

Naar een klimaatbestendige Bergpolder Zuid

Annemarie Groot (Alterra)

Cor Jacobs (Alterra)

Peter Bosch (TNO)

Susanne Buijs (Gemeente Rotterdam)

Groot, Annemarie, Cor Jacobs, Peter Bosch & Susanne Buijs. Naar een klimaatbestendige Bergpolder Zuid. Eindrapportage Climate Proof Cities project in de Bergpolder Zuid, Rotterdam. Alterra, Wageningen UR: Wageningen.

Dit onderzoek is onderdeel van het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat, mede gefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Tevens is dit onderzoek onderdeel van het strategisch onderzoeksprogramma “Duurzame ontwikkeling van de groenblauwe ruimte (bodem, water en klimaat)” gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken en uitgevoerd door Wageningen UR.

November 2014

Naar een klimaatbestendige Bergpolder Zuid

Het klimaat verandert. Dit heeft ook voor Rotterdam gevolgen. De temperatuur in de stad zal stijgen waardoor steeds meer mensen last kunnen krijgen van hittestress. Hevige regenbuien komen vaker voor waardoor de kans op wateroverlast in de stad toeneemt. Tegelijkertijd neemt de lengte van droge periodes in de zomer toe, waardoor de grondwaterstand kan dalen. Voor een concrete praktijk case, Bergpolder Zuid, zochten wetenschappers van het Climate Proof Cities (CPC) project en betrokkenen uit de praktijk samen uit hoe kwetsbaar de wijk is voor klimaatverandering en welke klimaatadaptatiemaatregelen de klimaatbestendigheid zouden kunnen vergroten.

Bergpolder Zuid is een typisch 19^e eeuwse woonwijk. In 2007 is Bergpolder Zuid aangewezen als “Krachtwijk” die dringend behoefte heeft aan verbetering. Samen met de woningcorporatie Vestia ontwikkelde de gemeente een Masterplan voor de verbetering van de wijk¹. Dit leverde een unieke kans om uit te zoeken welke klimaatadaptatiemaatregelen ingepast zouden kunnen worden om de wijk beter bestand te maken tegen de gevolgen van klimaatverandering. Specifiek stelden de betrokkenen uit de praktijk de volgende vragen:

- Hoe kwetsbaar is Bergpolder Zuid voor de gevolgen van klimaatverandering en hoe kan dit tastbaar worden gemaakt?
- Wat zijn kansrijke adaptatiemaatregelen om de wijk beter bestand te maken tegen de gevolgen van klimaatverandering?

Dit rapport geeft antwoorden op deze vragen op basis van het CPC onderzoek dat uitgevoerd is in de periode 2010-2014.

Klimaatverandering in de Bergpolder Zuid: Waar het gaat om?

Algemeen

Klimaatverandering leidt tot meer hittegolven, vaker optredende extreme neerslag en meer droogteperiodes. De gebouwde omgeving is extra kwetsbaar omdat ze warmte vasthoudt en er door het relatief hoger percentage verhard oppervlak sneller water op straat kan blijven staan bij piekbuien Kortom, wateroverlast en hoge temperaturen kunnen ervoor zorgen dat de leefbaarheid van de stad in de toekomst verslechtert. Bovendien hebben steden een hoge dichtheid aan inwoners, goederen en infrastructuur en een belangrijk aandeel in de economie, waardoor extreme weersomstandigheden een grote impact kunnen hebben op steden. Als steden zich hier niet op voorbereiden, heeft dit niet alleen invloed op de gezondheid van mensen, leefbaarheid van buurten en comfort in woningen en gebouwen, maar leidt dit ook tot afname van arbeidsproductiviteit en andere economische schade.

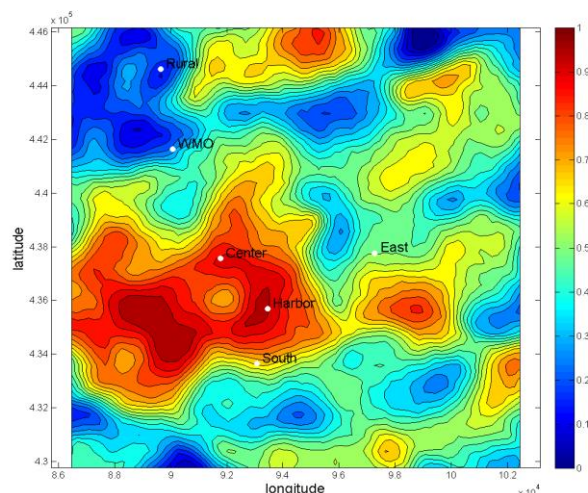
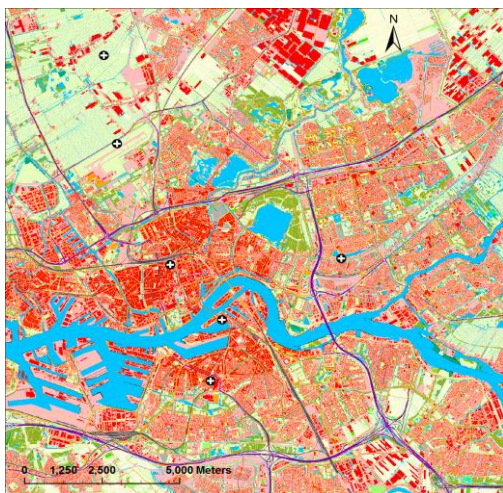
In het huidige klimaat is vrijwel iedere stad in Nederland, groot én klein, warmer dan haar omgeving. Dit zogenaemde hitte-eilandeffect is merkbaar op het leefniveau en kan oplopen tot meer dan 7 °C, met name in de avonduren en ‘s nachts. Overdag absorberen droge en

¹ Het wegvallen van Vestia door financiële problemen en daarmee de implementatie van het Masterplan, maakte dat meer nadruk kwam te liggen op de bruikbaarheid van het onderzoek voor zowel de wijk als voor de stad Rotterdam als geheel.

stenige oppervlakten in een stad de zonnestraling en ten opzichte van het platteland is er bovendien weinig verkoeling door verdamping. Daarnaast produceren menselijke activiteiten warmte. Als de zon ondergaat staat de bebouwing de geabsorbeerde hitte maar langzaam af, waardoor de luchttemperatuur in de stad relatief hoog blijft.

Door klimaatverandering kan het aantal dagen met hittestress in de stad aanzienlijk toenemen. Hittestress kan leiden tot ziekte en extra sterfte onder kwetsbare bevolkingsgroepen, zoals ouderen en chronische zieken, maar ook tot verminderde arbeidsproductiviteit. Het hitte-eiland effect kan hieraan bijdragen doordat de temperatuur 's nachts hoger blijft en mensen tijdens de slaap onvoldoende herstellen bij hoge temperaturen.

Extreme regenbuien kunnen iedere stad treffen. Het hoge percentage verharding in de stad kan in combinatie met de toenemende kans op extreme neerslag leiden tot grotere materiële en financiële schade door verkeershinder, uitval van infrastructuur en kostbare inzet van hulpdiensten. De drempels voor overstroming in de gebouwde omgeving zijn in de afgelopen jaren gelijk gebleven of soms zelfs verlaagd en wateroverlast is in sommige buurten nu al een terugkerend probleem. Tijdens droge periodes, neemt de vraag naar water in een aantal sectoren toe en stijgt de kans op dalende grondwaterstanden met bijbehorende toenemende infiltratie van zout water in kustgebieden, mogelijke paalrot en effecten op stadsvegetatie. Ook energievoorziening kan in het geding komen in zulke periodes. Bij afnemende watervoorraden wordt waterverdeling over verschillende sectoren een cruciaal probleem.



Figuren 1 en 2: Relatieve waarde van het UHI effect (rechts) in delen van Rotterdam (links). Door de waarden in de rechterfiguur te vermenigvuldigen met het maximale verschil tussen stad en platteland krijgt men het totale UHI effect op een bepaalde plek.

Bergpolder Zuid

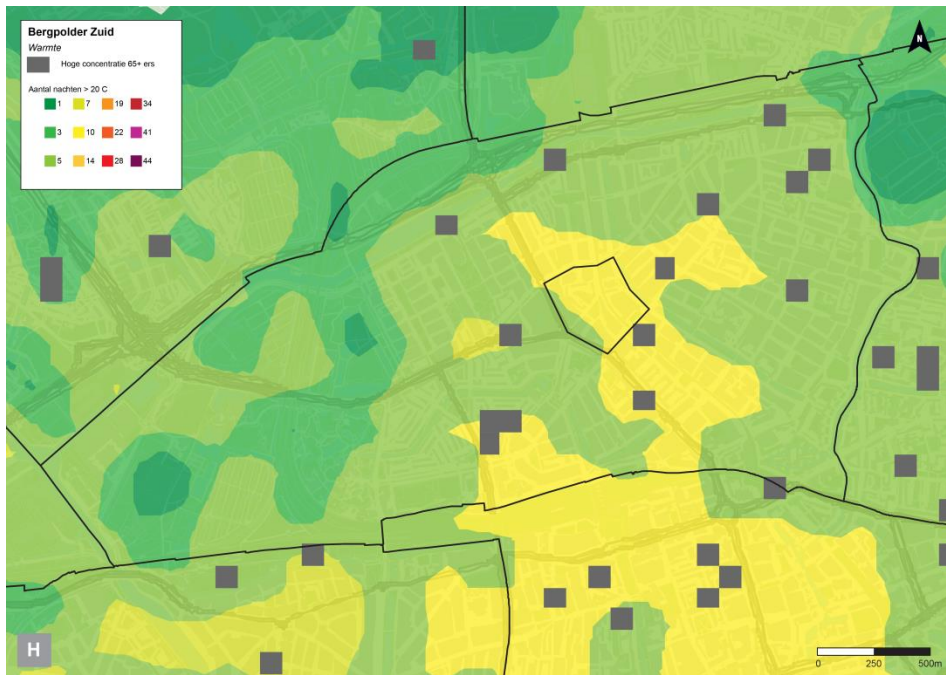
In Rotterdam worden sinds 2009 metingen verricht om de temporele en ruimtelijke variatie in het lokale stadsklimaat in de agglomeratie Rotterdam meer in detail te analyseren en te relateren aan wijkeigenschappen. Daartoe is een netwerk van weerstations ingericht. Via metingen wordt het thermisch comfort in de buitenruimte in kaart gebracht en de invloed van wijkeigenschappen hierop. Om het hitte-eiland effect in Rotterdam te bepalen zijn ook satellietbeelden, metingen met mobiele stations en modelsimulaties gebruikt (Van Hove et al., 2014).

De variatie van het hitte-eiland effect binnen Rotterdam is aanzienlijk zoals ook figuur 1 laat zien. De dichtbebouwde locaties 'Centrum', 'Rijnhaven', 'Zuid', en 'Spaanse polder'

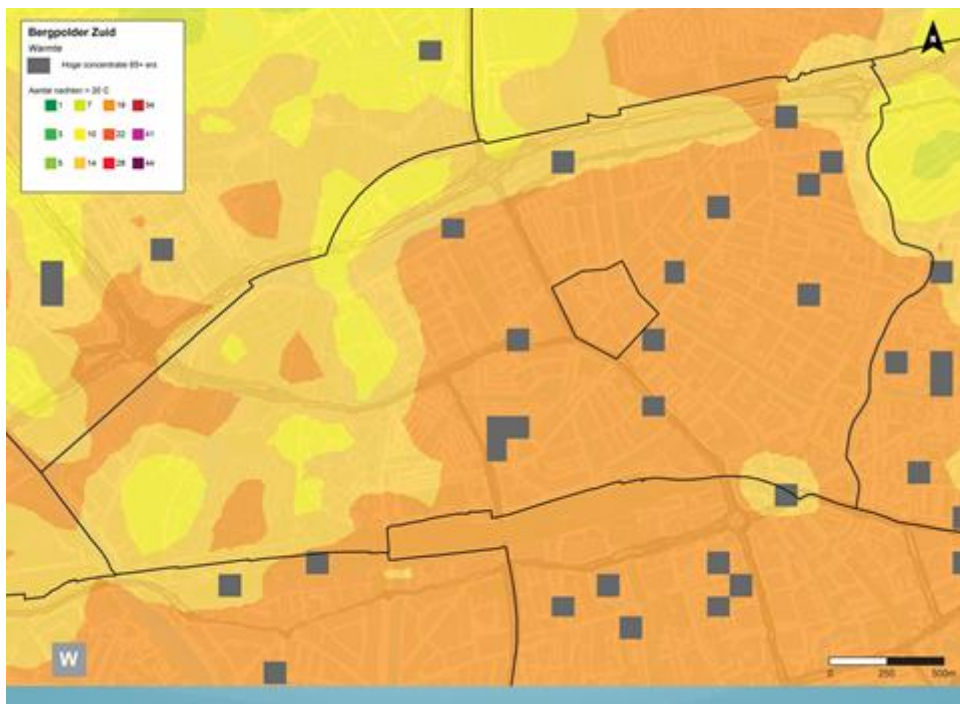
springen eruit en laten de hoogste intensiteiten van het effect zien. Dit geldt voor alle tot nu toe geanalyseerde jaren (2010-2012) en seizoenen. De Bergpolder Zuid ligt aan de rand van dit cluster van stadsdelen en behoort tot de wijken met een relatief sterk hitte-eiland effect, rond 70% van het maximum verschil.

Het hitte-eiland effect is op zichzelf geen goede indicator voor thermisch comfort. Met andere woorden, een sterker hitte eiland betekent niet per se minder thermisch comfort, en omgekeerd. Zo kan het hitte eiland 's winters bijdragen aan een groter comfort en minder sterfte door kou. Daarnaast hebben ventilatie (wind) en lokaal ook straling (bijvoorbeeld schaduw) overdag een groter effect op thermisch comfort dan het optreden van het hitte-eiland, dat juist in de nacht het sterkst is. Tenslotte is het hitte-eiland effect per definitie een relatieve maat, die afhangt van de temperatuur in het buitengebied van de stad. Al met al lijken verschillen in thermisch comfort overdag en tussen wijken voornamelijk te worden bepaald door verschillen in gemiddelde windsnelheid (Van Hove et al. (2014)). Lokaal speelt schaduw een grote rol.

Een voorbeeld van de invloed van de combinatie van klimaatverandering en het hitte-eiland effect op de nachttemperaturen is te vinden in de klimaateffectatlas Rotterdam (Klimaateffectatlas Rotterdam: http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/1/nl/library/download/urn:uuid:09a90a9d-6cfc-46f1-9f03-bdc8bcd98303/atlas_regio_rotterdam_140508.swf). Figuur 3 laat zien dat rond 2050 onder het KNMI G scenario gedurende 10 nachten de temperatuur niet lager wordt dan 20°C (huidig gemiddeld 0.1 nacht per jaar). Dit scenario gaat uit van een gematigde stijging van de temperatuur in Nederland, die de stijging van de wereldtemperatuur volgt. De weerpatronen (verdeling van hoge- en lagedrukgebieden in tijd en ruimte) veranderen daarbij niet wezenlijk. Het onderste beeld (figuur 4) geeft de situatie weer in 2050 onder het KNMI'06 W scenario. Ook in dit scenario blijven de weerpatronen vergelijkbaar met die in het huidige klimaat, maar stijgt de temperatuur meer (2°C in 2050). De grens voor een minimumtemperatuur van 20°C is gekozen omdat overschrijding ervan gemiddeld bij veel mensen leidt tot slaapstoornissen, in ieder geval in Noordwest Europa. De kaartjes laten zien dat de hele stad in de toekomst te maken krijgt met een stijgend aantal warme zomerse nachten. De Bergpolder Zuid zal hierop bij ongewijzigde inrichting geen uitzondering vormen.



Figuur 3: Onder het KNMI '06 G scenario zal per jaar de nachttemperatuur gedurende 10 dagen niet onder de 20°C dalen (Klimaat-effectatlas Rotterdam: http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/nl/library/download/urn:uuid:09a90a9d-6cfc-46f1-9f03-bdc8bcd98303/atlas_regio_rotterdam_140508.swf)



Figuur 4: Onder het KNMI '06 W scenario zal per jaar de nachttemperatuur gedurende 19 dagen niet onder de 20°C dalen (Klimaat-effectatlas Rotterdam: http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/nl/library/download/urn:uuid:09a90a9d-6cfc-46f1-9f03-bdc8bcd98303/atlas_regio_rotterdam_140508.swf)

Hoe kwetsbaar is de Bergpolder Zuid voor klimaatverandering?

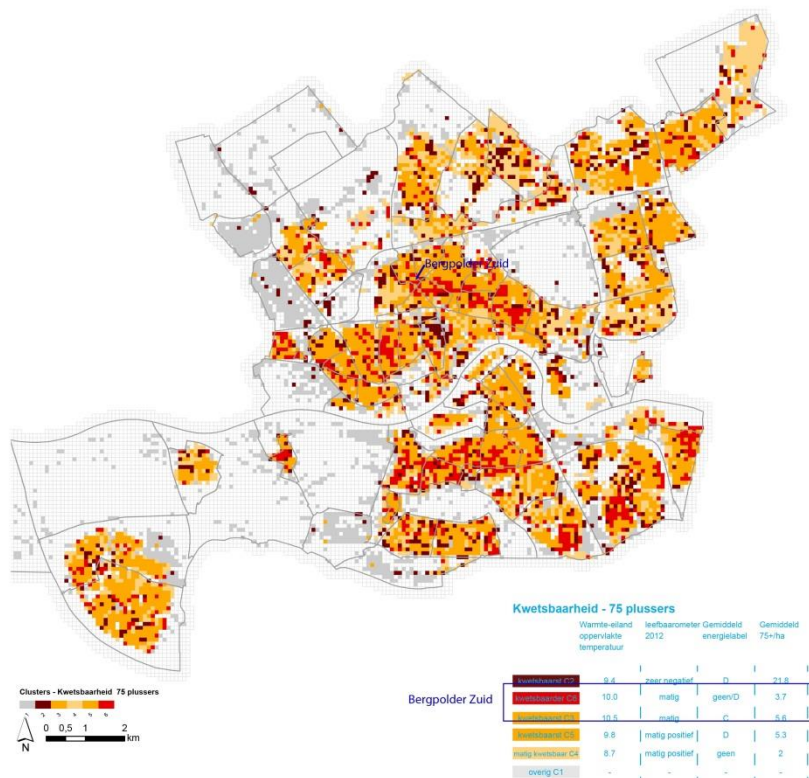
Algemeen

Uit het CPC onderzoek blijkt dat er binnen het stedelijk gebied een grote ruimtelijke variatie bestaat in kwetsbaarheid, afhankelijk van wijk- en gebouweigenschappen en de verspreiding van gevoelige personen (bijvoorbeeld ouderen, baby's) en objecten (bijvoorbeeld schakelkastjes en woningen met kelders). Voor de blootstelling aan hitte en wateroverlast zijn de mate van verharding en de bebouwingsdichtheid in een wijk belangrijk. De temperatuur in gebouwen hangt sterk af van de toepassing van zonwering en de mate van gebouwisolatie. Informatie hierover, gevoegd bij de locatie van gevoelige groepen en objecten vormt de basis voor het identificeren van aandachtsgebieden.

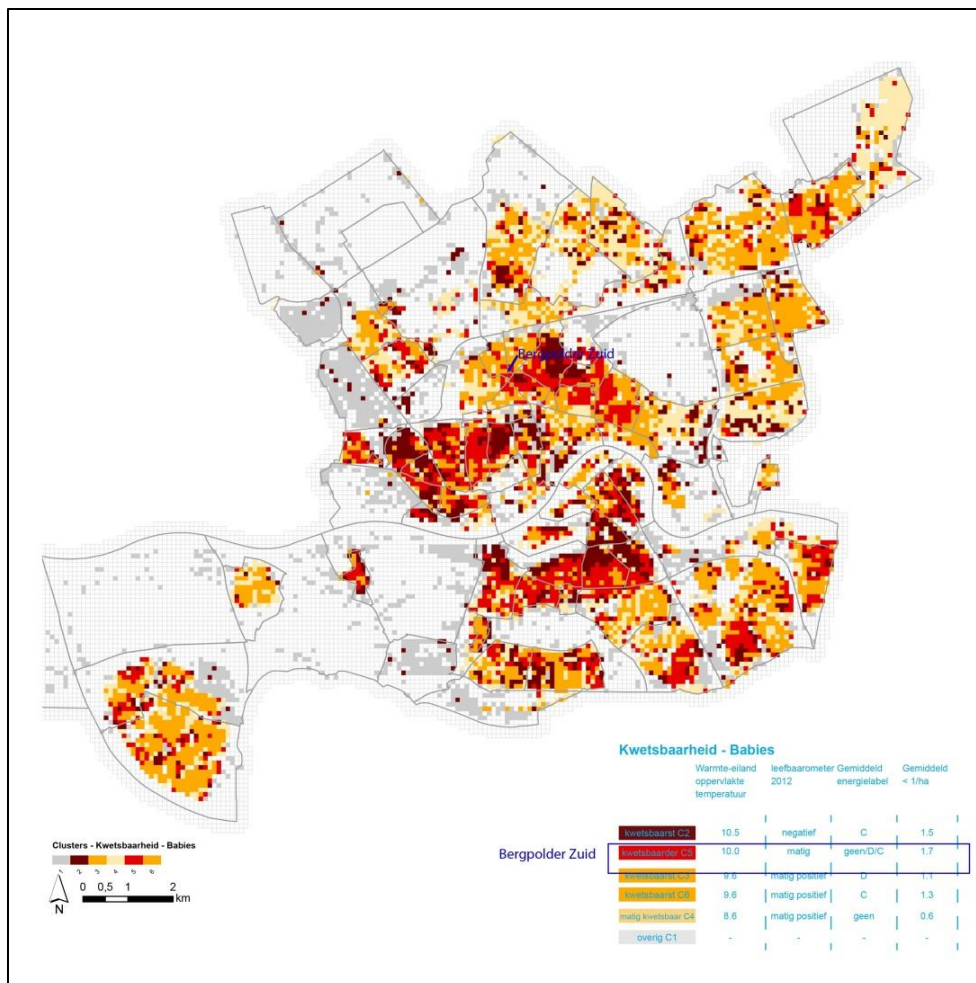
Bergpolder Zuid

Kwetsbaarheid voor hitte

Bergpolder Zuid bestaat uit een mengeling van oudere, dicht op elkaar staande woonhuizen en modernere bedrijfs- en kantoorgebouwen. De woonhuizen beschikken niet over koelinstallaties en zonwering. De mate van verharding is relatief groot. Er is weinig groen in de wijk en geen open water. In een kwetsbaarheidsstudie waarin informatie over de oppervlaktetemperatuur is gecombineerd met de locatie van gevoelige groepen (ouderen en baby's), de leefbaarheid in de buurt (leefbaarheidsbarometer) en het gemiddelde energielabel van de woningen, blijkt dat voor ouderen (75+) de Bergpolder Zuid behoort tot het deel van de stad met een relatief hoge kwetsbaarheid. In dit opzicht is de wijk vergelijkbaar met de Agniesebuurt, Oude Noorden, Rubroek en Kralingen West. De Cool en het noord westen van het Molenlaankwartier zijn stadsdelen die kwetsbaarder zijn voor ouderen (figuur 5).



Figuur 5: Voor ouderen (75+) behoort de Bergpolder Zuid behoort tot het deel van de stad met een relatief hoge kwetsbaarheid (Wandl & Van der Hoeven in Rovers et al., 2014)

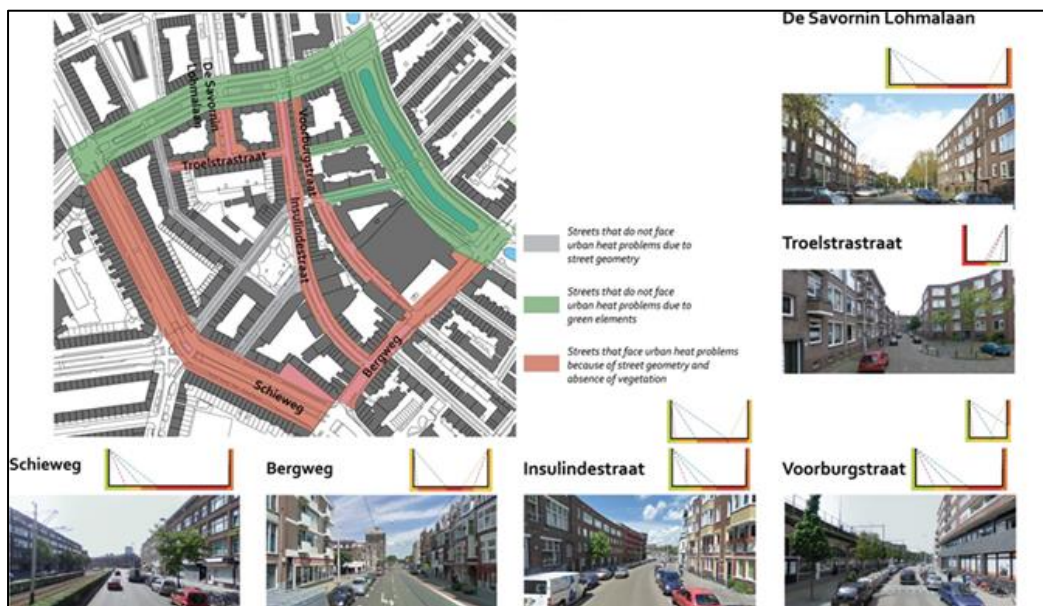


Figuur 6: Voor baby's is de Bergpolder Zuid kwetsbaar. Hoewel er delen zijn in de stad die kwetsbaarder zijn zoals het Oude Noorden, Spangen, Afrikaander Wijk of Hillesluis (Wandl & Van der Hoeven in Rovers et al., 2014)

Voor baby's is de Bergpolder Zuid kwetsbaar, hoewel er delen zijn in de stad die kwetsbaarder zijn zoals het Oude Noorden, Spangen, Afrikaander Wijk of Hillesluis (figuur 6).

Binnen de wijk wisselen delen met kwetsbare en minder kwetsbare stukken elkaar af. Een onderzoek waarin de opwarming van verschillende typen straten in kaart is gebracht geeft hier meer informatie over. Onderzoekers hebben gevoeligheidsprofielen opgesteld voor straten die verschillen in hoogte-breedte verhoudingen en oriëntaties naar de zon (Hotkevica, 2013). Deze profielen brengen de zonnestraling in de straat in kaart door middel van zon/schaduwanalyses. Zonnestraling is in deze studie als belangrijkste uitgangspunt genomen voor thermisch comfort in de buitenruimte (en zo ook in straten). Figuur 7 geeft aan welke straten in de Bergpolder Zuid meer last hebben van opwarming door directe straling dan andere. Straten als de Schieweg, Troelstrastraat, Insulindestraat, Bergpolderstraat, Voorburgstraat zijn relatief gevoelig voor hitteoverlast. Vooral de bovenste appartementen aan de zonkant van de straat zijn gevoelig voor opwarming binnenshuis via de grote instraling van de zon op het dak. Door gebrek aan isolatie wordt de zonnewarmte doorgegeven aan de binnenruimtes. Het thermisch comfort in de straat kan verbeterd

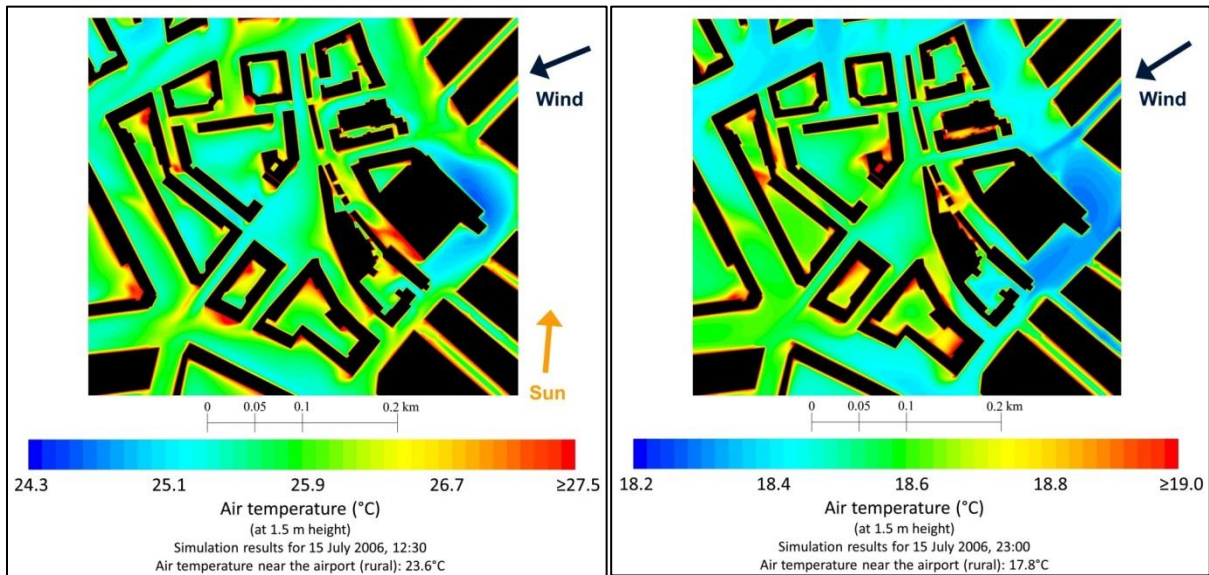
worden door de straling in de straat te verminderen. Het aanbrengen van bomen en beplanting kan zorgen voor meer schaduw.



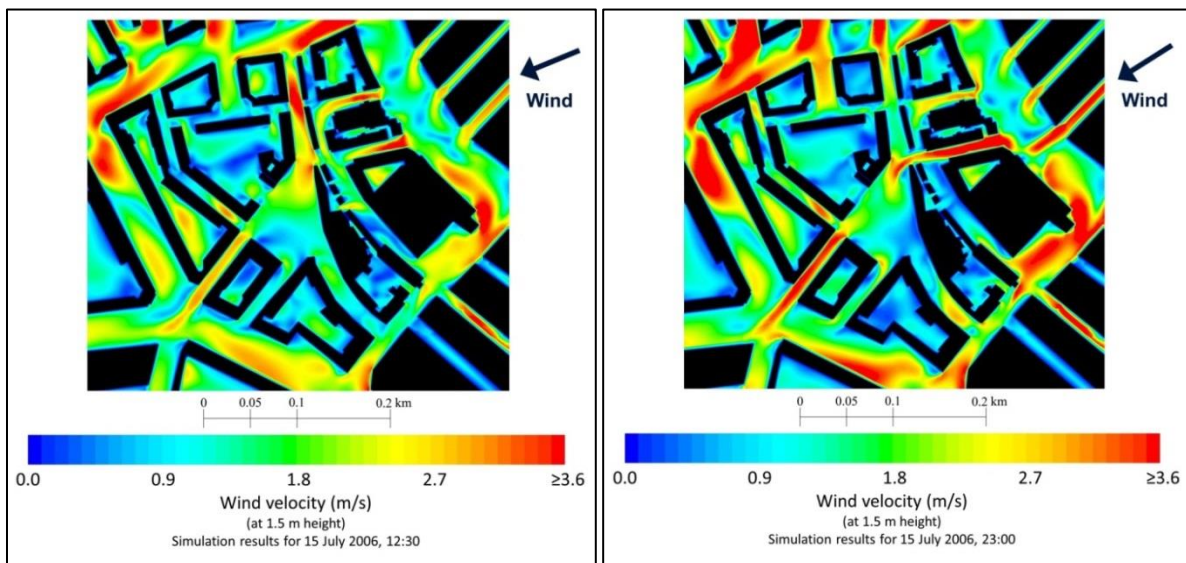
Figuur 7: Kwetsbaarheidsprofiel voor straten in de Bergpolder Zuid. De kaart geeft aan welke straten in Bergpolder Zuid meer last hebben van opwarming door directe straling dan anderen. De Schieweg, Troelstrastraat, Insulindestraat, Bergpolderstraat en Voorburgstraat zijn relatief gevoelig voor hitteoverlast (Hotkevica, 2013)

Modelering van het patroon van de temperatuur en de windsnelheid op een representatieve “hittegolf dag”, in dit geval 15 juli 2006, bevestigt dit beeld: Overdag zijn die straten en binnentuinen die direct door de zon bestraald worden het warmst. Deze warmte blijft (door uitstraling van het opgewarmde gebouwen) ook ’s nachts hangen. Binnentuinen blijven het warmst (figuur 8). Straten met een oost-west oriëntatie zoals de Veurstraat, de Vlaggemanstraat en de Heulstraat zijn veel koeler omdat de bij hitte vaak oostelijke wind deze optimaal kan ventileren. Het windpatroon op een warme dag (figuur 9) laat zien hoe grote gebouwen loodrecht op de windrichting zorgen voor luwte en aan de lijzijde. Op een warme dag zijn dit plaatsen met weinig thermisch comfort door een combinatie van hoge temperatuur en weinig wind. Typische voorbeelden zijn overdag de Voorburgstraat, de Insulindestraat (nabij de Bergweg), Troelstrastraat, de Bergpolderstraat (vooral het noordelijke deel) en ook weer de zonzijde van de Schieweg.

Doordat de verschillende resultaten op heel verschillende momenten beschikbaar kwamen was het helaas niet mogelijk om de kwetsbaarheidsprofielen te combineren met de modelsimulaties, oppervlakte temperatuur, leefbaarheidsindex, energielabel van woningen en de woonlocatie van gevoelige groepen tot één integrale en gedetailleerde kwetsbaarheidskaart voor Bergpolder Zuid.



Figuur 8: Gemodelleerde buitentemperatuur op een warme dag, overdag (boven) en 's nachts (onder). Ter oriëntatie: het grote zwarte vierkant is het gebouwencomplex aan het Eudokiaplein () (Toparlar et al. 2014)

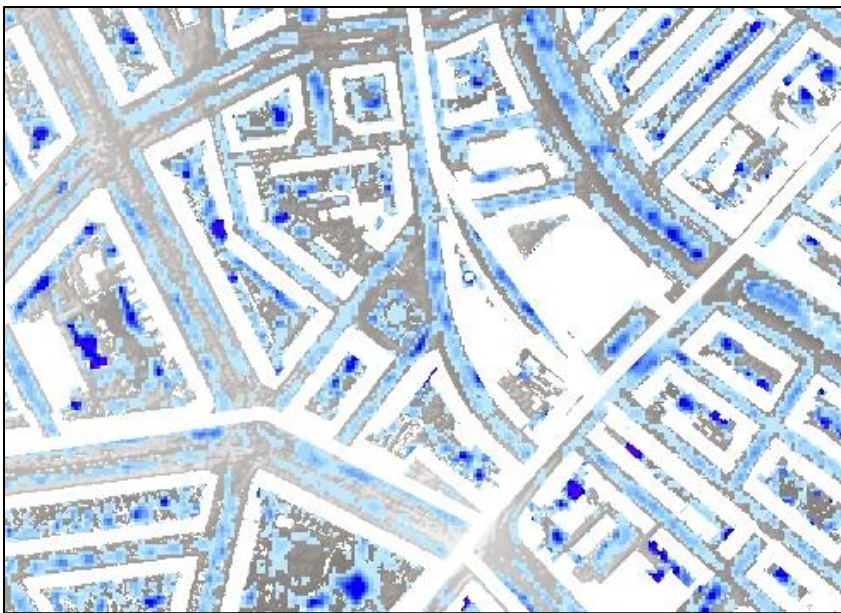


Figuur 9: Gemodelleerde windsnelheid op een warme dag, overdag (boven) en 's nachts (onder) (Toparlar et al. 2014)

Kwetsbaarheid voor wateroverlast

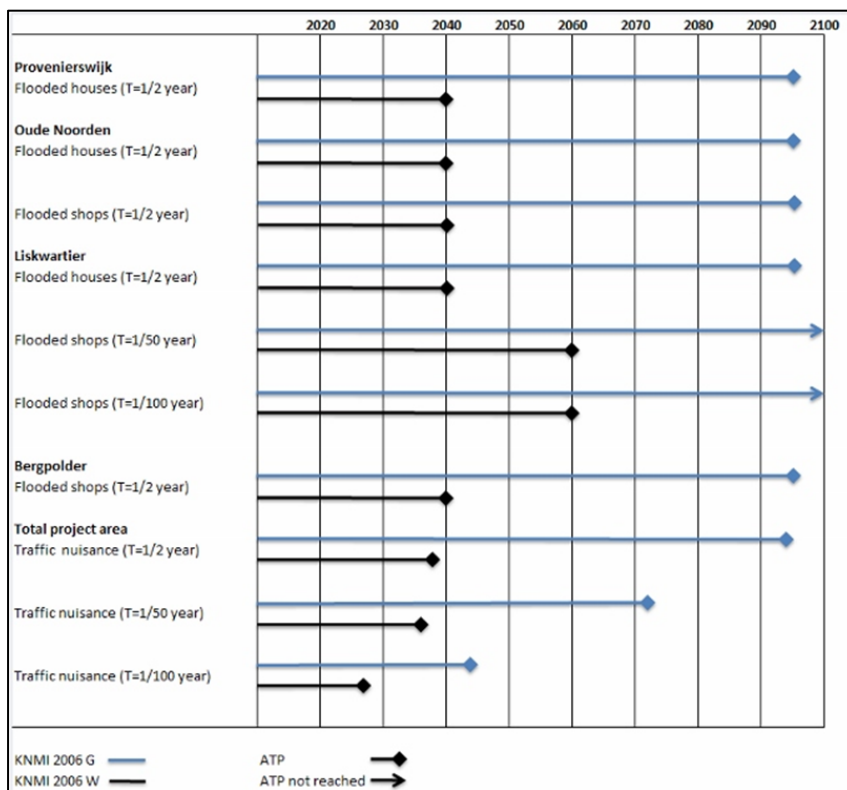
Objecten die gevoelig zijn voor materiaalschade door wateroverlast zijn vooral gebouwen met kelders en schakelkastjes. Verder treedt economische schade op door onderbreking van bedrijvigheid, verkeershinder en elektriciteitsuitval. Daarnaast zijn er kosten voor het inzetten van hulpdiensten en zijn er sociale implicaties wanneer ziekenhuizen en dergelijke minder

goed bereikbaar zijn en/of minder goed functioneren. Risico's en schade door extreme regenval zijn veelal afhankelijk van een drempelwaarde die per object verschilt, bijvoorbeeld de hoogte waarop schakelkastjes gemonteerd zijn. Bij waterschade aan gebouwen en interieur niet alleen spelen naast neerslagkarakteristieken ook andere kenmerken een rol, zoals gebouwkarakteristieken en eigenschappen van het rioolsysteem. Overlast doet zich voor bij een waterdiepte op straat van 30 cm. Dan ontstaat ook hinder voor het verkeer, vooral in gebieden met meer reliëf of lager gelegen delen (bijvoorbeeld tunneltjes). Ook elektriciteitsvoorzieningen kennen een drempelwaarde van 30 cm. Deze voorzieningen staan vaak hoger op de stoep tegen de gevels van gebouwen en op deze locaties wordt niet snel een waterdiepte van 30 cm bereikt. Woningen ondervinden mogelijk al eerder schade. Bij 5 cm boven het niveau van de stoeprand kan het water bij de dorpel naar binnen lopen. Om te bepalen wanneer wateroverlast in een straat aan de orde is, is het nodig om een dorpelmeting doen van de hele straat. Verder wordt aangenomen dat een gebouw met een kelder al vol loopt zodra het water de gevel bereikt.



Figuur 10: Overstromingskaart Bergpolder Zuid voor Bui10 (een standaard regenbui die eens in de 10 jaar voorkomt met 35mm neerslag per uur). Hoe donkerder de kleur, hoe dieper het water (Veerbeek en Husson, 2013)

Voor de Bergpolder Zuid zijn er geen historische gebeurtenissen bekend met wateroverlast. Extreme regenbuien komen weinig frequent en heel plaatselijk voor. Als er echter in Bergpolder Zuid een bui zou vallen met meer dan 20 mm neerslag per uur dan zou het riool onderlopen en hinder ontstaan door water op straat. Eerste modelleringsresultaten laten zien dat vooral de laaggelegen binnentuinen blootgesteld zijn aan wateroverlast (figuur 10, Veerbeek en Husson, 2013).



Figuur 11 : In de Bergpolder Zuid wordt onder het KNMI G scenario een knippunt bereikt voor het onderstromen van winkels in 2095. Onder het KNMI W scenario is dit rond 2040 het geval. NB Dit is een Proof of Concept, geen onderbouwde kwetsbaarheidsanalyse (Rovers et al., 2014).

Voor Rotterdam Noord, inclusief de Bergpolder Zuid, is ook een zogenoemde knippuntenanalyse uitgevoerd, voor verschillende toekomstscenario's (klimaatscenario's). Een knippunt is het moment waarop een systeem niet meer voldoet aan een vooraf bepaalde norm of een beleidsdoelstelling niet meer haalbaar is. Figuur 11 laat zien dat in de Bergpolder Zuid onder het G scenario een knippunt wordt bereikt voor het onderstromen van winkels in 2095. Onder het KNMI'06 W scenario is dit rond 2040 het geval. De knippuntenstudie naar wateroverlast geeft aan dat er in de wijk geen hotspots aanwezig zijn waarvoor urgente maatregelen nodig zijn (Rovers et al., 2014).

Er zijn geen details bekend over het gebruik van houten palen als fundering bij huizen in Bergpolder Zuid, maar het is waarschijnlijk dat de oudere panden op een dergelijke manier gefundeerd zijn. In sommige klimaatscenario's (G+ en W+) treedt een verandering op in de weerspatronen. Onder deze scenario's is er een grotere kans op langere periodes van extreme droogte. Dit gaat gepaard met een toenemende kans op grotere fluctuaties in de grondwaterspiegel, waardoor paalkoppen droog komen te staan en paalrot kan optreden.

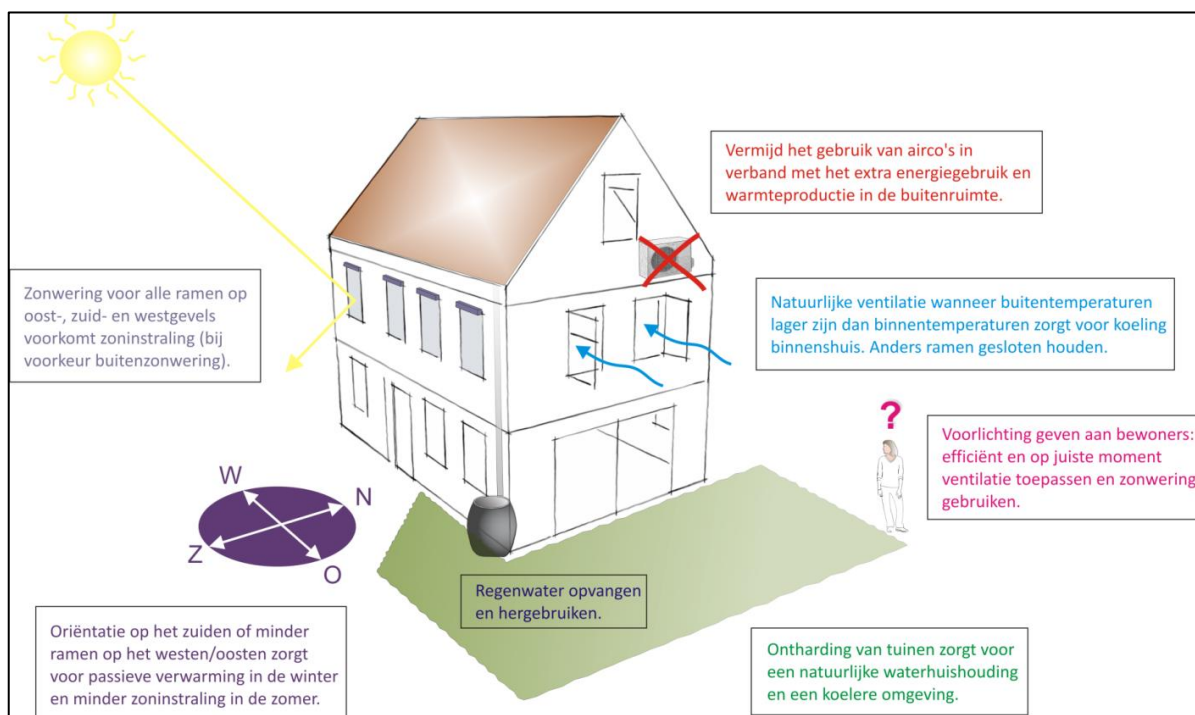
Welke klimaatadaptatiemaatregelen zijn relevant om de Bergpolder Zuid meer klimaatbestendigheid te maken?

Algemeen

Het CPC onderzoek heeft zich gericht op maatregelen die wateroverlast door extreme regenval of hittestress voorkomen of verminderen. De keuze voor maatregelen is afhankelijk van de lokale context. In het algemeen heeft meer groen een positief effect op zowel het

verminderen van wateroverlast als van hittestress, mits voldoende water voorhanden is. Het CPC onderzoek geeft ontwerprichtlijnen voor drie schaalniveaus: gebouw, straat & wijk en stad & regio.

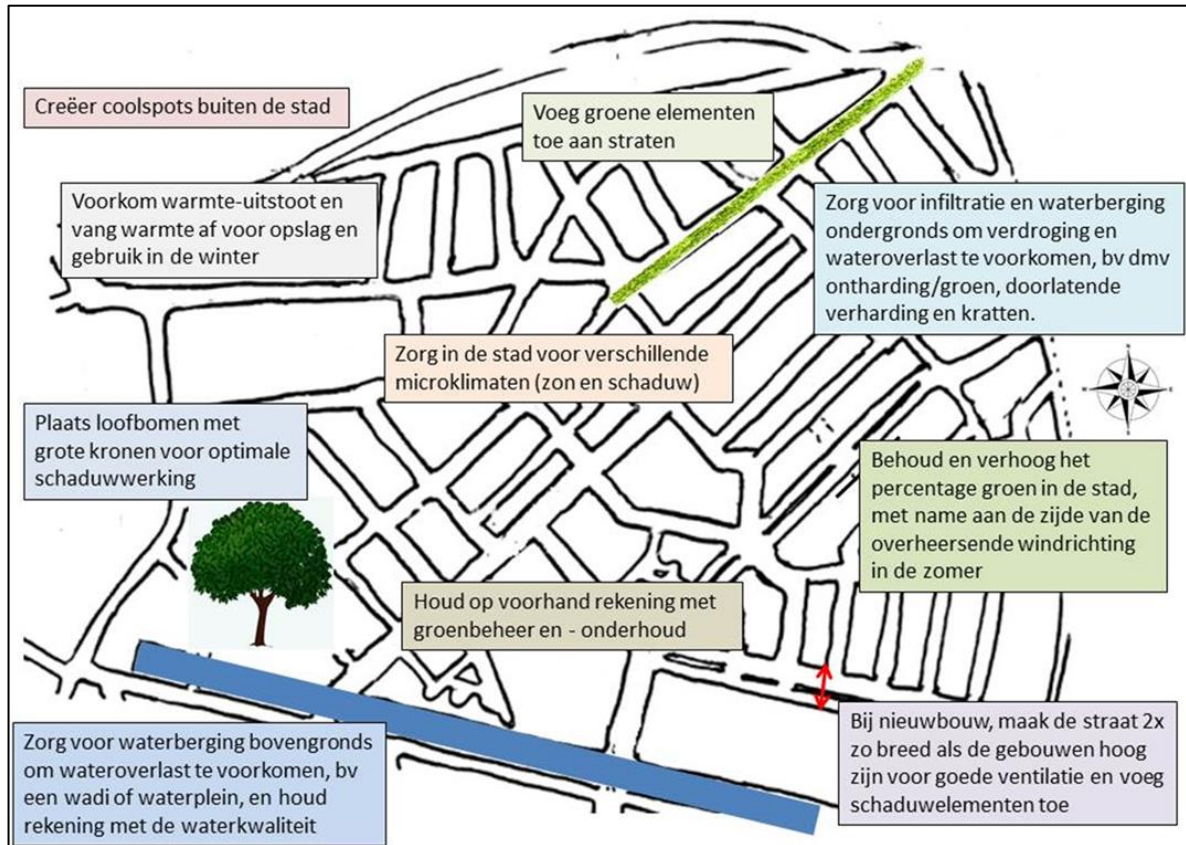
Gebouwniveau: de oriëntatie van een gebouw kan helpen om hittestress te voorkomen. Ramen op het zuiden bieden in alle seizoenen het beste binnenklimaat. Ook het toepassen van beweegbare buitenzonwering en het extra ventileren van de woning als de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur zijn effectieve maatregelen en kunnen opwarming in moderne, goed geïsoleerde woningen bijna volledig voorkomen. Verder kunnen gebouw-eigenaren wateroverlast helpen voorkomen door zoveel mogelijk regenwater op te vangen, bijvoorbeeld in een tank of waterzak, of de grond om het gebouw te ontharden zodat het water in de bodem kan infiltreren (figuur 12). Het opgevangen water kan worden gebruikt voor bijvoorbeeld toiletspoeling of koeling. Waterberging op kleine schaal is echter relatief duur. Traditionele groene daken, zonder vertraagde afvoer, bieden slechts in beperkte mate capaciteit voor waterberging en hebben weinig isolerend effect voor het gebouw eronder (vanwege de goede isolatiewaarde van moderne gebouwen) en weinig koelend effect op de omgeving. Figuur 12 toont een aantal ontwerprichtlijnen voor een klimaatbestendige woning.



Figuur 12: Ontwerprichtlijnen klimaatbestendige woning (Rovers et al., 2014)

Straat & wijk: Het toepassen van meer groen in de straat is een goede maatregel tegen het hitte-eilandeffect. Straatbomen zijn het meest effectief in het reduceren van de lokale buitentemperatuur door de combinatie van schaduwwerking en verdampingskoeling. Het type en de plaatsing van de bomen ten opzichte van de zon en windrichting is daarbij belangrijk. Indien de straat van voldoende schaduwelementen is voorzien, is de straat idealiter minimaal 2x zo breed dan de gebouwen hoog zijn om een goede ventilatie te bewerkstelligen. Lokaal kunnen bomen de grondwaterstand en daarmee paalrot beïnvloeden via hun watergebruik. Op de schaal van de stad is de watervraag van bomen waarschijnlijk relatief klein. Ook op straat-

of wijkniveau kan wateroverlast worden voorkomen door regenwater op te vangen en op te slaan. Oplossingen zijn waterpleinen of ondergrondse opslag. Dat laatst maakt hergebruik van water weer mogelijk. Figuur 13 laat ontwerprichtlijnen voor klimaatbestendige wijken. De ontwerprichtlijnen voor stad en regio zijn ook in deze figuur verwerkt.



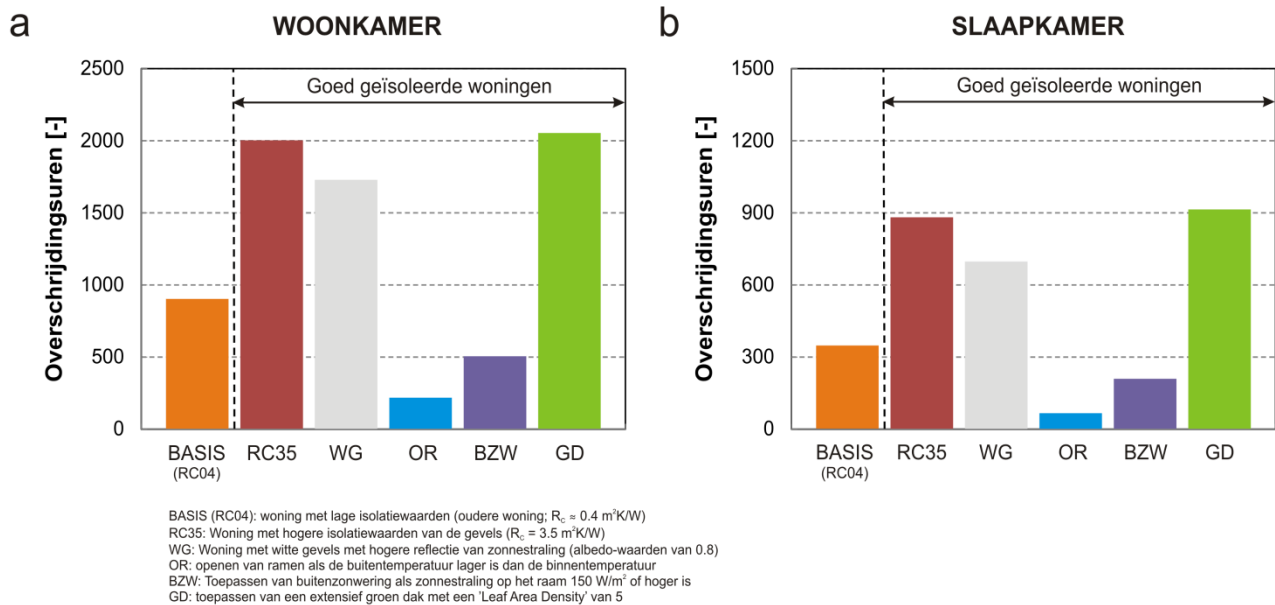
Figuur 13: Ontwerprichtlijnen voor klimaatbestendige wijken. De ontwerprichtlijnen voor stad en regio zijn ook in deze figuur verwerkt (Rovers et al., 2014)

Stad & regio: Tijdens hete zomerdagen kan het in de parken gemiddeld 2°C koeler zijn dan in bebouwde stadsdelen. Door voldoende parken aan te leggen met verschillende microklimaten kunnen burgers plekken opzoeken waar zij zich comfortabel voelen. De parken kunnen tegelijkertijd dienen als waterbuffer tijdens piekbuien. Op wijkniveau dragen groenvoorzieningen bij aan koeling. Een vuistregel voor Nederlandse steden, mede uit CPC metingen afgeleid, is dat het hitte-eiland effect afneemt met ongeveer 0.6 °C per 10% groenoppervlak (Van Hove et al., 2014; Heusinkveld et al., 2014). Ook vergroening van de regio om de stad heen lijkt te kunnen helpen om hitte in de stad enigszins te matigen.

Bergpolder Zuid

Voor Bergpolder Zuid is vooral gekeken naar klimaatadaptatiemaatregelen op gebouwniveau. Enkel verhogen van de isolatiewaarde van een woning typisch voor Bergpolder Zuid zal leiden tot een verslechtering van het binnenklimaat. Isolatie toepassen in combinatie met andere maatregelen blijkt wel efficiënt te zijn. Voor het type galerijwoning dat veel voorkomt in Bergpolder Zuid blijken het openen van ramen als de buitentemperatuur lager is dan de

binnentemperatuur en het toepassen van beweegbare zonwering te resulteren in de grootste afname van het aantal uren met oncomfortabel hoge binnentemperatuur (figuur 14). Woningisolatie zal moeten samengaan met, bijvoorbeeld, beweegbare zonwering toepassen en ramen openen op geschikte momenten, omdat het anders in hete zomers zal leiden tot een verslechtering van het binnenklimaat. Groene daken lijken nauwelijks te leiden tot verandering in het aantal oncomfortabele uren.



Figuur 14: Effectiviteit van maatregelen op gebouwniveau. Het openen van ramen als de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur en het toepassen van beweegbare zonwering blijken te resulteren in de grootste afname van het aantal uren met oncomfortabel hoge binnentemperatuur (overschrijdingsuren) (van Hooff in Rovers et al. 2014)

Een combinatie van problemen met betrekking tot het afstemmen van de verschillende deelonderzoeken, het vergelijkbaar maken van de uitkomsten en de gegevensverzameling over kosten en baten van de afzonderlijke adaptatiemaatregelen maakte een systematische en kwantitatieve vergelijking van de maatregelen onmogelijk. Als alternatieve methode is een ontwerpatelier georganiseerd. Op basis van nieuwe onderzoek-, praktijk- en gebiedskennis hebben betrokkenen van de wijk samen met onderzoekers gekeken met mogelijkheden er zijn om de wijk meer klimaatbestendig te maken. Als voorbeeld laat figuur 15 het resultaat zien van de discussie waarin het accent op groene adaptatiemaatregelen lag. Tabel 1 geeft een overzicht van de in de discussie genoemde mogelijke groene en blauwe adaptatiemaatregelen. Daarna volgt een beschrijving van overwegingen die mee kunnen spelen bij het nemen van maatregelen en die tijdens de workshop naar voren kwamen.



Figuur 15: Mogelijke adaptatiemaatregelen voor Bergpolder Zuid, bron: CPC schetsworkshop, 2013)

Argumenten en overwegingen die tijdens de discussie gebruikt zijn om kansrijkheid van maatregelen te beoordelen zijn o.a.:

- Win-win kansen: combinatie van maatregelen ten behoeve van verschillende klimaatdoelen (hittestress en wateroverlast);
- Meekoppelkansen: Combinatie van maatregelen die raken aan verschillende beleidsterreinen: klimaat, luchtkwaliteit, stedelijk waterbeheer
- Effectiviteit: draagt de maatregel bij aan vermindering hittestress of wateroverlast?
- Economische overwegingen: kosten van verbetering infrastructuur in de ondergrond,
- Praktische overwegingen: ruimte in de ondergrond (leidingen en kabels) en beschikbaarheid water
- Gevoelsargumenten: iets “mooi” of “leuk” vinden (bijvoorbeeld “boom” versus “parasol”, en een watertoren als blikvangen van de wijk)

Tabel 1: Mogelijke groene en blauwe adaptatiemaatregelen (bron CPC schetsworkshop, 2013)

	Groene adaptatiemaatregelen		Blauwe adaptatiemaatregelen	
	Type	Aandachtspunt	Type	Aandachtspunt
Schieweg	Bomen	<ul style="list-style-type: none"> • Kabels en leidingen • Waterbehoefte • Zig zag planten • Wensen bevolking • Aanwezigheid van puin (van het bombardement van Rotterdam) 	Watertoren	Koppeling aan drainagesysteem om grondwaterstand op peil te houden
	Gras	droogte		
	Groene gevels /geveltuinen	Wensen bevolking – beestjes probleem in groene gevels		
Insulindestraat	Geveltuinen	Wensen bevolking		
Insulindeplein	Groene maatregelen (niet gespecificeerd)		Waterplein + watertoren	Aanwezigheid parkeergarage
Vlaggemanstraat.	Geveltuinen,	Wensen bevolking		
	Groen en koel ‘pocketpark’		Groen en koel ‘pocketpark’	Kan beton wel verwijderd worden zonder veel schade?
Bergweg	Bomen		Trapsgewijze infiltratiebedden onder trambaan door middel van kratten.	<ul style="list-style-type: none"> • Geluidsnormen? • Effectiviteit van de infiltratie voor het stabiliseren van de grondwaterspiegel • Fundering met houten palen aanwezig? • oppassen voor tunneleffect door bomen, waardoor luchtverontreinigende stoffen blijven hangen
Eudokiablok			Groene daken	<ul style="list-style-type: none"> • Moeten aan eisen van substraatdikte voldoen om effectief te zijn

Groene adaptatiemaatregelen

De Schieweg is een relatief brede weg die sterk vergroend zou kunnen worden. Een combinatie van gras en bomen kan enige verkoeling bieden via verdamping, maar ook voor schaduw zorgen die het thermisch comfort sterk verhoogt. De toegepaste vegetatie moet echter wel kunnen overleven. Gras kan aanvankelijk verkoelend werken, maar droogt snel uit. Hoge oppervlaktetemperaturen kunnen het gevolg zijn en bijdragen aan verminderd thermisch comfort. Toepassing van gras vereist daarom goede verzorging tijdens lange droge periodes. Bomen kunnen doorgaans goed tegen droogte omdat zij veel langer water kunnen bereiken. De watervraag van een boom kan gemakkelijk oplopen tot 100 liter per dag of meer. Bomen onttrekken water aan hun omgeving. Dit kan op lokale schaal gevolgen hebben voor eventuele houten funderingen door de invloed op paalrot. Bij het aanplanten van bomen moet ook gelet worden op plaatsing in verband met ventilatie, bijvoorbeeld door ze zigzag, of aan één kant te plaatsen in plaats van in een dubbele rij. Hier wordt een link gelegd met luchtkwaliteit als aandachtspunt naast thermisch comfort en hittestress onder klimaatverandering: voldoende ventilatie verhoogt het thermisch comfort op zomerdagen, maar komt via versterkte verdunning ook ten goede aan de luchtkwaliteit.

Vergroening van de Schieweg levert wel een praktisch probleem op door de aanwezigheid van leidingen in de ondergrond. Het gebruik van infiltratiekratten die de infiltratiecapaciteit van de wijk vergroten en regenwater kunnen opslaan voor later gebruik zou dit probleem kunnen omzeilen. Deze kratten bieden echter geen oplossing voor het bewortelingsprobleem.

Het probleem van kabels in de grond kan aangepakt worden door kabels te bundelen. Op sommige industrieterreinen zijn dergelijke acties al in gang gezet, maar voor woonwijken is dit relatief duur. In de praktijk blijkt bundeling van kabels vaak lastig door allerlei voorschriften en doorlooptijden. Er bestaan verschillende regels voor kabels in de grond. Zo mag rioolleiding nooit boven waterleiding liggen en gasleiding mag zich nooit vlak bij elektriciteitsleiding bevinden. Het algemene gevoel is, dat een investering in bundeling van kabels wenselijk is, zeker als meegekoppeld kan worden met aanpassingen die al op stapel staan. Een regeling op landelijk niveau zou ook kunnen helpen.

Groene gevels in de wijk zijn ook als mogelijke adaptatiemaatregelen besproken. Belangrijk argument vóór groene gevels is dat hierdoor lelijke gevels verstopt worden. Argument tegen is, dat deze maatregel geen of nauwelijks effect lijkt te hebben op hitte binnenshuis. Mogelijk is er een (beperkt) effect op het klimaat op straat, via het thermisch comfort. Het effect van groene gevels op luchttemperatuur is waarschijnlijk inderdaad beperkt (gemiddeld zo'n 0,2°C op 3 meter van de groene gevel). Maar het groen voorkomt sterke opwarming van de wanden en door zijn schaduwwerking tot een verlaging van de warmtestraling leiden. Verder beïnvloedt groen de beleving van de buitenruimte in gunstige zin en verhoogt zo ook de economische waarde van woningen. Een praktische vraag bij groene gevels is echter in hoeverre bewoners hun huis wel een groene gevel willen geven. In het verleden hebben ze zich hiertegen regelmatig uitgesproken vanwege "beestjes". De mate van overlast zal echter sterk afhangen van de soort die toegepast wordt als groene gevel. Klimop als groene gevel valt moeilijk te verkopen, blauwe regen beter. Aanleg van geveltuintjes is eenvoudiger te realiseren. Het gemeentelijk beleid heeft hierbij geholpen: aanleg van geveltuintjes is erg gemakkelijk gemaakt. Geveltuinen zouden een ook optie zijn voor bijvoorbeeld de Insulindestraat en Vlaggemanstraat.

Aan de noordzijde van de *Bergweg* zouden bomen kunnen worden geplant voor verkoeling in hete zomers en aankleding van de straat.

Blauwe adaptatiemaatregelen

Op de Schieweg zouden met het oog op de mogelijke toekomstige waterproblematiek (vaker en extremere droogtes en buien) één of meerdere watertoren gebouwd kunnen worden. Hierin zou regenwater uit de hele wijk opgevangen moeten worden. Via koppeling aan een drainagesysteem zou vervolgens de grondwaterstand op peil gehouden kunnen worden, om paalrot te helpen voorkomen en groen van voldoende water te kunnen voorzien. Zo'n watertoren zou als blikvanger van de wijk kunnen fungeren.

Het *Insulindeplein* zou als een waterplein ingericht kunnen worden in combinatie met een gezichtsbepalende watertoren, waarbij tegelijk ook meer groen wordt toegepast. Verder zou het plein kindvriendelijk moeten worden: dus deels inrichten als speelplaats. Dit zal bijdragen aan verhoging van de acceptatie binnen de wijk en helpen de gewenste sociaal-economische samenstelling in Bergpolder Zuid te bereiken. Praktisch bezwaar is de aanwezigheid van een parkeergarage. Hiermee is rekening te houden door een goede keuze van de plaatsing van objecten en de beplanting. De uitstraling van een vernieuwd Insulindeplein kan doorgetrokken worden naar het binnenplein ertegenover, aan de andere kant van de *Vlaggemanstraat*. Daar zouden bewoners graag meewerken om dit nu nog betonnen plein om te toveren tot een kindvriendelijk, groen en koel "pocketpark" met speelgelegenheden. De vraag is alleen of het beton wel verwijderd kan worden zonder te ondergrond teveel te beschadigen.

Modelberekeningen geven aan dat waterplassen de temperatuur enigszins kunnen verlagen, maar de reikwijdte is beperkt en het effect hoogst onzeker. Water in een vijver kan 's nachts ook bijdragen aan de verhoging van de luchttemperatuur, afhankelijk van de diepte, de ligging, de opbouw van de omgeving en de weersomstandigheden. Een fontein koelt efficiënter.



Figuur 16: Detail reconstructie blauwe adaptatiemaatregelen Bergweg met o.a. trapsgewijze infiltratiebedden (bron CPC schetsworkshop, 2013)

De Bergweg heeft een kleine helling richting de Bergsingel. Hiervan kan gebruik gemaakt worden door trapsgewijze infiltratiebedden te maken (figuur 16). Wanneer de auto én de tram

in de straat moeten blijven, dan is de enige ruimte hiervoor grond onder de trambaan. Het effect van de maatregel is vermindering van potentiële wateroverlast bij extreme regen en het verminderen van het risico van paalrot in droge zomers doordat de fluctuatie van het grondwaterniveau minder wordt. Vragen die zich bij deze oplossing voordoen hebben betrekking op geluidsnormen, en de effectiviteit van de infiltratie voor het stabiliseren van de grondwaterspiegel (en als basisvraag: komt hier fundering met houten palen voor?).

Bergselaan: De laaggelegen binnentuinen in het binnenblok van de Bergselaan bieden mogelijkheden om iets met wateropslag te doen. Een alternatief is de overweging om de Bergselaan weer tot een singel te maken (waardoor meer water de wijk in wordt gebracht) en de vrijkomende grond te gebruiken voor ophoging van de laaggelegen tuinen.

Het Eudokiablok biedt mogelijkheden voor een groen dak/dakpark. Afhankelijk van de sterkte van het dak kunnen verschillende alternatieven overwogen worden om dit aantrekkelijk te maken, en tegelijkertijd als tijdelijke waterberging te dienen. Deze groene daken moeten wel aan eisen van substraatdikte voldoen om effectief te zijn.

Overige adaptatiemaatregelen maatregelen

Bij woningen in Bergpolder zuid ontbreekt vaak goede dakisolatie. Hierdoor biedt vooral de bovenlaag weinig bescherming tegen hitte. Toepassen van extra isolatie als enige maatregel lijkt niet verstandig, omdat isolatie warmte die eenmaal binnen is vasthoudt. Verbetering van woningisolatie is wel gunstig wanneer dat gepaard gaat met extra maatregelen die voorkomen dat warmte binnenkomt, zoals het aanbrengen van zonneschermen.

Implementatie van klimaatadaptatiemaatregelen in Bergpolder Zuid: meekoppelenkansen

Adaptatie blijkt in de praktijk een opeenstapeling te zijn van relatief kleine, lokale ingrepen. Door al in de planfase rekening te houden met beschikbare adaptatiemaatregelen, kan worden meegekoppeld met onderhouds- en renovatiemomenten en kunnen de meerkosten worden beperkt. Activiteiten die in de planning zitten en die eventueel mogelijkheden bieden voor het meekoppelen van adaptatiemaatregelen zijn onder meer:

- Grootonderhoud Bergseweg: Dit betreft o.a. het vervangen van het riool, tramrails en het vervangen van het wegdek. De straat krijgt een ander profiel waardoor er meer waterberging kan plaatsvinden. De herinrichting gaat ook gepaard met een groener profiel. De vraag is wel in hoeverre er financiering gevonden kan worden voor het onderhoud. De minimale variant is sec onderhoud, de maximale variant is een gevel tot gevel aanpak. In het najaar van 2015 komt er waarschijnlijk meer zicht op financieringsmogelijkheden;
- Gevelrenovatie in de Insulindestraat –Vlaggemanstraat: Gevelrenovatie is in handen van particuliere partijen. De gemeente kan hierbij een stimulerende rol vervullen. Interessant is de vraag of het een kosteneffectieve maatregel is die ook bijdraagt aan klimaatbestendigheid;
- Spoorpunt: Dit betreft kluswoningen die zijn aangekocht door de gemeente Rotterdam. Er wordt momenteel onderzocht of er aanvullende eisen mogelijk zijn vanuit klimaatadaptatie. E.e.a. is afhankelijk van een kostenonderzoek wat nu loopt. Met het aanbieden van kluswoningen beoogt de gemeente een kwaliteitsverbetering teweeg te brengen, dus onder die noemer zou wellicht het e.e.a. mogelijk zijn. Er kan o.a. verwezen worden naar de publiekscampagne ‘tegel eruit groen erin’. Ook kunnen particulieren er op

gewezen worden dat het nuttig is om naast te investeren in isolatie ook te investeren in zonwering;

- Boomstructuurvisie voorziet meer bomen op de Schieweg: Ten westen van de Schieweg is stichting Blijstroom bezig met het energieneutraal maken van de wijk; Bij het energieneutraal maken van de wijk kan stichting Blijstroom gewezen worden op het nut van zonwering bij het verbeteren van de isolatiewaarde van gebouwen;
- In het midden van de wijk (Vlaggemanstraat) staat nu een technische ruimte van KPN/Stedin in de vorm van een geasfalteerd gebouwtje. Op termijn (10/15 jr) willen KPN en Stedin wel afstand doen van deze plek en kan er ontharding plaatsvinden. Deze centraal gelegen plek kan dienst doen als ontmoetingsplek:
- Mogelijk gaat de zone van de Hofpleinlijn (het dak boven de winkels/werkplaatsen) in ontwikkeling;
- Dak van de Hofpleinlijn: In het nabijgelegen Zomerhofkwartier en de Agniesebuurt zijn er plannen om water te bergen. Een van de maatregelen daarbij is de gevels en het dak van de Hofpleinlijn te vergroenen. Renovatie en vergroening van de Hofbogen sluiten aan op de ambities van het college ten aanzien van de realisatie van ruimte voor ondernemers, de vergroening van centrum-stedelijke gebieden, een aantrekkelijk woonmilieu voor jonge hoogopgeleide Rotterdammers, de zorgvuldige omgang met monumentale panden, het betrekken van bewoners en ondernemers bij de realisatie van de plannen² en het treffen van klimaatmaatregelen in het kader van de Rotterdamse Adaptatie Strategie. Er is een Europese subsidie (LIFE) aangevraagd die een deel van de kosten kan dekken. De stad heeft geld vrij gemaakt om een bijdrage te leveren aan het waterdicht maken van de Hofbogen. Eerder bleek dit een bottleneck bij de verkoop van het bouwsel. Het trottoir bij de Hofbogen is vrij smal, dus vergroening wordt in de vorm van klimplanten gezocht. De vraag is nog even hoe deze bewaterd worden, er zit immers een afdak boven. Wellicht kan er de afwatering van de huizen via een creatieve constructie via de gevels van de hofbogen lopen of kan er met groen beklede regenton annex zitbankjes bewatering plaatsvinden. Kortom voldoende uitdagingen voor het combineren van blauwe en groene adaptatiemaatregelen.

Tot slot

De bevindingen van het CPC onderzoek, relevante groene en blauwe adaptatiemaatregelen en de meekoppelkansen zoals in dit document beschreven zijn besproken met een aantal medewerkers van de gemeente Rotterdam. Afgesproken is dat het rapport wordt besproken met de gebiedssecretarissen, gebiedscommissies, afdeling Toezicht Gebouwen en de woningcorporaties.

² (o.a. Vrienden van de Hofbogen, Ondernemers/huurders van de Hofbogen, Hofbogen BV en hun aandeelhouders, Hoogheemraadschap (HHSK) en omwonenden)

Gebruikte literatuur, directe links en interessante websites

Groot A.M.E., P.R. Bosch, S. Buijs, C.M.J. Jacobs, E.J. Moors (2015). Integration in urban climate adaptation: Lessons from Rotterdam on integration between scientific disciplines and integration between scientific and stakeholder knowledge, Building and Environment 83, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.023>.

Heusinkveld B.G., Steeneveld G.J., van Hove L.W.A., Jacobs C.M.J., Holtslag A.A.M. (2014). Spatial variability of the Rotterdam urban heat island as influenced by urban land use J. Geophys. Res. DOI: 10.1002/2012JD019399.

Hotkevica, I. (2013). Green elements in street canyons - Research by design for heat mitigation and thermal comfort in urban areas. Master thesis, Leerstoelgroep Landschapsarchitectuur. Wageningen University.

Rovers, R. P. Bosch & R. Albers (TNO). Eindrapport Climate Proof Cities 2010-2014. KvK rapport nr: 129/2014. CPC consortium, TNO: Delft.

Toparlar, Y., Blocken, B., Vos, P., van Heijst, G.J.F., Janssen, W.D., van Hooff, T., Montazeri, H., Timmermans, H.J.P. (2015). CFD simulation and validation of urban microclimate: A case study for Bergpolder Zuid, Rotterdam. Building and Environment 83.

Van Hove, L.W.A., Jacobs, C.M.J., Heusinkveld B.G., Elbers, J.A., van Driel, B.L., and Holtslag, A.A.M. (2014). Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Building and Environment . DOI: 10.1016/j.buildenv.2014.08.029

Veerbeek, W. Husson, H. (2013). Vulnerability to Climate Change: Appraisal of a vulnerability assessment method in a policy context. KfC report number: 98/2013 (Unesco-IHE OR/MST/177).

Het CPC [Eindrapport](#)³

De [Beleidssamenvatting](#)

Factsheet [Klimaatbestendige woningen](#)

Factsheet [Klimaatbestendige wijken](#)

Factsheet [Hittestress](#)

Factsheet [Waterrobuuste steden](#)

http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/l/nl/library/download/urn:uuid:09a90a9d-6cfc-46f1-9f03-bdc8bcd98303/atlas_regio_rotterdam_140508.swf

³ Om link te open, gebruik ctrl toets en klik met muis op blauwe tekst