

RAPPORT

**Achtergrondrapportage
Klimaatstresstest Oegstgeest**

Klant: Gemeente Oegstgeest

Referentie: BG7757WATRP001200825

Status: Definitief/1.0

Datum: 25 augustus 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Achtergrondrapportage Klimaatstresstest Oegstgeest

Referentie: BG7757WATRP001200825
Status: 1.0/Definitief
Datum: 25 augustus 2020
Projectnaam: Klimaatstresstest Oegstgeest
Projectnummer: BG7757
Auteur(s): Wouter Stapel

Opgesteld door: Timon Huijzendveld, Matthijs Bos,
Floris Verhagen en Ronald Groen

Gecontroleerd door: Wouter Stapel

Datum: 25-08-2020

Goedgekeurd door: Wouter Stapel

Datum: 25-08-2020

Classificatie

Projectgerelateerd



Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

Management-samenvatting	1
1 Inleiding	3
2 Wateroverlast	4
2.1 Achtergrondinformatie	4
2.1.1 Klimaatbuien	4
2.1.2 Software en berekeningsmethodiek	4
2.1.3 Toelichting model	5
2.1.4 Visualisatie wateroverlast	5
2.1.5 Resultaten bui08 en bui10	6
2.1.6 Resultaten klimaatstresstest buien	6
2.1.7 Kanttekening resultaten	6
2.2 Top risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog	7
2.3 Aanbevelingen nader onderzoek Wateroverlast	8
3 Overstromingen	9
3.1 Achtergrondinformatie	9
3.2 Top risico's/aandachtsgebieden t.b.v. risicodialoog	9
3.3 Aanbevelingen nader onderzoek Overstromingen	10
4 Droogte	11
4.1 Inleiding	11
4.2 Grondwaterstand	11
4.3 Risico op zetting	13
4.4 Risico op droogstand	17
4.5 Top 3 risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog	19
4.6 Aanbevelingen nader onderzoek Droogte	20
5 Hitte	21
5.1 Achtergrondinformatie	21
5.2 Top risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog	27
5.3 Aanbevelingen nader onderzoek Hitte	29
6 Vitaal en kwetsbaar	30
7 Globale inschatting mogelijke kosten	31
7.1 Overall extra kosten	31
7.2 Wateroverlast	31
7.2.1 Rijnzichtweg	32

7.2.2	Kempenaerstraat en risicopanden	32
7.3	Overstroming	32
7.4	Droogte	32
7.5	Hitte	33

Management-samenvatting

De klimaatstresstest betreft de eerste van de 7 ambities uit het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie om Nederland in 2050 waterrobuust en klimaatbestendig in te richten: 'kwetsbaarheden in beeld brengen'. In een klimaatstresstest worden mogelijke kwetsbaarheden binnen een onderzoeksgebied (hier de gemeente Oegstgeest) geïdentificeerd voor de vier klimaatthema's Wateroverlast, Overstroming, Droogte en Hitte.

Voor de gemeente Oegstgeest heeft Royal HaskoningDHV een verdiepende stresstest uitgevoerd. De gemeente had reeds een stresstest 'light' uitgevoerd, enkel op basis van openbare data en snelle analyses. Voor de verdiepende stresstest zijn aanvullend modelberekeningen uitgevoerd om wateroverlast en hitte beter in kaart te brengen dan de landelijke rekenmodellen. Voor droogte is naast openbare data gebruik gemaakt van het meetnet in Oegstgeest.

Zogenaemde '**Vitale en kwetsbare functies**' zijn in kaart gebracht opdat per klimaatthema de kwetsbaarheid hiervan kan worden onderzocht. Dit zijn objecten (b.v. brandweer, politiekantoor, rioolgemalen), nutsvoorzieningen (b.v. ondergrondse containers, telecomkasten), ontsluitingswegen en groepen (b.v. verzorgingstehuizen, huisartspraktijken) waar bij uitval of verstoring (ernstige) ongewenste maatschappelijke impact kan ontstaan.

Het thema **wateroverlast** betreft overlast, schade en veiligheidsrisico's als gevolg van extreme neerslag. Hiervoor zijn buien doorgerekend met herhalings tijden van 2 en 10 jaar (huidig klimaat) en met herhalings tijden van 100, 250 en 1000 jaar voor het verwachte klimaat in 2050. De berekeningsresultaten zijn gevisualiseerd in kaarten waarop is aangegeven welke ontsluitingswegen niet meer begaanbaar zijn voor hulpdiensten en bij welke panden water tegen de gevel komt te staan (en water mogelijk in het pand komt).

Voor Oegstgeest blijkt de ontsluitingsweg Rijnzichtweg ten westen en oosten van de A44 moeilijk begaanbaar tijdens extreme neerslag. In de winkelstraat Kempenaerstraat worden ook hoge waterstanden (>25cm) berekend tijdens extreme neerslag. Naarmate de neerslag heftiger wordt, breidt de overlast zich uit in de straten Terweeweg, Louise de Coligny laan, Oranjelaan en een deel van de Rhijngeesterstraatweg. In het meest extreme scenario staat ook de Gerrit Rietveldlaan meer dan 25cm onder water.

De wijken Oranje Nassau, Voscuyl, Bloemenbuurt en Poelgeest lopen tijdens extreme neerslag het meeste risico, op basis van de berekende waterhoogte tegen de gevels. De wijken Haaswijk-West en Haaswijk-Oost lopen het minste risico omdat het hemelwater makkelijker naar (nabijgelegen) oppervlaktewater kan afstromen.

Met nader onderzoek kan worden verkend wat mogelijkheden zijn om door technische maatregelen (grotere riolen) en anders inrichten van de openbare ruimte (water bergen op maaiveld) de risico's van extreme neerslag te beperken.

Drie gebieden in Oegstgeest blijken kwetsbaar voor **overstroming** als gevolg van het falen van regionale keringen. Het betreft de westzijde van Voscuyl, Haaswijk Oost, Morsebel en Poelgeest. Deze gebieden liggen dermate laag en grenzen aan oppervlaktewater, waardoor deze kwetsbaar zijn. De sportvelden aan de westzijde van Voscuyl krijgen te maken met een overstromingsdiepte van 2,5m, terwijl het grootste deel van de westzijde van Voscuyl zich beperkt tot een overstromingsdiepte van 0,5m. Haaswijk-Oost en Morsebel krijgen te maken met een overstromingsdiepte van maximaal 1m, terwijl de maximale overstromingsdiepte in Poelgeest 1,5-2,5m bedraagt. In de andere wijken van Oegstgeest wordt er nauwelijks of geen overstromingsdiepte berekend.

Wanneer een primaire kering faalt, loopt de gehele gemeente Oegstgeest risico. De overstromingsdiepte varieert van redelijk (1m) tot behoorlijk (2-2,5m) met uitschieters tot 3 meter. Het algemene beeld is dat de overstromingsdieptes behoorlijk zijn.

Met het Hoogheemraadschap van Rijnland en Rijkswaterstaat kan nader worden ingegaan op het thema Overstroming (nieuwe inzichten m.b.t. overstromingsrisico's, handelingsperspectief).

Op het gebied van **droogte** heeft Oegstgeest een gunstige ligging met veel aangrenzend oppervlaktewater. Tijdens droge periodes zorgt dit oppervlaktewater voor grondwateraanvulling. Panden met fundering op houten palen lopen mogelijk risico op paalrot als de paalkoppen bij lage grondwaterstanden droog komen te staan. Nader onderzoek is gewenst om dit risico nader in beeld te brengen: houten funderingen in kaart brengen en vergelijken met laagste te verwachten grondwaterstanden. Indien daadwerkelijk funderingsschade ontstaat of maatregelen moeten worden getroffen om deze te voorkomen kunnen de kosten daarvan zeer aanzienlijk zijn. Daarnaast is het groen in Oegstgeest kwetsbaar tijdens droge periodes.

Het totaalbeeld van **hittestress** ziet er relatief gunstig uit voor Oegstgeest, als gevolg van veel groen binnen de gemeente. Er zijn echter een aantal warme gebieden: delen van de Bloemenbuurt (ter hoogte van winkelcentrum Lange Voort), Oranjepark (ten zuiden van de rotonde), de zone ten westen van de A44 (nabij industrieterrein Rijnsburg, ter hoogte van Occasion Center en Corpus), en de buurt rondom de Apollolaan en FC Oegstgeest (vanwege de kunstgrasvelden). Deze gebieden lopen tijdens hittegolven extra risico. Alle bevolkingsgroepen lopen dan een verhoogd gezondheidsrisico. Functies met gezondheids- en ouderenzorg lopen in de eerder genoemde gebieden extra risico. Het aanpassen van wijkinrichtingen kan helpen om hitte risico's te mitigeren. Als deze ambitie niet haalbaar is, is een adequaat hitteplan nodig. Nader onderzoek is nodig om de ambitie van de gemeente vast te leggen (onderdeel van de risicodialoog) en om te bepalen welke maatregel welk effect zal hebben.

Tot slot is per thema een beeld geschetst van wat **mogelijke meerkosten** zijn voor het klimaatrobuust inrichten van de gemeente.

Nadrukkelijk wijzen wij erop dat er bij klimaatadaptatie veel subjectieve keuzes moeten worden gemaakt en dat er daardoor een grote bandbreedte is waarbinnen werkelijke kosten voor klimaatadaptatie zullen vallen. In de risicodialoog wordt immers besproken welke risico's acceptabel worden geacht, voor welke risico's maatregelen dienen te worden getroffen, welke kosten daarbij mogen worden gemaakt en door wie die kosten zullen worden gedragen. Ook is voor werkelijk te treffen maatregelen nader onderzoek nodig welke omvang hiervan (b.v. m.b.t. de diameter van een transportriool) het gewenste effect heeft. De werkelijke (meer)kosten kunnen dus sterk afwijken van wat hieronder is beschreven.

- Als generieke indicatie kan hiervoor worden aangehouden dat inrichtingskosten 10 à 15% hoger kunnen zijn dan zonder klimaatadaptatie.
- Voor het beperken van wateroverlast kunnen de meerkosten één of enkele miljoenen euro's bedragen.
- Voor het risico op overstroming ligt het niet voor de hand dat de gemeente significante kosten zal dienen te maken.
- Voor droogtestress lijkt in eerste instantie vooral een nader onderzoek naar risico's op funderingsschade van belang. Afhankelijk van de resultaten daarvan kunnen meer of minder omvangrijke maatregelen gewenst zijn waarbij nog een afweging moet worden gemaakt of en in welke mate de gemeente in de kosten bij zal moeten dragen.
- Het risico van Hittestress lijkt voor Oegstgeest mee te vallen. Wel kan het wenselijk zijn om bij herinrichting kansen te benutten om verder te vergroenen en zo de hittestress te beperken. De kosten hiervan zijn dan onderdeel van bovengenoemde generieke inrichtings-meerkosten van 10 à 15%.

1 Inleiding

Deze achtergrondrapportage vormt samen met het iReport (webrapport met klimaatkaarten) het resultaat van de in 2019 en 2020 uitgevoerde Klimaatstresstest Oegstgeest. In voorliggende rapportage gaan wij voor elk van de vier klimaatthema's (wateroverlast, overstroming, droogte en hitte) in op achtereenvolgens:

1. Achtergrondinformatie met betrekking tot gehanteerde bronnen en methodieken om tot de in het iReport gepresenteerde kaarten te komen.
2. 'Top 5' risico's/aandachtsgebieden die kunnen dienen als inspiratie en vertrekpunt bij het de in de Risicodialoog te voeren gesprekken.
3. Aanbevelingen voor nader onderzoek en (technisch-inhoudelijke) vervolgactiviteiten.

Vervolgens is een overzicht opgenomen van de in het iReport opgenomen categorieën Vitaal en Kwetsbaar.

Doelgroep voor deze achtergrondrapportage zijn de projectgroep leden van Oegstgeest en Rijnland.

2 Wateroverlast

2.1 Achtergrondinformatie

2.1.1 Klimaatbuien

De stresstest Wateroverlast richt zich op de gevolgen van (alle vormen van) wateroverlast bij extreme neerslag. De afgelopen jaren zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de kans van voorkomen van extreme neerslaggebeurtenissen in het huidige en toekomstige klimaat. Stichting RIONED, STOWA, gemeenten en waterschappen hebben 'standaard neerslaggebeurtenissen' opgeleverd voor de stresstest. Deze standaardisering zorgt ervoor dat de uitkomsten van stresstesten beter met elkaar te vergelijken zijn en waarborgt de kwaliteit van de testen.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de drie gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen voor de stresstest wateroverlast voor stedelijk gebied. Voor iedere neerslaggebeurtenis zijn weergegeven de schaal, de duur, de hoeveelheid en de herhalings tijden voor zowel het huidige klimaat als het klimaat volgens een worst-case scenario consistent met de KNMI'14 scenario's voor 2050.

Tabel 1 Neerslaghoeveelheden met herhalings tijden 100, 250 en 1000 jaar voor huidig en toekomstig klimaat (dit is een deel van de oorspronkelijk tabel uit achtergronddocument 'Standaarden voor de stresstest wateroverlast' (DPRA, STOWA, Stichting RIONED, 2019)

Schaal	Duur	Herhalings tijd huidig klimaat [jaar]	Hoeveelheid huidig klimaat [mm]	Hoeveelheid klimaat 2050 [mm]
Lokaal	1 uur	100	60	70
		250	75	90
	2 uur	1000	130	160

Voor gemeente Oegstgeest is afgesproken analyses voor de buien van 70, 90 en 160 mm uit te voeren. Daarnaast worden ook analyses met de voor rioleringsontwerpen gebruikelijke bui08 (19,8mm in één uur) en bui10 (35,7 mm in 45 minuten) uitgevoerd.

2.1.2 Software en berekeningsmethodiek

De in deze stresstest gehanteerde berekeningsmethodiek sluit aan bij de methodiek die in de Leidraad Riolerings (Kenniskbank Stedelijk Water) van de stichting Rioned in de voormalige module C2100 is beschreven.

Deze berekeningen dienen met een niet-stationair rekenmodel te worden uitgevoerd. Het resultaat van deze berekeningen is het tijdsafhankelijke verloop van debieten, stroomsnelheden en waterhoogten in leidingen, overstorten, gemalen en putten. De niet-stationaire berekeningen waarvan de resultaten zijn gepresenteerd in deze stresstest zijn uitgevoerd met het softwareprogramma Infoworks ICM (versie 10.0.6).

De berekeningen zijn uitgevoerd met 'ongeschematiseerde rioelstelsels' (alle putten en rioelleidingen zijn opgenomen in het model), met uitzondering van Oegstgeest aan de Rijn. Deze wijk in het zuidwestelijke deel van Oegstgeest is volop in ontwikkeling. Tijdens het opstellen van het model voor het Basis

Rioleringsplan (BRP) in 2019 en 2020 is besloten om Oegstgeest aan de Rijn te schematiseren. Water-op-straat in dit gebied kan een vertekend beeld geven met de werkelijkheid.

2.1.3 Toelichting model

Om de stroming door de rioolbuizen te simuleren, is voortgebouwd op het voor het BRP opgestelde en gevalideerde Infoworks ICM-model. Dit model is uitbereid met de volgende onderdelen:

- Primaire watergangen, aangeleverd door Hoogheemraadschap Rijnland, met relevante stuwen en oppervlaktewatergemalen. Diepte, breedte en taluds van primaire watergangen is mee gemodelleerd.
 - o Stuwen zijn gemodelleerd met een breedte volgens de legger en een hoogte (in m NAP) op basis van bovenstrooms waterpeil.
 - o Gemaalcapaciteit is overgenomen uit de legger van Hoogheemraadschap Rijnland, de in- en uitslagpeilen zijn aangenomen op respectievelijk 1cm boven en onder waterpeil.
- Duikers zijn toegevoegd aan het model op basis van data van Hoogheemraadschap of de gemeente Oegstgeest. De data was echter niet geheel compleet. Daarom is besloten om van een aantal relevant geachte duikers de diameter in het veld (indicatief) te meten.
- De overige (niet-primaire) watergangen zijn overgenomen zoals deze in de AHN3 (Algemene Hoogtekaart Nederland) staan. Het waterpeil tijdens het inmeten van de AHN3 wordt daarbij modelmatig gezien als de bodem van de watergang. De bodemdiepte, bodembreedte en onderwatertaluds zijn niet opgenomen in de modellering van de overige watergangen. Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid en resulteert in iets hogere berekende waterstanden dan wat in werkelijkheid kan worden verwacht. Daarmee geven deze berekeningen dus een veilige inschatting.

In de rioleringsberekening wordt onderscheid gemaakt tussen verhard oppervlak (wegen, pleinen, daken, ...) en onverhard oppervlak (tuinen, parken, ...):

- Verhard oppervlak is toegekend aan (verdeeld over) rioolputten. De neerslag op het aan een rioolput toegekende verhard oppervlak wordt in het model direct in die rioolput ingebracht. Neerslag die niet voldoende door de riolering (ondergronds) geborgen en afgevoerd kan worden, treedt via de rioolputten naar buiten. Via het aan het rekenmodel gekoppelde hoogtemodel (AHN3) stroomt het water vervolgens naar het laagste punt in het gebied en /of oppervlaktewater.
- Neerslag op onverhard oppervlak 'valt' modelmatig direct op het hoogtemodel en stroomt over het maaiveld naar putten, lagere delen en/of het oppervlaktewater.
- Voor de twee kleinere buien (bui08 en bui10) is conform landelijke standaards neerslag op onverhard oppervlak buiten beschouwing gelaten.
- Voor de 3 klimaatbuien is voor de neerslag op onverhard oppervlak geen rekening gehouden met infiltratie in de bodem omdat die in verhouding tot de neerslaghoeveelheid verwaarloosbaar is.

2.1.4 Visualisatie wateroverlast

De maximale berekende waterdieptes op maaiveld zijn per bui in het iReport met blauwtinten gevisualiseerd onder het tabblad Kaarten Waterstress. (Hoe donkerder blauw, des te dieper het water op maaiveld.)

Op basis van de rekenresultaten van water-op-straat met bui08, bui10, 70 mm en 90 mm in één uur en 160 mm in twee uur, is berekend tegen welke panden water staat en welke wegen ontoegankelijk worden door neerslag. Voor alle neerslag is de volgende onderverdeling van water tegen panden aangehouden:

Meter:



Figuur 2-1 Legenda van risico panden in iReport, geeft waterhoogte aan tegen de gevel van een pand

Hoe roder het pand kleurt, hoe hoger het water tegen het pand staat en hoe groter het risico op waterschade.

Voor begaanbaarheid van ontsluitingswegen is aangehouden dat de weg rood kleurt bij een waterdiepte van meer dan 25cm. Boven deze waterdiepte wordt de begaanbaarheid van deze wegen als problematisch beschouwd voor hulpdiensten.

2.1.5 Resultaten bui08 en bui10

Alle wegen zijn goed begaanbaar tijdens de maximale situatie van bui08 en bui10. Er zijn geen straten met een waterhoogte boven de 25 cm. Tijdens bui08 ontstaat er wel water op straat, maar is slechts bij enkele woningen water tegen de gevel berekend. Tijdens de maximale situatie van bui10 neemt het aantal woningen waar water tegen de gevel is berekend toe. Alhoewel het aantal beperkt is, bevinden de meeste 'geraakte' gevels zich in de buurten Oranje Nassau, Voscuyl, Oudenhof en Poelgeest.

2.1.6 Resultaten klimaatstresstest buien

De klimaatstresstestbuien geven een heftiger risicobeeld in vergelijking met bui08 en bui10. Bij 70mm in één uur staat er in alle wijken water tegen meerdere gevels. Dit beeld verergert bij het bekijken van 90 mm in één uur en 160 mm in twee uur. De wijken die het meest kleur krijgen, en dus het meeste risico lopen, zijn Oranje Nassau, Voscuyl, Morsebel en Poelgeest. De overige wijken lijken iets minder hard getroffen te worden. De wijken met het minste risico zijn Haaswijk-West en Haaswijk-Oost. Hier is het aantal panden met water tegen de gevel het laagst.

De begaanbaarheid van de ontsluitingswegen blijft tijdens 70 mm in één uur beperkt tot overlast op de Rijnzichtweg (aan weerszijde van de A44), aan de Kempnaerstraat, bij het tunneltje bij de van Almondeweg (onder de A44 door) en aan de Willem Einthovenstraat. Dit beeld wordt erger bij 90 mm in één uur, waar de Rijnzichtweg aan weerszijde van de A44 meer onder water komt te staan. Ook ontstaat er nieuwe overlast aan de Louise de Colignylaan en de Terweeweg. Bij 160 mm in twee uur, neemt de eerder genoemde overlast toe, en breidt deze zich uit op de Oranjelaan en Terweeweg. Hiermee is een ontsluitingsweg in Oranje Nassau volledig afgesloten door grote wateroverlast. Daarnaast ontstaat er risico's op de Rhijngeesterstraatweg (ter hoogte van de Apollolaan), aan de Hazenboslaan, en staat er in de Gerrit Rietveldlaan meer dan 25cm water waardoor de toegankelijkheid van één van de ontsluitingswegen sterk afneemt in Morsebel.

2.1.7 Kanttekening resultaten

Bij het interpreteren van de risicopanden en de water op straat resultaten is het belangrijk om te realiseren dat de stroming over maaiveld gebaseerd is op het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN3) waarin

niet elk maaiveld-detail is opgenomen. Dat kan tot gevolg hebben dat panden 'rood kleuren' (water tegen de gevel berekend) terwijl dat in werkelijkheid niet realistisch is. Zo kan bijvoorbeeld modelmatig neerslag via een verdiepte garage-inrit de gevel stromen en zich daar ophopen terwijl in werkelijkheid het meeste water wordt afgevangen en gebufferd/weggepompt. Verder kan het zijn dat modelmatig slechts tegen een klein deel van een gevel water is berekend en daardoor het hele pand rood kleurt terwijl er geen risico is op wateroverlast in het pand omdat de deuren op andere plekken zitten. Voor bepaling van het werkelijke risico van een pand moet daarom altijd nader worden gekeken naar de lokale situatie.

2.2 Top risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog

1. *Bereikbaarheid Rijnzichtweg, Kempenaerstraat en hoofd- ontsluitingsweg Oranje Nassau en Morsebel*

Uit de berekeningen blijkt dat tijdens extreme neerslag een aantal ontsluitingswegen gevoelig zijn. Het gaat hier met name om de Rijnzichtweg (aan weerszijde van de A44) en de Kempenaerstraat tijdens 70 mm in één uur. Het risico en de omvang van de overlast neemt toe bij 90 mm in één uur, waar met name op de Louise de Colignylaan extra risico wordt berekend. Tijdens 160 mm in twee uur loopt een deel van de ontsluitingswegen in Oranje Nassau en Morsebel risico door hoge waterhoogtes op maaiveld, en is de omvang van het risico aan de Rijnzichtweg groter geworden.

2. *Risicowijken*

De buurten Oranje Nassau, Voscuyl, Bloemenbuurt en Poelgeest hebben de meeste panden met een hoog risico op waterschade als we de extreme neerslag bekijken. In deze buurten kleuren de meeste woningen rood of donkerrood. Ook de wijken Morsebel en Oudenhof lopen veel risico, al zij het iets minder dan eerder genoemde buurten. Tijdens toekomstige ontwikkelingen in de ondergrond en openbare ruimte dient in deze wijken extra aandacht besteedt te worden aan het mitigeren van wateroverlast. De wijken Haaswijk-West en Haaswijk-Oost lopen relatief gezien het minste risico. Dit komt mede doordat de afstroomafstand naar het oppervlaktewater via de regenwaterriolen van het gescheiden rioolstelsel relatief kort zijn (ten opzichte van de lange afstanden van HWA/gemengde riolering in bijvoorbeeld Oranje Nassau).

3. *Laagst gelegen gebied in Oranje Nassau*

Het laagst gelegen gebied in de wijk Oranje Nassau ligt rondom park Duivenvoorde. Logischerwijs worden hier de hoogste waterstanden uitgerekend en zijn hier relatief veel woningen 'rood gekleurd'. De nieuwbouw en aangepaste maaiveldhoogtes in park Duivenvoorde zijn nog niet in het rioleringsmodel opgenomen. Deze nieuwbouw heeft niet alleen invloed op wateroverlast in park Duivenvoorde, maar kan ook invloed hebben op wateroverlast in de omliggende straten. Nadere analyses zijn nodig om een realistischer beeld te creëren.

4. *Ontwikkelingen de Boeg en Bio Science Park West*

De ontwikkelingen in de Boeg zijn bijna gereed en voor het Bio Science Park West zijn ontwikkelingen in een vergevorderd stadium. Beide gebieden zijn nog in 'originele staat' opgenomen in het rekenmodel. Tijdens extreme neerslag levert dit veel blauw gekleurde gebieden op. Bij de ontwikkeling van deze gebieden is het daarom van belang om het risico van wateroverlast de nodige aandacht te geven.

2.3 Aanbevelingen nader onderzoek Wateroverlast

1. *Uitbreiden onderzoek oorzaak wateroverlast*

Beginnend met de werkzaamheden in het BRP Oegstgeest, zal er meer onderzoek uitgevoerd moeten worden om de oorzaak van wateroverlast te achterhalen. In het BRP zullen maatregelen worden voorgesteld om de riolering te optimaliseren om bui08 en bui10 goed te verwerken. Dit zal ook bijdragen aan het beperken van de wateroverlast bij de stresstestbuien. Echter is er naast ondergrondse afvoer ook aanpassing in de openbare ruimte nodig om hevigere neerslag op te kunnen vangen, iets wat nog verder uitgewerkt dient te worden.

2. *Toevoegen/voorbereiden nieuwbouw woonwijken en industrie*

De nieuwbouw in Park Duivenvoorde is nog niet meegenomen in de analyse. Ten tijde van het opstellen van het rekenmodel waren nieuwe hoogtes van de bebouwing nog niet opgenomen in de algemene hoogtekaart Nederland (AHN3). Ook een deel van de reeds aangelegde woonwijk Oegstgeest aan de Rijn is nog niet opgenomen in de analyse. Industriële gebieden De Boeg en Bio Science Park West zijn ook niet opgenomen in de modellering, aangezien deze gebieden nog in ontwikkeling zijn. Aanpassen van het rioleringsmodel met gegevens van deze gebieden is belangrijk om een juiste inschatting te kunnen geven van werkelijke risico's en mogelijkheden om deze te beperken.

3. *Validatie extreme neerslag*

Het rioleringsmodel is niet gevalideerd met een extreme neerslaggebeurtenis in Oegstgeest. Er zijn geen meetgegevens beschikbaar van een extreme neerslaggebeurtenis in Oegstgeest (met herhalingstijd in de orde van grootte van eens per 100 jaar) die hiervoor kunnen worden gebruikt. Aanbevolen wordt om een kwalitatieve validatie uit te voeren samen met lokale kennishouders (van de gemeente en/of externe stakeholders).

3 Overstromingen

3.1 Achtergrondinformatie

De kaartlagen met overstromingsdieptes ten gevolge van het falen van het regionale- of hoofdwatersysteem zijn afkomstig van het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO, <https://basisinformatie-overstromingen.nl/liwo/>). De kaarten geven de maximale overstromingsdiepte per locatie als gevolg van het falen van het watersysteem weer. Daar waar een object in een overstromd gebied staat is sprake van een mogelijk risico op overlast/schade.

1. **Overstroming als gevolg van falen regionaal watersysteem**

Hierbij geldt dat er een regionale waterkering bezwijkt langs het regionale watersysteem, waardoor er een overstroming plaats vindt. Hiervoor is een aantal mogelijke scenario's vastgesteld door het LIWO. De combinatie van deze scenario's is gepresenteerd in deze kaartlaag. De maximale overstromingsdieptes per locatie variëren tussen de 0 en 2,5m, met een gemiddelde overstromingsdiepte van orde 0,5m. De kans op falen van een regionale kering is circa 1:100 jaar.

2. **Overstroming als gevolg van falen hoofdwatersysteem**

Hierbij geldt dat er een primaire kering bezwijkt langs het hoofdwatersysteem (zee en rivieren), waardoor er een overstroming plaats vindt. Hiervoor is een aantal mogelijke scenario's vastgesteld door het LIWO. De combinatie van deze scenario's is gepresenteerd in deze kaartlaag om tot een maximale overstromingsdiepte te komen. De maximale overstromingsdieptes per locatie variëren tussen de 0 en 3m, met een gemiddelde overstromingsdiepte van orde 1,5-2m. Een doorbraak in de kering van Katwijk, een dijklichaam- of duindoorkraak zal resulteren in het falen van het hoofdwatersysteem. De faalkans is berekend op circa 1:10.000 jaar.

3.2 Top risico's/aandachtsgebieden t.b.v. risicodialoog

1. **Falen van regionale kering**

De overstroming omvat 3 gebieden: aan de noordzijde van het Oegstgeesterkanaal (Morsebel en Haaswijk-Oost), langs de westzijde ter hoogte van Voscuyl en de A44 en aan de oostzijde in Poelgeest. Het centrumgebied en de zuidkant van Oegstgeest hebben geen kans van overstromen als gevolg van het falen van het regionale watersysteem.

Voor de gebieden/wijken die een kans van overstromen hebben, variëren de overstromingsdieptes per gebied. Gevolgbeperkende maatregelen zullen per gebied en specifieke locatie moeten worden bekeken en moeten worden onderzocht of deze kosteneffectief zijn. Per gebied dat risico loopt is de overstromingsdiepte toegelicht:

- a. Westzijde van Voscuyl. Het grootste deel van de overstromingsdiepte aan de westzijde beperkt zich tot een overstromingsdiepte van maximaal een halve meter. De sportvelden bij sportvereniging Voscuyl zijn hier een uitzondering op, hier is de overstromingsdiepte maximaal 2,5 meter.
- b. Morsebel en Haaswijk-Oost. De maximale overstromingsdiepte varieert lokaal tussen beperkt (enkele decimeters) en redelijk (tot 1 meter).
- c. Poelgeest. De maximale overstromingsdiepte varieert hier lokaal tussen beperkt (enkele decimeters) en behoorlijk (1,5-2,5m).

2. **Falen van primaire kering**

De overstromingsdieptes zijn vrijwel over de gehele gemeente redelijk (1m) tot behoorlijk (2m) met uitschieters (tot 3m). Het overstroomde gebied spreidt zich uit over de gehele gemeente. Slechts enkele locaties hebben geen overstromingskans. Voor sommige locaties zijn golfbeperkende maatregelen gemakkelijk in te passen, echter moet onderzocht worden of dit kosteneffectief is en zich verhoudt ten opzichte van het beschermingsniveau dat geboden wordt door het hoofdwatersysteem.

3.3 Aanbevelingen nader onderzoek Overstromingen

1. Ga in overleg met de lokale beheerder van de regionale keringen (Hoogheemraadschap van Rijnland) en bespreek de status van de overstromingsdieptekaarten en het watersysteem. Wellicht zijn er tussentijds (laatste versie 2015) al aanpassingen gedaan aan het regionale watersysteem, waardoor de kans op falen van bepaalde trajecten is gereduceerd en waardoor de kans op overstroming is gereduceerd of dat een beperking van de overstromingsdiepte is gerealiseerd. De lokale beheerder kan dit complete beeld verstrekken.
2. Ga in gesprek met RWS en Hoogheemraadschap om te bespreken hoe kansrijk en kosten-effectief risicobeperkende maatregelen zijn voor het beperken van schade ten gevolge van het falen van het hoofdwatersysteem. De overstromingsdieptes zijn over het algemeen behoorlijk.

Algemeen: indien er wordt overgegaan tot onderzoek naar effectieve maatregel is het verstandig de overstromingsdiepte per locatie in meer detail te bestuderen.

4 Droogte

4.1 Inleiding

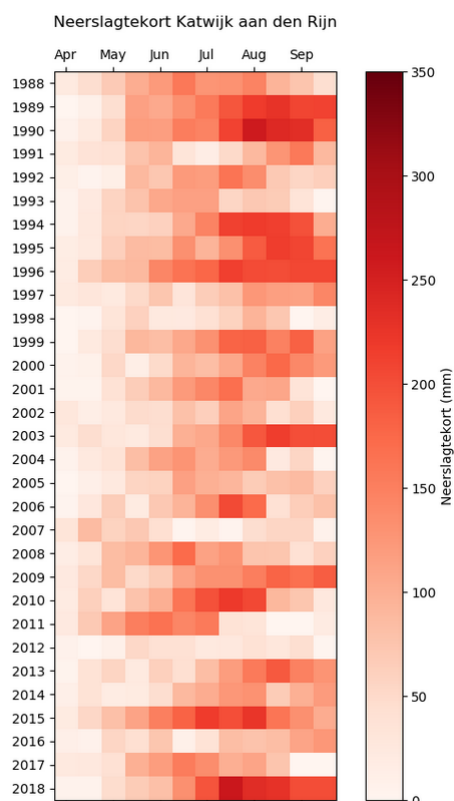
In perioden van droogte zal de grondwaterstand steeds verder dalen. De bijbehorende risico's voor Oegstgeest zijn in drie onderdelen in beeld gebracht:

1. De gemeten grondwaterstanden
2. De risico's van maaiveldzetting voor de stabiliteit van panden en infrastructuur
3. De risico's op droogstand voor panden en bomen

4.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand wordt in Oegstgeest gecontroleerd met een meetnet van 22 peilbuizen waar de grondwaterstand automatisch wordt geregistreerd. De metingen worden periodiek door het bedrijf Wareco uitgelezen en statistisch geanalyseerd. Een actueel beeld van de metingen kan [hier](#) worden opgevraagd. In dit rapport maken we gebruik van hun statistische analyse voor de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG).

De hoogte van de grondwaterstand wordt sterk bepaald door de weersomstandigheden. Als het lange tijd niet regent in de zomer is de verdamping veel groter dan de hoeveelheid neerslag. Het cumulatieve verschil tussen verdamping en neerslag in de periode 1 april tot en met 30 september noemen we het neerslagtekort. Het neerslagtekort voor de jaren 1988 tot en met 2018 is weergegeven in Figuur 4-1. Er is gebruik gemaakt van neerslagstation Katwijk aan den Rijn en de verdamping gemeten in Valkenburg (ZH).



Figuur 4-1 Neerslagtekort volgens neerslagstation Katwijk aan den Rijn voor de periode van 1988 tot en met 2018

Wat zien we op de kaart¹:

Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) in een gemiddeld jaar

Deze kaart geeft een beeld van de laagste grondwaterstanden voor een gemiddelde zomer. Per peilbuis is de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) bepaald voor de jaren 2013 tot en met 2017. De 10% onderschrijdingswaarde is gebruikt als definitie van de Representatieve Laagste Grondwaterstand. Dit betekent dat in 10% van de tijd de grondwaterstand onder deze waarde ligt. Normaal gesproken zijn dit de grondwaterstanden aan het einde van de zomer.

Als het meetpunt wordt aangeklikt verschijnt een figuur van de meetreeks. In deze figuur zijn soms groene of rode gemarkeerde periodes te zien:

- Groen kan verschillende betekenissen hebben. Meestal betreft het een correctie op basis van controles uit handmetingen. Het kan ook een signalering zijn van korte dalingen van grondwaterstand door bijvoorbeeld een bemaling. Deze metingen zijn wel gebruikt voor de RLG.
- Rood betekent onbetrouwbare metingen, bijvoorbeeld vanwege een defecte logger. De onbetrouwbare metingen zijn verwijderd en niet gebruikt voor de statistieken.

Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) in een droog jaar (droge zomer 2018)

Deze kaart geeft de situatie weer voor de laagste grondwaterstanden in een droge zomer. Per peilbuis is de Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) bepaald voor het jaar 2018. De laagste grondwaterstanden kwamen voor aan het einde van de droge zomer van dat jaar. De 10% onderschrijdingswaarde is gebruikt als definitie van de Representatieve Laagste Grondwaterstand. Dit betekent dat in 10% van de tijd de grondwaterstand onder deze waarde ligt.

Laagste Gemeten grondwaterwaterstand. Dit betekent dat in 10% van de tijd de grondwaterstand onder deze waarde ligt. Deze grondwaterstanden zijn in beeld gebracht omdat ze een goed beeld geven van hoe ver de grondwaterstanden tijdens een extreem droge zomer extra weg kunnen zakken.

Gemiddeld gezien was de RLG in Oegstgeest in 2018 ongeveer 4 cm lager dan in een gemiddeld jaar. Het verschil is dus niet groot. Dat komt deels omdat de zomer in 2018 in Oegstgeest niet zo droog was als elders in Nederland, maar vooral omdat er voldoende oppervlaktewater aanwezig is om als grondwateraanvulling te dienen.

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) per wijk

Deze kaart geeft een vlakdekkend beeld van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GLG is afkomstig uit berekeningen van het Nationaal Water Model, en zijn een gemiddelde over een periode van 80 jaar (bron: klimaateffectatlas). Dit is een landelijk model met een resolutie van 250 bij 250 meter en alleen geschikt voor een globaal beeld van de grondwaterstand. Wij hebben de berekende GLG gemiddeld per wijk weergegeven.

Het oude centrum van Oegstgeest is gebouwd op een uitloper van een strandwal en ligt het hoogst. In dit gebied ligt daarom de grondwaterstand ook het diepst. De nieuwere wijken hierom heen zijn op steeds lagere gronden gebouwd en hebben lagere grondwaterstanden.

Effect van een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in een extreem droge zomer (huidig klimaat)

Om een beeld te krijgen van de effecten van een extreem droog jaar kan gekeken worden naar de verschillen in meetresultaten voor een gemiddelde periode (2013-2017) en een droog jaar (2018). Voor een vlakdekkend beeld kan gebruik worden gemaakt van landelijke modelberekeningen. In dit iReport is weergegeven hoeveel het grondwater daalt voor een extreem droog jaar. Hiervoor is het jaar 1976 als referentie gebruikt; dit was het meest droge jaar sinds de laatste 50 jaar.

¹ Verwezen wordt naar de kaarten in het iReport.

Verandering in GLG (WH2050 t.o.v. huidig klimaat)

Deze laag laat de verwachte veranderingen zien die rond 2050 kunnen optreden, als gevolg van klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en economische ontwikkelingen. Het gaat uit van het klimaatscenario WH2050, en toont de verandering in grondwaterstand voor een gemiddelde zomer rond 2050 zien ten opzichte van een gemiddelde zomer zoals we die nu kennen. Te zien is dat de grondwaterstanden weinig wegzakken ten gevolge van klimaatverandering. De reden is dat omliggend oppervlaktewater voor voldoende aanvulling van het grondwater kan zorgen.

4.3 Risico op zetting

Het uitzakken van de grondwaterstand kan tot gevolg hebben dat gebieden met een zettingsgevoelige bodemopbouw inklinken. Dit kan ertoe leiden dat de bodem daalt en dat de panden die erop staan, verzakken.

Wat zien we op de kaart:

Rijksmonumenten

De meeste monumenten bevinden zich in de oudere wijken van Oegstgeest: Oranje Nassau, Rhijngheest en Voscuyl. Door op een monument te klikken kan meer informatie opgevraagd worden. Deze wijken hebben al veel zetting gehad in de afgelopen eeuwen.

Wijken

Wanneer deze kaartlaag wordt aangezet zijn de grenzen en namen per wijk zichtbaar.

Funderingstype per pand

De panden zijn ingedeeld op funderingstype. Dit funderingstype is ingeschat op basis van bouwjaar. Met name in de oudere wijken (Oranje Nassau, Rhijngheest en Voscuyl) en omliggende buurten zijn panden met het funderingstype op staal of houten palen aanwezig. Deze zijn gevoelig voor droogte en optredende zetting.

De indeling is als volgt:

- Bouwjaar voor 1960: Op staal of houten palen. Grote kans op schade bij zetting.
- Bouwjaar tussen 1960 en 1980: Houten palen met betonopzetters. Weinig kans op schade bij zetting
- Bouwjaar na 1980: Betonnen palen. Weinig kans op schade bij zetting.

Door het funderingstype te vergelijken met de lokale GLG kan een inschatting gemaakt worden over de risico's.

Noot: Het is mogelijk dat het type fundering van panden in werkelijkheid afwijkt van de het type gepresenteerd op de kaart. Informatie over de fundering van panden kan worden gevonden in bouwtekeningen. Deze zijn meestal op te vragen bij het gemeentearchief.

Bodemkaart

De Bodemkaart van Nederland geeft inzicht in de opbouw van de bodem. De data in de Bodemkaart is beschikbaar gesteld door Wageningen Environmental Research (het voormalige Alterra) en maakt onderdeel uit van de Basisregistratie Ondergrond (BRO). De data is verkregen door het maken van boorprofielen van de bodem tot ongeveer 1 meter diep. Er wordt een onderscheid gemaakt in meer dan 300 verschillende bodemeenheden. De bodemkaart geeft informatie over de samenstelling van de bodem, boven- en ondergrond, de textuur en het kalkverloop. De kaart geeft alleen een beeld van het omliggende gebied, omdat in de stad zelf veel vergraven is.

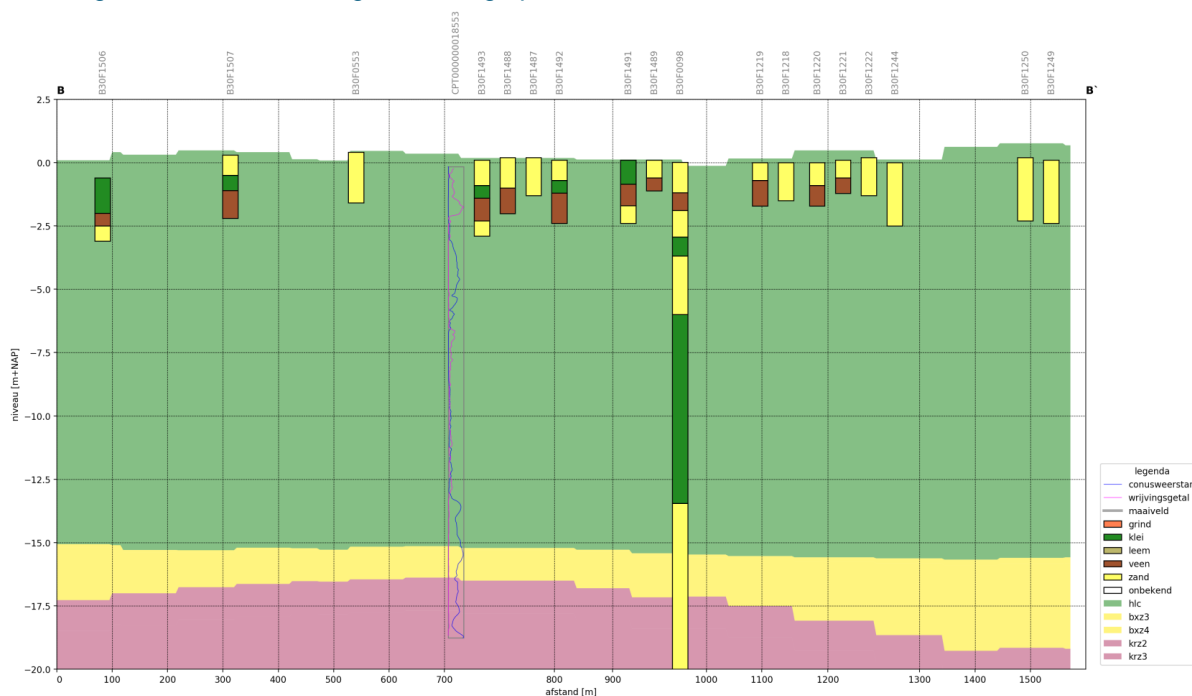
Oegstgeest ligt op de overgang van het strandwallenlandschap naar het zeeleigebied. Oegstgeest is ontstaan op een – onder invloed van de getijdenstromen – naar het zuiden omgebogen uitloper van een vertakte oude strandwal (ca. 3000 BP). De lagere delen van de strandwal werden in cultuur gebracht voor

akkerbouw en staan bekend als 'geestgronden'. Meer naar het oosten ligt zeelei aan het oppervlak dat is ontstaan na overstroming van het oude Rijn-estuarium bij een stijgende zeespiegel. Onder andere de wijken Haaswijk-Oost en de Morsebel zijn hier later bebouwd.

Analyse bodemopbouw

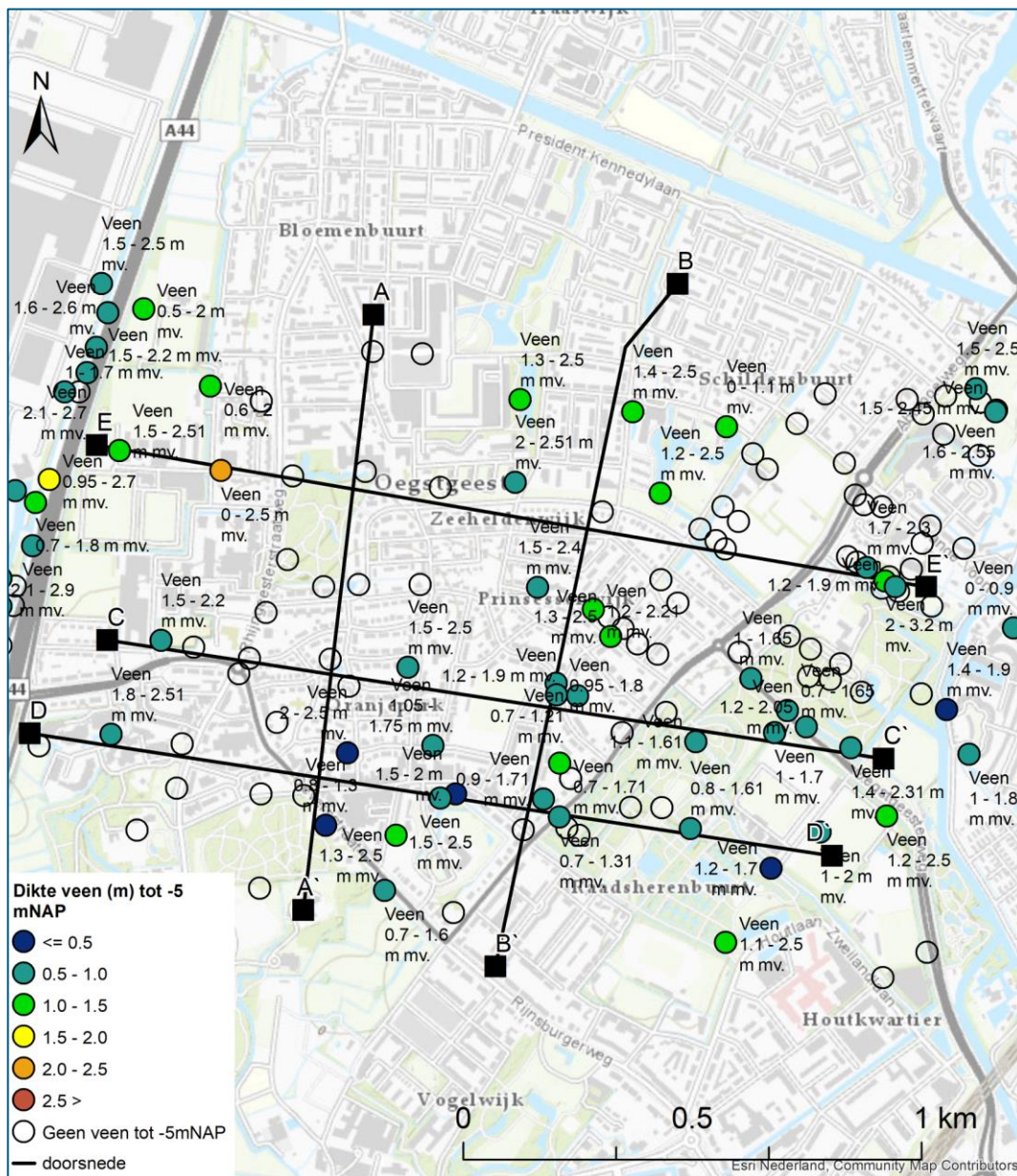
Aangezien bovenstaande bodemkaart voor een groot deel van Oegstgeest niet voldoende informatie geeft, is de bodemopbouw nader geanalyseerd. De bodemopbouw van het centrum van Oegstgeest is beschreven aan de hand van het geologisch model REGIS II.2 en beschikbare boringen en sonderingen uit DINOloket, beide beheerd door TNO.

Figuur 4-2 is een voorbeeld van een geologische doorsnede door het gebied. Globaal geeft REGIS een opbouw van de bovenste 15 meter met de Holocene deklaag (groen) en daaronder voornamelijk Pleistocene zandlagen (in geel Boxelzand; in roze Kreftenheije zand). Wanneer naar de individuele boringen wordt gekeken geeft dit een meer gedifferentieerd beeld. De bovenste meters bestaan uit een afwisseling van zand, klei en veenlagen. De enige diepe boring in dit dwarsprofiel laat zien dat de pleistocene zanden al beginnen op een diepte van ongeveer 13,5 meter diepte; de sondering bevestigt dit. De hogere conusweerstand (blauwe lijn in Figuur 4-2) duidt namelijk op zand. Wat betreft risico op zetting zijn vooral ondiepe veenlagen van belang. Wanneer de grondwaterstand tot in deze laag zakt, wordt het veen afgebroken en kan een grote zetting optreden.



Figuur 4-2 Geologische dwarsdoorsnede (doorsnede B-B') op basis van REGIS II.2 (achtergrond), boringen en een sondering

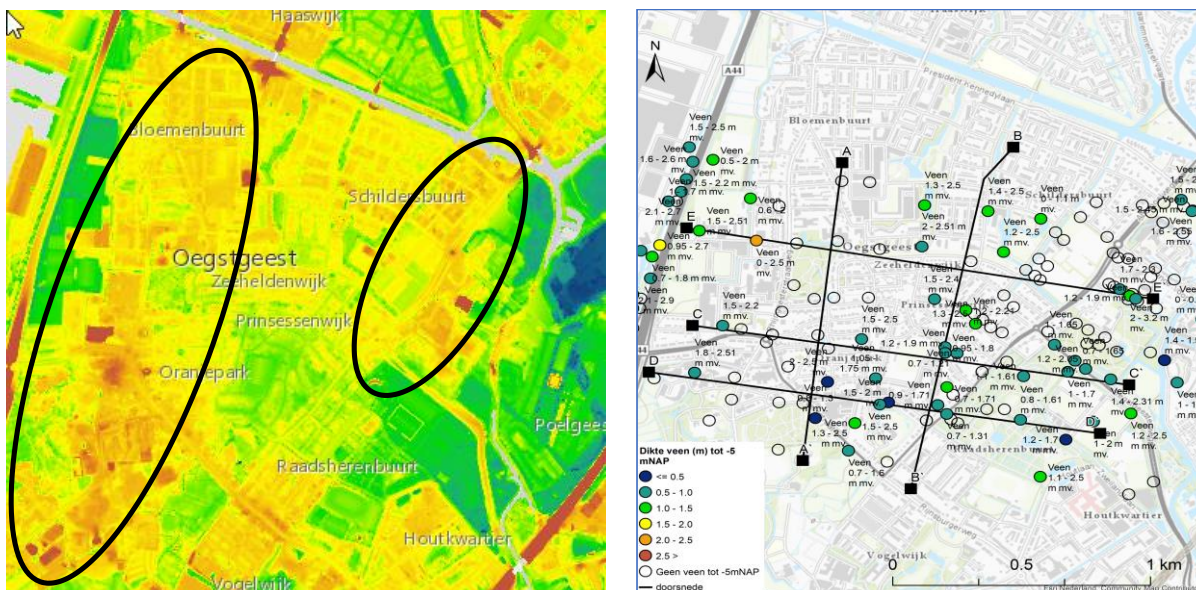
Om een goed overzicht te krijgen van het voorkomen van veenlagen in de bovenste 5 meter zijn alle beschikbare gegevens uit DINOloket samengevat op kaart (Figuur 4-3). Hierin hebben we per boring de dikte van de veenlaag in de bovenste 5 meter bij elkaar opgeteld. In de meeste gevallen zijn alleen voor de bovenste 2,5 meter gegevens beschikbaar; de diepte tot waar ongeveer nog een handboring gezet kan worden. Op de kaart zijn duidelijk twee zones te zien waar het veen ontbreekt in de bovenste 5 meter. Deze zones lopen ongeveer parallel met de ligging van de kustlijn. Waarschijnlijk zijn deze zones zonder veen de oude strandwallen die wat hoger lagen; daartussen lag een gebied waar zich veen heeft kunnen afzetten, mogelijk omdat dat iets lager lag.



Figuur 4-3 Totale dikte van veenlagen in de bovenste 5 meter

Deze hypothese wordt ondersteund door de maaiveldkaart (Figuur 4-4). De gebieden waar geen veen is aangetroffen liggen ook net iets hoger dan het gebied hiertussen. Het gaat om een klein verschil in maaiveldhoogte, ongeveer 50 cm.

In de bijlagen zijn de vijf dwarsprofielen opgenomen, die meer inzicht geven in de gebruikte boringen. In deze profielen is ook te zien dat ondiepe kleilagen vooral aan de west en oostzijde van het gebied voorkomen, dus bij uiteinden van de dwarsprofielen C-C', D-D' en E-E'. In deze richting daalt het maaiveld nog verder.



Figuur 4-4 Vergelijking tussen maaiveldligging (links) en dikte van de veenlagen (rechts)

De analyse laat zien dat er op korte afstanden verschillen voorkomen in bodemopbouw. Dit kan lokaal verschillen en maaiveldzetting geven en is dus een potentieel risico.

Effect van een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in een extreem droge zomer (huidig klimaat)

Zettingen kunnen optreden waar de grondwaterstanden diep wegzakken tot een niveau dat niet eerder is voorgekomen. Voor een beeld van extreem lage grondwaterstanden kan gebruik worden gemaakt van de daling in GLG in 1976; dit was het meest droge jaar sinds de laatste 50 jaar.

De gemeente Oegstgeest onderschrijft het risico op zettingen als gevolg van verlagen van de grondwaterstand. Bij bronnering ten behoeve van projecten in de openbare ruimte wordt door de gemeente al zetting geconstateerd.

Gemeten bodemdaling Oegstgeest (oktober 2016 t/m oktober 2018)

Op de kaart staat de gemeten zetting over de periode oktober 2016 tot oktober 2018. Deze periode beslaat dus ook de extreem droge zomer van 2018. De zetting is gemeten met radarsatelliet. De groene kleur betekent weinig tot geen noemenswaardige daling. De oranje kleur geeft gebieden die in de periode oktober 2016 tot 2018 significant zijn gedaald en waar in een eerdere meetperiode (vanaf mei 2015) het maaiveld niet daalde. De extra daling komt mogelijk door de droge zomer 2018. Zwarte gebieden laten veel daling zien (dus meer dan 6 mm). Er zijn weinig gebieden te zien met veel daling (rood of zwart gebied). In het noorden van de wijk Poelgeest is de meeste daling geregistreerd maar mogelijk komt dit omdat de satelliet moeilijk onderscheid tussen water en land kan maken op deze resolutie. De bodemdalingskaarten zijn beperkt gevalideerd. Het verdient aanbeveling de kaarten te toetsen met ervaring en lokale waarnemingen.

Verwachte Bodemdaling 2016 – 2050 huidig

Deze kaart laat zien wat de nog verwachte bodemdaling is door lage grondwaterstanden in de periode tot en met 2050. Deze kaart is door Deltares, WEnR en TNO ontwikkeld voor de landelijke klimaateffectatlas. De voorspelling is gebaseerd op modelberekeningen. Vooral de bodemkaart heeft invloed op deze uitkomsten. Het model berekent de meeste bodemdaling in de wijken Haaswijk-Oost en de Morsebel. De reden is waarschijnlijk dat hier ondiep zeeklei is afgezet. Echter de gemeten bodemdaling met satellieten

laat voor deze wijken geen extra grote zetting zien. De modelberekeningen zijn dus waarschijnlijk een overschatting.

Extra Bodemdaling 2016 – 2050 WH klimaatscenario

Deze kaart laat de berekende extra bodemdaling zien door lage grondwaterstanden in de periode tot 2050 als gevolg van klimaatverandering. De klimaatverandering is gebaseerd op het KNMI WH-scenario voor 2050. Het WH-scenario kent van de vier KNMI'14-scenario's de laagste grondwaterstanden en daarmee de meeste bodemdaling. Door klimaatverandering dalen grondwaterstanden in veengebieden en neemt de snelheid van veenoxidatie toe, wat beide leidt tot een toename van bodemdaling. Zoals eerder in de bodemanalyse is beschreven bevat Oegstgeest meerdere locaties met veenlagen in de bodem. Veenoxidatie bij verlaagde grondwaterstanden en de daaropvolgende zetting is een risico voor de gemeente Oegstgeest.

Deze kaart is door Deltares, WEnR en TNO ontwikkeld voor de klimaateffectatlas. Het model berekent de meeste bodemdaling in de wijken Haaswijk-Oost en de Morsebel. De reden is waarschijnlijk dat hier ondiep zeeklei is afgezet. Echter de gemeten bodemdaling met satellieten laat voor deze wijken geen extra grote zetting zien. De modelberekeningen zijn dus waarschijnlijk een overschatting.

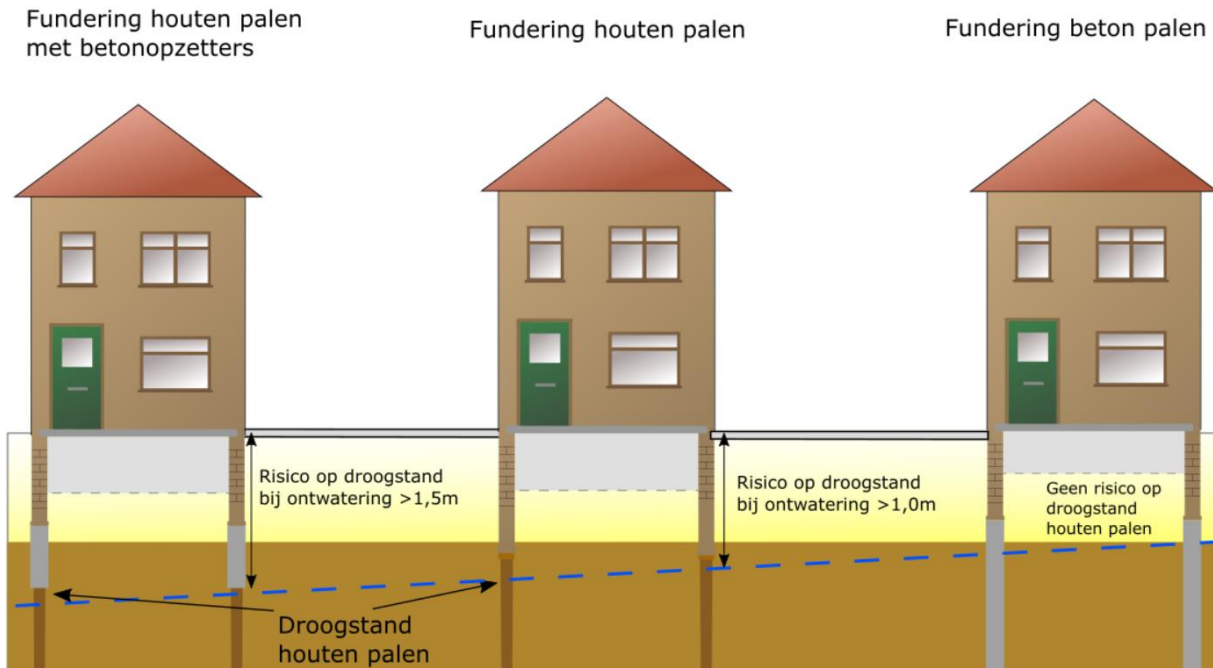
4.4 Risico op droogstand

Panden gefundeerd op houten palen zijn gevoelig voor lage grondwaterstanden. Wanneer de grondwaterstand ter plaatse van de houten paal zakt onder het niveau van de paalkop komt het hout in contact met zuurstof. De houten palen kunnen vanaf dat moment gaan rotten. Hoe langer de houten palen in contact zijn met zuurstof, des te groter de kans is op schade aan fundering. Bezwijken van de paal geeft schade aan het gehele pand. De kans op droogstand bij type fundering is gevisualiseerd volgens onderstaande tabel.

Tabel 4-1 Kans op droogstand per type fundering

Ontwateringsdiepte in meters [m]	Toelichting kans op droogstand paalfundering
<1,00 m	Nauwelijks kans op droogstand
1,0 - 1,5 m	Kans op droogstand houten palen zonder opzetters (bouwjaar <1960)
> 1,5 m	Kans op droogstand houten palen met betonopzetters (bouwjaar 1960 – 1980)

In Figuur 4-5 is het principe weergegeven van droogstand bij verschillende soorten funderingen. Door de locaties van risicovolle objecten (monumentale bomen en panden) te combineren met de gemeten grondwaterstand in de zomer van 2018 ontstaat een beeld van mogelijke risico's.



Figuur 4-5 Principe droogstand bij verschillende soorten fundering

Rijksmonumenten

De meeste monumenten bevinden zich in de oudere wijken van Oegstgeest: Oranje Nassau, Rhijngceest en Voscuyl. Door op een monument te klikken kan meer informatie opgevraagd worden. Deze wijken hebben al veel zetting gehad in de afgelopen eeuwen. Daardoor zet de grond weinig meer verder, ook als de grondwaterstand verder daalt.

Wijken

Wanneer deze kaartlaag wordt aangezet zijn de grenzen en namen per wijk zichtbaar.

Monumentale bomen

Bomen zijn gevoelig voor langdurende droogte vooral als de bomen in minder goede conditie zijn. Op de kaart is weergegeven waar monumentale bomen staan. Er is onderscheid gemaakt in levensverwachting per boom. Wanneer een boom reeds minder vitaal is, zal deze ook meer last ondervinden van extreem droge perioden. Deze informatie is aangeleverd door de gemeente Oegstgeest.

Funderingstype per pand

De panden zijn ingedeeld op funderingstype op basis van bouwjaar. Met name in de oudere wijken (Oranje Nassau, Rhijngceest en Voscuyl) en omliggende buurten zijn panden met het funderingstype op staal of houten palen aanwezig. Deze zijn gevoelig voor droogte en optredende zetting.

De indeling is als volgt:

- Bouwjaar voor 1960: Op staal of houten palen. Grote kans op schade bij zetting.
- Bouwjaar tussen 1960 en 1980: Houten palen met betonopzetters. Weinig kans op schade bij zetting
- Bouwjaar na 1980: Betonnen palen. Weinig kans op schade bij zetting.

Door het funderingstype te vergelijken met de lokale GLG kan een inschatting gemaakt worden over de risico's.

Noot: Het is mogelijk dat het type fundering van panden in werkelijkheid afwijkt van de het type gepresenteerd op de kaart. Informatie over de fundering van panden kan worden gevonden in bouwtekeningen. Deze zijn meestal op te vragen bij het gemeentearchief.

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) per wijk

Deze kaart geeft een vlakdekkend beeld van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GLG is afkomstig uit berekeningen van het Nationaal Water Model, en zijn een gemiddelde over een periode van 80 jaar (bron: klimaateffectatlas). Dit is een landelijk model met een resolutie van 250 bij 250 meter en alleen geschikt voor een globaal beeld van de grondwaterstand. Wij hebben de berekende GLG gemiddeld per wijk weergegeven.

Het oude centrum van Oegstgeest is gebouwd op een uitloper van een strandwal en ligt het hoogst. In dit gebied ligt daarom de grondwaterstand ook het diepst. De nieuwere wijken hierom heen zijn op steeds lagere gronden gebouwd en hebben lagere grondwaterstanden.

Effect van een Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in een extreem droge zomer (huidig klimaat)

Om een beeld te krijgen van de effecten van een extreem droog jaar kan gekeken worden naar de verschillen in meetresultaten voor een gemiddelde periode (2013-2017) en een droog jaar (2018). Voor een vlakdekkend beeld kan gebruik worden gemaakt van landelijke modelberekeningen. In dit iReport is weergegeven hoeveel het grondwater daalt voor een extreem droog jaar. Hiervoor is het jaar 1976 als referentie gebruikt; dit was het meest droge jaar sinds de laatste 50 jaar.

4.5 Top 3 risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog

Oegstgeest is laaggelegen, en heeft met de Rijn, het Oegstgeesterkanaal en de diverse omliggende plassen veel oppervlaktewater in de nabije omgeving. In droge periodes dient het oppervlaktewater als grondwateraanvulling, waardoor de grondwaterstand nooit diep weg zal zakken. Dit maakt Oegstgeest relatief goed bestand tegen droogte, zeker als je het vergelijkt met de hoger gelegen zandgronden in het oosten en zuidoosten van Nederland. In de droge zomer van 2018 zakte het grondwater gemiddeld slechts 4 centimeter dieper weg dan in een gemiddelde zomer, en de klimaateffectatlas laat zien dat er ook door klimaatverandering weinig verandering in de GLG verwacht wordt. Dit gezegd hebbende, zijn er nog wel een aantal reële risico's.

1. Risico op zetting

Het uitzakken van de grondwaterstand kan tot gevolg hebben dat gebieden met een zettingsgevoelige bodemopbouw inklinken. Dit kan ertoe leiden dat de bodem daalt en dat de panden die erop staan, verzakken. De verwachte bodemdaling tot aan 2050, berekend voor landelijke klimaateffectatlas, laat de meeste bodemdaling zien in de wijken De Morsebel, Haaswijk-Oost en Poelgeest. Dit zijn relatief jonge wijken gelegen op ondiepe afzettingen van zeeklei. In de overige wijken wordt weinig tot geen bodemdaling berekend.

De bodemdaling is ook gemeten m.b.v. satellieten (periode okt 2016 – okt 2018). De gemeten bodemdaling laat een ander beeld zien dan de modelresultaten van Deltares, WENr en TNO, met in een groot deel van de gemeente een significante daling en de hoogste waarden in de wijken Poelgeest en Rijnfront. Dit onderstreept het belang van het goed monitoren van zetting, en het valideren van de satellietmetingen met lokale waarnemingen.

2. Effecten droogstand op houten funderingen

Naast het risico op zetting is er ook het risico op droogstand. Wanneer houten funderingen droog komen te staan komen ze in aanraking met zuurstof, waardoor paalrot op kan treden. Dit speelt vooral

bij huizen op houten palen (gangbaar voor 1960) en bij huizen op houten palen met betonopzetters (gangbaar tussen 1960 en 1980). Indien daadwerkelijk funderingsschade ontstaat of maatregelen moeten worden getroffen om deze te voorkomen kunnen de kosten daarvan zeer aanzienlijk zijn. Het type fundering van een huis wordt nergens centraal geregistreerd of bijgehouden, dus we kunnen alleen afgaan op het bouwjaar zoals bekend in het BAG. Kijkend naar de leeftijd van de verschillende wijken in Oegstgeest zullen houten funderingen met name voorkomen in de wijken Buitenlust, Oranje Nassau en Voscuyl. Houten palen op betonopzetters zouden vooral in de Bloemenbuurt en het Oudenhof voorkomen. Droogstand kan een probleem worden wanneer grondwaterstanden dieper dan 1 à 1,5 meter onder maaiveld wegzakken. Grondwaterstanden van dieper dan 1 meter onder maaiveld zijn in alle bovengenoemde wijken waargenomen. De overige wijken zijn van na 1980, en worden zodoende geen problemen met funderingen verwacht.

3. Effecten droogstand op monumentale bomen

Wanneer de grondwaterspiegel zakt kan vegetatie droogtestress gaan ervaren, en in het ergste geval afsterven. De meeste monumentale bomen staan in het oude deel van Oegstgeest, rondom Oud Poelgeest, op de Hofdijck, het Bos van Wijckerslooth en bij Endegeest. Deze wijken zijn tegelijkertijd gebouwd op een oude uitloper van een strandwal, en liggen daarom hoger dan de omliggende wijken. De grondwaterstand zit hierdoor net wat dieper met GLG's tot 1,75 meter onder maaiveld. Vooral voor minder vitale bomen kan dit een probleem worden in tijden van langdurige droogte.

4.6 Aanbevelingen nader onderzoek Droogte

1. Bodemdaling

Er wordt veel gerekend aan bodemdaling, en daarnaast worden metingen gedaan m.b.v. satellieten. Het blijft echter essentieel deze resultaten te valideren met waarnemingen in het veld.

2. Funderingen en effect van droogstand

Zoals gezegd wordt het funderingstype van huizen nergens centraal bijgehouden. Aanbevolen wordt om (eerst steekproefsgewijs) het funderingstype te toetsen voor gebieden waar mogelijk houten palen zijn gebruikt. Daarbij kan prioriteit worden gegeven aan gebieden met de laagste berekende grondwaterstanden en aan monumentale panden, en panden met een vitale functie.

5 Hitte

5.1 Achtergrondinformatie

Onze aanpak is er op gericht om hittestress in beeld te brengen en te kunnen duiden wat de ernst hiervan is. Hittestress manifesteert zich zowel als gezondheidsrisico als risico op economische schade:

- A. Hittestress waar mensen moeilijk aan kunnen ontsnappen:
 - De hittegolf zorgt voor een warme deken over het land, maar de bebouwde omgeving zorgt voor een extra dikke deken. De warmte gaat in gebouwen zitten en inwoners kunnen moeilijk afkoelen. Met name 's avonds en 's nachts treden grote verschillen op, met daardoor meer nachtelijke hittestress tijdens warme nachten. Juist deze vorm van hitte zorgt voor een beperking van het herstelvermogen van mensen die zijn blootgesteld aan de hitte overdag en is daarmee een sterk gezondheidsrisico. Deze vorm van hittestress is preventief aan te pakken middels goede ruimtelijke ordening: de inrichting van woonwijken en ruimte voor groen/blauwe maatregelen. Hiervoor is een betrouwbare inschatting van temperatuureffecten en een goede duiding wanneer iets moet gebeuren, essentieel.
 - De kaartlagen die betrekking hebben op hittestress waar mensen moeilijk aan kunnen ontsnappen zijn: hitte-eilandeffect (UHI), warme nachten en hiterisico's.
- B. Hittestress waar mensen wel aan kunnen ontsnappen, 'tenzij':
 - Overdag is er blootstelling aan extreme hitte-omstandigheden waarbij naast temperatuur ook straling, vochtigheid en wind van belang zijn (gevoelstemperatuur). De relevantie is met name het inschatten van acute risico's wanneer mensen zich 'op het verkeerde moment op verkeerde plek' bevinden. Zeker wanneer het gaat om grotere mensenmassa's zoals bij evenementen. Acute gezondheidseffecten kunnen optreden, variërend van zweten (thermisch comfort), een flauwte, misselijkheid, tot zelfs een infarct. Deze acute hitte is zeer variabel gedurende de dag (stand van de zon), en is redelijk goed te bestrijden c.q. aan te ontsnappen door lokale/tijdelijke maatregelen, een hoed, parasol, verkoeling en/of eenvoudig de schaduwkant van de straat opzoeken. De voorwaarde is wel dat de mensen die mogelijk worden blootgesteld, voldoende zelfredzaam en mobiel zijn om zich aan te passen. Dit kan verminderd het geval zijn bij evenementen met grote mensenmassa's (zoals bij sport-, muziek-, of andere evenementen). Op sommige locaties is dit met name een punt van aandacht.
 - De kaartlaag 'Gebieden met weinig schaduw' betreft risico's waar mensen aan kunnen ontsnappen. Dit is een aandachtspunt voor locatie gebonden doelgroepen (bijvoorbeeld bij evenementen, speelplaatsen of buitenwerkzaamheden).
- C. Naast de gezondheidsrisico's kan schade optreden voor infrastructuur en risico's voor het watersysteem (zoals zwemwaterkwaliteit). Deze risico's vergen een afzonderlijke analyse die wij aanvullend uitvoeren.

UCAM rekenmethode

Centraal in de aanpak staan de temperatuurberekeningen, welke worden uitgevoerd met de UCAM-methode^{2 3 4}. De berekeningen zijn representatief voor de hittegolfsituatie van juli 2006.

² Witteveen+Bos, WUR en KNMI (2014), UCAM: Urban Climate Assessment & Management (eindrapport)

³ Steeneveld, Klompmaker, Groen (2018), Urban climate assessment and management tool for combined heat and air quality judgements at neighbourhood scales, Resources, Conservation and Recycling

⁴ De berekeningen zijn gebaseerd op resultaten van state of the art modellering met het Weather Research & Forecast (WRF) model. Resultaten hiervan geven een betrouwbare inschatting van de temperatuur in een wijk gedurende een hittegolf, alsmede het verschil ten opzichte van een rurale (100% groene) omgeving (Urban Heat Island, UHI). De fysieke wijkenmerken zoals groen, bebouwingshoogte en -dichtheid, weerkaatsing door daken, muren en wegen zijn van invloed en worden meegenomen.

Een belangrijke meerwaarde van deze methode is dat naast de berekende temperatuur(-verschillen) in een wijk, de UCAM-methode een handreiking biedt om de ernst ervan te beoordelen op basis van wetenschappelijk gefundeerde relaties tussen hitte en gezondheidsrisico's. In andere woorden: hoeveel extra hittestress nu werkelijk optreedt.

Stappen

Met de UCAM-rekenmethode zijn de volgende stappen uitgevoerd:

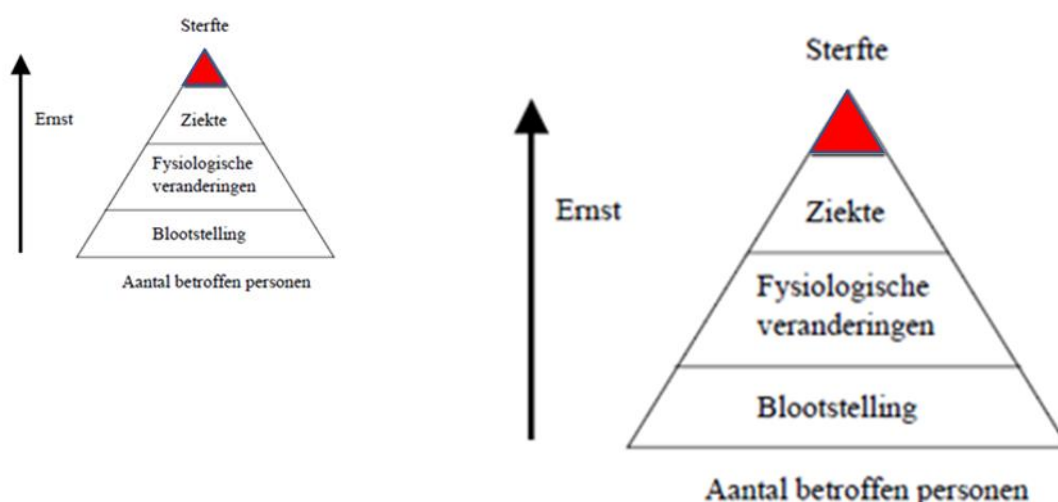
1. Berekening van temperatuuffecten:
 - De temperatuur is gecorrigeerd voor de regio rondom Oegstgeest, op basis van gegevens van het KNMI-meetstation Valkenburg.
 - De situatie in het toekomstige warmer klimaat gaat uit van klimaatscenario WH50 (klimaatreeksen KNMI'14)⁵. Relevant is dat de verwachte temperatuurstijging aanzienlijk groter is voor de warme periodes in de klimaatreeks, zo ook tijdens hittegolven.
 - Het hitte-eiland effect (Urban Heat Island, UHI) is berekend als het verschil tussen de temperaturen in de stad en buiten de stad (KNMI-meetstation Valkenburg).
 - Voor de berekening van het aantal warme nachten in het huidige klimaat en 2050, wordt gebruik gemaakt van de klimaattransformatiereeksen van KNMI, voor de gekozen klimaatperiode en klimaatscenario (WH50). Met de berekende UHI in de nacht wordt een exacte berekening gemaakt en ontstaat een betrouwbaar toekomstbeeld.
 - Voor de berekening van het aantal tropische dagen in het huidige klimaat en 2050, wordt gebruik gemaakt van de klimaattransformatiereeksen van KNMI, voor de gekozen klimaatperiode en klimaatscenario (WH50). Met de berekende UHI overdag wordt een exacte berekening gemaakt en ontstaat een betrouwbaar toekomstbeeld.
2. Vertaling naar de effecten A en B, de gezondheidseffecten en verminderd comfort.
 - A. Hittestress waar mensen moeilijk aan kunnen ontsnappen:
 - Het extra risico dat de wijk (bebouwde omgeving) toevoegt aan de risico's tijdens een hittegolf, is juist datgene waar een gemeente invloed op kan uitoefenen. Het risico is gebaseerd op de hitte-gerelateerde verhoging van sterfte (mortaliteit), welke vergelijkbaar is met het risico tijdens een smog-alarm. Een indeling is gemaakt om onderscheid te maken in verschillende doelgroepen. In de volgende paragraaf wordt hier nader op ingegaan.
 - B. Hittestress waar mensen wel aan kunnen ontsnappen ('tenzij'):
 - Analyse van locaties die weinig schaduw hebben: op basis van 3D gebouw informatie en aanwezigheid van bomen is nagegaan hoeveel schaduw er is. De afwezigheid van schaduw is naar onze inschatting de beste indicator om een locatie aan te merken als oncomfortabel – het publiek zal die plaatsen mijden tijdens hittegolven ('tenzij'). Deze locaties zijn bij massa-evenementen risicovol aangezien een grote groep mensen dan verstoken blijft van verkoeling. Locaties met meer dan 90% van de tijd geen schaduw zijn hierbij aangemerkt. Het gaat daarbij in feite om de gevoelstemperatuur, welke naast zonnestraling ook wordt beïnvloed door de volgende parameters:
 - Warmtestraling: Verharde oppervlakten stralen warmte uit naar de omgeving. Dit is vooral 's avonds en 's nachts merkbaar, wanneer de buitenluchttemperatuur is gezakt. Overdag zal evenwel het verschil tussen een 'groene' of 'grijze' omgeving opgemerkt worden. Onze inschatting is dat de zonnestraling (schaduw of geen schaduw) dominant is overdag.
 - Luchttemperatuur overdag: de verschillen tussen stad en platteland zijn echter relatief klein.

⁵Zie <http://www.klimaatscenario.nl/>

- Wind: Opgemerkt wordt dat tijdens hittegolven de wind doorgaans zwak is en zeer variabel kan zijn van richting. In steden kan sprake zijn van minder wind (door hogere terreinruwheid) maar ook van meer wind (door windvangst van hoge gebouwen). Een goede inschatting hiervan vergt een complexe 3D analyse waarvan de resultaten zeer afhangen van actuele weersomstandigheden. Onze inschatting is dat een goede voorspelling hiervan uitgesloten is en derhalve achterwege kan worden gelaten.
 - Luchtvochtigheid: Deze meteorologische variabele is zeer lastig te voorspellen op exacte toekomstige momenten. Dit is doorgaans een 'grootschalige' parameter die sterk afhangt van de windrichting. Onze inschatting is dat een goede voorspelling hiervan uitgesloten is en derhalve achterwege is (kan worden) gelaten.
3. Economische effecten.
- C. Effecten voor infrastructuur en watersysteem:
 - o Op basis van de analyse van locaties met weinig schaduw en de geografische ligging zijn kritische locaties geïnventariseerd en geanalyseerd op oplossingsrichtingen. Alle infra / beweegbare bruggen lopen daarin een risico. Hoe groot het risico is, hangt af van specifieke omstandigheden op locatie: nieuw of oud asfalt, beschaduwing van bomenrijen etc. Dat vergt maatwerk.

Hitterisico's voor volksgezondheid

Gezondheidseffecten door hitte vinden over een brede range plaats, variërend van milde effecten (hoofdpijn, benauwdheid, concentratieproblemen) voor een grote groep tot meer ernstige effecten (cardiovasculaire problemen, ziekenhuisopnamen) voor kleinere groepen. Het meest extreme effect dat de kleinste groep ondervindt, is sterfte. In Figuur 5-1 is deze range aan effecten vereenvoudigd weergegeven. Onze inschatting is dat wanneer de sterfte (of sterftekans) toeneemt, de rest van de effectenpiramide eveneens toeneemt. Sterfte(kans) is daarmee te beschouwen als indicator voor een brede range van gezondheidseffecten.



Figuur 5-1 Brede range van gezondheidseffecten bij getroffen personen (WHO, 2006, bewerkt). Sterfte(kans) beschouwen we als indicator voor de rest van de piramide. Als de sterfte(kans) toeneemt, is het aannemelijk dat de totale piramide groter is.

Uit wetenschappelijke studies blijkt dat verhoogde sterfte(kansen) optreedt (optreden) tijdens hittegolven. Een voorspeller (indicator) voor de relatie tussen blootstelling aan hitte en verhoogde sterfte(kansen), is de etmaalgemiddelde temperatuur^{6 7 8}. Dit is te verklaren doordat de etmaalgemiddelde temperatuur een goede weerspiegeling is van zowel de piekblootstelling overdag als de afkoelingsperiode 's nachts. Tijdens een afkoelingsperiode kunnen mensen herstellen van piekblootstelling aan de hogere temperaturen overdag⁶. Is de temperatuur tijdens een afkoelingsperiode echter hoog, dan is het aannemelijk dat mensen minder goed herstellen en dus vatbaarder zijn voor hitte.

In noordwest Europa stijgt de mortaliteit significant bij een overschrijding van een etmaalgemiddelde temperatuur van ongeveer 21,5 °C⁶. Elke graad overschrijding boven deze drempeltemperatuur resulteert in een toename van de sterftekans (mortaliteit) met circa 2,1%⁶.

Om het risico van het UHI te beoordelen, is in het UCAM-project een vergelijking gemaakt met het risico van ozon. De concentratie ozon vormt, net als de hoge temperatuur tijdens een hittegolf, een risico voor de gezondheid bij kortdurende blootstelling aan hoge piekwaarden. De Europese Unie heeft richtlijnen opgesteld voor de concentratie ozon, waarmee consensus bestaat dat bepaalde concentratieniveaus (o.a. vanwege de verhoogde sterftekans) risicovol zijn. Het onderscheid dat wordt gemaakt met betrekking tot de kwetsbaarheid van bevolkingsgroepen, sluit aan bij de risico's die optreden door hitte.

De verhoogde temperatuur tijdens een hittegolf levert dus in het hele land een potentieel verhoogd gezondheidsrisico. In steden is door het hitte-eilandeffect echter een *extra* verhoogd gezondheidsrisico. Op basis van het etmaalgemiddelde UHI is berekend welke verhoogde sterftekans optreedt, welke dus het gevolg zijn van de wijze waarop de bebouwde omgeving is ingericht. Dit is weergegeven in de hitte-risicokaarten:

- Het extra risico dat de wijk (bebouwde omgeving) toevoegt aan de risico's tijdens een hittegolf. In andere woorden: hoeveel extra hittestress optreedt.
- Het risico is gebaseerd op de hitte-gerelateerde verhoging van sterfte (mortaliteit), welke vergelijkbaar is met het risico tijdens een smog-alarm (ozon).
- Om onderscheid te maken in verschillende doelgroepen, is dezelfde indeling aangehouden als voor smogsituaties. In de berekeningen zijn de volgende risicoprofielen opgesteld op basis van het etmaalgemiddelde UHI:

UHI tussen 0 – 0,9 °C	<u>Comfortabel</u> (geen merkbare risico's door bebouwde omgeving, geen extra verhoging van de hittegolfrisico's).
UHI tussen 0,9 en 1,9 °C	<u>Acceptabel</u> (lichte toename van risico door bebouwde omgeving, acceptabel tot 25 dagen per jaar).
UHI tussen 1,9 en 2,8 °C	<u>Risicovol voor kwetsbare doelgroepen</u> (extra risico door bebouwde omgeving, vergelijkbaar met informatiedrempel ozon).
UHI hoger dan 2,8 °C	<u>Risicovol voor iedereen</u> (extra risico door bebouwde omgeving, vergelijkbaar met smogalarm).

⁶ Huynen M.T.E. et al., *The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population. Environmental Health Perspectives VOLUME 109, NUMBER 5, May 2001.*

⁷ Hajat, S., Kovats, R. S., Atkinson, R. W., en Haines, A., *Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. Journal of Epidemiology and Community Health, 56(5), 367-372, 2002.*

⁸ Armstrong, B. G., Chalabi, Z., Fenn, B., Hajat, S., Kovats, S., Milojevic, A., en Wilkinson, P., *The association of mortality with high temperatures in a temperate climate: England and Wales. Journal of Epidemiology and Community Health, jech-2009, 2010.*

Vitale en kwetsbare functies

Over het algemeen kunnen de meeste (gezonde & werkzame) mensen zich redelijk goed aanpassen aan kortdurende hittegolffomstandigheden. Zij zoeken verkoeling, passen hun gedrag en activiteiten aan, doen het rustiger aan. Toch treden na verloop van tijd nadelige effecten (hittestress zoals concentratieproblemen, vermoeidheid, hoofdpijn) op door bijvoorbeeld verminderde nachtrust. Bij kwetsbare doelgroepen kunnen de gezondheidsrisico's ernstiger zijn, vooral diegenen die zich niet goed kunnen aanpassen vanwege verminderde lichamelijke weerbaarheid of beperkte mobiliteit. Met name bij ouderen, jonge kinderen en zieken treden deze risico's op, met als gevolg een toename van medicatie, ziekenhuisopnames en zelfs overlijden. Niet iedereen is zich bewust van zijn lichamelijke kwetsbaarheid. Bovendien is het vaak een combinatie van kwetsbaarheid en beperkte mobiliteit, zoals bij ouderen.

Voor hitte zijn de volgende kwetsbare doelgroepen beschouwd vanwege de mogelijke gezondheidsimpact:

- Ouderen:
 - o Bejaardentehuizen;
 - o Verpleegthuizen.
- (Jonge) kinderen:
 - o Scholen;
 - o Kinderdagverblijven.
- Zieken:
 - o Verzorgingstehuizen;
 - o Ziekenhuizen.
- Woningen (algemeen), aangezien deze een mix van doelgroepen bevatten.

Daarnaast zijn de volgende vitale functies beschouwd vanwege de mogelijke economische impact:

- Watersystemen;
- Zwemwaterlocaties.

Scope UCAM-methode

De UCAM-methode maakt een hitte analyse van de buitenruimte op maaiveldniveau. Er worden geen temperaturen in gebouwen of de bodem berekend. Opwarming in gebouwen of de bodem resulteert ook in verhoogde risico's, bijvoorbeeld door opwarming van drinkwaterleidingen in verzorgingstehuizen (met als gevolg grotere kans op legionella).

Uitgangspunten en databronnen

De berekeningen zijn uitgevoerd met de volgende uitgangspunten en databronnen:

- Het effect van bebouwing en verharde oppervlakken:
 - o Gebouwen en verharde oppervlakken warmen overdag sterk op als gevolg van de zonnestraling. Deze warmte wordt 's avonds en 's nachts weer afgegeven aan de omgeving. Dit effect is de basis van het hitte-eilandeffect. De mate waarin de opwarming plaatsvindt, is berekend op basis van twee bebouwingsaspecten:
 - Bebouwingsdichtheid en -hoogte: Een hoge bebouwingsdichtheid betekent dat veel 'massa' aanwezig is voor warmteopslag en -afgifte. Bebouwing geeft daarnaast ook schaduw (hetgeen overdag prettig is om te verblijven), waardoor delen minder sterk opwarmen. De rekenmethode onderscheidt verschillende bebouwingstypen (local climate zones, LCZ), waarvan veel voorkomende wijken in Nederland beschikbaar zijn voor de UCAM methode (zie onder). De LCZ type wordt bepaald op basis van percentage bebouwd, percentage verhard oppervlak en bebouwingshoogte.

Databron: BAG3D

standaardwaarden gebruikt. Een verdere verfijning is in principe met het model mogelijk, maar daarvoor is veel en actuele detailinformatie nodig.

- Het effect van water:
 - o Water speelt een belangrijke, maar complexe rol in de warmtebalans in een wijk. De verkoelende werking van water gaat vooral via rechtstreekse koeling van de lucht boven het water (en niet zo zeer via verdamping). Afhankelijk van de waterdiepte, doorstroming en zeker ook of een hittegolf vroeger of later in de zomer plaatsvindt, zijn bepalend voor de watertemperatuur. Open water kan in sommige gevallen werken als een warmteopslag, welke 's nachts warmte afgeeft aan de omgeving. Deze complexe en zeer variabele rol van water is per definitie niet goed te modelleren/ voorspellen. Metingen zouden hier een uitkomst zijn. Het effect van water is in de berekeningen meegenomen als oppervlak met 50% groen. Hiermee is dus deels wel en niet een verkoelende werking berekend. Met de keuze van 50% groen wordt tegemoet gekomen aan de te verwachten verkoelende werking overdag. Het resterende deel (50%) wordt als verhard oppervlak gezien, waarmee tegemoet wordt gekomen aan de warmteopslag en -afgifte.
Databron: BGT
- Locaties met weinig schaduw:
 - o Deze GIS-analyse is uitgevoerd op basis van de ongecorrigeerde hoogtekartaal van Nederland, dat houdt in dat ook vegetatie (bomen) er als schaduw gevende objecten in zitten. De analyse is uitgevoerd voor de tijdstippen 9.00u, 12.00u, 15.00u en 18.00u. De schaduwvlakken per tijdstip zijn gewogen samengevoegd en uitgedrukt in een percentage van de tijd dat er schaduw is. Locaties die minder dan 10% van de tijd schaduw vangen (alleen op 9.00u of 18.00u), beschouwen wij als relevant.
Databron: AHN2

5.2 Top risico's/aandachtsgebieden ten behoeve van risicodialoog

Hoe ondersteunen de kaarten de risicodialoog?

De weergegeven temperatuurkaarten (etmaalgemiddelde temperatuur, UHI en aantal warme nachten) zijn illustratief en daarom bruikbaar in / ondersteunend voor de communicatie over hiterisico's naar stakeholders. Ze geven inzicht in welke delen van de stad warmer zijn dan andere delen. Deze temperatuurverschillen zijn in principe beïnvloedbaar door het ontwerp en inrichting van de stad, en met maatregelen aan te pakken.

Daarnaast geven de kaarten voor het toekomstige klimaat (verondersteld WH50) het inzicht in een hittegolf in de toekomst.

Ten behoeve van de risicodialoog zal de noodzaak om maatregelen te nemen, misschien niet altijd worden gedeeld. De vraag "maar is dit dan een probleem?" komt op. De weergegeven effecten op gezondheid en comfort geven ratio en concrete advieswaarde doordat wordt aangegeven op welke locaties / bestemmingen actie gewenst is om de hiterisico's te mitigeren. Hierbij kan rekening worden gehouden met de doelgroepen op die locaties. De ernst van de effecten in buurten met een hoog risico is vergelijkbaar als een smogalarm.

Kwetsbare groepen dienen zoveel mogelijk beschermd te worden. Als dat niet structureel kan (door inrichtingsmaatregelen), moet worden nagedacht over andere vormen van preventie (hitteplan op maat, gebouwaanpassingen, airco's). In gemeentelijk beleid kan als concrete en toetsbare ambitie op hitte, een blootstellingsniveau voor kwetsbare doelgroepen worden vastgesteld op basis van de hiterisicokaarten.

Top risico's/aandachtsgebieden

De top aandachtsgebieden worden ingegeven door de 'rode vlekken' op de hiterisicokaart. Dit zijn een aantal locaties in het centrum van Oegstgeest, en de dichtbebouwde nieuwbouw aan de west- en oostkant van Oegstgeest. Meer focus kan worden aangebracht door in deze gebieden te kijken welke kwetsbare doelgroepen aanwezig zijn. Geadviseerd wordt om de volgende prioritering aan te brengen:

1. Het totaal beeld voor Oegstgeest ziet er gunstig uit, als gevolg van relatief veel groen binnen de gemeente. De hiterisicokaart toont als gevolg veel groene en donkergroene vlekken, waar dus het hitte-eilandeffect nauwelijks tot een verhoogd gezondheidsrisico leidt.
2. In de genoemde warme wijken van Oegstgeest wordt tijdens hittegolven een extra gezondheidsrisico toegevoegd, vergelijkbaar met een smog-alarm. Hierbij lopen alle bevolkingsgroepen een extra gezondheidsrisico. De warme wijken zijn:
 - o Delen van de Bloemenbuurt (ter hoogte van winkelcentrum Lange Voort),
 - o Oranjepark (ten zuiden van de rotonde),
 - o De zone ten westen van de A44 (nabij industrieterrein Rijnsburg, ter hoogte van Occasion Center en Corpus),
 - o En de buurt rondom de Apollolaan en FC Oegstgeest (vanwege de kunstgrasvelden).
3. Opvallend is dat nabij FC Oegstgeest het beeld sterk verschilt. Enkele velden zijn recent vervangen door kunstgras, hetgeen nog niet in de beschikbare data is verwerkt. Het is aannemelijk dat de hotspot zich verder uitstrekt richting de A44.
4. Diverse kwetsbare doelgroepen bevinden zich in (hoog) risicovolle categorieën. Het hitte-eilandeffect zorgt hier voor extra risico's die vergelijkbaar zijn met een matige tot ernstige smogsituatie. Het gaat in het bijzonder om functies gezondheids- en ouderenzorg in de genoemde locaties.
5. Hoewel onze inschatting is dat het hitte-eilandeffect in toekomstig warmer klimaat vergelijkbaar zal zijn als nu is berekend, nemen de totale hiterisico's toe als gevolg van algeheel hogere temperaturen. Hittegolven zullen vaker voorkomen, langer duren en intenser zijn, waardoor de noodzaak tot het beschermen van V&K-functies sterker wordt.

Aanbevelingen beschermingsniveaus voor hitte

1. Bij woningen: beperk de stedelijke invloed tot categorie 3 'risicovol', oftewel voorkom dat woningen in het 'rode' gebied liggen. Tijdens hittegolven zorgt de stedelijke omgeving voor een extra gezondheidsrisico vergelijkbaar met ernstige smog. Wijken waar veel ouderen wonen zouden aanvullend als kwetsbaar kunnen worden beschouwd (zie 2).
2. Kwetsbare functies (ouderen, kinderen en zieken): beperk de stedelijke invloed tot categorie 2 'acceptabel', oftewel voorkom dat kwetsbare functies in het 'gele' of 'rode' gebied liggen. Tijdens hittegolven zorgt de stedelijke omgeving voor een extra gezondheidsrisico vergelijkbaar met matige tot ernstige smog. Dit zal in de praktijk een forse opgave zijn. Dit vergt een goede lange termijn planning (waar plannen we deze kwetsbare functies, hoe zorgen we voor een verbeterde wijkinrichting).
3. Indien / zolang bovengenoemde ambities niet haalbaar zijn, zorg dan voor een adequaat hitteplan waarin gezorgd wordt voor tijdige waarschuwing en mogelijkheden tot verkoeling. Dit kunnen zwemlocaties zijn, beschaduwde parken, gekoelde openbare gebouwen.
4. Let bij zomerse evenementen op dat de mensenmassa voldoende mogelijkheden heeft tot schaduw, verkoeling en bereid samen met de hulpdiensten een hitteplan (op maat) voor.

5.3 Aanbevelingen nader onderzoek Hitte

1. ***Inzicht in de opgave***

Welke ambitie wordt nagestreefd, op welke locaties is mitigatie gewenst, hoeveel verkoeling is nodig om het blootstellingsniveau te bereiken?

- a. Deze vragen vergen een beleidskeuze binnen de gemeente en kunnen door middel van aanvullende rekenslagen inzichtelijk worden gemaakt.

2. ***Inzicht in effecten van maatregelen***

- a. Hoeveel groen is nodig, is dat inpasbaar?
- b. Welke andere oplossingsrichtingen kunnen bijdragen?
- c. Welke partijen/ stakeholders zijn mede probleem- of oplossingseigenaar?

3. ***Inzicht in variërend effect van groen***

Onderzoek naar scenario's waarbij de hittegolf gepaard gaat met langdurige droogte. Gras zal dan sneller verdorren, terwijl bomen groen blijven. Het verkoelende effect van groen zal op plaatsen met gras sterker verminderd kunnen worden dan het effect van bomen.

6 Vitaal en kwetsbaar

In het iReport zijn kaartlagen opgenomen met vitale en kwetsbare functies/locaties. De selectie van deze kaartlagen heeft in overleg met de gemeente plaatsgevonden.

Voor de GIS-bestanden zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Aangeleverd door de gemeente Oegstgeest:
 - Parkeergarages
 - Wijk- en hoofdontsluitingswegen
 - Openbare laadpalen
 - Ondergrondse afvalcontainers
 - Rioolgemalen
 - Monumentale panden
 - Monumentale bomen
 - Tunnels
- Gedownload van openbare bronnen:
 - Zieken-, verpleeg- en verzorgingstehuizen
 - Overige gezondheidszorg
 - Woningen niet zelfredzame bewoners
 - Scholen en kinderdagverblijven
 - GGZ-instellingen
 - Gemeentehuis, brandweerkazerne en politiebureau
 - Hotels, kantoren en winkels
 - Musea/Bibliotheken
 - Industrie
 - Zwembad en sport
 - Bijeenkomstfunctie
 - Tankstations
 - Opslag gevaarlijke stoffen.
 - Hoog-, midden- en laagspanningskabels
 - CAI kasten en Glasvezel.
 - PND Transformatorhuizen.
 - Telefonie (kasten en zendmasten).
 - Gaskasten.
 - Overige Nutsvoorzieningen.
- Gedownload van CBS:
 - Wijken.
- Aangeleverd door Wareco:
 - Representatieve laagst gemeten grondwaterstand per peilbuis 2013-2017.
 - Representatieve laagst gemeten grondwaterstand per peilbuis 2018.
 - Representatieve laagst gemeten grondwaterstand per wijk in 1999-2014.
- Aangeleverd door Klimaat Effect Atlas:
 - Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) gemiddeld jaar
 - Gemiddeld laagste grondwaterstand 2018
 - Verwacht verschil gemiddeld laagste grondwaterstand WH2050
 - Effect op GLG in extreem droge zomer (1976)
 - Gemeten bodemdaling 2015-2018
 - Verwachte bodemdaling met huidig klimaat in 2050
 - Verwachte bodemdaling met WH2050
- Overige analysesresultaatkaarten in het iReport (Overstroming, Waterstress en Hitte) zijn intern aangeleverd (Royal HaskoningDHV).

7 Globale inschatting mogelijke kosten

De gemeente Oegstgeest heeft verzocht om na het bepalen van de top risico en aandachtsgebieden van de vier thema's, een beeld te schetsen van mogelijke (meer-)kosten in de openbare ruimte als gevolg van klimaatadaptatie. Hieronder gaan wij hier eerst in algemene zin en vervolgens per klimaatthema nader op in.

Nadrukkelijk wijzen wij erop dat er bij klimaatadaptatie veel subjectieve keuzes moeten worden gemaakt en dat er daardoor een grote bandbreedte is waarbinnen werkelijke kosten voor klimaatadaptatie zullen vallen. In de risicodialoog wordt immers besproken welke risico's acceptabel worden geacht, voor welke risico's maatregelen dienen te worden getroffen, welke kosten daarbij mogen worden gemaakt en door wie die kosten zullen worden gedragen. Ook is voor werkelijk te treffen maatregelen nader onderzoek nodig welke omvang hiervan (b.v. m.b.t. de diameter van een transportriool) het gewenste effect heeft. De werkelijke (meer)kosten kunnen dus sterk afwijken van wat hieronder is beschreven.

7.1 Overall extra kosten

Om een beeld te krijgen voor de meerkosten van klimaatrobuust handelen, hebben we ter vergelijking een onderzoek gevonden waar voor de gemeente Eindhoven is onderzocht in hoeverre klimaatrobuust handelen bij maatregelen in de openbare leidt tot meerkosten (uitgevoerd door Royal HaskoningDHV). Voor 'suburbane gebieden' (vergelijkbaar met Oegstgeest) volgde hieruit een kostenverhoging met 10 à 15% (in hoogstedelijk gebied betreft dat 25%).

7.2 Wateroverlast

Kort samengevat zijn de belangrijkste risico gebieden als gevolg van wateroverlast:

- Begaanbaarheid van Rijnzichtweg (ontsluitingsweg naar A44) en De Kempenaerstraat (drukke winkelstraat)
- Veel risico op hoge waterstanden tegen gevels in Oranje Nassau, Voscuyl, Bloemenbuurt en Poelgeest. Met name in het gebied rondom Duivenvoorde, in de wijk Oranje Nassau, is het risico hoog. Dit gebied bevat weinig oppervlaktewater en ligt laag ten opzichte van de omgeving.

Vooruitlopend op een analyse van de wateroverlastanalyse in het BRP en de daarbij horende maatregelen, kan in het algemeen gesteld worden dat de problemen met begaanbaarheid van de wegen en het risico op hoge waterstanden tegen panden op twee manier gemitigeerd kan worden.

- Ten eerste is er optimalisatie mogelijk in afvoercapaciteit via de riolering. In het BRP zullen hier voor bui08 en bui10 maatregelen worden voorgesteld. Deze maatregelen zullen ook bijdragen aan de afvoercapaciteit tijdens extreme neerslag. Denk hierbij aan het vergroten van leidingdiameters voor uitlaatvoorzieningen en in vitale hemelwater-afvoerroutes. Hiervoor zijn zeer indicatief inschattingen gemaakt van gewenste grotere diameters bij leidingvervanging - uitgaande van de vuistregel "meerkosten per strekkende meter bedragen 1 euro per extra mm leidingdiameter".
- De tweede methode is het anders inrichten van de bovengrond. Enkel aanpassingen in de ondergrond (bergen en afvoeren via de riolering naar oppervlaktewater) is geen haalbare opzichzelfstaande maatregel. De 'inloopzijde', de openbare ruimte, zal hiervoor ook moeten worden aangepast. Dit kunnen bijvoorbeeld verdiept aangelegde parken of groenstroken zijn, waterpleinen en aanpassing van het wegprofiel voor meer tijdelijke bergingsmogelijkheden. Bijbehorende kosten zijn als PM-post benoemd en kunnen worden beschouwd als onderdeel van de in § 7.1 genoemde generieke meerkosten van 10 à 15%.

7.2.1 Rijnzichtweg

Voor de begaanbaarheid van de Rijnzichtweg lijkt een tweetal duikers het oppervlaktewater te beïnvloeden, waardoor bovenstreams veel water op straat wordt berekend. Het vergroten van deze duikers, ingrepen in de riolering en aanpassingen in de openbare ruimte kunnen de waterhoogte op de Rijnzichtweg reduceren.

Mogelijke kosten:

- 2 duikers vergroten van rond 1000 naar rechthoekige duiker 2000: € PM
- Aanpassingen bovengrondse inrichting: € PM
- Aanpassen 0,5 km van gemengde riolering (rond 1000mm i.p.v. rond 600mm, ofwel € 400/m): € 200.000

7.2.2 Kempenaerstraat en risicopanden

Voor de Kempenaerstraat en veel woningen in Oranje Nassau en Voscuyl geldt dat de afstanden naar oppervlaktewater, waar het regenwater geloosd kan worden, lang zijn. Diameter vergroting voor het verhogen van de afvoercapaciteit is een van de opties, maar met name voor lange afstanden naar oppervlaktewater is dit (alleenstaand) geen effectieve maatregel. Dan dient er lokaal gekeken te worden naar bergingsmogelijkheden in de openbare ruimte, of het klimaatrobuust inrichten van (de toegang tot) woningen en kelders.

Mogelijke kosten:

- Aanpassingen bovengrondse inrichting: € PM
- Meerkosten 2,5 km van gemengde riolering (rond 1000mm i.p.v. rond 600mm ofwel € 400/m): € 1 mln.

7.3 Overstroming

Tegen overstroming van regionale keringen en primaire keringen zijn op gemeenteniveau nauwelijks maatregelen te voorzien. Hierin is wel belangrijk dat de gemeente in gesprek gaat (of blijft) met het Hoogheemraadschap over de oppervlaktewateren en keringen.

7.4 Droogte

Uit de beschouwing van de droogte komt naar voren dat zowel het groen in Oegstgeest als de houten funderingen mogelijk kwetsbaar zijn. Herstelwerkzaamheden aan het groen zijn uit ervaringen van Royal HaskoningDHV relatief gering vergeleken met mogelijke funderingsschades. Bij het herstellen van groen kan overwogen worden om meer 'klimaatrobuust' groen terug te planten.

Voor wat betreft de houten fundering, die tijdens droge periodes beschadigd kan worden, is eerste een onderzoek nodig om in kaart te brengen welke woningen of woonwijken daadwerkelijk op houten palen staan. Dit onderzoek kan intern worden uitgevoerd. De kosten van een dergelijk onderzoek wordt geschat op € 50.000,00.

Nadat duidelijk is welke woningen op houten palen staat, kan de gemeente een collectieve aanpak kiezen, waarbij bijvoorbeeld extra horizontale drainage/infiltratie wordt aangebracht. Anderzijds kan de gemeente de desbetreffende wooneigenaren informeren dat hun huis op houten palen staat en zij als wooneigenaar daar zelf verantwoordelijk voor zijn. Indien daadwerkelijk funderingsschade ontstaat of maatregelen moeten worden getroffen om deze te voorkomen kunnen de kosten daarvan zeer aanzienlijk zijn.

7.5 Hitte

De risico's van hitte vallen in gemeente Oegstgeest mee door de aanwezigheid van veel groen. Wel wordt aanbevolen om de wijkinrichting aan te passen wanneer de openbare ruimte aangepast wordt onder het principe 'werk met werk maken'. Dit kan onderdeel zijn van de in § 7.1 genoemde overall meerkosten van 10-15% bij herinrichting van de openbare ruimte.

Daarnaast zal er een goed hitteplan opgesteld moeten worden, om met name kwetsbare groepen goed te beschermen tegen hitte.