie verbruik van gebouwen
Biedt leefgebied met voldoende hout. Toenemende biodiversiteit	Biedt een leefgebied voor grotere soorten		Kan worden gebruikt om groencertificaten te genereren (Carbon credits)	Plek voor sport, ontspanning, gezonde buitenlucht.	Ontspanning	Kan voorzien in een leefgebied voor klimaat gevoelige plant- en diersoorten. Voorkomt grote onbalansen in microklimaat.	Creëert leefgebied voor klimaat gevoelige soorten
Biedt houtachtig leefgebied Toenemende biodiversiteit Kringloop proces voor voedingstoffen	Biedt een leefgebied voor zoogdieren en vogels	Biedt bevredigend werk voor ouderen Geeft mogelijkheden tot onderwijs over voedsel. Ontwikkeling van de gemeenschap, sociale cohesie	Verlaagt de individuele kosten voor voedsel Heeft de mogelijkheid om tot aanvullend inkomen te leiden. Kan gebruikt worden voor CO2 Credit compensatie.	Geeft toegang tot lokale en verse producten (verbeterde voeding)	Ontwikkeling van band met de gemeenschap.	Kan voorzien in een leefgebied voor klimaat gevoelige plant- en diersoorten Verhoogt de voedselzekerheid	Creëert leefgebied voor klimaat gevoelige soorten Vermindert de vraag naar industrieel geproduceerde landbouw goederen Vermindert de lokale voedselkilometers "food miles"
Bomen zijn substantiele ondersteuners van ecosystemen op micro, meso en macro schaal.	Is gastheer voor bevorderlijke microben in de grond Biedt een leefgebied voor vogels/insecten / Biedt een schuilplaats voor verscheidene diersoorten Is gastheer voor bevorderlijke microben in de grond Biedt een leefgebied voor vogels/insecten / Biedt een schuilplaats voor verscheidene diersoorten	Natuurlijke plaats voor ontmoeting. Kans voor spel en natuurlijke interactie.	Leverd bronmaterialen Leverd bronmaterialen. Beperkt windschade bij storm.	Vermindert lawaai en geluidsdruk. Creëert mogelijkheden voor kinderen om te spelen – boomhutten, schommels etc. Vermindert lawaai en geluidsdruk.	Creëert de mogelijkheid voor recreatie	Zorgt voor een betere waterkwaliteit. Zorgt voor een betere waterkwaliteit Kan voorzien in een leefgebied voor klimaat gevoelige plant- en diersoorten. Beperkt windschade bij storm.	Biedt een lokale bron van hernieuwbare brandstof
Verbeterd het vermogen van de grond om CO2 vast te houden Herstelt beschadigde ecosystemen	De microbiologische diversiteit neemt toe Doet dienst als een voortplantingsgebied voor vissen, amfibieën, insecten en andere soorten Leverd drinkwater voor verscheidene diersoorten	Ondersteunt en versterkt sociale cohesie	Heeft de mogelijkheid om tot aanvullend inkomen te leiden	Biedt mogelijkheden voor fysieke activiteiten	Verbeterd grond en waterkwaliteit, vermindert gifstoffen in leefomgeving.	Verbeterd lokaal de kwaliteit en vruchtbaarheid van de grond	Vermindert de vraag naar producten en diensten die verantwoordelijk zijn voor veel broeikasgassen
Vermijdt en reguleert de afwatering	Plek van ontmoeting, spel en sport	Kan gebruikt worden als visweekgebied sportvisgebied.		Plek voor sport, ontspanning, gezonde buitenlucht.	Creëert de mogelijkheid voor recreatie		

Geld aantrekken via de directe en indirecte batenhouders

	pacht en verkoop		belastingen			publiek private samenwerking (PPS)		subsidies, giften
	erfpacht	verkoop bouwen woonrijpe grond ja	leges vergunning-verlening	waterschap-, rioolheffing	incrementele belasting	benefit sharing	ontwikkelaars bijdrage	publiek en privaat
binnen wetgeving, fondsdoel	ja	ja	ja	ja	ja	case specifiek	case specifiek	case specifiek
omvang bedrag toereikend	case specifiek	case specifiek	case specifiek	case specifiek	case specifiek	case specifiek	case specifiek	case specifiek
locatie	alle	alle	alle	alle	winkels, bedrijven terugkerend	alle	alle	alle
eenmalig/terugkerend geldbedrag	terugkerend	eenmalig	eenmalig/terugkerend	terugkerend	terugkerend	eenmalig/terugkerend	eenmalig	eenmalig
gelabeld aan groenmaatregel	nee	ja	ja	ja	deels	ja	ja	ja
transactiekosten	beperkt	wisselend	beperkt	beperkt	beperkt	wisselend	wisselend	wisselend
voorwaarde	gemeente is grondeigenaar	gemeente is grondeigenaar, nieuwbouw	nieuwbouw	project draagt bij aan beheerdoel	draagvlak, project draagt bij aan beheerdoel	belang private financierder, voldoende winst	belang private financierder	fonds dekt financieel tekort

Financiën: TEEB

TEEB – een afkorting voor The Economics of Ecosystems and Biodiversity – is een internationale studie naar de economische betekenis van biodiversiteit en ecosystemen. In het Nederlandse programma TEEB Stad werken elf gemeenten en de ministeries van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en Infrastructuur en Milieu aan een methode om de maatschappelijke baten van groenblauwe maatregelen mee te nemen in bestemmingsplannen, grond- en vastgoedexploitaties en ontwerpssessies.

De TEEB-methode bestaat uit meerdere delen. Al tijdens de probleemanalyse worden goede en slechte gebiedskenmerken onderscheiden. Door daarna in te schatten wie voordeel heeft van een bepaalde kwaliteitsverbetering, en door in te schatten hoe groot dat voordeel is, kan bepaald worden welke maatregelen de hoogste opbrengsten opleveren.

Om de opbrengst te berekenen moet bekend zijn hoeveel mensen baat hebben bij de maatregel. De beïnvloedingszone van de kwaliteitsverandering bepaalt dat. Om aan het voordeel dat mensen ondervinden een waarde toe te kennen worden verschillende beprijzingstechnieken toegepast, zoals de gevolgschademethode, de vermijdingskostenmethode of de reiskostenmethode. Inmiddels zijn veel kengetallen beschikbaar om groenopbrengsten te voorspellen. Volgens de TEEB-methode moet worden aangegeven in welke periode kosten en opbrengsten optreden. Op die manier is een saldoberekening te maken van de kosten en baten over een vastgesteld aantal jaren. Als de opbrengsten berekend zijn kunnen belanghebbenden worden aangewezen om de kosten te delen. Voor het innen van de opbrengsten zijn twee verdienmodellen denkbaar: financiële constructies die extra geld aantrekken of financiële constructies die extra geld besparen.



Voorbeeldstudies van de deelnemende gemeenten laten zien dat een groene leefomgeving een groot maatschappelijk rendement oplevert, waar ook de biodiversiteit van profiteert. Het blijkt dat groen anderhalf tot twee keer meer economische baten oplevert dan de kosten voor investering en onderhoud – denk aan besparingen op energie- en zorgkosten en hogere vastgoedwaarden.

Voorbeeldproject groenblauwe stadsrand Zwolle. Doel van het project was de onderbouwing van de realisatie van een uitloopgebied dat niet was opgenomen in de grondexploitatie. TEEB is ingezet als evaluatiemiddel. Conclusie: de maatschappelijke opbrengsten waren 2,86 miljoen euro, terwijl de geschatte kosten 1,86 miljoen bleken. Dit zat 'm vooral in een verbetering van de recreatieve bereikbaarheid en toegankelijkheid (padenstelsel) en natuurontwikkeling in combinatie met waterberging. Met name het personeel van een nabij gelegen bedrijventerrein, omwonenden en scholieren profiteren.

Voorbeeldproject vergroenen binnenstad Eindhoven. De TEEB-methode liet zien dat de opbrengsten van meer groen in de stad hoger zijn dan uit een eerdere door de gemeente gemaakte businesscase bleek. Dit komt doordat in TEEB kleinere baten wel zijn meegenomen. Conclusie: 2,5 miljoen euro aan maatschappelijke opbrengsten, en slechts 1,5 miljoen aan kosten. Ondernemers, bewoners en kantoorpersoneel profiteren van de omzetstijging in de horeca, meer terrassen en een waardestijging van het vastgoed.

De voorbeeldprojecten laten zien dat het eenvoudigweg presenteren van de rekening niet werkt, en dat het gaat om het samen zoeken naar oplossingen. Uit de voorbeelden blijkt ook dat er meer groenopbrengsten te berekenen zijn dan gemeenten aanvankelijk dachten. Het vroegtijdig betrekken van belanghebbenden draagt bij aan meer draagvlak en een sneller proces.

LITERATUUROPGAVE

Tom Bade, Gerben Smid, Fred Tonneijck (2011)

Groen Loont
De Groene Stad, Boskoop

Jannete Bessembinder (2009)

Klimaatschetsboek Nederland; het huidige en toekomstige klimaat – Publicatie nr. 223.
KNMI, report 223, De Bilt

Tom Bosschaert, Nels Nelson (december 2010)

Kansenkaart Functioneel Groen – gemeente Roosendaal
Except – Integrated Sustainability, Rotterdam

Tom Bosschaert (december 2010)

Kansenkaart Functioneel Groen; Notitie Methode – gemeente Roosendaal
Except – Integrated Sustainability, Rotterdam

J.W. Claessens, D. Schram-Bijkerk, E.M. Divern- van Breemen, D.A. Houweling, H. van Wijnen (2012)

Bodem als draagvlak voor een klimaatbestendige en gezonde stad
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven

Prof. Dr. H.A.M. Daanen, M. Simons, Dr. S.A. Jansen (2010)

De invloed van hitte op de gezondheid, toegespitst op de stad Rotterdam
TNO Defensie en Veiligheid, Soesterberg

Renske den Exter (2012)

Climate policy in Dutch municipalities; organisation, policy, implementation and performance
Urban Environmental Management, Environmental Policy Group, Wageningen UR, Wageningen

Bert Heusinkveld, Bert van Hove, Cor Jacobs (2012)

Ruimtelijke analyse van het stadsklimaat in Arnhem
Wageningen Universiteit / Alterra, Centrum voor Water en Klimaat (CWK), Wageningen

Lisette Klok, (2010)

Hittebeperkende klimaatmaatregelen voor Rotterdam
TNO Milieu en Leefomgeving, Utrecht

Ir. E.J. Klok, Ir. S. Schaminée, Dhr. Ing. J. Duyzer, Dr. Ir. G. J. Steeneveld (2012)

De stedelijke hitte-eilanden van Nederland in kaart gebracht met satellietbeelden
TNO Earth, Environmental and Life Sciences, Utrecht

Ir. E. van Leeuwen, Ir. J. van de Wetering, Ir. P. de Koning, Drs. P. Schildwacht (2011)

Klimaatadaptatie & Klimaatgroen – gemeente Sittard-Geleen
BELW Advies, Wageningen

Emile van Leeuwen, Pauline de Koning, Hannah de Winter (2012)

Bijlage Toolkit Klimaatgroen; Klimaatgroen methode van BELW Advies – gemeente Tilburg
BELW Advies, Wageningen

Emilie van Leeuwen, Pauline de Koning (2012)

Ontwerp klimaatgroen openbare ruimte en gebouwen – gemeente Sittard-Geleen
BELW Advies, Wageningen

Emile van Leeuwen, Pauline de Koning, Hannah de Winter (2012)

Toelichting Toolkit Klimaatgroen – gemeente Tilburg
BELW Advies, Wageningen

Emile van Leeuwen (2012)

Groentoets Klimaatgroen; Onderdeel methode Klimaatgroen ontwikkeld door BELW Advies – gemeente Tilburg
BELW Advies, Wageningen

Bino Maiheu, (2011)

Hittekaart voor Tilburg
Vito NV, Mol, België

Tim R. Oke (2006)

Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites
World Meteorological Organization, Genève, Zwitserland

Orange Olive, Triple E, Yannick Joye, BYTR (2010)

Greenspots reloaded
Gemeente Eindhoven, Eindhoven

Ir. H. Swaagstra, Ir. E. van Leeuwen (2011)

Ontwerpprincipes klimaatgroen; Deel 1 niveau gebouw – gemeente Sittard-Geleen
ES Consulting, Babberich / BELW Advies, Wageningen

Jeroen Rijke, Chris Zevenbergen, William Veerbeek (2009)

State of the art. Klimaat in de Stad
Kennis voor Klimaat, Utrecht

Michelle de Roo (2011)

The Green City Guidelines; Techniques for a healthy liveable city

The Green City, Boskoop

Jaqueline van Wetten, Sjaak de Ligt, Henk Kuijpers, Roel van Dijk (2011)

Groen loont met de TEEB Stad; Gemeenten redeneren, rekenen en verdienen met de baten van natuur en water

De Groene Stad, Boskoop

BEELD

VERANTWOORDING

Royal HaskoningDHV

alle afbeeldingen behalve:

BELW advies

35 onder, 37 rechtsonder, 39 linksonder, 41 linksonder,
47 linksonder, 60,61, 62

Cylcomedia

35 linksboven, 37 rechtsboven

Except - Integrated Sustainability

47 rechtsboven, 49 rechtsboven, 64, 65

gemeente Heerlen

49 rechtsonder

IVAM

55

KNMI

20, 21, 22

Knooppuntbouwen met groen

53 linksboven

Lodewijk Baljon landschapsarchitecten

63

Stad Roeselare

57

gemeente Sittard-Geleen

11

Stefano Boeri Architects

49 linksboven

TEEB-stad

66, 67

gemeente Tilburg

19, 23

TNO

12, 16

Vito

14, 15

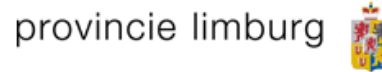
Wageningen Universiteit

17

W/E adviseurs

56

INTERREGPARTNERS



COLOFON

In opdracht van

Gemeente Tilburg
Gemeente Sittard-Geleen
(namens de Interregpartners)

Projectleiding

Cora Alfonso (gemeente Tilburg)
Jos van Rooij (gemeente Sittard-Geleen)
Wouter Guliker (Royal HaskoningDHV)

Tekst en onderzoek

Michiel Brink (Royal HaskoningDHV)

Eindredactie

Mark Hendriks (Tekstlandschap)

Redactiecommissie

Jos van Rooij (gemeente Sittard-Geleen)
Elma Schoenmaker (BELW Advies)
Sanda Lenzholzer (Wageningen Universiteit)
Martin Hermy (KU Leuven)
Lissy Nijhuis (gemeente Rotterdam)

Opmaak

Michiel Brink (Royal HaskoningDHV)

Druk

Drukkerij Tripiti, Rotterdam

© 2013

Gemeente Tilburg
Gemeente Sittard-Geleen
Royal HaskoningDHV, Rotterdam



