

Wateroverlast als kans



Martine Rotte
Gemeente Amersfoort
Hogeschool Utrecht
31 mei 2016

Wateroverlast als kans

Auteur: M. Rotte
Opleiding: Ruimtelijke ordening en planologie
Onderwijsinstelling: Hogeschool Utrecht (HU)
Studentnummer: 1626040
Cursuscode: TROP-V15AFO-14
E-mailadres: martinerotte@hotmail.com
Telefoonnummer: 06-46463165

Afstudeerbedrijf: Gemeente Amersfoort
Afdeling: Stad en Ontwikkeling
Adres: Stadhuisplein 1
3811 LM Amersfoort

Bedrijfsbegeleider: Drs C. Rijsbosch
E-mailadres: C.Rijsbosch@amersfoort.nl
Telefoonnummer: 033 - 469 44 28

Eerste begeleider HU: Drs P. Martens
Tweede begeleider HU: Drs L. Oost

Bronnen figuren voorblad: Boven: Rotterdamarchitectuurprijs.nl, n.d.
Midden: Mapio.net, n.d.
Onder: Eva-lanxmeer.nl, n.d.

Voorwoord

Voorliggende scriptie ‘Wateroverlast als kans’ heb ik geschreven in het kader van de opleiding Ruimtelijke ordening en planologie aan de Hogeschool Utrecht. Het onderzoek voor de scriptie is van februari tot en met mei 2016 uitgevoerd bij de gemeente Amersfoort.

Klimaatadaptatie was één van de thema’s waar ik graag op wilde afstuderen. Naast dat wateroverlast aangepakt wordt, kunnen in sommige gevallen meerdere problemen of wensen van een locatie worden meegenomen. Bovendien kunnen de aanpassingen die met het oog op de klimaatverandering gedaan worden, een locatie veraangename of aantrekkelijker maken.

Ik wil Charles Rijsbosch, mijn stagebegeleider bij de gemeente Amersfoort, in het bijzonder bedanken voor de uitstekende begeleiding tijdens het onderzoekstraject. Charles Rijsbosch ruimde altijd tijd in zijn agenda in om mijn vele vragen te beantwoorden. De kennis die hij mij hiermee heeft gegeven en het enthousiasme waarmee hij dit deed, hebben ervoor gezorgd dat ik het onderzoekstraject als een zeer prettige periode heb ervaren. Daarnaast kreeg ik de kans om gesprekken bij te wonen die dan wel relevant waren voor mijn onderzoek, dan wel leerzaam voor de toekomstige beroepsuitoefening.

Daarnaast wil ik alle deskundigen van de gemeente Amersfoort, de gemeente Wageningen, de gemeente Veenendaal, het Waterschap Vallei en Veluwe en 033 Groen bedanken voor de nuttige gesprekken die ik met hen gevoerd heb. De behulpzame houding van de deskundigen om mijn vragen te beantwoorden en de specifieke informatie die ik daarmee op heb kunnen halen, hebben mij enorm geholpen met het schrijven van deze scriptie.

Ten slotte wil ik graag mijn eerste en tweede afstudeerbegeleider van de Hogeschool Utrecht bedanken. Zij hebben mijn vragen steeds snel beantwoord en nuttige feedback gegeven. Daarnaast werkte de stimulerende houding zeer motiverend.

Ik wens u veel plezier toe met het lezen van de scriptie.

Martine Rotte

Amersfoort, mei 2016

Samenvatting

Sommige gemeenten in Nederland hebben te maken met regenwateroverlast. Er komt water op straat te staan of tunnels of zelfs gebouwen lopen onder. Als gevolg van de klimaatverandering gaat er meer neerslag vallen en komen extreme buien ook vaker voor. Daardoor zal op meer plaatsen wateroverlast optreden en/of toenemen.

Het doel van voorliggend onderzoek is om te inventariseren welke maatregelen op vier kwetsbare locaties in Amersfoort, Wageningen en Veenendaal mogelijk zijn en om deze af te wegen. De hoofdvraag van het onderzoek is: *Hoe kunnen de gemeenten Amersfoort, Wageningen en Veenendaal kwetsbare locaties in hun stedelijk gebied veranderen om met name wateroverlast en in mindere mate hittestress, waterveiligheid en droogte als gevolg van de klimaatverandering aan te kunnen?* De focus in het onderzoek ligt op wateroverlast. In Amersfoort is als locaties gekozen voor de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en het Boldershof. Beide plekken zijn woongebieden. De locatie in Wageningen is het busstation. In Veenendaal gaat het om de woonwijk Engelenburg-Zuid.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zijn de kenmerken van, en de oorzaken van wateroverlast op de vier locaties geïnventariseerd. Daarna is geanalyseerd welke maatregelen op de vier locaties mogelijk zijn, hoewel Amersfoort en Veenendaal voor respectievelijk de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en Engelenburg-Zuid al maatregelen voor ogen hebben. Aangezien per locatie diverse maatregelen toegepast kunnen worden, is een afwegingsmodel ontwikkeld. Hierin zijn per locatie vier verschillende maatregelen afgewogen tegen elf criteria. Elke maatregel krijgt een score op elk criterium, waaruit een totaalscore volgt.

Voor drie van de vier locaties krijgt de maatregel ‘infiltratiestrook en goten’ de hoogste totaalscore: Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, het Boldershof en het busstation. In Engelenburg-Zuid krijgt de maatregel waarbij uitsluitend goten worden aangelegd de hoogste totaalscore.

Uit dit onderzoek volgt de aanbeveling om voor het Boldershof en het busstation de mogelijkheid van de maatregel ‘infiltratiestrook en goten’ nader te onderzoeken. Ten aanzien van de locatie Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan wordt geadviseerd om nog een extra ingreep uit te voeren, namelijk het aanleggen van groen op het Stationsplein. Voor de woonwijk Engelenburg-Zuid wordt aanbevolen om bij vergelijkbare locaties de mogelijkheid van het aanleggen van uitsluitend goten nader te onderzoeken.

Sommige maatregelen die met het oog op de klimaatverandering worden genomen, voegen water toe aan een locatie of kunnen water (tijdelijk) opslaan. In het algemeen wordt bij het maken van het ontwerp voor dit soort maatregelen aanbevolen om rekening te houden met de kwaliteit die dit water zou kunnen hebben.

Het afwegingsmodel is bruikbaar als quickscan. Verschillende afdelingen van de gemeente en andere betrokken kunnen met het model de voor- en nadelen van mogelijke maatregelen voor een locatie eenvoudig op een rij zetten. Aanbevolen wordt om bij de invulling van het model veel verschillende disciplines uit te nodigen. Maatregelen en criteria in het afwegingsmodel kunnen veranderd worden. Zo kan het model toegespitst worden op de (specifieke voorkeuren per) gemeente. Een aanbeveling is om van te voren niet te veel energie te steken in het opschrijven van wegeningen van de criteria. Wel is het belangrijk dat deelnemers laten blijken hoe zij de criteria waarderen, omdat dit de totaalscore beïnvloedt.

Wateroverlast, en klimaatadaptatie in het algemeen, zou in een breder perspectief moeten worden gezien. De aanpak van wateroverlast kan meegenomen worden in projecten die zich ook op andere problemen of wensen richten. Sommige maatregelen hebben niet alleen een gunstig effect op wateroverlast, maar ook op andere thema's zoals hoeveelheid verharding, ecologie, hitte, droogte of beleving. Op die manier kan de aantrekkelijkheid van een locatie vergroot worden. Wateroverlast is niet alleen een probleem, maar ook een kans.

Abstract

Some municipalities in Holland are confronted with pluvial flooding. Streets are filling itself with water or tunnels or even buildings get flooded. Due to the climate change, more rainfall and extreme showers will occur. This will cause (an increase of) pluvial flooding at some locations.

The aim of this research project is to find out which measures against pluvial flooding can be taken at four vulnerable locations in Amersfoort, Wageningen en Veenendaal and to compare these measures. The main question that is dealt with in this research project is: *How can the municipalities of Amersfoort, Wageningen and Veenendaal change vulnerable locations in their urban areas to reduce pluvial flooding in particular, and to deal with heat, drought and the chance of watercourse flooding?* This research project focuses on pluvial flooding. In Amersfoort the locations Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan and the Boldershof have been chosen. Both places are living areas. The location in Wageningen is the busstation. In Veenendaal has been chosen for a residential area, Engelenburg-Zuid.

In order to answer the main question, an investigation of the characteristics of the four locations has been made. Also, the causes of pluvial flooding at the four locations has been explored. An analysis of possible measures for the four locations has been carried out (although Amersfoort and Veenendaal have already selected a measure for Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan and Engelenburg-Zuid respectively). Since various measures can be taken for each location, a model for balancing measures is been developed. This model weighs four measures per location against eleven criteria. Every measure is scored at every criteria. This results in a total score per measure.

The measure 'infiltration strips and gutters' achieves the highest total score for three locations: Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, the Boldershof and the busstation. In Engelenburg-Zuid, the highest total score is achieved by the measure where only gutters will be installed.

A recommendation for the Boldershof and the busstation is to examine the possibility of 'infiltration strips and gutters' in more detail. For the location Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, it is recommended to realize extra green space at the Stationsplein. Concerning Engelenburg-Zuid, it is recommended to examine in more detail the possibility of installing only gutters, when having the same problem at a similar location.

Some measures against pluvial flooding, add water to a location or are able to store water. In general it is recommended that, during designing the measure, the quality of this water should be taken into account.

The model for balancing measures can be used as a quickscan. Various departments of municipalities and other stakeholders are able to mention and discuss advantages and disadvantages of possible measures. One recommendation is that employees of many diverse departments and organizations should be invited. Measures and criteria can be changed. In this way, the model can be adapted to (specific preferences per) municipality. Another recommendation is not to put too much effort in writing down the weighing factors of the criteria. However, it is important that the participants make clear how they rate the criteria, because this will influences the total score.

Pluvial flooding, and climate adaptation in general, should be seen in a broader light. The theme could be involved in projects which are dealing with other problems or demands. Some measures do not only have a positive effect on pluvial flooding, but also on other issues, such as amount of paved surface, ecology, heat, drought and the perception of a location. In this way, the attractiveness of a location can be raised. Pluvial flooding is not only a threat, but also a chance.

Inhoud

1	Inleiding	9
1.1	Inleiding	9
1.2	Aanleiding	10
1.3	Probleemstelling	10
1.4	Hoofdonderzoeksvraag	10
1.5	Leeswijzer	10
2	Klimaatverandering en wateroverlast	11
2.1	Klimaatverandering	11
2.2	Wateroverlast	12
2.3	Conclusie	13
3	Beleid en projecten	14
3.1	Rijksoverheid	14
3.2	Provincie Gelderland	14
3.3	Provincie Utrecht	15
3.4	Waterschap en achtentwintig gemeenten	16
3.5	Waterschap en gemeente Amersfoort	17
3.6	Platform Water Vallei en Eem	17
3.7	Gemeente Amersfoort	19
3.8	Gemeente Veenendaal	20
3.9	Gemeente Wageningen	20
3.10	Conclusie	21
4	De vier locaties in Amersfoort, Veenendaal en Wageningen	22
4.1	Ligging en functies	22
4.2	Specifieke beschrijving	27
4.3	Conclusie	33
5	Wateroverlast op de vier locaties	34
5.1	Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en Boldershof	34
5.2	Engelenburg-Zuid	35
5.3	Busstation	35
5.4	Conclusie	35
6	Maatregelen	36
6.1	Door de gemeente geplande maatregelen	36
6.2	(Alternatieve) maatregelen	37
6.3	Conclusie	46
7	Afwegingsmodel	47
7.1	Criteria in het afwegingsmodel	47
7.2	Invulling van het model	48

7.3	Analyse van de scores in het afwegingsmodel	50
7.4	Ruimtelijke kwaliteit	50
7.5	Conclusie	51
8	Gebruik van het model in de praktijk	52
8.1	Werkt het model?	52
8.2	Wie te betrekken?	52
8.3	Afwegingsmodel in de context	53
9	Conclusies en aanbevelingen	54
9.1	Conclusies	54
9.2	Aanbevelingen	55
10	Bronnen	56
11	Afkortingen	60

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Heeft u het weleens meegemaakt? Dat er in uw eigen straat veel plassen stonden of dat zelfs water in uw woning was gekomen? Gemeenten in Nederland hebben op sommige locaties te maken met wateroverlast en zullen er ook meer te maken mee gaan krijgen door de klimaatverandering. Zo ook de gemeenten in het gebied van het Platform Water Vallei en Eem.

Hoewel de mate van overlast per gemeente en per locatie in het gebied van het platform verschilt, is het belangrijk dat de overlast niet gaat toenemen. In deze scriptie worden voor vier locaties in de gemeenten Amersfoort, Veenendaal en Wageningen mogelijke maatregelen beschreven en afgewogen.

De twee locaties in Amersfoort zijn de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en het Boldershof. In Veenendaal is gekozen voor de buurt Engelenburg-Zuid. Deze drie locaties zijn (voornamelijk) woongebieden. De locatie in Wageningen is het busstation. Een uitgebreidere beschrijving van de locaties is te vinden in hoofdstuk 4: De vier locaties in Amersfoort, Veenendaal en Wageningen.

Voorliggend onderzoek kon vanuit de gemeente Amersfoort uitgevoerd worden. Wat betreft de andere twee gemeenten is gekozen voor Wageningen en Veenendaal. Binnen deze gemeenten zijn interessante locaties aanwezig. Bovendien verschillen de specifieke kenmerken, de functie of de bouwperiode van de twee locaties in Veenendaal en Wageningen van deze op de locaties in Amersfoort. In paragraaf 4.2: Specifieke beschrijving wordt dit nader toegelicht.

Platform Water Vallei en Eem

Het Platform Water Vallei en Eem is een in 2008 opgericht samenwerkingsverband van zestien gemeenten en het waterschap Vallei en Veluwe (zie figuur 1). Door middel van de samenwerking wil het Platform een betere afstemming realiseren op het gebied van waterbeheer.



Figuur 1 De zestien gemeenten en het waterschap van het Platform Water Vallei en Eem (Eigen afbeelding, 2016)

1.2 Aanleiding

In september 2015 is het Platform Water Vallei en Eem een project over klimaatverandering gestart. Dit anderhalf jaar durende project moet een gezamenlijke visie en ambitie op de klimaatverandering in de Gelderse Vallei en het Eemland opleveren. De voorliggende scriptie kan een onderdeel worden van of gebruikt worden voor het programmadocument dat in het kader van het project van het platform gemaakt wordt.

1.3 Probleemstelling

Als er meer neerslag en ook meer extreme buien gaan vallen, zal op sommige plekken wateroverlast optreden en/of toenemen. In de gemeenten Amersfoort, Wageningen en Veenendaal zijn kwetsbare locaties in het stedelijk gebied aanwezig. De vraag is welke (alternatieve) maatregelen op vier kwetsbare locaties in de drie gemeenten mogelijk zijn om de wateroverlast aan te kunnen.

1.4 Hoofdonderzoeksvraag

De hoofdonderzoeksvraag van dit onderzoek luidt:

Hoe kunnen de gemeenten Amersfoort, Wageningen en Veenendaal kwetsbare locaties in hun stedelijk gebied veranderen om met name wateroverlast en in mindere mate hittestress, waterveiligheid en droogte als gevolg van de klimaatverandering aan te kunnen?

In het onderzoek wordt gefocust op het thema wateroverlast. De thema's hittestress en droogte zullen uitsluitend bij de afweging van maatregelen tegen wateroverlast worden genoemd. Hittestress en droogte hebben een relatie met sommige maatregelen die tegen wateroverlast genomen kunnen worden.

1.5 Leeswijzer

Voorliggende scriptie bestaat uit elf hoofdstukken. In hoofdstuk 2 is beknopt toegelicht wat de klimaatverandering inhoudt, hoe wateroverlast gedefinieerd wordt en waar dit door veroorzaakt wordt. Het volgende hoofdstuk behandelt een aantal relevante beleidsstukken. In hoofdstuk 4 worden de vier locaties in Amersfoort, Veenendaal en Wageningen geïntroduceerd. Daar is een beschrijving van de ligging, functies en specifieke kenmerken te vinden. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 toegelicht waar wateroverlast op de vier locaties optreedt en wat daarvan de oorzaak is. Welke (alternatieve) maatregelen mogelijk zijn op de vier locaties en welke maatregelen de gemeente Amersfoort en Veenendaal al voor twee locaties hebben, wordt in hoofdstuk 6 uiteengezet. In hoofdstuk 7 komt het afwegingsmodel, dat is ontwikkeld om de maatregelen te kunnen vergelijken, aan bod. Vervolgens is in hoofdstuk 8 beschreven of en hoe dit model in de praktijk werkt. Ten slotte worden in hoofdstuk 9 conclusies en aanbevelingen die voortkomen uit het onderzoek uiteengezet en staan in hoofdstuk 11 de in het onderzoek gebruikte afkortingen en de betekenissen.

2 Klimaatverandering en wateroverlast

In dit hoofdstuk wordt beknopt weergegeven wat de klimaatverandering inhoudt. Ook wordt beschreven hoe wateroverlast wordt gedefinieerd en waar het door veroorzaakt wordt. Dit hoofdstuk is door middel van bureauonderzoek tot stand gekomen.

2.1 Klimaatverandering

2.1.1 Wereldwijd

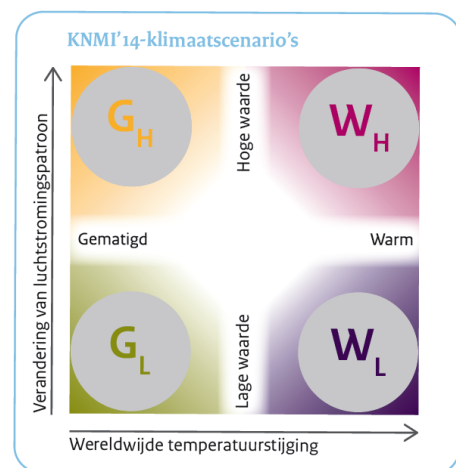
Het klimaat verandert. De wereldwijde temperatuur zal in 2050 1 tot 2 graden en in 2085 1,5 tot 3,5 graden hoger zijn dan in de periode 1981-2010 (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Lenderink, Herziene uitgave 2015). Ook veranderen de neerslaghoeveelheid en -intensiteit maar deze veranderingen verschillen van gebied tot gebied. Daarnaast zal het zeespiegelpeil in de 21^e eeuw blijven stijgen.

2.1.2 Nederland

Het KNMI heeft voor Nederland vier scenario's opgesteld (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Lenderink, Herziene uitgave 2015). Er is bij de scenario's onderscheid gemaakt in mate van opwarming wereldwijd (Gematigd of Warm) en in de invloed van verandering van luchtstromingspatronen (Laag of Hoog). Zo zijn er de scenario's: Gematigd Laag (GL), Gematigd Hoog (GH), Warm laag (WL) en Warm hoog (WH).

De scenario's hebben betrekking op 2050 en 2085 en er wordt een vergelijking gemaakt met de periode 1981-2010.

Als gevolg van de klimaatverandering, blijft onder andere de temperatuur stijgen en neemt de neerslag toe.



Figuur 2 Klimaatscenario's KNMI 2014 (KNMI.nl, n.d.)

2.1.3 Verdieping neerslag Nederland

Er zijn per klimaatvariabele (neerslag, temperatuur e.d.) indicatoren bepaald. Binnen de waarden van deze indicatoren van de vier scenario's zal het klimaat in Nederland waarschijnlijk veranderen. Een voorbeeld van een indicator is de gemiddelde hoeveelheid neerslag. De verschillen in veranderingen in de neerslag zullen binnen Nederland klein zijn.

2.1.3.1 Gemiddelde hoeveelheid neerslag

De gemiddelde hoeveelheid neerslag in de referentieperiode 1981-2010 was 851 mm per jaar (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Lenderink, Herziene uitgave 2015). In de *winter, herfst en lente* neemt de neerslag in alle vier de scenario's toe in 2050 en 2085. De gemiddelde neerslag in de zomer is niet eenduidig uit de modelberekeningen gekomen:

Gemiddelde hoeveelheid neerslag in de zomer (2050):

Scenario's GL en WL: neemt licht toe

Scenario's GH en WH: neemt behoorlijk af

Voor 2085 wordt in één scenario (GL) een lichte toename van de gemiddelde hoeveelheid neerslag verwacht. In de scenario's GH en WL wordt een behoorlijke afname verwacht en in WH een enorme afname.

2.1.3.2 Neerslag-extremen

In alle scenario's nemen neerslag-extremen in *elk seizoen* toe (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Lenderink, Herziene uitgave 2015). Met neerslag-extremen wordt veel neerslag in een korte tijd bedoeld.

2.1.4 Effecten van de klimaatverandering

Effecten van de klimaatverandering zijn onder andere (Albers & Dopp, 2008), (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Lenderink, Herziene uitgave 2015):

- Schade aan gebouwen en toename van files (door wateroverlast en het eerst genoemde gevolg ook door droogte);
- Onder andere verminderde water- en luchtkwaliteit (door hoge temperatuur);
- Toename van de kans op overstromingen (door zeespiegelstijging en hogere waterstanden en afvoer van de grote rivieren);
- Hogere landbouwopbrengsten en langer groeiseizoen (door hogere temperatuur);
- Bedreiging van de oogst (door hevige buien en ook droogte).

2.2 Wateroverlast

2.2.1 Waar gaat regenwater naar toe?

Als het regent, loopt het water in normale situaties op de volgende manier weg (Pötz & Bleuzé, 2012). Water:

- Stroomt naar het riool (in Bijlage 1 zijn de verschillende type riolen toegelicht);
- Stroomt bovengronds naar oppervlaktewater;
- Infilteert in de bodem;
- Wordt opgenomen door de begroeiing;
- Verdampt.

Op welke manier water zijn weg vindt op de grond wordt bepaald door of het oppervlak verhard (straat, tuin met veel stenen, daken) of onverhard (bijv. gras) is (Pötz & Bleuzé, 2012). Zwaartekracht en drukverschillen bepalen waar water naartoe stroomt.

2.2.2 Definitie van wateroverlast

De gemeente Amersfoort maakt onderscheid in drie vormen van wateroverlast (Gemeente Amersfoort, 2012):

- Hinder
Het gaat hierbij om kortdurende (korter dan circa 1 uur) en kleine hoeveelheden (minder dan circa 5 cm) water-op-straat op bedrijventerreinen en in woonwijken;
- Materiële of economische schade
Het gaat hierbij om kortdurende, kleine hoeveelheden water-op-straat in winkelgebieden en op ontsluitingswegen of hoofdwegen, ondergelopen tunnels en om het opdrijven van putdeksels. Ook kan het gaan om langdurige, forse (langer dan circa 1 uur, meer dan circa 5 cm) hoeveelheden water-op-straat op bedrijventerreinen en in woonwijken;
- Ernstige materiële of economische schade
Het gaat hierbij om water in winkels, bedrijven, woningen en kelders. Ook kan het gaan om ernstige belemmeringen van het (economische) verkeer. Verder moet rekening worden gehouden met kwetsbare infrastructuur (zoals transformatorhuisjes en telefooncentrales).

2.2.3 Oorzaken van wateroverlast

Er zijn een aantal aspecten die het plaatsvinden van of de mate van wateroverlast bepalen. Dit zijn (o.a.) (Schram-Bijkerk, Claessens, Dirven-van Breemen, Houweling, & van Wijnen, 2012) (Gemeente Amersfoort, 2012):

- Hoeveelheid dagen met neerslag of hoeveelheid neerslag in korte tijd, in combinatie met:
- Capaciteit van het riool. Als er een extreme bui is, kan het riool de hoeveelheid water niet allemaal bergen;
- Het waterbergend vermogen van de bodem: hoeveel water kan er in de bodem trekken. Dit is afhankelijk van onder meer:
 - De bodemeigenschappen (zoals het bodemtype en de grondwaterstand)
 - Klimatologische omstandigheden (o.a. hoeveel neerslag er in een bepaalde tijd valt)
 - Bodembedekking (mate van afdekking en type verharding of vegetatie);
- Andere kenmerken van het gebied (zoals hoogteverschillen, hoogte van de stoep t.o.v. de weg);
- Peilhoogte van het oppervlaktewater. Als het waterpeil door de neerslag hoger komt te staan dan het maaiveld, zal het overstromen. Ook kan het gebeuren dat het peil van het oppervlaktewater hoger komt te staan dan eventuele riooloverstorten, waardoor het water terug het riool instroomt (en uiteindelijk op straat terecht komt);
- In hoeverre kolken of rioolleidingen schoon of verstopt zijn.

2.3 Conclusie

Als gevolg van de klimaatverandering gaat het vaker regenen en gaan extreme buien vaker voorkomen in Nederland. De hoeveelheid water dat zal wegstromen naar het riool of oppervlaktewater, dat zal infiltreren in de bodem of opgenomen wordt door begroeiing of verdampt, gaat toenemen. Op sommige locaties kan dit zorgen voor (een toename van) wateroverlast.

3 Beleid en projecten

In dit hoofdstuk worden de voor het onderwerp relevante beleidsstukken en projecten toegelicht. Het hoofdstuk is door middel van bureauonderzoek tot stand gekomen.

3.1 Rijksoverheid

Elk jaar maakt de Rijksoverheid met provincies, gemeenten, waterschappen en maatschappelijke organisaties, burgers en het bedrijfsleven een Deltaprogramma (Deltacommissaris, n.d.).

In 2014 zijn vijf deltabeslissingen uitgebracht (Deltacommissaris, n.d.). Voor dit onderzoek is de deltabeslissing 'Ruimtelijke adaptatie' het meest van belang. De ambitie van het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen is om in 2050 Nederland zo goed mogelijk klimaatbestendig en waterrobuust te hebben ingericht. Om dat te bereiken willen deze overheden vanaf 2020 klimaatbestendig en waterrobuust handelen. Ook willen zij dat het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties dit doen. Waterveiligheid en klimaatbestendigheid moeten bij ruimtelijke (her)ontwikkelingen en beheer en onderhoud worden meegewogen. Het Rijk moet ervoor zorgen dat nationale vitale en kwetsbare functies uiterlijk in 2050 beter overstromingen aan kunnen.

Naast het aspect ruimtelijke adaptatie is ook de beschikbaarheid van zoetwater van belang voor dit onderzoek. Door de klimaatverandering en bij een toenemende vraag kunnen in de toekomst vaker watertekorten gaan optreden (Deltacommissaris, n.d.). De deltabeslissing Zoetwater en het investeringsprogramma moeten ervoor zorgen dat Nederland in de toekomst over voldoende zoetwater beschikt. De overheden (Rijk, provincies, waterschappen, gemeenten) willen de beschikbaarheid van zoetwater waarborgen (Deltacommissaris, n.d.).

3.2 Provincie Gelderland

De provincie Gelderland heeft in haar omgevingsvisie twee hoofddoelen van waaruit ze de maatschappelijke opgaven wil aanpakken: een duurzame economische structuur realiseren en de kwaliteit en veiligheid van de leefomgeving borgen (Provincie Gelderland, 2015). Onder dit tweede doel verstaat de provincie onder andere het behouden/realiseren van een voor alle gebruiksfuncties robuust en toekomstbestendig water- en bodemsysteem.

De provincie heeft de ambitie om een veerkrachtig en duurzaam water- en bodemsysteem (bodem, ondergrond, grond- en oppervlaktewater) te hebben. Met veerkrachtig wordt bedoeld: een systeem dat in normale situaties alle functies goed kan uitvoeren, dat zonder overlast of schade over- en onderbelasting goed kan opvangen en dat daarna snel herstelt zonder negatieve effecten. De provincie ziet een duurzaam systeem als een systeem dat ook in de toekomst kan blijven functioneren en dat zonder te hoge maatschappelijke kosten in stand kan worden gehouden.

Bij het gebruik van de ondergrond moet er een balans zijn tussen het gebruiken van de kansen van de ondergrond en het behouden van de waarde voor toekomstige generaties. De provincie streeft daarnaast naar het vroegtijdig inzicht hebben in de (on)mogelijkheden van het water- en bodemsysteem bij het maken van ruimtelijke keuzes. Ook wil zij dat de functies van de ondergrond bij nieuwe ontwikkelingen zo goed mogelijk zijn afgestemd op de 'natuurlijke alliantie' tussen water, bodem en groen. Hiermee wordt een samenhangende benadering van deze drie aspecten bedoeld.

Ten aanzien van stedelijk waterbeheer wil de provincie dat de inrichting en het beheer van het waterhuishoudkundig systeem in het stedelijk gebied gericht zijn op onder meer: beperken of voorkomen van wateroverlast, behouden en ontwikkelen van natuur in de steden en beperken van vuilbelasting door riooloverstorten en hemelwateruitlaten.

Wat betreft wateroverlast wil de provincie zo veel mogelijk voorkomen dat overstromingen vanuit watergangen tot wateroverlast leiden. Daarom wordt ervoor gezorgd dat het regionale systeem goed blijft functioneren.

De provincie streeft daarnaast naar een hoge kwaliteit van de leefomgeving. Bij het begrip ruimtelijke kwaliteit onderscheidt de provincie de volgende onderdelen: gebruikswaarde, toekomstwaarde en belevingswaarde. Gebruikswaarde gaat erover of een project (gebied of functie) gebruikt kan worden waar het voor bedoeld is. Toekomstwaarde houdt in dat een gebied of functie voldoet aan eisen van duurzaamheid. Hiermee worden aspecten als vraag naar en aanbod van energie, onderhoudsgevoeligheid en aanpasbaarheid qua gebruik bedoeld. Ten slotte wordt onder belevingswaarde verstaan of een locatie aantrekkelijk is vormgegeven. Hierbij wordt gekeken naar onder andere ontwerp en architectuur, betekenis en schoonheid en vormgeving en compositie.

3.3 Provincie Utrecht

3.3.1 Provinciale ruimtelijke structuurvisie 2013 - 2028

De provincie Utrecht (Provincie Utrecht, 2013) streeft naar: een duurzame leefomgeving, vitale dorpen en steden en een landelijk gebied met kwaliteit. Hierbinnen streeft de provincie naar het zo veel mogelijk ontwikkelen in bestaand bebouwd gebied (in plaats van in het landelijke gebied) en het behouden en versterken van de kwaliteit van het landelijk gebied.

De provincie Utrecht heeft als ambitie om in 2040 klimaatneutraal en klimaatbestendig te zijn. Met klimaatneutraal wordt bijvoorbeeld bedoeld dat er meer duurzame energiebronnen gebruikt worden. Bij klimaatbestendigheid gaat het om het hebben van een duurzaam en robuust bodem- en watersysteem en bescherming tegen overstromingen. De provincie wil bij ruimtelijke ontwikkelingen deze ambitie aan houden.

De provincie streeft ernaar dat de ondergrond duurzaam gebruikt wordt. Dit houdt onder andere in dat een functie zo veel mogelijk op een bodem wordt gepland die daarvoor geschikt is. Hier wordt bij een ruimtelijke ontwikkeling op geanticipeerd door onder andere vroeg het bodem- en watersysteem te betrekken. Verder moedigt de provincie bij ruimtelijke ontwikkelingen maatregelen aan die inspelen op de effecten van klimaatverandering, zoals maatregelen tegen wateroverlast.

Daarnaast is het begrip ruimtelijke kwaliteit een belangrijk onderdeel in het beleid. Ruimtelijke kwaliteit in het stedelijk gebied is echter een verantwoordelijkheid van de gemeente. De provincie stimuleert gemeenten om bij ontwikkelingen in het stedelijk gebied kwaliteit te realiseren. De provincie vindt bij ruimtelijke kwaliteit het volgende van belang:

- Bestaande kwaliteiten behouden en versterken;
- Samenhang tussen onderdelen creëren en versnipperde onderdelen verbinden
- Diversiteit en robuustheid vergroten;
- Gebieden beleefbaar en toegankelijk maken.

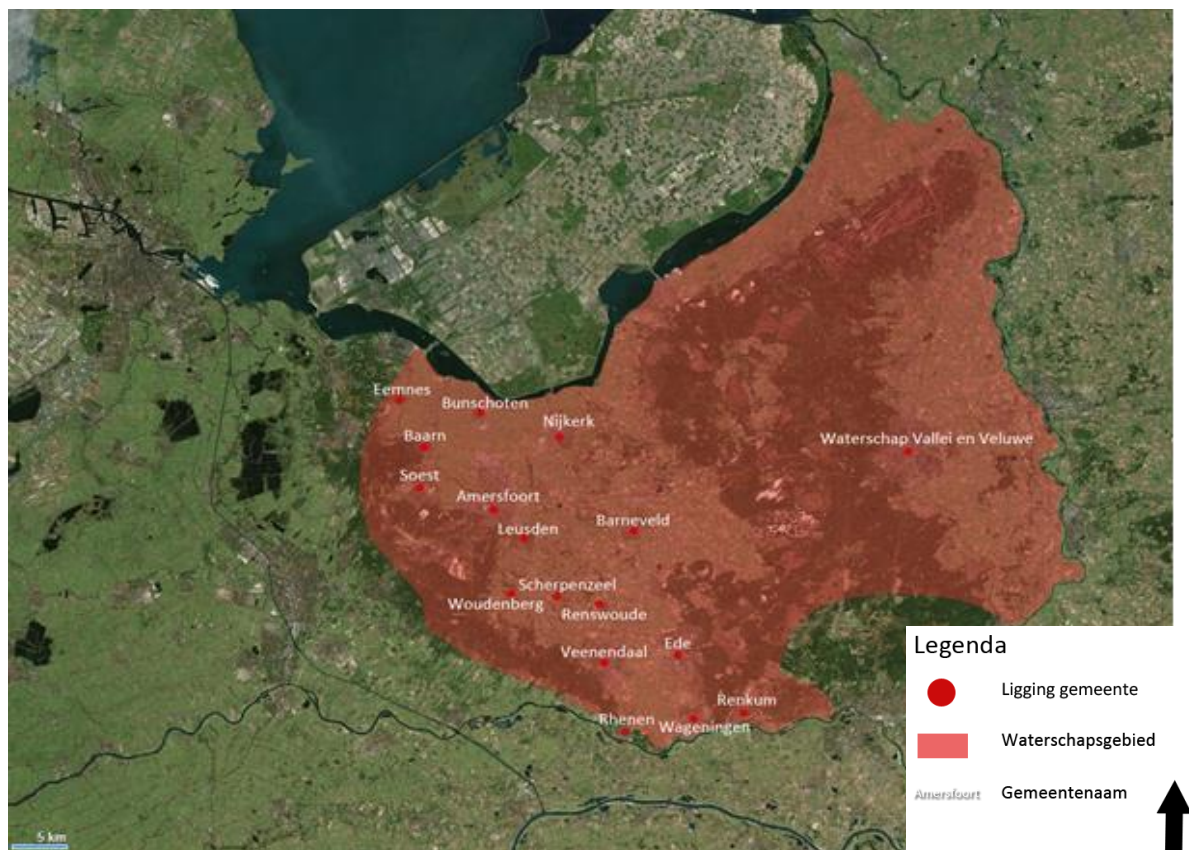
3.3.2 Ruimtelijke Agenda

Momenteel is de provincie Utrecht bezig met het opstellen van Ruimtelijke Agenda's. Hierin komen per gemeente de speerpunten (ontwikkelopgaven) te staan die de provincie en de gemeente gezamenlijk willen realiseren (Provincie Utrecht, n.d.).

De aanpak van het vroeg in het proces betrekken van gemeenten is nieuw. In een werksessie tussen de provincie en de gemeente Amersfoort van begin februari, waarin speerpunten werden benoemd, is het thema klimaatverandering expliciet genoemd. De Ruimtelijke Agenda voor Amersfoort zal eind 2016 klaar zijn.

3.4 Waterschap en achtentwintig gemeenten

Het waterschap Vallei en Veluwe en de achtentwintig gemeenten die in het gebied van het waterschap liggen (zie figuur 3), hebben een gezamenlijke visie gemaakt op het omgaan met hemelwater en afvalwater (Waterschap Vallei en Veluwe, gemeente Apeldoorn, Elburg, Ede, Harderwijk, Renkum, Voorst, Bunschoten, Noord-Veluwe, Oost-Veluwe, 2015).



Figuur 3 Waterschapsgebied (Eigen afbeelding, 2016)

Het waterschap en de gemeenten hebben een aantal uitgangspunten met betrekking tot het hemelwater die op nieuwbouwlocaties haalbaar zijn:

- Hemelwater niet naar een afvalwaterzuiveringsinstallatie leiden;
- Hemelwater lokaal gebruiken of vasthouden;
- Hemelwater in eerste instantie bovengronds verwerken.

Voor bestaande stedelijke gebieden streven het waterschap en de gemeenten op het gebied van hemelwater naar:

- Het tegelijkertijd uitvoeren van werkzaamheden (zoals een weg herinrichten nadat het riool is vervangen);
- Bekendheid en bewustzijn creëren bij bewoners, bedrijven en bestuurders rondom het thema water;
- Open staan voor ideeën van onder andere bewoners.

Ten aanzien van afvalwater willen het waterschap en de gemeenten:

- Hygiënisch verantwoord om blijven gaan met verwerken van afvalwater;
- Warmte en grondstoffen terugwinnen uit afvalwater;
- Zo veel mogelijk gescheiden inzamelen van afvalstoffen;
- Inwoners als afnemer en leverancier zien;
- Afvalwater verwerken op meerdere schaalniveaus.

Voor bestaande gebieden en gebouwen streven het waterschap en de gemeenten op het gebied van afvalwater onder andere naar:

- Het ‘presenteren’ van nieuwe mogelijkheden op het gebied van afvalwater (zoals het winnen van warmte uit douchewater);
- Het leren van voorbeeldprojecten;
- Het zoeken naar partijen waarbij een duurzaam concept uitgevoerd kan worden (zoals het inzamelen van medicijnresten).

3.5 Waterschap en gemeente Amersfoort

De gemeente Amersfoort en het waterschap hebben een intentieovereenkomst (‘Blue Deal’) getekend waarin zij onder andere hebben afgesproken dat zij gaan samenwerken om het stedelijk gebied van de gemeente wat betreft waterbeheer klimaatrobust te maken (Gemeente Amersfoort & Waterschap Vallei en Veluwe, 2014). Gezamenlijk hebben deze twee partijen een agenda opgesteld waarin projecten voor 2015-2020 zijn opgenomen.

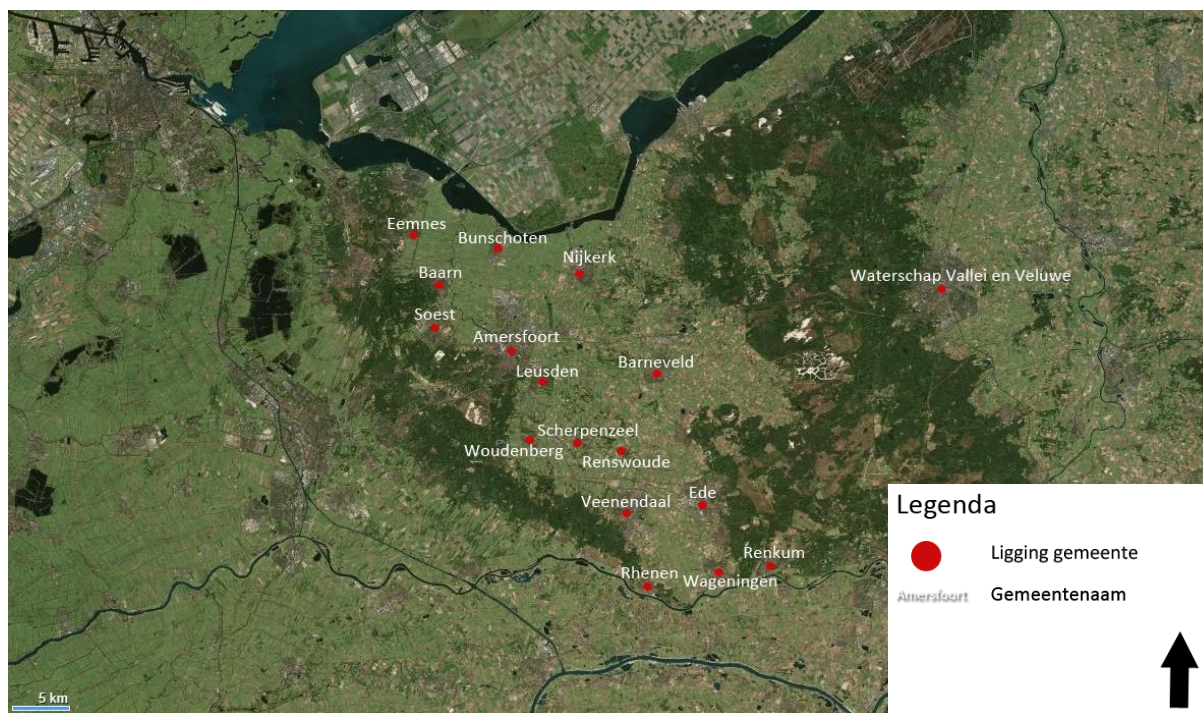
Voor dit afstudeeronderzoek relevante projecten zijn:

- Knelpunten en kansrijke blauwe en groene maatregelen onderzoeken;
- Onderzoek uit laten voeren door (groepen) vrijwilligers en dit gebruiken om inzicht te verkrijgen in de effecten van klimaatverandering op wijkniveau;
- De mogelijkheid van een watercompensatiefonds in Amersfoort onderzoeken.

Het eerste project gaat over hoe er ingespeeld kan worden op hittestress, verdroging en verlies aan biodiversiteit. Wateroverlast wordt niet expliciet genoemd, maar groene en blauwe maatregelen kunnen wel wateroverlast verminderen. Bij het tweede project wordt er momenteel in Amersfoort onderzoek gedaan naar de relatie tussen de grondwaterstand en de gezondheid van bomen. Het derde project heeft betrekking op de verplichte compensatie die moet plaatsvinden bij een toename van verharding. Eén van de nieuwe mogelijkheden om compensatie te realiseren, is om het bedrag dat ontwikkelaars kwijt zouden zijn aan ‘individuele compensatie’ in een fonds te storten. Vanuit het fonds zou gezocht kunnen worden naar bergingsmogelijkheden op grotere schaal en die meerwaarde opleveren voor de wijk. Dit is inmiddels onderzocht en er is voor gekozen om nu geen watercompensatiefonds op te zetten.

3.6 Platform Water Vallei en Eem

Het waterschap en de zestien gemeenten zijn binnen het Platform Water Vallei en Eem in september 2015 het project klimaatverandering gestart. Aan het begin van het project is er een ‘klimaatstresstest light’ uitgevoerd voor het gehele gebied waarin de gemeenten liggen (Klein Tank, Beersma, Bessembinder, van den Hurk, & Geert, Herziene uitgave 2015). Hierin is een globaal inzicht gegeven in de opgaven die op het waterschap en de gemeenten afkomen wat betreft waterveiligheid, wateroverlast, droogte en hitte.



Figuur 4 De zestien gemeenten en het waterschap van het Platform Water Vallei en Eem (Eigen afbeelding, 2016)

Uit de ‘klimaatstresstest light’ blijkt dat het Platformgebied kwetsbaar is voor waterveiligheid, wateroverlast, droogte en/of hitte. In de klimaatstresstest light is vooral onderzocht hoe het staat met de vier thema’s op regionaal schaalniveau. Op stedelijk niveau (in de bebouwde omgeving) moet er meer in detail gekeken worden naar hittestress en wateroverlast.

Waterveiligheid

Dit thema is vooral relevant als zich een dijkdoorbraak van de Grebbedijk (bij Wageningen) of de primaire waterkeringen langs de Eem en het Eemmeer zou voordoen. Een deel van Amersfoort is kwetsbaar als de genoemde dijken doorbreken. Ook de gemeente Veenendaal blijkt zeer kwetsbaar te zijn bij een dijkdoorbraak.

Wateroverlast

Wateroverlast vindt plaats doordat buien intenser worden en doordat dit vaker voorkomt. In een aantal gemeenten in het Platformgebied komt wateroverlast in stedelijk gebied voor. Bij wateroverlast op het regionale schaalniveau is er sprake van overlast door te hoog oppervlaktewater.

Droogte

In andere gemeenten is ook sprake van watertekorten in het stedelijk gebied. Droogte is vooral een probleem in het landelijke gebied/buitengebied en in parken.

Hittestress

Ten slotte zal er vooral hitte optreden in gebieden met bebouwing en dan met name waar de bebouwingsdichtheid hoog is, zoals binnensteden.

3.7 Gemeente Amersfoort

3.7.1 Structuurvisie Amersfoort 2030

Als basis voor de structuurvisie heeft de gemeente een visie ontwikkeld op de ‘natuurlijke alliantie’ bodem, water en groen (Grond & Verkade, 2014). Dit is een methode om deze drie aspecten meer in samenhang mee te nemen bij ruimtelijke ontwikkeling.

De gemeente Amersfoort (Gemeente Amersfoort, 2013) wil de bestaande kwaliteiten gebruiken voor het ontwikkelen van een aantrekkelijke stad voor toekomstige en huidige bewoners en voor bedrijven. Een aantal kwaliteiten die genoemd worden, zijn: de grote hoeveelheid en gevarieerde natuur in en rondom de stad, de historische binnenstad en bijzondere architectuur, groene, veilige en gevarieerde woonmilieus en de menselijke maat van de stad.

De gemeente heeft de ambitie om een CO2 neutrale- en klimaatbestendige stad te zijn in 2030. Bij (nieuwe) ontwikkelingen moeten zo veel mogelijk de bestaande kwaliteiten als uitgangspunt genomen worden.

3.7.2 Gemeentelijk rioleringsplan Amersfoort

Eind 2012 heeft de gemeente Amersfoort een rioleringsplan vastgesteld voor 2012 – 2021 (Gemeente Amersfoort, 2012). Een aantal opgaven voor deze periode is onder andere: rekening houden met grotere neerslagextremen, riolering in een aantal wijken renoveren of vervangen en meer samenwerken in de afvalwaterketen.

De gemeente heeft een aantal ambities:

- Een flinke vermindering van vervuiling van afstromend regenwater (in 2030);
- Overgang naar een compleet gescheiden inzameling en verwerking van al het afvalwater, regenwater en eventueel grondwater. In nieuw gebied is de ambitie om 90% van de verharding niet naar de RWZI af te laten voeren en in bestaand gebied wil de gemeente tot 2030 circa 30 tot 50% afkoppelen ten opzichte van 1998;
- De watertoets procedure hanteren bij ruimtelijke ontwikkelingen, waardoor ontwikkelingen plaatsvinden op plekken die daar het meest geschikt voor zijn;
- Benutten van kansen voor een overgang van ‘cradle to cradle’. Dit houdt onder andere in dat lokaal water zo goed mogelijk wordt benut.

In relatie tot het veranderende klimaat streeft de gemeente de volgende twee hoofdambities na:

- Een klimaatbestendige riolering en inrichting van de openbare ruimte realiseren;
- Structurele grondwateroverlast in het stedelijk gebied tegengaan en anticiperen op de effecten van de klimaatverandering.

De eerste ambitie gaat over hoe vaak wat voor type wateroverlast mag optreden. Zoals in paragraaf 2.2.2 beschreven is, definieert de gemeente Amersfoort drie vormen van wateroverlast:

- Hinder;
- Materiële of economische schade;
- Ernstige materiële of economische schade.

De ambitie is dat hinder gemiddeld één keer per twee jaar op dezelfde locatie optreedt. Materiële of economische schade mag volgens de gemeente één keer per 10 tot 25 jaar op dezelfde locatie plaatsvinden. De ambitie bij ernstige materiële of economische schade is dat dit één keer per 50 tot 100 jaar op dezelfde locatie optreedt. De gemeente neemt maatregelen bij wateroverlast als de kosten ervan opwegen tegen de hoeveelheid schade die voorkomen of beperkt wordt.

Voor het bereiken van een klimaatbestendige riolering en inrichting van de openbare ruimte streeft de gemeente onder andere naar:

- De inrichting van locaties waar een verhoogde kans op wateroverlast is, veranderen;
- Vergroten van de bergings- en afvoercapaciteit van riolering die vervangen of afgekoppeld wordt;
- Aanleggen van een gescheiden hemelwaterstelsel bij nieuwbouw. Alleen bij een vervuild oppervlak wordt een verbeterd gescheiden stelsel aangelegd;
- Doelmatige maatregelen nemen in gebieden met een gemiddeld hoogste grondwaterstand van minder dan 0,70 m onder het maaiveld;
- Burgers en bedrijven informeren over hun eigen verantwoordelijkheid en mogelijkheden voor het verwerken van hemelwater en grondwater op hun eigen perceel;
- Bij ombouwen van gemengd naar gescheiden stelsel in openbaar gebied burgers en bedrijven benaderen om afval- en hemelwater van hun eigen terrein gescheiden aan te leveren.

3.8 Gemeente Veenendaal

De gemeente Veenendaal heeft in 2012 een GRP (gemeentelijk rioleringsplan) vastgesteld voor de periode 2012-2016 (Linckens, A. en Vermulst, C., 2012). Momenteel wordt er een nieuw gemeentelijk riolerings- en waterbeheerplan opgesteld maar omdat deze nog niet gereed is (en het beleid niet geheel zal wijzigen) is hier het gemeentelijk rioleringsplan van 2010 beschreven.

In het GRP worden doelen genoemd, waarvan de volgende twee van belang zijn gezien de klimaatverandering: vuiluitworp naar oppervlaktewater door afvalwater en vervuild hemelwater beperken en wateroverlast beperken. Concreet betekent het dat overstorten geen risico moeten opleveren voor de volks- en diergezondheid en deze niet het realiseren van ecologische doelstellingen in de weg zitten. Het vuil dat door lozingen van hemelwater en door overstorten uitgeworpen wordt, moet bovendien beperkt zijn. Het tweede doel houdt in dat de afvoercapaciteit van het riool voldoende moet zijn om wateroverlast te verminderen en schade zo veel mogelijk te voorkomen en dat er geen hinder wordt ondervonden bij instroming in riolen en kolken. Wateroverlast definieert de gemeente als meer dan één melding of klacht na een regenbui. De gemeente noemt het waterschade als zij na een regenbui een zeer ernstige klacht (schade) ontvangt of als ze aansprakelijk wordt gesteld in verband met water dat uit de gemeentelijke riolering afkomstig is. Ten slotte definieert ze hinder als situaties wanneer er water op straat optreedt, maar dit niet tot klachten leidt. Hinder accepteert de gemeente als dit niet tot overmatige wateroverlast of tot schade leidt.

De gemeente wil verharde openbare ruimte die schoon is, blijven afkoppelen en wil particulieren stimuleren om af te koppelen. Bij nieuwe uitbreidingen, herinrichting en reconstructie of vervanging van het riool wordt, indien mogelijk, het afval- en hemelwater zo veel mogelijk gescheiden. Bij een tekort aan berging in het rioolstelsel kan een gescheiden systeem worden aangelegd met een grotere berging in het regenwaterrioolstelsel.

De gemeente voert maatregelen alleen uit als deze doelmatig zijn (als deze bijvoorbeeld tegelijkertijd met andere werkzaamheden in de openbare ruimte uitgevoerd kunnen worden) of als er een urgent probleem is.

3.9 Gemeente Wageningen

In 2010 heeft de gemeente Wageningen een GRP (gemeentelijk rioleringsplan) vastgesteld voor de periode 2010-2015 (Gemeente Wageningen, 2010). In de vorm van een omgevingsplan zal een 'nieuw' gemeentelijk rioleringsplan gemaakt worden, maar de uitgangspunten zoals die in het huidige gemeentelijk rioleringsplan staan, zullen niet zeer sterk veranderen.

Wat afval- en hemelwater betreft streeft de gemeente bij nieuwbouw naar het aanleggen van (verbeterd) gescheiden riolering of een alternatief. Gemengde riolering wil zij bij nieuwbouw vermijden. Riolering vervangen of verbeteren doet de gemeente als het kan worden gecombineerd met andere projecten, zoals weg- en wijkreconstructies. Bij de keuze om een bestaande gemengde rioolbuis te vervangen en een buis met grotere diameter aan te leggen tegenover een aparte buis voor hemelwater aanleggen, gaat de voorkeur indien doelmatig uit naar het laatste.

Bij nieuwbouw of verbouw schrijft de gemeente infiltratie van hemelwater voor als dit wat bodemdoorlatendheid betreft mogelijk is en als er een infiltratievoorziening boven de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) aangelegd kan worden. Als er geen mogelijkheid is, streeft de gemeente naar hemelwater af laten voeren via oppervlaktewater in plaats van via de riolering. De gemeente wil afgekoppeld hemelwater inzetten voor ecologie/natuurontwikkeling of grondwaterbeheer, recreatie of beleving. Ook wil ze oevers (natuur)vriendelijker inrichten, waarmee de omgeving aantrekkelijk(er) wordt gemaakt.

3.10 Conclusie

Het beleid van de verschillende overheden kan als volgt worden samengevat. Veel overheden willen klimaatbestendig zijn in het 'jaar X'. Beide provincies streven naar een duurzaam en robuust bodem- en watersysteem. Hiermee bedoelen zij een systeem dat goed zal blijven functioneren. De overeenkomst tussen de provincie Utrecht en de gemeente Amersfoort is dat zij ontwikkelingen willen laten plaatsvinden op bodems of plekken die daar het meeste geschikt voor zijn. Daarnaast komt bij het waterschap en de gemeente Amersfoort het streven naar het zo goed mogelijk benutten van water overeen. De drie gemeenten hebben allemaal als ambitie om afvalwater, hemelwater gescheiden in te zamelen. Amersfoort, Wageningen, Veenendaal en het waterschap willen maatregelen realiseren of de riolering veranderen of vervangen door dit te combineren met andere werkzaamheden (werk met werk maken).

4 De vier locaties in Amersfoort, Veenendaal en Wageningen

In dit hoofdstuk worden de vier locaties in Amersfoort, Wageningen en Veenendaal beschreven. Allereerst worden de ligging en de aanwezige functies van de locaties beschreven en vervolgens wordt ingegaan op specifieke kenmerken zoals hoogteligging, bodemtype, grondwaterstanden, oppervlaktewater en specifieke inrichting. Voor dit hoofdstuk is zowel bureauonderzoek als veldonderzoek uitgevoerd. Wat het laatste betreft is met medewerkers van de gemeenten gesproken.

4.1 Ligging en functies

4.1.1 Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan, Amersfoort

Deze twee wegen liggen in het zuidwesten van de stad in de vooroorlogse woonwijk Bergkwartier. De Koningin Wilhelminalaan is een doorgaande weg voor verkeer vanaf het station naar de Stichtse Rotonde en de provinciale - en snelweg. Er staan vrijstaande woningen op grote kavels en er zijn ook andere functies (zoals een vergadercentrum en kantoren) aanwezig. In dit onderzoek wordt ten aanzien van deze locatie in het vervolg vaak ook het 'Stationsplein' genoemd. De ligging hiervan is op figuur 6 aangegeven.

De Prins Frederiklaan is ook een doorgaande weg in het Bergkwartier. Aan de Prins Frederiklaan zijn vooral vrijstaande woningen en verder een kantoor en een aantal andere functies aanwezig.



Figuur 5 Ligging van Koningin Wilhelminalaan, Prins Frederiklaan en het Boldershof in Amersfoort (Eigen afbeelding, 2016)



Figuur 6 Ligging Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan (Eigen afbeelding, 2016)

Beschermd stadsgezicht

Een deel van het Bergkwartier is in 2007 op de lijst van door het Rijk beschermde stadsgezichten geplaatst. In Bijlage 2 zijn foto's van de Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan te vinden.

Cultuurhistorische kenmerken en waarden Bergkwartier

Het Bergkwartier is vanaf 1900 door tuinarchitecten aangelegd in de gemengde landschapsstijl (Ruimtelijke plannen, 2015). Het belangrijkste kenmerk van deze stijl is de samenhang tussen de groenstructuur, bebouwing en het patroon van lanen.

De Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan zijn beide lineaire assen. Tussen de lineaire assen zijn woonstraten (rondom de hoogtelijnen gebogen) aangelegd. Aan weerszijden van de Koningin Wilhelminalaan liggen monumentale bomen en grasstroken. De Prins Frederiklaan is tussen het kruispunt met de Utrechtseweg en de Koningin Wilhelminalaan voorzien van een groene monumentale middenberm (Ruimtelijke plannen, 2015). In het deel tussen de Koningin Wilhelminalaan en Daam Fockemalaan liggen aan de zijanten van de straat grasstroken met bomen.

Voor dit onderzoek relevante waarden van het Bergkwartier, die moeten worden behouden en versterkt, zijn onder andere (Ruimtelijke plannen, 2015):

- De gemengde landschapsstijl: lineaire assen en gebogen woonstraten;
- Het straatprofiel (waaronder in veel gevallen laanbomen in grasstroken);
- Het onderscheid tussen woonstraten en lineaire assen (onder andere zichtbaar door een verschil in boomgrootte);
- Een continue groene strook parallel aan de erfgrenzen aan de openbare weg;
- Trottoirs, die de indruk van halfverharding bezitten (asfalt met split of zandkleurige klinkers);
- Sobere materialen en kleuren voor het wegdek en straatmeubilair;
- De zichtassen.

Boldershof, Amersfoort

Het Boldershof ligt in de binnenstad van Amersfoort, vlakbij de singels (zie figuur 5 in paragraaf 4.1.1). Behalve veel parkeerplaatsen is er een kleine speelplek te vinden. De achtertuinen en garages van de (begane grond van) appartementen en rijwoningen grenzen aan het Boldershof. In Bijlage 2 zijn foto's van de locatie te vinden.



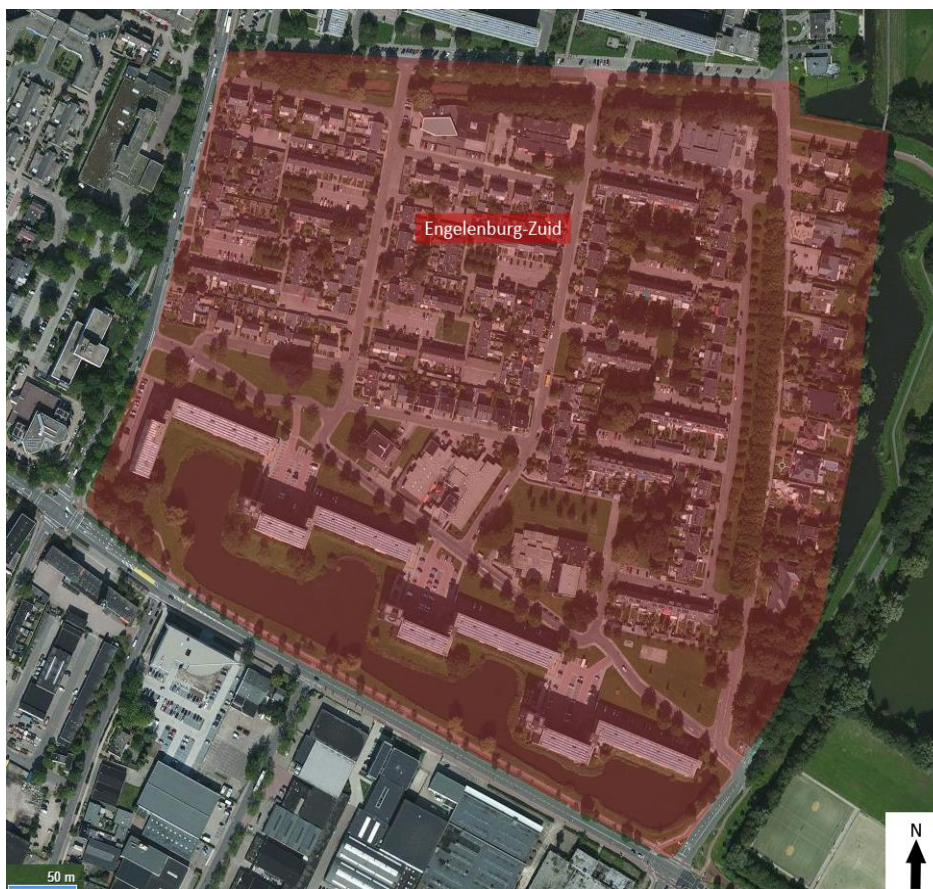
Figuur 7 Ligging Boldershof (Eigen afbeelding, 2016)

4.1.2 Buurt Engelenburg-Zuid, Veenendaal

De buurt Engelenburg-Zuid ligt in het midden van Veenendaal, direct ten zuiden van het centrum. De buurt is grotendeels in de jaren 60 gebouwd en is daarmee representatief voor veel buurten in Nederland. Naast woningen zijn er maatschappelijke functies, zoals scholen en kerken aanwezig. Foto's van de buurt zijn in Bijlage 2 te vinden.



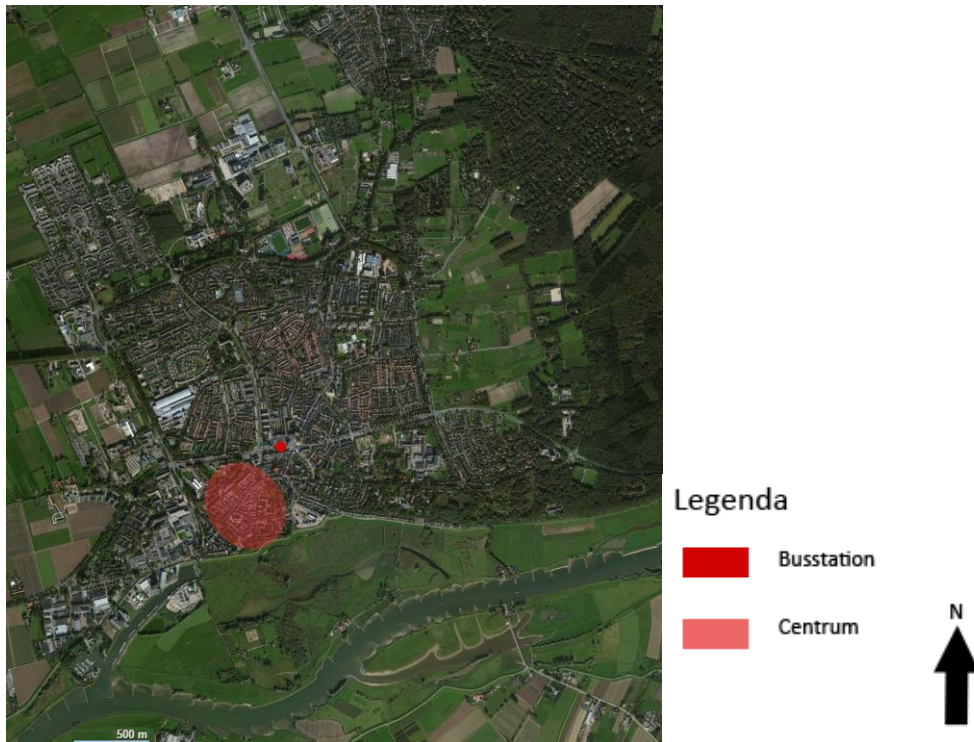
Figuur 8 Ligging Engelenburg-Zuid in Veenendaal (Eigen afbeelding, 2016)



Figuur 9 Engelenburg-Zuid (Eigen afbeelding, 2016)

4.1.3 Busstation, Wageningen

Het Busstation bevindt zich in het midden van Wageningen, ten noordoosten van het centrum. Rondom het busstation zijn kantoren, winkels, horeca/cafetaria gelegenheden en woningen aanwezig. In Bijlage 2 zijn foto's van de locatie te vinden.



Figuur 10 Ligging busstation in Wageningen (Eigen afbeelding, 2016)



Figuur 11 Busstation (Eigen afbeelding, 2016)

4.2 Specifieke beschrijving

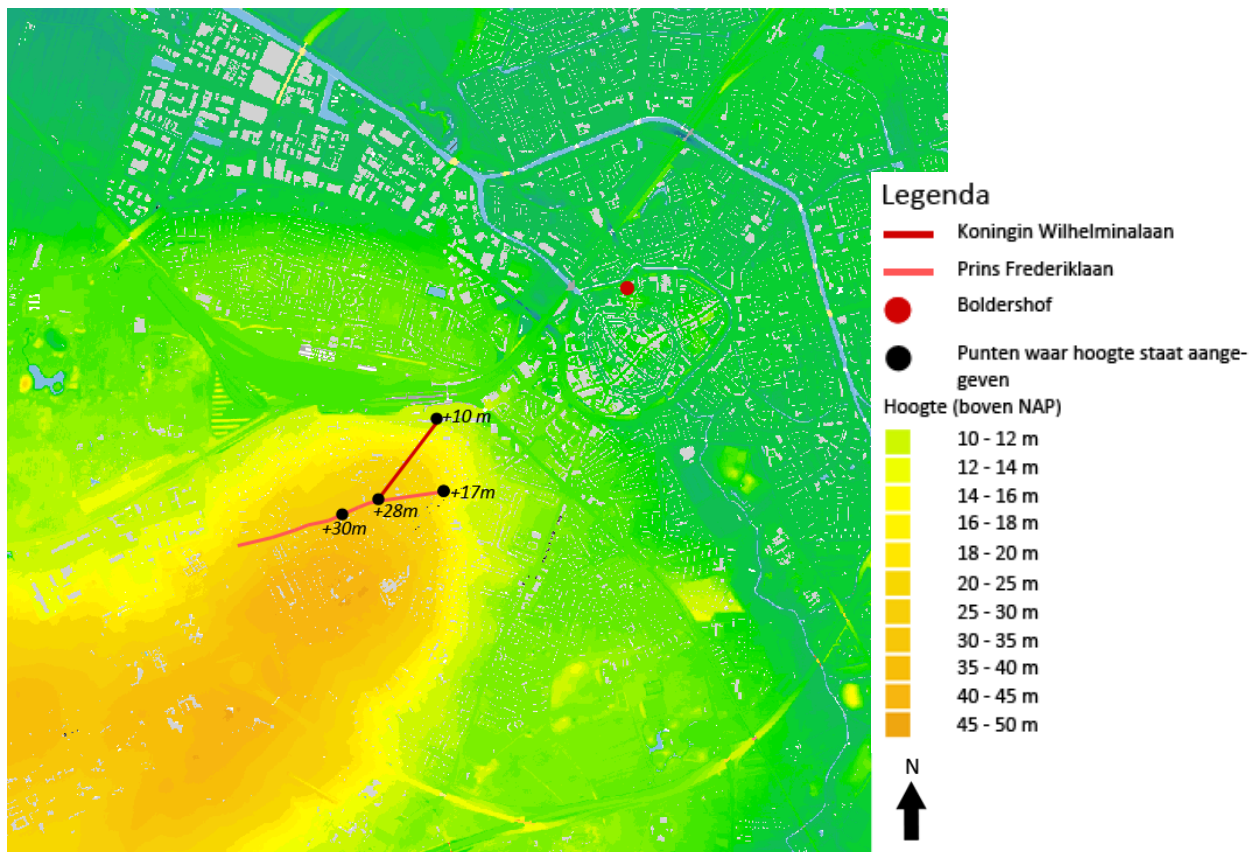
Er is gekozen om per locatie de volgende kenmerken te inventariseren: hoogteverschillen, bodemtype en grondwaterstanden, oppervlaktewater, specifieke inrichting. Uit literatuur waaronder het rapport 'Bodem als draagvlak voor een klimaatbestendige en gezonde stad' (Schram-Bijkerk, Claessens, Dirven-van Breemen, Houweling, & van Wijnen, 2012) bleek dat dit relevante aspecten zijn in relatie tot wateroverlast.

De hoogteverschillen en de mate van/type verharding kunnen oorzaken zijn van de wateroverlast. Het bodemtype, de grondwaterstanden en wederom de mate van/type verharding bepalen in hoeverre water in de bodem kan infiltreren. Aan- of afwezigheid van oppervlaktewater bepaalt ook welke maatregelen (on)mogelijk zijn.

4.2.1 Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en Boldershof, Amersfoort

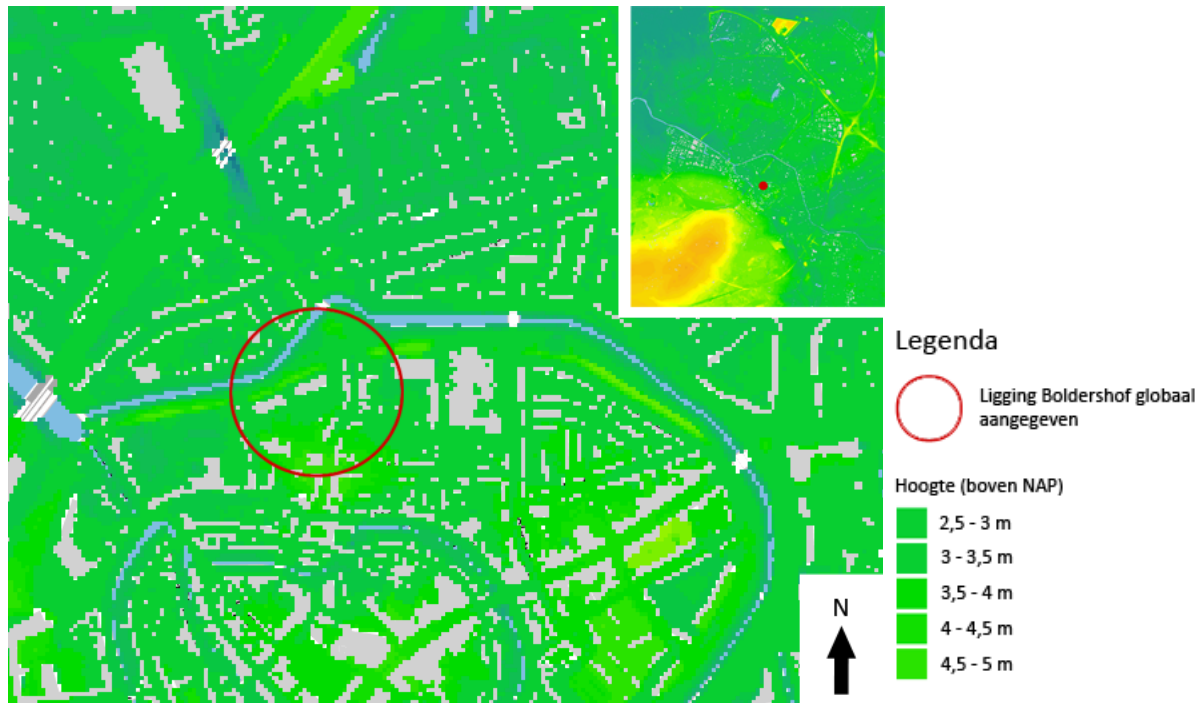
Hoogteverschillen

De twee wegen liggen op de stuwwal, die onderdeel uitmaakt van de Utrechtse Heuvelrug (op figuur 12 in het geel te zien) (PDOK Viewer, AHN2, 2007-2012). De hoogte van de Koningin Wilhelminalaan varieert tussen de 10 meter boven NAP (bij het Stationsplein) en 28 meter boven NAP. De Prins Frederiklaan ligt op het laagste punt 17 meter boven NAP en op het hoogste punt 30 meter boven NAP.



Figuur 12 Hoogteverschillen Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan (Eigen afbeelding, 2016)

Het Boldershof ligt aan de zuidkant iets hoger en het Plantsoen Noord (het pad langs de singel) ligt hoger (PDOK Viewer, AHN2, 2007-2012). Het hoogteverschil tussen de zuidkant van het Boldershof en het overige deel is ongeveer 30 tot 50 centimeter. Het Plantsoen Noord ligt 1 a 2 meter hoger dan het Boldershof. Het Boldershof bevindt zich op ruim 3 meter boven NAP.



Figuur 13 Hoogteverschillen Boldershof (Eigen afbeelding, 2016)

Bodemtype en grondwaterstanden

Het bodemtype dat op de Koningin Wilhelminalaan en de Prins Frederiklaan aanwezig is, is zand (P. Camps, persoonlijke communicatie, 29 maart 2016). De zandlaag is dik in vergelijking met de rest van de stad. Op het Boldershof bevindt zich in de eerste paar meters ook zand. Er zouden daarna dunne veenlagen te vinden kunnen zijn, maar deze zijn vrijwel niet van invloed op de waterdoorlatendheid.

Het grondwater bevindt zich ter plekke van de Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan diep in de bodem. Het grondwater is ongeveer 9,5 m onder het maaiveld aanwezig (Gemeente Amersfoort, 2011 tot 2016). Dit blijkt uit een meting die gedaan is op de plek die in een van de figuren in Bijlage 3 als rode stip te zien is.

Op het Boldershof is de grondwaterstand ook laag, maar minder laag dan op de Koningin Wilhelminalaan en Prins Frederiklaan. Het grondwater op het Boldershof bevindt zich ongeveer op bijna 3 meter onder maaiveld (Gemeente Amersfoort, 2011 tot 2016). De grondwaterstand schommelt in het jaar (in de winter vaak een hogere grondwaterstand). De grondwaterstand blijkt uit een meting die van begin 2011 tot ongeveer nu is gedaan op de plek die op een van de figuren in Bijlage 3 als rode stip is aangegeven.

De stroming van het grondwater op Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en op het Boldershof is richting het noordoosten.

Oppervlaktewater

Bij de Koningin Wilhelminalaan en de Prins Frederiklaan is geen oppervlaktewater aanwezig. Ten noorden van het Boldershof, aan het Plantsoen Noord, loopt de singel.



Figuur 14 Ligging oppervlaktewater (singel) nabij het Boldershof (Eigen afbeelding, 2016)

Specifieke inrichting

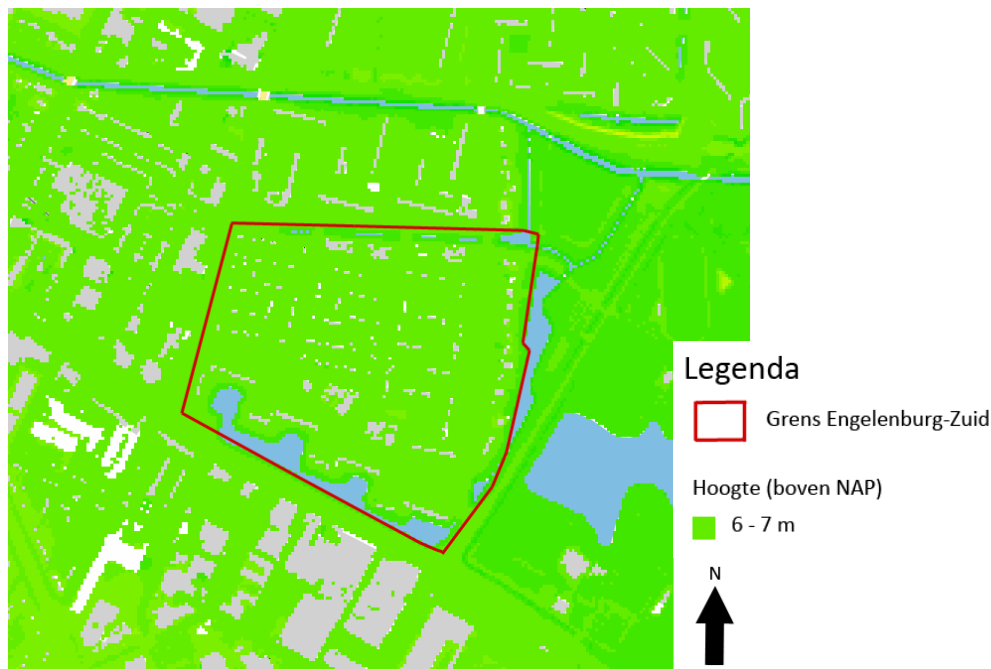
Aan weerszijden van de Koningin Wilhelminalaan liggen grasstroken met bomen (Google Maps, n.d.). De weg bestaat uit klinkerverharding en bij de aansluiting met het Stationsplein uit asfalt. Er zijn langs de hele weg opsluitingsbanden tussen de grasstroken en de weg aanwezig (van beton en klinkers). Op de stoep liggen asfalt met split (gebroken stukjes steen) of tegels. Bij het gedeelte van de Prins Frederiklaan dat tussen de Emmalaan en Daam Fockemalaan ligt, zijn groenstroken aan beide zijden van de weg aanwezig. De Prins Frederiklaan is geasfalteerd en de stoepen bestaan uit asfalt met split.

Op het Boldershof bevindt zich veel verharding. De stoep en de straat bestaan vooral uit klinkers en uit kasseien. Op het Boldershof staan bomen en planten als erfafscheiding van de tuinen. Op het Plantsoen Noord is meer groen aanwezig en ten zuiden van het Boldershof, deel uitmakend van de binnenstad, bevindt zich veel verharding.

4.2.2 Engelenburg-Zuid, Veenendaal

Hoogteverschillen

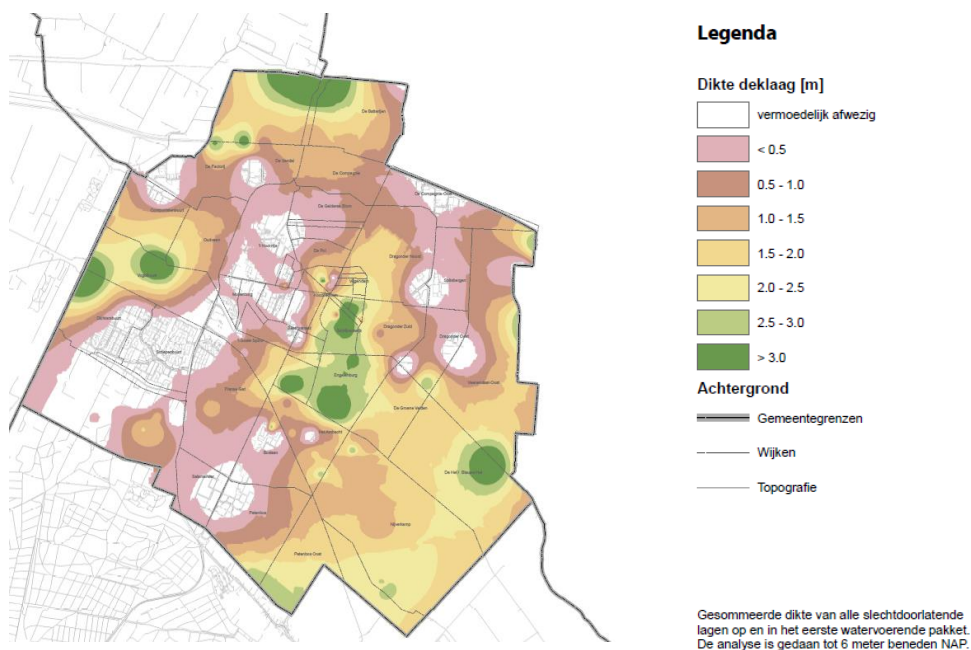
Er is nauwelijks sprake van hoogteverschil in Engelenburg-Zuid (PDOK Viewer, AHN2, 2007-2012). Overall ligt de buurt op ruim 6 meter boven NAP.



Figuur 15 Hoogte Engelenburg-Zuid (Eigen afbeelding, 2016)

Bodemtype en grondwaterstanden

In Engelenburg-Zuid zijn in vergelijking met andere delen van de gemeente relatief veel slechtdoorlatende lagen aanwezig (deklaag). Dit zijn klei- en veenlagen (die boven het eerste watervoerende pakket liggen).

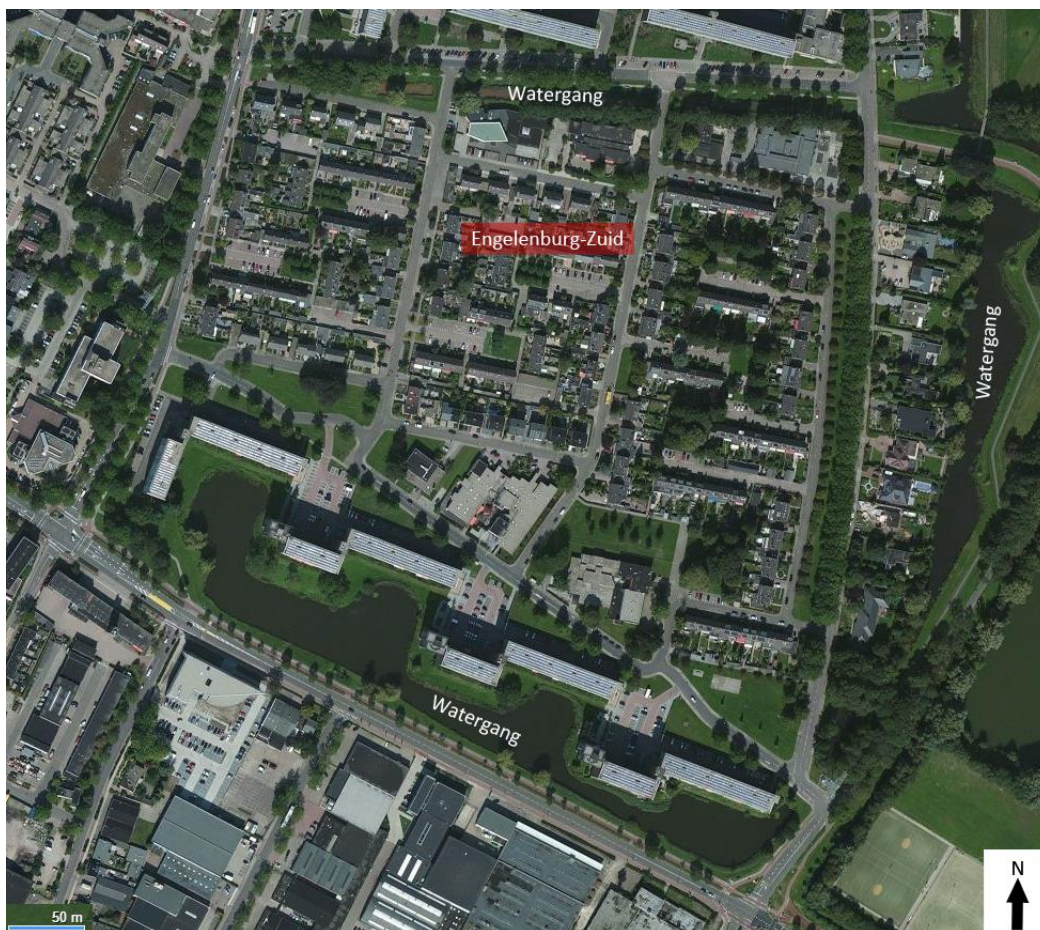


Figuur 16 Dikte deklaag Veenendaal (Gemeente Veenendaal, 2010)

De grondwaterstand in Engelenburg-Zuid is relatief hoog. Op twee adressen zijn de specifieke grondwaterstanden bekend. Op plek A op een van de figuren in Bijlage 3 is het grondwater ongeveer 0,85 m onder maaiveld te vinden (Gemeente Veenendaal, 2014-2016). In het zuidoosten, bij plek B op dezelfde figuur in Bijlage 3, is het grondwater op ongeveer 0,7 m onder het maaiveld aanwezig (Gemeente Veenendaal, 2015 – 2016). Bij beide plekken schommelt de grondwaterstand gedurende het jaar (in de winter is de grondwaterstand vaak hoger). De stroming van het grondwater is in noord(oost)elijke richting.

Oppervlaktewater

Aan de zuid-, oost- en noordkant van de buurt bevindt zich oppervlaktewater, dat in verbinding staat met de Grift (die ook het Valleikanaal wordt genoemd) (A. Meijerink en M. Blok, persoonlijke communicatie, 17 maart 2016). Deze laatstgenoemde watergang stroomt in noordwestelijke richting en komt in Amersfoort uit in de Eem.



Figuur 17 Ligging oppervlaktewater (Eigen afbeelding, 2016)

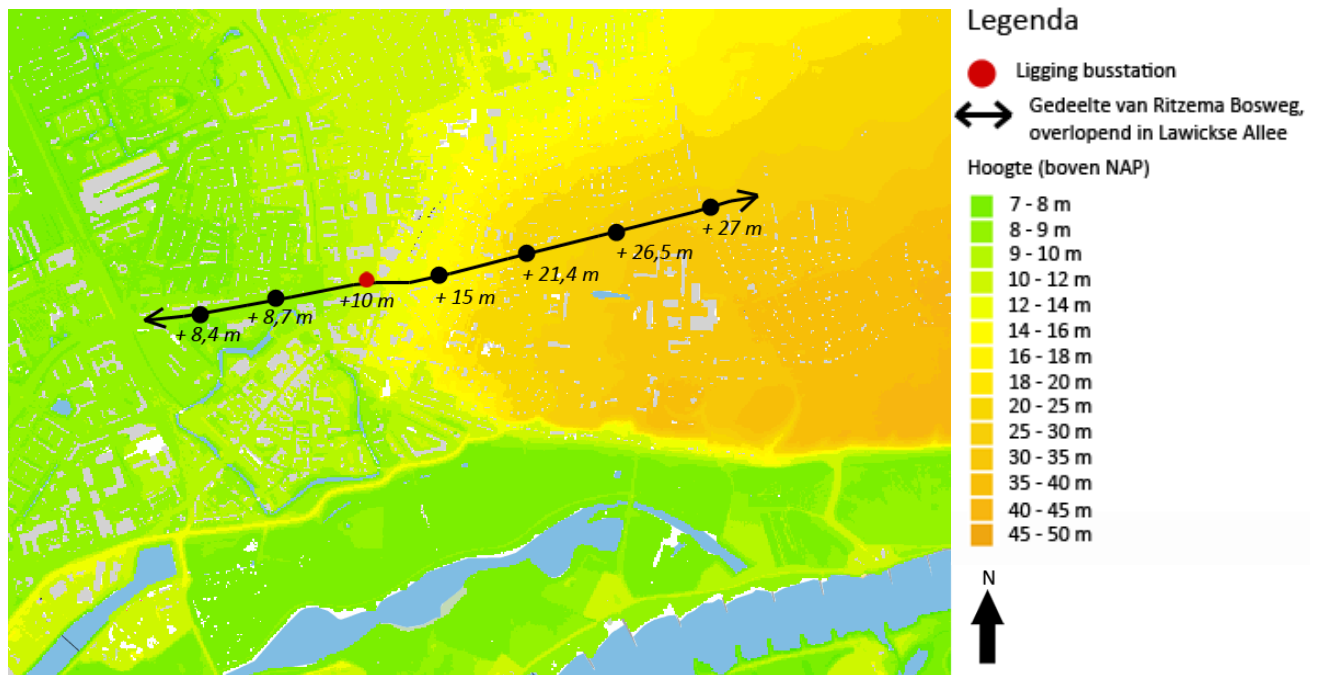
Specifieke inrichting

Als verharding zijn in de buurt asfalt en soms betonklinkers aanwezig. Aan de noord-, oost- en zuidrand zijn grote groenvlakken aanwezig en daarnaast bevindt het groen zich in straten en in hofjes.

4.2.3 Busstation, Wageningen

Hoogteverschillen

Het busstation ligt aan het uiteinde van de stuwwal Wageningse Berg, die onderdeel uitmaakt van de Veluwe (PDOK Viewer, AHN2, 2007-2012). Ten oosten van de locatie verschilt de hoogte sterk (15 meter of meer) en ten westen is het hoogteverschil gering (ca. 2 meter). Het busstation bevindt zich op ongeveer bijna 10 meter boven NAP.



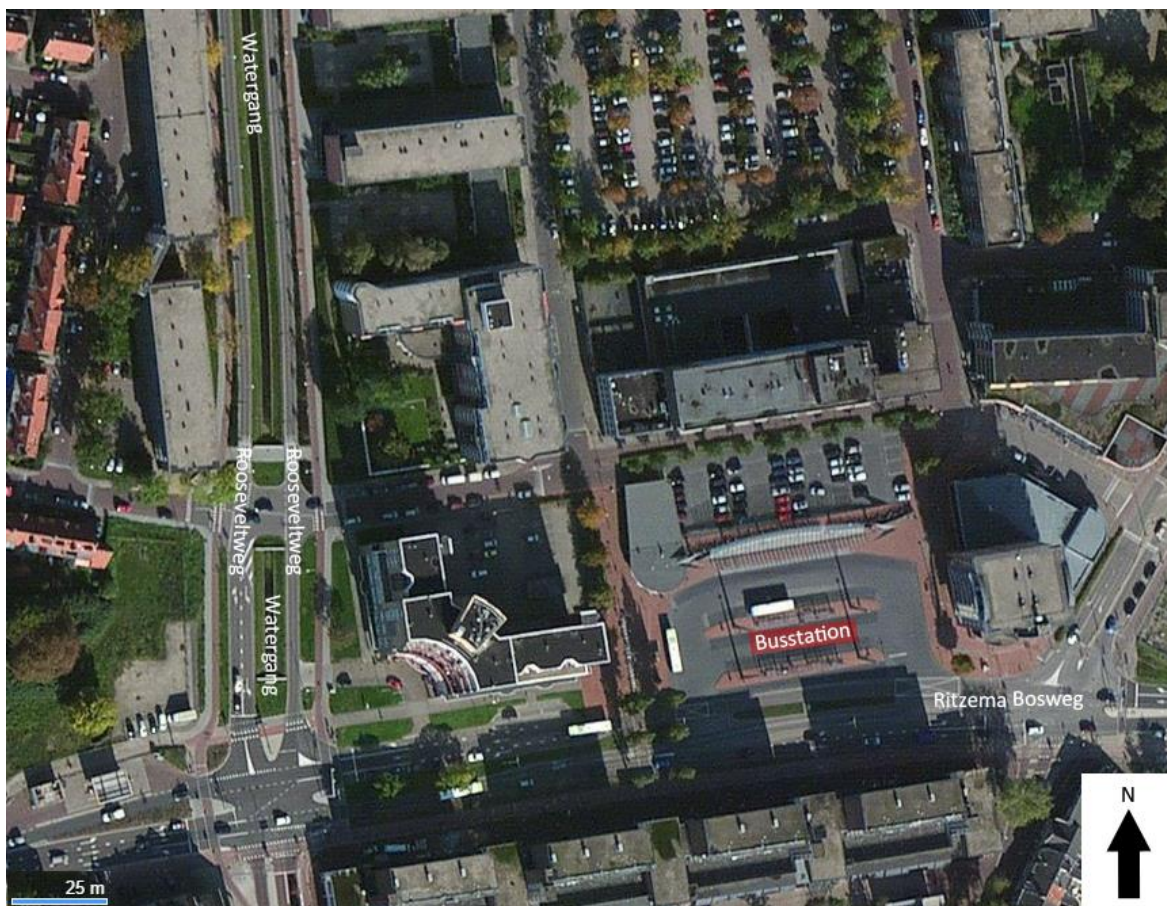
Figuur 18 Hoogte omgeving van het busstation (Eigen afbeelding, 2016)

Bodemtype en grondwaterstanden

In de eerste paar meters van de bodem bevindt zich zand. Het grondwater is ongeveer 1,4 m onder maaiveld aanwezig (Platform Water Vallei en Eem, 2012 tot 2016). De stand schommelt gedurende het jaar (in de winter vaak een hogere grondwaterstand). Dit is een meting van een peilbuis vlakbij het busstation. Op een van de figuren in Bijlage 3 is de locatie te zien. Het grondwater stroomt in zuidelijke of westelijke richting.

Oppervlaktewater

Direct naast het busstation bevindt zich geen oppervlaktewater. Wel ligt er een watergang bij de Rooseveltweg, op ongeveer 100 meter vanaf het busstation. Deze vult het water in de stadsgracht in de binnenstad aan met water uit watergangen in het noordwesten van Wageningen (H. Post, persoonlijke communicatie, 17 maart 2016). Oppervlaktewater in de gemeente wordt via het Nieuwkanaal (in het westen) afgevoerd, die in Veenendaal als de Grift verder stroomt.



Figuur 19 Ligging oppervlaktewater nabij het busstation (Eigen afbeelding, 2016)

Specifieke inrichting

Het busstation is geheel verhard met betonnen klinkers en tegels. Er zijn stoepranden aanwezig. De weg die aan het busstation grenst, Ritzema Bosweg, is geasfalteerd en de rijrichtingen worden vlakbij het busstation gescheiden door een groene middenberm.

4.3 Conclusie

Sommige kenmerken van de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en het busstation komen met elkaar overeen. Bij beide locaties is sprake van veel hoogteverschil en een zandbodem. De locatie Engelenburg-Zuid verschilt wat hoogteverschillen en bodemtype veel van de drie locaties.

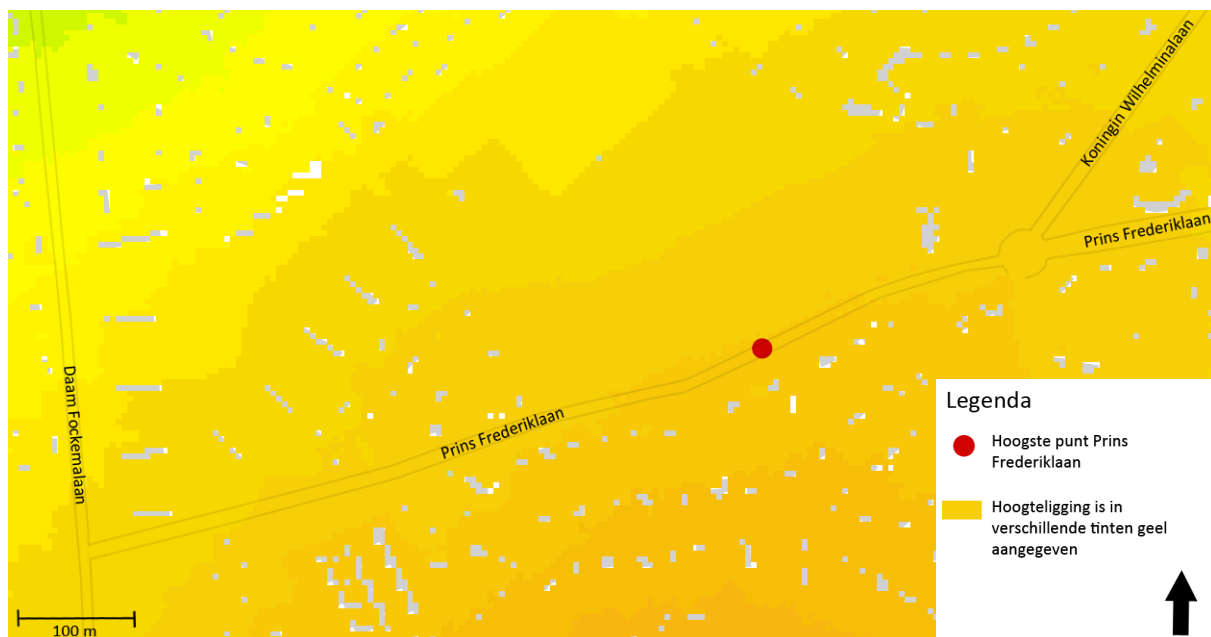
Verwacht wordt dat de (grote) hoogteverschillen de meeste bepalende aspecten voor het optreden van wateroverlast zijn op de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, het Boldershof en het busstation.

5 Wateroverlast op de vier locaties

In dit hoofdstuk wordt beschreven waar op de vier locaties sprake is van wateroverlast en wat de oorzaken ervan zijn. Het hoofdstuk is door middel van bureauonderzoek en veldonderzoek tot stand gekomen. Wat het laatste betreft is met deskundigen van de drie gemeenten gesproken.

5.1 Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en Boldershof

Bij de Koningin Wilhelminalaan treedt wateroverlast op bij de kruising met het Stationsplein. De oorzaak hiervan is het hoogteverschil in de straat. De Koningin Wilhelminalaan loopt af richting het Stationsplein. Ook een deel van de Prins Frederiklaan ten westen van de rotonde met de Koningin Wilhelminalaan loopt voor een gedeelte af richting de Koningin Wilhelminalaan. Het water zal vanaf ongeveer het rode punt (zie figuur 20) op de Prins Frederiklaan naar of de rotonde of de Daam Fockemalaan afstromen. Dit gedeelte van de Prins Frederiklaan loopt naar beide plekken af.



Figuur 20 Hoogste punt op de Prins Frederiklaan (Eigen afbeelding, 2016)

Bij het Boldershof hebben bewoners aangegeven dat er wateroverlast optreedt bij de noordkant van het hof (bij het pad langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord) en bij de doorgang naar het Boldershof (zie figuur 9 in Bijlage 3) (Persoonlijke communicatie, C. Rijsbosch, 18 maart 2016). Dit komt omdat deze plekken lager liggen dan de rest van het Boldershof en het water ook niet weg kan omdat de groenvoorziening bij het Plantsoen Noord hoger ligt (zie figuur 21). Water stroomt van de 'zuidkant' van het Boldershof richting het noorden. Door meer neerslag en meer extreme buien, kan de wateroverlast verergeren.



Figuur 21 Pad langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord. Rechts op de foto is de groenvoorziening bij het Plantsoen Noord te zien (Eigen afbeelding, 2016)

5.2 Engelenburg-Zuid

In de woonwijk Engelenburg-Zuid, zijn er meldingen geweest van bewoners van overlast door water op straat (A. Meijerink en M. Blok, persoonlijke communicatie, 17 maart 2016). Dit is weergegeven in een enquête die de gemeente in het najaar van 2015 heeft uitgezet onder alle bewoners. Met de enquête is inzicht verkregen in de overlast zoals bewoners die ervaren (Wareco, 2015). In Engelenburg-Zuid komt het voor dat een straat tijdens of direct na een bui korter en langer dan 15 minuten blank staat. Ook hebben sommige bewoners aangegeven dat er na een bui langer dan 30 minuten plassen op straat aanwezig zijn. In ieder geval in het midden van de buurt ervaren bewoners overlast, doordat hun straat korter of langer dan 15 minuten of langer dan 30 minuten vol staat. De oorzaak van de overlast is niet bekend. Als het vaker en intenser gaat regenen, zal er daar ook meer overlast ontstaan.

5.3 Busstation

In de gemeente Wageningen is relatief weinig wateroverlast (H. Post, persoonlijke communicatie, 17 maart 2016). Plekken die kwetsbaar zijn voor wateroverlast liggen aan het einde van een aflopende weg. Het busstation heeft een keer blank gestaan. Aan de oostkant van het busstation loopt de aangrenzende weg sterk af en aan de westkant is er weinig hoogteverschil (H. Post, persoonlijke communicatie, 17 maart 2016). Hoewel deze locatie nu nog geen plek is waar zeer vaak wateroverlast optreedt, kan dit wel gebeuren als het meer of intenser gaat regenen.

5.4 Conclusie

Op de twee locaties in Amersfoort en op het busstation in Wageningen is de stroming van het regenwater van hoog naar laag de oorzaak van de wateroverlast. Voor Engelenburg-Zuid in Veenendaal is de oorzaak van de wateroverlast niet bekend.

6 Maatregelen

In dit hoofdstuk worden de door de gemeente geplande en (alternatieve) maatregelen beschreven. In Bijlage 4 zijn alle maatregelen nader uitgewerkt en onderverdeeld: water bovengronds (zichtbaar) afvoeren, bufferen en infiltreren, gebruikmaken van regenwater en overig. In deze bijlage zijn de voor- en nadelen en toepassingsmogelijkheden beschreven.

Dit hoofdstuk is tot stand gekomen door bureauonderzoek en veldonderzoek. Er zijn gesprekken met deskundigen van de gemeenten gevoerd en er is literatuur gebruikt.

6.1 Door de gemeente geplande maatregelen

6.1.1 Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan

Onder de Koningin Wilhelminalaan en een gedeelte van de Prins Frederiklaan (vanaf de rotonde met o.a. de Koningin Wilhelminalaan tot de Daam Fockemalaan) wil de gemeente Amersfoort een infiltratieriool aanleggen. Ook wordt bij het kruispunt van de Koningin Wilhelminalaan met het Stationsplein een ondergrondse infiltratiebak aangelegd (J. van 't Klooster, persoonlijke communicatie, 14 maart 2016). Deze infiltratiebak kan het eventuele overschot aan water laten infiltreren. Op een aantal plekken in het infiltratieriool worden als 'nooduitlaat' aansluitingen naar het bestaande gemengde riool aangelegd.

6.1.2 Boldershof

De bewoners willen graag het Boldershof vergroenen (Gemeente Amersfoort, 2016). Met de gemeente en Cooperatie 033 Groen willen zij dit realiseren. Er is nog geen uitgewerkt plan maar er wordt gedacht aan het mogelijk maken van tuinieren, vervangen van bomen en afkoppelen van regenwater. Mogelijk wordt er een infiltratieriool aangelegd en eventueel waterpasserende verharding toegepast. De verharde openbare ruimte, de percelen en alle dakvlakken zouden kunnen worden aangesloten op het infiltratieriool die kan lozen op de singel bij het Plantsoen Noord. Het doel is om de kwaliteit van het hof te vergroten maar ook om hittestress en wateroverlast (bij Plantsoen Noord) te verminderen.

6.1.3 Engelenburg-Zuid

In de gehele buurt wil de gemeente de verharding vervangen, een regenwaterriool en drainage aanleggen (Gemeente Veenendaal, n.d.). Hier is de gemeente momenteel al mee bezig. Aangezien het bestaande riool vervangen moest worden, is gekozen om (behalve een nieuwe droogweerafvoerriool) een regenwaterriool aan te leggen. Het verminderen van wateroverlast was niet de reden voor de aanleg van het regenwaterriool, maar door de aanleg ervan zal de wateroverlast wel verminderen.

6.1.4 Busstation

Voor het busstation in Wageningen heeft de gemeente nog geen maatregelen bedacht.

6.2 (Alternatieve) maatregelen

Naast de maatregelen die de gemeente Amersfoort op de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan en de gemeente Veenendaal voor Engelenburg-Zuid gepland heeft, zijn andere maatregelen mogelijk. In deze paragraaf zijn per locatie (alternatieve) maatregelen beschreven. Daarbij is gekeken welke maatregelen op het eerste oog logisch lijken voor de locaties. Er is gelet op:

- De mogelijkheden die de specifieke kenmerken (bodem, grondwaterstanden, hoogteverschillen, oppervlaktewater) van de locaties bieden;
- De functie die het gebied heeft;
- De beschikbare ruimte.

Voor de Koningin Wilhelminalaan is naast bovenstaande opgesomde punten tevens bekeken wat uit cultuurhistorisch oogpunt aanvaardbaar of wenselijk zou zijn, omdat deze in een beschermd stadsgezicht ligt.

6.2.1 Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan

De weg hol maken, het midden lager maken dan de zijkanen, lijkt een minder logische maatregel omdat de Koningin Wilhelminalaan en de Prins Frederiklaan doorgaande wegen zijn, en weggebruikers overlast kunnen ondervinden van stromend regenwater in het midden van de weg. Cultuurhistorisch is het ook niet de meest wenselijke maatregel omdat een verlaging in het midden van de weg, de weg in vlakken kan verdelen (M. Cramer, persoonlijke communicatie, 8 april 2016). Dat ondermijnt de eenheid van het wegbeeld en het bebouwingsbeeld.

Een greppel zou cultuurhistorisch gezien de wegen ook in meerdere vlakken kunnen verdelen, maar past (omdat het groen is) wel iets beter bij de wegen dan een holle weg. Echter is een greppel geen logische maatregel omdat het water niet zal afvoeren, maar infiltreren. Dit lijkt dan meer op een infiltratieveld of infiltratiestrook (zie verderop). Een waterloop is niet simpel te realiseren omdat het veel moeite zou kosten om het water af te voeren naar bestaand oppervlaktewater. Het meest dichtbij zijnde oppervlaktewater is de stadsgracht, ongeveer 1 km verderop (Google Maps, n.d.). Water in de waterloop zou deze lange weg moeten afleggen en zou niet geheel bovengronds kunnen worden aangesloten op het oppervlaktewater (vanwege kruisingen met wegen).

Veel ruimte voor het realiseren van een regenwatervijver op de Koningin Wilhelminalaan is er niet. Vanuit cultuurhistorie zou een regenwatervijver op een bijzondere plek, zoals de rotonde met de Prins Frederiklaan en Emmalaan of op het Stationsplein, mogelijk zijn (M. Cramer, persoonlijke communicatie, 8 april 2016). Op de rotonde of op het Stationsplein is meer ruimte voor een regenwatervijver dan in de Koningin Wilhelminalaan. De gemeente is van plan om op het Stationsplein fietsen ondergronds te brengen in een kelder. Op die manier ontstaat ruimte voor een regenwatervijver. Aangezien de regenwatervijver boven de fietsenkelder komt te liggen, kan water niet direct infiltreren. Een *verharde bodem* van de vijver lijkt daarom een logische keuze. *Goten* aan de zijkanen van de Koningin Wilhelminalaan en de Prins Frederiklaan kunnen water naar de regenwatervijver afvoeren. Goten zijn goedkoper dan ondergrondse buizen en deze zijn vanuit cultuurhistorisch oogpunt niet ongewenst. Een aansluiting van de regenwatervijver op oppervlaktewater lijkt niet logisch, omdat dit niet dichtbij ligt. Wel zou aan de zijkant van de vijver een *verticale infiltratiebuis* kunnen worden aangelegd en kan, voor extra zekerheid, een *aansluiting op het bestaande gemengde riool* worden gemaakt. In het geval dat de regenwatervijver en de verticale infiltratiebuis verzadigd zijn met water, kan het water naar het riool stromen. Hoewel dit niet erg gewenst is (omdat dan relatief schoon water naar de RWZI wordt vervoerd) zal dit, indien de vijver goed is ontworpen, niet zeer vaak gebeuren.

De tuinarchitecten hebben bij het aanleggen van het Bergkwartier voor grasstroken gekozen, omdat deze een parkachtige uitstraling hebben. De wegen hebben een redelijk open en ruim karakter. Heesters of veel bodembedekkers zouden dat kunnen verminderen. Heesters (of bodembedekkers) kunnen eventueel wel op bijzondere plekken, zoals de rotonde met de Prins Frederiklaan en Emmalaan of het Stationsplein, geplaatst worden (M. Cramer, persoonlijke communicatie, 8 april 2016).

Waterdoorlatende verharding toepassen is niet logisch voor de locatie omdat het water vanwege de flinke helling van de wegen deels naar beneden zal stromen (door de helling van de weg) en niet al het water de grond in zal trekken. Uitsluitend waterdoorlatende verharding op het Stationsplein toepassen lost het probleem niet op.

Toepassing van een vlak veld waar water kan infiltreren (bodeminfiltratie), infiltratievelden/ infiltratiestroken of wadi's langs de wegen is niet logisch omdat vanwege de helling van de weg niet al het water daar in zou stromen. Een deel van het water zal alsnog naar beneden stromen. Dit zal dus niet heel effectief zijn. Bodeminfiltratie kan ook niet toegepast worden op het Stationsplein, omdat daarvoor meer ruimte nodig is dan de beschikbare ruimte, namelijk ongeveer 50% van het aangesloten oppervlak (Pötz & Bleuzé, 2012). Infiltratievelden- of stroken of een/meerdere wadi's aanleggen op het Stationsplein is een mogelijkheid, maar deze zouden groot moeten zijn. Door middel van *goten* zou het water naar het Stationsplein toe kunnen worden geleid. De infiltratievelden/infiltratiestroken of wadi's zouden ook bovenop de fietsenkelder komen te liggen en water kan daarom niet direct in de bodem trekken. Er zou *folie* op de bodem en aan de zijanten van de infiltratievelden/stroken en wadi's kunnen worden aangebracht. Om water weg te kunnen voeren als het infiltratieveld/de infiltratiestrook of de wadi vol staat, zou een *verticale infiltratiebuis* kunnen worden aangelegd. Ook kan er een *aansluiting op het bestaande gemengde riool* worden gemaakt.

Grindkoffers die water direct laten infiltreren evenals infiltratiekratten + infiltratieputten zijn geen logische maatregelen, omdat de bodem op de locatie uit zichzelf al goed water doorlaat.

Een van de vormen van seizoensberging toepassen kan voor deze locatie alleen op nieuw te realiseren oppervlaktewater. Indien een regenwatervijver wordt gerealiseerd, kan het toegepast worden.

Langs de wegen is uiteraard geen ruimte voor een waterplein. Op het Stationsplein zou het kunnen. Het waterplein wordt dan daar gebruikt om het water te bergen en kan ook zitplekken bieden voor mensen die op de bus of trein wachten. Ook kan het gebruikt worden door medewerkers van de kantoren die rondom het plein liggen. Als er water in het plein staat, kan het niet gebruikt worden als zitplek, maar omdat het dan slecht weer is, zullen mensen er niet gaan zitten. Een waterplein toepassen in de vorm van een groen waterplein, lijkt een geschikte optie, om de vele verharding op het plein te verminderen. Het groen levert ook een bijdrage aan een verfraaiing van het Stationsplein, het entreegebied van de stad. Voor afvoer van het water zouden *verticale infiltratiebuizen* kunnen worden toegepast. Als extra afvoer, kan er nog een *aansluiting op het bestaande gemengde riool* worden gemaakt.

Een infiltratieriool kan worden aangelegd onder de wegen. De bodemsoort en de grondwaterstand laten dit toe. Water kan met behulp van *kolken* naar het infiltratieriool worden gebracht. Onderaan de Koningin Wilhelminalaan, bij het kruispunt met het Stationsplein, kan een ondergrondse *infiltratiebak* worden aangelegd. Een overschot aan water kan hier infiltreren. De infiltratiebak kan worden *aangesloten op het bestaande gemengde riool*. Een regenwaterriool is niet logisch omdat ook een infiltratieriool kan worden aangelegd. Een voordeel van een infiltratieriool ten opzichte van een regenwaterriool is dat er vocht aan de bodem wordt toegevoegd. Zandbodems zijn droog. Een infiltratieriool lijkt daarom beter.

Regentonnen zouden op privé terrein toegepast kunnen worden. Deze zullen echter niet het water van de weg op kunnen vangen, omdat deze niet op de weg worden geplaatst en vanwege de beperkte grootte.

Om ervoor te zorgen dat niet al het water van de wegen met grote kracht (vanwege de hoeveelheid) naar het Stationsplein afstroomt, lijkt het slim om bij de maatregelen waarbij water bovengronds naar beneden wordt gebracht, nog vóór het Stationsplein voorzieningen aan te leggen die een deel van het water opvangen. Mogelijke plekken daarvoor zouden bijvoorbeeld langs de Koningin Wilhelminalaan zijn. Ingrepen in de groenstroken die negatieve invloed hebben op het karakter van de groenstroken langs de Koningin Wilhelminalaan, zijn echter vanuit cultuurhistorisch oogpunt niet wenselijk (M. Cramer, persoonlijke communicatie, 12 mei 2016). Een bak waarin water wordt opgevangen ter plekke van de bestaande voetgangersoversteekplaats (in het midden van de Koningin Wilhelminalaan) is een betere optie. Dit kan in de vorm van een kleine rotonde. Onderaan de Koningin Wilhelminalaan, net voor de kruising met het Stationsplein, kan opnieuw zo'n kleine bak gerealiseerd worden. Dit kan een kleine verlaging in de rotonde zijn met onverharde zijkanen en een onverharde bodem, zodat water in de grond kan trekken. In de bijlage (Bijlage 6) worden deze voorzieningen 'waterrotondes' genoemd.

Samengevat zijn de volgende maatregelen mogelijk of logisch:

Tabel 1 Samenvatting van mogelijke maatregelen Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan (Eigen tabel, 2016)

Maatregelen	Mogelijk/logisch?
Weg hol maken	Nee
Greppel	Nee
Waterloop	Nee
Regenwatervijver	Ja
Heesters of bodembedekkers	Ja
Waterdoorlatende verharding	Nee
Bodeminfiltratie	Nee
Infiltratievelden/infiltratiestroken	Ja
Wadi	Ja
Grindkoffers	Nee
Infiltratiekratten + infiltratieputten	Nee
Seizoensberging	Ja
Waterplein	Ja
Infiltratieriool	Ja
Regenwaterriool	Nee
Regentonnen	Nee

6.2.2 Boldershof

De bestaande wegen hol maken, in het midden verlagen zodat dit lager ligt dan de zijkanen, is een optie. Hierbij moet een helling worden aangelegd. Aangezien goten aan de zijkant van de weg zullen worden gerealiseerd en holle wegen in het midden van de weg verlaagd zijn, zullen holle wegen meer overlast kunnen geven voor weggebruikers. Weggebruikers zullen eerder in het midden van een weg rijden of lopen dan aan de zijkanen.

Water zou in een greppel op het Boldershof infiltreren en niet afgevoerd worden. Dit omdat de bodem van het Boldershof redelijk goed waterdoorlatend is. Aangezien het infiltreert, lijkt dit op een wadi en infiltratieveld/strook (zie verderop).

Een kleine regenwatervijver binnenin het Boldershof is een mogelijkheid. Deze zou bijvoorbeeld als langgerekte vijver kunnen worden aangelegd, evenwijdig aan de achtertuinen van de meest noordelijke woningen van het hof (zie blauwe strook op figuur 22). Water dat vanuit het zuidelijke deel van het Boldershof naar het noorden stroomt, als gevolg van het hoogteverschil, zou door middel van bijvoorbeeld *goten* naar de regenwatervijver gebracht kunnen worden. De regenwatervijver kan door middel van *buizen* worden aangesloten op oppervlaktewater. Iets ten noorden van Plantsoen Noord bevindt zich de singel. Water dat op de doorgang en het pad langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord valt, kan door middel van *buizen* (door het Plantsoen Noord heen) naar de singel worden gebracht. Het Plantsoen Noord ligt namelijk hoger, waardoor daar geen *goten* kunnen worden aangelegd. Om het effect van een vijver te houden (dat er altijd water in staat), is het nodig om de bodem en zijkanten van de vijver te *verharden*. Vanwege het bodemtype en de grondwaterstand zou water anders namelijk de bodem intrekken. Een kleine waterloop lijkt niet geschikt voor het Boldershof. De waterloop kan niet doorlopen tot aan de singel, omdat het Plantsoen Noord (dat tussen de singel en het hof ligt) verhoogd is.



Figuur 22 Eventuele plek regenwatervijver of infiltratievelden/infiltratiestroken of wadi (Eigen afbeelding, 2016)

Bodembedekkers en heesters kunnen toegepast worden. Waterdoorlatende verharding is, gezien het bodemtype en de grondwaterstand, ook een mogelijke maatregel voor deze locatie. Dit kan bij het Plantsoen Noord, in de doorgang en binnenin het hof worden aangelegd.

Infiltratievelden/infiltratiestroken (verlaagde groenstroken) zouden gerealiseerd kunnen worden. Het veld of de strook kan gerealiseerd worden binnen het hof. Een smalle strook evenwijdig aan de achtertuinen van de meest noordelijke woningen lijkt een geschikte plek (zie figuur 22). Water dat vanuit het zuidelijke deel van het Boldershof naar het noorden stroomt, kan door middel van *goten* naar de infiltratiestrook gebracht worden. Hiervoor hoeft geen hoogteverschil gecreëerd te worden, want dit is er al. De bodem en de zijkanten van de infiltratiestrook kunnen onverhard zijn. Zo kan water via de bodem en zijkanten in de bodem trekken. De infiltratiestrook kan door middel van *buizen* worden aangesloten op de nabijgelegen singel.

Water dat op de doorgang en het pad langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord valt, kan door middel van *buizen* (door het Plantsoen Noord heen) naar de singel worden gebracht.

Voor een vlak veld waar water in kan infiltreren (bodeminfiltratie) is meer ruimte nodig dan er op het Boldershof gerealiseerd zou kunnen worden (Pötz & Bleuzé, 2012). Er wordt uitgegaan dat het huidige aantal parkeerplaatsen behouden moet worden. Dan past er geen bodeminfiltratie op het Boldershof. Hierbij zou namelijk ongeveer 50% van het aangesloten verhard oppervlak als groen veld gerealiseerd moeten worden (Pötz & Bleuzé, 2012).

Een wadi toepassen binnen het hof is een mogelijkheid (zie figuur 22). Een aansluiting op oppervlaktewater (singel) is mogelijk, door de drain/infiltratiebuis onderin de wadi daar op aan te laten sluiten, voor de situatie dat de wadi vol zit met water. Door middel van bijvoorbeeld *goten* kan water van het zuidelijke gedeelte van het Boldershof naar de wadi worden geleid. Ook bij deze maatregel zou water dat op de doorgang en op het pad langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord valt, direct met behulp van buizen (door het Plantsoen Noord heen) naar de singel worden gebracht.

Grindkoffers die water direct laten infiltreren en infiltratiekratten + infiltratieputten lijken niet logisch om toe te passen omdat de waterdoorlatendheid van de bodem van zichzelf al goed is.

Een van de vormen, bijvoorbeeld realiseren van extra berghoogte, van seizoensberging toepassen zou toegepast kunnen worden op de singel. Ook kan het toegepast worden op, als die gerealiseerd wordt, een regenwatervijver.

Op het Boldershof zou een klein waterplein gerealiseerd kunnen worden. Een waterplein toepassen in de vorm van een groen waterplein, lijkt een geschikte optie, om de vele verharding in het hof te verminderen. Voor afvoer van het water kunnen *buizen naar de singel* worden aangelegd.

Er zou in het hof ook een regenwaterriool of een infiltratieriool aangelegd kunnen worden. Aangezien de bodem en de grondwaterstand infiltratie toelaten, en een infiltratieriool vocht toevoegt aan de zandbodem, lijkt een infiltratieriool logischer. Het infiltratieriool kan binnenin het hof en ook in de doorgang en onder het pad (dat langs de woonblokken aan het Plantsoen Noord loopt) worden aangelegd. Er kan een *aansluiting op de singel* worden gemaakt. Water kan zo, als de bodem verzadigd is, naar de singel stromen.

Regentonnen kunnen op particulier terrein worden gerealiseerd. Deze zullen echter niet het probleem oplossen omdat deze maar een beperkte grootte hebben. Wel kunnen regentonnen gebruikt worden om regenwater direct op te vangen zodat bewoners het kunnen hergebruiken (bijvoorbeeld voor tuinbesproeiing).

Samengevat zijn de volgende maatregelen mogelijk of logisch (zie tabel 2 op pagina 42):

Tabel 2 Samenvatting van mogelijke maatregelen Boldershof (Eigen tabel, 2016)

Maatregelen	Mogelijk/logisch?
Weg hol maken	Nee
Greppel	Nee
Waterloop	Nee
Regenwatervijver	Ja
Heesters of bodembedekkers	Ja
Waterdoorlatende verharding	Ja
Bodeminfiltratie	Nee
Infiltratievelden/infiltratiestroken	Ja
Wadi	Ja
Grindkoffers	Nee
Infiltratiekratten + infiltratieputten	Nee
Seizoensberging	Ja
Waterplein	Ja
Infiltratieriool	Ja
Regenwaterriool	Nee
Regentonnen	Nee

6.2.3 Engelenburg-Zuid

In Engelenburg-Zuid zouden uitsluitend goten gerealiseerd kunnen worden. Deze kunnen aan weerszijden van de wegen in de buurt aangelegd worden. Het water kan door middel van de goten afvoeren naar de bestaande watergangen aan de zijkanten van de wijk. Wel moet, omdat er vrijwel geen hoogteverschil is in de buurt, hoogteverschil gecreëerd worden. Daarvoor zou (bijna) de hele buurt voor op de schop moeten.

Het hol maken van bestaande wegen en het creëren van hoogteverschil in Engelenburg-Zuid is een optie. Hoewel de woonstraten in de buurt geen doorgaande wegen zijn, kunnen weggebruikers wel overlast ondervinden van water dat na een bui in het midden van de weg loopt.

Greppels zouden op de plekken waar sprake is van wateroverlast (in het midden van de buurt) in bestaande groene veldjes, gerealiseerd kunnen worden. De groene veldjes liggen aan de uiteinden van de hofjes. Water uit de buurt kan door middel van *goten* naar de greppels vervoerd worden. De greppels geheel door laten lopen tot aan de watergangen lijkt niet mogelijk, omdat deze dan aan de zijkanten van trottoirs zouden moeten lopen. Daar is niet genoeg ruimte voor. Aangezien goten al worden toegepast om water naar de greppels aan te voeren, lijkt het beter om de afvoer van de greppels op de watergangen door middel van *buizen* te laten gebeuren. Als daar ook goten voor worden gebruikt, zouden kris kras door de buurt goten komen te liggen, wat de uitstraling en de gebruiksmogelijkheden niet ten goede komt.

Waterlopen zouden op dezelfde plek kunnen worden aangelegd als de plek voor greppels. Een waterloop zou echter niet geheel door kunnen lopen tot de watergangen aan de zijkant van de wijk. Op de trottoirs, waar de waterlopen zouden moeten komen, is daar niet genoeg ruimte voor. Een waterloop lijkt daarom geen logische maatregel. Bij toepassing van een regenwatervijvers zouden deze water niet kunnen laten infiltreren in de bodem (vanwege de storende lagen, zie paragraaf 4.2.2). Daarom zijn aansluitingen op de watergangen noodzakelijk. Dit kan met behulp van ondergrondse *buizen*. Voor aanvoer van water naar de regenwatervijvers, kunnen *goten* worden gebruikt.

Vanwege het bodemtype en de grondwaterstand is het niet mogelijk om waterdoorlatende verharding, wadi's, een infiltratieriool, bodeminfiltratie en infiltratievelden/infiltratiestroken toe te passen. Er zal geen of zeer weinig water de bodem intrekken omdat er in de buurt relatief veel storende bodemlagen aanwezig zijn.

Bodembedekkers of heesters kunnen in de buurt toegepast worden.

Grindkoffers of infiltratiekratten + infiltratieputten kunnen worden toegepast. Deze kunnen onder de wegen in het midden van de buurt worden geplaatst. Door het grind (bij grindkoffers) en de kratten ontstaat een laag die goed water doorlaat. Mocht de grondwaterstand te hoog zijn voor een Infiltratiekrat, zijn ook infiltratieplaten mogelijk (Appeltern.nl, n.d.). De grindkoffers of infiltratiekratten + infiltratieputten kunnen met behulp van *buizen* op de watergangen aan de zijanten van de buurt worden aangesloten.

Een waterplein zou ook aangelegd kunnen worden. Hierbij infiltreert het water niet in de bodem. Door middel van bijvoorbeeld *goten* kan water uit het midden van de buurt naar een waterplein (in of aan de zijanten van de buurt) worden gebracht. Voor afvoer van het water, kan het waterplein door *buizen* worden aangesloten op de watergangen aan de zijanten van de buurt.

Een van de vormen van seizoensberging, bijvoorbeeld realiseren van extra berghoogte, kan toegepast worden op de bestaande watergangen of op nieuw te realiseren oppervlaktewater (waterloop of regenwatervijver).

Een regenwaterriool aanleggen in Engelenburg-Zuid is een mogelijkheid. Dat de bodem slecht waterdoorlatend is, is hierbij niet van belang want water infiltreert bij een regenwaterriool niet in de bodem. Een infiltratieriool kan niet worden aangelegd, vanwege de slecht waterdoorlatende lagen in de bodem. Het regenwaterriool kan worden aangesloten op de watergangen aan de zijanten van de buurt.

Op particulier terrein kunnen regentonnen worden toegepast voor opvang van regenwater. Deze zullen echter niet het water van de weg op kunnen vangen. Regentonnen zouden aanvullend zijn aan een van bovenstaande maatregelen.

Samengevat zijn de volgende maatregelen mogelijk of logisch:

Tabel 3 Samenvatting van mogelijke maatregelen Engelenburg-Zuid (Eigen tabel, 2016)

Maatregelen	Mogelijk/logisch?
Uitsluitend goten	Ja
Weg hol maken	Nee
Greppels	Ja
Waterlopen	Nee
Regenwatervijvers	Ja
Heesters of bodembedekkers	Ja
Waterdoorlatende verharding	Nee
Bodeminfiltratie	Nee
Infiltratievelden/infiltratiestroken	Nee
Wadi	Nee
Grindkoffers	Ja
Infiltratiekratten + infiltratieputten	Ja
Seizoensberging	Ja
Waterplein	Ja
Infiltratieriool	Nee
Regenwaterriool	Ja
Regentonnen	Nee

6.2.4 Busstation

De rijbanen op de Ritzema Bosweg zouden veranderd kunnen worden naar holle wegen, maar dit lijkt geen zeer logische maatregel. Het busverkeer kan last hebben van water dat door het midden van de weg naar beneden stroomt.

Uitsluitend goten realiseren (en deze laten aansluiten op de watergang bij de Rooseveltweg, 100 m verderop) is waarschijnlijk niet voldoende om het water op te kunnen vangen. Om de hoeveelheid water die van de weg afstroomt op te kunnen vangen is het waarschijnlijk ook nodig om een extra buffer (kleine waterloop of kleine regenwatervijver) te realiseren. Een geschikte plek lijkt direct ten westen van het busstation (haaks op de Ritzema Bosweg). Op overige plekken hebben bussen voldoende ruimte nodig om te draaien en te rijden en voetgangers om te lopen. Ook zal naar die plek meer water stromen dan als de waterloop of regenwatervijver evenwijdig aan de weg en het busstation aangelegd zou worden. Water kan door middel van bijvoorbeeld *goten* naar de waterloop of regenwatervijver worden gebracht. Een aansluiting van de waterloop of regenwatervijver op de watergang bij de Rooseveltweg is mogelijk. De waterloop of regenwatervijver kan nog een stuk, evenwijdig aan de Ritzema Bosweg in de richting van de Rooseveltweg, door lopen. Op het laatste stuk zou, vanwege het verkeerskruispunt, een ondergrondse *buis* moeten worden aangelegd als verbinding met de watergang bij de Rooseveltweg. Een waterloop en regenwatervijver lijken in het geval van het busstation op elkaar. De regenwatervijver zou *verhard* worden aangelegd, omdat water anders infiltreert in de bodem (vanwege het bodemtype en de grondwaterstand) en voert overtollig water af naar oppervlaktewater. De watergang is ook *verhard* en zou ook overtollig water afvoeren naar oppervlaktewater.

Een greppel is geen logische maatregel omdat het water niet zal afvoeren, maar infiltreren (vanwege het bodemtype). Dit lijkt dan meer op een infiltratieveld of infiltratiestrook (zie verderop).

Hoewel het qua bodemtype en grondwaterstand mogelijk zou zijn, zal waterdoorlatende verharding niet zeer effectief zijn. De Ritzema Bosweg helt en daardoor zal niet al het regenwater in de grond trekken, maar ook een deel naar beneden stromen. Bovendien wordt waterdoorlatende verharding op een drukke weg zoals de Ritzema Bosweg en het busstation niet gauw toegepast, vanwege het gewicht van het verkeer (Pötz & Bleuzé, 2012).

Op het busstation zouden bodembedekkers of heesters geplant kunnen worden.

Bodeminfiltratie is niet mogelijk voor deze locatie. Er is voor deze maatregelen meer ruimte nodig dan er beschikbaar is (Pötz & Bleuzé, 2012).

Een infiltratieveld/infiltratiestrook is een mogelijkheid. Deze zou ook direct ten westen van het busstation aangelegd kunnen worden, in de lengte langs de zijkant van het busstation. Voor de situatie dat deze verzadigd is met water, kan deze worden aangesloten op de watergang bij de Rooseveltweg. Dit kan door de infiltratiestrook voor een deel door te trekken langs de Ritzema Bosweg, in de richting van de Rooseveltweg. Voor de verbinding met de watergang, zou op het laatste stuk (vanwege het verkeerskruispunt) een ondergrondse *buis* moeten worden aangelegd. Water vanaf de Ritzema Bosweg kan met behulp van *goten* naar de infiltratiestrook worden gebracht. De bodem en zijkanten van de infiltratiestrook kunnen onverhard blijven. Zo kan water infiltreren in de bodem. Aangezien de strook droog zal zijn als het niet regent, zal de beplanting op die momenten te zien zijn.

Een wadi kan wat bodemtype en grondwaterstand betreft gerealiseerd worden. Deze kan ook ten westen van het busstation gerealiseerd worden. De wadi kan een stuk langs de Ritzema Bosweg, in de richting van de Rooseveltweg, door lopen. Daar kan deze met behulp van een ondergrondse *buis* op de watergang worden aangesloten. Door middel van bijvoorbeeld *goten* kan water naar de wadi afstromen.

Grindkoffers of infiltratiekratten + infiltratieputten hoeven niet aangelegd te worden op of rondom het busstation. De waterdoorlatendheid van het busstation is al redelijk goed en hoeft niet vergroot te worden door grindkoffers of infiltratiekratten. Bovendien zal, vanwege de schuine ligging van de weg, niet al het water de grond in trekken.

Een van de vormen van seizoensberging, bijvoorbeeld het realiseren van extra berghoogte, toepassen kan bij de watergang langs de Rooseveltweg of op nieuw te realiseren oppervlaktewater.

Een waterplein zou toegepast kunnen worden op het busstation. Daar kan water in worden geborgen en kunnen zitplekken in worden gecreëerd. Het waterplein zou direct ten westen van het busstation gerealiseerd kunnen worden. Het waterplein nog een stuk langs de Ritzema Bosweg laten doorlopen, is niet logisch omdat dit, vanwege de breedte van de stoep, een smalle en onbruikbare laagte zou worden. Een aansluiting met een ondergrondse *buis* vanaf het waterplein op de watergang bij de Rooseveltweg lijkt beter. Water vanaf de Ritzema Bosweg kan met behulp van *goten* naar het waterplein worden gebracht. Een waterplein toepassen in de vorm van een groen waterplein, lijkt een geschikte optie, om de vele verharding op het busstation te verminderen. Dit past ook bij het groene imago van de gemeente.

Aangezien de bodem en de grondwaterstand infiltratie toelaten, is een infiltratieriool mogelijk. Deze kan onder de Ritzema Bosweg aangelegd worden. Door middel van *kolken* aan de zijkanalen van de weg kan water het riool instromen. Daar waar het hoogteverschil nog maar minimaal is of er geen hoogteverschil meer is op de Ritzema Bosweg, lijkt het slim om, net als bij de Koningin Wilhelminalaan in Amersfoort, een ondergrondse *infiltratiebak* aan te leggen. Tussen deze bak en de watergang bij de Rooseveltweg kan een *buis* worden aangelegd. Als de infiltratiebak ook vol zit met water, kan het water daar naartoe stromen. Een regenwaterriool lijkt niet logisch, omdat een infiltratieriool in tegenstelling tot een regenwaterriool vocht aan de bodem toevoegt.

Regentonnen rondom het busstation zijn op particuliere terreinen niet mogelijk. Rondom het busstation liggen geen woningen met privé tuinen en geen geschikte buitenterreinen van bijvoorbeeld kantoorpanden.

Om ervoor te zorgen dat niet al het water van de Ritzema Bosweg, vanwege de helling, met grote kracht naar beneden afstroomt, lijkt het slim om bij de maatregelen waarbij water bovengronds naar beneden wordt gebracht, nog vóór het busstation voorzieningen aan te leggen die een deel van het water opvangen. Ten oosten van het busstation, waar de Ritzema Bosweg sterk afloopt, zijn bijna overal langs de weg groenstroken aanwezig. Op een aantal plekken zouden de groenstroken kunnen worden verlaagd. Als de holte van de goot aan de kant van de groenstrook eerder overgaat in vlakke verharding, en de goot verbonden wordt met de verlaagde groenstrook, zal een deel van het water daar naartoe stromen.

Samengevat zijn de volgende maatregelen mogelijk of logisch (zie tabel 4 op pagina 46):

Tabel 4 Mogelijke maatregelen Busstation (Eigen tabel, 2016)

Maatregelen	Mogelijk/logisch?
Weg hol maken	Nee
Greppel	Nee
Regenwatervijver/waterloop	Ja
Heesters of bodembedekkers	Ja
Waterdoorlatende verharding	Nee
Bodeminfiltratie	Nee
Infiltratieveld/infiltratiestrook	Ja
Wadi	Ja
Grindkoffers	Nee
Infiltratiekratten + infiltratieputten	Nee
Seizoensberging	Ja
Waterplein	Ja
Infiltratieriool	Ja
Regenwaterriool	Nee
Regentonnen	Nee

6.3 Conclusie

Voor elke locatie zijn veel maatregelen mogelijk. Op de locaties Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, het Boldershof en het busstation zijn bijna allemaal dezelfde maatregelen mogelijk en/of logisch. Dit komt doordat er op die locaties een gunstige bodem (zand) en een relatief diepe grondwaterstand aanwezig is. Daardoor is infiltratie mogelijk. Om maatregelen te kunnen kiezen, is een afwegingsmodel nodig. Dit model wordt in het volgende hoofdstuk gepresenteerd.

7 Afwegingsmodel

In dit hoofdstuk is het afwegingsmodel te vinden. Per locatie zijn mogelijke (alternatieve) maatregelen afgewogen. Het model is tot stand gekomen door middel van veldonderzoek. Voor het overige deel van het hoofdstuk is gebruik gemaakt van bureau- en veldonderzoek. Er is met deskundigen van de gemeenten en andere betrokkenen gesproken. In Bijlage 5 zijn samenvattingen van gesprekken te vinden.

7.1 Criteria in het afwegingsmodel

Om de maatregelen te kunnen afwegen, zijn criteria nodig. Aan deskundigen van verschillende organisaties en afdelingen is gevraagd op welke aspecten zij zouden letten bij het kiezen van een maatregel:

- Gemeente Amersfoort (Afd. Stedelijk Beheer);
- Gemeente Amersfoort (Afd. Woon- en Werkklimaat);
- Gemeente Veenendaal (Afd. Wijk- en Stadsbeheer);
- Gemeente Wageningen (Concernafd. Ruimte);
- Waterschap Vallei en Veluwe (Afd. Planvorming);
- 033 Groen

De criteria die in onderstaande opsomming blauw zijn gekleurd, zijn criteria zoals die door de deskundigen (al dan niet letterlijk) zijn genoemd.

Daarnaast zijn sommige criteria na het lezen van informatie op internet of in boeken tot stand gekomen. Dit zijn de zwartgekleurde criteria hieronder.

I. Kosten aanleg	}	Technische criteria
II. Kosten beheer		
III. Ruimte beslag		
IV. Mate van effect		
V. Veiligheid (kinderen)		
VI. Uitlegbaar (complexiteit)		
VII. Effect op planten en dieren	}	Doorwerking op beleidsterreinen
VIII. Effect op oppervlaktewatersysteem		
IX. Bijdrage andere klimaateffecten	}	Bredere duurzaamheidsdoelstellingen
X. Waterbewustzijn		
XI. Visuele beleving		

De definities van de criteria zijn in Bijlage 7 te vinden.

De criteria zijn onder te verdelen in een aantal categorieën. De bovenste vier criteria zijn technische criteria. Bij deze criteria is het belangrijk hoe de maatregel eruit komt te zien (afmetingen, ligging e.d.). De criteria VII en VIII hebben te maken met de doorwerking van de maatregel op een aantal beleidsterreinen (ecologie en water). Criterium IX en X zijn beide bredere duurzaamheidsdoelstellingen. Zo streeft het waterschap Vallei en Veluwe bijvoorbeeld bij maatregelen tegen wateroverlast naar een toename van bewustwording als gevolg van een maatregel en kunnen sommige maatregelen behalve wateroverlast, ook droogte of hitte verminderen.

Een aantal criteria hebben bovendien iets te maken met ruimtelijke kwaliteit: 'ruimte beslag', 'bijdrage andere klimaateffecten' en 'visuele beleving'. Dit wordt in paragraaf 7.4 toegelicht.

7.2 Invulling van het model

De afweging is op pagina 49 te vinden. De maatregelen zijn alleen per locatie en niet ook tussen locaties onderling vergeleken. In Bijlage 6 zijn de scores van de maatregelen toegelicht.

Het aantal maatregelen per locatie in het afwegingsmodel is beperkt tot vier om het model te kunnen testen. Dit zijn maatregelen uit verschillende categorieën, zoals deze genoemd zijn in de inleiding van Hoofdstuk 6. Hierbij zijn de maatregelen die, in het geval van de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, het Boldershof en Engelenburg-Zuid, de gemeente wil uitvoeren, meegenomen. Daarnaast zijn die maatregelen meegenomen die als afzonderlijke maatregel naar verwachting genoeg effect zullen hebben op het verminderen van wateroverlast, passen bij het karakter en de functie van de locatie en/of meerwaarde kunnen bieden aan de locatie. Daarom is bijvoorbeeld in het geval van de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan niet gekozen voor wadi. Dit past niet bij het stedelijke karakter van het Stationsplein, het beschermde stadsgezicht en levert geen meerwaarde voor de functie van het Stationsplein.

Technische criteria														Doorwerking op beleidsterreinen				Bredere duurzaamheidsdoelstellingen		
Locatie	Criteria > Maatregel	Kosten aanleg	Kosten beheer	Ruimte beslag (boven- gronds)	Mate van effect	Veiligheid (kinderen)	Uitlegbaar (complex- iteit)	Effect op planten en dieren	Effect op oppervlakte water- systeem	Bijdrage andere klimaat effecten	Waterbewust- zijn	Visuele beleving	Totaalscore							
Koningin Wilhelminalaan/ Prins Frederiklaan	Regenwatervijver en goten	-1	-1	0	0	-2	1	2	-2	1	1	1	0							
	Infiltratiestroken en goten	0	0	0	1	-1	1	2	-1	2	1	1	6							
	Groen waterplein en goten	-2	-2	1	1	-1	1	1	-1	2	1	1	2							
	Infiltratieriool	-2	1	2	2	0	2	0	0	1	0	0	6							
Boldershof	Waterdoorlatende verharding	0	1	2	1	0	2	0	0	1	0	0	7							
	Infiltratiestrook en goten	0	0	0	1	-1	1	2	2	2	1	1	9							
	Wadi en goten	-1	-1	1	2	-1	0	1	1	2	1	1	6							
	Infiltratieriool	-2	1	2	2	0	2	0	1	1	0	0	7							
Engelenburg-Zuid	Uitsluitend goten	2	2	1	1	0	2	0	2	0	1	0	11							
	Greppels en goten	1	0	-1	2	-1	1	0	1	1	2	0	6							
	Infiltratiekragen + infiltratieputten	-1	1	2	2	0	1	0	1	1	0	0	7							
	Regenwaterriool	-1	1	2	1	0	2	0	2	0	0	0	7							
Busstation	Regenwatervijver en goten	-1	-1	0	0	-2	1	2	2	1	1	1	4							
	Infiltratiestrook en goten	0	0	0	2	-1	1	2	1	2	1	1	9							
	Groen waterplein en goten	-2	-2	1	1	-1	1	1	2	1	1	1	4							
	Infiltratieriool	-2	1	2	2	0	2	0	1	1	0	0	7							

Kleur	Score	Punten	Kleur	Score	Punten	Kleur	Score	Punten
	Zeer goede score	2		Niet goed en niet slecht	0		Zeer slechte score	-2
	Goede score	1		Slechte score	-1			

7.3 Analyse van de scores in het afwegingsmodel

De totaalscores van een aantal maatregelen liggen dichtbij elkaar en verschillen bij andere maatregelen juist sterk van elkaar. Hieronder is per locatie toegelicht welke maatregelen de hoogste totaalscore hebben en wat daarvan de reden is.

De maatregelen ‘infiltratiestroken en goten’ en ‘infiltratieriool’ krijgen voor de locatie Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan de hoogste totaalscore. In het geval van de ‘infiltratiestroken en goten’ komt dit vooral doordat deze maatregel, in vergelijking met de drie andere maatregelen, lage aanleg- en beheerskosten heeft, en een zeer positief effect op planten en dieren en op de vermindering van andere klimaateffecten heeft. In het geval van het ‘infiltratieriool’ wordt de hoge totaalscore vooral veroorzaakt doordat deze zeer goed scoort op ‘ruimte beslag’, naar verwachting het meest effectief zal zijn en weinig complex is.

De maatregel ‘infiltratiestrook en goten’ krijgt voor het Boldershof de hoogste totaalscore. Dit komt vooral omdat deze in vergelijking met de drie andere maatregelen lage aanlegkosten heeft en naar verwachting een zeer positief effect op planten en dieren, het oppervlaktewatersysteem en op de vermindering van andere klimaateffecten heeft.

Het aanleggen van uitsluitend goten levert voor Engelenburg-Zuid de hoogste totaalscore op. Dit komt met name doordat deze in vergelijking met de drie andere maatregelen lage aanleg- en beheerskosten heeft, weinig complex is en een zeer positief effect heeft op het oppervlaktewatersysteem.

De maatregel ‘infiltratiestrook en goten’ krijgt voor het busstation de hoogste totaalscore. Dit komt omdat deze in vergelijking met de drie andere maatregelen lage aanleg- en beheerskosten heeft, naar verwachting effectief zal zijn, en een zeer positief effect heeft op de vermindering van de andere klimaateffecten.

In het algemeen valt op aan het afwegingsmodel dat als een maatregel niet goed scoort op een bepaald criterium, dit niet meteen hoeft te betekenen dat deze maatregel geen hoge totaalscore heeft. Het kan zijn dat de maatregel wel (zeer) positief scoort op andere criteria. Een voorbeeld hiervan is het infiltratieriool. De score op aanlegkosten is slecht, maar op onder andere ruimtebeslag, mate van effect en complexiteit wordt wel goed gescoord.

7.4 Ruimtelijke kwaliteit

Sommige maatregelen voegen ruimtelijke kwaliteit toe aan de locatie. De criteria ‘ruimte beslag’, ‘bijdrage andere klimaateffecten’ en ‘visuele beleving’ hebben iets met ruimtelijke kwaliteit te maken. Het begrip kan onderverdeeld worden in: gebruikswaarde, toekomstwaarde en belevingswaarde.

Met name de maatregelen die *water* of *groen* toevoegen aan een locatie, zorgen voor een verbetering van de visuele beleving van de locatie. Water en groen vergroten namelijk de beleving. De maatregelen waarbij water kan *infiltreren* en waarbij *groen* wordt toegevoegd, dragen veel bij aan het verminderen van andere klimaateffecten (hitte, droogte). De infiltratie van water zorgt ervoor dat de bodem ter plekke minder droog is en het groen verkoelt de omgeving. Hierdoor zal een locatie, ook bij een veranderend klimaat, aangenaam en leefbaar blijven. Vooral de *ondergrondse maatregelen* scoren hoog op het criterium ‘ruimte beslag’. Deze maatregelen nemen uiteraard bovengronds geen ruimte in, waardoor daar veel functies mogelijk blijven. De ruimte kan door veel functies worden gebruikt.

Op basis van deze drie criteria kan geoordeeld worden dat, als de gemeente zowel de gebruiks-, toekomst- als belevingswaarde van een locatie wil verhogen, het slim lijkt om een combinatie van maatregelen uit te voeren: maatregelen die water infiltreren, groen toevoegen en weinig ruimte innemen of gebruik van de locatie door veel functies mogelijk maken. Voorbeelden zijn een infiltratieriool en groen aanleggen of een groen waterplein realiseren dat water laat infiltreren en waar in het plein ruimte is voor veel functies.

Waterkwaliteit

Recent is er een onderzoek gedaan naar de kwaliteit van onder andere water op straat, waarin geconstateerd wordt dat water op straat gezondheidsrisico's kan opleveren voor degenen die ermee in contact komen, zoals spelende kinderen (De Man-van der Vliet, 2014). Voorzieningen waar water bovengronds naar wordt afgevoerd, en waar water een tijd boven de grond aanwezig is, zoals wadi's, kunnen risico's opleveren. Bij het ontwerpen van dergelijke maatregelen zou hiermee rekening moeten worden gehouden.

7.5 Conclusie

Voor drie locaties, namelijk de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan, het Boldershof en het busstation lijken infiltratiestroken en goten een logische keuze. Bij de Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan is bovendien ook het infiltratieriool een optie. Dat de infiltratiestroken en goten in de drie gevallen een hoge totaalscore krijgt, komt doordat deze maatregel steeds op een aantal dezelfde criteria relatief goed scoort. Voor de andere locatie, Engelenburg-Zuid, heeft het aanleggen van uitsluitend goten de hoogste totaalscore.

Maatregelen uitvoeren die zowel water infiltreren, als groen toevoegen als weinig ruimte innemen of meervoudig ruimtegebruik mogelijk maken, voegen veel ruimtelijke kwaliteit toe aan een locatie.

8 Gebruik van het model in de praktijk

In dit hoofdstuk wordt beschreven of het afwegingsmodel werkt en wordt toegelicht wat de stappen voor en na het invullen en bespreken van het afwegingsmodel kunnen zijn. Het hoofdstuk is door middel van veldonderzoek tot stand gekomen.

8.1 Werkt het model?

Om te weten te komen of het model in de praktijk werkt, heeft er een testsessie plaatsgevonden met een aantal deskundigen van de gemeente Amersfoort. In Bijlage 5 is een samenvatting van de sessie te vinden. Daarin is ook toegelicht wat er in het model is aangepast na de sessie.

Met vijf deskundigen van de afdelingen Stedelijk Beheer, Stad en Ontwikkeling en de projectleider van het project Boldershof is bij elkaar gekomen. Allereerst is de inhoud van het project kort vermeld en vervolgens zijn de maatregelen en criteria toegelicht. Daarna heeft elke aanwezige voor de vier maatregelen voor het Boldershof het afwegingsmodel ingevuld. Hierbij konden de deelnemers zelf ook een aantal maatregelen die mogelijk werden geacht, toevoegen. Ten slotte zijn de ingevulde modellen naast elkaar gelegd en zijn deze besproken.

De invulling van het model en een nabespreking kan in een korte tijd (één of een paar uur) gebeuren. Bij het invullen van het afwegingsmodel zijn effecten of eisen ten aanzien van een maatregel nog niet berekend. Het model wordt ingevuld op basis van kennis, ervaring en inschatting. Het model werkt als quickscan.

Een nabespreking van het door ieder ingevulde afwegingsmodel blijkt zeer nuttig te zijn. Dit kan leiden tot een discussie en uitwisseling van kennis en ervaring. Zo noemen deskundigen dan bijvoorbeeld de kanttekeningen en ook de positieve aspecten van maatregelen. Elke discipline zal het afwegingsmodel op een andere manier invullen. Verder kunnen ook innovatieve ideeën ten aanzien van een maatregel worden genoemd.

Daarnaast werd het tijdens de sessie duidelijk dat de totaalscore van de maatregelen met enige voorzichtigheid moet worden bekeken. Maatregelspecifieke eisen (zoals hoe groot de voorziening zou moeten zijn) moeten na het invullen van het afwegingsmodel in beschouwing genomen worden.

In de nabespreking bleek dat per locatie aan criteria soms een ander gewicht wordt gegeven. Niet elk criterium weegt even zwaar door in het uiteindelijke besluit. Beheersbaarheid in de toekomst en ruimtebeslag bleken bijvoorbeeld bij deze sessie zwaarwegende criteria. Daar was begrip voor bij alle deelnemers.

Dat het afwegingsmodel uit verschillende criteria met verscheidene invalshoeken bestaat, leidt ertoe dat deskundigen de waardering van maatregelen breder dan uitsluitend vanuit de eigen discipline gaan bekijken. Dit is ook bevestigd door de deskundigen tijdens de testsessie.

8.2 Wie te betrekken?

Het is van belang om verschillende disciplines en organisaties uit te nodigen voor het invullen en bespreken van het afwegingsmodel. Op die manier kunnen veel deskundigen mee denken en hun mening kenbaar maken. Ook kan het gebruik van het afwegingsmodel tot onderling begrip leiden en kan er van elkaar geleerd worden. De volgende disciplines kunnen bijvoorbeeld uitgenodigd worden: klimaatadaptatie, beheer, stedenbouw, landschapsarchitectuur, groen of ecologie. Als organisaties kan gedacht worden aan de gemeente, het waterschap en ook bewoners zouden uitgenodigd kunnen worden.

8.3 Afwegingsmodel in de context

Het afwegingsmodel zal vaak in een meer omvattend proces gebruikt kunnen worden. Voordat het model wordt ingevuld, zullen alle deelnemers op de hoogte moeten worden gebracht van de specifieke situatie op de locatie: het probleem en eventuele wensen. Nadat het afwegingsmodel is ingevuld en is nabesproken, kunnen de uitkomsten nader onderzocht worden. Zo kunnen bijvoorbeeld de specifieke (technische) eisen en mogelijke financiering ten aanzien van één of een aantal maatregelen worden uitgezocht of kunnen berekeningen worden gemaakt. Als daarna nogmaals met zo veel mogelijk dezelfde deelnemers een sessie wordt gehouden, kan bijvoorbeeld een definitieve keuze over de toepassing van een maatregel gemaakt worden.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Conclusies

In voorliggende scriptie is een antwoord gegeven op de volgende hoofdonderzoeksvraag:

Hoe kunnen de gemeenten Amersfoort, Wageningen en Veenendaal kwetsbare locaties in hun stedelijk gebied veranderen om met name wateroverlast en in mindere mate hittestress, waterveiligheid en droogte als gevolg van de klimaatverandering aan te kunnen?

Tijdens het onderzoek bleek dat voor de vier locaties diverse maatregelen mogelijk zijn. Om die reden is een afwegingsmodel ontwikkeld. Hierin zijn per locatie vier verschillende maatregelen afgewogen tegen elf criteria. De criteria wegen allemaal even zwaar. Elke maatregel krijgt een score bij elk criterium, waaruit vervolgens een totaalscore volgt.

Op basis van de in het afwegingsmodel aanwezige criteria en maatregelen, lijken voor de locatie Koningin Wilhelminalaan/Prins Frederiklaan in Amersfoort de maatregelen ‘infiltratiestroken en goten’ of ‘infiltratieriool’ logische keuzes. De gemeente heeft echter al voor deze locatie een keuze gemaakt, namelijk het aanleggen van een infiltratieriool onder de Koningin Wilhelminalaan en een gedeelte van de Prins Frederiklaan en het aanleggen van een infiltratiebak. Dit zal dan ook gerealiseerd gaan worden. Een voordeel van een infiltratieriool is dat bovengronds geen ruimte wordt ingenomen, waardoor allerlei functies mogelijk zijn. De gebruiksmogelijkheden van de locatie worden niet beperkt. Daarnaast wordt verwacht dat het infiltratieriool veel effect zal hebben en is de maatregel goed uitlegbaar.

Voor het Boldershof in Amersfoort is, op basis van de in het afwegingsmodel aanwezige criteria en maatregelen, een infiltratiestrook en goten een logische keuze. Deze infiltratiestrook zou evenwijdig aan de achtertuinen van de meest noordelijke woningen gerealiseerd kunnen worden. Voordelen van deze maatregel zijn dat de aanleg- en beheerskosten relatief laag zijn en er dieren worden aangetrokken en planten in de stroken kunnen worden aangelegd. Daarnaast kan het bestaande oppervlaktewater worden aangevuld en wordt met de infiltratiestrook de omgeving verkoeld en de droogte van de bodem verminderd.

Op basis van de in het afwegingsmodel aanwezige criteria en maatregelen, lijkt voor de locatie Engelenburg-Zuid in Veenendaal het aanleggen van uitsluitend goten een logische keuze. De goten zouden aan weerszijden van de wegen in de buurt aangelegd kunnen worden. De gemeente heeft echter al voor deze locatie een keuze gemaakt en voert deze momenteel uit, namelijk het aanleggen van een regenwaterriool. Daarom zullen er geen goten worden aangelegd. Voordelen van een regenwaterriool zijn dat er bovengronds geen ruimte wordt ingenomen, het bestaande oppervlaktewater wordt aangevuld en de maatregel goed uitlegbaar is.

Voor het busstation in Wageningen is, op basis van de in het afwegingsmodel aanwezige criteria en maatregelen, een infiltratiestrook en goten een logische keuze. Deze infiltratiestrook zou direct ten westen van het busstation, aangelegd kunnen worden. Voordelen van deze maatregel zijn dat de aanleg- en beheerskosten relatief laag zijn en de maatregel naar verwachting effectief zal zijn. Daarnaast kan de maatregel de omgeving verkoelen en de droogte van de bodem verminderen.

Met behulp van het afwegingsmodel kunnen verschillende afdelingen van gemeenten en andere betrokkenen de voor- en nadelen van mogelijke maatregelen voor een locatie eenvoudig op een rij zetten. Het model is te gebruiken als quickscan. Na invulling van het afwegingsmodel en bespreking daarvan, zullen één of een aantal maatregelen nader onderzocht worden.

9.2 Aanbevelingen

Ten aanzien van voorliggend onderzoek kunnen een aantal aanbevelingen worden gegeven.

De gemeente Amersfoort zou op het Stationsplein, aanvullend aan het aanleggen van het infiltratieriool, groen (zoals bomen, bodembedekkers en/of heesters) kunnen planten. Dit wordt dan weliswaar niet als waterbergingslocatie gebruikt, maar het groen kan wel de omgeving verkoelen en het plein een prettigere uitstraling geven. Wat betreft het Boldershof in Amersfoort en het busstation in Wageningen is het een aanbeveling om de mogelijkheid van een infiltratiestrook en goten nader te onderzoeken. Ten aanzien van Engelenburg-Zuid wordt aanbevolen om bij vergelijkbare locaties de mogelijkheid van het aanleggen van uitsluitend goten nader te onderzoeken.

Sommige maatregelen die met het oog op de klimaatverandering worden genomen, voegen water toe aan een locatie of kunnen water (tijdelijk) opslaan. In het algemeen zou, bij het maken van een ontwerp voor een maatregel waarbij water enige tijd boven de grond aanwezig is, rekening gehouden moeten worden met de kwaliteit die dit water zou kunnen hebben en de gezondheidsrisico's die kunnen optreden.

Van belang bij het invullen van het afwegingsmodel is dat er medewerkers vanuit verschillende afdelingen en organisaties worden uitgenodigd. Zo zullen verschillende belangen en inzichten tijdens de nabespreking naar voren gebracht worden. Voorbeelden van disciplines zijn: klimaatadaptatie, beheer, stedenbouw, landschapsarchitectuur, groen of ecologie. Als organisaties valt te denken aan de gemeente, het waterschap en ook bewoners zouden uitgenodigd kunnen worden. Om ervoor te zorgen dat deelnemers tijdens het invullen van het afwegingsmodel zelf ideeën kunnen inbrengen, kan naast het voorleggen van maatregelen, ook ruimte overgelaten worden om andere maatregelen mee te nemen in de afweging.

Maatregelen en criteria in het afwegingsmodel kunnen door gemeenten veranderd worden. Zo kan het model toegespitst worden op de (specifieke voorkeuren per) gemeente. Een aanbeveling is om niet te veel energie te steken in het vooraf opschrijven van wegenen van criteria. Wel is het belangrijk dat deelnemers laten blijken hoe zij de criteria waarderen; welk criterium of welke criteria vanuit hun discipline zeer belangrijk is of zijn. Dit zal immers per discipline verschillen en de totaalscore wordt er door beïnvloedt.

Wateroverlast, en klimaatadaptatie in het algemeen, zou in een breder perspectief moeten worden gezien. De aanpak van wateroverlast kan meegenomen worden in projecten die zich ook op andere problemen of wensen richten, zoals een sterk verharde locatie die groener wordt gemaakt of een weg waarbij de verharding wordt vervangen. Wateroverlast hoeft niet altijd de aanleiding te zijn voor het treffen van maatregelen met het oog op de klimaatverandering. Door wateroverlast of klimaatadaptatie in projecten mee te nemen, die zich niet uitsluitend daar op richten, kan de aanpassing van de inrichting wellicht ook uit andere budgetten gefinancierd worden. Bovendien kunnen dan meerdere ingrepen in één keer worden uitgevoerd.

Een algemene aanbeveling is om wateroverlast niet alleen maar als bedreiging, maar ook als een kans te zien. Maatregelen tegen wateroverlast kunnen meerdere problemen of wensen voor een locatie oplossen. Zo kunnen de maatregelen een locatie aantrekkelijker maken. Bovendien hebben sommige maatregelen ook gunstige effecten op andere aspecten dan alleen wateroverlast, zoals ecologie, droogte, hitte en beleving.

10 Bronnen

Albers, R., & Dopp, S. (2008). *Klimaatverandering in Nederland: Uitdagingen voor Een leefbare stad*. Opgeroepen op februari 15, 2016, van http://scholar.google.nl/scholar?q=klimaatverandering+AND+stad&btnG=&hl=nl&as_sdt=%2C5

Appeltern.nl (n.d.). Infiltratieboxen, infiltratiekratten, infiltratieplaat, infiltratieplaten. Opgeroepen op april 20, 2016 van https://appeltern.nl/nl/tuinwinkel/bestrating/waterbeheersing_-_waterput_-_watergoten_-_sleufgoten_-_infiltrat/infiltratieboxen_-_infiltratiekratten_-_infiltratieplaat_-_infil/

Deltacommissaris (n.d.). Deltabeslissingen. Opgeroepen op februari 2, 2016, van <http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/inhoud/deltabeslissingen>

Deltacommissaris (n.d.). Wat is het Deltaprogramma. Opgeroepen op februari 2, 2016, van <http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/inhoud/wat-is-het-deltaprogramma>

Deltacommissaris (n.d.). Zoetwater. Opgeroepen op februari 2, 2016, van <http://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/inhoud/gebieden-en-generieke-themas/zoetwater>

Gemeente Amersfoort & Waterschap Vallei en Veluwe (2014). *Blue Deal Waterrobuust Amersfoort*. Opgeroepen op februari 10, 2016, van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine(stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Gemeente Amersfoort (2012). *Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 - 2021*. Opgeroepen op februari 20, 2016, van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Gemeente Amersfoort (2011 tot 2016). *Rapport grondwaterstanden gemeente Amersfoort*. Opgeroepen op april 28, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Gemeente Amersfoort (2013). *Structuurvisie Amersfoort 2030*. Opgeroepen op februari 17, 2016, van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Gemeente Amersfoort (2016). *BOLDERSHOF_v1*. Opgeroepen op maart 16, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Gemeente Veenendaal (1 april 2014 - 21 maart 2016). *Grondwaterstanden de Brinken nr. 8*. Opgeroepen op maart 22, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten ontvangen van gemeente Veenendaal\Grondwater

Gemeente Veenendaal (1 april 2015 – 21 maart 2016). *Grondwaterstanden de Grote Pekken flat nr. 484-562*. Opgeroepen op maart 22, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten ontvangen van gemeente Veenendaal\Grondwater

Gemeente Veenendaal. (n.d.). Werkzaamheden in Veenendaal. Opgeroepen op maart 21, 2016 van <https://www.veenendaal.nl/werk-projecten-in-uitvoering/>

Gemeente Wageningen (2010). *Verbreed GRP Wageningen planperiode 2010-2015*. Opgeroepen op maart 31, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten ontvangen van gemeente Wageningen

Google Maps (n.d.). Streetview. Opgehaald op februari 10, 2016 van <https://www.google.nl/maps/@>

Groenblauwe netwerken (n.d.). Regenton. Opgeroepen op maart 31, 2016 van <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/rainwater/rainwater-tanks/>

Groenblauwe netwerken (n.d.). Koelen met water. Opgeroepen op april 21, 2016 van <http://www.groenblauwenetwerken.com/heat/reducing-heat-with-water/>

Groenblauwe netwerken (n.d.). Ontharden en bodemverbeteren: Tegels eruit, groen erin. Opgeroepen op april 21, 2016 van <http://www.groenblauwenetwerken.com/measures/reduce-paved-surfaces/>

Groendichterbij.nl (n.d.). Een hart voor onze wijk: Hofstedepark en multifunctionele wadi. Opgeroepen op mei 2, 2016 van <http://www.groendichterbij.nl/eenhartvooronzewijkhofstedeparkmultifunctionelewadi>

Grond , V., Verkade, G-J. m.m.v. Kooiman, S., Goosen, H., van Meurs, M., & Camps, P. (2014). *De Natuurlijke Alliantie: van bodem, water en groen*. Plaats onbekend: Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem

Grondwaterformules.nl (n.d.). Doorlatendheid van grondsoorten. Opgeroepen op maart 3, 2016, van Grondwaterformules.nl: <http://www.grondwaterformules.nl/index.php/vademecum/ondergrond/globale-doorlatendheid>

Hospers, G.J. (2015). *Water is meer dan H2O*. Opgeroepen op april 29, 2016 van <http://www.stedebouwarchitectuur.nl/water-is-meer-dan-h2o>

Klein Tank, A., Beersma, J., Bessembinder, J., van den Hurk, B., & Geert, L. (Herziene uitgave 2015). *KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland*. Opgeroepen op februari 4, 2016, van <http://www.klimaatscenarios.nl/correctieWL/index.html>

Linckens, A. & Vermulst, C.J.W. (2012). *Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 – 2016*. Opgeroepen op maart 22 2016, van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten ontvangen van gemeente Veenendaal\vGRP en GRWP

Moridnejad, M.(2012). *The effects of Green Street implementation on runoff flow in developing urban scenarios compared to conventional system* (Master's thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden). Opgeroepen op mei 10, 2016 van http://stud.epsilon.slu.se/5017/1/Moridnejad_M_120830.pdf

Man-van der Vliet, H. de (2014). *Best urban water management practices to prevent waterborne infectious diseases under current and future scenarios* [Proefschrift, Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederland]. Opgeroepen op mei 4, 2016 van <http://www.sanitas-water.nl/index.php?id=73>

PDOK Viewer (2007-2012). Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). Opgeroepen op maart 10, 2016 van <http://pdokviewer.pdok.nl/>

Peeters, R. (2011). *Infiltratieonderzoek verzorgingstehuis 'De Dormig' te Landgraaf*. Opgeroepen op mei 8, 2016 van http://roonline.robeheer.nl/0882/FE8FF87B-1FCE-41D1-ACEA-276A74EE3A74/tb_NL.IMRO.0882.BPDORMIG02001-ON01_bijlage04.pdf

Piscaer, C.J. (2016). *Afweging toepassing IT-riool versus waterpasserende verharding voor het projectgebied Snoeckgensheuvel – Den Wijnberg*. Opgeroepen op mei 10, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine(stagiaire)\Documenten van gemeente Amersfoort

Platform Water Vallei en Eem (2012 tot 2016). *Grafiek Olympiaplein-ABN-AMRO*. Opgeroepen op april 28, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)

Post, H. (2016). *Beslis- en Budgetformulier ontvlechten waterstromen Benedenbuurt*. Opgeroepen op maart 28, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)

Pötz, H. & Bleuzé, P. (2012). *Groenblauwe netwerken: Voor duurzame en dynamische steden*. Delft, Nederland: Coop for life

Provincie Gelderland (2015). *Omgevingsvisie Gelderland: Geconsolideerde versie*. Opgeroepen op februari 16, 2016, van <http://www.gelderland.nl/omgevingsvisie>

Provincie Utrecht (2013). *Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie 2013 - 2028*. Opgeroepen op februari 17, 2016, van https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/provinciale-0/#provinciale/?&_suid=145735738071607420459065319319

Provincie Utrecht (n.d.). Ruimtelijke Agenda Gemeenten. Opgeroepen op maart 8, 2016 van https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/alle-onderwerpen/ruimtelijke-agenda/#rol-provincie/?&_suid=1457423752205018975803469479774

Rainproof.nl (n.d.). Water vasthouden en bergen. Opgeroepen op mei 8, 2016 van <https://www.rainproof.nl/thema/water-vasthouden-en-bergen>

Riool.info. (n.d.). Gemengd riool. Opgeroepen op februari 19, 2016, van <http://www.riool.info/gemengd-riool>

Ruimtelijke plannen (2015). *Bestemmingsplan Berg-Utrechtseweg*. Opgehaald op februari 10 en april 1, 2016 van <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/bestemmingsplannen?tabFilter=JURIDISCH>

Ruimtexitmilieu (n.d.). Van achtertuin tot groenstructuur. Opgeroepen op april 29, 2016 van <http://www.ruimtexitmilieu.nl/wiki/thema-s/ecologie>

Schram-Bijkerk, D., Claessens, J. W., Dirven -van Breemen, E. M., Houweling, D. A., & van Wijnen, H. (2012). *Bodem als draagvlak voor een klimaatbestendige en gezonde stad*. Opgeroepen op februari 15, 2016, van <http://rivm.openrepository.com/rivm/handle/10029/255504>

Tuinvragen.com (n.d.). Afkoppelen en regenwater-beheer. Opgeroepen op mei 10, 2016 van <http://www.tuinvragen.com/index.php/artikelen-over-tuinzaken/58-afkoppelen-en-regenwater-beheer>

Wageningen UR (n.d.). Groen in de stad. Opgeroepen op mei 2, 2016 van <https://www.wageningenur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Themas/Natuur-Landschap/Show/Groen-in-de-stad.htm?f3002600=10>

Wageningen UR (n.d.). Naar een klimaatbestendige stad d.m.v. groene en blauwe structuren. Opgeroepen op april 19, 2016 van <http://www.wageningenur.nl/nl/project/Naar-een-klimaatbestendige-stad-d.m.v.-groene-en-blauwe-structuren-.htm>

Wareco (2015). *Enquête wateroverlast Veenendaal: Definitief*. Opgeroepen op april 4, 2016 van K:\DIR-SO-RO-BS\Martine (stagiaire)\Documenten ontvangen van gemeente Veenendaal\Wateroverlast Enquête

Waterschap Vallei en Veluwe, gemeente Apeldoorn, Elburg, Ede, Harderwijk, Renkum, Voorst, Bunschoten, Noord-Veluwe, Oost-Veluwe. (2015). *Natuurlijk ontwikkelen: Visie op het omgaan met hemelwater en gebruikt water in de regio Vallei en Veluwe*. Opgeroepen op februari 7, 2016, van <http://www.vallei-veluwe.nl/bestuur-0/vergaderingen/commissies/agenda-commissie/>

11 Afkortingen

Afd.	Afdeling
GHG	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
GRP	Gemeentelijk rioleringsplan
i.t.t.	In tegenstelling tot
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie