

# Haarlem en het Klimaat

Onderzoek klimaatbestendigheid Haarlem

Gemeente Haarlem, PROquint, GrondRR

## COLOFON

Rapport versie september 2016

### ***Projectkerngroep***

Maike Sillman - gemeente Haarlem

Bob Lanfermeijer - gemeente Haarlem

Hans Bueno de Mesquita - gemeente Haarlem

Ton Driessen - gemeente Haarlem

Erhard Föllmi - gemeente Haarlem

Gerard van Bruggen - Hoogheemraadschap van Rijnland

Hans Olsthoorn - PROquint

Vincent Grond - GrondRR

### ***Projectleiding***

Hans Olsthoorn (hans@proquint.com)

Vincent Grond (vincent@grondrr.nl)

Erhard Föllmi (efollmi@haarlem.nl)

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
1. Aanleiding en doel	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel, reikwijdte en aanpak onderzoek	1
1.3. Opbouw rapport en leeswijzer	2
2. Landschapsanalyse	3
2.1. Themakaarten	5
2.2. Integratiekaart landschap	13
3. Klimaatveranderingen in Haarlem	15
3.1. Opzet van de analyse	15
3.2. Blootstelling	16
3.3. Klimaat-effecten	19
3.4. Samenvatting klimaat-effecten	35
3.5. Kwetsbare groepen, structuren en objecten	37
3.6. Indicatie kosten	39
3.7. Urgentie voor klimaatadaptatie	42
4. Bestaand beleid	43
5. Vervolgaanpak klimaatadaptatie Haarlem	47
Bijlage I: Definitie weersextremen	50
Bijlage II: Suggesties en ideeën t.b.v. vervolgaanpak	51
Bijlage III: Belangrijkste geraadpleegde literatuur en websites	53



*Klimaatadaptatie doe je samen (klimaatatelier 15 maart 2016)*

## Samenvatting

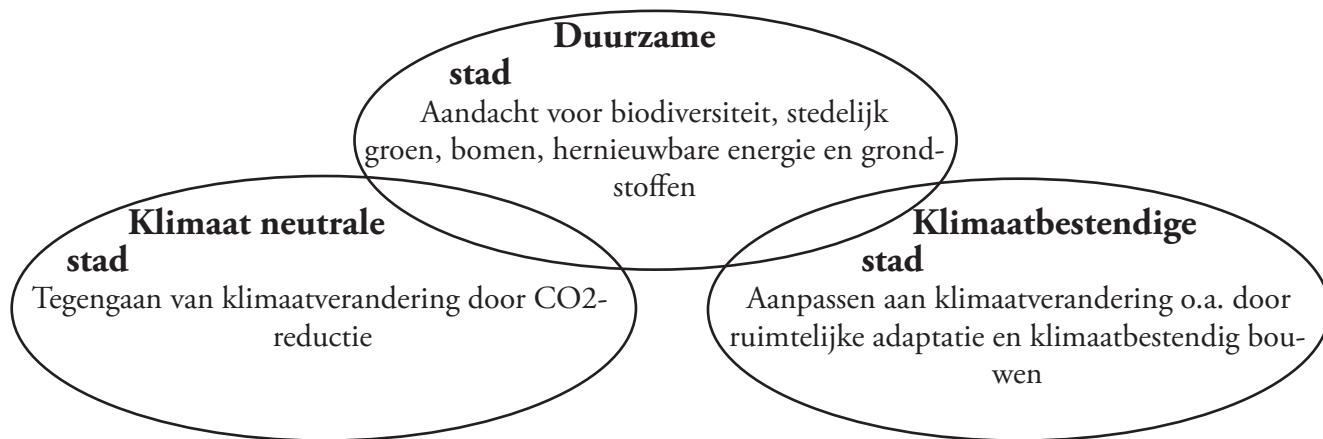
In de toekomst zullen de inwoners en de bezoekers van Haarlem steeds meer hinder ondervinden van de effecten van klimaatveranderingen. De zomers worden warmer en droger afgewisseld door hevige regenbuien en de winters worden natter. Om inzicht te krijgen in de risico's van klimaatschade, heeft de gemeente de afgelopen maanden onderzoek laten doen naar de klimaatbestendigheid van de stad.

Het onderzoek laat zien dat de effecten van hitte, hevige regenbuien en droogte in Haarlem voor de grootste risico's zorgen. Het aantal warme dagen neemt toe, wat in een versteende en compacte stad als Haarlem voor hittestress zorgt. Hittestress geeft gezondheidsproblemen bij onder meer kwetsbare ouderen, een verhoogd risico op het uitvallen van elektriciteitsnetwerken en legionellavorming in het drinkwaternetwerk. Hevige regenbuien geven wateroverlast op straat, met waterschade in woningen en winkels en verkeershinder. Door langdurige droogte kan het risico op schade aan houten funderingen (paalrot) toenemen. Het risico op klimaatschade is sterk locatie en situatie afhankelijk. Zo zullen de versteende buurten in Haarlem met weinig groen, veel thuiswonende ouderen en vooroorlogse woningen kwetsbaarder voor klimaatschade zijn dan ander buurten in Haarlem.

Het onderzoek naar de klimaateffecten op de stad gebeurde in opdracht van de gemeente Haarlem en werd uitgevoerd door de adviesbureaus PROquint en GrondRR, ondersteund door een kerngroep van medewerkers van gemeente en waterschap. Belangrijk onderdeel in het onderzoek vormde het Klimaatatelier Haarlem in maart van dit jaar, waarin met een brede groep van betrokken partijen is nagedacht over klimaatverandering en de gevolgen en kansen voor Haarlem. In het onderzoek is gebruik gemaakt van de KNMI-klimaatscenario's, landelijke data en vooral ook van de lokaal binnen Haarlem aanwezige data en kennis.

In het onderzoek speelt het natuurlijk systeem van de stad een belangrijke rol. De gevolgen van de klimaatveranderingen voor Haarlem worden immers sterk bepaald door de ruimtelijke opbouw en uitstraling van de stad en de kansen en beperkingen van het natuurlijk systeem van bodem, ondergrond, grondwater, oppervlaktewater, natuur en groen. Dit rapport doet verslag van de bevindingen van het onderzoek en geeft een aanzet voor een vervolgaanpak.

Op basis van de uitkomsten van het onderzoek stellen onderzoekers en kerngroep een aanpak voor waarbij de gemeente de samenwerking met de relevante partners, zoals het waterschap, de regio en PWN, intensificeert met als doel bestaande beleidlijnen die klimaatschade en klimaatadaptatie raken beter op elkaar af te stemmen in een agenda of regiedocument klimaatadaptatie. Dat regiedocument kan een aanzet tot een stadsvisie op klimaatadaptatie in Haarlem presenteren, mede in de relatie tot de regio. De uitwerking van zo'n regiedocument benoemt, in goed contact en in samenwerking met burgers, op wijkniveau concrete herinrichtingen door specifieke knelpunten en kansen per wijk expliciet te maken. Via een pilot in één van de wijken kan verkend worden welke wijkaanpak het beste werkt.



*Klimaat neutraliteit, duurzaamheid en klimaatadaptatie hangen met elkaar samen*

# 1. Aanleiding en doel

## 1.1. Aanleiding

Ons klimaat verandert en wordt warmer. Volgens het laatste rapport van het IPCC<sup>1</sup> is het waarschijnlijk dat de opwarming van de aarde de 1,5° C tot het jaar 2050 zal overschrijden. In Nederland zal het gemiddeld 0,9 tot 2,6° C warmer worden<sup>2</sup> en kunnen we meer tropische dagen, langduriger perioden van droogte en meer extreme neerslag verwachten<sup>3</sup>.

Haarlem heeft het afgelopen decennium enkele malen met extreme weertypen te maken gehad. In de zomers van 2006 en 2015 was sprake van extreme hitte en in 2015 werd de stad ook nog eens geteisterd door een zware storm met zware windstoten van meer dan 100 km/uur, met overlast en schade als gevolg<sup>4</sup>. De winter van 2012/13 was een uitzonderlijk natte winter, die plaatselijk voor wateroverlast in woningen heeft gezorgd. Risico op overlast en schade als gevolg van extreem weer blijkt toe te nemen. Gemeente Haarlem werkt aan een duurzame en klimaatneutrale stad. Zo richt het Duurzaamheidsprogramma van Haarlem zich op het bevorderen van de biodiversiteit, het stedelijk groen en de bomen, en het gebruik van hernieuwbare energie en grondstoffen. Het programma 'Haarlem Klimaat Neutraal' werkt aan het temperen van de opwarming van de aarde (mitigatie) door het lokaal verminderen van CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Een duurzame en klimaatneutrale stad is echter niet automatisch ook klimaatbestendig. Nog steeds kan de stad last hebben van regenwateroverlast en hittestress<sup>5</sup>. Klimaatneutraal is een taakstelling in het kader van de vermindering van CO<sub>2</sub>-uitstoot. Klimaatbestendig is proactief klimaatschade door klimaatverandering voorkomen en verminderen, middels adaptatiebeleid. Dit document is een aanzet tot de ontwikkeling van Haarlems adaptatiebeleid. De gemeente kan hiermee de bestaande stad beter voorbereiden op de klimaatverandering en tegelijk bij toekomstige beleidsontwikkelingen daarmee zo goed mogelijk rekening houden. Denk bijvoorbeeld aan de uitdaging om veel extra woningen te realiseren binnen de huidige stadsgrenzen.

## 1.2. Doel, reikwijdte en aanpak onderzoek

Doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de urgentie van het klimaatvraagstuk voor het grondgebied van Haarlem en de mensen die er wonen, werken en recreëren. Het onderzoek verheldert de risico's op schade en overlast als gevolg van klimaatverandering. De verkregen gegevens bieden perspectief op een nader uit te werken integrale adaptatieaanpak met oplossingen op regionaal, stads- en wijkniveau. Het onderzoek richt zich vooral op de nadelige effecten van klimaatverandering. De positieve effecten voor bijvoorbeeld energieverbruik en buitenrecreatie vallen buiten de reikwijdte van dit onderzoek. De invalshoek van het onderzoek is vooral ruimtelijk-geografisch. Dat wil zeggen dat vooral ruimtelijke, adaptatiebeleid behoevende ontwikkelingen zijn beschreven. De belangrijkste sociale aspecten zijn evenwel ook betrokken in beschrijvingen en conclusies. De in dit onderzoek gebruikte gegevens zijn afkomstig van bestaande gedetailleerde gemeentelijke basisinformatie, aangevuld met informatie van het Hoogheemraadschap Rijnland en landelijke databanken. Door gebruik te maken van lokaal beschikbare informatie wordt een grotere mate van betrouwbaarheid verkregen dan bij gebruikmaking van landelijke datasets.

---

1 Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC (2014); IPCC staat voor United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change

2 Adaptatiescan Haarlem, Intern rapport Builddesk (2008)

3 Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) Den Haag, 2012

4 Weersextremen en de gevolgen voor Haarlem, Yorick van Berkel – gemeente Haarlem, 2015

5 Hittestress: Comfortabele leefomstandigheden wordt door de gemiddelde mens ervaren bij een temperatuur tussen de 20 en 27°C en een luchtvochtigheid van 35 tot 60%. Wanneer één van beide factoren te ver stijgt, is er sprake van hittestress

Het onderzoek is uitgevoerd door kennisneming en analyse van relevante gemeentelijke en andere basisinformatie en het relateren van deze analyse aan relevante internationale en nationale informatie betreffende de te verwachten klimaatontwikkelingen. Behalve de onderzoekers en de gemeentelijke kerngroep met deelname van het hoogheemraadschap, zijn in een speciaal georganiseerd klimaatatelier externe partners, zoals PWN, GGD Kennemerland, maatschappelijke organisaties, netbeheerders en naburige gemeenten hierbij betrokken geweest.

### **1.3. Opbouw rapport en leeswijzer**

Het rapport is opgebouwd uit drie delen en enkele bijlagen. De delen betreffen een landschapsanalyse van de Haarlemse bodem, het water en de natuur/het groen, een belichting van enkele aspecten van klimaatveranderingen en tenslotte geven wij aan welk beleid in het kader van adaptatie aanvulling behoeft.

#### **Deel 1, hoofdstuk 2: Landschapsanalyse**

Hoofdstuk 2 van dit rapport presenteert een analyse van de omstandigheden waarin de Haarlemse bodem, het water en de natuur/het groen verkeren. Voor een goede adaptatie is de bodem, water en natuur/groensituatie van groot belang. In een zandgebied kan overtollig regenwater beter infiltreren dan in een veen- of kleigebied, waterstromen worden sterk door reliëf bepaald, het vochtgehalte van een bodem is mede bepalend voor de mate van hittestress en voor de mogelijkheden om met groen de hitte te temperen.

#### **Deel 2, hoofdstuk 3: Klimaatveranderingen**

Hoofdstuk 3 van dit rapport trechtert van klimaatverandering via effecten op gemeentelijk niveau naar kwetsbare groepen en functies die bescherming behoeven:

- a. blootstelling aan vaststaande, te verwachten klimaatverschijnselen op Nederlandse schaal;
- b. de effecten op gemeentelijke schaal door de blootstelling aan de klimaatverandering;
- c. kwetsbare groepen en functies die het meest last kunnen hebben van de klimaatverandering.

Tot slot wordt een indicatie gegeven van de kosten bij niets doen. Deze zijn berekend met hulp van de Clico-methode<sup>6</sup>.

#### **Deel 3, hoofdstukken 4 en 5: Relevant beleid en adaptatie**

Hoofdstukken 4 en 5 van dit rapport bevatten een beleidsanalyse in het licht van adaptatiebehoeften, met aan het slot enkele voorstellen en inzichten die het onderzoek hebben opgeleverd voor het vervolg. Dit deel van het rapport kan direct gebruikt worden als aanzet tot een effectieve Haarlemse klimaatadaptatiestrategie.

#### **Bijlage: Kaartenatlas Natuurlijke Alliantie Haarlem**

De kaartanalyses zijn gebaseerd op een aantal geselecteerde bronkaarten, met gedetailleerde gemeentelijke basisinformatie, aangevuld met informatie van het Hoogheemraadschap Rijnland en landelijke databanken. In de Kaartenatlas zijn alle bovengenoemde bronkaarten samengevoegd. De Kaartenatlas is een losse bijlage van voorliggend rapport.

---

<sup>6</sup> CliCo staat voor Climate Costs. Met een CliCo-studie kan het schadebedrag globaal en indicatief inzichtelijk gemaakt worden als een gemeente de kosten afwentelt op een volgende generatie door nu niets te doen. CliCo berekent kosten voor waterveiligheid, wateroverlast, droogte en hitte. CliCo is een tool ontwikkeld door Alterra en CAS om de klimaatgerelateerde schade voor steden te kunnen schatten (van Bijsterveldt en Goosen, 2016).



## **2. Landschapsanalyse**

Dit hoofdstuk presenteert een analyse van de omstandigheden waarin de Haarlemse bodem, het water en het natuur en groen verkeren. Voor de analyse van de klimaatadaptatie is een goed begrip van de bodem-, water- en natuur- en groensituatie van groot belang. Zo kan in een zandgebied overtollig regenwater beter infiltreren dan in een veen- of kleigebied en is groen mede bepalend voor de mate van hittestress. De onderlinge samenhang tussen bodem, water, natuur en groen noemen we het landschap van Haarlem.

Met de analyse van het landschap van Haarlem zijn de gevolgen van klimaatverandering beter te begrijpen en te voorspellen. Het vormt het fundament van een effectieve klimaatstrategie. Dit hoofdstuk behandelt de afzonderlijke thema's: bodem en ondergrond, grondwater, oppervlaktewater en tot slot natuur en groen. Daarna wordt de samenhang verbeeld in de Landschapskaart van Haarlem.

# BODEM en ONDERGROND



kaarten V03.1 juni 2016

**geologie** (zie B01)

- duinzand
- strandvlakte
- strandwal
- binnen-duinrand

- droogmakerij/zeeklei
- polders/ klei en veen

**deklaag** (zie B02)

- antropogene deklaag

**archeologie** (zie B04)

- hoogste verwachting
- hoge verwachting
- middelhoge verwachting

## 2.1. Themakaarten

### A. Bodem en ondergrond

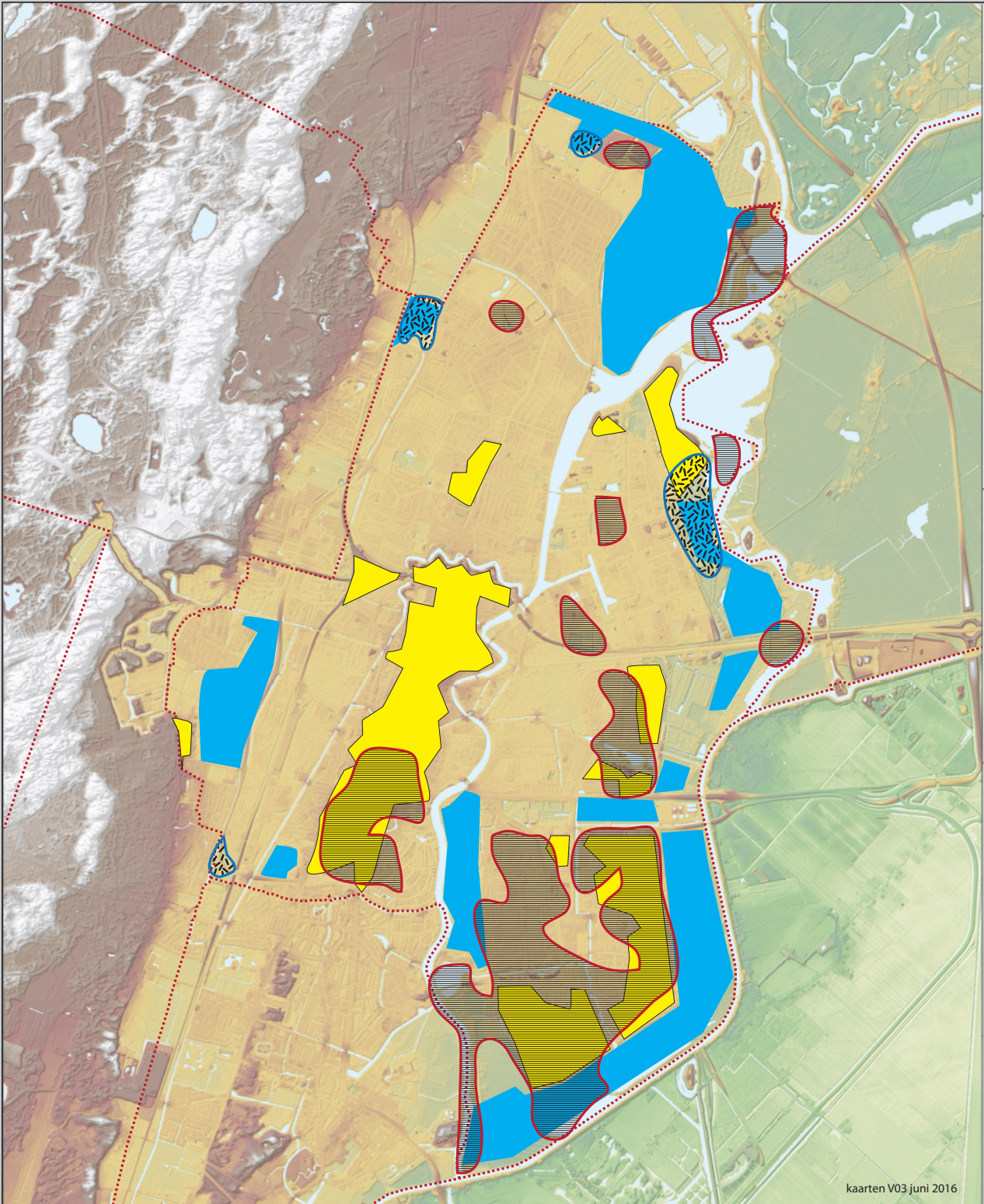
Haarlem is ontstaan op een natuurlijke hoogte in het kustlandschap: de strandwal. Strandwallen zijn hoogtes met een duidelijke noord-zuid gerichtheid. Het zijn oude duinen, die hier aan de oppervlakte komen. De bodem bestaat uit goed doorlatende zandgronden.

De jonge duinen liggen aan de westzijde van de stad. Deze hooggelegen duinen beschermen Haarlem tegen overstromingen vanuit de zee. Tussen de jonge duinen en de strandwal ligt de binnenduinrand. Dat is een smalle overgangszone tussen de hooggelegen duinen en de Bloemendaalse strandwal. Kenmerkend zijn de overwegend oude duin- en strandzanden in de toplaag met daaronder wadzand. Dit zijn lagen die goed in staat zijn om grondwater door te laten.

Tussen en rond de strandwallen vinden we de strandvlaktes. Dit zijn lager gelegen gebieden met veen en klei aan de oppervlakte. Aan de oostzijde van Haarlem liggen de laaggelegen veenweidepolders en de in de 19e eeuw drooggemalen Haarlemmermeer (droogmakerij). De bodem bestaat voornamelijk uit klei en veen met daaronder zandlagen.

Aan weerszijden van de Haarlemse zandrug (die van zuid naar noord, midden door Haarlem loopt) is de bodem over het algemeen opgehoogd om de vaak lager gelegen gebieden bewoonbaar te maken. De dikte en samenstelling van de opgebrachte deklaag varieert op verschillende plekken sterk. Schalkwijk heeft een met veelal 2 meter zand opgehoogde bodem, terwijl de westzijden van de strandwal opgehoogd is met een dikte van ca. 1 meter. Deze variatie hangt samen met de inklinking van de ondergrond en de functie van het bovenliggende maaiveld.

# Grondwater



relatief natte zones (zie Gw1)

relatief droge zones (zie Gw2)



relatief veel kwel binnen gemeentegrens (zie Gw3)



relatief veel wegzijging binnen gemeentegrens (zie Gw3)

## B. Grondwater

De duinen vormen een groot gebied, waar alle neerslag de bodem infiltreert en het grondwater aanvult. Het grootste deel van de neerslag zakt weg naar de diepere bodemlagen en kwelt uiteindelijk op aan de westelijke rand van de diepere polders ten oosten van Haarlem. Een klein deel stroomt af richting de binnenduinrand. Omdat grondwater traag stroomt is de neerslag uit de duinen pas na enige tijd “voelbaar” in het bebouwde gebied.

De grondwaterstand in de duinen fluctueert geleidelijk, is seizoensgebonden en normaal gesproken het hoogst aan het einde van de winter. De grondwaterstand is het hoogst in het duingebied: circa 4 tot 6 meter boven NAP) en het laagst in de Haarlemmermeerpolder (circa 6 meter beneden NAP). In het duingebied van Kennemerland zijn twee drinkwaterbedrijven actief, PWN en Waternet. Om verdroging van het duingebied tegen te gaan wordt sinds de jaren negentig door deze bedrijven minder grondwater onttrokken. Sindsdien is de grondwaterstand in de duinen gestegen.

In de binnenduinrand treedt een groot verhang in de grondwaterstand op, van enkele meters boven NAP in de duinen tot rond 60 cm onder NAP richting het boezemgebied. Er zijn duinrellen aanwezig die het grondwater afvoeren naar het boezemgebied. In de binnenduinrand heeft de grondwaterstand een sterk verhang waarbij deze 1 tot 2 meter kan variëren tussen de hogere en lagere delen.

Tussen de binnenduinrand en de polder ligt het boezemgebied. Het grondwater wordt vooral gevoed door neerslag. De neerslag kan moeilijk afstromen naar diepere lagen, waardoor het grondwater dynamisch fluctueert (snelle reactie na buien) en zich meestal dicht onder het maaiveld bevindt. Door een verhoogde grondwaterdruk in de duinen kan het grondwater moeilijker wegzakken.

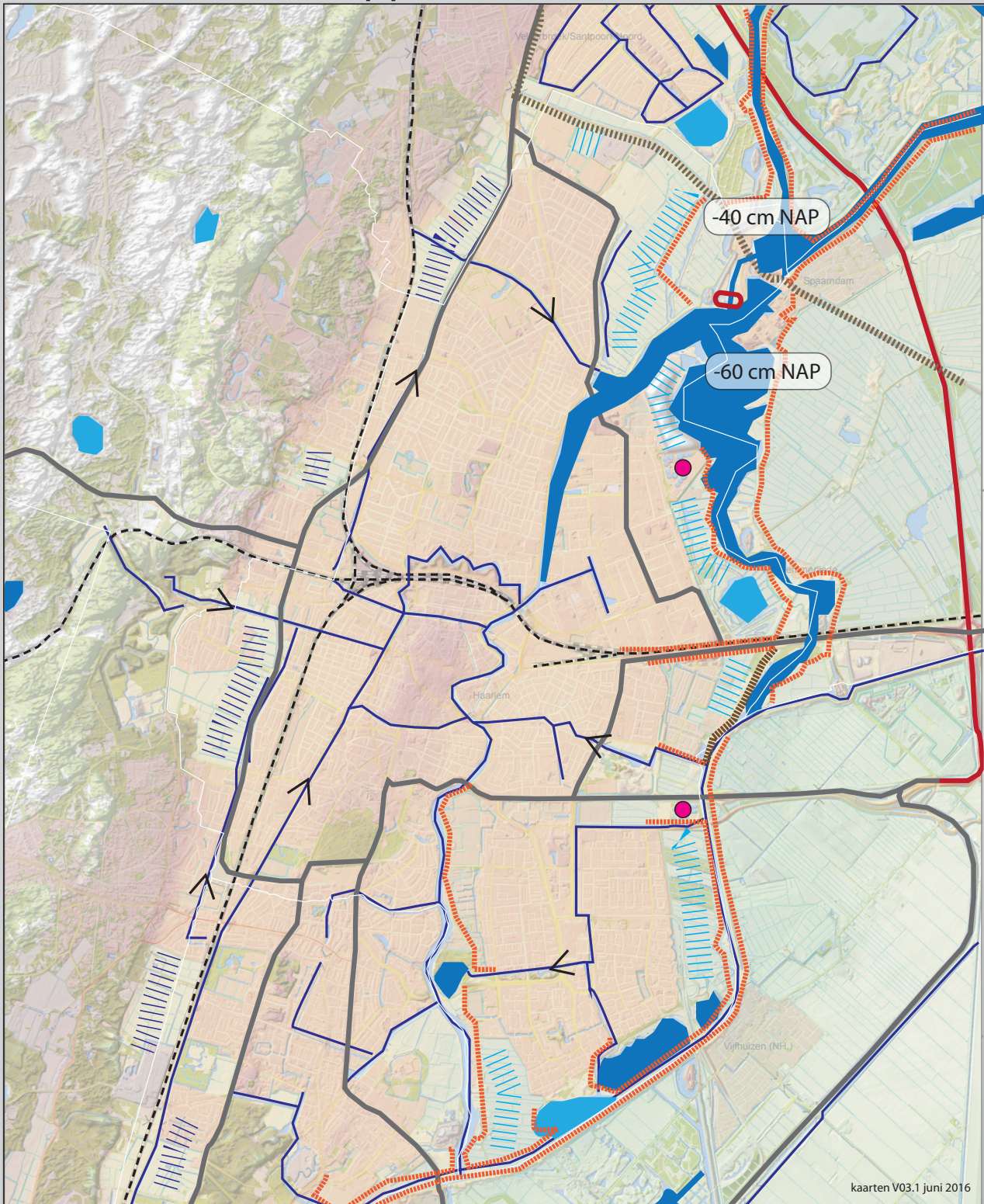
Door de relatief hoge ligging van de oude strandwallen ten opzichte van de grondwaterstand is een behoorlijke berging in de bodem aanwezig. De grondwaterstand fluctueert minder dynamisch dan in de aangrenzende zones. Ook hier wordt het grondwater vooral gevoed door neerslag. Een verhoogde grondwaterstand in de duinen bemoeilijkt het wegzakken van het grondwater naar diepere lagen.

De grondwaterstand van het poldergebied wordt gevoed met neerslag en brak kwelwater uit de diepe bodemlagen. Het zoete grondwater uit de duinen kwelt alleen op aan de rand van de polder. De grondwaterstand reageert sterk op neerslag en fluctueert vlak aan het oppervlak. De grondwaterstand is het laagst in de Haarlemmermeerpolder (circa 6 meter beneden NAP). De ondiepe bodem bestaat (van nature) uit klei en veen met daaronder wadzandlagen. In de Haarlemmermeerpolder vindt nagenoeg geen nalevering van duinwater plaats. Er zijn relatief veel bemalen watergangen aanwezig die het freatische<sup>7</sup> en opkwellende grondwater afvoeren. De grondwaterstand reageert in het algemeen sterk op neerslag en de grondwaterstand fluctueert vlak onder maaiveld.

---

7 Freatisch grondwater is grondwater waarin de stijghoogte (de waterdruk) alleen afhangt van de hoogte van de waterkolom. Gemeente Haarlem, Openbaar Groen in Haarlem “Meerwaarde met groen”, Rekenkamercommissie 2015

# Oppervlaktewater



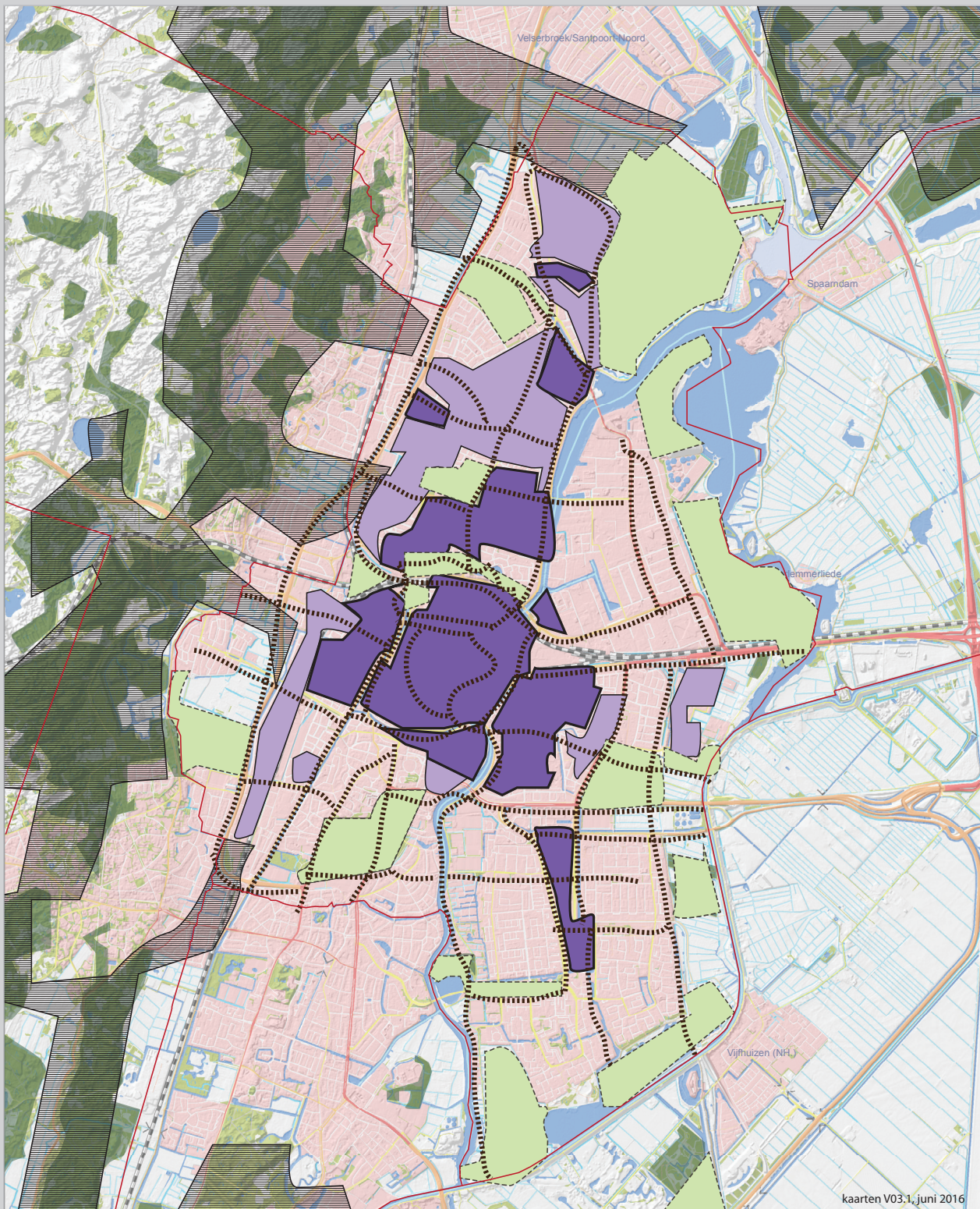
- |                                    |                       |                                    |                  |                             |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------|
| primaire kering (zie Ow1)          | boezemwater (zie Ow1) | zwemwater (zie Ow2)                | RZWI (zie Ow1)   | zone kwelsloten (zie Ow1)   |
| secundaire kering (zie Ow1)        | polderwater (zie Ow1) | overige meren en plassen (zie Ow1) | gemaal (zie Ow1) | zone poldersloten (zie Ow1) |
| (bruin: droogtegevoelig (zie Ow3)) |                       |                                    |                  |                             |

### **C. Oppervlaktewater**







Een groot deel van de wateren in Haarlem maakt deel uit van het regionale boezemsysteem van het Hoogheemraadschap van Rijnland en heeft een waterpeil van ca. 0,60 m beneden NAP. De ruggengraat van het Haarlemse boezemwatersysteem wordt gevormd door de rivier het Spaarne (met een peil van ca. 0,60 m beneden NAP), waarop de stadsgrachten zijn aangetakt. Overtollig water wordt bij Spaarndam richting het Noordzeekanaal uitgemalen. Kwel uit de duinen zorgt voor een toevoer van schoon water in het boezemsysteem. Zodoende is de stroomrichting in het boezemwater van Haarlem overwegend van west naar oost en van zuid naar noord.

Langs de westelijke binnenduinrand en in de oostelijke veenweidegebieden ligt een aantal polders met lagere waterpeilen dan de boezem. Elke polder heeft zijn eigen gemaal en pompt het overtollig polderwater in de boezem. Boezemkeringen beschermen de polders tegen het boezemwater. Haarlem wordt aan de noordkant afgeschermd door een primaire waterkering, de Spaarndammerdijk. Deze dijk is onderdeel van dijkkring 14, die een groot deel van de Randstad tegen hoog water vanuit zee en de grote rivieren beschermt.

# Natuur en groen



kaarten V03.1, juni 2016

- |   |   |  |
|---|---|--|
|  bossen (zie topkaart)                     |  regionaal groen (zie Gr1)     |  typologie verdicht zonder voortuin (zie Gr5) |
|  Ecologisch waardevolle gebieden (zie Gr3) |  hoofdbomenstructuur (zie Gr4) |  typologie verdicht met voortuin (zie Gr5)    |



## **D. Natuur en groen**

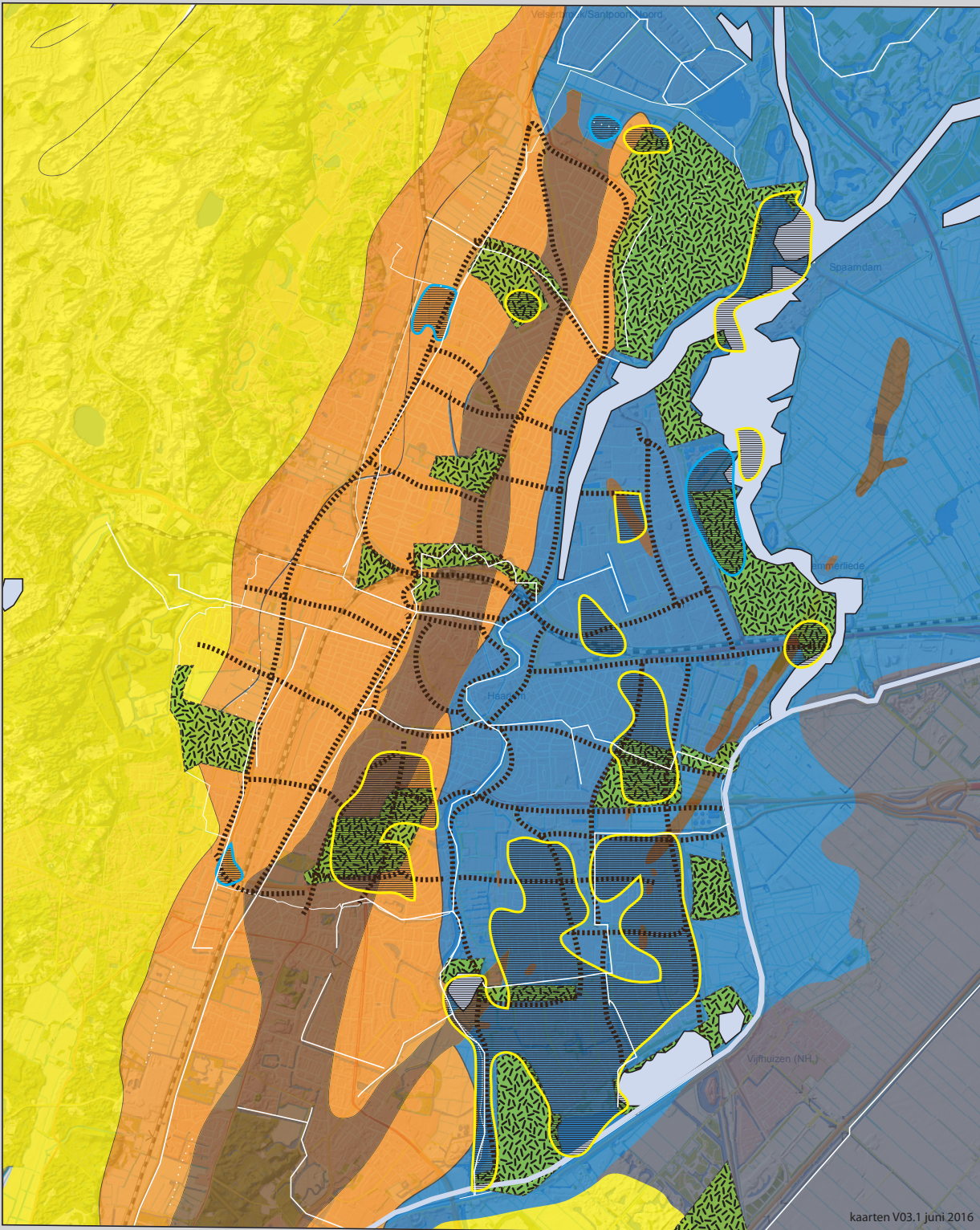
Haarlem is een sterk versteende stad. Per saldo scoort Haarlem met 24m<sup>2</sup> groen per inwoner een stuk lager dan andere gemeenten boven de 100.000 inwoners (gemiddeld 35 m<sup>2</sup>/inw.)<sup>8</sup>. De stad heeft vooral veel groen aan de randen en in de omgeving. Een bosrijke omgeving in de duinen en weidegebieden aan de noord- en oostkant van de stad. In de stad zelf zijn er enkele grote parken, kleine losse parkjes en groene plekken. De groengebieden zijn onderling alleen verbonden met een lichte structuur van bomen en openbaar groen. De bomenstructuur is vooral aan de wegstructuur gekoppeld en heeft een wisselende kwaliteit wat betreft continuïteit en vitaliteit. De huidige gemiddelde omlooptijd van straatbomen is slechts 30 jaar<sup>9</sup>.

---

8 Gemeente Haarlem, Openbaar Groen in Haarlem “Meerwaarde met groen”, Rekenkamercommissie 2015

9 “Geef bomen de ruimte”, Bomenbeleidsplan 2009-2019, gemeente Haarlem 2009

# LANDSCHAP



kaarten V03.1 juni 2016

## vanuit bodem

- duinzand
- strandvlakte
- strandwal
- droogmakerij/ zeelei
- polders/ klei en veen

## vanuit water

- boezem - en polderwater
- waterlopen

## vanuit natuur/ groen

- meeste wegzijging
- meeste kwel
- Ecologisch waardevolle gebieden
- bomenstructuur

## 2.2. Integratiekaart landschap

De landschapskaart toont de manier waarop bodem en ondergrond, water, natuur en groen samen het landschap hebben gevormd. Ze hebben in hun samenhang ook veel invloed gehad op de opbouw van de stad. Op de kaart zijn onderdelen gecombineerd van de 'losse' themakaarten bodem en ondergrond, water, natuur en groen:

Vanuit de bodemkaart is de zonering van bodemtypes overgenomen. Deze zonering zal mede het fundament moeten gaan vormen voor de klimaatstrategie van Haarlem. Het centrum van Haarlem ligt op de hoger gelegen zandige strandwal, de stad heeft zicht uitgebreid op de lager gelegen strandvlaktes en polders met klei- en veenbodems. Grote delen van Haarlem zijn bij aanleg opgehoogd met een zandpakket, de bodemkaart geeft de locaties aan. Het hooggelegen zand en het lager gelegen klei en veen hebben sterk uiteenlopende eigenschappen qua absorptievermogen van water bij grote neerslag en qua waterretentie in droge tijden.

Vanuit de waterkaarten (oppervlaktewater en grondwater) is de ligging van de waterstructuur in de landschapskaart opgenomen. Het boezemwater ligt rond de droogmakerij, het overige water is polderwater. Het peil van het boezemwater is ca. 60 centimeter beneden NAP. De overwegende stroomrichting is van zuid naar noord, het water wordt afgevoerd via het Noordzeekanaal. In dit gebied komt veel kwelwater aan de oppervlakte, dat vanuit de duinen naar de gemeente toestroomt. Ook wordt het grondwater gevoed door regenwater, met als gevolg grote fluctuaties van het grondwaterpeil bij sterk wisselende neerslag. Voor de afwatering van overtollig water is dit een belangrijk gegeven.

Vanuit de natuur- en groenkaart zijn de ecologisch waardevolle gebieden overgenomen. Deze liggen vooral aan de rand van de stad, ook de grotere parken in de stad zelf zijn als natuurgebied aangegeven. Bij deze parkgebieden is een noord-zuid patroon herkenbaar. De groengebieden zijn onderling alleen verbonden met een lichte structuur van bomen en openbaar groen. De bomenstructuur is vooral aan de wegstructuur gekoppeld en heeft een wisselende kwaliteit wat betreft continuïteit en vitaliteit. Haarlem kent veel versteende stadsdelen, de natuur- en groenkaart geeft de meeste versteende delen weer.



*Hoogbejaarden zijn extra kwetsbaar*

### **3. Klimaatveranderingen in Haarlem**

De gevolgen van de klimaatveranderingen voor Haarlem worden in dit hoofdstuk uiteengezet.

#### **3.1. Opzet van de analyse**

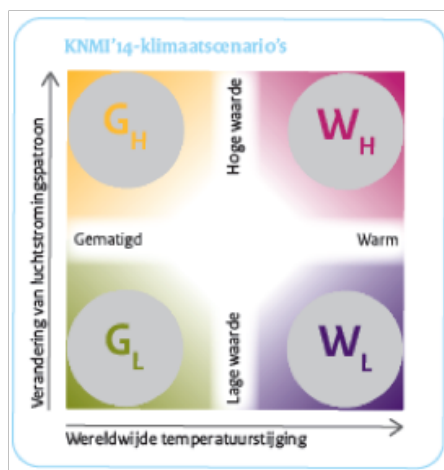
Hoofdstuk 3 van dit rapport trechtert van klimaatverandering via effecten op gemeentelijk niveau naar kwetsbare groepen en functies die bescherming behoeven:

- a. blootstelling aan vaststaande, te verwachten klimaatverschijnselen op Nederlandse schaal (par. 3.2);
- b. de effecten op gemeentelijke schaal door de blootstelling aan de klimaatverandering (par. 3.3);
- c. kwetsbare groepen en functies die het meest last kunnen hebben van de klimaatverandering (par. 3.4).

Tot slot wordt een indicatie gegeven van de kosten bij niets doen. Deze zijn berekend met hulp van de Clico-methode (par. 3.5).

## 3.2. Blootstelling

Bij het belichten van de klimaatverandering in Haarlem is uitgegaan van de vier mogelijke toekomstscenario's die door het KNMI worden gehanteerd. De scenario's worden gedefinieerd door de wereldwijde temperatuurstijging (variabelen 'Gematigd' en 'Warm') en de mogelijke verandering van het luchtstromingspatroon (variabelen 'Lage waarde' en 'Hoge waarde'). De voor Haarlem relevante, belangrijke klimaatverschijnselen worden hier toegelicht.



*schematische presentatie van de vier toekomstige klimaatscenario's*

### ***Temperatuur blijft stijgen***

Tussen 1901 en 2013 is de gemiddelde temperatuur in De Bilt toegenomen met 1,8 °C. Het grootste deel van deze toename (1,4 °C) vond plaats tussen 1951 en 2013. Het is de verwachting dat de temperatuur in de toekomst blijft stijgen.

### ***Zeespiegel stijgt***

De zeespiegel voor de Nederlandse kust is de afgelopen eeuw circa 20 centimeter gestegen. Op basis van de KNMI '14-scenario's kan deze voor Nederland verder toenemen tussen 15 en 35 centimeter in 2050 en tussen 45 en 80 centimeter in 2085. Op basis van recent onderzoek blijkt de zeespiegelstijging sneller plaats te vinden dan verwacht, namelijk ca. 3 mm per jaar.

### ***Rivierafvoeren nemen toe***

De gemiddelde afvoeren van de Nederlandse rivieren zijn meetbaar toegenomen in de winter en afgenomen in de zomer. Voor zowel de Rijn als de Maas wordt een toename van de piekafvoeren verwacht en een verdere afname van de zomerafvoeren. De maatgevende hoogwaterafvoer bij de Rijn is nu 18.000m<sup>3</sup>/sec. In het jaar 2100 kan dit 5 tot 50 keer vaker optreden dan nu.

### ***Zachte winters en hete zomers komen vaker voor***

De kans op koude winters neemt sterk af. Het landelijk gemiddelde aantal vorstdagen neemt af ongeveer 60 dagen in de periode 1981-2000 tot circa 15-25 dagen in de periode 2035-2065. Het aantal ijsdagen neemt met 50%-90% af; dat zullen per winter in de periode 2035-2065 gemiddeld 3 tot 8 dagen zijn. De kans op een Elfstedentocht neemt af van 15% nu tot enkele procenten aan het einde van de eeuw.

### ***Meer droge zomers***

Als het droog is, is het vaak in een groot deel van Nederland droog of zelfs in een groter gebied. Sinds 1951

komt droogte iets vaker voor in Nederland. Deze trend zet in de toekomst waarschijnlijk door. Droogte gaat vaak gepaard met hoge temperaturen. Bij droogte is er minder vocht beschikbaar voor verdamping en wordt een groter deel van de zonnestraling gebruikt voor de opwarming van de lucht, met hogere temperaturen tot gevolg. Er is sprake van extreme droogte wanneer het neerslagtekort groter is dan 175 mm én wanneer dit neerslagtekort hoger is dan de vijf procent droogste jaren.

### ***Jaarneerslag neemt toe***

In alle KNMI-scenario's neemt de neerslag in alle seizoenen toe, met uitzondering van de zomer. De toename komt vooral doordat bij een opwarmend klimaat de hoeveelheid waterdamp in de lucht toeneemt. Voor de zomer zijn de klimaatmodellen niet eenduidig of de gemiddelde neerslag dan toe- of afneemt. Twee KNMI-scenario's (GL en WL) berekenen een kleine toename van de gemiddelde neerslag in de zomer en de twee andere (GH en WH) een aanzienlijke afname.

### ***Veranderingen in windsnelheid klein***

Boven land zien we sinds de jaren zestig een afname van de windsnelheid en het aantal stormen. Dit lijkt voornamelijk vooral een gevolg van de toenemende bebouwing in Nederland. Hoe meer bebouwing, des te ruwer het landoppervlak en des te meer de wind afgeremd wordt. Langs de kust daalt de gemeten windsnelheid niet sinds de jaren zestig. In Nederland waait het gemiddeld het vaakst uit het zuidwesten, vandaar ook ons milde zeeklimaat.

### ***Toename van extreme buien***

Neerslagextremen kunnen ontstaan door passage van fronten die samenhangen met depressies óf door buien als gevolg van sterke lokale verticale bewegingen in de atmosfeer. Fronten komen vooral voor in de winter en buien in de zomer, maar vaak treden ze ook tegelijk op. Uit waarnemingen blijkt dat bij de meest extreme buien de hoeveelheid neerslag per uur toeneemt met ongeveer 12% per graad opwarming. In de toekomst zal daarom de kans op extreme neerslag verder toenemen.

### ***Windstoten, hagel en onweer worden heviger***

Af en toe treft een storm in de zomer grotere delen van het land, maar meestal zijn het zware buien tijdens onweer die in dit seizoen overlapt en windschade veroorzaken. Windstoten kunnen ontstaan aan de voorzijde van een bui. Bij een naderende zomerse bui arriveren de windstoten vaak eerder dan de neerslag. In Nederland zullen hagel en onweer in de toekomst heviger worden. Meer waterdamp leidt tot meer condensatiewarmte, waardoor de sterkte van verticale bewegingen in wolken toeneemt en het vaker hagelt en onweert, met grotere hagelstenen. Per graad mondiale opwarming neemt het aantal bliksemslagen bij onweer toe met ongeveer 10 tot 15%.

### ***Hoeveelheid zonnestraling neemt licht toe***

Sinds de jaren 1950 is de hoeveelheid bewolking in Nederland niet wezenlijk veranderd. De zonnestraling is tussen 1981 en 2013 toegenomen met 9%. Een reden voor deze verandering is dat de lucht schoner is geworden en daardoor ook transparanter. Er is een kans op een afname van de bewolking in toekomstige zomers. Dit is het gevolg van frequentere oostenwind.

### ***Bodemdaling***

Door de lagere grondwaterstand kan oxidatie van veenbodems optreden. Dat leidt tot een versnelde veenafbraak en zorgt voor inklinking en bodemdaling. Dit wordt bevorderd door hogere temperaturen, die leiden tot meer verdamping en daling van de grondwaterstand óf door waterpeilverlaging in landbouwgebieden. Bodemdaling treedt ook op door de grootschalige trend tot kanteling van Nederland richting de Noordzee (extra daling van ca. 2 mm per jaar).





### 3.3. Klimaateffecten

De gevolgen van de in de vorige paragraaf besproken klimaatverschijnselen (alleen of in samenhang) zijn zeer divers. Dat noemen we de klimaateffecten. Deze worden in deze paragraaf besproken. Het gaat daarbij om effecten van klimaatverandering op gemeentelijke schaal specifiek voor Haarlem, zoals hittestress en wateroverlast. De effecten worden mede bepaald door de fysieke omstandigheden in en om Haarlem. Bij de bepaling van de effecten voor Haarlem speelt de landschapsanalyse uit hoofdstuk 2 een voorname rol.

#### I. Overstroming

##### *Wat kan er gebeuren?*

Een overstroming kan plaatsvinden door een dijkdoorbraak of als water over de dijken heen stroomt door hoog water in de rivieren. Dit kan gebeuren als er langdurig en veel neerslag valt, gedurende meerdere dagen tot weken. Overstroming kan ook plaatsvinden door hoog water vanuit de zee. De kans op hoog water neemt toe door de zeespiegelrijzing en als er door langdurige harde wind opstuwing van water plaatsvindt. Naast de primaire kering die Haarlem in de vorm van dijkkring 14 beschermt tegen overstromingen vanuit zee en rivieren, hebben de secundaire (regionale) keringen als doel Haarlem te beschermen tegen lokale overstromingen. Een deel van deze dijken bestaat uit veengrond. Veendijken kunnen onder extreem droge omstandigheden bezwijken. Doordat periodes van droogte onder klimaatverandering vaker voor gaan komen zal de kans op het bezwijken van veendijken ook toe gaan nemen.

##### *Waar kan dat gebeuren?*

De poldergebieden aan de oost- en noordzijde van Haarlem komen onder water te staan. Die liggen beneden 0,2 tot 1 meter beneden NAP. Dat geldt voor de groene polders rond Schalkwijk, de (stedelijke) Zuiderpolder, en de groene oostrand van de Waarderpolder. Het bedrijvenpark Waarderpolder is grotendeels opgehoogd. De Haarlemmermeerpolder ligt circa 4 meter beneden NAP.

##### *Is dat erg?*

Overstromingen door dijkdoorbraak van primaire keringen zijn grote en ingrijpende gebeurtenissen. Overstroming vanuit de regionale keringen treft vooral de groene polders aan de oostrand van Haarlem, maar ook de in de Zuiderpolder gelegen woonwijk. Het risico is in laatstgenoemde polder het grootst, gezien de te verwachten directe schade aan bezittingen, onderlopen van kelders, uitval openbare voorzieningen zoals elektriciteit, ICT voorzieningen, rioolwaterzuivering, drinkwaterleidingen, aardgasleidingen, vitale installaties in ondergelopen ruimtes van bedrijven en instellingen. Hiernaast is er ook sprake van verminderde bereikbaarheid voor de hulpdiensten van wegen ondergelopen wegen en viaducten.

Haarlem ligt zelf grotendeels niet in het risicogebied voor overstromingen. In geval van een grootschalige overstroming elders kan Haarlem te maken krijgen met economische schades en opvang van getroffen mensen. Indien geen dijkversterking plaats zou vinden voor dijkkring 14 zullen de schadekosten volgens de Clico-analyse door overstroming vanuit de primaire kering voor Haarlem in de periode 2015-2050 toenemen met maximaal 0,4 miljoen Euro.

##### *Toelichting overstromingskaart*

*Op deze kaart staat de maximale overstromingsdiepte in meters.*



*Wateroverlast op de Grote Markt*

## II. Wateroverlast

### *Wat kan er gebeuren?*

Wateroverlast kan ontstaan aan de aanvoerkant en aan de afvoerkant.

Aan de aanvoerkant:

- Hevige regenval waarbij de neerslag niet snel genoeg wegstroomt en er water op openbaar of privégebied komt te staan; dit kan optreden bij een korte en hevige hoeveelheid neerslag.
- Inundatie vanuit oppervlaktewater wanneer de neerslag niet snel genoeg kan worden afgevoerd.
- Aanvoer van kwel vanuit de duinen die eveneens niet snel genoeg wegstroomt.

Aan de afvoerkant:

- Verstopte afvoer of beperkte capaciteit van opvang, afvoer en/of rioleringen.
- Beperkte infiltratiemogelijkheid.

Langdurige neerslag kan ook leiden tot hoge grondwaterstanden, zoals dat gebeurde in de winter van 2012/2013.

### *Waar kan dat gebeuren?*

De WOLK-analyse<sup>10</sup> toont aan dat er bij zeer extreme neerslag water op straat ontstaat in de lager gelegen delen van de wijken in Haarlem. De riolering kan deze enorme hoeveelheden water dan niet meer verwerken. De rijwegen in de openbare ruimte zullen daardoor dienst gaan doen als afvoergoten voor het water, waardoor er ernstige hinder voor het verkeer kan ontstaan. Vooral delen van de Rijksstraatweg in Haarlem-Noord, ten noorden van de Jan Gijzenkade, ter hoogte van de Zaanenlaan, de Zaanenstraat en het aangrenzende zuidelijk gelegen stuk van de Spaarndamseweg liggen laag waardoor hier zich tijdelijk meer dan 200 mm water kan verzamelen. Hiernaast zijn lager gelegen delen zoals de tunnels onder het spoor en van de Zuid-Tangent kwetsbaar. De Grote Markt is dat door zijn relatief lage ligging eveneens. Voor het Flo-rapark en de Kleine Hout geldt dat langdurige regenval in het voorjaar de grasvelden kwetsbaar zal maken voor vertrapping door deelnemers aan het 5-mei festival.

Berekend is dat in de toekomst door extreme neerslag in laaggelegen delen van Haarlem regenwater de woningen kan instromen. Op dit moment wordt onderzocht waar dit risico zich daadwerkelijk kan voordoen en welke maatregelen mogelijk zijn om het risico te beperken tegen aanvaardbare kosten. Vooral in de binnenduinrand kunnen hoge grondwaterstanden t.g.v. langdurige regenval ongeveer tweemaal zo vaak gaan optreden en kunnen 10 tot 20 cm hoger zijn dan thans het geval is. Op de strandwallen, in het boezemgebied en in de polder kunnen ook vaker hogere grondwaterstanden optreden, maar de toename is hier minder sterk en de pieken zijn gemiddeld minder hoog.

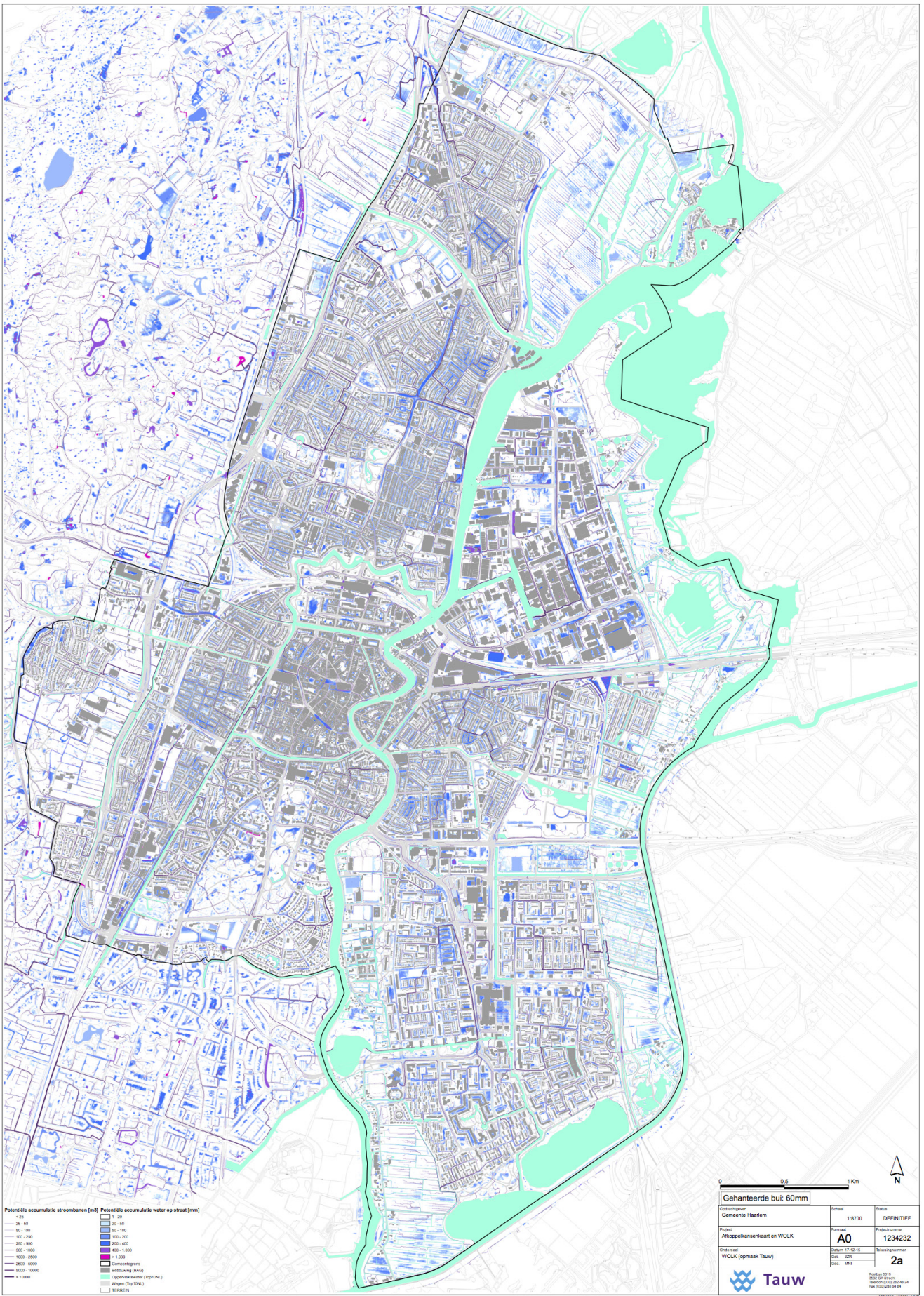
### *Is dat erg?*

De hinder door grondwateroverlast zal toenemen: kelders die lek zijn boven de huidige grondwaterstand zullen vollopen en diepere kruipruimtes komen blank te staan. Bewoners zullen dit als ernstige hinder ervaren met schade en klachten ten gevolge (denk aan de klachten tijdens de natte winter van 2012/2013). Ook het binnenstromen van regenwater in woningen in laaggelegen delen van Haarlem zal schade en klachten ten gevolge hebben.

De hinder voor het verkeer en burgers als gevolg van wateroverlast door hevige regenval valt tot dusver mee, maar zal naar verwachting in de toekomst meer worden. Het riool kan een stortbui van 20 mm in een uur verwerken; bij een toename van de regenintensiteit ontstaan meer problemen met de afvoer en wordt het water tijdelijk op het maaiveld geborgen. Plekken die speciale aandacht behoeven zijn de tunnels in de routes voor de hulpdiensten zoals de Zijlweg, de Gedempte Oostersingelgracht en de laaggelegen wegen zoals de Rijksstraatweg. Deze doorgaande wegen zullen naar verwachting in de toekomst na extreme regenval vaker moeilijker berijdbaar zijn; op basis van de KNMI scenario's is de verwachting dat de laagge

---

10 WOLK staat voor Wateroverlastlandschapskaart. Met de WOLK ziet men in één oogopslag waar water naar toe gaat en waar het overlast geeft mocht uw gemeente getroffen worden door extreem hevige neerslag.



leggen wegen zelfs één maal per 10 jaar gedurende maximaal 6 uren ontoegankelijk zijn<sup>11</sup>.

Hiernaast kan ook hier sprake zijn van aan schade aan vitale infrastructuur, zoals elektriciteitsvoorzieningen, ICT voorzieningen, rioolwaterzuivering, , drinkwaterleidingen, aardgasleidingen, vitale installatie van bedrijven en instellingen.

**Tabel: Situaties van extreme neerslag vanaf 2005<sup>12</sup>:**

Datum	Hoeveelheid neerslag in 1 uur
16 juli 2007	28,1 mm
7 augustus 2008	27,5 mm
26 augustus 2010	24,8 mm

*Toelichting op WOLK-analyse*

*De WOLK-analyse (zie kaart) geeft een grove indicatie van de hoeveelheid neerslag bij een zeer zeldzame wolkbreuk (60 mm in een uur, circa eens per 100 jaar nu en in de toekomst mogelijk eens in de 10 jaar). Water staat in een overlastsituatie circa 30 minuten tot 6 uur (in de lagere gebieden) op straat, classificatie: 0-100 mm (groen), 00-200 mm (oranje) , groter dan 200 mm (rood)*

---

11 WOLK-analyse – Gemeente Haarlem

12 Weersextremen en de gevolgen voor Haarlem, Yorick van Berkel – gemeente Haarlem, 2015



*Het Stationsplein is door haar open ligging en versteende inrichting gevoelig voor hittestress*

### III. Hittestress

#### *Wat kan er gebeuren?*

Voor de warmtestress van personen is de gevoelstemperatuur belangrijker dan de luchttemperatuur. Door de stijging van de temperatuur kan de (gevoels)temperatuur overdag en 's nachts toenemen. De gevoelstemperatuur wordt bepaald door een combinatie van de luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, zonnestraling en windsterkte. Bij een hoge omgevingstemperatuur probeert het lichaam de warmte af te voeren door transpiratie. Bij een hogere luchtvochtigheid zal dat proces echter moeilijker verlopen. Hoge luchtvochtigheid bij hoge temperaturen wordt door veel mensen daarom als extra benauwend en stressvol ervaren. Als de nachttemperatuur boven de 20 graden C blijft, kunnen veel mensen minder goed slapen en neemt mede daardoor ook de arbeidsproductiviteit af. Directe zonnestraling zorgt voor een verhoging van de warmtestress op het menselijk lichaam, en wind juist voor verkoeling.

#### *Waar kan dat gebeuren?*

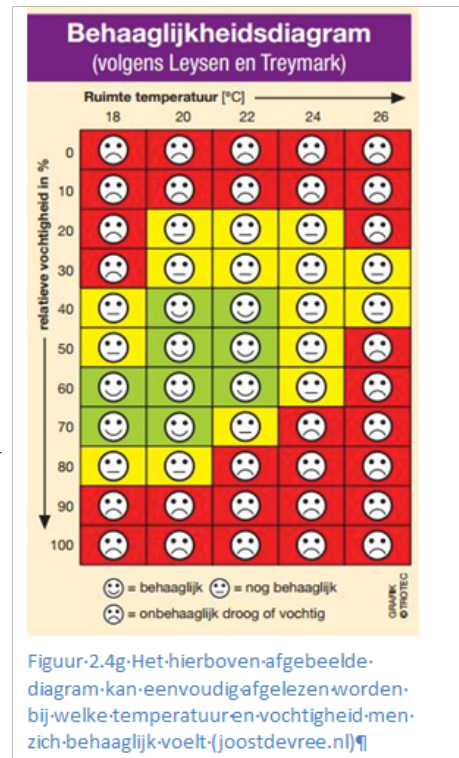
Overall waar huizen en gebouwen staan zonder airconditioning en er onvoldoende koeling is door water en groen in de openbare ruimte en de eigen tuin is sprake van hittestress. Dit geldt voor grote delen van de stad, met uitschieters vooral in het centrum van Schalkwijk, Zijlwegkwartier, Amsterdamsewijk, Slachthuiswijk, Transvaalwijk, Indischewijk en Waarderpolder.

#### *Is dat erg?*

Gezondheidseffecten van warmte variëren van klachten van hinder door onder meer slaapverstoring tot levensbedreigende verstoring van de fysiologische functie. Slaapverstoring door nachtelijke warmte leidt overdag tot concentratieverlies, lusteloosheid, vermoeidheid en prikkelbaarheid. In het algemeen leiden deze verschijnselen niet tot ernstige problemen, tenzij dit leidt tot gevaarlijke situaties in bijvoorbeeld verkeer of werk. Lichamelijke verschijnselen van een warme omgeving zijn het gevolg van uitdroging en onvoldoende circulerend bloedvolume en van onvoldoende mogelijkheid tot zweten.

Er is een verband tussen een toename van sterfte en de temperatuur. De hoogste sterfte vindt plaats bij extreem koude- en extreem warme omstandigheden<sup>13</sup>. Langdurige hittestress veroorzaakt dus extra sterfte. Zo zijn er in de zomer van 2006 in Nederland 1200 extra sterfgevallen opgetreden voornamelijk bij kwetsbare groepen. Dat betekent circa 12 mensen in Haarlem. De toegenomen sterfte (oversterfte) bij warm weer is het hoogst op de dag van de hitte zelf tot 2-3 dagen daarna<sup>14</sup>. Dit betekent dat oorzaken van sterfte vrijwel altijd acuut zijn. Vooral de cardiovasculaire en respiratoire sterfte is verhoogd. Hoewel het merendeel van de sterfgevallen een cardiovasculaire oorzaak betreft, is de relatieve toename in sterfte het grootst voor respiratoire oorzaken.

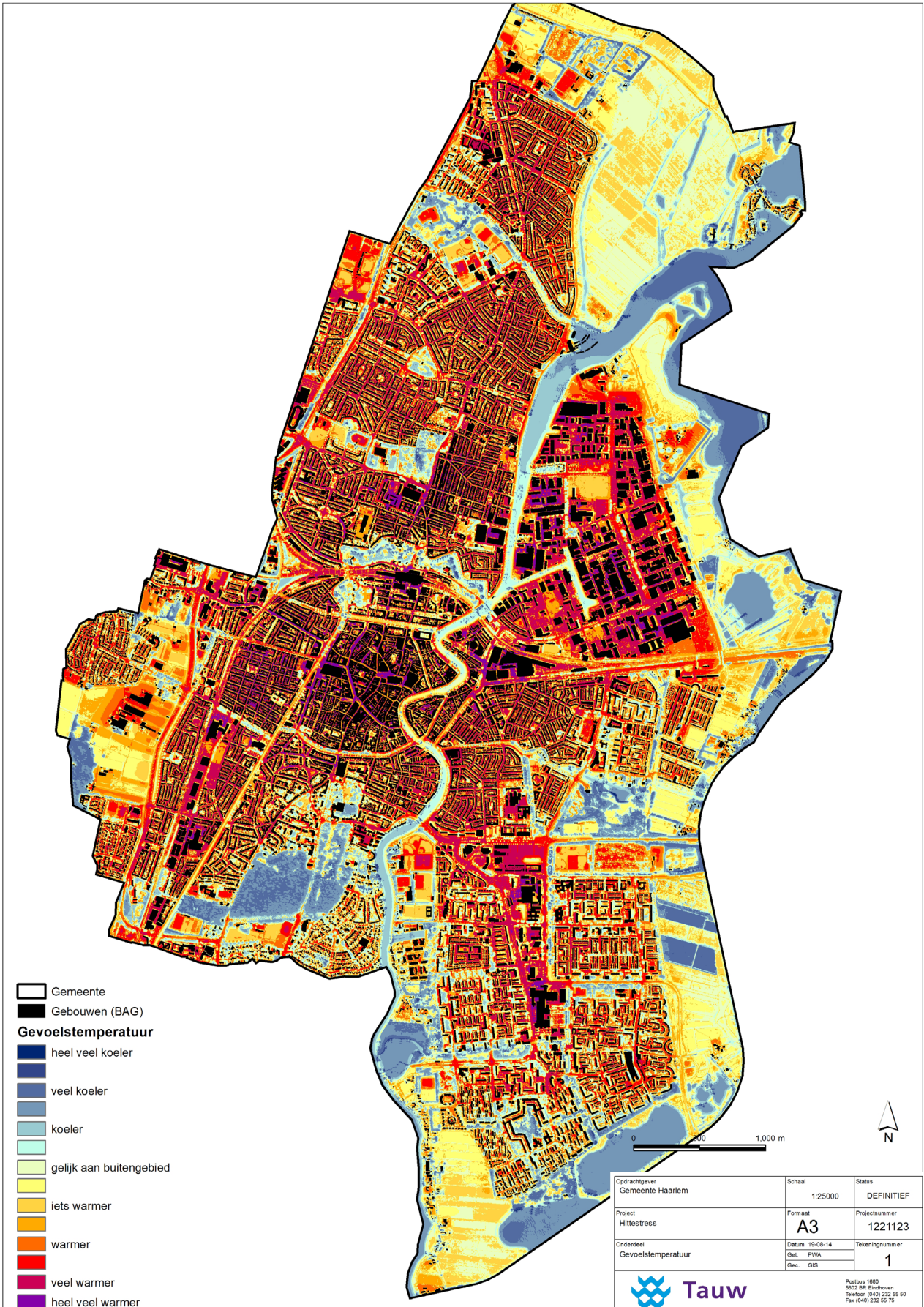
Tijdens warme weersomstandigheden kunnen naast gezondheidseffecten door de warmtebelasting ook gezondheidseffecten door bijkomende factoren zoals smog ontstaan. Bij warme weersomstandigheden in stedelijke gebieden kan er sprake zijn van een toename van luchtverontreiniging door verkeersemisies. Dit komt vooral voor in gebieden met een dichte bebouwing waardoor de afvoer van verkeersverontreiniging met de wind laag is. Een toename van de verkeersgerelateerde luchtverontreiniging leidt tot een verhoogd gezondheidsrisico, met name voor ouderen, jonge kinderen en mensen met chronische longziekten of hart- en vaatziekten.



*Behaaglijkheidsdiagram volgens Leysen en Treyremark (bron: joostdevree.nl)*

13 Baccini et. Al (2008), Heat effects on mortality in 15 European cities Epidemiology. 2008 Sep;19(5):711-9.

14 Nationaal Kompas Volksgezondheid



- Gemeente
- Gebouwen (BAG)
- Gevoelstemperatuur**
- heel veel koeler
- veel koeler
- koeler
- gelijk aan buitengebied
- iets warmer
- warmer
- veel warmer
- heel veel warmer

Opdrachtgever Gemeente Haarlem	Schaal 1:25000	Status DEFINITIEF
Project Hittestress	Formaat A3	Projectnummer 1221123
Onderdeel Gevoelstemperatuur	Datum: 19-08-14 Get: PWA Gec: GIS	Tekeningnummer 1
<b>Tauw</b>		<small>Postbus 1880 5602 BR Eindhoven Telefoon (040) 232 55 00 Fax (040) 232 55 75</small>

GREEN/pwa 19-08-2014 03:03 1221123\_10016E.MXD



Samengevat, hitte voor de inwoners en de werkenden in Haarlem kunnen voor het volgende zorgen:

- Vaker een onaangenaam microklimaat in de stad, wat gevolgen kan hebben voor het winkelen (andersom kan het leiden tot groter terrasbezoek).
- Verminderde zelfredzaamheid en gezondheid onder ouderen (en zieken) door sterke opwarming van woningen.
- Warme nachten die leiden tot slecht slapen, lagere irritatiegrens, concentratieproblemen en daardoor onder andere vermindering van de arbeidsproductiviteit en meer ongelukken thuis, op het werk en op straat.
- Meer uitval van lessen op school.
- Ziekte, ziekenhuisopnames en sterfte van kwetsbare groepen zoals bejaarden en kleine kinderen.
- Ziekte en uitdroging bij samenscholingen bij evenementen. Meest in het oog springend zijn de lokaties het Pim Mulier Sportpark en de Grote Markt.
- Extra kosten door airconditioning.
- Gezondheidsproblemen door luchtverontreiniging, vooral in de buurt van drukke doorgaande wegen.
- Uitval van stroom door kortsluiting door gebrek aan koeling van de stroomaanvoer.
- Opwarmen drinkwaterleiding in gebieden met weinig groen, maar ook in opgewarmde flats. De watertemperatuur kan boven 25 graden stijgen. Dan kunnen er legionella-problemen optreden.

Naast hittestress voor mensen is die er eveneens voor huisdieren, dieren in kinderboerderijen etc. Tot slot kan er sprake zijn van uitval van bruggen en andere constructies (spoorrails, wissels) die niet meer goed functioneren vanwege uitzetting van onderdelen als gevolg van de hitte. Denk aan smeltend asfalt waardoor wegen verminderd begaanbaar worden.

#### *Toelichting hitte kaart*

*De hittestresskaart geeft een voorspelling van de lokale luchttemperatuur op ca 1,5 m boven de grond rond 15:00 op een hete middag tijdens een fictieve hittegolf (bijna windstil). De kaarten tonen de lokale temperatuur met een kwalitatieve schaal (van veel koeler tot veel warmer dan buiten de stad). Het model gaat er van uit dat verschillende typen inrichtingen een verhittend (bv bebouwing, verharding) of verkoelend (bv bomen, water) effect hebben.*



*Verdroging van stedelijk groen*

## IV. Vermindering kwaliteit oppervlaktewater

### *Wat kan er gebeuren?*

De kwaliteit van het oppervlaktewater kan door verschillende oorzaken verminderen:

- Hogere temperaturen, waardoor kroos en blauwalgen kunnen groeien.
- Meststoffen die vanaf het land in het water terecht komen.
- Verzilting door brakke kwelstromen.

### *Waar kan dat gebeuren?*

Al het oppervlaktewater kan bij langdurige droogte en hitte snel in kwaliteit afnemen. Water dat minder snel doorstroomt is daarbij extra kwetsbaar. Dit geldt met name voor smalle en doodlopende sloten.

### *Is dat erg?*

Bij de twee aangewezen zwemwaterlocaties in Haarlem, de Molenplas en de Veerplas, kan de zwemwaterkwaliteit al snel in het geding komen. Blauwalg ontstaat bij hoge watertemperaturen. Waterwild bij parken kan dan bevattelijk worden voor bacterieverspreiding door botulisme.

## V. Verdroging

### *Wat kan er gebeuren?*

Droogte ontstaat als er langere tijd geen regen valt en dit tekort niet kan worden aangevuld vanuit oppervlaktewater of grondwater.

### *Waar kan dat gebeuren?*

Kwetsbare plekken in Haarlem zijn:

- Gebouwen en huizen gefundeerd op houten palen. Langdurige droogte vergroot de kans dat de grondwaterspiegel daalt, houten palen droogvallen en aangetast worden door paalrot. Vooral de houten paalfunderingen in de wijken met wisselende grondwaterstanden zijn kwetsbaar.
- Plekken met veel openbaar groen met vegetatie die kwetsbaar is voor droogte: grasvelden, lage struiken en bij zeer extreme droogte ook bomen met ondiepe wortelgroei. Openbaar groen op zandgrond is kwetsbaarder dan op klei en veengrond.
- De veendijk bij de Zuiderpolder.
- Het Florapark en de Kleine Hout kunnen bij langdurige droogte in het voorjaar na intensieve betreding bij het 5mei-popfestival langdurige stagnatie van groei ondervinden en daardoor kaal blijven.

### *Is dat erg?*

Extreme droogte geeft aanleiding tot veel schade. Droogte kan de stabiliteit van veendijken aantasten. Aantasting van houten funderingspalen door schimmel (paalrot) wordt wel in verband gebracht met het droogvallen van de paalkoppen door het uitzakken van het grondwaterniveau. Dit is afhankelijk van de geologische situatie, grondwaterstandsvaling in de (toekomstige) droge periode en het niveau waarop de houten palen in de grond zitten. Grote schade kan ontstaan aan funderingen van gebouwen, de stadsvegetatie en privétuinen.

Stedelijk groen dat mede afhankelijk is van grondwater/kwelwater kan te maken krijgen met verdroging omdat door de droogte de grondwaterspiegel steeds lager wordt. Hiernaast kan aanhoudende droogte ook leiden tot ongemak zoals de afgelasting van sportevenementen, een verbod op sproeiwatergebruik. De waterstand kan zodanig dalen, dat het open water niet meer gebruikt kan worden als bluswatervoorziening, terwijl bij droogte de kans op (natuur)brand juist toeneemt.



*Stormschade in Haarlem*

## VI. Ongecontroleerde natuurbrand

### *Wat kan er gebeuren?*

Door langdurige droogte en daar bovenop soms ook nog eens extreme hitte kan brand ontstaan als er langere tijd weinig of geen neerslag is gevallen. Harde wind maakt snelle verspreiding van brandhaarden mogelijk.

### *Waar kan dat gebeuren?*

Het meeste groen in Haarlem bestaat uit loofhout. Over het algemeen is dit minder gevoelig voor bosbrand. Daar waar sprake is van naaldhout kan mogelijk wel grootschalige brand ontstaan en overslaan. Bijvoorbeeld vanuit Aerdenhout. Opgedroogde groenzones langs het spoor zijn kwetsbaar. Vandalisme en wrijvingen tussen rails en treinrem kunnen brand veroorzaken.

### *Is dat erg?*

De kans op grootschalige bosbrand in de omgeving van Haarlem wordt als heel laag ingeschat. In de laatste decennia is geen sprake geweest van enig noemenswaardig incident.

## VII. Schade door storm en wind

### *Wat kan er gebeuren?*

De prognoses voor klimaatverandering laten geen veranderingen in de gemiddelde windkracht zien. Wel wordt een toename aan onweer en hagelbuien verwacht. Bovendien gaan hevige regenbuien vaak gepaard met windstoten. Wind en hevige regenval kunnen tot schade leiden. De afgelopen tien jaar zijn de volgende extreme situaties in windsnelheid opgetreden<sup>15</sup>:

18 januari 2007: windkracht 10

31 januari 2008: windkracht 10

18 januari 2009: windkracht 10

28 oktober 2013: windkracht 10-11

25 juli 2015: windkracht 10-11

### *Waar kan dat gebeuren?*

Veel stormschade ontstaat door omgewaaide bomen. De kans op omwaaien van bomen is het grootst als ze in blad staan. Hevig onweer kan dus aanleiding zijn voor een grotere kans op schade. Alle gebieden met veel hoge en oude bomen zijn dus extra kwetsbaar: de grote parken en bomen langs doorgaande wegen. Schade kan ook ontstaan door losgewaaide gevelplaten of andere losgewaaide onderdelen van een constructie. Schade door hagel kan overal in de stad plaatsvinden.

### *Is dat erg?*

Storm en wind kunnen voor veel overlast en schade zorgen en ook voor gevaar zorgen vooral voor verkeersdeelnemers. De bereikbaarheid van de stad kan onder druk komen te staan als in hoofdroutes sprake is van ernstige stormschade. Dit geeft tegelijk vertraging voor de inzet van ambulances, brandweer en politie, waardoor de hulp alleen met vertraging kan worden verleend. De grotere kans op stormschade door bomen is vooral ook van belang in verband met de kwetsbaarheid van kabels en leidingen en gebouwen. Daarnaast ook de schade aan bebouwing door bomen of constructie onderdelen die op de bebouwing vallen en schade aan vitale infrastructuur (ICT) is mogelijk bij het omwaaien van zendmasten.

---

15 Weersextremen en de gevolgen voor Haarlem, Yorick van Berkel – gemeente Haarlem, 2015



*Tongvarens langs de Brouwersvaart. Door mildere winters en warmere zomers groeien er meer varens langs kademuren. (Foto Marco van Wieringen)*

## VIII. Verandering in biodiversiteit

### *Wat kan er gebeuren?*

De invloed van de klimaatverandering op de biodiversiteit, de verscheidenheid aan plant- en diersoorten, is gecompliceerd en daardoor moeilijk te voorspellen.<sup>16</sup> Strenge winters komen in de toekomst minder voor en langdurige droogteperioden juist meer. Deze twee weersextremen oefenen op geheel verschillende wijze hun invloed uit op het voorkomen van planten en dieren. Sommige soorten zullen profiteren en zich verder verspreiden, weer andere soorten verdwijnen en daarvoor komen mogelijk weer nieuwe in de plaats. Er zijn ook bestaande inheemse soorten van flora en fauna die beter gedijen bij drogere klimaatomstandigheden. Dit kan leiden tot overlast en plagen. Een mooi voorbeeld is de toegenomen verspreiding van teken in het duingebied die de ziekte van lyme overdragen. Een ander voorbeeld is het effect van klimaatverandering op de vitaliteit van bomen. Door de drogere zomers kan vochtstress bij bomen ontstaan, die daardoor gevoeliger worden voor secundaire ziekten en plagen. Er kan dan sterfte ontstaan door de aantastingen van bastkevers en prachtkevers. Van belang is ook de afstemming tussen het uitlopen van het blad en het uitkomen van insectenitjes; insecten kunnen zich daardoor verspreiden of regionaal uitsterven<sup>17</sup>.

### *Waar kan dat gebeuren?*

Een rijkdom aan soorten planten en dieren is in steden overal te vinden waar bijzondere milieu-omstandigheden zijn. Dat is soms juist op die plekken waar de mens beperkt aanwezig is. Bijvoorbeeld grote privétuinen, ontoegankelijke gebieden zoals spoorzones, verlaten stukjes onbeheerd groen, steile kades en afgelegen delen van parken. In Haarlem zijn die bijvoorbeeld te vinden aan de spoorzone, op plekken langs het Spaarne, in de Haarlemmerhout en ook de ecologische hotspots zoals benoemd in het Ecologisch Beleidsplan. In hoeverre die gevoelig zijn voor de klimaatverandering verdient nader onderzoek.

### *Is dat erg?*

Nader onderzoek moet uitwijzen wat de gevolgen zullen zijn van de verandering van de biodiversiteit door de klimaatverandering. Het belang van biodiversiteit is in elk geval groot om dat zij bijdraagt aan het natuurlijke weerstandsvermogen van de stad. Biodiversiteit heeft toegevoegde waarde voor het stedelijke milieu en welbevinden<sup>18</sup>.

## IX. Erosie

### *Wat kan er gebeuren?*

Delen van een bodem kunnen wegwaaien als er veel wind is bij niet begroeide duinen. Dit kan met name gebeuren na langdurige perioden van droogte. Ook kunnen er gleuven ontstaan door afstromend water na regenval, dit kan zowel langdurige regenval als korte en hevige buien betreffen.

### *Waar kan dat gebeuren?*

Dit kan plaatsvinden op steile en niet begroeide duinen, bouwplaatsen en op plekken met slechte bestrating.

### *Is dat erg?*

Erosie kan leiden tot schade aan wegen en andere infrastructuur bij het wegspoelen van de ondergrond, waardoor er gaten in het wegdek kunnen ontstaan. Gevolg hiervan is weer schade bijvoorbeeld aan geparkeerde auto's en letsel van verkeersdeelnemers door ongelukken.

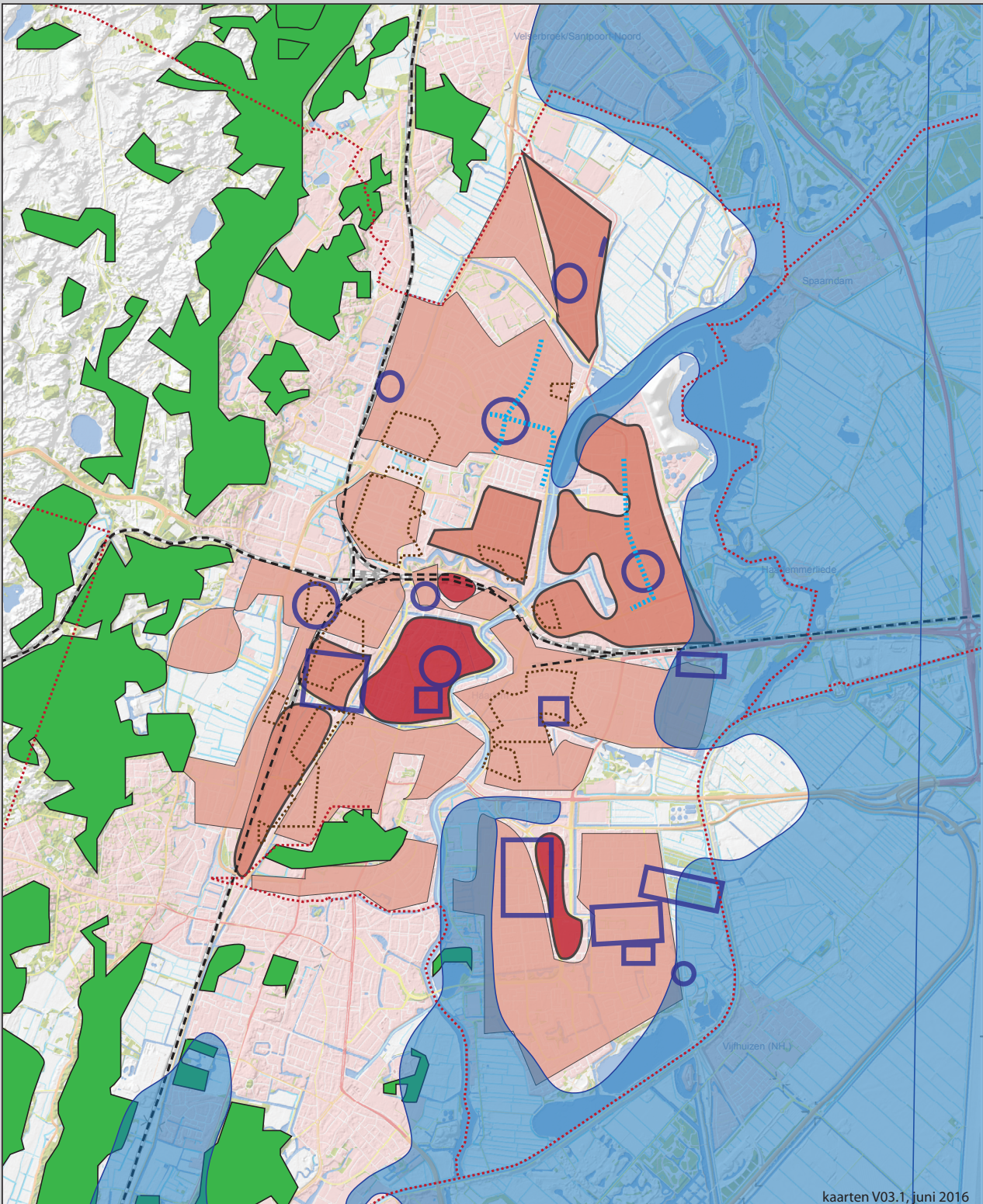
---


16 Effecten van klimaatverandering in Nederland, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) Den Haag, 2012


17 Moraal, L.G. & G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis. 2011. Changing patterns in insect pests on trees in The Netherlands since 1946 in relation to human induced habitat changes and climate factors - an analysis of historical data. *Forest Ecology and Management* 261, 50-61.


18 Groen en Gebruik ADHD-medicatie door kinderen – Sjerp de Vries et. al. 2015 Publicatie Alterra Wageningen UR;


# Klimaat effecten





 overstroming (zie Ke1)


 fundering op houten palen (zie Ke7)


 aandachtsgebied wateroverlast (zie Ke2)


 stroombaan (zie Ke2)


 hittestress in hele stad (zie ke5)

 extra hittestress (zie Ke5)

 hittespot (zie Ke5)

 brandgevaar (indicatie, geen info)

 PM bodemdaling (zie Ke6)

 PM kwel



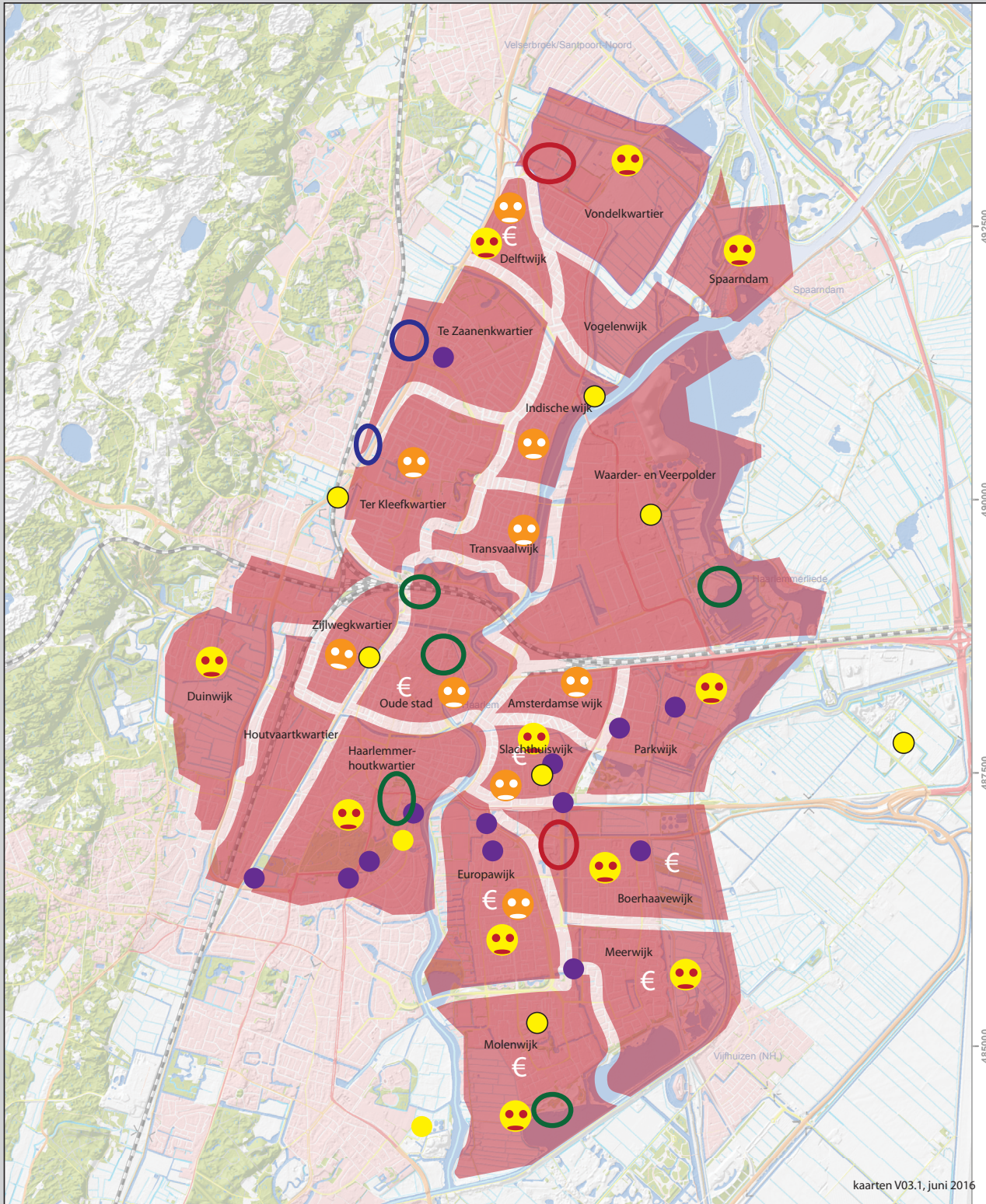
### 3.4. Samenvatting klimaateffecten

De klimaateffecten treden niet overal op, maar in specifieke zones en plekken in en rond de stad. Op deze samenvattende kaart zijn deze gebieden aangegeven. Ze geven een indicatie van de effecten en vormen een basis voor visie - en beleidsvorming. Ze zijn niet specifiek genoeg voor het maken van inrichtings- en uitvoeringsplannen. Daarvoor is gedetailleerde en gebiedsspecifieke informatie noodzakelijk.

Op de kaart met klimaateffecten is weergegeven waar Haarlem de belangrijkste effecten kan gaan verwachten:

- overstroming: Een eventuele overstroming bedreigt Haarlem vanuit het oosten, vanuit de droogmakerij en polders. Binnen de gemeente kan de Zuidpolder overstromen.
- wateroverlast: door het versteende karakter van de stad kan dit op veel plekken optreden. De kaart toont gebieden, die extra aandacht vragen, en ook stroombanen. Dat zijn wegen of paden waar het water zich verzamelt en naar een lager gelegen gebied doorstroomt.
- droogte: extreme droogte geeft aanleiding tot veel schade. Paalrot aan de funderingen van huizen en gebouwen, de schade aan het openbaar groen en het aantasten van de stabiliteit van de veendijken zijn wel de belangrijkste risico's.
- hittestress zal in vrijwel de hele stad optreden, dit komt door het versteende karakter van Haarlem. De kaart maakt onderscheid in versteende gebieden zonder voortuinen, en gebieden met voortuinen. Het historische centrum vraagt extra aandacht voor de toekomstige aantrekkelijkheid en leefbaarheid van de stad.
- vermindering kwaliteit oppervlaktewater zal in de hele stad en omgeving optreden.
- het is nog onduidelijk in welke mate de stad gevoelig is voor ongecontroleerde natuurbranden. De droge duinbossen en de spoorbermen zijn potentiële aandachtsgebieden hiervoor.
- schade door storm en wind kan in de hele stad optreden, met name in de randen en bij open gebieden in de stad.
- de verandering van de kwaliteit van de biodiversiteit is een wereldwijd fenomeen, dat ook in Haarlem merkbaar zal zijn. De gevolgen zijn niet specifiek onderzocht.
- erosie lijkt voor Haarlem geen probleem.

# Kwetsbare groepen en objecten



kaarten V03.1, juni 2016

- |  |  |  |                        |  |  |
|--|--|--|------------------------|--|--|
|  | wijk is kwetsbaar ...<br>door leeftijd (zie Kw1) |  | ziekenhuis (zie Kw5)   |  | verpleeg- en verzorgingstehuizen (zie Kw5) |
|  | door dichtheid bevolking (zie Kw 3)              |  | sportcomplex (zie Kw5) |  | hoogspanningsstation (zie Kw5)             |
|  | door laag inkomen (zie Kw2)                      |  | evenementen (zie Kw5)  |  |  |

### 3.5. Kwetsbare groepen, structuren en objecten

De klimaatveranderingen hebben zowel positieve als negatieve gevolgen voor Haarlem en haar inwoners en bezoekers. De positieve kansen vallen buiten de scope van dit onderzoek en kunnen in een vervolgtraject verkend worden. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de kwetsbare groepen, structuren en objecten.

#### **Kwetsbare mensen**

De meest kwetsbare mensen zijn thuiswonende hoogbejaarden en lichamelijk en verminderd zelfredzamen. Zij ontberen vaak vaardigheden om te handelen bij uitval van stroom door wateroverlast of bij hitte, te zorgen voor adequate koeling met een airco en om voor zichzelf te zorgen met voldoende drinkwater. De informatie van gemeentewege of GGD bereikt hen vaak niet. Hoogbejaarden leven verspreid over de hele stad. De volgende gebieden vragen extra aandacht door het hoge percentage aan mensen ouder dan 65 jaar met een laag inkomen: Delen van Schalkwijk, Slachthuisbuurt, Rozenprieel, Parkwijk en Delftwijk.

Een andere kwetsbare groep zijn de mensen met astma en allergie tegen schimmels. Wateroverlast kan aanleiding geven tot schimmelvorming in kruipruimtes en klachten geven aan luchtwegen, astma veroorzaken en allergieën verergeren.

#### **Evenementen**

Haarlem heeft zo'n 15 grote evenementen per jaar. De grootte van de evenementen varieert sterk. Bijvoorbeeld het evenement aan de Molenplas trekt jaarlijks ongeveer 5.000 bezoekers. De bevrijdingspop aan het Florapark en de Haarlemmerhout reikt tot 150.000 bezoekers. Bij deze evenementen ligt het grootste risico op klimatologisch vlak bij storm en onweer. Het scenario slecht weer wordt standaard opgenomen in het veiligheidsplan van het evenement.

De volgende locaties vragen speciale aandacht:

- De Grote Markt heeft meerdere functies en is kwetsbaar voor wateroverlast en hittestress: de wekelijkse marktplaats, de jaarlijkse kermis, de ontvangst van Sinterklaas en nog andere bijzondere evenementen zoals huldigingen e.d.;
- Florapark en Vlooienveld: bij langdurige droogte in het voorjaar is de vegetatie kwetsbaar. Bij hevige regenval of langdurige regenval kan modder ontstaan van waaruit het gras maar moeilijk terug kan groeien. De meeste schade valt onder de kronen van de bomen waar verdichting plaatsvindt, water blijft staan of wortels op andere wijze afsterven. Deze schades zijn vaak pas na meerdere groeiseizoenen zichtbaar en dan niet meer omkeerbaar en de boom onherstelbaar beschadigd raakt;
- Sportlocaties met velden voor teamsporten en tennis. Vooral kunstgrasvelden zorgen voor veel extra hittestress. Het Pim Mulier Sportpark verdient aandacht in dit opzicht gezien haar omvang en vanwege de grote toeschouwersaantallen bij de Haarlemse Honkbalweek.
- Zwemlocaties zoals de Molenplas en de Veerplas in verband met de zwemwaterkwaliteit; water in parken, vanwege het gevaar voor botulisme bij watervogels.

#### **Belangrijke objecten**

Haarlem heeft veel musea. Het overgrote deel van de musea ligt in het hoger gelegen historische hart van Haarlem. Het centrum is evenwel een bekend aandachtsgebied voor wateroverlast. Dit geldt ook voor de andere belangrijke objecten (ziekenhuizen, politiebureaus, gemeentehuis). Hittestress komt in alle gevallen wel voor. Dit vergt extra aandacht voor een goede afwatering en temperatuurbeheersing.

#### **Bebouwingen**

Veel huizen, winkels en bedrijfsgebouwen zijn nog onvoldoende aangepast op de klimaatveranderingen. Dit betreft een veelheid van aspecten, zoals de aantasting van houten funderingen (paalrot), de isolatie met betrekking tot warmteverlies, de afhankelijkheid van energie en de kans op water in het gebouw na een hevige regenbui. Een voorbeeld zijn de lage drempels van winkels, gemaakt om de toegankelijkheid te vergroten. Daardoor kan ook water op straat makkelijk in het gebouw stromen.

## **Wegenstructuur**

Veel straten en wegen in Haarlem zijn meer of minder kwetsbaar voor hevige regenval. Bij extreem hevige buien (6 cm in een uur) kunnen enkele delen van de hoofdwegenstructuur onder water komen te staan. Extra hevige regenval kan ook leiden tot problemen in lager gelegen tunnels. Juist bij weersextremen wordt er een extra beroep gedaan op hulpdiensten, die belemmerd kunnen worden door stremmingen in de doorgang van het verkeer door bijvoorbeeld ondergelopen tunnels en omgewaaide bomen.

De routes door de binnenstad van Haarlem naar het strand bij Zandvoort vanaf de N200 gelden als kwetsbaar in verband met hittestress en luchtkwaliteit. Ozon en smog (fijn stof) zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier vooral bij hitte. Alle doorgangswegen vergen in dit verband speciale aandacht. Beweegbare bruggen kunnen in tijden van extreme hitte voor problemen zorgen door uitzetting van metalen constructies, waardoor ze niet meer open of dicht gaan met verkeershinder tot gevolg.

## **Elektriciteit**

Het elektriciteitsnet lijkt goed bestand tegen overstroming en wateroverlast. De schakelstations lijken over het algemeen goed beveiligd tegen wateroverlast. Echter als woonhuizen of bedrijfsgebouwen onder water komen te staan dan valt de stroomvoorziening ter plaatse uit. Het elektriciteitssysteem zorgt ook voor het functioneren van het rioolsysteem en de waterleiding. Als het elektriciteitssysteem uitvalt dan kunnen die andere systemen ook niet meer functioneren. Nader onderzoek van schakelstations op specifieke locaties om de kwetsbaarheid vast te stellen is daarom gewenst.

Voor het functioneren van de ziekenhuizen is het van belang te weten dat de noodaggregaten over het algemeen in de kelder staan en dus ook onder water komen te staan als daar geen voorzieningen getroffen zijn.

Langdurige droogte, hitte en/of brand kunnen zorgen voor opwarming van het hele net. Opgewarmde leidingen zorgen voor kortsluiting. Leidingen die in de zandgronden liggen zijn over het algemeen kwetsbaarder.

## **Drinkwaterleiding**

Bij langdurige hitte kan het drinkwater dusdanig in temperatuur stijgen dat er kans bestaat op legionella-besmetting. Dit is vooral het geval op plaatsen met weinig schaduw en een lage grondwaterstand. Bij storm bestaat het risico van leidingbreuk waarbij boomwortels de leiding stuk trekken. In geval wateroverlast door overmatige regenval en leidingbreuk op één locatie tegelijk plaatsvindt kan herstel van de waterleiding lang op zich laten wachten waarbij huishoudens langdurig van drinkwater verstoken blijven.

## 3.6. Indicatie kosten

### Klimaatkosten in Haarlem

Om een indicatie te krijgen van de schadekosten door klimaatverandering is een CliCo-analyse uitgevoerd. Hierbij zijn zoveel mogelijk schades gekwantificeerd aan de hand van de 'kans x gevolg' benadering<sup>19</sup>. De kans op events, zoals wateroverlast, hittegolven, droogte en overstromingen wordt afgeleid uit onder andere de Klimaat-effectatlas<sup>20</sup>. Schadefuncties die de relatie beschrijven tussen de toegenomen kans op events en de gerelateerde extra kosten zijn afgeleid van nationaal en internationaal onderzoek.

Voor de gekwantificeerde klimaatkosten is een onder- en een bovengrens bepaald. Deze bandbreedte in schadekosten komt voort uit verschillende klimaatscenario's en studies die zijn gebruikt in dit onderzoek. Dit onderzoek gaat uit van de aanname dat de schadekosten door klimaatverandering tussen 2015 en 2050 lineair zullen toenemen. De extra schadekosten door klimaatverandering in de periode 2015 – 2050 worden gecorrigeerd met een disconto-voet van 2.5%. Een disconto-voet wordt gebruikt om de toekomstige kosten terug te rekenen naar de waarde van vandaag. Als toelichting op de tabel het volgende:

#### *I. Waterveiligheid*

Indien geen dijkversterking plaats zou vinden voor dijkkring 14, zullen de schadekosten door overstroming vanuit de primaire kering voor Haarlem in de periode 2015-2050 toenemen met maximaal 0.4 miljoen Euro. De kosten hiervan zijn relatief laag omdat de kans op schade relatief gering is. Het betreft schade die ontstaat door het overstromen van woningen, infrastructuur, recreatie, glastuinbouw en het stedelijk gebied (bron: Overstromingskaart uit het 'Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen').

---

19 Klimaatstresstest Haarlem; Clico-analyse 2016 - Climate Adaptation Services

20 De klimaat-effectatlas is vrij beschikbaar en wordt actueel gehouden door een netwerk van kennisinstellingen en adviesbureaus. De atlas zet toekomstige dreigingen op kaart. De atlas bevat landelijke gegevens. Zie verder ruimtelijke adaptatie.nl

## Omvang minimum-maximum (directe) kosten van de schade t.g.v. de klimaatverandering in Haarlem

	Ondergrens (miljoen Euro's)	Bovengrens (miljoen Euro's)
<b>Overstroming</b>		
Primaire kering	€ 0	€ 0.4
Secundaire kering	Pm	Pm
<b>Wateroverlast</b>		
Neerslag	€ 0.6	€ 5.9
Grondwater	Pm	Pm
<b>Droogte</b>		
Funderingsschade gebouwen	€ 286,6	€ 663,4
Stadsvegetatie	€ 2.2	€ 6.7
Privétuinen	€ 0.4	€ 0.8
Natuurbrand	Pm	Pm
<b>Hitte</b>		
Arbeidsproductiviteitsverlies	€ 19.3	€ 48.3
Energie voor airconditioning	€ 2.7	€ 7.2
Mortaliteit	€ 0.5	€ 1.2
Ziekenhuisopnames	€ 0	€ 1.3
<b>Extreem weer</b>		
Storm, 25 juli 2015	€ 0	€ 0
Hagel	€ 3.3	€ 3.3
<b>Totaal</b>	<b>€ 315,6</b>	<b>€ 738,5</b>

## **II. Wateroverlast**

Het vaker voorkomen van extreme buien zal naar verwachting resulteren in extra schadekosten door wateroverlast in Haarlem in de periode 2015-2050 van € 0.6 en € 5.9 miljoen. Het is waarschijnlijk dat deze schadekosten in dit onderzoek zijn onderschat: het nationale wegenbestand heeft een lage geografische nauwkeurigheid, waardoor eventuele wateroverlast niet aan de betreffende weg kan worden gekoppeld. De schade kan daardoor niet worden vastgesteld. Er was voor de schadebepaling geen gedetailleerd alternatief beschikbaar.

## **III. Droogte**

In deze analyse is gekeken naar het effect van klimaatverandering op de schadekosten door droogte voor gebouwfunderingen, stedelijk groen en het tuinonderhoud.

### *Paalrot*

In Haarlem zijn ruim 30.000 gebouwen gefundeerd op houten palen. Hiervan hebben 10.000 gebouwen palen met een betonnen bovenstuk. De resterende 20.000 gebouwen kunnen mogelijk schade ondervinden door het droogvallen van de houten paalfunderingen: paalrot (aantasting van houten palen door een schimmel). Doordat neerslagtekorten in de toekomst toe zullen gaan nemen, zal de kans op lage grondwaterstanden en dus het droogvallen van houten paalfunderingen in gebieden zonder kwelwater ook toe kunnen gaan nemen.

Er is echter niet altijd sprake van het droogvallen van paalfunderingen bij een hoger neerslagtekort. De grondwaterstanden worden in Haarlem (deels) actief gereguleerd door een uitgebreid netwerk aan drainageleidingen in de openbare ruimte. Bovendien is maximaal 20% van de op paal gefundeerde gebouwen in Haarlem reeds vervangen in het kader van de aanpak van palenpest (aantasting van houten palen door bacterie).

In de analyse is gerekend met 16.000 gebouwen die kwetsbaar kunnen zijn voor schade door funderingschade. Deze berekening heeft echter een grote foutmarge. Het verband tussen grondwaterstandfluctuaties en funderingsschade is niet eenduidig. Wel kan dit type schade aanzienlijk oplopen. De berekende schade wordt beschouwd als een bovengrens. Het is niet waarschijnlijk dat de bovengrens volledig zal worden behaald: grondwaterstanden worden in Haarlem actief gereguleerd en plaatselijk wordt ook wel preventieve actie ondernomen.

### *Stedelijk groen*

De beheerskosten van vegetatie in de stad worden voor een aanzienlijk deel bepaald door de weeromstandigheden in het gebied. De verwachte toename van het neerslagtekort in 2050 zal resulteren in toegenomen beheerskosten. Indien men geen extra geld investeert in het beheer van stadsvegetatie zal er schade aan groen op gaan treden door een tekort aan water. In beide gevallen, droogteschade en extra beheerskosten, zullen er extra kosten zijn aan stadsvegetatie in 2050.

### *Tuinonderhoud*

Naast de beheerskosten van stadsvegetatie zullen de kosten van het watergebruik voor privétuinen ook toe gaan nemen bij toenemende neerslagtekorten. Dit om te voorkomen dat er (teveel) schade optreedt gedurende lange droge perioden.

## **IV. Hitte**

In deze analyse is het verband tussen de temperatuuroename in 2050 en het aantal overledenen en ziekenhuisopnames dat daaraan gerelateerd is ook meegenomen. Warme zomers met grotere temperatuurextremen zullen in bepaalde scenario's in 2050 leiden tot een toename in mortaliteit en ziekenhuisopnames in de zomermaanden juli en augustus. Ook kan schade ontstaan door hitte aan de gasfalteerde wegen door

zwaar verkeer.

### V. Storm, onweer en hagel

De gevolgen van extreme weeromstandigheden zijn moeilijk in te schatten. Stormen zorgen in Nederland voor een gemiddeld schadebedrag van € 50 miljoen per jaar. Het is niet duidelijk welk deel van dat bedrag aan schade optreedt in Haarlem. Als we er vanuit gaan dat de stormschade in Nederland evenredig is verdeeld dan liggen de toekomstige schadekosten door storm in Haarlem gemiddeld rond de € 450.000,- per jaar. Voor hagel gaat het om een bedrag van € 320.000 per jaar.

In het geval dat Haarlem geen adaptatiemaatregelen neemt, berekent de CliCo-tool dat de schade als gevolg van klimaatverandering voor Haarlem voor de komende 35 jaar in totaal tussen de Euro 460 en 1.070 miljoen kan bedragen. Dit zijn maatschappelijke kosten die voor rekening van overheid, bedrijvenleven en particulieren komen. In de CliCo-berekening komt funderingsschade als gevolg van aanhoudende droogte (paalrot) als grootste kostenpost naar voren. Hier moet nogmaals opgemerkt worden dat de CliCo-analyse niet meer en niet minder dan een globale inschatting is van de extra kosten als gevolg van klimaatverandering bij onveranderd beleid.

**Tabel: Omvang van minimum-maximum geschatte schade in miljoenen euro's door de klimaatverandering bij onveranderend beleid bij vier gemeenten**

Gemeente	Haarlem (158.000; 29 km <sup>2</sup> )		Amersfoort (154.000; 63 km <sup>2</sup> )		Almere (198.000; 129 km <sup>2</sup> )		Deventer (99.000; 131 km <sup>2</sup> )	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Water- veiligheid	0	0,4	0	13,8	9,5	9,5	0	0
Water- overlast	0,6	5,9	34,3	34,3	8	40	6	46
Droogte	289,2	670,9	5	16,3	24	50,5	6	28
Hittestress	22,5	58	21	54,6	27	71	22	58
<b>Totaal</b>	<b>312,3</b>	<b>735,2</b>	<b>60,3</b>	<b>119</b>	<b>68,5</b>	<b>171</b>	<b>34</b>	<b>132</b>

### 3.7. Urgentie voor klimaatadaptatie

In de toekomst zullen de burgers en bezoekers van Haarlem, als er geen maatregelen worden genomen, steeds meer hinder ondervinden van de effecten van de klimaatveranderingen. De stad als geheel krijgt te maken met hittestress en wateroverlast bij hevige regenval, vooral in het centrum en in de meest verdichtte en versteende wijken. Een vergelijking met andere steden leert dat de kans op hinder en schade als gevolg van hittestress, wateroverlast en paalrot voor Haarlem relatief erg groot zijn. De biodiversiteit van de stad verschaalt, deze algemene tendens wordt ook in Haarlem sterker voelbaar.

Verder worden er problemen verwacht op het gebied van verdroging en (zwem)waterkwaliteit. Erosie, brandgevaar en bodemdaling zullen voor Haarlem van ondergeschikt belang zijn. Niet iedereen in de stad zal evenveel last krijgen. Een aantal wijken zijn het meest kwetsbaar, dat zijn de versteende wijken met een hoog percentage aan kwetsbare ouderen en/of bewoners met een laag inkomen.



## 4 Bestaand beleid

De gemeente integreert beleid dat relevant is voor klimaatadaptatie reeds in verschillende plannen en programma's. In sommige gevallen al dan niet in samenwerking met partners, zoals het waterschap, GGD, Rijkswaterstaat en provincie. In dit hoofdstuk is een overzicht van de belangrijkste trajecten opgenomen op gemeentelijk en landelijk niveau.

### **Nota Ruimtelijke Kwaliteit**

Met de nota Visie op Ruimtelijke Kwaliteit uit 2012 beoogt de gemeente een samenhangende aanpak van alle ruimtelijke vraagstukken. Het belangrijkste doel daarbij is om de ruimtelijke kwaliteit te verhogen en om de stad duurzamer te maken. Bij ruimtelijke kwaliteit gaat het om de gebruikswaarde, toekomstwaarde en belevingswaarde. Duurzaamheid betreft meer dan alleen milieu en energie. Het gaat ook om zorgvuldig ontwerp van de gebouwde omgeving en sociale duurzaamheid (de leefbaarheid en leefkwaliteit van een buurt).

### **Integraal Waterplan**

Sinds 2004 werkt de gemeente samen met Hoogheemraadschap Rijnland op basis van een gezamenlijk vastgesteld waterplan. In 2014 is dit plan geactualiseerd<sup>1</sup> en werken zij samen verder aan een toekomst- en klimaatbestendig watersysteem. Problemen met waterveiligheid, wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit (t.g.v. droogte) worden aangepakt. Daarbij komen oppervlaktewater, grondwater en de gehele waterketen (watertoevoer en afvoer) aan bod. De provinciale structuurvisie en het Deltaprogramma (zie onder) van het rijk voorzien in aanvullende maatregelen op provinciaal en landelijk niveau. Bovendien wordt er samengewerkt in MRA-verband.

### **Gemeentelijk Grondwaterplan 2007-2011**

Het gemeentelijk grondwaterplan 2007-2011 beoogt de grondwateroverlast op te heffen door de aanleg van drainages in combinatie met het benutten van grondwaterkansen. Veel maatregelen uit het plan zijn inmiddels uitgevoerd. Intussen is er een actualisatie van het grondwatermodel gereed gekomen. Deze actualisatie maakt het mogelijk nieuwe maatregelen te bepalen voor een klimaatadaptief grondwaterbeleid.

### **Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan (vGRP 2014-2017)**

Het vGRP is een strategisch beleidsplan voor riolering en grondwater. In het huidige vGRP wordt veel onderzoek gedaan. Dit onderzoek is nodig om geplande maatregelen te onderbouwen en om een beter beeld te krijgen op klimaatrisico's. De Water Overlast LandschapsKaart en het actualiseren van het gemeentelijk grondwatermodel zijn gedaan in het kader van het vGRP. Op basis van de resultaten van de onderzoeken worden beleidskeuzes voorbereid en voorgelegd aan de raad.

### **Bomenbeleidsplan**

Het bomenbeleidsplan geeft de visie van de gemeente op bomen en schept samenhang in het bomenbeleid door afstemming van de beleidsonderdelen bomenstructuur, ontwerp en inrichting openbare ruimte, beheer en onderhoud, regelgeving en handhaving, personeel en organisatie en communicatie en voorlichting. Het gehanteerde motto "Geef bomen de ruimte" biedt perspectief om te komen tot een gezond, veilig en goed onderhouden bomenbestand en kan daardoor bijdragen aan het tegengaan van hittestress.

### **Ecologisch beleidsplan**

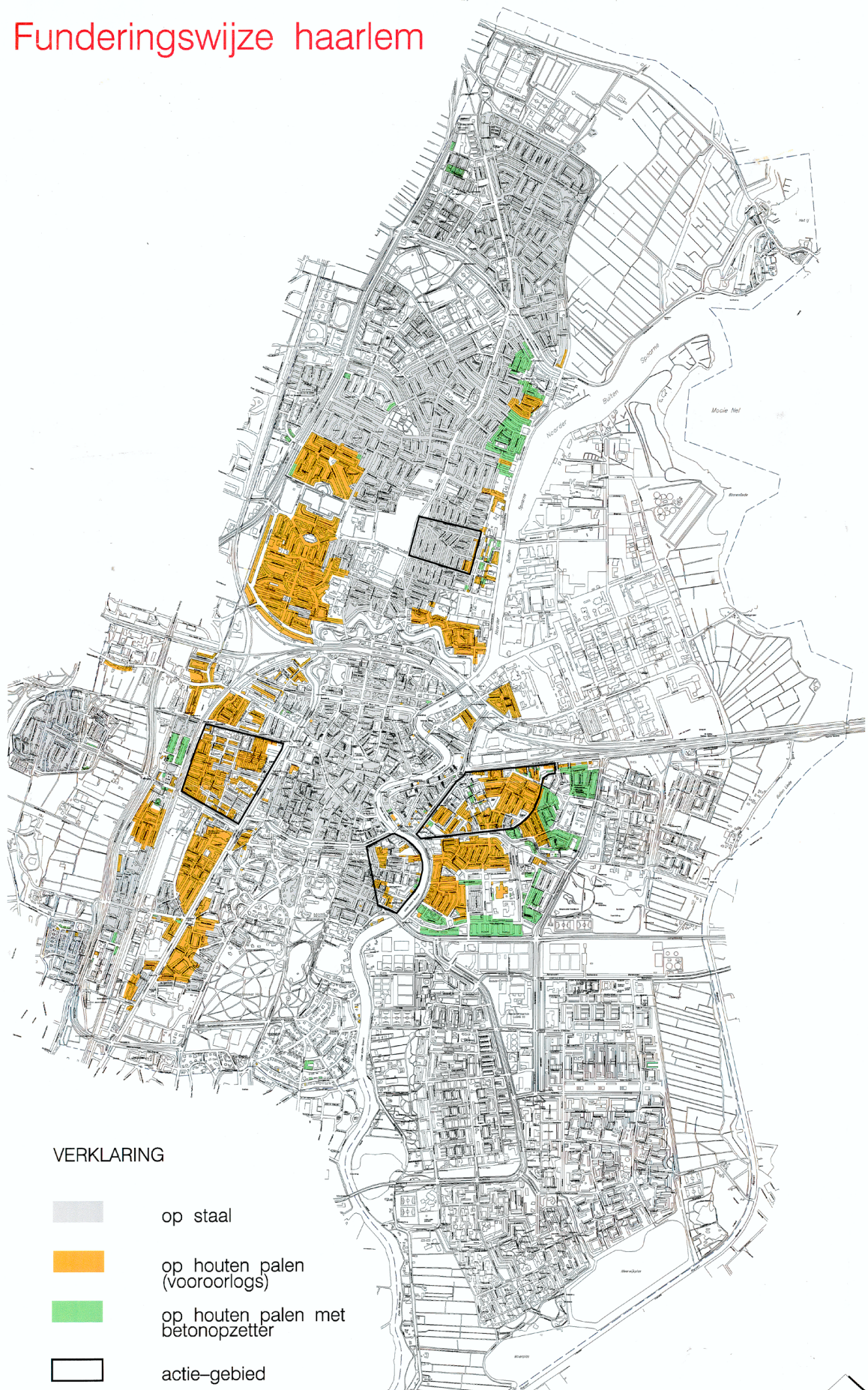
Het ecologisch beleidsplan heeft tot doel het duurzaam instandhouden en vergroten van de natuurlijke en ecologische waarden in Haarlem. Het realiseren van dit plan kan bijdragen aan de vitaliteit van de groenstructuur en een bijdrage leveren aan het verbeteren van de biodiversiteit.

Belangrijke toegevoegde waarde is de aanwijzing van locaties waar potentie is voor ontwikkeling naar een grotere verscheidenheid.

---

<sup>1</sup> Integraal Waterplan Haarlem, geactualiseerd in 2014

# Funderingswijze haarlem



## Onderzoeksrapport van de RekenkamerCommissie ‘Meer waarde met groen’

Aanleiding voor het onderzoeksrapport van de Rekenkamercommissie was de notie dat groen in belangrijke mate bepaalt of mensen zich thuis voelen in hun buurt, wijk of stad en dat groen in veel opzichten een positieve invloed heeft op de kwaliteit van het leven in de stad. Dat geldt voor gezondheid, economie, biodiversiteit, waarde van vastgoed, het omgaan met water etc. Uit het onderzoek is onder andere gebleken dat de gemeente het thema toekomst- en klimaatbestendigheid niet volledig heeft uitgewerkt en dat groen daarin een belangrijke rol kan spelen. De Raad heeft het college gevraagd actief aan de slag te gaan met de bevindingen van het rapport.

### FUCA-project

In de 80/90-er jaren heeft Haarlem funderingsschade als gevolg van palenpest (aantasting houten palen door een bacterie) projectmatig opgepakt: FuCa-project. Bijgaande kaart uit 1999 geeft de funderingswijze in Haarlem weer. Het ging in de FuCa-aanpak om houten palen zonder betonopzetter. Vooral de grenen palen waren gevoelig voor aantasting door de bacterie. Uiteindelijk is maximaal 10 tot 20% van de in de kaart geel gemarkeerde woningen aangepakt en hersteld.

### Alarmeringsplan hitte

Krachtens het Nationaal Hitteplan treedt er tijdens een hittegolf een waarschuwingssysteem in werking dat ertoe moet leiden dat alle instanties die contact hebben met kwetsbare groepen actie gaan ondernemen<sup>2</sup>. Bijvoorbeeld huisartsen en apotheken worden extra geïnformeerd en geïnstrueerd. In verzorgingstehuizen wordt mogelijk extra personeel ingezet. Ook bij kinderdagverblijven geldt een hitteprotocol. Men moet maatregelen treffen, zoals ventilatie en extra koeling, eventueel met behulp van airconditioning. Door het Klimaatverbond Nederland is aangegeven dat het Nationaal Hitteplan nadere uitwerking verdient op gemeentelijk niveau met een lokaal hitteplan.

### Evenementenplanning

Bij het organiseren van evenementen houdt de gemeente rekening met weersextremen. Hierbij werkt zij samen met de veiligheidsregio. De weersverwachting is een vast onderdeel van de voorbereiding een week voordat het evenement plaatsvindt. Bij dreigend slecht weer (storm, hevige regenval) wordt het publiek van extra informatie voorzien, bovenop de algemene weersberichtgeving. De grootste zorg is storm vanwege ongelukken met bomen en afgewaaide materialen.

Tijdens de evenementen wordt het weer elk uur gemonitord en wordt zo nodig handelend opgetreden op basis van een calamiteitenplan. Bij hitte stelt de gemeente extra water beschikbaar en zijn hulpdiensten beschikbaar voor slachtoffers van oververhitting. Zij gaat echter ook uit van de eigen verantwoordelijkheid van bezoekers om zelf te zorgen voor voldoende vocht en schaduw.

### Burgerinitiatieven

Burgers in Haarlem tonen in toenemende mate eigen initiatief op buurt- en wijkniveau. Een bekend voorbeeld is het Ramplaankwartier, met het realiseren van een zonne-energieveld op de Extran Sporthal. In de Vijfhoek heeft de wijkraad recent het initiatief genomen tot het vergroenen van de buurt. Het project “Wijk op Groen<sup>3</sup>” beoogt vergroening met de aanplant van bomen, gevelgroen en meer ruimte voor groen in de wijk. Het project maakt veel enthousiasme los in de wijk. De gemeente toont zich bereidwillig om mee te werken.



*Het logo van het burgerinitiatief voor het vergroenen van de wijk de Vijfhoek*

2 Pers. Mededeling GGD Kennemerland

3 <https://www.facebook.com/WijkOpGroen/>

## **Operatie Steenbreek**

Operatie Steenbreek is een landelijke actie en heeft tot doel minder tegels en stenen in tuinen en meer groen. In Haarlem wordt Operatie Steenbreek uitgevoerd door Platform Haarlem Groener in samenwerking met de gemeente. Niet alle bewoners juichen vergroening in de eigen tuin toe. Uit een recent gehouden enquête blijkt dat de inwoners van Haarlem vooral in de openbare ruimte mogelijkheden zien voor meer groen.

## **City Deal Groen en Blauw**

Haarlem is een van de mede-initiatiefnemers voor de City Deal ‘Waarden van groen en blauw in de stad’. De ondertekenaars gaan de waarden van groen en blauw nog beter in kaart brengen. Dit doen ze door twee bestaande tools samen te voegen en verder te ontwikkelen. Met het verbeterde inzicht in de waarden van groen en water hoopt men meer ruimte te krijgen voor groen en water in de stad.

## **Deltaprogramma**

Het Deltaprogramma beoogt de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening in 2050 duurzaam en robuust te laten zijn, zodat ons land de grotere extremen van het klimaat veerkrachtig kan blijven opvangen. In dit verband heeft het kabinet eind 2015 het Nationaal Waterplan 2016-2021 vastgesteld. Op gemeentelijk niveau is de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie vooral van belang voor het klimaatbestendig maken van het stedelijk gebied.

## **Conclusie**

De afgelopen jaren zijn goede vorderingen gemaakt met de aanpak van de waterveiligheid en de wateroverlast. Echter, ook hier zijn extra stappen nodig. Bij het aanpakken van de gevolgen van langdurige droogte en hittestress staat de gemeente nog vrijwel aan het begin. Er zijn op dit vlak wel maatregelen genomen, maar van een planmatige en gecoördineerde aanpak, zoals bij wateroverlast en waterveiligheid, is hier nog geen sprake.

Integratie van klimaatadaptatie in het gemeentelijk beleid is fragmentarisch. Klimaatbeleid lijkt te worden gezien als een algemeen gegeven en een randvoorwaarde voor een goed leefklimaat, zonder dat dit beleid concreet is ingevuld met te realiseren doelstellingen en resultaten. Klimaatadaptatie vergt een goede afstemming en integratie van verschillende beleidsterreinen; dit is nog onvoldoende het geval.

## 5. Vervolgaanpak klimaatadaptatie Haarlem

De gemeente Haarlem is op diverse fronten actief met maatregelen die samenhangen met klimaatverandering en met klimaatadaptatie. Met de lopende maatregelen als vertrekpunt, zal de focus in de vervolgaanpak kunnen komen te liggen op eenheid in gevoel van urgentie en mindset:

Eenheid in gevoel van urgentie en mindset

- Weten<sup>4</sup> : Aanvullen van ontbrekende kennis en vergroten van de toegankelijkheid van die kennis.
- Willen: aanscherpen, integreren en afstemmen van beleid (het willen).
- Werken: buiten aan de slag, starten van pilot op wijkniveau, verhogen competenties van medewerkers, samenwerken in netwerken.

### A Urgentie en mindset

#### *Kans en bedreiging*

Klimaatverandering is een bedreiging, maar ook een kans. Op honderden locaties in Nederland vindt de transformatie naar meer klimaatbestendig inrichten plaats. De bouw van veel extra woningen binnen de stadsgrenzen, de wens voor betere infrastructuur en de noodzaak voor groen kunnen samengaan door vroegtijdig op verschillende schaalniveaus met alle betrokken partijen aan de slag te gaan. De urgentie van het klimaatvraagstuk, die zich over 30-60 jaar pas goed zal laten gelden, is dan kosteneffectief en met maatschappelijke meerwaarde aan te pakken.

#### *Integrale benadering*

Klimaatbestendig handelen staat niet op zichzelf en is nauw verweven met tal van andere functies en kan leiden tot meer duurzame en structurele oplossingen. Denk aan meer en vitaal groen in de versteende wijken, wat ook goed is voor gezondheid en recreatie. De integraliteit zal zich over de verschillende schaalniveaus moeten bewegen. We zien steeds meer een focus op twee schaalniveaus: stedelijk beleid, dat goed in de regio moet worden ingebed, en beleid op wijkniveau, met handelingsperspectief en interactie met burgers en bedrijven.

#### *Lange termijn*

Om Haarlem in 2050 klimaatbestendig te laten zijn, is het zaak om nu vooruit te kijken en ernaar te handelen. Bijvoorbeeld bij elke straatrenovatie elke twintig jaar kan klimaatadaptatie direct worden meegenomen in de plannen.

#### *Regionale schaal*

De integrale benadering en het grotere aantal ruimtelijke functies leiden tot een verruiming van het projectgebied tot op regionaal niveau. Bijvoorbeeld een robuust watersysteem eindigt niet bij de stadsgrens en functioneert alleen optimaal voor bijvoorbeeld waterafvoer, recreatie en biodiversiteit als het onderdeel is van een groter geheel.

Voor veel aspecten van klimaatbestendig handelen zijn geen vastgestelde normen of toetsingswaarden beschikbaar. Gemeente Haarlem zal dus zelf doelen en ambities moeten formuleren en dat in samenspraak met alle belanghebbenden. De volgorde waarin stappen worden doorlopen is geen vast gegeven. In dit rapport staan de eerste stappen beschreven hoe te komen tot een dergelijke aanpak. Die aanpak bestaat uit de trits van “weten, willen en werken”<sup>5</sup>. De mogelijke hoofdlijnen van deze aanpak zijn hieronder samengevat. Tijdens de vele gesprekken en overleggen gedurende dit onderzoek zijn veel waardevolle suggesties gedaan, die bij deze uitwerking een rol kunnen spelen. Deze suggesties zijn gedocumenteerd in bijlage II.

4 De indeling “weten, willen en werken” is afkomstig van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. “Weten” staat voor kennis, “willen” voor visie en beleid en “werken” voor de uitvoering.

5 Zie Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie: [www.ruimtelijkeadaptatie.nl](http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl)



*Klimaatadaptatie doe je samen (klimaatatelier 15 maart 2016)*

## **B Weten**

Weten: de kennis van klimaat en gebied, die voor klimaatadaptatie relevant zijn. De aanwezige kennis is in dit rapport opgenomen, er resteren nog kennishiaten. In de vervolgaanpak verdienen die verdere uitwerking door de gemeentelijke kerngroep. Twee meer algemene punten zijn:

- De aansluiting van de bevindingen uit dit onderzoek voor Haarlem bij de initiatieven van omliggende gemeenten en de mogelijkheden voor een regionale aanpak van klimaatadaptatie bijvoorbeeld in MRA-verband of binnen de regionale samenwerking van gemeenten, drinkwaterbedrijf en waterschap in de (afval)waterketen;
- Kennis concreet maken per wijk: de sociale netwerken en de relatie tussen de wijkkennis en de stads-kennis.

Inzicht in het natuurlijke systeem van Haarlem kan bevorderd worden door een 3 dimensionale weergave. De betekenis van bijvoorbeeld reliëf, ondergrondse lagen en kwelstromen is zo beter te begrijpen en uit te leggen aan niet-deskundigen. Het gidsmodel 'kust' kan de basis vormen voor een 3 dimensionale weergave (zie: [www.gidsmodellen.nl](http://www.gidsmodellen.nl)). Als hiervoor wordt gekozen kan het generieke gidsmodel worden vervangen door het Haarlemse gidsmodel. Haarlem wordt dan op de generieke website gepromoot als 'gids'stad klimaatadaptatie. De eerste inventarisatie van kennishiaten staan opgenomen in bijlage II.

## **C Willen**

Willen: de beleidsvisies die richting geven aan de vervolgaanpak. Uit hoofdstuk 4 blijkt dat al veel in beweging is gezet. Voor een goed vervolg dient een regiedocument te worden opgesteld met daarin:

- Een stadsvisie klimaatadaptatie, opgesteld samen met partners, met daarin een ambitie voor klimaatadaptatie: Welke schade en risico's vindt de gemeente acceptabel en wat wil zij in elk geval voorkomen aan schade en hinder?
- Invulling van de schaalniveau's: wat te regelen op stedelijk, op wijkniveau en op gebouwniveau?
- De relatie tussen openbaar gebied en privéterrein
- De wijkprofielen klimaatadaptatie per wijk opstellen
- Integrale klimaatadaptatie in alle beleidsvelden, waaronder het sociaal domein, de relatie met de Structuurvisie Openbare Ruimte, de groenvisie
- Ondertekenen van de Intentieverklaring Ruimtelijke Adaptatie
- De relatie met de Citydeal klimaatadaptatie borgen.

## **D Werken**

Werken: de manier waarop klimaatadaptatie wordt geborgd en de daadwerkelijk uit te voeren werkzaamheden buiten worden gerealiseerd. Een praktische invulling hiervan is:

- Borging in de Structuurvisie Openbare Ruimte
- Een wijkpilot starten met bewoners en bedrijven
- Ervaringen uit andere steden effectief maken
- Regionale samenwerking intensiveren
- Regiosymposium organiseren
- Samenwerken met grotere netwerken en platforms van bedrijven zoals de Centrum Management Groep.

In bijlage II staat een opsomming van mogelijk uit te voeren actiepunten.

Verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie zitten nu verspreid in de hele organisatie. Een regiegroep samengesteld uit alle geledingen in de organisatie dient te worden ingesteld om tot een bundeling en goede aansturing van activiteiten te komen. De regiegroep legt verantwoording af aan een ambtelijke en bestuurlijke opdrachtgever. Taak van de regiegroep is programmering, monitoring en het stimuleren van de uitvoering binnen en buiten de organisatie. Een onafhankelijk regisseur leidt de regiegroep en stuurt de processen aan. Dit geldt voor de interne samenwerking en evengoed bij de samenwerking extern, bijvoorbeeld bij het ondersteunen van burgerinitiatieven.

## Bijlage I: Definities weersextremen<sup>6</sup>

### Zware neerslag

Voor zware neerslag gebruiken we twee definities naast elkaar. Definitie 1: Meer dan 45 mm neerslag in 24 uur. Definitie 2: Meer dan 24 mm neerslag in één uur. Door deze twee definities te hanteren worden zowel dagen behandeld met een extreme totale hoeveelheid neerslag als dagen waarop er extreem veel neerslag is gevallen binnen één uur. Definitie 1 wordt gemeten op neerslagstation Heemstede. Definitie 2 wordt gemeten op weerstation Schiphol. Dit verschil komt omdat neerslagstation Heemstede geen uur-metingen doet en deze data juist interessant is om te gebruiken. Verder gebruikt het neerslagstation Heemstede een andere meetmethode dan weerstation Schiphol. Neerslagstation Heemstede meet de neerslag vanaf 08:00 de voorafgaande dag tot 08:00 op de huidige dag. Dat betekent dat het grootste gedeelte van de neerslag eigenlijk is gevallen op de voorgaande dag. In het data-onderzoek wordt hier rekening mee gehouden.

### Storm

Wanneer de windsnelheid voor één uur minimaal 24 m/s meet. Volgens het KNMI is er sprake van windkracht 10 bij een snelheid van meer dan 24,5 m/s voor 10 minuten. De definitie die in dit onderzoek gebruikt wordt kan worden vergeleken met windkracht 10. De windsterkte wordt gemeten op weerstations IJmuiden en Schiphol. We gebruiken beide weerstations omdat het lastig te zeggen is welke weersomstandigheden het meest overeen komen met de omstandigheden in Haarlem.

### Hitte

Er is sprake van een hittegolf wanneer het minimaal vijf dagen meer dan 25°C is, waarvan het drie dagen meer dan 30°C is. Er wordt gebruik gemaakt van informatie van weerstation Schiphol. Data over temperatuur van weerstation IJmuiden is niet beschikbaar.

### Droogte

Er is sprake van extreme droogte wanneer het neerslagtekort groter is dan 175 mm én wanneer dit neerslagtekort hoger is dan de vijf procent droogste jaren. Vanaf een neerslag tekort van 175 mm of meer worden droogtegevoelige waterwerken gecontroleerd. Er wordt gebruik gemaakt van data van het KNMI die wordt weergegeven in grafieken. Het gaat om gemiddelden over heel Nederland die gebruikt worden om de grafieken te genereren. Vervolgens wordt met kaartmateriaal van het KNMI nagegaan of de grens van 175 mm ook voor Haarlem geldt. Helaas is het niet mogelijk om de data voor Haarlem in één lijst te verkrijgen. De gebruikte definitie omvat mogelijk niet alle perioden van extreme droogte. Vanwege de vele factoren die meespelen bij droogte (neerslag, temperatuur, verdamping, wind, etc.) is het lastig om de definitie goed af te bakenen.

---

<sup>6</sup> Deze definities zijn conform die van het KNMI



## Bijlage II: Suggesties en ideeën t.b.v. vervolgaanpak

In deze bijlage vindt u ‘losse’ suggesties en ideeën voor de vervolgaanpak, deze zijn naar voren gekomen tijdens het klimaatatelier en interviews.

### Weten

Voor de vervolgaanpak is van belang meer te weten te komen over:

- a. De vitaliteit van het groen: vooral veel bomen in de gemeente leiden een kwijnend bestaan<sup>7</sup>. De levensduur is korter dan mag worden verwacht op basis van de soortkeuze. Een belangrijk aandachtspunt is om na te gaan in hoeverre de beplanting is afgestemd op de ondergrond, het grondwaterniveau en op het veranderend klimaat;
- b. De bodemgesteldheid op wijkniveau. Met meer gedetailleerde bodemkaarten op wijkniveau kan de beplanting in de toekomst zo optimaal mogelijk worden afgestemd op grondwater en bodemsoort;
- c. De graad van verstening in wijken: nader onderzoek is gewenst naar de mate van verstening van wijken, vooral ook in verband met de bijdrage van particuliere tuinen aan grotere klimaatbestendigheid;
- d. Wateropvang en waterberging in de openbare ruimte door verdiepingen in een plein, opslag tussen verkeersdrempels, vergroten van het waterbergend vermogen van versteende oppervlakten;
- e. Opvang en infiltratie van hemelwater: onderzoek naar diverse methoden en technieken om het hemelwater te bergen, vertraagd af te voeren en/of te infiltreren, zoals watertonnen, doorlatende bestrating, wadi's, etc.;
- f. Kwetsbaarheid van schakelstations en noodstroomvoorzieningen tegen overstroming, wateroverlast en hitte: nader onderzoek naar de kwetsbaarheid van alle locaties.
- g. Het lokale weer: Lokale weerstations kunnen beter inzicht geven in de relatie tussen extreme weersituaties en de gevolgen op lokaal niveau.
- h. De mogelijkheden van energiewinning uit asfalt (koeling door buizen) met als bijkomend voordeel dat in de winter strooien niet nodig is (verwarming door buizen)<sup>8</sup>
- i. Onderzoek naar het effect van andere kleur van het asfalt en de onderzoek naar mogelijkheden om minder asfaltverhardingen toe te passen
- j. De mogelijkheden van minder verharding; bijvoorbeeld een enkel in plaats van een dubbel trottoir.
- k. Ervaringen met klimaatadaptatie: Vastleggen van ervaringen met beheersmaatregelen en de gevolgen van weersextremen kunnen bijdragen aan efficiënt en effectief klimaatbeleid;
- l. Kwetsbare groepen: Ook vanuit het oogpunt van klimaatbeleid is het van belang te weten waar hoogbejaarden en verminderd zelfredzaam zich bevinden.

### Willen

Nader uit te werken punten voor het “willen” zijn:

- a. Waterveiligheid: de hoogte en de sterkte van dijken, de gemaalcapaciteit en het maaiveld;
- b. Wateroverlast: de gemaalcapaciteit, de afvoercapaciteit van het rioolsysteem, waterberging, mogelijkheden om water vast te houden;
- c. Droogte: hoogte van de grondwaterstand, watertoevoer uit andere gebieden etc.;
- d. Hittestress: het in te zetten beleid om kwetsbare groepen te bedienen, de uitbreiding van het areaal groen (op daken, gevelgroen en openbaar groen).

### Werken

De volgende ideeën en acties zijn voorgesteld in het klimaatatelier en in interviews:

- a. De volgende fysieke maatregelen leveren een bijdrage aan een grotere klimaatbestendigheid mits op grote schaal uitgevoerd:
- b. Een pilot uitwerken op wijkniveau met als doel om de wijk meer te laten aansluiten op het landschap in al haar aspecten: bodem, grondwater, water en groen/natuur;
- c. Vergroting van de tijdelijke berging van overtollig regenwater op straat waar dit niet tot overlast leidt,

7 Bomenbeleidsplan 2009-2019

8 <http://delta.tudelft.nl/artikel/energie-uit-asfalt/3998>

- bijvoorbeeld met hogere trottoirs en richtlijnen voor hogere drempels van huizen;
- d. Toepassen van droogte bestendige struiken op plekken die extra droogtegevoelig zijn
  - e. Aanleg van struiken op plekken van waterleiding voor verkoeling;
  - f. Drainage-ontwerpen actualiseren; te beginnen in de meest urgente gebieden;
  - g. Meer groen in de stad<sup>9</sup>: schaduw gevende bomen en gevelgroen. De 'Actie Steenbreek' levert hieraan al direct een bijdrage;
  - h. Extreem weer: draaiboeken voor rampenplannen.
  - i. Uitbreiding van openbare watertappunten en fonteinen voor verkoeling.
  - j. Innovatieve maatregelen zoals:
  - k. Vergroening van het Pretoriaplein. Het plein was vroeger park en juist daarom is er een kans om de verharding weg te halen. Herstel van de oude situatie betekent vaak een kwaliteitsverbetering in meerdere opzichten.
  - l. Aanleg van een recreatieve route door de Indische buurt. Kans voor groen en klimaatadaptatie!
  - m. Een pilot voor duurzame grond-, water- en wegenbouw
  - n. Nieuwe regentonacties voor opvang en vertraagde afvoer (!) van regenwater
  - o. Klimaatadaptatie vast onderdeel laten zijn bij de ontwikkeling van bouwlocaties e.d.
  - p. Directe en indirecte schades per mogelijke overstroming onderzoeken alsmede kosten te treffen maatregelen.

---

9 Meer waarde met groen; rapport Rekenkamercommissie Haarlem

## Bijlage III: Belangrijkste geraadpleegde literatuur en websites

1. Climate Change 2014: Synthesis Report. IPCC (2014); IPCC staat voor United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change
2. Adaptatiescan Haarlem, Intern rapport Builddesk (2008)
3. Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) Den Haag, 2012
4. Weerextremen en de gevolgen voor Haarlem, Yorick van Berkel – gemeente Haarlem, 2015
5. Gemeente Haarlem, Openbaar Groen in Haarlem “Meerwaarde met groen”, Rekenkamercommissie 2015
6. Moraal, L.G. & G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis. 2011. Changing patterns in insect pests on trees in The Netherlands since 1946 in relation to human induced habitat changes and climate factors - an analysis of historical data. *Forest Ecology and Management* 261, 50-61
7. Klimaatstresstest Haarlem; Clico-analyse 2016 - Climate Adaptation Services
8. Nota Ruimtelijke Kwaliteit, gemeente Haarlem 2012
9. Integraal Waterplan, gemeente Haarlem 2014
10. Gemeentelijk Grondwaterplan 2014-2017, gemeente Haarlem 2007
11. Verbreed Gemeentelijk RioleringsPlan 2014-2017
12. “Geef Bomen de Ruimte”, Bomenbeleidsplan 2009-2019, gemeente Haarlem 2009
13. Ecologisch beleid 2013-2030, gemeente Haarlem 2013
14. Deltaprogramma 2016, Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering 2012; beide publicaties van de rijksoverheid
15. Voorontwerp Structuurvisie Openbare Ruimte, gemeente Haarlem 2013
16. Bereikbaar Groen, Groenstructuurplan 2020, gemeente Haarlem 20
17. Samen Doen, Coalitieprogramma Haarlem 2014-2018, Haarlem 2014
18. Duurzaamheidsprogramma Haarlem 2015-2019, gemeente Haarlem 2015
19. Baccini et. Al (2008), Heat effects on mortality in 15 European cities *Epidemiology*. 2008 Sep;19(5):711-719
20. Duurzaamheid en Klimaat, Digipanel Haarlem 2016; Gemeente Haarlem Afdeling Data Informatie Analyse (DIA)
21. Websites oa:
  - [Deltacommissaris.nl](http://Deltacommissaris.nl)
  - [Delta.tudelft.nl/artikel/energie-uit-asfalt/3998](http://Delta.tudelft.nl/artikel/energie-uit-asfalt/3998)
  - [Haarlemgroener.nl](http://Haarlemgroener.nl)
  - [Haarlem.nl](http://Haarlem.nl)
  - [Haarlem.opdata.nl](http://Haarlem.opdata.nl)
  - [Ipscc.ch](http://Ipscc.ch)
  - [Natuurlijkealliantie.nl](http://Natuurlijkealliantie.nl)
  - [Kennisvoorklimaat.nl](http://Kennisvoorklimaat.nl)
  - [Nationaalkompas.nl](http://Nationaalkompas.nl)
  - [Ruimtelijkeadaptatie.nl](http://Ruimtelijkeadaptatie.nl)
  - [Tekenradar.nl](http://Tekenradar.nl)
- v.

