

Proeftuin Hoofddorp

**Kwalitatieve risicoanalyse klimaatverandering en opstap naar
adaptatiestrategie**


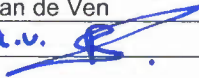

M.C. Hoogvliet

1207761-003

Titel
Proeftuin Hoofddorp

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Deltaprogramma, Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering	1207761-003	1207761-003-VEB-0001	22

Trefwoorden
Hoofddorp, Haarlemmermeer, Deltaprogramma, Nieuwbouw en Herstructurering, stedelijk water, klimaatverandering, klimaatadaptatie

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Dec. 2013	M.C. Hoogvliet		F. van de Ven i.a.v. 		Drs.ir. R.J.M. Franssen	

Status
definitief

Inhoud

1 Kader en doel	1
2 Adaptieroute	2
2.1 (her)inrichten is vooruitzien	2
2.2 Gebruik de juiste begrippen	2
2.3 De to-do lijst	3
3 Verkenning risico's klimaatverandering	8
3.1 Klimaateffecten	8
3.2 Mogelijke knelpunten	9
3.3 Gevoeligheid	10
3.4 Waterveiligheid	11
3.5 Wateroverlast door neerslag	12
3.6 Grondwateroverlast	13
3.7 Droogte	14
3.8 Hittestress	15
3.9 Afname waterkwaliteit	16
3.10 Prioritering van bedreigingen	18
4 Maatregelen en meekoppelkansen	19
Referenties	22

1 Kader en doel

Het deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering (DPNH) van het Deltaprogramma werkt met proeftuinen. Dit zijn creatieve sessies waarin een vraagstuk rond duurzame en toekomstbestendige inrichting wordt uitgewerkt. Een proeftuin wordt uitgevoerd op een locatie waar vraagstukken spelen op het gebied van waterveiligheid en/of klimaatbestendige stedenbouw. Elke proeftuin bestaat uit sessies waarin gewerkt wordt met ontwerpend onderzoek: alle betrokken stakeholders zitten aan tafel en tezamen wordt gezocht naar een oplossing waarin alle belangen worden meegewogen en waar kansen tot meekoppelen worden gezocht.

Een proeftuin heeft meerdere doelen. Op de eerste plaats is het een manier om een partij die staat voor een klimaatopgave te ondersteunen en op weg te helpen. Daarnaast gebruikt DPNH de proeftuinen om instrumenten, methoden en hulpmiddelen in de praktijk te testen. Wat werkt wel en wat werkt niet? Met het oog op deze doelen is Deltares in 2013 betrokken bij de proeftuinen in Kockengen en Hoofddorp. In beide proeftuinen stond Deltares aan de lat voor het inbrengen van kennis over het stedelijk watersysteem en het vergroten van het inzicht in de rol die het stedelijk watersysteem speelt bij mogelijke klimaateffecten. Deze inzichten kunnen worden meegenomen in de creatie van een handelingsperspectief. De gevolgde aanpak is afgestemd op de specifieke behoeften, en verschilt daarom per proeftuin.

Dit rapport beschrijft het resultaat van de werkzaamheden van Deltares voor de proeftuin Hoofddorp. Deze proeftuin is hoofdzakelijk gericht op:

- Bewustwording van klimaatopgaven en ambities;
- Opzet van een instrumentarium waarmee slimmer en kostenefficiënt adaptatie- opgaven kunnen worden volbracht en ambities kunnen worden gerealiseerd.

Afgestemd op dit streven heeft Deltares de volgende werkzaamheden verricht:

- 1 Voorbereiding van en deelname aan proeftuinsessies;
- 2 Presentatie 'mijlpalen op route naar adaptief stedelijk waterbeheer';
- 3 Opzet stappenplan t.b.v. instrumentontwikkeling (Hoofdstuk 2);
- 4 Kwalitatieve verkenning van mogelijke risico's voor Hoofddorp t.g.v. klimaatverandering (Hoofdstuk 3);
- 5 Kwalitatieve prioritering in adaptatiemogelijkheden en identificatie van meekoppelkansen (Hoofdstuk 4).

De resultaten van 3, 4 en 5 worden in de navolgende hoofdstukken beschreven. Bij de totstandkoming daarvan is gebruik gemaakt van de uitkomsten van de proeftuinsessies. De analyse richt zich nadrukkelijk op de bebouwde omgeving van Hoofddorp en gaat dus niet in op thema's als landbouwschade (wat in het landelijk gebied van de Haarlemmermeer wel een zeer relevant thema is).

Benadrukt moet worden dat dit uitkomsten zijn van een kwalitatieve bureaustudie. De resultaten zijn verkennend en indiceren welke zaken waarom als eerste moeten worden aangepakt, en hoe daarbij efficiëntie kan worden behaald. Daarnaast kan het getoonde stappenplan gebruikt worden bij de opzet van het gewenste instrumentarium.

2 Adaptatieroute

2.1 (Her)inrichten is vooruitzien

Bij de (her)inrichting van gebieden worden beslissingen genomen met verstrekkende gevolgen voor een lange periode vooruit. Het is dus van belang een zo goed mogelijke inschatting te maken van:

1. De autonome en verwachte ontwikkelingen in het fysieke systeem (water, ondergrond, ecosysteem);
2. De verwachte veranderingen in de 'belasting' van het systeem door landgebruik, klimaatverandering, toename verkeersbelasting, bedrijfsactiviteiten, ondergronds ruimtegebruik, meer of minder personen per huishouden etc.;
3. De eisen die op langere termijn aan een bepaalde inrichting worden gesteld, o.m. in verband met sociaal-culturele veranderingen.

De verandering van het klimaat is dus slechts één van de invloeden waarmee bij (her)inrichting rekening moet worden gehouden, en misschien niet eens de meest invloedrijke. Daarom is het verstandig na te gaan hoe een gebied adaptief kan worden ingericht, zodat dit langere tijd aan de eisen kan voldoen en het ontstaan of de toename van risico's kan worden voorkomen.

2.2 Gebruik de juiste begrippen

In de systematiek voor risicoanalyse van klimaatverandering worden verschillende begrippen gebruikt die uitdrukken hoe klimaatverandering in stappen uiteindelijk kan leiden tot risico's. Het is voor het denken en praten over klimaatadaptatie goed om deze stappen, en de daarvoor gehanteerde begrippen, helder in beeld te hebben omdat bij elke stap andersoortige aangrijpingspunten bestaan voor het verminderen van de uiteindelijke risico's.

Klimaateffect

De mondiale klimaatverandering heeft *klimaateffecten*. Deze effecten worden bijvoorbeeld uitgedrukt als de verandering van gemiddelde hoeveelheid neerslag, aantal dagen met veel neerslag, verandering in gemiddelde temperaturen in de zomer en de winter, of een toename van het aantal zomerse of tropische dagen. Effecten van klimaatverandering hebben de potentie om schade te veroorzaken, maar dat hoeft niet.

Dreiging

Dreigingen zijn klimaat en weer gedreven gebeurtenissen die direct of indirect de mogelijkheid hebben om schade toe te brengen aan mensen, goederen en landschappen. Een voorbeeld hiervan is de daling van grondwaterstanden. Als er sprake is van een dreiging wil dit nog niet zeggen dat er ook schade (een *gevolg*) zal optreden. Dat hangt af van de drie hierna volgende begrippen.

Blootstelling

Blootstelling is de mate waarin iets in contact kan komen met een bepaalde dreiging. De wortels van een boom kunnen bijvoorbeeld worden blootgesteld aan grondwaterstandsdaling.

Gevoeligheid

Gevoeligheid is de mate waarin een systeem, organisme of object kan worden verstoord door de blootstelling. Gevoeligheid hangt bijvoorbeeld af van het soort organisme, het soort object, de bouwkundige staat van een object of de manier waarop iets is gebouwd. Een pand dat op houten palen is gefundeerd, is bijvoorbeeld gevoeliger voor een structurele grondwaterstandsval dan een pand op betonnen palen.

Kans

De factor *kans* speelt op meerdere fronten een rol. Er is een kans dat het klimaat zich op een bepaalde manier ontwikkelt, maar er is vervolgens ook een kans dat die ontwikkeling leidt tot een specifieke dreiging en een mate van blootstelling. Ook in de mate van gevoeligheid speelt kans een rol. Een voorbeeld is de kans dat een dijk breekt bij blootstelling aan een bepaalde waterstand, de zgn. faalkans.

Adaptatievermogen

Adaptatievermogen is de mate waarin een systeem, organisme of object in staat is zich aan te passen aan de gevolgen van klimaatverandering. Zo zijn er bijvoorbeeld boomsoorten met wortels die zich aanpassen aan een dalende grondwaterstand.

Gevolg

Een *gevolg* is de resultante van de combinatie van dreiging, blootstelling, gevoeligheid en adaptatievermogen. Door het verminderen van één of meerdere van de drie eerstgenoemde componenten, en/of het vergroten van het adaptatievermogen, kunnen de gevolgen voor een systeem, organisme of object worden gereduceerd.

Risico

Risico is de resultante van kans en gevolg. Als we het hebben over het risico van water op straat, dan gaat het tegelijkertijd om de kans dat intensieve regenbuien optreden die niet door het afvoersysteem kunnen worden verwerkt, en om de schade die hierdoor aan mensen en hun omgeving of hun investeringen wordt aangericht.

2.3 De to-do lijst

Deze paragraaf bevat een to-do lijst van acties die idealiter worden doorlopen om risico's te analyseren en klimaatadaptatie vorm te geven. Hoewel het niet altijd mogelijk of noodzakelijk is om elke vermelde stap uit te voeren, is het in ieder geval zaak om invulling te geven aan de vetgedrukte vragen en acties waaronder de stappen zijn gegroepeerd.

Welke risico's brengt klimaatverandering met zich mee?

- 1 Ken je stedelijk watersysteem, en de relatie met het regionaal watersysteem (hoe werkt het nu precies? En waarop is de werking gericht? Wat zijn de doelstellingen en ambities bij dit systeem en de functies die daarvan afhankelijk zijn?);
- 2 Signaleer de huidige knelpunten;
- 3 Analyseer hoe het watersysteem het optreden van huidige schades en overlast beïnvloedt (knelpunten van nu zijn veelal ook knelpunten van morgen);
- 4 Analyseer welk effect *klimaatverandering* heeft op het watersysteem (in welk onderdeel van het systeem treden wijzigingen op die zich vertalen naar een *blootstelling* aan een *bedreiging*?);
- 5 Bepaal de *gevoeligheid* en het *adaptatievermogen* van functies voor wijzigingen in de waterhuishouding (bebouwing, wonen, werken enz.);
- 6 Verdisconteer (zo mogelijk) de factor *kans* in voorgaande stappen;

- 7 Bepaal of dit alles leidt tot significante *gevolgen* (schades);
- 8 Bepaal de resulterende *risico's*;
- 9 Breng prioriteiten aan in de resultaten van de risicoanalyse (welke risico's zijn het grootst? Zijn sommige risico's acceptabel?).

Het Ontwerp Deelstructuurvisie Hoofddorp 2013, Hoofddorp 3.0, vormt een goede basis voor het beantwoorden van bovenstaande vragen.

Wat is de houdbaarheid van het huidige beleid en beheer, en de huidige inrichting?

- 10 Analyseer welke grenswaarden bepalend zijn voor de geconstateerde risico's (gaat het om beleidsdoelen, normen, bestuurlijke afspraken? Gaat het om fysieke grenzen, zoals dijkhoogtes, bergingscapaciteit, gebouweigenschappen?) en kwantificeer deze grenswaarden;
- 11 Bepaal bij welke mate van klimaatverandering de daaruit volgende blootstelling, gevolgen of schades, de gestelde grenswaarden overschrijden (wanneer is de verandering niet meer acceptabel en wordt een knikpunt bereikt?);
- 12 Concludeer of het huidige beleid en beheer houdbaar is, of al inspeelt op toekomstige veranderingen;
- 13 Vertaal deze uitkomsten van de knikpuntenanalyse naar de tijd (uitgaande van de huidige klimaatscenario's kan worden bepaald wanneer een knikpunt op zijn vroegst/laatst optreedt).

Wat is een knikpunt?

Een knikpunt kan technisch maar ook beleidsmatig worden opgevat. Een knikpunt in technische zin is het moment (gebeurtenis, belasting) waarop het fysieke systeem niet meer voldoet aan de gestelde normen. Dit punt komt 'in beeld' wanneer in berekeningen de systeembelasting stapsgewijs steeds verder wordt opgevoerd. Dit is feitelijk een toetsing van het huidige systeem onder veranderende condities. De uitkomst van de analyse (waarbij inzet van rekenmodellen is gewenst) geeft een indicatie van de robuustheid van het systeem voor die veranderende belasting. De zwakke plekken in het systeem worden in deze analyse als het ware zichtbaar gemaakt.

Een knikpunt kan ook in beleidsmatige zin worden beschouwd als: "...het moment waarop het huidige waterbeheer en –beleid heroverwogen zal (moeten) worden..."³. Hierbij is dus niet alleen het systeemgedrag bepalend voor het knikpunt maar ook de opzet (structuur) van het beleid. Knippunten kunnen dan het gevolg zijn van:

- Onbetaalbaarheid van de beheerstrategie
- Maatschappelijk onaanvaardbare (neven)effecten
- Organisatorische of bestuurlijke grenzen
- Gebeurtenissen die leiden tot maatschappelijke druk en tot herzien van de strategie.

Stel een doel en zoek geschikte maatregelen om dat doel te bereiken

Klimaatadaptatie is niet eenvoudig vanwege de onzekerheid over de lange termijn effecten van klimaatverandering op het fysieke systeem. Je weet daardoor nooit 100% zeker of maatregelen die nu worden genomen ook werkelijk noodzakelijk zijn. We zouden het liefst vanuit de toekomst terug redeneren en op basis van dat overzicht nu onze investeringen doen. Via een dergelijke 'retrospectieve analyse' zouden we dan een optimaal maatregelpakket kunnen samenstellen. Omdat dit onmogelijk is zijn we genooddaakt vanuit een zekere visie en strategie te handelen.

- 14 Vorm een visie die aangeeft wat - gezien de geconstateerde risico's en knikpunten - moet worden bereikt. Stel een doel. Zet een 'stip op de horizon';
- 15 Selecteer mogelijke adaptatiemaatregelen (daarbij kan bijv. gebruik worden gemaakt van de maatregelencatalogi die in de landelijke klimaatonderzoekprogramma's zijn geconstrueerd);
- 16 Herhaal stappen 11 en 13 met inzet van de compenserende adaptatiemaatregelen (kwantificeer het compenserend effect van maatregelen. Dit laat zien hoe de implementatie van maatregelen knikpunten kan uitstellen of voorkomen);
- 17 Bepaal de kosten van de geselecteerde maatregelen, en baten (de te vermijden schades). Wie betaalt en wie profiteert?;
- 18 Selecteer de efficiënt en realistisch gebleken maatregelen voor toepassing in een adaptatiestrategie.

Het Ontwerp Deelstructuurvisie Hoofddorp 2013, Hoofddorp 3.0, vormt een bruikbare basis voor de invulling van actie 14.

Wat is gegeven de onzekerheid over de toekomst een goede oplossingsrichting?

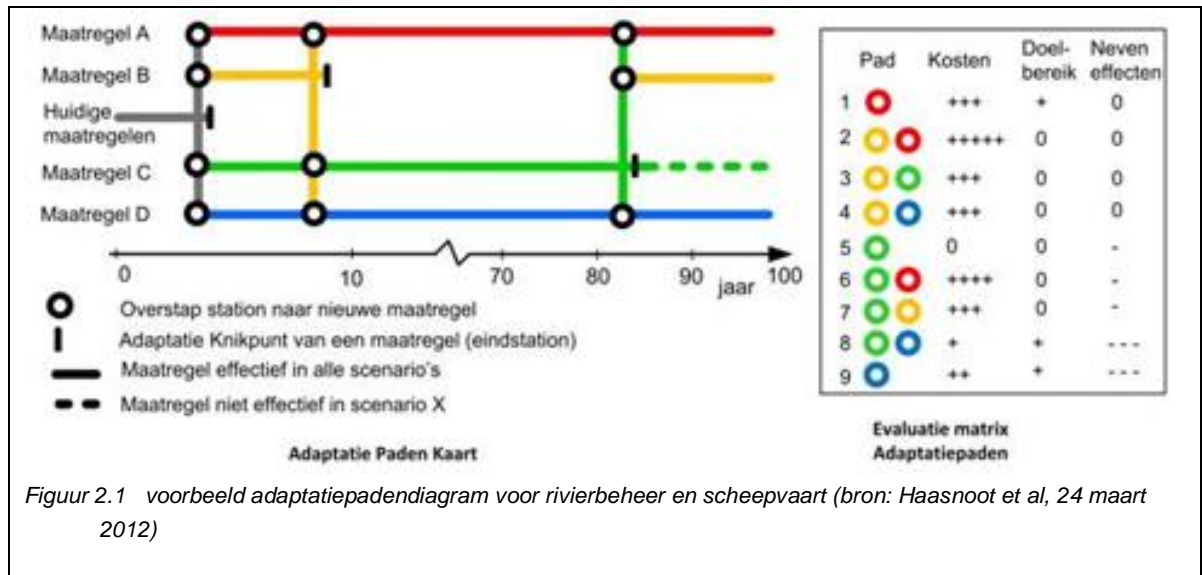
Hoe kies je de klimaatadaptieve strategie? Dit is naast een technische vraag (welke maatregelen zijn mogelijk en effectief) ook een bestuurlijke afweging van zekerheid en comfort tegenover investering. Welke ruimtelijke consequenties hebben die extra zekerheid en comfort? Welk imago is wenselijk, bijvoorbeeld op het gebied van duurzaamheid en innovatie? Al deze zaken leiden tot een voorkeur voor een bepaald type oplossing. Om het overzicht te krijgen is het behulpzaam om de mogelijke adaptatiepaden in beeld te brengen.

Wat zijn adaptatiepaden?

Wanneer verschillende maatregelenopties (oplossingsrichtingen) naar voren zijn gekomen, is het zaak om deze te beoordelen op hun mogelijkheden om de knikpunten tijdig het hoofd te bieden en te analyseren in welke volgorde maatregelen het beste kunnen worden uitgevoerd. Deltares heeft hiervoor het concept 'adaptatiepaden' ontwikkeld. Een adaptatiepad beschrijft tot welk moment aan een oplossingsrichting wordt vastgehouden en wordt overgestapt op een andere oplossingsrichting.

Het verkennen van adaptatiepaden kan waterbeheerders helpen bij het voorbereiden op de toekomst. Een adaptatiepad beschrijft een opeenvolging van gebeurtenissen en maatregelen. Een adaptatiepadenkaart toont welke oplossingsrichtingen er zijn (deze zijn onder elkaar uitgezet langs de horizontale as), waar mogelijkheden liggen om van een pad af te wijken (de punten waarop wordt overgeschakeld van de ene op de andere oplossingsrichting), en wat doodlopende oplossingsrichtingen zijn. Hieruit kan worden geanalyseerd welke maatregelen in alle gevallen goed uit kunnen pakken, en welke achteraf heel onverstandig kunnen blijken omdat ze eindig zijn en andere, duurzamer oplossingsrichtingen blokkeren.

Zie ook de toelichtende animatie op: <http://www.deltares.nl/en/product/1518666/sustainable-delta-game>



- 17 Zet de oplossingsrichtingen uit in een adaptatiepadendiagram (zie kader). Maak daarbij gebruik van de resultaten van de knikpuntenanalyse (stappen 10 t/m 16). Ook de huidige beheerpraktijk, het huidige beleid, wordt in het diagram geplaatst als 'nul alternatief';
- 18 Bepaal per oplossingsrichting welke overstapmogelijkheden (flexibiliteit) er zijn naar andere oplossingsrichtingen, en zo mogelijk wat de investeringstermijn is;
- 19 Bepaal de mogelijke adaptatiepaden.

Waar liggen kansen om de strategie efficiënt uit te voeren?

De resulterende adaptatiepaden worden veelal aangeduid als de mogelijke adaptatie strategieën of het handelingsperspectief. Echter, een voorname factor die dan nog ontbreekt is het inzichtelijk maken van de mogelijkheden om klimaatadaptatie te laten meeliften met ruimtelijke ontwikkelingen, realisatie van overige ambities zoals t.a.v. duurzaamheid en toekomstig beheer en onderhoud. Hiermee worden kansen benut en kosten vermeden.

- 20 In de opzet van een nieuw te bouwen wijk of bedrijventerrein moet klimaatrobustheid sowieso als vereiste worden meegenomen. Dit is een bal voor open doel;
- 21 Bij herstructurering en beheer van bestaand bebouwd gebied kan gezocht worden naar meekoppelkansen, om zo stap voor stap klimaatrobustheid te bereiken. Om deze kansen te inventariseren en inzichtelijk te maken, is in de proeftuin Hoofddorp het concept van de 'meekoppelmetro' ontstaan: een schema waarin wordt aangegeven welke beheer en onderhoudswerkzaamheden wanneer en in welke frequentie worden uitgevoerd, en welke adaptatiemaatregel op dat moment kan meeliften. Zo kan worden bepaald welke meekoppelkansen zich zullen voordoen vóórdat een knikpunt wordt bereikt. Van deze gelegenheden moet gebruik worden gemaakt om voordelig te adapteren. Kernachtig kan deze activiteit worden benoemd als 'kansenmanagement' en 'adaptatief beheer en onderhoud'.

Hoe adaptatie regelen?

Deze laatste aan governance gerelateerde vraag kent vele facetten die per situatie verschillen. Onderdelen zijn bijvoorbeeld een stakeholderanalyse, een netwerk van stakeholders opbouwen, bewustwording, onzekerheden verkleinen en kansen identificeren. Hierop wordt in dit rapport niet nader ingegaan, maar het is wel een focuspunt van DPNH. Bruikbare ingrediënten kunnen dan ook worden gevonden in het Manifest Klimaatbestendige

Stad (<https://deltaprogramma.pleio.nl/pages/view/21157892/manifest-klimaatbestendige-stad>).

Bruikbare ervaringen en tools

Relevante praktijkervaringen zijn opgedaan in onder andere de Rotterdamse Adaptatie Strategie, de PBL-studie naar de kwetsbaarheid van stedelijk gebied en het KvK-programma Climate Proof Cities.

Ter ondersteuning van de uitvoering van de 'Toetsing Klimaatrobustheid' wordt vóór april 2014 in het kader van het Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering een leidraad ontwikkeld voor zowel het proces als de inhoud. Deze leidraad is gebaseerd op eerder onderzoek en praktijkervaringen. De leidraad is bedoeld als hulpmiddel, niet als dwingend keurslijf; partijen kunnen dus afwijken van de adviezen rond proces en inhoud.

Tools voor de quick scan van adaptatiemaatregelen zijn binnenkort beschikbaar (projecten: Climate Adaptation App; Adaptation Support Tool), evenals tools voor een uitgebreidere analyse van de problematiek (3Di). Voor droogte en hittestress zijn gedetailleerdere modellen nog in ontwikkeling maar de waterbehoefte in droge, warme perioden kan al wel worden verkend.

Beschouwing

Die hierboven uitgewerkte aanpak schetst een ideaal stappenplan. In de praktijk ontbreken hiervoor nogal eens de middelen (geld, informatie, doorlooptijd, bestuurlijke steun e.d.). Het loont in ieder geval om een risicoanalyse uit te voeren en te werken aan een handelingsperspectief in de vorm van een meekoppelstrategie. Het onderdeel beleidsanalyse kan dan in afgeslankte vorm worden uitgevoerd.

3 Verkenning risico's klimaatverandering

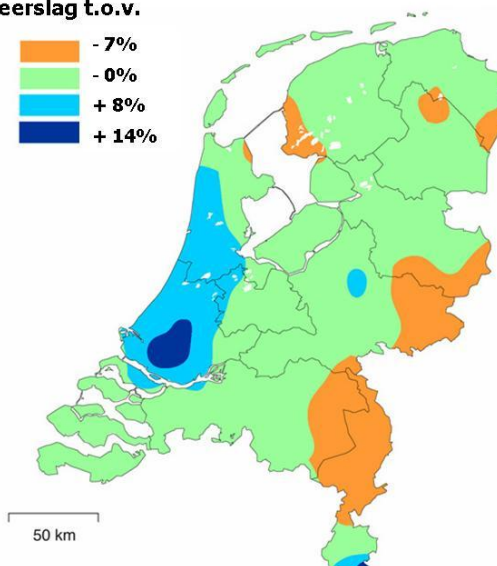
3.1 Klimaat effecten

Een risicoanalyse begint met het beschouwen van de te verwachten mate van klimaatverandering. Hoe het klimaat in Nederland verandert is vooral afhankelijk van de wereldwijde temperatuurstijging en van veranderingen in luchtstroming in onze omgeving. Kenmerken van alle KNMI'06 scenario's, die op dit moment leidend zijn (in het voorjaar van 2014 verschijnen de KNMI'14 scenario's) voor klimaat effectonderzoek, zijn:

- Opwarming zet door;
- Winters gemiddeld natter;
- Zomers gemiddeld droger;
- Heviger extreme zomerbuien;
- Veranderingen in het windklimaat klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid;
- Zeespiegel blijft stijgen.

Toename van de neerslaghoeveelheid en –intensiteit, en temperatuurstijging zijn voor Hoofddorp belangrijke klimaat effecten. Extreme neerslag komt in West Nederland vaker voor dan elders (zie Figuur 3.1). Er moet ook rekening worden gehouden met een toename van het aantal dagen met grote neerslaghoeveelheden

Afwijking extreme neerslag t.o.v. De Bilt:



Figuur 3.1 Regionale verschillen extreme neerslag t.o.v. De Bilt (bron: KNMI)

Andere voor Hoofddorp relevante effecten zijn toename van temperatuur (hitte) en een toename van het neerslagtekort in de zomerperiode (droogte).

Meer details over de veranderende weersomstandigheden zijn te vinden in het recentelijk verschenen rapport 'Klimaatbestendig Schiphol, syntheserapport HSMS02' (KNMI, 2013) uit het Kennis voor Klimaat programma.

3.2 Mogelijke knelpunten

Uit de knelpuntentanalyses die in de afgelopen jaren voor de bebouwde omgeving op landelijke schaal zijn uitgevoerd, komen de volgende te evalueren generieke knelpunten naar voren:

- Waterveiligheid;
- Wateroverlast;
- Droogte;
- Hitte.

Uitgaande van de fysieke kenmerken van het water- en bodemsysteem in Hoofddorp worden voor deze verkenning ook de volgende zaken relevant geacht (o.b.v. expert Judgement Deltares):

- Afname (grond)waterkwaliteit (bijv. als gevolg van verzilting);
- Grondwateroverlast.

Knelpunten die niet, of slechts in geringe mate in Hoofddorp opdoemen zijn:

- Bodemdaling (een dikke klei/veenlaag ontbreekt, er is een geringe blootstelling aan maaiveldddaling en verschilzetting);
- Verdroging van groen.



Figuur 3.2 Blootstelling aan nadelige klimaateffecten

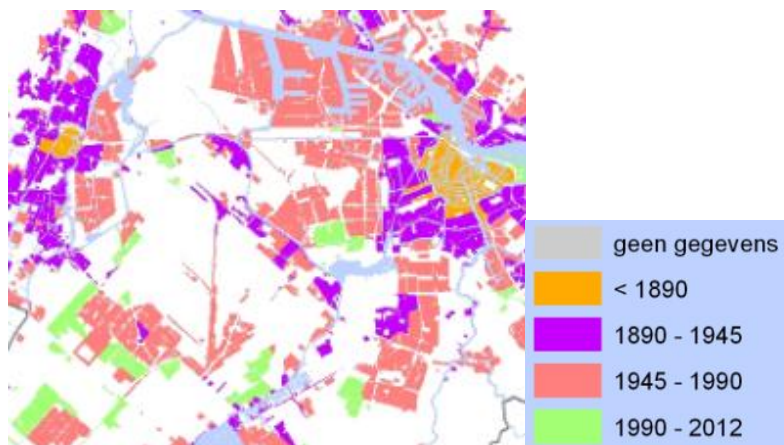
3.3 Gevoeligheid

In de bebouwde omgeving kunnen de volgende hoofdtypen van functies en objecten worden onderscheiden die gevoelig kunnen zijn voor veranderingen in het watersysteem a.g.v. klimaateffecten:

- Panden (wonen en werken);
- Bedrijvigheid;
- Infrastructuur (wegen, watergangen, kabels, leidingen);
- Recreatie;
- Groen.

Het inventariseren van de exacte gevoeligheid is in het kader van deze verkenning niet mogelijk. Aanbevolen wordt om dit zeker nog te doen zodat risico's en het rendement van adaptatiemaatregelen beter kunnen worden geraamd. Voornamelijk eerste indicatoren van gevoeligheid zijn simpelweg de knelpunten (schades, beheer en onderhoudsposten) die momenteel reeds optreden. Voor (grond)wateroverlast en waterkwaliteit wordt dit al gedaan door het Hoogheemraadschap. In het gemeentelijk Rioleringsplan 2009 – 2013 is aangegeven dat voor Hoofddorp een risicokaart wordt opgesteld voor wateroverlast bij extreme neerslag.

Een ander voornaam startpunt voor de inventarisatie van gevoeligheden is het verzamelen van informatie over de bouwperiode en bouwwijze van bebouwing en infrastructuur. Figuur 3.3 toont de kenmerkende bouwperiode van de wijken in Hoofddorp en omgeving (Deltares, 2012).



Figuur 3.3 Kenmerkende bouwperiode van buurten (bron: Deltares 2012, o.b.v. CBS buurtgrenzen en BAG bouwjaren)

Uitgaande van generieke kenmerken van deze bouwperiodes, worden in Hoofddorp relatief weinig gevoeligheden verwacht voor funderingsschade bij panden, zoals a.g.v. paalrot. Mogelijk staan in het oudste deel van de stad, dat voor 1945 is gebouwd, gevoelige panden.

De bouwperiode van een wijk zegt in geringe mate iets over de gevoeligheid voor (grond)wateroverlast. Hiervoor zijn zaken als bouwhoogte, drooglegging, stoephoogtes, capaciteit van het riool en drainagevoorzieningen bepalender. En deze factoren kunnen aanzienlijk variëren tussen en binnen wijken. Grondwateroverlast is geconstateerd in de bloemkoolwijken Pax, Bornholm en Overbos.

De recreatieve plassen zijn gevoelig voor afname van de waterkwaliteit.

3.4 Waterveiligheid

Binnenkort (nog voor het einde van 2013) worden nieuwe landelijke overstromingskaarten gepubliceerd op www.risicokaart.nl. Deze kaarten zijn gemaakt in het kader van de Europese Richtlijn Overstromingsrisico's (ROR). Uit deze kaarten kan worden afgeleid wat de kans op overstroming is, hoe snel een overstroming voortschrijdt (stroomsnelheid, stijgperiode), wat de maximale overstromingsdiepte op een locatie is, het aantal getroffen en de kans op overlijden en de schade. De kaarten dienen om het publiek en het (lokaal) bestuur inzicht te bieden in de aard en omvang van de risico's. De kaarten vormen mede de grondslag voor de doelen en maatregelen voor het beheer van die risico's.

Uit voorlopers van de ROR kaarten kan t.a.v. Hoofddorp het volgende worden geconcludeerd (Deltares, 2011):

- De kans op overstromen door falen van de primaire waterkering is gering. Hoofddorp ligt binnen dijkkring 14, waarvoor de scherpste norm geldt, orde 1:10.000 jaar, klasse 'uiterst zelden overstroming'. De waterdiepte wordt bij een doorbraak van een primaire kering tot circa 2 meter;
- De kans op overstromen door falen van secundaire keringen is groter, maar nog steeds relatief gering, orde 1:1.000 jaar, klasse 'zelden'. De waterdiepte wordt dan tot circa 1,5 meter;
- Het Lokaal Individueel Risico (overlijdenskans) is laag, minder dan 0,1 miljoenste;
- De duur van een overstroming is groot. Het duurt tot een half jaar om het water uit het gebied te verwijderen.

Het bovenstaande geldt voor de huidige omstandigheden, dus zonder meewegen van klimaatverandering.

Overstromingen vanuit regionale waterlopen zijn in het algemeen lokaal, maar kunnen in diep gelegen polders, zoals de droogmakerijen, wel leiden tot grote waterdieptes. Ze zijn meestal niet levensbedreigend. Door klimaatverandering kan de neerslagintensiteit toenemen waardoor de kans op overstromen vanuit het regionale systeem zal stijgen. Dit zal evenwel volgens het vigerend beleid gecompenseerd worden door maatregelen aan het watersysteem of door de keringen te versterken. In de toekomst zal de waarde van het gebied achter regionale keringen toenemen door economische groei, bevolkingsgroei en ruimtelijke ontwikkelingen. Als dat gebeurt, zal conform het huidige beleid ook de kans op overstromen verkleind moeten worden.

Aanvullend beleid gewenst?

Er is geen noodzaak voor additioneel lokaal beleid om de sterkte van regionale keringen op peil te houden. Op basis van de geraadpleegde informatie is door de bank genomen de waterveiligheidssituatie in Hoofddorp goed te noemen. Er ligt geen 'knikpunt' (zie paragraaf 2.3) op de loer.

3.5 Wateroverlast door neerslag

Regenwater wordt snel afgevoerd naar de riolering of direct naar het oppervlaktewater. De afvoer- en bergingscapaciteit van systemen voor het verwerken van neerslag is altijd begrensd. Wanneer de grens is bereikt kan dit leiden tot twee typen wateroverlast:

- Langdurig en grootschalig water op straat, indien de capaciteit van het regenwaterafvoersysteem (riolering) wordt overschreden (a.g.v. bij piekbuien met zeer hoge intensiteit; herhalingstijd 2 tot 5 jaar).
- Inundatie vanuit watergangen, indien de afvoer- en bergingscapaciteit van het oppervlaktewater is overschreden (a.g.v. regenperioden met een groot totaalvolume in een relatief korte duur; herhalingstijd 100 jaar).

Een essentieel verschil tussen overlast vanuit riolering of vanuit het oppervlaktewater is, naast de locatie, de duur van de overlast. Bij overstroming vanuit watergangen duurt de overlast veel langer omdat het totale watersysteem 'vol' is (er is geen extra bergingscapaciteit elders meer).

Water op straat

Bijna alle gemeenten in Nederland hebben te maken met regenwateroverlast, maar bijna altijd op enkele locaties en van korte duur. De belangrijkste oorzaken van water op straat zijn (bron: Rioned):

- onvoldoende afvoercapaciteit van de riolering;
- verstopte kolken;
- toestroming naar lage punten in het maaiveld;
- onvoldoende werking ontluchtingsleidingen in woningen;
- bouwpeilen te dicht boven straatniveau.

Dit zijn dus overwegend 'technische' oorzaken waarvoor de oplossing ligt bij vernieuwing, beheer en onderhoud van systemen. In de praktijk wordt bij een vernieuwing vaak de capaciteit van het systeem vergroot. De meeste 'extra's' worden uitgevoerd bij nieuwbouw.

In Hoofddorp is geen sprake van een opmerkelijk groot tekort aan bergingscapaciteit in oppervlaktewater, of een bijzonder hoge grondwaterstand die de bergingscapaciteit van de ondergrond in grote mate beperkt. Daarnaast zijn de meeste wijken relatief jong, waardoor het functioneren van het rioolsysteem nog op peil zou moeten zijn.

De hoeveelheid open water in de stad is echter enigszins beperkt. Een aantal wijken is met 6% of minder open water aangelegd. In het centrum en Hoofddorp-Noord ontbreekt het water bijna geheel. Meer open water is ook onder de huidige klimaatomstandigheden gewenst, en als gevolg van de verwachte klimaatverandering zal de blootstelling aan wateroverlast zeer waarschijnlijk toenemen. Met name om het effect van toekomstige verdichting te compenseren is nabij deze plaatsen meer open water nodig.

Waterafvoer naar en via centraal boezemsysteem Rijnland

Uit studie Toekomstig Waterbezwaar (HH van Rijnland, oktober 2000) is gebleken dat op dat moment reeds maatregelen gewenst waren om de afvoercapaciteit van het boezemsysteem op orde te brengen. In deze studie is ook rekening een raming gemaakt van de gevolgen van klimaatverandering en verstedelijking, met een voorloper van de KNMI'06 scenario's. Daaruit bleek dat in 2025 en 2050 het systeem zonder maatregelen nergens aan de gehanteerde norm zou voldoen. Een 'knikpunt' zou dan zijn bereikt.

In vervolg op de uitkomsten van de studie wordt gewerkt aan maatregelen. Het gaat in de Haarlemmermeer dan voornamelijk om het vergroten (een bijna verdubbeling) van de bemalingscapaciteit en het creëren van piekberging (1 miljoen m³) in het zuidwesten van de polder. Zodra deze berging is gerealiseerd zou daarmee de behoefte aan extra waterberging in Hoofddorp kunnen dalen. Om hier meer zekerheid over te verkrijgen is een modellering vereist.

Aanvullend beleid gewenst?

De oorzaken en mogelijke risico's van wateroverlast hebben al geruime tijd de aandacht van het Hoogheemraadschap en de gemeente. Middels de in diverse documenten (o.a. Waterplan Haarlemmermeer, Deelstructuurvisie Hoofddorp 2030) gestelde ambities, het daarvoor geformuleerde beleid en het uitvoeren van de voorgestelde maatregelen, zal het daadwerkelijk optreden van een knippunt in de komende decennia naar verwachting kunnen worden voorkomen.

3.6 Grondwateroverlast

De dynamiek van de grondwaterstand zal onder invloed van veranderingen in de neerslaghoeveelheid toenemen. Dat betekent dat de laagste grondwaterstand lager wordt, en de hoogste grondwaterstand hoger. Uitgaande van de uitkomsten van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium gaat het in het gebied van Hoofddorp om een gemiddelde toename in de amplitude van 1 tot maximaal 2 decimeter. Lokaal kan dit echter meer of minder zijn.

Grondwateroverlast treedt meestal in het winterhalfjaar op, na meerdere dagen van neerslag. Wijken waar thans al grondwateroverlast is geconstateerd zijn Pax, Graan voor Visch, Bornholm en Overbos. Het betreft zowel overlast in de openbare ruimte (parken) als bij panden. Overlast is vaak geen wijk overkoepelend, maar een lokaal probleem. In sommige wijken ontbreekt echter drainage in het geheel. De wijk Pax is daarvan een voorbeeld.

Afgaande op de reeds optreden problemen, het in sommige wijken ontbreken van (voldoende) draingagevoorzieningen en de als gevolg van klimaatverandering te verwachten hogere winter grondwaterstand, kan worden gesteld dat grondwateroverlast in toenemende mate een knelpunt zal gaan vormen.

Aanvullend beleid gewenst?

Een bijkomend effect van sommige maatregelen tegen wateroverlast, is dat ook het optreden van grondwateroverlast wordt verminderd. Dit betreft maatregelen die de afvoer van overtollig grondwater bevorderen, zoals meer en beter ruimtelijk gespreid open water.

Er zijn echter additionele maatregelen nodig. Enerzijds om blootstelling te verminderen en anderzijds om de kwetsbaarheid van panden, infrastructuur en groen te verminderen.

De kwetsbaarheid kan worden verminderd door bouwtechnische aanpassingen (vochttransport tegengaan, kruipruimteloos bouwen). De blootstelling wordt verminderd door panden, infra en groen op een hoger maaiveldniveau aan te leggen, en door het verbeteren van de drainage. Met dat laatste is Hoofddorp al op bestaande knelpunten bezig. En ook huiseigenaren worden gestimuleerd om op eigen terrein drainage aan te leggen. Maar naar verwachting ligt hier voor de toekomst een groeiende opgave: knelpunten zullen om meer plaatsen ontstaan.

3.7 Droogte

Een prominente driver van effecten is het neerslagtekort. Rond 2050 neemt deze in de zomerperiode van de G+ en W+ scenario's sterk toe. Een zomer als 2003, die ervaren is als bijzonder droog, zou rond 2050 onder het W+ scenario vrij normaal worden. Dit heeft consequenties voor de watervoorziening, doorspoeling en het peilbeheer. Daarnaast uit droogte zich in een daling van de grondwaterstand en een daling van het vochtgehalte in de onverzadigde bodemzone, waaruit planten water onttrekken.

Watervoorziening

Klimaatverandering leidt m.b.t. watergebruik en -voorziening in de zomerperiode tot twee prominente effecten:

- 1 De vraag naar water neemt toe;
- 2 Het aanbod van zoet water neemt af.

Watervoorziening ten behoeve van peilbeheer en doorspoeling staat hoog op lijst van aandachtspunten bij het Hoogheemraadschap. Er zijn geen cijfers gevonden over het aandeel van het stedelijk gebied van Hoofddorp in de regionale watervraag. Ook in de rest van Nederland bestaat hier nauwelijks informatie over. De stad 'lift mee' veelal mee in het peilbeheer en de doorspoeling van het omringende landelijke gebied.

Er zijn inmiddels wel landelijke studies uitgevoerd naar de mogelijke toename van de watervraag van het totaal aan steden in Nederland (Deltasync, oktober 2013). De totale watervraag in het stedelijk gebied is per m² ruim 35% hoger dan de watervraag van het landelijke gebied. Voor een gemiddelde stad in Laag Nederland bedraagt de externe watervraag 36-147 mm in een gemiddeld jaar. Dit is het water dat van buiten de stad moet worden aangevoerd. De steden liggen aan een 'infuus'.

Onder een droog klimaatscenario zal de zoetwatervraag van de stad, net als van het omliggende landelijke gebied, toenemen. En tegelijkertijd wordt het moeilijker om in deze vraag te voorzien door wateraanvoer. Het handhaven van het peilbeheer en het doorspoelen van de watergangen zal dus onder druk komen. Zonder modelmatige onderbouwing kan niet worden ingeschat of hier een knippunt zal ontstaan.

Het Hoogheemraadschap anticipeert op het risico hiervan, vooral gedreven door de waterbehoeften van de land- en tuinbouw en het voorkomen van onomkeerbare schades aan constructies, zoals waterkeringen. Een strategie die daarbij kan worden gevolgd bestaat uit het slimmer doorspoelen van watergangen: daar waar dit noodzakelijk is en het meeste effect heeft. Onderdeel van deze strategie is dat ook elders brakker water zal moeten worden geaccepteerd. De strategie komt neer op het beperken van de vraag naar zoetwater. Het volgen van die strategie is ook voor Hoofddorp aanbevelenswaardig.

Bodemdaling en verschilzetting

In gebieden met een dik klei/veenpakket in de ondergrond kan droogte bijdragen aan een toename van bodemdaling en verschilzettingen. Hoofddorp wordt hieraan vanwege de relatief gunstige ondergrondkarakteristieken (vnl. zeeklei, zavel met dunne inschakelingen van veen op zand) slechts in geringe mate blootgesteld. Er wordt bij het huidig peilbeheer tot 2050 nog 0 tot maximaal 10 centimeter bodemdaling verwacht. Een ongunstig W+ klimaat zorgt voor enkele centimeters extra daling (Deltares, 2011b).

Grondwateronderlast

Wanneer een lage grondwaterstand tot schade leidt wordt gesproken over 'grondwateronderlast'. Schades kunnen ontstaan door verzakking (a.g.v. bodemdaling en vershilzetting) of aantasting van funderingen (vnl. schimmelvorming bij houten paalfunderingen).

Hoewel de grondwaterstand onder het W+ scenario lager komt te staan, zal dit in Hoofddorp naar verwachting niet tot problemen leiden. Vanwege de bodemkarakteristieken is de mate van zetting gering en het overgrote deel van de panden lijkt niet bijzonder gevoelig te zijn voor enige grondwaterstands daling (zie paragraaf 3.3). Mogelijk staan in het oudste deel van de stad, dat voor 1945 is gebouwd, wel gevoelige panden.

Het loont echter om hier zekerheid over te verkrijgen door op wijkniveau een inventarisatie van de kwetsbaarheid van de woningvoorraad uit te voeren. Bruikbare informatie hiervoor (bouwtekeningen, bijlagen bij bouwvergunningen) zou bij de gemeente aanwezig moeten zijn.

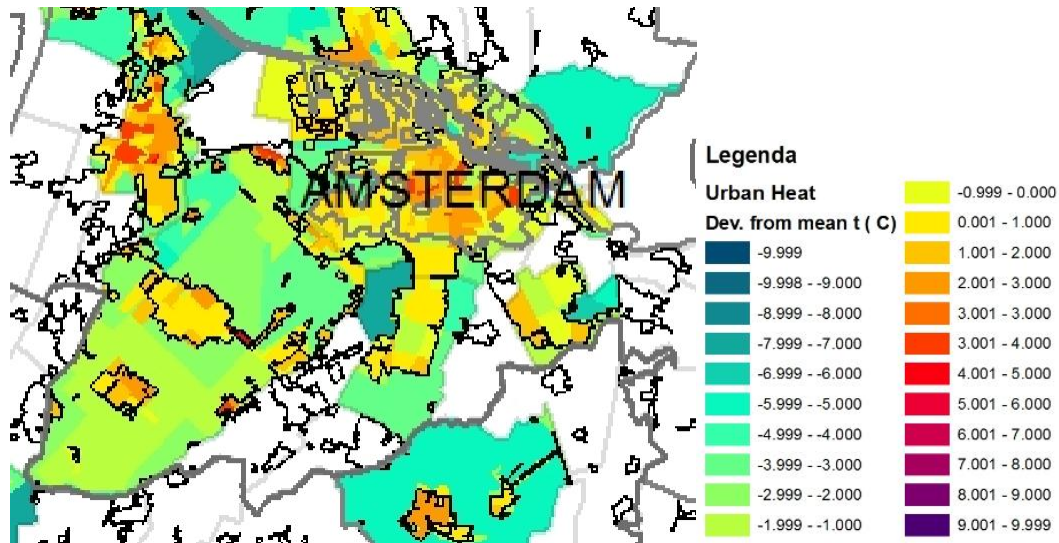
Groen

Uit landelijke knelpuntenanalyses (CPC, 2011) is gebleken dat bomen in Laag Nederland eerder te lijden hebben onder natte omstandigheden, dan onder droge omstandigheden. De mogelijke daling van de grondwaterstand in de zomerperiode (gemiddeld zo'n 1 tot 2 decimeter) zal voor bodem niet snel leiden tot problemen. Gezien het voornemen om Hoofddorp verder te vergroenen, is het evenwel aan te bevelen om bij de keuze van soorten en bij de aanplant rekening te houden met het dynamischer worden van de grondwaterstand (hoger in de winter en lager in de zomer). De aanplant van meer groen zal tevens een extra watervraag creëren. Deze factor moet worden ingebracht bij een modellering van de ontwikkeling van de stedelijke watervraag.

Met name onder een W+ scenario zal de behoefte aan beregening van tuinen en sportvelden toenemen. Vanuit duurzaamheidsprincipes wordt daarvoor bij voorkeur in waterpartijen, in bassins of op privaat terrein gebufferd hemelwater gebruikt.

3.8 Hittestress

De hittegolf in de zomer van 2003 heeft in Nederland ongeveer 1400 tot 2200 hittegerelateerde doden geëist. Verwacht wordt dat als de gemiddelde mondiale temperatuur zal stijgen, er ook vaker hittestress optreedt. Stedelijke gebieden worden hierdoor het meest getroffen. Er is namelijk een relatie tussen bebouwingsdichtheid, de mate van versterking, en het optreden van het urban heat island effect. Dit komt tot uiting in methodiek die is gevolgd bij het maken van Figuur 3.4.



Figuur 3.4 Hittestress landelijk beeld (bron: Climate Proof Cities, oktober 2011)

De figuur toont dat met name de bedrijventerreinen in Hoofddorp met toenemende hitte te maken krijgen. Verlies van arbeidsproductiviteit is overigens landelijk de grootste verwachte schadepost van hitte. Omdat de woonwijken relatief veel groen bevatten, en de bebouwingsdichtheid (m.n. in de jaren 60 en 70 wijken) gering is, zal hier de blootstelling aan hitte minder zijn.

In de praktijk is de blootstelling aan hitte sterk lokaal bepaald en kan deze per straat en per gebouw verschillen. De gevoeligheid van gebouwen voor hitte wordt vooral bepaald door de leeftijd van het gebouw, constructie (isolatiegraad en klimaatbeheersing) en de mate waarin de zon direct het gebouw kan binnenschijnen.

Gezondheidseffecten zijn het grootst onder kwetsbare groepen (ouderen, zieken) die verblijven in slecht geïsoleerde gebouwen met een gebrekkige klimaatregeling. Ook ontmoetingsplaatsen, winkelcentra en routes daarnaartoe vormen aandachtspunten. Dit is een universeel knelpunt en niet uniek voor Hoofddorp.

3.9 Afnames waterkwaliteit

De processen waardoor de waterkwaliteit wordt bepaald zijn zeer complex. Er is sprake van ketens van verschillende oorzaken, gevolgen en feedbackmechanismen. Het optreden en bestrijden van knelpunten in de waterkwaliteit is gerelateerd aan de processen die in de paragraaf Droogte zijn beschreven.

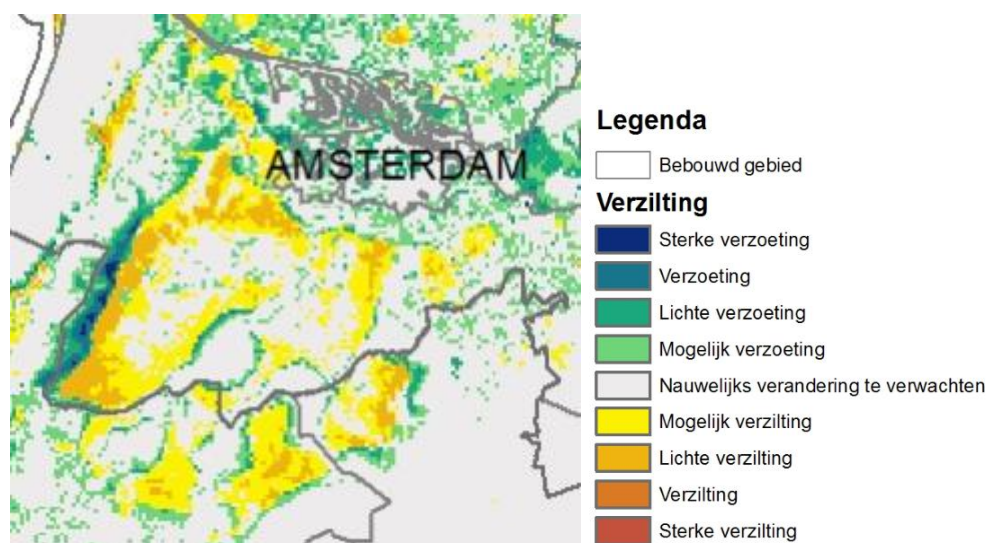
Binnen Hoofddorp zijn verschillen in waterkwaliteit tussen wijken. Dit hangt samen met:

- Wel/niet aanwezigheid zoute kwel (interne verzilting);
- Doorspoelmogelijkheden;
- Mate van doorstroming;
- Aanwezigheid waterzuiverende natuurvriendelijke oevers.

Verziltting

De verziltting in de Haarlemmermeer wordt veroorzaakt door brakke kwel. De brakke kwel beïnvloedt het bodemvocht, maar stroomt voor het grootste deel naar het oppervlaktewater. Klimaatverandering en zeespiegelstijging zorgen niet voor een significante verhoging van de zoutbelasting vanuit het grondwater.

Figuur 3.5 toont dat verziltting via het kwellend grondwater met name aan de randen van de Haarlemmermeer optreedt, en in geringere mate in Hoofddorp zelf. Dit brakke water komt echter via het oppervlaktewater ook in Hoofddorp terecht waardoor de waterkwaliteit van de stedelijke watergangen te wensen overlaat.



Figuur 3.5 Verzoeting en verziltting van de ondergrond (bron: Climate Proof Cities, oktober 2011)

Brak water is niet alleen een probleem voor de (aquatische) ecologie, ook constructies kunnen erdoor worden bedreigd. Vooral oude gebouwen, het cultureel erfgoed, is kwetsbaar. Het gaat om aantasting van stenen, metselwerk en betonwapening gevolgd door scheurvorming in de fundering van bebouwing of (water)kerende wanden. Over de omvang van deze schade is geen informatie beschikbaar. Herstel van zoutschade aan gebouwen en constructies is vaak duur, maar uitvoerbaar.

Hoewel vanuit het oogpunt van belasting vanuit het grondwater geen significante toename van de knelpunten ontstaat door klimaatverandering, moet worden bedacht dat onder een droog klimaatscenario de beschikbaarheid van zoetwater voor doorspoelen wel afneemt. Bovendien is het zeer wel mogelijk dat af en toe verzilt water vanuit het hoofdwatersysteem moet worden ingelaten om het peilbeheer van het regionale watersysteem te handhaven. Dus hoewel klimaatverandering naar verwachting de interne verziltting niet substantieel zal doen toenemen, kan deze wel afbreuk doen aan de bestrijdingsmogelijkheden van verziltting. Verdere adaptatie aan verziltting is daarom op zijn plaats.

Blauwalgen

In alle klimaatscenario's neemt de temperatuur toe. Door het warmere weer zullen zwemplassen vaker en intensiever bezocht worden. Ook wordt het zwemseizoen langer. Door de toename van de watertemperatuur zijn de omstandigheden voor blauwalgen beter. Er zal naar verwachting vaker, eerder en langduriger een zwemverbod ingesteld moeten worden vanwege een slechte waterkwaliteit.

Het Hoogheemraadschap van Rijnland bestrijdt blauwalgen momenteel onder meer met luchtmenginstallaties. Recreatiegebied de Haarlemmermeerse Bosplas bij Hoofddorp heeft zo'n luchtmenginstallatie. De kwaliteit van de plas Toolenburg is momenteel goed. Monitoring van de ontwikkeling van die kwaliteit is echter op zijn plaats (en wordt nu ook al gedaan).

3.10 Prioritering van bedreigingen

Op basis van deze snelle, kwalitatieve verkenning is geconcludeerd dat in Hoofddorp vooral aandacht moet worden gegeven aan de volgende bedreigingen (in volgorde van belang):

- 1 Wateroverlast;
- 2 Grondwateroverlast;
- 3 Effect van droogte op toename watervraag en afname mogelijkheid watervoorziening;
- 4 Afname waterkwaliteit;
- 5 Hittestress.

Dit zijn merendeels ook al in de huidige situatie aandachtspunten.

Zaken waaraan geen prioriteit hoeft te worden gegeven in de lokale, gemeentelijke adaptatie aanpak zijn:

- Waterveiligheid;
- Bodemdaling en verschilzetting;
- Grondwateronderlast;
- Effect van droogte op groen.

4 Maatregelen en meekoppelkansen

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de prioritaire bedreigingen door klimaatverandering in Hoofddorp en de maatregelen¹ die daarvoor in stelling kunnen worden gebracht.

De vermelde maatregelen zijn deels ook al terug te vinden in beleidsstukken en nota's die in de afgelopen jaren door het Hoogheemraadschap en de gemeente Haarlemmermeer zijn uitgebracht. Maatregelen worden ook al uitgevoerd, maar op sommige punten zal in de komende decennia een aanvullende inspanning vereist zijn. Zo is om grondwateroverlast te bestrijden al een beweging ingezet richting lokale aanleg of verbetering van drainage in de openbare ruimte en het stimuleren van woningeigenaren om op privaat terrein te draineren, en deze aan te sluiten op de gemeentelijke drainage. Naarmate klimaatverandering voortschrijdt zullen meer punten met overlast opduiken en zal op meer plaatsen drainage nodig worden.

Meekoppelkansen

In de laatste kolommen is aangegeven bij welke gebeurtenis er sprake is van een kans om 'werk met werk' te maken. Dit zijn meekoppelkansen waarbij een adaptatiemaatregel tegen geringere of zonder kosten kan worden gerealiseerd. De gebeurtenissen vinden elk met een andere frequentie plaats. Verbouwingen en tuinaanleg (linker kolom) hebben de hoogste frequentie. Nieuwbouw (rechter kolom) treedt op met de laagste frequentie.

Hoofddorp heeft aangegeven dat er tot 2020 maximaal 5.000 woningen worden bijgebouwd, voornamelijk in het Zuiden en in het centrum. Na 2020 zouden in het centrum nog eens 6.000 kunnen worden gebouwd. Dit is een voor de hand liggende kans om te zorgen voor een klimaatrobuuste inrichting. Ook aangrenzende wijken kunnen hiervan profiteren door het slim koppelen van waterstromen.

Verbinding met duurzaamheid

Een andere meekoppelkans ligt bij het streven naar een duurzamer stedelijke omgeving. Klimaatadaptieve maatregelen zijn namelijk veelal ook maatregelen die bijdragen aan duurzaamheid. Vanuit duurzaamheidsprincipe geldt voor stedelijk water bijvoorbeeld de volgende 'trias hydrologica':

- 1 Waterbehoefte beperken;
- 2 Waterketen sluiten (bufferen en hergebruik van hemelwater; reststroom aanwenden voor andere functies, bijv. hergebruik grijs water en effluent van RWZI);
- 3 Waterbehoefte dekken uit hernieuwbare bronnen.

In essentie komt dit neer op het zoveel mogelijk bufferen en hergebruiken van hemelwater binnen het stedelijk gebied en het voorkomen van de noodzaak van aanvoer van gebiedsvreemd water voor peilbeheer en doorspoeling. Momenteel wordt bijvoorbeeld een aantal wijken in Hoofddorp 's zomers van water voorzien door inlaat en pompen vanuit de Hoofdvaart. Hier kan mogelijk een besparing worden gerealiseerd.

Ook hittebestrijding lift mee op verbeteren van leefomgeving (vergroening, meer water) en verduurzamen van de gebouwen (verbeteren isolatie, klimaatbeheersing).

¹ Er bestaan reeds verschillende hulpmiddelen om adaptatiemaatregelen te kiezen die passen bij een specifieke situatie en er zijn ook nog dergelijke hulpmiddelen in ontwikkeling, zoals de 'Climate Adaptation App' en de 'Adaptation Support Tool'. Hiermee kan binnenkort een zeer uitgebreid overzicht van maatregelen worden verkregen.

Knelpunt	Maatregel	Meekoppelkansen (in volgorde van frequentie)								
		Verbouwing, tuinaanleg	Baggerwerk watergangen	Kabelen leiding aanleg/onderhoud	Herbestraten	Herinrichting openbare ruimte	Renovatie	Rioolonderhoud/-aanleg	Herstructurering/transformatie	Nieuwbouw
Wateroverlast	Vergroten begingscapaciteit (meer, grotere waterpartijen, bredere watergangen)									
	Betere ruimtelijke spreiding open water									
	Vergroten afvoercapaciteit naar en vanuit open water onder piekomstandigheden									
	Waterberging op straat (stoephoogte vergroten/onderhouden)									
	Waterdoorlatende verharding, minder verharding									
	Vergroten afvoer- en/of bergingscapaciteit riool; verhelpen verstoppingen									
	Waterpleinen (piekberging)									
	Waterberging op daken (groene/waterdaken)									
	Waterbewuste inrichting bovengrondse afvoerstructuur (maak het 'zichtbaar')									
	Piekbergingscapaciteit op daarvoor bestemde terreinen realiseren									
	Vermindering druk op riool door afkoppelen hemelwater naar gescheiden afvoersysteem									
	Eerste hemelwaterafvoer naar kleinschalige lokale berging (op privaat terrein) met overloop									
	Waterbergingsconstructies onder wegen, sportvelden, gebouwen									
	Drempels, vloerpeil verhogen, gevoeligheid verminderen									
Rioolonderhoud op privaat terrein										
Grondwateroverlast	Meer water, betere ruimtelijke spreiding van watergangen t.b.v. drainerende werking									
	Drainagevoorzieningen (i.i.g. bij infiltratievoorziening, om te hoge GWstand af te toppen)									
	Verhoogd maaiveld (hoger bouwpeil, verhoogd aanleggen groen)									
	Kruipruimteloos bouwen i.c.m. drainage									
	Grondverbetering (infiltratiecapaciteit vergroten)									
	Bouwtechnische oplossingen (vochttransport tegengaan)									
Droogte	Bufferen neerslag (afkoppelen hemelwaterafvoer, infiltratie in bodem, seizoensberging)									
	Watersysteem inrichten op benutten ketengebruik (zoals hergebruik grijs water)									
	Bestrijden verzilting en droogte door vergroten zoetwaterlens middels drainage/infiltratie combi									
	Opzet peil aan begin zomer (flexibel peilbeheer), rekening mee houden bij nieuwe constructies									
	Wateraanvoer vergroten (laatste optie)									
Afname waterkwaliteit	Aanleg natuurvriendelijke oevers									
	Verbeteren doorgang watergangen (obstructies verwijderen)									
	Efficiënter doorspoelen (alleen de probleemwatergangen; eenduidige stroomrichting)									
	Warmte onttrekken aan open water (warmte opslag in grondwater)									
	Verwijderen nutriëntrijk slib									
	Peil opzet om brakke kwel te verminderen									
Hittetress	Meer open water									
	Meer groen, op strategische plaatsen (winkelcentra, ontmoetingsplaatsen, wandelroutes)									
	Tegengaan verstening (o.a. groene gevels)									
	Voorlichting aan burgers									
	Aanpassingen op gebouwniveau (isolatie, zonneschermen, actieve koeling, WKO)									

Tabel 4.1 Maatregelen tegen bedreigingen door klimaatverandering in Hoofddorp en meekoppelkansen

Water bufferen

De voornaamste waterbuffer is het open water. De omstandigheden voor het bufferen van water in de bodem zijn in Hoofddorp niet ideaal. De ruimte daarvoor wordt beperkt door de kwelsituatie en de plaatselijk reeds (te) hoge grondwaterstand. Middels een combinatie van drainage en infiltratievoorzieningen kan worden gewerkt aan het optimaliseren van de mogelijkheden.

Een brakke waterkwaliteit kan (plaatselijk) ook worden geaccepteerd als een gegeven. De functie en ecologische doelstellingen kunnen hierop worden afgestemd. Ook dit vermindert de wateraanvoerbehoefte.

Toch ook aandacht voor waterveiligheid

Ten aanzien van waterveiligheid hoeven in principe geen additionele acties te worden ondernomen. Desalniettemin dient, net als in de overige overstroombare delen van Nederland, aandacht te worden besteed aan crisisbeheersing en aan een risicobewuste ruimtelijke planning, die de omvang van de schade, het aantal slachtoffers en maatschappelijke ontwrichting kunnen beperken: invulling geven aan meerlaagsveiligheid. Het gaat dan om aandacht voor waterveiligheid bij de planning en aanleg van vitale infrastructuur en gevoelige objecten (elektriciteit, gas, drinkwater, telecom, RWZI installaties, bedrijven met toxische stoffen, ziekenhuizen, bejaardenhuizen e.d.) en daarnaast om het voorbereid zijn op een evacuatie.

Rekenen ten behoeve van tekenen

Aanbevolen wordt om t.b.v. de dimensionering van de maatregelen een modelmatige stresstest uit te voeren. Daarmee kan worden bepaald tegen welke mate van klimaatverandering het nieuwe systeem bestand is (zie stap 16 uit de in paragraaf 2.3 gepresenteerde to-do lijst) en in vervolg hierop, hoe lang het systeem in de tijd zal kunnen blijven functioneren voordat nieuwe maatregelen zijn vereist.

Referenties

Climate Proof Cities (oktober 2011). Fysieke bouwstenen voor knelpuntenanalyse Nieuwbouw en Herstructurering. TNO-060-UT-2011-01826.

Deltares (2011). Overstromingsrisicozonering Fase 1: Methode voor het identificeren van overstromingsgevaarzones. Projectnummer 1204144-019.

Deltares (2011b). Bodemdalingskaarten.

Deltares (2012). Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied. Projectnummer 1205463.

Deltasync (16 oktober 2013). Studie naar de huidige en toekomstige waterbehoefte van stedelijke gebieden.

Gemeente Haarlemmermeer (2009). Gemeentelijk Rioleringsplan 2009 – 2013.

Haasnoot, M., H. Middelkoop, A. Offermans, E. van Beek, W.P.A. van Deursen (24 maart 2012). Exploring pathways for sustainable water management in river deltas in a changing environment

Hoogheemraadschap van Rijnland (oktober 2000). Studie Toekomstig Waterbezwaar Fase 1.

Hoogheemraadschap van Rijnland (maart 2008). Waterplan Haarlemmermeer.

KNMI (2013). Klimaatbestendig Schiphol, syntheserapport HSMS02. KvK nr. KvK99/2013,