

Colofon

Titel:

MET DROGE VOETEN DOOR DE GEINTUNNEL

Ondertitel:

Een onderzoek naar een kosteneffectieve duurzame oplossing om hemelwateroverlast in de Geintunnel in Amersfoort na een flinke hoosbui te voorkomen.

Trefwoorden:

Amersfoort, hemelwateroverlast, hoosbui

Opdrachtgever:

Jan van 't Klooster, gemeente Amersfoort

Auteur:

Violier Overmeer

Datum:

Juni 2014

Onderwijsinstituut:

Hogeschool Van Hall-Larenstein

Leeropdracht ter afsluiting voor de opleiding:

Land en Watermanagement

Begeleider:

Bert Meijer

Voorwoord

Met veel plezier heb ik de afgelopen 4 maanden gewerkt aan mijn afstudeeronderzoek ter afsluiting van mijn studie Land en Watermanagement aan de hogeschool Van Hall Larenstein. Voorliggend rapport is hiervan het resultaat. Het onderzoek dat ik heb uitgevoerd in opdracht van de gemeente Amersfoort heeft als thema een oplossing voor een hemelwateroverlast locatie in de stad. Een actueel thema dat regelmatig in het nieuws is, waar veel professionals in het werkveld bevlogen over kunnen praten en een thema dat mij persoonlijk aanspreekt en enthousiast maakt.

Tijdens mijn onderzoek heb ik de kans gekregen om veel nieuwe dingen te leren. Dat heeft het voor mij tot een hele waardevolle periode in mijn studie gemaakt. Hierbij wil ik iedereen die mij heeft geholpen tijdens het onderzoek, in de vorm ondersteuning, interviews, veld bezoek, algemene gespreken over het onderwerp en het leveren van gegevens heel hartelijk bedanken. Mijn bijzondere dank gaat uit naar Jan van 't Klooster, mijn opdrachtgever en begeleider vanuit de gemeente Amersfoort die altijd klaar stond om ondersteuning te bieden.

Verder wil ik mijn collega's bij het Waterschap Vallei en Veluwe bedanken. Vooral onze hydrologen en in het bijzonder Christian Huising die mij geholpen heeft om in Sobek mijn model te koppelen en Marinus van Dijk die alles over neerslag weet. Mijn dank gaat verder uit naar Martijn Tilma van Royalhaskoningdhv voor beantwoorden van mijn vragen over het rioleringsmodel van de gemeente Amersfoort en het delen van zijn Sobek kennis. Ook Robert Scherpenisse van Antea Group wil ik bedanken voor het delen van zijn kennis met betrekking tot stroombanen visualiseren.

Ten slotte bedank ik Bert Meijer mijn begeleider vanuit de hogeschool Van Hall Larenstein voor zijn geduld en vertrouwen.

Driebergen, 11 juni 2015
Violier Overmeer

Samenvatting

Nederland krijgt door klimaat verandering steeds vaker te maken met hevige regenbuien. De intensiteit van deze hevige regenbuien, waarbij in korte tijd heel veel regen valt, zal volgens het KNMI verder toenemen.

Op 28 juli 2014 trok zo'n flinke hoosbui over Amersfoort. Op verschillende plaatsen in Amersfoort ontstond (te veel) hinder door wateroverlast. Ook in de wijk Schothorst, in de Geintunnel (station Schothorst), is veel hinder ondervonden door wateroverlast. De fiets- en voetgangerstunnel, met opgang en lift naar de perrons van het station, was met regenwater volgelopen. Dit veroorzaakte naast hinder ook materiële en economische schade. Het onderzoek richt zich op de volgende hoofdvraag:

Welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant kan (schade door) wateroverlast rondom de Geintunnel in Amersfoort in de toekomst voorkomen?

Het onderzoeksgebied ligt op de grens van de wijken Schothorst Noord en De Hoef die rond 1987 gebouwd zijn. Station Schothorst is aangelegd in opdracht van de NS. Dit omvatte het station, de tunnel, het rioolstelsel en een aantal voorzieningen. Na oplevering zijn de voorzieningen overgedragen aan de gemeente Amersfoort. Bij het analyseren van de hoogtekkaart blijkt dat de tunnel op het laagste punt in de omgeving ligt.

Om inzicht te krijgen in de hoosbui op 28 juli 2014 is de regenintensiteit en de herhalingsdij van de bui bepaald. Tijdens het piekmoment van de bui viel binnen 5 minuten 10,9 mm neerslag, dat kan worden vertaald naar een herhalingsdij van 1x in de 10 jaar. Verder is tijdens deze bui binnen 2 uur 44,5 mm neerslag gevallen, dat kan vertaald worden naar een bui met een herhalingsdij tussen de 1x per 50 á 100 jaar.

De pompen van de Geintunnel konden de grote hoeveelheid neerslag niet binnen een korte tijd weg pompen. Er ontstond door de grote hoeveelheid water in de tunnel wateroverlast die voor € 22.445 aan schade heeft veroorzaakt. Daarnaast is er nog andere, niet te kwantificeren, economische schade voor reizigers geweest.

De gemeente heeft een zorgplicht om afvloeiend hemelwater, dat redelijkerwijs niet op particulier terrein kan worden verwerkt, doelmatig in te zamelen en te verwerken. Ze heeft ook de zorgplicht om schade voor burgers en bedrijven zoveel mogelijk te beperken. De gemeente maakt onderscheid in verschillende vormen van wateroverlast en heeft de ambitie dat ernstige materiële of economische schade door hemelwateroverlast 1 x per 50 jaar mag voorkomen. De schade rond de Geintunnel valt in deze categorie. Zover na is kunnen gaan was er in de Geintunnel nooit eerder ernstige materiële of economische schade door hemelwateroverlast ontstaan.

Om de knelpunten in het functioneren van het rioolstelsel in de Geintunnel te kunnen analyseren, is het stelsel getoetst in een Sobek rioleringsmodel. Bij toetsing met een standaardbui 08 mag er net geen water op straat komen te staan. In het model blijkt dat in de Geintunnel, wanneer het stelsel met de standaardbui 08 belast wordt, er net wel water op straat komt te staan. Vermoedelijk is men bij het ontwerp van het rioolstelsel van de Geintunnel er vanuit gegaan dat een kleiner oppervlak afstroomt naar de tunnel dan dat er nu in werkelijkheid gebeurt. Vooral als het hevig regent en de rioolstelsels in de omgeving de hoeveelheid regenwater niet meer kunnen afvoeren, komt er water op straat te staan dat richting het laagste punt in de tunnel stroomt. De pompen van de Geintunnel hebben een te kleine capaciteit om zo'n grote hoeveelheid toestromend hemelwater in kort tijd weg te pompen waardoor wateroverlast ontstaat.

Er zijn 3 mogelijke kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten geselecteerd waaronder het vergroten van de pompcapaciteit, het vergroten van de berging en het verkleinen van het afvoerend oppervlak. Daarnaast is het een optie om te accepteren dat 1 x in de 50 jaar waterschade op deze locatie kan optreden.

De verschillende oplossingsvarianten om (schade door) wateroverlast rondom de Geintunnel in Amersfoort in de toekomst te kunnen voorkomen, zijn met elkaar vergeleken. Hiervan is het verkleinen van het hemelwater afvoerend oppervlak naar de Geintunnel de meest kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant.

Inhoud

Colofon	1
Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	5
1 Inleiding	9
1.2 Doel	9
1.3 Afbakening.....	9
1.4 Probleemstelling.....	10
1.5 Aanpak.....	10
1.6 Leeswijzer	11
2 Methode van onderzoek en uitgangspunten.....	12
2.1 Kenmerken van het onderzoeksgebied.....	12
2.2 Regenintensiteit en herhalingstijd van de hoosbui op 28 juli 2014	12
2.3 Ernst en omvang van de wateroverlast.....	12
2.4 Beleidskaders hemelwateroverlast in stedelijk gebied	13
2.5 Functioneren van het watersysteem.....	13
2.6 Onderzoek kosteneffectieve en duurzame oplossingen	14
3 Gebiedsbeschrijving.....	15
3.1 Algemeen.....	15
3.1 Hemelwatersysteem	16
3.1.1 Geintunnel	16
3.1.2 Schothorst Noord	18
3.1.3 De Hoef.....	18
4 Hoosbui 28 juli 2014 omgeving Geintunnel	19
4.1 Algemeen.....	19
4.2 Neerslag intensiteit vertaald naar herhalingstijd	20
4.3 Extreme buien	21
5 Situatieschets wateroverlast Geintunnel	23
5.1 Algemeen.....	23
5.2 Omvang wateroverlast	23
5.2 Meldingen.....	23
5.3 De schade veroorzaakt door de wateroverlast	26
6 Wet en beleid t.a.v. hemelwateroverlast.....	28

6.1 Landelijk niveau	28
6.2 Gemeentelijk niveau	29
7 Functioneren hemelwatersysteem	32
7.1 Inleiding	32
7.1 Toetsingscriteria	32
7.2 Hemelwatersysteemanalyse	33
7.2.1 Oppervlakte water	33
7.2.2 Toetsing hemelwaterstelsel in Sobek 1D	34
7.2.3 Maaiveldanalyse	34
7.2.4 Toetsing hemelwaterstelsel in Sobek 1D/2D	35
7.2.5 Analyse van pompgegevens	36
8 Kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten	37
8.1 Definitie kosteneffectieve oplossingsvarianten	37
8.2 Definitie duurzame oplossingsvarianten	37
8.3 Mogelijke oplossingsvarianten	37
8.4 Beoordeling oplossingen op kosteneffectiviteit en duurzaamheid	39
9 Conclusies en aanbevelingen	40
9.1 Conclusie	40
9.2 Aanbevelingen	41
Bronvermelding	42
Bijlage I Pompgegevens	44
Bijlage II Langsdoorsnede van de tunnel	46
Bijlage III Afvoerend verhardoppervlak	47
Bijlage IV Statistiek voor de neerslag KNMI	48
Bijlage V Radar uur neerslaggegevens	50
Bijlage VI Neerslagbeeld met van de som aan neerslag	52
Bijlage VII Foto's wateroverlast	53
Bijlage VIII Meldingen overzichtskaart	54
Bijlage IX Hoogtekaart omgeving Geintunnel	55
Bijlage X Beleidskaders op landelijk niveau	56
Bijlage XI Beleidskaders op gemeentelijk niveau	59
Bijlage XII Sobek toetsing functioneren stelsel	65
Bijlage XIII Stroombanen en laagte puntenkaart	67
Bijlage XIV Doorerekende oplossingsvarianten	68

1 Inleiding

Nederland krijgt door klimaat verandering steeds vaker te maken met hevige regenbuien. De intensiteit van deze hevige regenbuien, waarbij in korte tijd heel veel regen valt, zal volgens het KNMI verder toenemen.

Op 28 juli 2014 trok zo'n flinke hoosbui over Amersfoort. De riolering kon de hoosbui, die getypeerd wordt als een wolkbreuk waarbij binnen vijf minuten tenminste 10 millimeter regen valt, niet meteen verwerken. In zo'n geval is het acceptabel dat regenwater tijdelijk op straat wordt geborgen, zo lang het regenwater geen langdurige hinder veroorzaakt. Op verschillende plaatsen in Amersfoort ontstond echter wel (te veel) hinder door wateroverlast. Straten kwamen blank te staan, winkels werden gesloten, putdeksels dreven in het rond en tunnels liepen vol met regenwater waardoor het verkeer werd gestremd.

Ook in de wijk Schothorst, de Geintunnel (station Schothorst), is veel hinder ondervonden door wateroverlast. De fiets- en voetgangerstunnel, met opgang en lift naar de perrons van het station, was met regenwater volgelopen. Doordat het regenwater in de tunnel ongeveer een meter hoog stond, werd de tunnel onbegaanbaar. Het water veroorzaakte naast hinder ook schade.

Fietsers moesten flink om rijden en treinen reden langzaam het station voorbij zonder te stoppen. Voor de passagiers met de bestemming station Schothorst werden bussen ingezet. De brandweer heeft ruim vijf uur nodig gehad om de tunnel weer leeg te pompen. Door de grote hoeveelheid regenwater bleek de stationslift total loss te zijn geraakt. Een aantal onderdelen van de lift moest worden vervangen, daardoor is de lift enkele maanden buiten werking geweest. Reizigers die alleen door het gebruik van de lift op het perron kunnen komen, werden verwezen naar andere stations.

Wat de oorzaak is van het onderlopen van de Geintunnel op 28 juli 2014 is geweest, was bij de gemeente Amersfoort onbekend even als de vraag of dit vaker is voorgekomen. De gemeente Amersfoort streeft er naar om hemelwateroverlast locaties, die na de hevige hoosbui op 28 juli 2014 zijn ontstaan, zo snel mogelijk op te lossen.

De gemeente heeft als grondeigenaar van de openbare ruimte de zorgplicht om de op eigen grond gevallen regenwater doelmatig af te voeren. Deze zorgplicht is vastgelegd in artikel 3.5 van de Waterwet. De gemeente heeft daarmee de verantwoordelijkheid om (in meer of mindere mate) ontstane economische schade, zoals het onderlopen van tunnels of de langdurige stremming van het verkeer, door wateroverlast te voorkomen. Verder heeft de gemeente ook vanuit de geactualiseerde versie van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW-Actueel) een stedelijke wateropgave. Hierin zijn afspraken vastgelegd over een duurzame en klimaatbestendige waterhuishouding in Nederland.

1.2 Doel

Dit onderzoek beoogt enkele kosteneffectieve duurzame oplossingen te benoemen om wateroverlast in de Geintunnel, station Schothorst in de gemeente Amersfoort, in de toekomst, bij vergelijkbare hoosbuien zoals de bui van 28 juli 2014, te voorkomen.

1.3 Afbakening

Dit onderzoek richt zich op hemelwateroverlast veroorzaakt door regen in de Geintunnel bij station Schothorst in Amersfoort. Er worden een aantal oplossingsvarianten benoemd die (schade door) wateroverlast beperken of voorkomen bij een hoosbui zoals die van 28 juli 2014. De meest kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten zijn geselecteerd.

1.4 Probleemstelling

De hoosbui van 28 juli 2014 heeft, zoals beschreven in de inleiding, ernstige hinder en schade door regenwateroverlast in de Geintunnel (station Schothorst Amersfoort) veroorzaakt. De gemeente Amersfoort heeft de taak wateroverlast op deze locatie in de toekomst te voorkomen.

De onderzoeksvraag die in dit rapport centraal staat, is aan de hand van de probleemstelling en het doel van het onderzoek geformuleerd. De hoofdvraag en de deelvragen van dit onderzoek luiden als volgt:

Hoofdvraag

Welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant kan (schade door) wateroverlast rondom de Geintunnel in Amersfoort in de toekomst voorkomen?

Deelvragen

1. Wat zijn de kenmerken van het onderzoeksgebied met betrekking tot de hemelwaterafvoer?
2. Wat was de regenintensiteit en herhalingstijd van de hoosbui op 28 juli 2014?
3. Wat was de ernst en de omvang van de wateroverlast in de Geintunnel op 28 juli 2014?
4. Welke beleidskaders zijn vastgesteld op het gebied van hemelwateroverlast in stedelijk gebied?
5. Welke knelpunten spelen een rol bij het veroorzaken van (schade door) wateroverlast in de Geintunnel in het hemelwaterafvoersysteem?
 - a. Hoe functioneert het hemelwaterafvoersysteem bij verschillende regenbuien?
 - b. Aan welke criteria moet het waterafvoersysteem voldoen om wateroverlast te voorkomen?
 - c. Voldoet het hemelwaterafvoerend systeem aan deze gestelde criteria?
 - d. Wat is de aard, de omvang en de oorzaak van de knelpunten?
6. Welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten kunnen worden toegepast zodat het hemelwatersysteem aan de gestelde criteria voldoet?
 - a. Wat kan worden verstaan onder kosteneffectieve oplossingen om wateroverlast door hemelwater te voorkomen?
 - b. Wat kan worden verstaan onder duurzame oplossingen om wateroverlast door hemelwater te voorkomen?

1.5 Aanpak

De aanpak van dit onderzoek is aan de hand van het Stowa rapport 19 (2008) “De wateropgave in de stad” opgesteld. In het onderzoek naar oplossingsvarianten voor het wateroverlast probleem in omgeving van de Geintunnel zijn volgende stappen genomen:

1. Het in kaart brengen van de onderzoekslocatie met gebiedskenmerken en de beleidskaders met betrekking tot wateroverlast door hemelwater in stedelijk gebied.
2. Analyse van de hoosbui op 28 juli 2014 in de omgeving van de Geintunnel.
3. Gegevens verzamelen over de ernst en omvang van de wateroverlast en neerslag.
4. Toetsing van de afvoercapaciteit van het rioolstelsel met behulp van Sobek 1D berekeningen. En onderzoek naar een mogelijk effect van het oppervlakte water op het rioolstelsel.
5. Het zichtbaar maken van stroombanen en plasvorming op het maaiveld doormiddel van de hoogtekkaart op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) in ArcGIS.
6. Vervolgens is de hoogtekkaart gekoppeld aan het Sobek rioleringsmodel. In de koppeling van het Sobek 1D model aan het Sobek 2D maaiveld model is de stroming van het regenwater vergeleken met het beeld dat verkregen is aan de hand van de stroombanenkaart. Het Sobek 1D/2D model is doorgerekend met meerdere buien.
7. Als laatste zijn mogelijke maatregelen onderzocht en beoordeeld op een aantal criteria (Multi criteria analyse). Om zo een kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant te kunnen selecteren die wateroverlast in de Geintunnel in de toekomst kan voorkomen.

1.6 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2 beschrijft de methode van het onderzoek. In hoofdstuk 3 is het onderzoeksgebied beschreven. In hoofdstuk 4 is ingegaan op de regenintensiteit en herhalingstijd van de bui op 28 juli 2014. In hoofdstuk 5 is de van de omvang van de hemelwaterschade beschreven en in hoofdstuk 6 zijn de beleidskaders beschreven. In hoofdstuk 7 zijn de knelpunten die een rol hebben gespeeld bij het veroorzaken van de wateroverlast in beeld gebracht. In hoofdstuk 8 zijn mogelijke duurzame en kosteneffectieve oplossingsvarianten benoemd. In hoofdstuk 9 zijn ten slotte de conclusies en aanbevelingen gegeven.

2 Methode van onderzoek en uitgangspunten

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van verschillende methodes en uitgangspunten. In dit hoofdstuk wordt per deelvraag beschreven hoe het onderzoek is aangepakt.

2.1 Kenmerken van het onderzoeksgebied

De kenmerken van het onderzoeksgebied zijn in kaart gebracht door middel van literatuur- en bureaustudie. Informatie en kaartmateriaal met betrekking tot de aanleg van de wijk Schothorst, de riolering en de constructie van de tunnel is in het Archief Eemland opgezocht en bestudeerd.

Om een indruk van de locatie en het functioneren van het (hemel)watersysteem te krijgen, hebben er verschillende veldbezoeken plaatsgevonden. Verder zijn diverse personen, die werkzaam zijn voor de gemeente Amersfoort, geïnterviewd over de omgevingskenmerken van de locatie en de werking van het (hemel)watersysteem.

2.2 Regenintensiteit en herhalingstijd van de hoosbui op 28 juli 2014

Om de regenintensiteit en de herhalingstijd van de hoosbui op 28 juli 2014 te bepalen, zijn de gecorrigeerde gegevens van het KNMI opgevraagd bij Hydronet. Het KNMI levert ongekalibreerde real time 5-minutengegevens radarneerslag informatie per km hok. Deze gegevens worden gecorrigeerd met neerslagmetingen van grondstations [Lobbrecht e.a., 2012]. De opgevraagde neerslaggegevens zijn alleen geldig voor de omgeving Geintunnel.

De 5-minutengegevens en de urengegevens van de bui op 28 juli 2014 zijn geanalyseerd en aan de hand van de tabellen met neerslagstatistiek van het KNMI is de herhalingstijd benaderd.

Bij de beoordeling van de herhalingstijd is een maximale duur van de totale neerslagperiode van 24 uur aangehouden. De focus ligt daarbij op neerslag van meerdere tientallen millimeters die binnen één of twee uur valt. Deze buien geven de meeste kans op wateroverlast in stedelijk gebied.

Om de bui van 28 juli 2014 in perspectief te zetten is deze vergeleken met kort durende intensieve buien die op dezelfde locatie in het verleden zijn gevallen. De 5-minuten gegevens over een periode van 5 jaar en de urengegevens van buien over een periode van 10 jaar zijn geanalyseerd en met elkaar vergeleken.

2.3 Ernst en omvang van de wateroverlast

De ernst en de omvang van de wateroverlast in de Geintunnel op 28 juli 2014 is onderzocht door middel van een bureaustudie en veldbezoek. Op internet zijn o.a. berichten en diverse foto's met betrekking tot de wateroverlast gevonden.

Er zijn interviews afgenomen met instanties die betrokken zijn bij het beheer en onderhoud van de wijk, de tunnel met zijn kolken en pompen, de beheerder van het station en de beheerder van de stationslift en liftinstallaties. Dit met het doel om inzicht te krijgen in het functioneren van het hemelwatersysteem, de ernst en de omvang van de wateroverlast en om te achterhalen of er in het verleden mogelijk eerder wateroverlast heeft plaatsgevonden in de Geintunnel.

Verder zijn alle wateroverlast en rioolgerelateerde meldingen die de afgelopen 5 jaar bij de gemeente zijn binnengekomen, geïnventariseerd om inzicht te krijgen of deze locatie bekend stond als wateroverlast locatie. De digitale gegevens van meldingen worden tot 5 jaar terug bewaard. Gegevens van eerdere datum zijn niet meer op vraagbaar.

2.4 Beleidskaders hemelwateroverlast in stedelijk gebied

De beleidskaders op landelijk en gemeentelijk niveau t.a.v. hemelwateroverlast in stedelijk gebied zijn door middel van literatuurstudie naar relevantie beschreven. Hiervoor zijn de Waterwet, het Nationaal Bestuursakkoord Water (NWB), de NBW - Actueel en het Bestuursakkoord Water op landelijk niveau bestudeert. De beleidsdocumenten, het Waterplan Amersfoort en het Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 – 2021 (GRP IV) van Amersfoort, zijn op gemeentelijk niveau bestudeerd.

2.5 Functioneren van het watersysteem

Om het functioneren van het hemelwaterstelsel te toetsen, is gebruik gemaakt van het hydraulisch 1D Sobek model van het rioolstelsel van de gemeente Amersfoort in 2006 gemaakt door DHV. Als eerste is onderzocht of het oppervlakte water mogelijk effect heeft op het rioolstelsel. Daarna is er om rekentijd bij de analyse van het hemelwaterstelsel te beperken het model van Amersfoort voor de locatie Geintunnel geknipt tot een kleiner gebied.

Als maatgevende neerslaggebeurtenis (ontwerpnorm) is bui 08 conform Leidraad Riolerings Module C2100 gehanteerd. Bij deze neerslaggebeurtenis mag geen water op straat komen te staan. Verder is de afvoercapaciteit van het stelsel doorgerekend met de standaard bui 10 uit de Leidraad Riolerings. Als derde bui is de bui van 28 juli 2014 gebruikt.

Het oorspronkelijk DHV Sobek model is indertijd gemaakt om wateroverlast locaties in beeld te brengen. In dit onderzoek is er vanuit gegaan dat de het model redelijkerwijs overeenkomt met de werkelijkheid. Bij het bestuderen van het model, dat op basis van toen der tijd bekende rioleringsgegevens is gemaakt, valt op dat de er versimpelingen zijn gedaan. Het verhard oppervlak is slechts gedeeltelijk opgenomen en er is geen uitsplitsing gemaakt naar bv. daken. Verder ontbreekt het rioleringsstelsel van de Geintunnel.

Naast het gebruik van het hydraulische Sobek model is er een maaiveld analyse in ArcGIS uitgevoerd. Met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) zijn de stroombanen en plasvorming in kaart gebracht. Deze analyse wordt als uitgangspunt voor het afstromen van het hemelwater genomen.

Op basis van experiment met als doel ervaring op te doen, is in Sobek de koppeling gemaakt tussen het maaiveld en het rioolmodel. Hiervoor is een voor Sobek aangepaste AHN2 maaiveld hoogte kaart, gekoppeld aan het rioleringsmodel in Sobek. In het gekoppelde, 1D rioolmodel aan het 2D maaiveldmodel, is naast de stroming van water door het riool, de afstroming over het maaiveld berekent. Het Sobek 1D/2D model is belast met een afgeleide bui van de bui van 28 juli 2014. De afstroming van neerslag over het maaiveld in Sobek is vergeleken met de stroombanen die zichtbaar zijn gemaakt in de stroombanenkaart gemaakt met behulp van ArcGIS.

In het gekoppelde 1D/2D Sobek model kon, door een gebrek aan kwalitatieve gegevens, geen straatkolken worden opgenomen, hierdoor is de uitkomst minder nauwkeurigheid. In het originele model van DHV was net als bij de meeste modellen, de straatkolken niet opgenomen omdat daar geen behoefte aan bestond. Daarbij is het een arbeidsintensieve klus en vereist het veel kwalitatieve gegevens. Voor dit onderzoek worden door gebrek aan gegevens de straatkolken ook niet toegevoegd. Verder zijn er onvoldoende meetgegevens beschikbare om het model te kalibreren. De berekeningen in het gekoppelde model worden daarom alleen als indicatief beschouwd.

Om het functioneren van de tunnelpompen te analyseren zijn de pompkelder waterstanden van de afgelopen 6 jaar, van de dagen met buien met een hoge regenintensiteit en herhalingstijd, bij de beheerder opgevraagd.

Tijdens het onderzoek zijn twee modules Leidraad Riolerings van de Stichting RIONED gebruikt:

- module C2100: Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren;
- module C2150: Hydraulisch functioneren onder extreme omstandigheden

2.6 Onderzoek kosteneffectieve en duurzame oplossingen

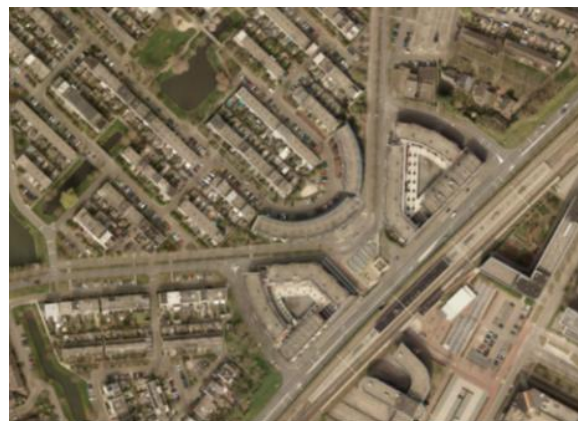
Door middel van literatuurstudie is onderzocht wat er onder kosteneffectief en duurzaam kan worden verstaan. Daarna zijn mogelijke oplossingsvarianten, zoals het vergroten van de pompcapaciteit, het vergroten van de berging en het verkleinen van het waterafvoerende oppervlak getoetst in het 1D hydrodynamische Sobek model. Daarna zijn de geselecteerde oplossingsvarianten om wateroverlast in de Geintunnel in de toekomst te voorkomen geselecteerd en beoordeeld op een aantal criteria (Multi criteria analyse).

3 Gebiedsbeschrijving

Om een beeld te krijgen van de wateroverlast locatie wordt in dit hoofdstuk eerst het gebied met zijn algemene kenmerken beschreven, daarna wordt de hemelwaterafvoer rond de Geintunnel en de wijken Schothorst en De Hoef uiteengezet.

3.1 Algemeen

De Geintunnel is een fiets- en voetgangerstunnel met opgang en lift naar 2 van de 3 perrons van station Schothorst. Daarnaast is de tunnel een economisch belangrijke verbinding tussen de wijk Schothorst Noord en het bedrijventerrein De Hoef. De luchtfoto op figuur 3.1 en 3.2 laat station Schothorst van bovenaf zien. De gebouwen aan voorkant van het station zijn gebouwd in de vorm van vleugels van een vlinder, de naam van de gebouwen is dan ook De Vlinder.



Figuur 3.1 De Vlinder aan voorkant van station. (Bron: Archief Eemland) Figuur 3.2 Luchtfoto 2014 (Bron: Gemeente Amersfoort)

Station Amersfoort Schothorst dat in 1987 werd geopend vormt een belangrijke voorziening voor het toen nieuw stedelijk gebied. De voorstadhalte gelegen in Amersfoort - Noord aan de spoorlijn Amersfoort - Zwolle werd tegelijkertijd gebouwd met de wijk Schorthorst Noord en het bedrijvenpark De Hoef. Vanwege het belang van de tunnel is indertijd veel aandacht besteed om de tunnel als element op te nemen in de structuur van de openbare ruimte. De tunnel heeft een openkarakter gekregen doordat de pleinen aan beide zijde van de tunnel verdiept zijn aangelegd. Hierdoor kun je staand vanaf beide pleinen de tunnel doorkijken. [Gemeente Amersfoort, 1985] Zoals te zien is op figuur 3.3 mei 1987 afkomstig uit het Archief Eemland. De foto is genomen aan de kant van het busstation. Figuur 3.4 laat het busstation van voor de aanpassingen aan het plein zien.



Figuur 3.3 Geintunnel anno 1987 en figuur 3.4 de Geintunnel anno 2004 (Bron: beide Archief Eemland)

Aan de oostkant van de tunnel, de kant van bedrijvenpark De Hoef, zijn parkeerplaatsen voor lang parkeren gerealiseerd. Tot voor kort was het mogelijk om aan beide zijde van het station fietsen te stallen. Na de vernieuwing van het busstation eind 2014, dat gelegen is westelijke kant van de tunnel aan de Sara

Burgerhartsingel, de kant van de wijk Schothorst, kunnen fietsen alleen nog gestald worden aan de oostkant op het Inputplein. Het vernieuwde busstation werd feestelijk heropend zoals op figuur 3.5 is te zien.



Figuur 3.5 Feestelijk heropening van het busstation bij station Schothorst. (Bron: Beterbenutten.nl 24 mei 2015)

Evenwijdig aan het spoor loopt bovenlangs de tunnel de Zielhorsterweg. Daar is een mogelijkheid om kort te parkeren en met een trap naar beneden door de tunnel op het station te komen.

Station Schothorst is indertijd in opdracht van de NS aangelegd. Dit omvatte het station, de tunnel, het rioolstelsel, de pleinen met parkeergelegenheid en de fietsenstalling. Na oplevering zijn de voorzieningen op het station na, in beheer overgedragen aan de gemeente Amersfoort. Zie figuur 3.6 voor Geintunnel foto's.

3.1 Hemelwatersysteem

Het hemelwatersysteem in de omgeving van de Geintunnel bestaat uit het hemelwatersysteem van de Geintunnel, het hemelwatersysteem van Schothorst Noord en het systeem van De Hoef.

3.1.1 Geintunnel

De Geintunnel heeft een hemelwaterafvoer stelsel (hwa) dat alleen afwatert op het hemelwaterstelsel van de wijk Schothorst Noord. Het stelsel in de Geintunnel bestaat uit straatkolken, in- en aan beide zijde van de tunnel. Verder ligt er lijnrooster voor en achter de tunnel. Het hemelwater stroomt naar de pompkelder waarin 2 pompen staan. De pompkelder heeft een afmeting van ca. 1,5 m breed bij 5,35 lang en 2,0 m hoog met een inhoud van 12 m³. De pompen in de kelder van de Geintunnel staan in een natte opstelling. Dat betekent in dit geval dat de pompen in een laagje water staan en dat er in de pompkelder altijd water blijft staan. Het waterniveau in de kelder bedraagt ca. 0,35 tot 0,5 meter. De pompgegevens zijn als bijlage I toegevoegd. De pompen die parallel aan elkaar lopen hebben beide een capaciteit van 40 m³ per uur. Zodra de waterstand in de kelder 0,5 m hoog is, slaat de tweede pomp aan. Beide pompen blijven werken totdat de waterstand in de kelder 0,3 m hoog is. De capaciteit van beide pompen kan door verliezen niet bij elkaar opgeteld worden. Volgens specialisten is de capaciteit als beide pompen draaien ongeveer 60 m³ per uur.



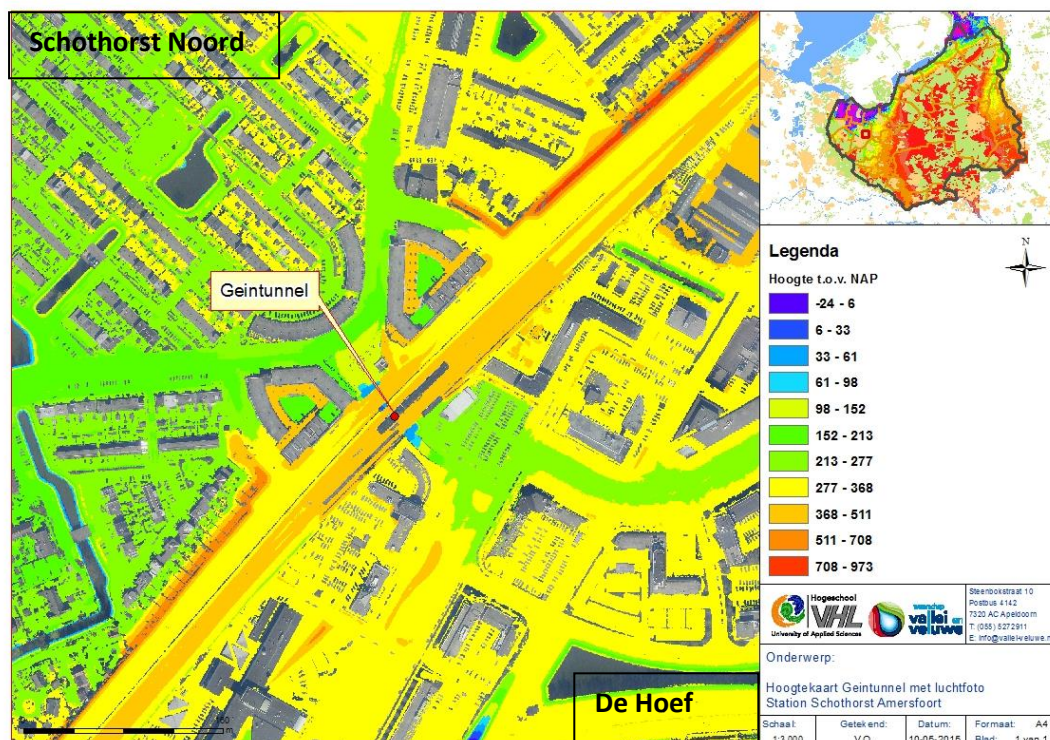
Figuur 3.6 Geintunnel richting Schothorst Noord en de trappen aan de kant van De Hoef, het Inputplein

Vanuit de pompkelder wordt het hemelwater door een persleiding met een diameter van 125 mm naar het dichtstbijzijnde beginpunt van het 4 meter hoger gelegen stelsel gepompt. Dit stelsel loopt langs de Zielhorsterweg in de wijk Schothorst. Indertijd is gekozen om het hemelwater uit de Geintunnel te laten lozen op het hwa van de Zielhorsterweg omdat oppervlakte water een eind verder weg in de wijk ligt. Het hwa stelsel van de Zielhorsterweg heeft een begin punt boven de Geintunnel en een stroomrichting naar de waterpartij tussen de Erasmusstraat en het Spinozapad. De Geintunnel is een betonnen bak met als dak de Zielhorsterweg en de spoorbanen. De langsdoorsnede van de tunnel met daaronder de pompkelder is te vinden bijlage II.

Over het hwa stelsel van de Geintunnel is behalve van de pompen weinig bekend. Tijdens de vernieuwing van het busstation vorig jaar, zijn aan de westelijke kant van de tunnel, een paar putten ingemeten die afvoeren naar de pompkelder. Er zijn geen gegevens bekend over de afvoer aan de oostelijke kant van de tunnel, de kant van bedrijven terrein De Hoef.

Het waterafvoerend oppervlak van de tunnel, is tijdens dit onderzoek bepaald aan de hand van de van de meest actuele hoogte cijfers. Het afwaterend verhard oppervlak, inclusief het platte dak van het gebouw aan de voorkant van de Geintunnel en exclusief het onverhard oppervlak bedraagt ca. 0,53 ha. Een weergave met de contouren van het afvoerend verhard oppervlak is te vinden in bijlage III. Voor dit onderzoek is aangenomen dat water dat op onverhard oppervlak valt in de bodem infiltreert. Verder is er vanuit gegaan dat onverhard oppervlak zich gedraagt als verhard oppervlak. Zodat water wel in laagtes van onverhard terrein geborgen kan worden of over onverhard maaiveld heen kan stromen.

De hoogtekarta van de locatie Geintunnel in bijlage X en in figuur 3.7 laat een aantal hoogte verschillen zien. Aan de kant van De Hoef ligt het terrein iets hoger dan aan de kant van Schothorst Noord. De kant van Schothorst Noord staat bekend als een grondwateroverlast gebied. De spoorlijn en de Zielhorsterweg zijn door hun hoge ligging goed in het terrein te herkennen. De Geintunnel is het laagste punt in de omgeving.



Figuur 3.7 Op de hoogtekarta is te zien dat de Geintunnel het laagste punt van de omgeving is.

3.1.2 Schothorst Noord

In de wijk Schothorst Noord is bij de aanleg gekozen om een verbeterd gescheiden rioolstelsel aan te leggen zoals beschreven staat in het basis rioleringsplan Schothorst Noord Deelplan KLM. Echter in de loop van de jaren is het stelsel door veranderende inzichten omgebouwd naar een gescheiden rioolstelsel. Het hemelwaterstelsel stroomt onder vrijval uit in de waterpartijen op verschillende plekken in de wijk.

Bij het ontwerp van het hemelwaterafvoer stelsel (hwa stelsel) van Schothorst Noord is uitgegaan van een vlakgelegen gebied waar de berekeningsregen van 60 l/sec/ha (21,6 mm/uur) is aangehouden en een berging van 1,5 mm op het verhard oppervlak. Gesteld is dat de 1,5 mm regenwater niet afvloeit via de riolering. De minimale buisdiameter is 300 mm. Wateroverlast mag slechts een paar keer per jaar voor een korte duur optreden.

De verharde oppervlakken van daken, wegen, parkeerplaatsen e.d. zijn aangesloten op het hwa stelsel. Bij het ontwerp van het stelsel is uitgegaan van een verhard oppervlak ca. 54 % van het netto woongebied van Schothorst Noord en is indertijd bepaald aan de hand van de stedenbouwkundige ondergrond.

3.1.3 De Hoef

Net als in Schothorst Noord is er bij de aanleg van bedrijventerrein De Hoef een verbeterd gescheiden stelsel aangelegd dat naderhand omgebouwd is naar een gescheiden stelsel. Het ontwerp van dit stelsel staat beschreven in rioleringsplan De Hoef. Het hemelwaterstelsels stroomt onder vrijval uit in de waterpartijen in De Hoef.

De ontwerpuitgangspunten van het hemelwaterafvoerend stelsel (hwa stelsel) van De Hoef is gelijk aan die van Schothorst Noord. Er is uitgegaan van een vlakgelegen gebied waar ook hier de berekeningsregen van 60 l/sec/ha (21,6 mm/uur) is aangehouden. In de vlakke gebieden van De Hoef, waar wegen met trottoirbanden aanwezig zijn, is met een noodzakelijke berging op straat van 7 mm gerekend. Ook hier is gesteld is dat de 1,5 mm regenwater niet afvloeit via de riolering. De minimale buisdiameter in dit gebied is net als in Schothorst Noord, 300 mm. Wateroverlast kan met een bepaalde frequentie en gedurende een bepaalde tijd voorkomen afhankelijk van de uitstroom in het stelsel binnen het gebied (stroomgebied).

Bij het ontwerp van het stelsel is uitgegaan van een verhard oppervlak ca. 65 % van het bruto plangebied. Op figuur 3.8 is het Inputplein het stationsplein aan de kant van bedrijventerrein De Hoef.



Figuur 3.8 Het Inputplein voor de Geintunnel aan de kant van bedrijventerrein De Hoef.
[Fotograaf: Benard Hubner, 10 april 2008]

4 Hoosbui 28 juli 2014 omgeving Geintunnel

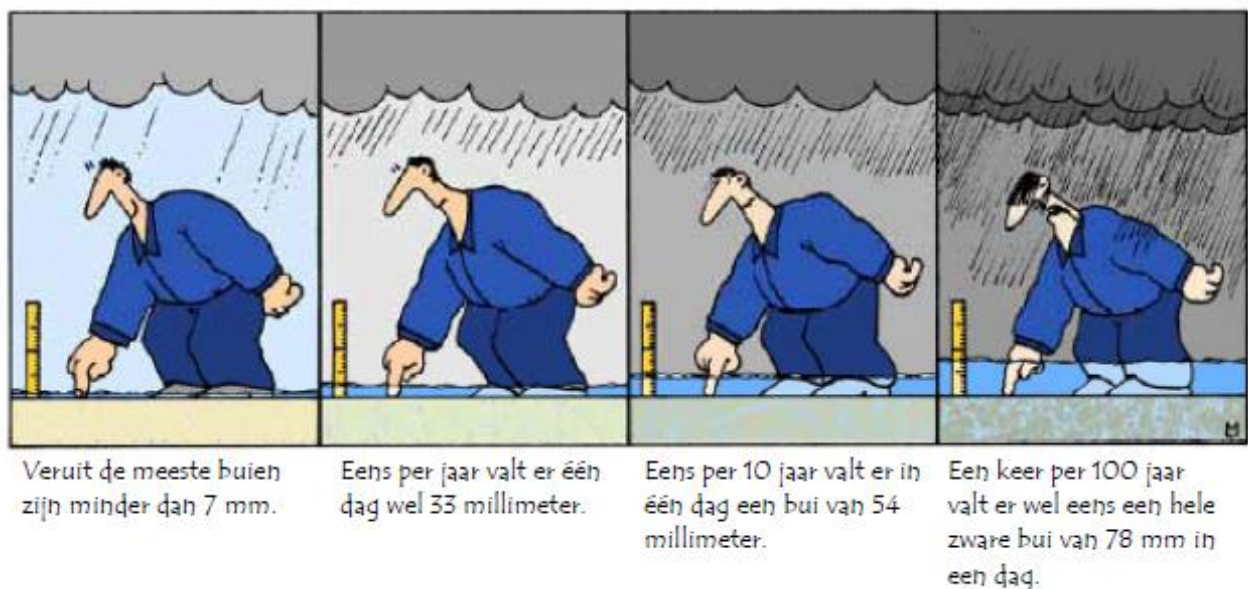
Op 28 juli 2014 viel er in de omgeving van de Geintunnel in een korte tijd heel veel regen met als gevolg dat de Geintunnel volliep met water. Normaal kunnen de pompen in de Geintunnel, ook na een flinke hoosbui, de tunnel droog houden. Deze keer echter niet. Hoe extreem was de regenbui op 28 juli in de omgeving van de Geintunnel? Om antwoord te geven op deze vraag wordt in dit hoofdstuk eerst ingegaan op de neerslaggegevens en daarna wordt de neerslagintensiteit van de bui vertaald naar de herhalingstijd. Vervolgens wordt de extremiteit van de bui bepaald door de neerslaggegevens van de bui van 28 juli te vergelijken met neerslaggegevens van andere buien op dezelfde locatie.

4.1 Algemeen

De neerslag intensiteit speelt een belangrijke rol bij het functioneren van het hemelwatersysteem in het stedelijk gebied, om bijvoorbeeld water op straat en wateroverlast te kunnen verklaren. Voor het stedelijk hemelwatersysteem zijn vooral de korte piek belastingen van belang. Hoe meer regen binnen een korte tijd valt, hoe groter de kans is dat er water op straat komt te staan. Figuur 4.1 laat op karakteristieke wijze de herhalingstijd en neerslagsom van verschillende buien zien. (Gemeente Breda, 2011)

Om de bui van 28 juli 2014 te karakteriseren, is gekeken naar de hoeveelheid neerslag en de duur van de bui (neerslagintensiteit), die in de omgeving van de Geintunnel is gevallen. De neerslagintensiteit is vervolgens vertaald naar een kans van optreden (herhalingstijd). Hiervoor zijn bij Hydronet de 5-minuten en uur neerslaggegevens, afkomstig van de neerslagradar die gecorrigeerd zijn met de gegevens van de KNMI weerstations, opgevraagd.

De 5-minuten neerslaggegevens zijn voor de analyse van de korte piek belasting gebruikt. De uur neerslaggegevens zijn gebruikt voor het bepalen van hoe extreem de bui was. De hoogste piek van de uur gegevens is vergeleken met de hoogste piek in de uur gegevens van buien uit het verleden.



Figuur 4.1 Herhalingstijd en neerslagsom van verschillende buien. (Gemeente Breda, 22 november 2011)

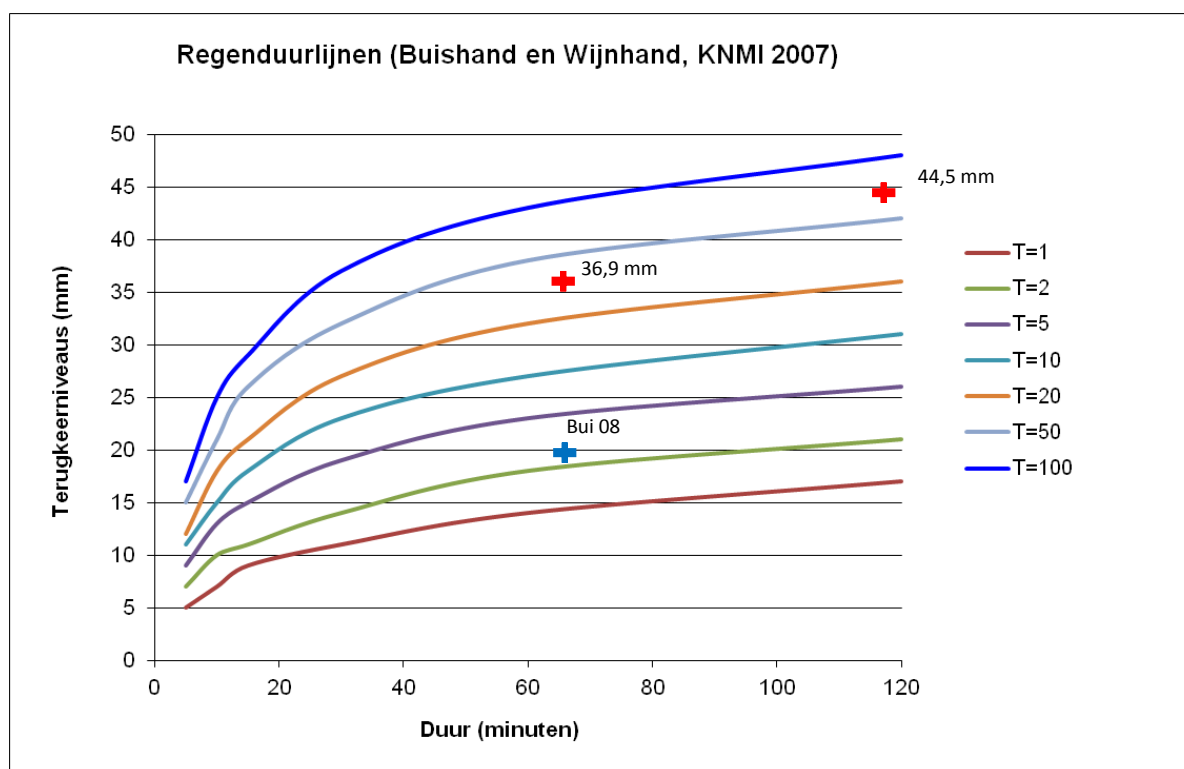
4.2 Neerslag intensiteit vertaald naar herhalingstijd

Op basis van historische meetgegevens is door het KNMI een statistiek voor de neerslag opgesteld (bijlage IV). Met behulp deze statistiek is de neerslagintensiteit van de bui van 28 juli 2014 vertaald naar een herhalingstijd. In de tabel 4.1 is eerst de neerslagsom (in mm) bij een bepaalde tijdsduur (minuten of uren) weergegeven. Om een vergelijking te kunnen maken is de hoeveelheid mm neerslag per duur omgerekend naar mm neerslag per uur, afgerond naar hele waarden. Ook is het aantal liter per seconde op een hectare weergegeven. En als laatste de herhalingstijd in jaren.

	Duur in minuten				Duur in uren					
	5	15	30	60	2	4	6	8	12	24
Neerslag (mm)	10,9	23,2	29,7	36,9	44,5	46,7	46,8	56,6	56,6	59,1
Neerslag (mm/uur)	131	93	59	37	22	12	8	7	5	3
Neerslag (l/sec.ha)	364	258	164	103	61	33	22	19	14	8
Herhalingstijd 1 x per (in jaren)	10	20 - 50	20 - 50	20 - 50	50 - 100	20 - 50	20 - 50	50 - 100	20 - 50	10 - 20

Tabel 4.1

Om een inschatting te kunnen maken van de herhalingstijden bij een bepaalde duur zijn de in figuur 4.2 de som van de neerslag bij 1 uur, bij 2 uur en de neerslagsom van de standaard bui 08 uit de Leidraad Riolering weergegeven. De lijnen zijn de regenduurlijnen voor korte neerslagduren van verschillende herhalingstijden. De som van de neerslag gevallen in 2 uur laat zien dat de herhalingstijd van de bui op 28 juli 2014 boven de regenduurlijn van bui met een frequentie van eens in de 50 jaar.



Figuur 4.2. Gemeten neerslag en standaard bui 08 en regenduurlijnen voor korte neerslagduren van verschillende herhalingstijden (Buishand en Wijnhand, 2007)

De berekeningen voor de korte piekbelastingen zijn met de 5-minuten neerslaggegevens handmatig uitgevoerd. Alle neerslagpatronen met bijbehorende kansen van voorkomen zijn bepaald. Bij de verschillende tijdsduren is telkens de hoogste piekbelasting in mm opgeteld. Dit wijkt af van hoe de uursommen worden geïnterpoleerd door het KNMI. Daardoor is er een verschil in de opgetelde waarde. De verschillende

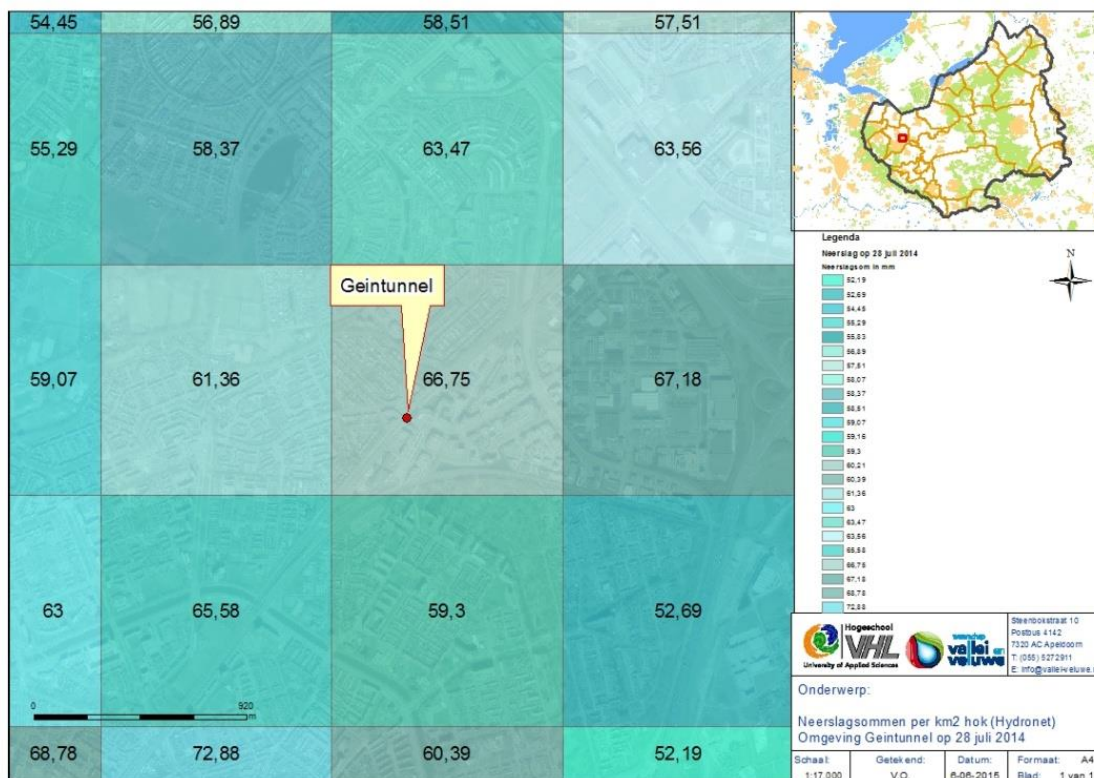
uitkomsten zijn weer geven in tabel 4.2. De gegevens van zowel de 5 minuten neerslaggegevens als de uurgegevens zijn weergegeven met daaronder de herhalingstijd van de bui. Beide zijn bepaald volgens de neerslag statistiek van het KNMI.

	Duur in minuten				Duur in uren					
	5	15	30	60	2	4	6	8	12	24
Neerslag (mm) 5-minutengegevens	10,9	23,2	29,7	36,9	44,5	46,7	46,8	56,6	56,6	59,12
Herhalingstijd 1 x per in jaren	10	20 - 50	20 - 50	20 - 50	50 - 100	20 - 50	20 -50	50 - 100	20 - 50	10 -20
Neerslag (mm) uurgegevens	--	--	--	26,74	30,7	35	37,1	38,2	48,6	66,75
Herhalingstijd	--	--	--	5 - 10	5 -10	5 - 10	5 - 10	5 - 10	10 -20	25 - 50

Tabel 4.2

4.3 Extreme buien

Plaatselijk kan een bui veel verschillen, vooral de piek intensiteit van een bui. Bij de Geintunnel staan geen regenmeters. Hoe zwaar de bui werkelijk is geweest kan daarom alleen bij benadering worden bepaald. De meer gedetailleerde 5-minuten neerslaggegevens zijn hiervoor het meest geschikt. Deze gegevens zijn alleen over een beperkt aantal jaren beschikbaar. Om te bepalen of de bui van 28 juli 2014 extreem is geweest ten opzichte van andere buien, zijn daarvoor de uur neerslaggegevens gebruikt. Deze uur neerslaggegevens zijn vergeleken met de uur neerslaggegevens van de meest extreme buien van de afgelopen 16 jaar, tussen 1 januari 1998 en 31 december 2014, op de locatie rond de Geintunnel. De radar uur neerslaggegevens van 27 juli t/m 29 juli 2014 zijn in bijlage V weergegeven. Het neerslagbeeld met de som aan neerslag op 28 juli 2014 (op basis van de uurgegevens) is in figuur 4.3 en in bijlage VI in mm weergegeven.



Figuur 4.3 Totale hoeveelheid gevallen regen (millimeters) op 28 juli 2014 in de omgeving van de Geintunnel. Gegevens op basis van neerslagradar gecorrigeerd met KNMI stations (Bron: Hydronet).

Om de urengegevens te kunnen interpreteren voor het stedelijk gebied zijn, in dit onderzoek, de verschillende neerslagpatronen met bijbehorende kansen van voorkomen gebruikt. De hoogste piek in de neerslag, neerslag > 1 mm, is vergeleken met de hoogste piek van de uur neerslaggegevens van buien uit het verleden. Dit is geen wetenschappelijk onderbouwde methode. Het doel van het vergelijken van de buien is om een beeld te vormen van het effect van een bui in relatie tot wateroverlast, niet om de exacte herhalingstijden te bepalen.

Om het hemelwatersysteem op deze korte piek belastingen te toetsen adviseert de Leidraad riolering om voor de berekeningen van het systeem gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen te gebruiken. Deze zijn gebaseerd op een analyse van de vijftien minuten neerslagreeks, waargenomen in De Bilt tussen 1955 en 1979. Om te kunnen zien of de geselecteerde buien met een hoge piek belasting hoger waarden hebben dan de buien die in de Leidraad riolering worden geadviseerd zijn de standaard buien 08 en 10 in de vergelijking in tabel 4.3 opgenomen. In de tabel 4.3 is eerst de datum van de bui genoemd, daarna is de piekintensiteit van de bui in mm per tijdsduur weergegeven en als laatste het aantal gevallen mm, per uur, per bui.

Datum	Piekintensiteit	Neerslagsom (mm)	Duur (uur)	mm/uur
STDBui08	3,3 mm / 10 min.	19,8	1	19,8
STDBui10	6,3 mm / 10 min	37,7	0,8333 (45 min.)	31,4
30-6-2005	12,8 mm / uur	24,6	5	4,9
30-7-2005	11,9 mm / uur	29,4	7	4,2
25-11-2005	7,7 mm / uur	58,8	13	4,5
25-6-2006	12,2mm / uur	25,7	4	6,4
28-7-2006	29,6 mm / uur	40,4	3	13,5
12-9-2008	11,2 mm / uur	23,6	5	4,7
26-8-2010	11 mm / uur	61	12	5,1
12-7-2011	17 mm / uur	40	6	6,7
13-10-2013	20,4 mm / uur	68,4	6	11,4
4-11-2013	10,5 mm / uur	13,3	2	6,7
28-07-2014	26,7 mm / uur	37,1	5	7,4

Tabel 4.3 De hoogste piek in de uurneerslag, neerslag > 1 mm, van 28 juli 2014 is vergeleken met de hoogste piek van de uur neerslaggegevens van buien tot 16 jaar terug.

In tabel 4.3 is de piekintensiteit van 3 buien met de hoogste waarden gearceerd incl. standaard bui 10. Uit dit overzicht blijkt dat de bui op 28 juli 2014 een lagere piek intensiteit had dan de bui op 28 juli 2006. De intensiteit van de bui op 13 oktober 2013 lag iets lager en de neerslagsom hoger dan de bui in 2014, daarbij was de duur van de bui ook langer. De bui op 28 juli 2014 heeft volgens deze gegevens een lagere piekintensiteit dan standaard bui 10.

Uit navraag bij de beheerder van de pomp in de Geintunnel en de beheerder van de lift is naar voren gekomen dat de afgelopen 15 jaar de tunnel 2 x á 3 x eerder was ondergelopen. Wanneer dat precies is geweest kon niet worden teruggehaald. Beide beheerders melden echter dat de wateroverlast nog nooit zo extreem hoog gestaan heeft als op 28 juli 2014. Dit kan verklaard worden aan de hand van de 5-minuten gegevens. Rond 12.45 u in de middag viel binnen 5 minuten 10,9 mm regen en in 15 minuten 23,2 mm. Binnen een half uur was dat 29,7 mm. Doordat er vooral in een korte tijd heel veel neerslag was gevallen, meer dan bij buien uit het verleden, konden de pompen van de tunnel de hoeveelheid water niet meer verwerken. Met als gevolg een ondergelopen tunnel.

5 Situatieschets wateroverlast Geintunnel

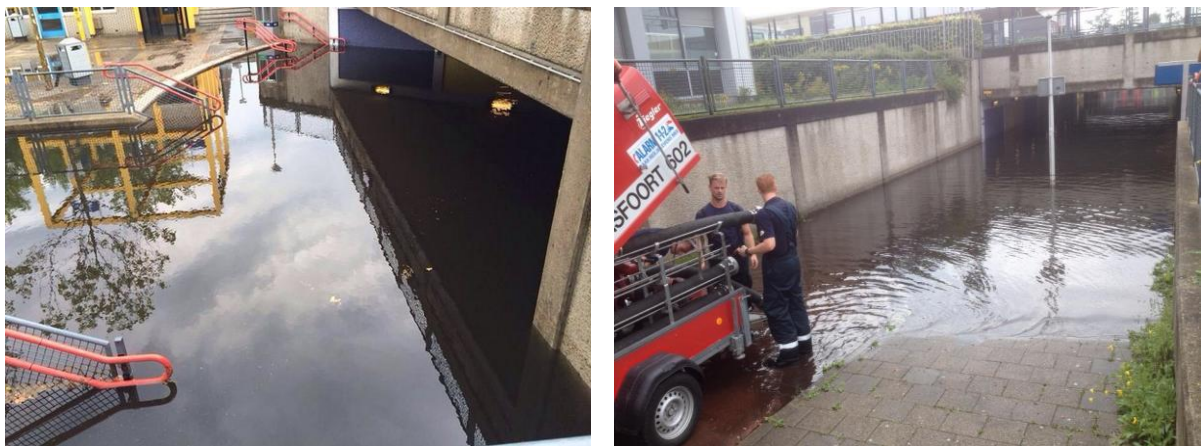
In dit hoofdstuk wordt de ernst en omvang van de wateroverlast in de Geintunnel in beeld gebracht. Eerst wordt er een algemeen beeld geschetst, daarna worden de meldingen met betrekking tot de wateroverlast van 28 juli beschreven en ten slotte volgt een inventarisatie van de geleden schade.

5.1 Algemeen

Door de hoosbui op 28 juli 2014 is de Geintunnel in Amersfoort volgelopen met regenwater. De Geintunnel is een fiets- en voetgangerstunnel met opgang en lift naar de perrons van station Schothorst en is een belangrijke verbinding tussen de wijk Schothorst en bedrijventerrein De Hoef. Normaal gesproken leidt een flinke regenbui niet tot (schade door) wateroverlast. Maar 28 juli 2014 was dat op deze locatie wel het geval. Ter plaatse van de Geintunnel viel over de dag verspreid (binnen 24 uur) 56,6 mm regen. Rond 12.45 uur in de middag vond een wolkbreuk plaats, binnen 5 minuten viel er ca. 10,9 mm regen. Een flinke hoosbui mag een wolkbreuk worden genoemd als er binnen vijf minuten tenminste 10 millimeter regen valt. Eén millimeter regen komt overeen met één liter water dat op een oppervlakte van een vierkante meter valt.

5.2 Omvang wateroverlast

De pompen van de tunnel konden de grote hoeveelheid regenwater die in één keer naar beneden kwam niet meer verwerken. Daardoor kwam het water in de tunnel ongeveer 1 meter hoog te staan. Uit berekeningen aan de hand van het profiel van de tunnel bleek dat er ca. 456 m³ water in de tunnel heeft gestaan. De tunnelpompen die maximaal 60 m3 per uur kunnen weg kunnen pompen zouden er 456/60 = 7,6 uur over doen om de tunnel leeg te krijgen. De grote hoeveelheid water leidde niet alleen tot hinder voor weggebruikers en treinreizigers maar ook tot ernstige materiële en (economische) schade. Figuur 5.1 en 5.2 laten een volgelopen Geintunnel zien. Een overzicht van de foto's die zijn gemaakt op 28 juli door de pers, medewerkers van Strukton en toevallige voorbijgangers die hun foto's op internet hebben geplaatst, is toegevoegd in bijlage VII.



Figuur 5.1 en 5.2 De Geintunnel op mooie zomerse dag na een hoosbui op 28 juli 2014 volgelopen met regenwater. (Bron: Google, fotograaf Nanouk twtrland, 2014) en (Bron: Google, fotograaf onbekend, 2015)

5.2 Meldingen

Bij verschillende instanties zijn meldingen met betrekking tot wateroverlast binnengekomen. Per instantie wordt aangegeven om wat voor meldingen het gaat.

Gemeente Amersfoort

Via het Meldpunt Woonomgeving van de gemeente Amersfoort komen meldingen binnen over o.a. hemelwateroverlast en riool gerelateerde onderwerpen. In de omgeving van de Geintunnel zijn in de periode juni 2009 tot met augustus 2014 elf meldingen gedaan met betrekking tot hemelwateroverlast. In figuur 5.3,

een uitsnede van de kaart in bijlage VIII, is te zien dat er drie meldingen betrekking hadden op de Geintunnel en 2 x 4 meldingen betrekking hadden op nabij gelegen locaties.



Figuur 5.3 Overzichtkaart wateroverlast meldingen omgeving Geintunnel

Het onderwerp van de meldingen was een verstopte put(ten) bij de bushalte, verstopte put(ten) bij de fietsenstallingen op het busplein en een verstopte lijngoot. Geen van de meldingen had als onderwerp hemelwateroverlast in de Geintunnel. Ook op 28 juli 2014 zijn er bij de gemeente geen meldingen binnen gekomen over wateroverlast in de Geintunnel.

Brandweer

Bij de brandweer kwam in tegenstelling tot bij de gemeente, net als bij andere dagen met hevige regenval, veel meldingen over wateroverlast of schade binnen. Bij het onderlopen van openbare ruimte (bijvoorbeeld een fietstunnel of weg) en als daardoor de openbare ruimte niet begaanbaar is, wordt geadviseerd om de brandweer via 1-1-2 te bellen. De brandweer maakt een inschatting van het risico, stelt de gemeente in kennis en treedt op bij acuut gevaar. Dit meldt de Veiligheidsregio Utrecht Brandweer op hun website. [<http://www.vrubrandweer.nl/index.php/als-er-iets-aan-de-hand-is/wateroverlast-en-stormschade> bekeken op 22 mei 2015]. Op internet zijn minimaal 3 geregistreerde meldingen met betrekking tot het onderlopen van de Geintunnel op 28 juli 2014 te vinden. In de middag rond de klok van 1 uur, is na de wolkbreuk wateroverlast in de tunnel ontstaan. Om 14.04 is de eerste melding met betrekking tot wateroverlast bij de brandweer binnen gekomen en om 14.38 uur is de brandweer met spoed richting de Geintunnel gereden. [<http://drimble.nl/112/amersfoort/2684284/wateroverlast-in-amersfoort-brandweer-met-spoed-ter-plaatse.html>, geraadpleegd op 22 mei 2015]

Uit deze meldinggegevens en uit de gegevens met betrekking tot de NS, kan afgeleid worden dat de brandweer ruim vijf uur bezig is geweest om de tunnel droog te pompen. De brandweer werkt dagelijks met pompen, meestal pompen ze water naar een brandhaard. Ook pompen ze met regelmaat kelders leeg. Met betrekking tot het leeg pompen van de Geintunnel zijn er door beheerders vraagtekens gezet. De vraag is of de brandweer voor het leeg pompen van de Geintunnel voldoende (systeem)kennis heeft om dit efficiënt en effectief te kunnen doen. Bij het binnen komen van een melding maakt de brandweer een inschatting van het risico, staat op hun website vermeld. Ze stellen de gemeente in kennis en treedt op bij acuut gevaar. Zover na is kunnen gaan, is de gemeente niet in kennis gesteld door de brandweer.

Op figuur 5.4 is te zien dat de brandweer die aan beide zijde van de Geintunnel staat de tunnel bijna heeft droog gepompt.

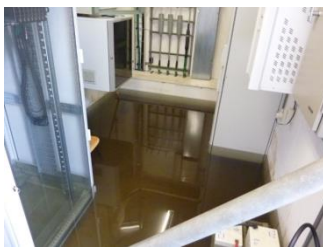


Figuur 5.4 Brandweer bij de Geintunnel aan het werk [Internet, fotograaf onbekend, 13 februari 2015]

Nederlandse Spoorwegen

De Nederlandse Spoorwegen heeft een eigen meldingsstelsel. Een medewerker liet weten dat er een melding binnen was gekomen met betrekking tot de wateroverlast bij station Schothorst. De NS is in opdracht van Prorail belast met de zorg voor een goed bereikbaar station. Op het moment dat werd gemeld dat het voor de treinen geen zin meer had om te stoppen bij station Schothorst heeft de NS vervangend vervoer ingezet om gestrande passagiers op hun plaats van bestemming te brengen.

Verder heeft de NS de wateroverlast in de tunnel gemeld bij de aannemer die het liftonderhoud voor de NS uitvoert. De aannemer arriveerde nadat de brandweer vertrokken was. Bij inspectie bleek in de liftschacht en de machinekamer nog een halve meter hoog water te staan. De machinekamer van de lift ligt net als de bodem van de liftschacht beneden straatniveau. Op figuur 5.5 is de wateroverlast in de machinekamer te zien net als op de afbeeldingen in de bijlage VII. Doordat er nog spanning op de lift stond, de deuren bleven telkens open en dicht gaan, ontstond er rookontwikkeling in machinekamer. De lift werd total loss verklaard. Om half 1 in de nacht is de brandweer nogmaals ter plaatse geweest om de locatie veilig te verklaren.



Figuur 5.5 Machinekamer van stationslift [NS, 28 juli 2014]

Dat de Geintunnel flink vol met water stond, was ook via internet en social media snel bekend. Op de website rijdendetreinen.nl was daarover het volgende bericht te lezen:

Door hevige regenbuien is er een tunnel onder water gelopen. Hierdoor is het station niet meer te bereiken. De brandweer probeert het water af te voeren. Wij verwachten dat rond 20.00 uur het treinverkeer hervat wordt. Er worden bussen ingezet van en naar Amersfoort Schothorst.
maandag 28 juli 15:40

Verder valt op de website te lezen dat de laatste update voor dit bericht op maandag 28 juli 2014 om 20.15 uur was. Het bericht was voor het eerst aangemaakt op 28 juli om 15.40 uur. De storing duurde, zo meldt deze website, 4 uur en 35 minuten.

5.3 De schade veroorzaakt door de wateroverlast

De schade zoals die door de wateroverlast op 28 juli 2014 is veroorzaakt, is lastig exact te bepalen mede doordat er nog onvoldoende normen voor economische schade bij hemelwater overlast zijn vastgesteld. Om toch een indruk te krijgen, is hieronder een indicatie gegeven van de geleden schade voor de diverse belanghebbenden.

Reizigers

Of fietsers en/of voetgangers die gebruikmaken van de tunnel schade hebben geleden op 28 juli en hoeveel dat dan is, valt moeilijk te bepalen. Menig reiziger met bestemming Schothorst is langer onderweg geweest. Reizigers hebben meer moeite moeten doen op hun plaats van bestemming te komen, maar hebben ze ook schade geleden? Hebben ze belangrijke afspraken gemist of heeft het vergaande gevolgen gehad?

De lift naar de perrons is 3 maanden lang buitengebruik geweest. Langer dat in de eerste instantie was verwacht zoals valt te zien op figuur 5.6. Hebben passagiers die afhankelijk zijn van de lift om met de trein te kunnen reizen extra kosten gemaakt of heeft de NS extra kosten gemaakt voor deze reizigers? Inzicht in of er bij de NS schadeclaims zijn binnengekomen of dat er extra kosten zijn gemaakt, door bijvoorbeeld vervangend vervoer in te zetten in verband met de defecte lift, is er niet.



Figuur 5.6 Stationslift langer dan aangegeven datum buitengebruik. (Bron: twitter.com/hashtag, 24 mei 2015)

Figuur 5.6 De vuilranden in de Geintunnel laten zien hoe hoog het water heeft gestaan. (Bron: AS media)

Vervangend vervoer

Om de reizigers op 28 juli 2014 van en naar station Schothorst te brengen, heeft de NS bussen ingezet. Twee bussen hebben vanaf 14.55 tot 20.00 uur tussen station Amersfoort en station Schothorst gereden. Om 17.45 u, zijn er in verband met de avondspits, nog twee bussen er bij ingezet. Deze bussen hebben ook tot 20.00 uur 's avonds gereden. De totale kosten voor het vervangend vervoer bedroeg € 2005 incl. BTW. Op internet werd onderstaande figuur 5.7 gevonden met een van de door de NS ingezette bus.



Figuur 5.7 Vervangend vervoer i.v.m. wateroverlast station Schothorst, gefotografeerd op 28 juli 2014 om 18:24 (Bron: <http://commons.wikimedia.org>)

Brandweer

De brandweer is met minimaal 2 brandweerauto's met ca. 3 brandweermannen per auto ter plaatse geweest om in ca. 5 uur de tunnel leeg te pompen. Afhankelijk van of er vrijwilligers zijn opgeroepen of dat er beroepsbrandweermannen aan het werk zijn geweest worden de kosten hoger.

Daarnaast kan de afweging gemaakt worden om een deel van de vaste lasten van de brandweer bij de kostprijs op te tellen. Op internet staat op het forum hulpverlening.nl de vraag "Wat kost een brandweer uitruk". Het antwoord daarop is 1000 euro per keer. Verder staat er in het antwoord: "Naarmate de vaste kosten per post hoger zijn en het aantal uitrukken lager is zullen de kosten per uitruk vrijwilligers hoger worden en v.v." De kosten van ca. € 1.000 per keer is met een wagen waarin 6 vrijwilligers meerijden. [Bron <http://forum.hulpverlening.nl/index.php?topic=9577.0>, geraadpleegd op 22 mei]. Of er boven op deze kosten nog extra kosten komen voor het aantal uur dat de brandweermannen op een locatie bezig zijn, is onbekend. Voor dit onderzoek is aangenomen dat het uitrukken van de brandweer met 2 wagens ca. 2 x 1000 euro = € 2.000 heeft gekost. Verder heeft de brandweer nog kosten gehad voor het veilig verklaren van de locatie in de nacht van 28 juli op 29 juli. Er vanuit gaande dat 2 brandweermannen in de nacht 1 uur bezig zijn geweest wordt er op basis van eerder genoemde website gerekend met 50 euro per man, in totaal € 100.

Schoonmaken van de tunnel

Het onderhoud van de tunnel en de bijbehorende pompkelder heeft de gemeente Amersfoort uitbesteed aan het bedrijf ROVA. De dag na de wolkbreuk zijn ROVA medewerkers voor enkele uren met een paar man aan de slag gegaan om de tunnel weer toonbaar te maken. Op figuur 5.6 zijn de sporen van het hoge water op de muren van de tunnel nog zichtbaar. De kosten van het schoonmaken van een tunnel is voor de tunnelbeheerder een kostenpost die bij de standaard gecontracteerde werkzaamheden hoort. Voor dit onderzoek is aangenomen dat het schoonmaken van de tunnel € 240 heeft gekost op basis van twee 2 man met een uurloon van € 40 die in drie uur de tunnel hebben schoongemaakt.

Lift en liftmachiniekamer

De besturing van de lift heeft ernstige waterschade opgelopen. De lift zelf is total loss verklaard doordat er in de liftschacht en de machiniekamer water heeft gestaan. Na ongeveer 3 maanden kon de lift weer in gebruik worden genomen. In de machiniekamer is de apparatuur iets hoger komen te hangen en is de lift aangepast aan de huidige maatstaven van deze tijd. De kosten om de lift en machiniekamer leeg te pompen, schoon te maken en de schade te herstellen bedroeg € 18.000.

Een indicatie van de schade n.a.v. de hemelwateroverlast is samengevat:

Schadepost	Kosten in euro's
Reiziger/fietsers/voetgangers	Economische schade
Vervangend vervoer	€ 2.005
Leeg pompen van de tunnel door brandweer	€ 2.000
Leegpompen van liftschacht en machiniekamer	€ 18.000
Schoonmaken van lift en machiniekamer	
Vervanging lift en apparatuur	
Veilig verklaren van locatie door brandweer	€ 200
Schoonmaken van de tunnel	€ 240
Drie maanden lift buitengebruik	Economische schade
Totaal in euro's	Economische schade + € 22.445

6 Wet en beleid t.a.v. hemelwateroverlast

De wet en beleidskaders op landelijk en gemeentelijk niveau, op het gebied van hemelwateroverlast in stedelijk gebied, zijn naar relevantie in dit hoofdstuk aangehaald. Achtereenvolgens komen op landelijk niveau de Waterwet, het Nationaal Bestuursakkoord Water (NWB), de NBW - Actueel en het Bestuursakkoord Water aanbod. Daarna de beleidskaders op gemeentelijk niveau, het Waterplan Amersfoort en het Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 – 2021 (GRP IV). In bijlage X zijn de hoofdlijnen van de meest relevante delen uit de wet en het beleid op landelijk niveau weergegeven. In bijlage XI zijn de hoofdlijnen van de meest relevante delen uit het beleid op gemeentelijk niveau weergegeven.

6.1 Landelijk niveau

Waterwet

In de Waterwet is vastgesteld dat de gemeente zorg draagt voor een doelmatige inzameling en verwerking van het afvloeiend hemelwater dat redelijkerwijs niet op particulier terrein kan worden verwerkt.

Nationaal Bestuursakkoord Water (2003)

Het Nationaal Bestuursakkoord Water heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden anticiperend op veranderende omstandigheden, zoals onder andere de verwachte klimaatverandering en toename van verhard oppervlak. Er zijn afspraken gemaakt over o.a. wateroverlast. Uitwerking van het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk is plaats in samenhang met bv. watertekorten en tegengaan van verdroging. Verder wordt er gekeken naar mogelijkheden om de uitvoering te combineren met plannen op andere beleidsterreinen- zoals woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen en infrastructuur.

Een van de andere doelen van het Nationaal Bestuursakkoord Water is er voor te zorgen dat o.a. de gemeenten zich inspannen de burgers en bedrijven duidelijk te informeren over de mogelijkheden van beperking van wateroverlast als gevolg hemelwater en o.a. welke schaderegelingen er bestaan en hoe de verantwoordelijkheden van burgers, bedrijven en overheden zijn verdeeld.

Uitgangspunten

Als bijlage van het Nationaal Bestuursakkoord Water zijn op het gebied van wateroverlast in stedelijk gebied de volgende relevante gemeenschappelijke uitgangspunten in de Startovereenkomst voor het integrale waterbeleid van de 21e eeuw geformuleerd:

- Bij het uitwerken van oplossingen voor veiligheid en wateroverlast wordt naast technische maatregelen tevens gebruik gemaakt van ruimtelijke maatregelen.
- Uitwerking van het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk plaats in een integrale werkwijze waarbij de aanpak van watertekorten, tegengaan van verdroging en verdere verbetering van de waterkwaliteit worden betrokken. Ook zijn er goede mogelijkheden om de uitvoering te combineren met wensen op andere beleidsterreinen, zoals gebiedsgerichte projecten, woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen.

Nationaal Bestuursakkoord Water – Actueel (2008)

Aan de hand van de evaluatie van het Nationaal Bestuursakkoord Water (2003) is besloten dat er door nieuwe ontwikkelingen aanvullingen op het akkoord nodig zijn.

Het doel van Nationaal Bestuursakkoord Water om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden zodat problemen met wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit zoveel mogelijk worden voorkomen is het zelfde gebleven.

De stedelijke wateropgave is in dit bestuursakkoord wel aangepast en bestaat o.a. uit de aanpak van wateroverlast in relatie tot rioolcapaciteit. Verder heeft de gemeente een zorgplicht om de schade voor burgers en bedrijven zo veel mogelijk te beperken. Ook moet het mogelijk gemaakt worden om wateroverlastschade verzekeraar te maken.

Uitgangspunten

De gemeenschappelijke uitgangspunten die weer als bijlage zijn toegevoegd zijn voor wateroverlast door hemelwater in stedelijk gebied onveranderd gebleven.

Bestuursakkoord Water (mei 2011)

De overheid wil naar een doelmatiger waterbeheer om geld te besparen. Vanuit dat oogpunt is het bestuursakkoord Water ontstaan. De basis van dit document is afkomstig van het Nationaal Bestuursakkoord Water, afgesloten in 2003, geactualiseerd in 2008 en het Bestuursakkoord Waterketen dat in 2007. De komende jaren blijven de doelstellingen van het Nationaal Bestuursakkoord Water leidend.

6.2 Gemeentelijk niveau

Waterplan Amersfoort

In het Waterplan wil de Gemeente Amersfoort samen met haar waterpartners samenkomen tot duurzaam en integraal waterbeheer in Amersfoort. Verder geeft het Waterplan Amersfoort richting aan uitvoeringsplannen zoals het Gemeentelijk Rioleringsplan.

Een belangrijke basis voor de visie van het Waterplan zijn de zogenaamde tien van Amersfoort, de duurzaamheidprincipes. De duurzaamheidprincipes zijn criteria die staan voor het komen tot duurzaam en integraal waterbeheer in Amersfoort. De tien van Amersfoort zijn:

- | | |
|--|---|
| 1. Voorkom overlast. | 6. Behoud en versterk de aanwezige waarden |
| 2. Zorg voor een inrichting en beheer die horen bij de functie. | 7. Zorg voor (multi)functionaliteit, flexibiliteit en beheer(s)baarheid. |
| 3. Houd wat schoon is schoon. | 8. Wentel problemen niet af. |
| 4. Houd de waterbalans gesloten. | 9. Werk samen. |
| 5. Sluit aan bij (natuurlijke) processen en kansen. | 10. Houd het waterbeheer betaalbaar. |

De belangrijkste relevante ambities die de gemeente zich in het waterplan heeft gesteld, zijn:

- Een grotere belevingswaarde en meer gebruiksmogelijkheden voor Amersfoorters
Water is zichtbaar en krijgt een grotere belevingswaarde
- Een duurzaam gebruik en beheer
Zuinig met grondwater (streven naar de inzet van hemelwater)

Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 – 2021 (GRP IV)

In het verbrede Gemeentelijk Rioleringsplan staan de gemeentelijke watertaken beschreven. Hierin geeft de gemeente Amersfoort aan hoe zij invulling geeft aan haar zorgplicht voor o.a. hemelwater. De meest relevante onderdelen in het plan met betrekking tot het onderzoek zijn hieronder samengevat.

Droge voeten in een veranderend klimaat

De zorg voor droge voeten in een veranderend klimaat is gericht op het voorkomen van te veel hemelwater. Dit wordt vooral bepaald door hevige buien of natte perioden in combinatie met de natuurlijke omgevingsfactoren zoals bodemopbouw, terreinhoogte en ligging van waterlopen.

Wat mogen burgers en bedrijven van de gemeente verwachten

Binnen de gemeentegrenzen mag van de gemeente verwacht worden dat zij:

- de regierol neemt in afhandeling van meldingen over wateroverlast via het meldpunt woonomgeving van het klant contact centrum.

- onderzoek doet en zo nodig doelmatige maatregelen uitvoert (alleen maatregelen op openbaar terrein) voor beperking van de kans op structurele wateroverlast op openbaar terrein, en daarmee bijdraagt aan het voorkomen of beperken van wateroverlast op particulier terrein.

Ambities

De ambitie, zoals beschreven in het rioleringsplan, voor 'droge voeten in een veranderend klimaat' wordt praktijk- en probleemgericht benaderd. De aanpak richt zich op het treffen van maatregelen waar dit nodig, wenselijk, haalbaar en betaalbaar is. Het is daarbij belangrijk om te realiseren dat de gevolgen van klimaatverandering alleen goed kunnen worden opgevangen als hier in de ruimtelijke ordeningsprincipes en inrichtingsprincipes terdege rekening mee wordt gehouden. Dit zal niet lukken met alleen het afkoppelen van verharding en de aanleg van grotere rioolbuizen.

Hieronder zijn de ambities ten aanzien van wateroverlast beschreven.

Werken aan een klimaatbestendige riolering en inrichting van de openbare ruimte

De gemeente maakt onderscheid in de volgende vormen van wateroverlast binnen de bebouwde kom (zie figuur 6.1 en 6.2 en 6.3 uit het GRP IV voor voorbeelden).



Figuur 6.1 hinder door wateroverlast



Figuur 6.2 schade door wateroverlast



Figuur 6.3 ernstige schade door wateroverlast

Hinder:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 2 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft kortdurende (korter dan circa 1 uur) en beperkte hoeveelheden (minder dan circa 5 cm) water-op-saat in woonwijken en op bedrijventerreinen.

Materiële of economische schade:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 10 tot 25 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft kortdurende, beperkte hoeveelheden water-op-saat in winkelgebieden en op ontsluitings-/hoofdwegen, ondergelopen tunnels, opdrijven van putdeksels, of langdurige (langer dan circa 1 uur), forse (meer dan circa 5 cm) hoeveelheden water-op-saat in woonwijken en op bedrijventerreinen.

Ernstige materiële of economische schade:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 50 tot 100 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft water in winkels, bedrijven, woningen, kelders en ernstige belemmering van het (economische) verkeer. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met kwetsbare infrastructuur, zoals transformatorhuisjes en telefooncentrales. Deze kans van optreden is vergelijkbaar met de norm voor de kans op wateroverlast in stedelijk gebied vanuit oppervlaktewater (1 keer per 100 jaar volgens het Nationaal Bestuursakkoord Water - Actueel).

Er wordt op gewezen dat het ambities zijn en geen normen. Per locatie wordt bekeken in hoeverre de ambities op een doelmatige manier gerealiseerd kunnen worden. Dit betekent dat kansrijke, kosteneffectieve maatregelen worden genomen als daardoor grote schade met een kleine kans van optreden kan worden voorkomen. Deze ambities zijn niet te bereiken met alleen de aanleg van grotere riolen. En niet alles is kosteneffectief met riolering op te lossen.

De maatregelen die effectief blijken te zijn, worden alleen uitgevoerd als deze ook doelmatig zijn, dus als de kosten opwegen tegen de te beperken of te voorkomen schade. De bovengrondse maatregelen zullen vaak het meest doelmatig zijn.

Mogelijke maatregelen voor het beperken van hinder worden alleen onderzocht als deze hinder in de praktijk optreedt, dus op basis van waarnemingen, meldingen of metingen ('toetsing achteraf'). Hiervoor worden dus niet op voorhand maatregelen getroffen.

Maatregelen

Aanpassen van de inrichting van locaties, waar een verhoogde kans op wateroverlast is, worden opgepakt in samenwerking met ruimtelijke ordening, wegen en groen, door water te sturen naar plaatsen waar het geen kwaad kan (bijv. wegprofilering, verlaging groenstroken), aanleg van nieuw oppervlaktewater, of extra regenwaterlozingen naar oppervlaktewater.

7 Functioneren hemelwatersysteem

Om inzicht te krijgen waardoor op 28 juli 2014 wateroverlast is ontstaan in de Geintunnel in Amersfoort is het functioneren van het hemelwatersysteem is geanalyseerd door het te belasten met meerdere korte piekbuien. Voor de analyse van het systeem is gebruikgemaakt van het hydraulisch 1D Sobek model van de gemeente Amersfoort. In dit hoofdstuk is als eerste beschreven waarom dit rioleringsmodel wordt ingezet. Daarna de toetsingscriteria waaraan het systeem moet voldoen. En vervolgens is het systeem geanalyseerd op haar functioneren.

7.1 Inleiding

Hemelwateroverlast treedt als het goed is alleen bij extreme neerslag op. Omdat meetgegevens en praktijkervaringen schaars zijn, is het vaak onbekend wanneer een rioolstelsel overloopt en hoe het water zich een weg zoekt over de straat. Sobek is een programma waarmee een 1 dimensionaal model van het rioolstelsel gemodelleerd en doorgerekend kan worden. Hierin wordt de stroming van water door het riool gesimuleerd. Door het model met verschillende regenbuien te belasten kan het functioneren van het stelsel worden geanalyseerd. Daarmee kan er iets gezegd worden over de te verwachten wateroverlast of schade en kunnen oplossingsvarianten worden doorgerekend op hun effectiviteit. Bij een gekoppeld model (1D riool/2D maaiveld) kan de oppervlakkige stroming van het water over het maaiveld worden mee berekend. Omdat in dit gekoppelde model veel kwalitatieve gegevens nodig zijn en er veel doorrekentijd nodig is wordt het weinig gebruikt. Een ander middel om de lage delen en de stroming van het water over het maaiveld in beeld te brengen is door het uitvoeren van een maaiveldanalyse in ArcGIS. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van 1D berekeningen en een maaiveld analyse om het functioneren van het systeem te analyseren. Een 1D/2D berekening wordt uitgevoerd om ervaring op te doen en wordt als indicatief beschouwd.

7.1 Toetsingscriteria

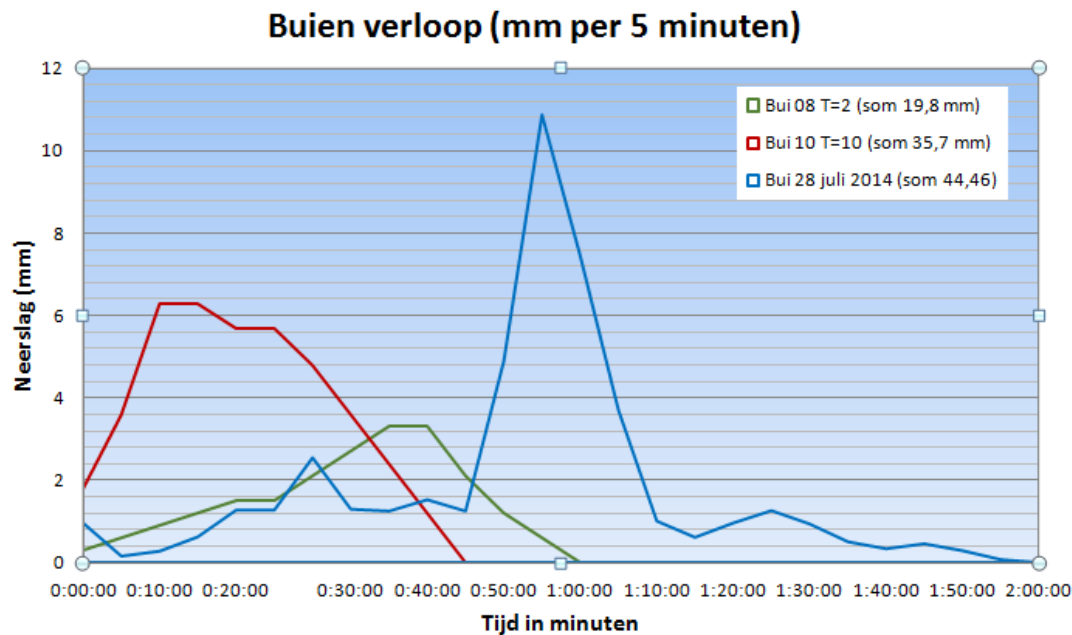
Om het hemelwatersysteem te analyseren op het functioneren en knelpunten zichtbaar te maken, wordt als hulpmiddel toetsingscriteria gebruikt. Zonder toetsingscriteria is er geen uitspraak te doen over of een systeem functioneert. De toetsingscriteria zijn door de gemeente Amersfoort uitgedrukt in hoe vaak een bepaalde situatie mag voorkomen. In het gemeentelijk rioleringsplan heeft de gemeente zich de ambitie gesteld dat ernstige materiële of economische schade, zoals er in de Geintunnel heeft plaatsgevonden, 1 x in de 50 jaar tot 1 x in de 100 jaar mag voorkomen. Stichting RIONED adviseert met betrekking tot tunnels dat wateroverlast 1 x in de 50 jaar mag voorkomen.

Verder adviseert de Stichting RIONED om gestandaardiseerde neerslaggebeurtenissen te gebruiken voor de toetsing van het watersysteem. Als maatgevende neerslaggebeurtenis is bui 08, conform Leidraad Riolerings Module C2100 gebruikt. Bui 08 heeft een herhalingstijd van eens per 2 jaar ($T=2$) met een totale neerslagsom van 19,8 mm in 1 uur met een piekintensiteit van 3,3 mm gedurende 10 minuten ofwel 110 liter per seconde per hectare. Bij deze neerslaggebeurtenis mag er geen water op straat komen te staan.

Daarnaast is de afvoercapaciteit van het stelsel getoetst met bui 10, wederom conform de Leidraad Riolerings Module C2100. Bui 10 heeft een herhalingstijd van eens in de 10 jaar ($T=10$) met een neerslagsom van 35,7 mm in 1 uur en een piekintensiteit van 6,3 mm gedurende 10 minuten ofwel 210 liter per seconde op een hectare.

Als derde bui is de bui van 28 juli 2014 gebruikt om de afvoercapaciteit van het stelsel door te rekenen. Deze bui benadert, met een neerslagsom van 36,9 mm (bij het optellen van de 5-minuten neerslaggegevens gevallen in 60 minuten), een bui van 1 x in de 50 jaar (38 mm in 60 minuten). In dit onderzoek er voor gekozen om de bui van 28 juli 2014 als uitgangspunt te nemen om het systeem te analyseren op (schade door) wateroverlast en te toetsen welke oplossingen mogelijk zijn. Om de rekentijd van de bui in te korten is op basis van de 5-minutengegevens de buiduur teruggebracht naar een duur van 2 uur. Daarin is de hoogste piek van de bui

opgenomen. De bui heeft een neerslagsom van 44,5 mm in 2 uur met een piekintensiteit van 10,9 mm gedurende 5 minuten. De drie verschillende buien zijn in onderstaande grafiek 7.1 weergegeven.



Figuur 7.1 Buien verloop van bui 08, bui 10 en de bui van 28 juli 2014

Naast een toetsing in Sobek modellen is er met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) een maaiveld analyse van de omgeving Geintunnel uitgevoerd in ArcGis. Met deze analyse zijn de stroombanen en plasvorming in kaart gebracht. De AHN2 kent tegenwoordig een grote nauwkeurigheid waarop de route die water op basis van hoogte kiest (van hoog naar laag) een realistisch beeld van de stroombanen geeft. Ook de plasvorming geeft een realistisch beeld. Om zeker te zijn, is waar mogelijk de beelden getoetst aan de praktijk.

7.2 Hemelwatersysteemanalyse

Om inzicht te krijgen in welke knelpunten een rol spelen bij het veroorzaken van (schade door) wateroverlast in de Geintunnel is het hemelwatersysteem geanalyseerd op haar functioneren.

De hemelwatersysteemanalyse is op verschillende manieren uitgevoerd:

- Onderzoek naar het effect van het oppervlakte water op de hemelwaterafvoer.
- Toetsing van de hemelwaterafvoer doormiddel van Sobek 1D berekeningen.
- Maaiveldanalyse met behulp van Actuele Hoogte bestand Nederland (AHN2) met als doel het afvoerend oppervlak zichtbaar maken door het in kaart brengen van stroombanen en plasvorming.
- Toetsing stroming hemelwater in gekoppeld maaiveld/hemelwaterstelsel met behulp van Sobek 1D/2D berekeningen.
- Analyse van pompegevens

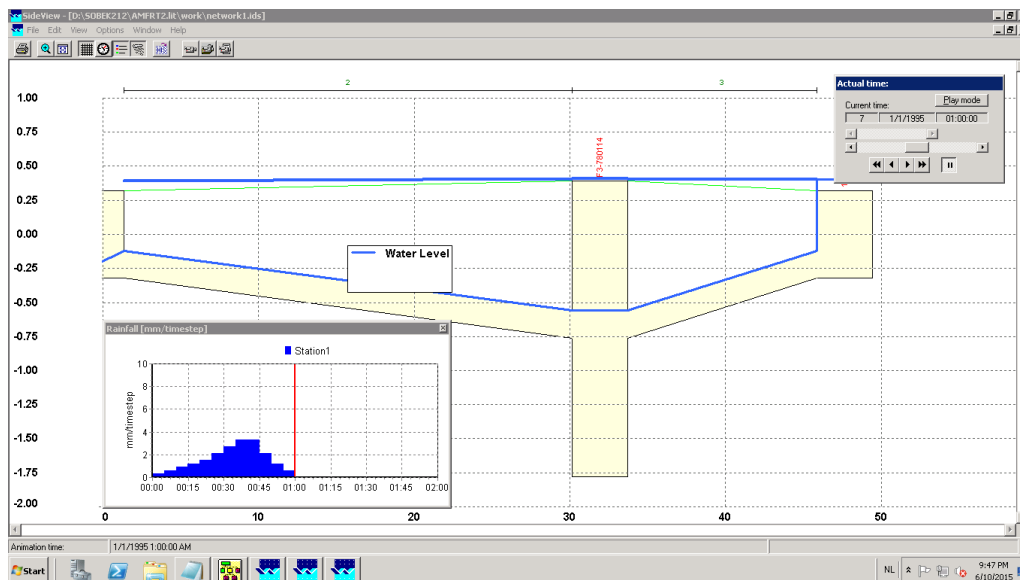
7.2.1 Oppervlakte water

Omdat het hemelwaterstelsel in verbinding staat met het oppervlaktewater is als eerste onderzocht of de twee systemen invloed op elkaar uitoefenen. De riolering is een snel en direct reagerend systeem terwijl het oppervlaktewaterstelsel meestal langzamer reageert. De meeste wateroverlast wordt dus verwacht bij een combinatie van een langzame bui (oppervlakte water) en een snelle bui in de riolering. De kans dat dit voorkomt, een langzame en een snelle bui, is niet vastgesteld (2011, RIONED). Toch is er in dit onderzoek onderzocht of de twee systemen invloed op elkaar uitoefenen. Voor oppervlaktewater in stedelijk gebied wordt een maximale frequentie van overstrooming gehanteerd van 1 x per 100 jaar. Deze berekening zijn voor het oppervlakte water in Amersfoort gedaan aan de hand van de doorerekende 100 - jarige neerslagreeksen. De

oppervlakte waterstanden uit deze 100 - jarige reeks zijn vergeleken met de hoogte van de uitstroom van de hemelwaterstelsels in Schothorst Noord en in De Hoef. Uit deze analyse bleek dat er op enkele gevallen na geen instroom vanuit het oppervlakte water te verwachten is. Bij de locaties waar wel instroom mogelijk wordt geacht, is het te verwachte effect zo klein dat het verwaarloosbaar is. Dit maakt dat er onvoldoende reden is om in het Sobek rioolmodel rekening te houden met het oppervlakte water of de twee modellen aan elkaar te koppelen.

7.2.2 Toetsing hemelwaterstelsel in Sobek 1D

De afvoercapaciteit van het hemelwaterstelsel rondom de Geintunnel is met behulp van Sobek 1D berekeningen getoetst. Van het hemelwaterstelsel in en rond de Geintunnel, dat alleen afwatert op het aangrenzende stelsel van Schothorst Noord, bleek alleen de pomp in het oorspronkelijke DHV Sobek model te zijn opgenomen. Er was geen verhard oppervlak op de pomp aangesloten en de pompgegevens waren anders dan in de praktijk bleek. Om de systeemanalyse te kunnen uitvoeren is naar inschatting en relevantie een klein gedeelte van het hemelwaterstelsel rond Geintunnel aan het Sobek model toegevoegd. Het afvoerend oppervlak berekend aan de hand van de hoogte cijfers is als oppervlakte waarde in het model gebruikt. De grote van het afvoerende gebied zal waarschijnlijk groter blijken te zijn dan waar indertijd de pompcapaciteit voor is berekend. Verder zijn de pompen met pompkelder conform de praktijk aangepast. Aan het rioolstelsel van Schothorst Noord en De Hoef zijn in het model geen aanpassingen gedaan.



Figuur 7.2 Een dwarsdoorsnede van het stelsel in de Geintunnel belast met bui 08

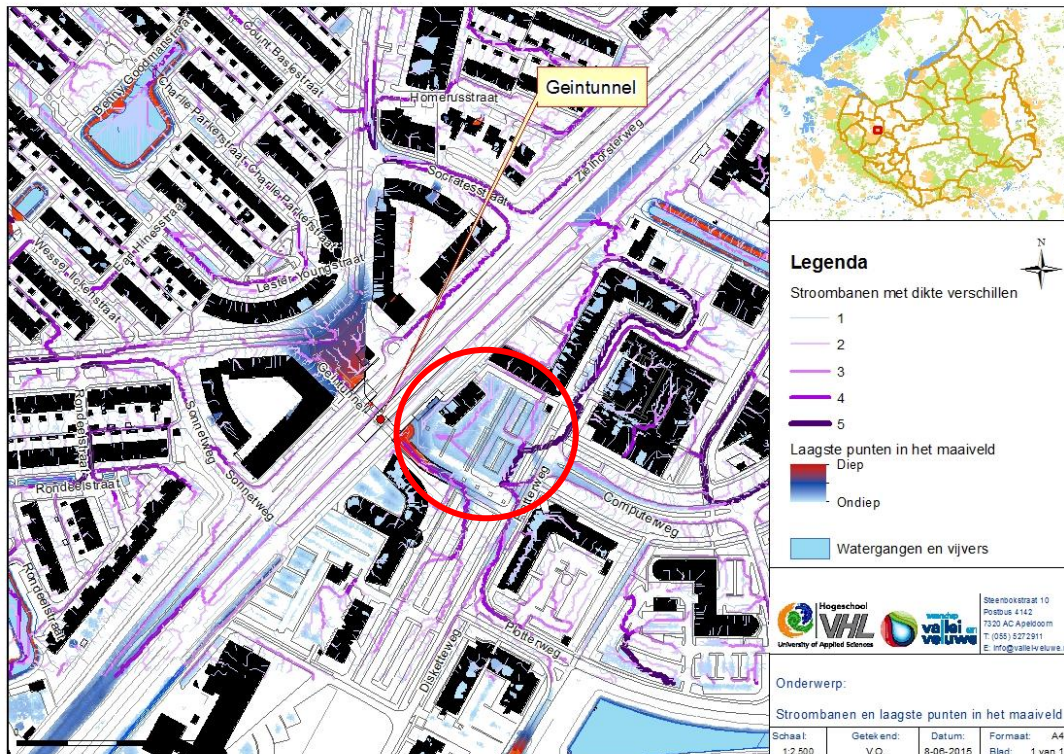
Na het doorrekenen van de het stelsel met bui 08 blijkt, zoals te zien is op de figuur 7.2 en in de figuren van bijlage XII, dat er zelfs met bui 08 water in de tunnel op straat komt te staan. Het water komt op het fietspad, dat 7 centimeter lager ligt dan de stoep, ongeveer 11 centimeter hoog te staan voor de duur van een half uur. Wanneer het stelsel met bui 10 wordt belast is te zien dat de stelsels van Schothorst Noord, hoek Sara Burgerhartsingel en Socrateslaan, en het stelsel van De Hoef, op en nabij het Inputplein ook voor enige tijd water op straat hebben staan. Wil het stelsel kunnen voldoen dan zijn er oplossingen nodig.

7.2.3 Maaiveldanalyse

De maaiveldanalyse met behulp van Actuele Hoogte bestand Nederland (AHN2) heeft als doel het afvoerend oppervlak te controleren en het zichtbaar maken van stroombanen en plasvorming. Door de dieptes in de kaart op te vullen met verschillende kleuren worden de stroombanen en de laagtes in het maaiveld zichtbaar.

Uit de analyse van het maaiveld blijkt, net als bij de analyse van de hoogtecijfers voor het bepalen van het afvoerend oppervlak, dat er vanuit een groter gebied water richting de Geintunnel afstroomt, dan vooraf werd aangenomen. Op de kaart met stroombanen en laagte punten in het maaiveld, figuur 7.2 en in bijlage XIII,

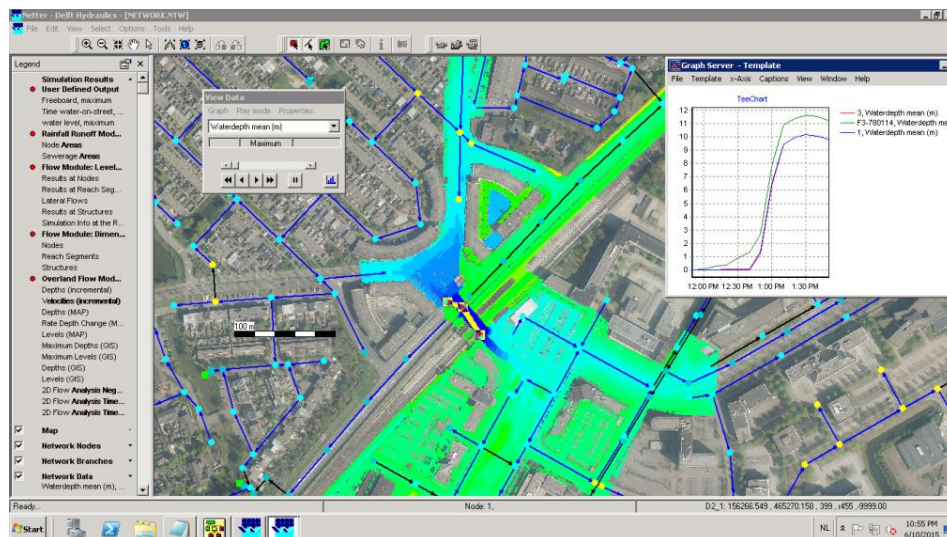
is te zien dat er nog meer water dan geschat vanaf de kant van De Hoef, het Inputplein en van nog verder weg, de Plotterweg en Computerweg, afstroomt naar de tunnel. Bij de toetsing van het stelsel in het Sobek 1D model is naar voren gekomen dat aan de kant van De Hoef bij een hevige regenbui water op straat komt te staan. Ook dit water zal richting de Geintunnel stromen. Aan de kant van Schothorst klopt het oppervlak, dat naar de tunnel afwatert, wel met de inschatting. In het totaal gezien stroomt er veel meer water richting de tunnel dan verwacht. Bij een hoogte van 1 meter water in de tunnel, heeft er in het totaal ca. 456 m³ water in de tunnel gestaan.



Figuur 7.3 Op de stroombanen en laagtekaart van omgeving Geintunnel is te zien dat een groot oppervlak afstroomt naar de tunnel.

7.2.4 Toetsing hemelwaterstelsel in Sobek 1D/2D

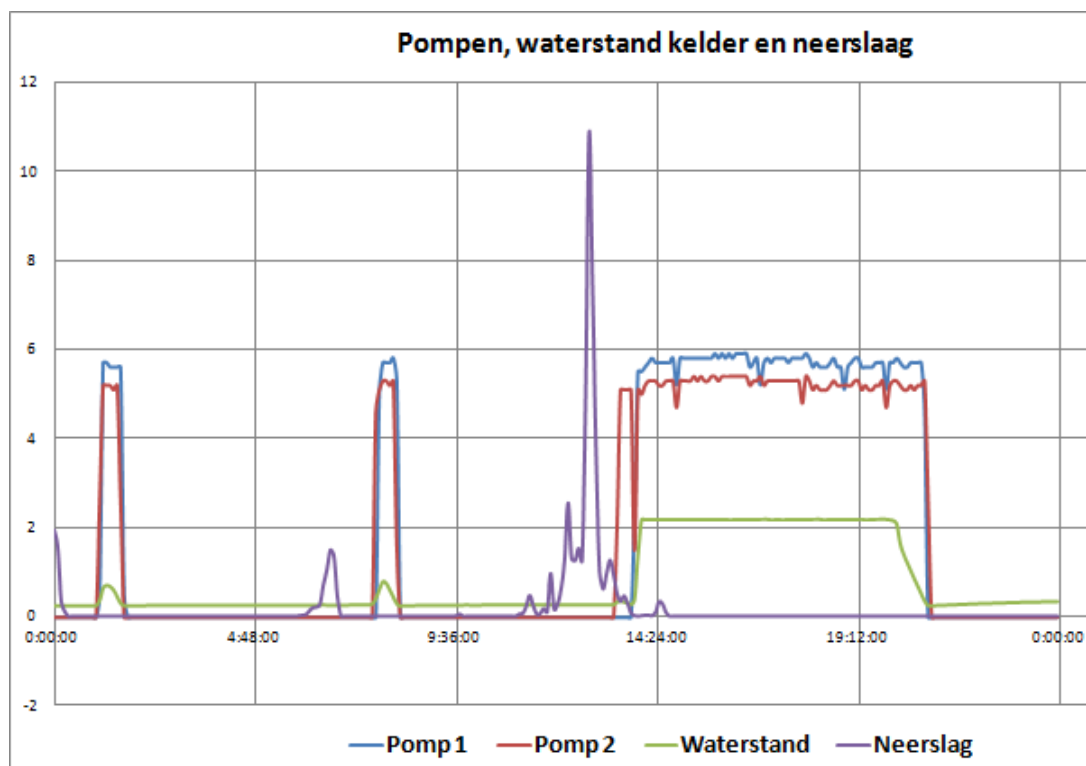
Op basis van experiment met als doel ervaring op te doen, is in Sobek de koppeling gemaakt tussen het maaiveld en het rioolmodel. Hiervoor is een aangepaste AHN2 maaiveld hoogtekaart gemaakt. In de hoogtekaart is de bovenkant van de tunnel geknipt om de stroming over de bestrating in de tunnel te kunnen simuleren. Dit is gedaan door de hoger gelegen rij- en spoorbanen uit de AHN te knippen en op te vullen met het waarden van het straatniveau in de tunnel. Vervolgens is in het gekoppelde (1D rioolmodel aan het 2D maaiveldmodel) naast de stroming van water door het riool, de afstroming over het maaiveld berekent. Het model is belast met de bui van 28 juli 2014. De doorrekentijd van het gekoppelde model is lang. Hierdoor is het niet geschikt om oplossingsvarianten mee door te rekenen. In figuur 7.3 is het gekoppelde model weergegeven. Een deel van het gebied heeft maaiveld, daar kan het water dat niet in het riool past over het maaiveld gaan stromen. Omdat de bui een hoge intensiteit had is er veel water naar het laagste punt gestroomd, de Geintunnel. Het water is in dit model wel heel hoog in Geintunnel komen te staan. Het water is daar 12 meter omhoog gegaan. Waar de grote hoogte van het water mee te maken heeft is onduidelijk en moeilijk uit te zoeken door de lange rekentijd, van meer dan 24 uur, van het model.



Figuur 7.4

7.2.5 Analyse van pompgegevens

Om te achterhalen of de pomp bij hevige neerslag en specifiek op 28 juli 2014 goed heeft gefunctioneerd zijn de pompgegevens en de waterstanden in de pompkelder van de afgelopen 6 jaar opgevraagd bij de beheerder. Om de hoeveelheid gegevens in te beperken zijn alleen de gegevens geanalyseerd van de dagen waarop een bui, zie tabel 4.3 met een hoge regenintensiteit en herhalingstijd is gevallen. In figuur 7.5 is een grafiek te zien met de gecombineerde gegevens van de pompen, de kelderwaterstand en de neerslag van 28 juli 2014. Te zien is dat wanneer er neerslag valt het even duurt voordat het water in de kelder is. Zodra het water in de kelder begint te stijgen gaan de pompen vlak na elkaar werken. Als op 28 juli rond 13.00 uur het heftig begint te regenen dan duurt het even voordat de pompen daarop reageren. Daarna staan de pompen tot in de avond te draaien. Vanaf 20.00 uur, op het moment dat de brandweer klaar is met pompen, begint het waterpeil in de kelder ook langzaam te dalen.



Figuur 7.5 Grafiek met gecombineerde gegevens van de pompen in de tunnel, de waterstand in de kelder en de neerslag.

8 Kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten

Oplossingsvarianten om wateroverlast bij extreme neerslag te voorkomen, dan wel te verkleinen, kunnen zowel bovengronds als ondergronds gezocht worden. In dit hoofdstuk worden een aantal kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten beschreven die wateroverlast rondom de Geintunnel kunnen voorkomen. Als eerste wordt een definitie gegeven van kosteneffectieve oplossingen en daarna wordt de definitie van duurzame oplossingen gegeven. Vervolgens worden de verschillende oplossingsvarianten benoemd. Uit deze lijst zijn een paar mogelijke oplossingen op hoofdlijnen uitgewerkt en beoordeeld op kosteneffectiviteit en duurzaamheidscriteria.

8.1 Definitie kosteneffectieve oplossingsvarianten

Kosteneffectiviteit is een relatief begrip en kan worden bepaald door verschillende oplossingen met elkaar te vergelijken. Onder kosteneffectieve oplossingsvarianten wordt in dit onderzoek oplossingen bedoeld die een redelijke verhouding hebben tussen het te bereiken doel en de hoogte van de kosten. In dit geval zal gekeken worden of de kosten opwegen tegen het beperken of het voorkomen van schade. De kosten die gemaakt zijn om de waterschade te herstellen dienen daarbij als maatstaf om de kosteneffectiviteit te bepalen. Daarbij moet opgemerkt worden dat de economische schade niet nader bepaald is. Logischerwijs lijkt het aannemelijk om het schade bedrag van € 22.445 te verdubbelen om tot een redelijk bedrag uit te komen van $2 \times € 22.445 = € 44.890$. Deze kosten mogen hooguit 1 x in de 50 jaar voorkomen.

8.2 Definitie duurzame oplossingsvarianten

Duurzaam is als iets lang meegaat en vraagt om vooruit te kijken. Duurzaamheid kan op allerlei gebieden worden toegepast zoals op het gebied van energie, in een manier van werken, in het gebruik van materialen enz. In dit onderzoek wordt onder duurzame oplossingsvarianten, de oplossingen verstaan die te maken hebben met de duurzame beleidsdoelen van de gemeente Amersfoort. Een duurzame oplossingvariant is doelmatig, gaat lang mee, kan een samenhang hebben met bv. watertekorten, en wordt waar mogelijk gecombineerd uitgevoerd met andere gebiedsgerichte projecten.

8.3 Mogelijke oplossingsvarianten

Om er voor te zorgen dat een hevige hoosbui zoals die van 28 juli 2014 geen (schade door) wateroverlast in de Geintunnel meer veroorzaakt zijn er zowel ondergronds als bovengrondse oplossingen mogelijk, o.a.:

- Vergrote rioolcapaciteit
- Vergrote pompcapaciteit
- Vergroten berging ondergronds (o.a. betonnen bak, kratten)
- Vergroten berging bovengronds (wadi's, waterplein, drijvende weg)
- Waterberging in de diepte
- Meer onverhard, meer groen
- Voorkomen dat hemelwater de tunnel inloopt (drempels, schotten, goten)
- Procesafspraken om schade te voorkomen
- Aanleg hogere stoepranden en ondieper maken van het wegdek
- Infiltratie(bv. wegdek of infiltratiekolken) boven de grond of ondergrondse constructies
- Waterschade gevoelige apparatuur beschermen tegen water



Figuur 8.1 Waterplein (<http://www.urban2020.nl>)

Uit bovenstaande opsomming is een selectie gemaakt van mogelijke oplossingsvarianten om wateroverlast in de Geintunnel in de toekomst te voorkomen. Deze oplossingen zijn geselecteerd omdat ze beeld kunnen geven van wat er op deze locatie mogelijk is. De geselecteerde oplossingen zijn alle in het Sobek 1D model op hoofdlijnen doorgerekend en getoetst op hun capaciteit. Daarna worden de oplossing en de mogelijkheid om wateroverlast en de overweging om eens in de zoveel jaar water op straat te accepteren, beoordeeld op kosteneffectiviteit en de duurzaamheidscriteria: doelmatigheid, levensduur, samenhang met bv. watertekorten, mogelijk gecombineerde uitvoer.

De volgende oplossingsvarianten zijn geselecteerd:

- Het vergroten van de pompcapaciteit
- Het vergroten van de berging (ondergronds of bovengronds)
- Het aanleggen van drempels

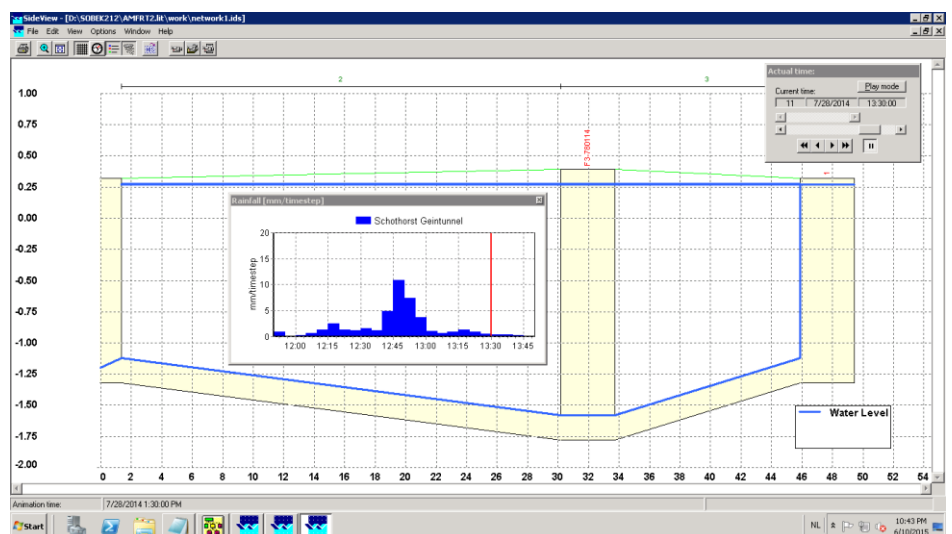
De oplossingen zijn berekend in het 1D Sobek model en getoetst aan de stroombanenkaart. Het is ook mogelijk om oplossingsvarianten met elkaar te combineren om tot een oplossingsvariant te komen. In de volgende beschrijving is alleen gekeken naar de benodigde capaciteit om met droge voeten door de Geintunnel te kunnen lopen.

Vergrote pompcapaciteit

Bij het analyseren van het hemelwatersysteem is duidelijk geworden dat de pompen van de Geintunnel onvoldoende capaciteit hebben om de tunnel droog te houden. Bij een bui van 1 x in de 2 jaar kan er al water op straat komen te staan. Een oplossing zou het vergroten van de pompcapaciteit kunnen zijn. Pompen met een capaciteit van 270 m³ / uur, dat is 4,5 x meer aan capaciteit dan dat de pompen nu tot hun beschikking hebben, zorgen ervoor dat de tunnel bij een hoosbui nagenoeg droog blijft. Voor maximaal 10 minuten zal een klein laagje water op het fietspad in de tunnel staan. Het voetpad blijft net droog. Een nadeel van zulke grote pompen is dat ze zelden aan hun capaciteit komen, waardoor ze sneller slijten. Verder zal naast het vergroten van pompcapaciteit ook de afvoerleiding van de pomp in diameter vergroot moeten worden willen de pompen hun capaciteit halen. Omdat het water vanuit de Geintunnel naar een ander stelsel wordt gepompt is het belangrijk om ook te kijken of het ontvangende stelsel de extra aanvoer kan verwerken. Beter zou zijn dat het Geintunnel direct kan lozen op het oppervlakte water waar meer berging aanwezig is.

Vergrote berging

Het vergroten van de berging kan zowel bovengrondse als ondergronds gebeuren. Daarnaast geeft het bergen van water mogelijkheden om het water her te gebruiken. Zie figuur 8.2 en bijlage XIV met een langsdoorsnede van het Geintunnel stelsel waarin 2 extra ondergrondse bergingen zijn geprojecteerd. Deze bergingen bevatten ieder 35 m³ voor tijdelijke opvang. Door deze extra bergingen zou de tunnel droog blijven bij een hoosbui zoals de bui van 28 juli 2014.



Figuur 8.2 Langsdoorsnede van het Geintunnel stelsel waarin 2 x een berging van 35 m³ is geprojecteerd.

Verkleinen waterafvoerend oppervlak

Door het verkleinen van het waterafvoerend oppervlak naar de Geintunnel, aan de kant van het Inputplein, door bv. de aanleg van drempels en lijngoten kan op een relatief simpele manier veel effect bereikt worden. Door er voor te zorgen dat het hemelwater aan de kant van De Hoef daar waar het valt, ook het riool in kan stromen, hoeft er geen wateroverlast meer in de tunnel plaats te vinden. Berekeningen met een aangepast waterafvoerend oppervlak laten zien dat van 13.10 u. tot 13.50 u. water op het fietspad staat. En bovendien staat er van 13.10 tot 13.30 ongeveer 5 cm water op het voetpad. Zie bijlage III voor de contouren van het aangepaste waterafvoerend oppervlak. Verder kan door nog een kleine berging te creëren of er voor te zorgen dat het waterafvoerend oppervlak nog verder wordt verkleind, gezorgd worden voor het behoud van droge voeten in de Geintunnel. Zelfs bij een hoosbui zoals die van 28 juli 2014.

8.4 Beoordeling oplossingen op kosteneffectiviteit en duurzaamheid

Om te beoordelen welke oplossingsvariant het meest kosteneffectief en duurzaam is, zijn de drie geselecteerde oplossingen samen met de mogelijkheid om 1x in de 10 tot 50 jaar schade te accepteren in tabel 8.1 gezet. Elke oplossing wordt beoordeeld op doelmatigheid, levensduur, samenhang met bv. watertekorten en mogelijkheden in gecombineerde uitvoer. Dit wordt gedaan door aan alle rubrieken plussen en minnen toe te kennen. Omdat de uitvoeringskosten van de mogelijke oplossingsvarianten niet beschikbaar zijn worden ook aan kosteneffectiviteit plussen of minnen toegekend.

Oplossingsvarianten	Kosteneffectief	Doelmatigheid	Levensduur	Samenhang	Gecombineerde uitvoer
Vergrote pompcapaciteit	+/-	+	+	-	+/-
Vergrote berging	-	+/-	+/-	+	+
Verkleinen afvoerend oppervlak	++	++	++	+	+
Accepteren van wateroverlast	+	+/-	+	-	-

Tabel 8.1 Multi criteria analyse geselecteerde oplossingsvarianten

Op basis van de bovenstaande vergelijking van de verschillende oplossingsvarianten kan geconcludeerd worden dat met het verkleinen van het afvoerend oppervlak het meeste resultaat wordt behaald tegen relatief de laagste kosten.

9 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk staat de conclusie van het onderzoek. Eerst worden de deelvragen beantwoord, dan de hoofdvraag en slotte wordt het onderzoek afgesloten met de aanbevelingen.

De hoofdvraag luidt:

Welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant kan (schade door) wateroverlast rondom de Geintunnel in Amersfoort in de toekomst voorkomen?

9.1 Conclusie

De eerste deelvraag is een vraag over de kenmerken van het onderzoeksgebied met betrekking tot de hemelwaterafvoer. De tunnel is het laagste punt in de omgeving waardoor er veel hemelwater naar de tunnel afstroomt. De gegevens over het rioolstelsel rond de Geintunnel zijn beperkt. Het is een gescheiden stelsel net als in de omliggende wijken. Waar de leidingen liggen is deels bekend. In de pompkamer van de tunnel staan 2 pompen met een capaciteit van 40 m³/u.

De tweede deelvraag gaat over de regenintensiteit en herhalingsdij van de hoosbui op 28 juli 2014. Om de intensiteit van de bui te bepalen is met zowel de 5 minuten als van uur gegevens van het KNMI gewerkt. De 5 minuten gegevens geven veel inzicht in hoeveel regen er in korte tijd is gevallen. Op basis van de 5 minuten gegevensanalyse is de intensiteit van te vergelijken met een bui die 1x per 10 jaar kan voorkomen. Op basis van de hoeveelheid neerslag die in 2 uur gevallen is ligt de herhalingsdij tussen de 1x in de 50 tot 100 jaar.

Om de derde deelvraag over het bepalen van de omvang van de wateroverlast in de Geintunnel op 28 juli 2014 te beantwoorden, is een inventarisatie gemaakt van de wateroverlast, de meldingen en de schade die door de wateroverlast veroorzaakt is. Daarin is naar voren gekomen dat de gemeente Amersfoort als beheerder geen meldingen van personen heeft binnen gekregen over wateroverlast. De brandweer heeft dat wel ontvangen en heeft de tunnel leeg gepompt. Dit is gedaan zonder overleg met de gemeente. Doordat de gemeente systeemkennis heeft, is het van belang dat in onderling overleg de tunnel leeg wordt gepompt. Door de waterschade is er overlast geweest en is er economische schade geleden. Een indicatie van de totale schade is naast de € 22.445 directe schade een belangrijk deel de economische schade.

De vierde deelvraag gaat over de relevante beleidskaders die zijn vastgesteld op het gebied van hemelwateroverlast in stedelijk gebied. De beleidskaders zijn vastgesteld in verschillende documenten. De gemeente heeft de zorgplicht om afvloeiend hemelwater, dat redelijkerwijs niet op particulier terrein kan worden verwerkt doelmatig in te zamelen en te verwerken. De gemeente heeft ook de zorgplicht om schade voor burgers en bedrijven zoveel mogelijk te beperken. De gemeente maakt onderscheid in verschillende vormen van wateroverlast. De gemeente heeft de ambitie dat ernstige materiële of economische schade 1 x per 50 jaar mag voorkomen. De geleden schade bij de Geintunnel valt onder deze beschrijving. Per locatie wordt bekeken hoe de ambities op een doelmatige manier gerealiseerd kunnen worden.

De vijfde deelvraag over de relevante knelpunten die een rol bij het veroorzaken van (schade door) wateroverlast in de Geintunnel in het hemelwaterafvoersysteem hebben gespeeld, is onderzocht met verschillende technieken met als standaardcriterium dat er geen water op straat mag staan bij standaardbui 08 uit de Leidraad voor riolering. Bij toetsing in het rioleringsmodel blijkt dat in de Geintunnel ook bij een standaardbui 08 water op straat komt te staan. Dit heeft te maken met dat er over een groter waterafvoerend oppervlak water afstroomt naar de tunnel dan bij het ontwerp van het stelsel werd verwacht. Vooral bij hevige regenval schiet de pompcapaciteit te kort en kan de hoeveelheid water in de tunnel te groot worden.

Voor de laatste deelvraag over welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvarianten kunnen worden toegepast is eerst vastgesteld wat de definitie van kosteneffectiviteit en duurzaamheid is. Van de

oplossingsvarianten zoals het vergroten van de pompcapaciteit, het vergroten van de berging bleek het verkleinen van het afvoerend oppervlak naar de tunnel de meest kosteneffectieve en duurzame oplossingsvariant. Daarnaast is het een optie om te accepteren dat 1 x in de 50 jaar waterschade op deze locatie kan optreden. Omdat de omvang van de geleden schade, sinds de bouw van het station en de tunnel in 1985, niet eerder is voorgekomen valt deze hemelwaterschade tot nu toe binnen de 1 x in de 50 jaar. Het is wel belangrijk om deze locatie te blijven monitoren op hemelwateroverlast en aanpassingen te doen als er weer ernstige wateroverlast optreedt.

De conclusie bij de hoofdvraag, 'Welke kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant kan (schade door) wateroverlast rondom de Geintunnel in Amersfoort in de toekomst voorkomen?' is dat er verschillende oplossingsvarianten mogelijk zijn. Het verkleinen van het waterafvoerend oppervlak richting de Geintunnel is de meest kosteneffectieve duurzame oplossingsvariant die schade door wateroverlast in de toekomst kan voorkomen.

9.2 Aanbevelingen

Om meer grip op en inzicht in de wateroverlast rond de Geintunnel te krijgen, is het aan te bevelen om verder onderzoek te doen naar bv. de grote van het waterafvoerend oppervlak, vooral bij hevige regenval. Ook is tijdens het onderzoek gebleken dat de riolering in de omgeving van het Inputplein bij hevige regen het water niet meer kan verwerken. Hierdoor stroomt er meer regenwater richting de Geintunnel. Uit de stroombanenkaart blijkt dat een grootdeel van het Inputplein afstroomt naar de tunnel via de trappen die naar de tunnel toe leiden.

Verder is het van belang om te beseffen dat ook na het realiseren van de voorgestelde verbeteringen de Geintunnel een kwetsbare plek zal blijven bij hevige regenval. Ook is het aan te bevelen dat de beheerder van de tunnel bij hevige regenval een keer in omgeving van de tunnel aanwezig is. Zo kan er worden gevolgd wat er gebeurd en kan er direct actie worden ondernomen door bv. zelf extra pompen in te zetten om schade te voorkomen. Door proces afspraken met de brandweer te maken over het elkaar informeren kan er snel en doelmatig gehandeld worden om schade zoveel mogelijk te voorkomen.

De inzet van het Sobek rioleringsmodel blijft in de toekomst een belangrijk hulpmiddel bij het voorspellen en analyseren van mogelijke wateroverlast locaties in Amersfoort. Omdat de gegevens in het huidige model verouderd zijn en in een aantal gevallen onvolledig is een update van het Sobek model aan te bevelen.

Bronvermelding

Literatuur

Buishand en Wijngaard, 2007. Regenduurlijnen voor korte neerslagduren van verschillende herhalingstijden.

Lobbrecht, A.H., Clemens, F. en Einfalt, T. (2012) Internationaal neerslag radarcomposiet gereed, vakblad H2O, Nr. 9, blz. 24-25

Gemeente Amersfoort (2005) Waterplan_Gemeente Amersfoort

Gemeente Amersfoort (2012) Gemeentelijk rioleringsplan, GRP-4-def-AMERSFOORT2012-2021

Gemeente Breda, 22 november 2011. Het hemel- en grondwaterbeleidsplan van de gemeente Breda, blz. 10

Stichting RIONED (2004), module C2100: Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren;

Stichting RIONED (2009), module C2150: Hydraulisch functioneren onder extreme omstandigheden

Stowa rapport 19 (2008). DE WATEROPGAVE IN DE STAD. Stowa, Utrecht 2008. Gemeente Amersfoort (1985)

Foto's

NS, 28 juli 2014. Foto's opgestuurd door Margriet Zegel werkzaam bij de NS op 23 april 2015

Benard Hubner, 10 april 2008. Het Inputplein voor de Geintunnel aan de kant van bedrijventerrein De Hoef. Gedownload op 25 mei 2014

Internet

AS Media (24 juli, 2014). *De Geintunnel bij station Schothorst ondergelopen door een hevige regenbui op 24 juli 2014* (Online afbeelding). Gedownload op 21 januari 2015, van <http://www.asmedia.nl/nieuwsitem/37639/ook-veel-wateroverlast-in-amersfoort-maanlander-amersfoort.html>

Archief Eemland, Luchtfoto Vlinder aan voorkant van station. (Bron: Archief Eemland). Gedownload op 24 mei 2015, van http://www.utrechtaltijd.nl/bekijken/detail/archief-eemland-beeldbank_AFT005001998?Q=station+schothorst&All=true

Archief Eemland, Geintunnel anno 1987. Gedownload op 24 mei 2015, van http://www.utrechtaltijd.nl/bekijken/detail/archief-eemland-beeldbank_05743

Archief Eemland, Geintunnel anno 2004. http://www.utrechtaltijd.nl/bekijken/detail/archief-eemland-beeldbank_92627 2004-07-20

Bestuursakkoord water. Gedownload op 22 mei 2015, <http://www.amersfoort.nl/4/water/Waterbeleid/Bestuursakkoord-Water-april-2011.pdf>

Brandweermeldingen. Geraadpleegd op 21 januari 2015, <http://drimble.nl/112/amersfoort/2684284/wateroverlast-in-amersfoort-brandweer-met-spoed-ter-plaatse.html>

Drimble. Geraadpleegd op 21 januari 2015, <http://drimble.nl/112/amersfoort/2684284/wateroverlast-in-amersfoort-brandweer-met-spoed-ter-plaatse.html>

Forum.hulpverlening. Geraadpleegd op 22 mei 2015, <http://forum.hulpverlening.nl/index.php?topic=9577.0>

Hydronet, Gegevens op basis van neerslagradar gecorrigeerd met KNMI stations. Gedownload op 30 april 2015, 1 mei 2015, 27 mei 2015 en 4 juni 2015

Nanouk twtrland (2014). Gedownload op 21 januari 2015

NBW-actueel (2008). Gedownload op 15 mei 2015, <http://www.helpdeskwater.nl/algemene-onderdelen/structuur-pagina/zoeken-site/@31137/nbw-actueel/> Nufoto.nl (2015) Wateroverlast foto's.

Geraadpleegd op 24 mei 2015, <http://www.nufoto.nl/fotos/482657/wateroverlast-bij-station-amersfoort-schothorst.html>

Nufoto.nl (2015) Wateroverlast foto's. Gedownload op 24 mei 2015, van <http://www.nufoto.nl/fotos/482657/wateroverlast-bij-station-amersfoort-schothorst.html>

Pauw, 2014. Schothorst, gefotografeerd op 28 juli 2014 om 18:24. Geraadpleegd op 22 mei 2015, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercedes_Benz_Integro_BV-LX-23,_Pauw_Vervoer_iov_NS,_Amersfoort_Schothorst_\(14767208341\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercedes_Benz_Integro_BV-LX-23,_Pauw_Vervoer_iov_NS,_Amersfoort_Schothorst_(14767208341).jpg)

Rijdendetreinen.nl (2015) Meldingen rijdendetreinen.nl. Geraadpleegd op 21 januari 2015, <http://www.rijdendetreinen.nl/storingen/8832-28-juli-2014-weersomstandigheden-amersfoort-schothorst-niet-bereikbaar-door-weersomstandigheden>

twitter.com/hashtag, Stationslift langer dan aangegeven datum buitengebruik 24 mei 2015. Gedownload op 24 mei 2015

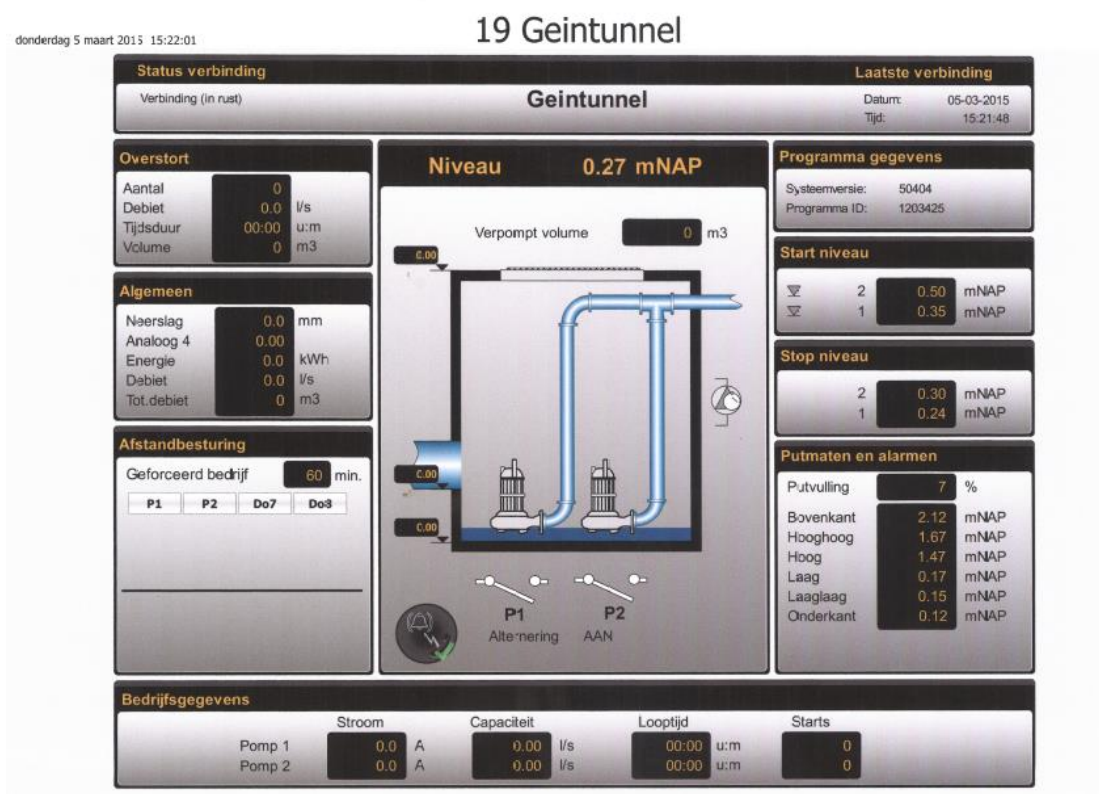
Vru brandweer. Geraadpleegd op 22 mei 2015, <http://www.vrubrandweer.nl/index.php/als-er-iets-aan-de-hand-is/wateroverlast-en-stormschade>

Waterwet. geraadpleegd op mei 22 mei 2015, http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/geldigheidsdatum_22-05-2015

Waterplein (2015), geraadpleegd op 10 juni 2015, <http://www.urban2020.nl/vijf-tips-voor-maatschappelijk-verantwoord-succes/>

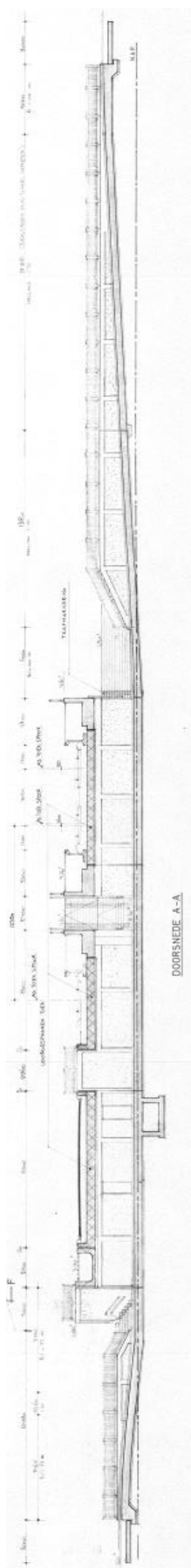
Bijlage I Pompgegevens

GEMALEN-SPECIFICATIE			DHV-GEMALENBEHEER		
naam gemaal	Tunnel Voorstad halte		jaar van	aanmaak	afschrijving
type gemaal	nat/droog	bouwkundig werk	1987	2047	
lokatie gemaal		mechanische installatie	1987	2012	
code gemaal	19	elektrische installatie	1987	2012	
Hoofdonderdeel		specificatie	toelichting		
BOUWKUNDIG WERK					
natte ruimte	bekleding	pompen/leiding droog			
		geen			
droge ruimte		geen			
schakelruimte		schakelkast/in droge ruimte			
traforuimte		geen			
luiken		1x			
hijswerktuig		hijsbalk/duurkat/takel 500 kg			
stankfilter		geen			
MECHANISCHE INSTALLATIE					
pompen	aantal	2 x RWA	EWW 3345.6		
	fabrikaat	Hidrostal	pomprnr. 27941/2		
	type	D3K-SJ-M-DNBSG-2,2-1,5			
	capaciteit	40 m³/h			
	1 pomp	40 m³/h			
	2 pompen				
	3 pompen				
	statische H	4 m			
	manometr. H	8 mWk			
	toerental	1420 RPM			
gewicht	150 kg				
overbrenging	waaiertype	1 kanaalsschroefcentrifugaal			
	fabrikaat	-			
	type	direct			
elektromotoren	fabrikaat	Hidrostal			
	type	gesloten uitvoering			
	vermogen	2,2 kW			
leidingwerk	spanning	380 V 50 Hz			
	toerental	1420 RPM			
	diameter	Ø 125			
afsluiters	materiaal	g.i.j.			
	fabrikaat	-			
terugslagklep	type	-			
	fabrikaat	HDL			
	type	balkeerkleppen			
ELEKTRISCHE INSTALLATIE					
type besturing	fabrikaat	drukopnemer			
		HW/LW/Th. beveiligd			
		Vega			
Vegamet/Vegasel					
aanloopinrichting		direct			
overige instrumenten		A-meter h-meter			



Figuur 1 Gegevens pomp 1 + 2 Geintunnel

Bijlage II Langsdoorsnede van de tunnel



Bijlage III Afvoerend verhardoppervlak

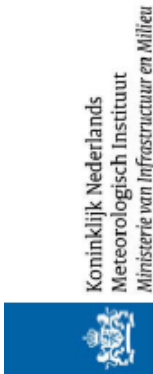


Figuur 1 Afvoerend oppervlak op basis van hoogte cijfers



Figuur 2 Afvoerend oppervlak aangepast

Bijlage IV Statistiek voor de neerslag KNMI



neerslagstatistiek

Voor duren korter dan 24 uur kan voor een willekeurige plaats in Nederland tabel 1 worden gebruikt.
Er zijn geen plaatselijke verschillen binnen Nederland aangegeven voor deze duren.

Voor duren van 1 etmaal of langer dient rekening gehouden te worden met regionale verschillen en geldt tabel 2.
De gebieden, waar de neerslagregimes L, G, H en H+ heersen, zijn weergegeven in de figuur op de volgende bladzijde.

Tabel 1
Hoeveelheid neerslag (in mm) gedurende een gegeven aantal minuten of uren met de frequentie van overschrijding
(geen verschillen binnen Nederland aangegeven).

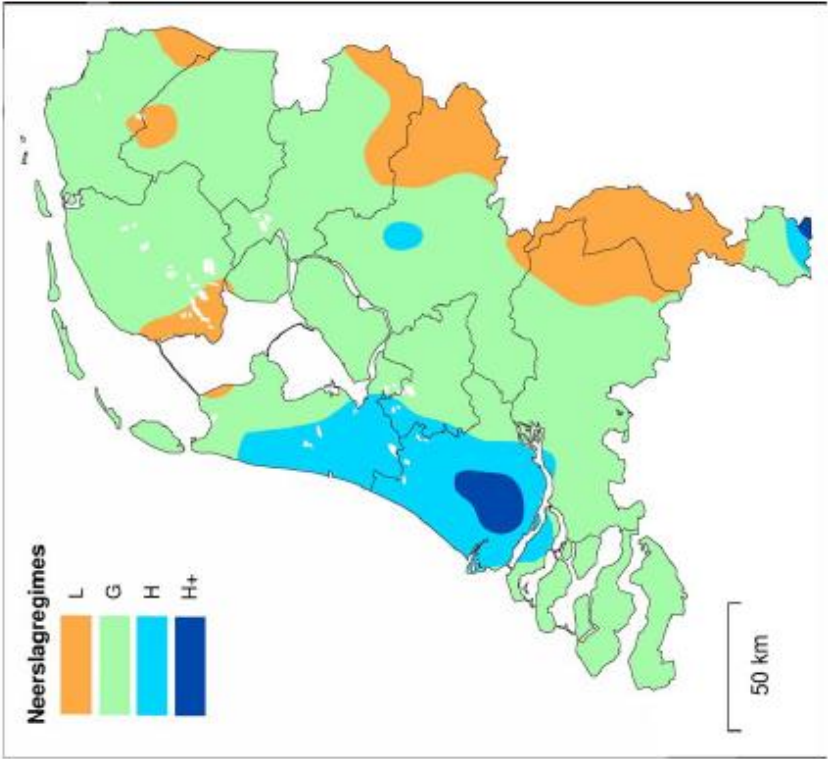
	minuten					uren				
	5	15	30	60		2	4	6	8	12
10 x per jaar	-	3	4	5		7	9	11	12	13
5 x per jaar	-	4	6	7		10	12	14	15	17
2 x per jaar	4	6	8	10		13	16	19	20	23
1 x per jaar	5	9	11	14		17	21	23	24	27
1 x per 2 jaar	7	11	14	18		21	25	27	29	32
1 x per 5 jaar	9	15	19	23		26	31	34	36	40
1 x per 10 jaar	11	18	23	27		31	36	39	41	46
1 x per 20 jaar	12	21	27	32		35	41	45	47	52
1 x per 50 jaar	15	26	32	38		42	49	53	56	61
1 x per 100 jaar	17	29	37	43		48	55	59	62	68

Tabel 2
Hoeveelheid neerslag (in mm) gedurende een gegeven aantal etmalen met de frequentie van overschrijding voor de verschillende neerslagregimes volgens de kaart op de volgende bladzijde.

	L							G							H							H+						
	1	2	4	7	10			1	2	4	7	10			1	2	4	7	10			1	2	4	7	10		
	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen	etmalen
10 x per jaar	14	18	-	-	-	-	-	15	19	-	-	-	-	-	16	21	-	-	-	-	-	17	22	-	-	-	-	-
5 x per jaar	20	24	42	54	63	-	-	21	26	45	55	66	-	-	23	28	49	63	73	-	-	24	30	51	66	78	-	-
2 x per jaar	26	33	46	54	64	74	-	28	35	48	56	66	80	-	30	38	48	56	66	80	-	32	40	50	59	70	81	-
1 x per jaar	31	38	50	56	66	76	86	33	41	53	60	70	82	91	35	44	55	62	72	83	94	38	47	58	67	78	91	-
1 x per 2 jaar	36	45	56	61	71	81	91	39	48	60	67	78	91	101	42	52	63	70	81	93	104	44	55	66	75	87	101	-
1 x per 5 jaar	44	54	66	71	82	92	102	47	58	71	78	91	105	115	51	63	77	85	98	113	124	54	66	81	90	103	120	-
1 x per 10 jaar	50	60	74	81	92	103	113	54	65	80	88	101	116	127	58	70	86	95	109	125	136	62	74	91	100	113	130	-
1 x per 20 jaar	57	68	83	90	101	112	123	61	73	89	100	114	129	141	66	79	96	106	121	138	150	70	83	101	112	126	141	-
1 x per 50 jaar	66	78	93	101	112	124	136	71	84	100	111	126	141	154	77	91	108	119	134	149	162	81	96	114	126	141	154	-
1 x per 100 jaar	73	86	101	118	133	148	163	79	92	109	127	143	159	174	85	99	118	129	145	160	175	90	105	124	136	154	163	-

Voorbeeld
In een tijdruimte van 60 minuten is gemiddeld eens in de 2 jaar een neerslaghoeveelheid van minstens 18 mm te verwachten.
In een tijdruimte van 7 etmalen is gemiddeld eens in de 2 jaar een neerslaghoeveelheid van minstens 71 mm te verwachten
voor een plaats in het gebied met regime L tot minstens 87 mm voor een plaats in het gebied met regime H+.

toelichting op de neerslagstatistiek



Neerslagregimes in Nederland volgens Buishand, T.A., R. Wilderda en J.B. Wijngaard, 2009

Bronnen

Voor de kortere durven (2 uur of minder):

- Buishand, T.A., J.B.M. van Acker en H. van Lijltselaar, 1991. Analyse van kwartiersommen van de neerslag. H.O. 24, 204-299.
- Buishand, T.A. en J.B. Wijngaard, 2007. Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren. Technical Report TR-295, KNMI, De Bilt.

De gegevens voor overschrijdingsfrequenties voor durven van 4 uur of langer zijn afkomstig uit:

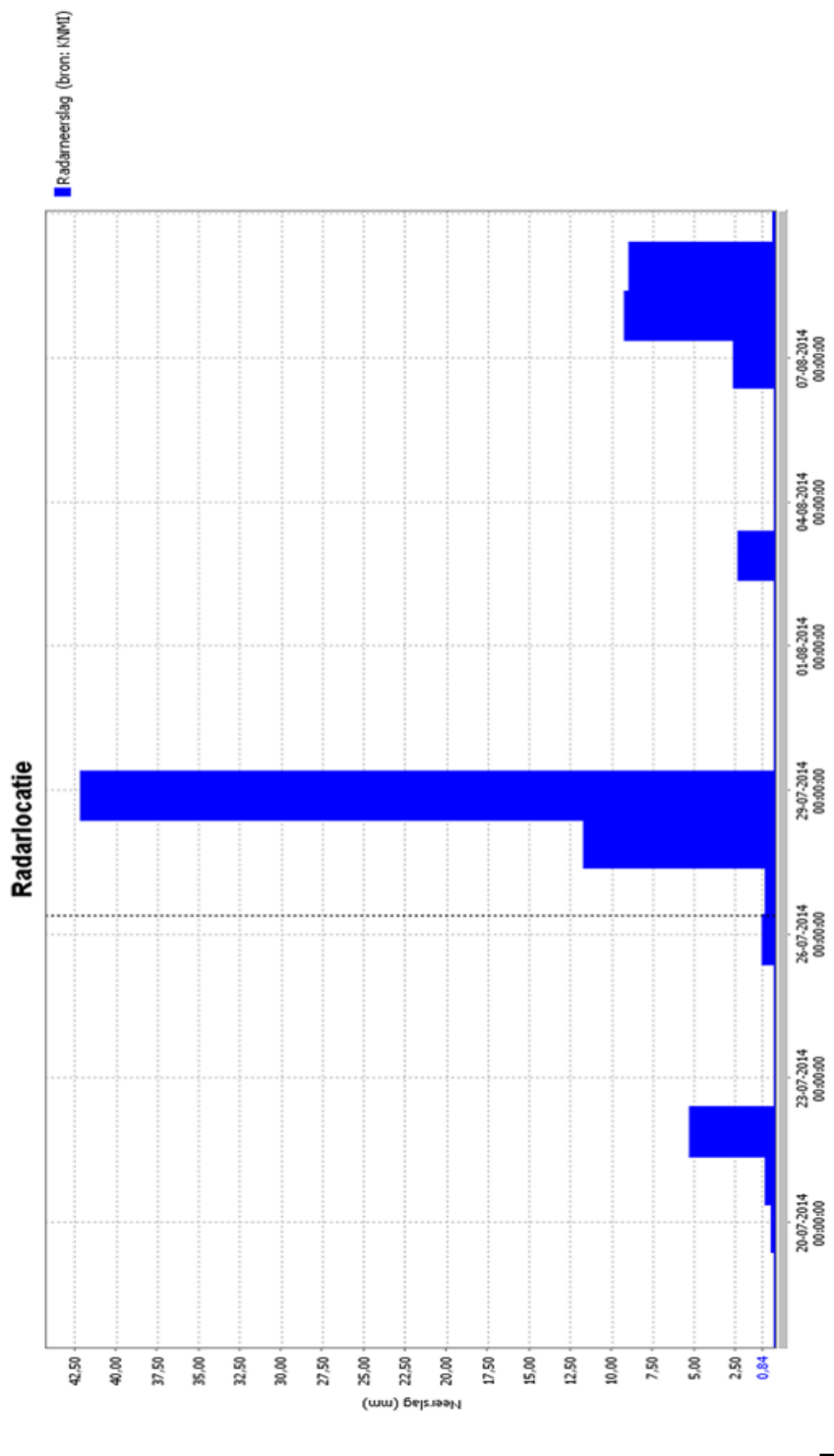
- Smits, A., J.B. Wijngaard, R.P. Versteeg en M. Kok, 2004. Statistiek van extreme neerslag in Nederland. STOWA publicatie 2004-26, STOWA, Utrecht.
- Buishand, T.A., R. Wilderda en J.B. Wijngaard, 2009. Regionale verschillen in extreme neerslag. Scientific report WIR 2009-01, KNMI, De Bilt.

Versie: april 2009

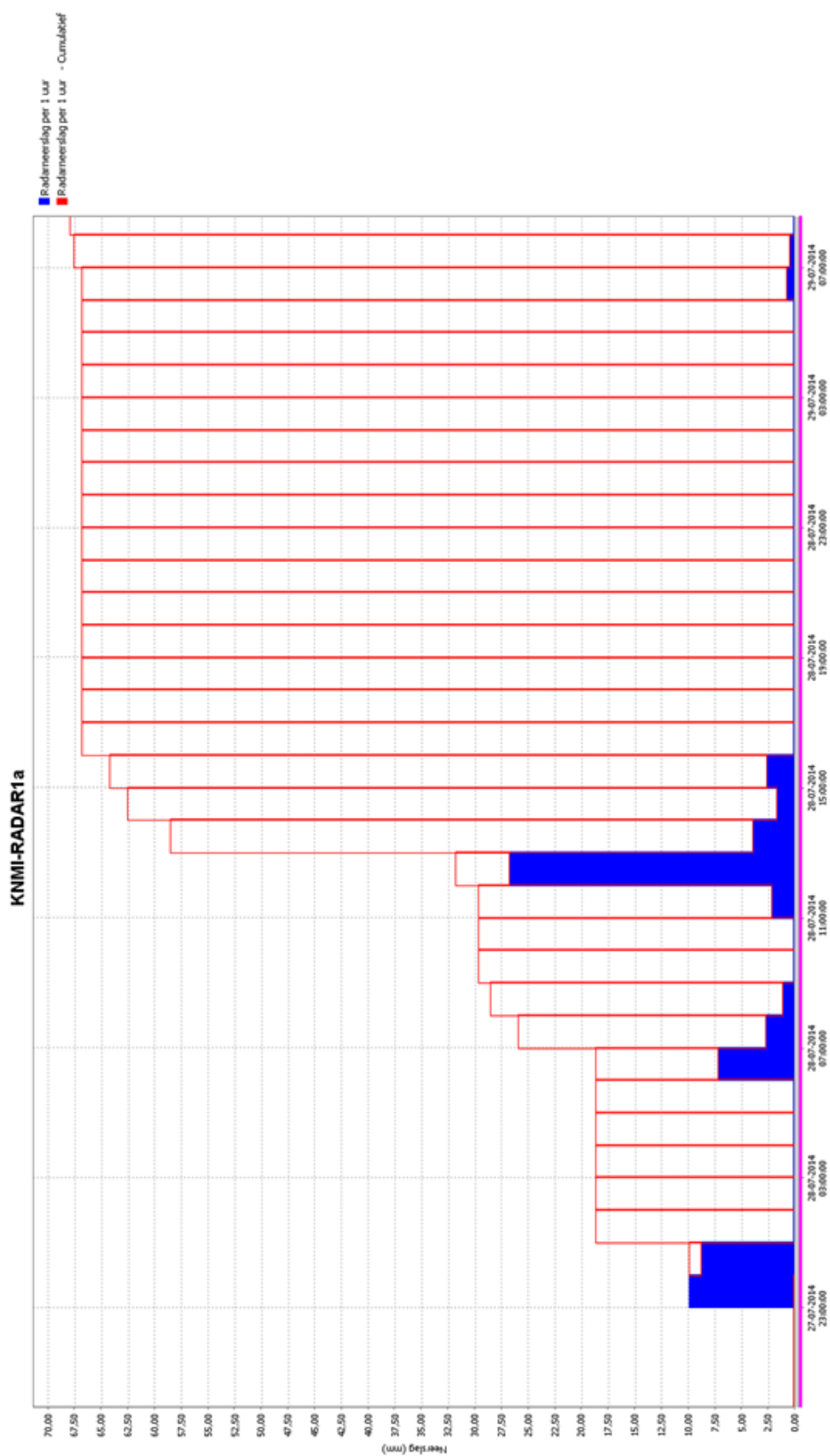
KNMI
 Bezoedlades
 Utrechtseweg 297
 3721 GA De Bilt
 Postbus 201
 3730 AE De Bilt
 T 030-220 69 11
 F 030-221 04 07
 www.knmi.nl

Datum
 2 december 2014

Bijlage V Radar uur neerslaggegevens

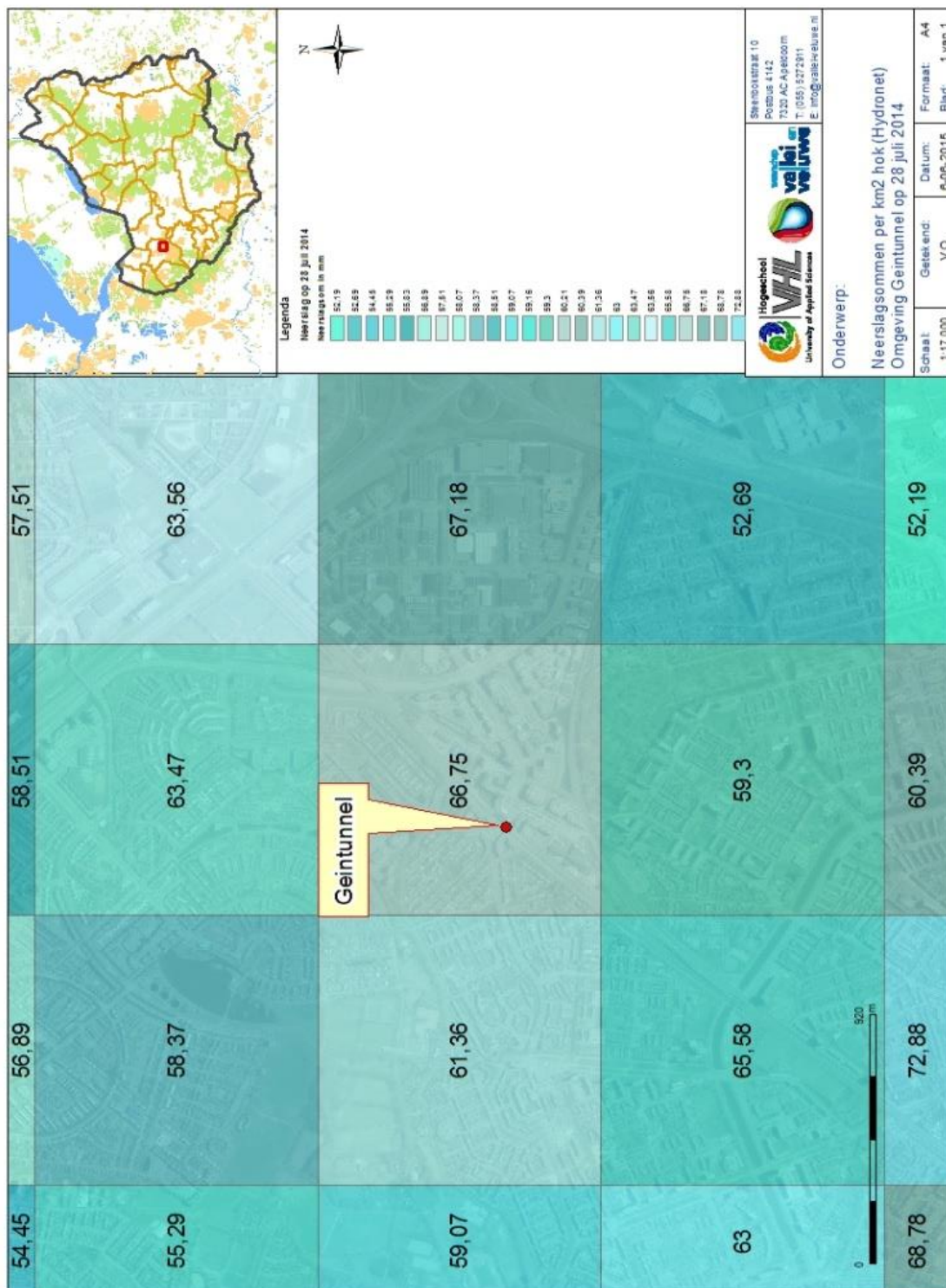


Figuur 1 Radarneerslag 28 juli 2014 per uur



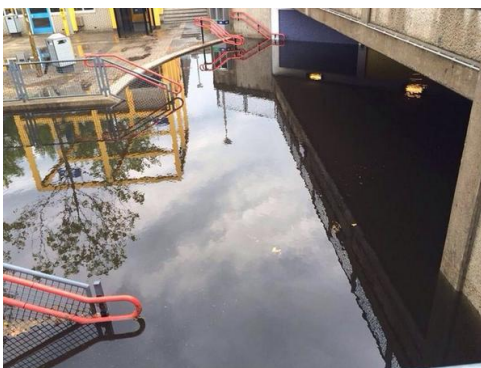
Figuur 2 Radarneerslag cumulatief per uur op 28 juli 2014

Bijlage VI Neerslagbeeld met van de som aan neerslag

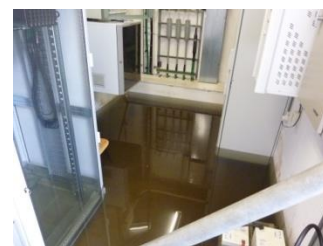
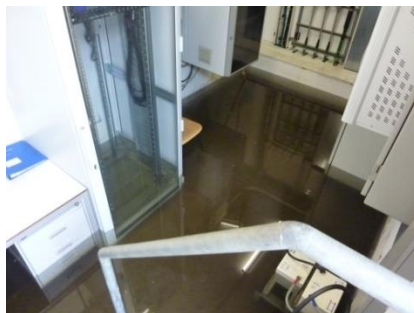


Bijlage VII Foto's wateroverlast

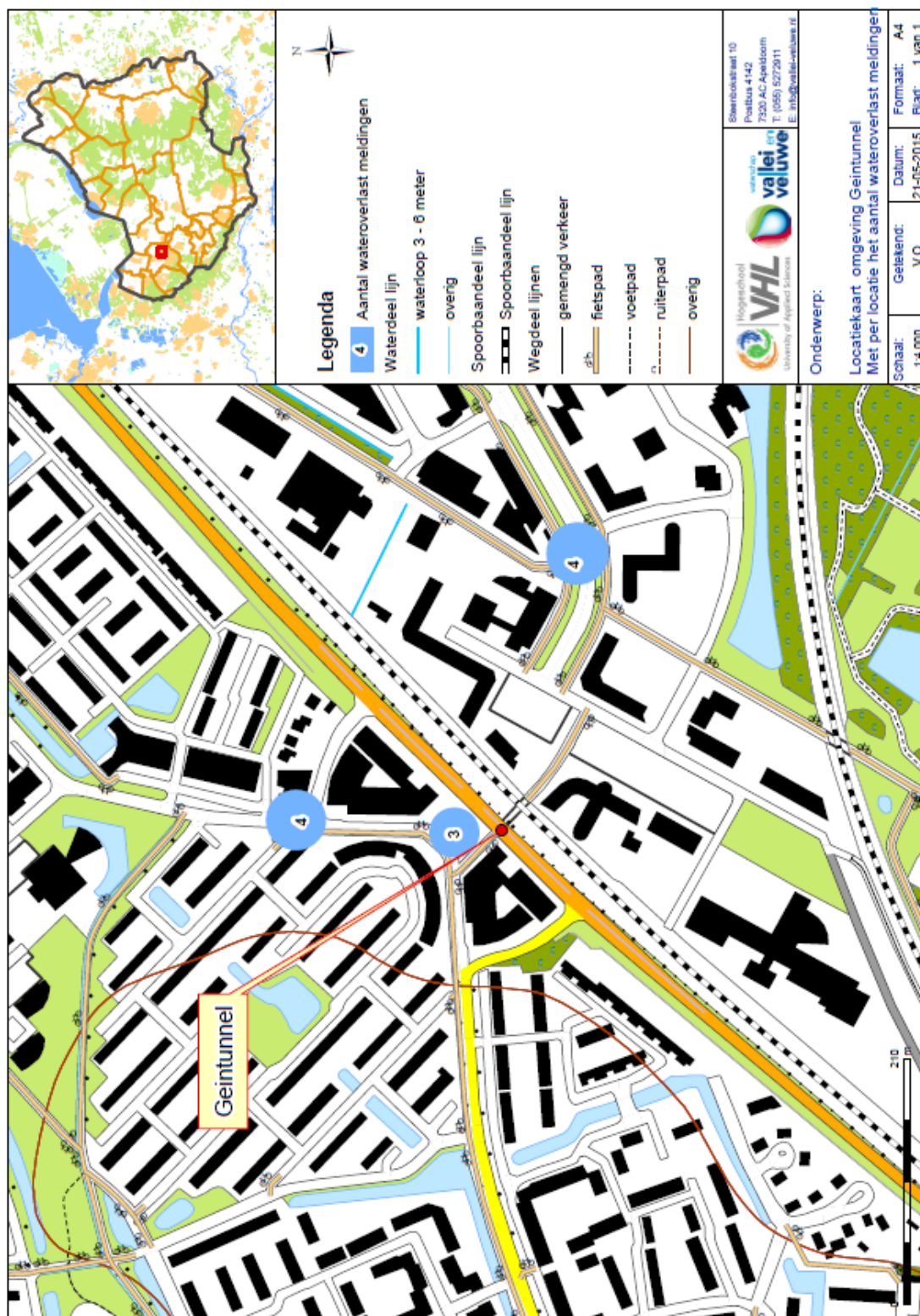
Station Schothorst. Fotos: [AS Media](#) en onbekende fotografen die foto's op internet hebben geplaatst



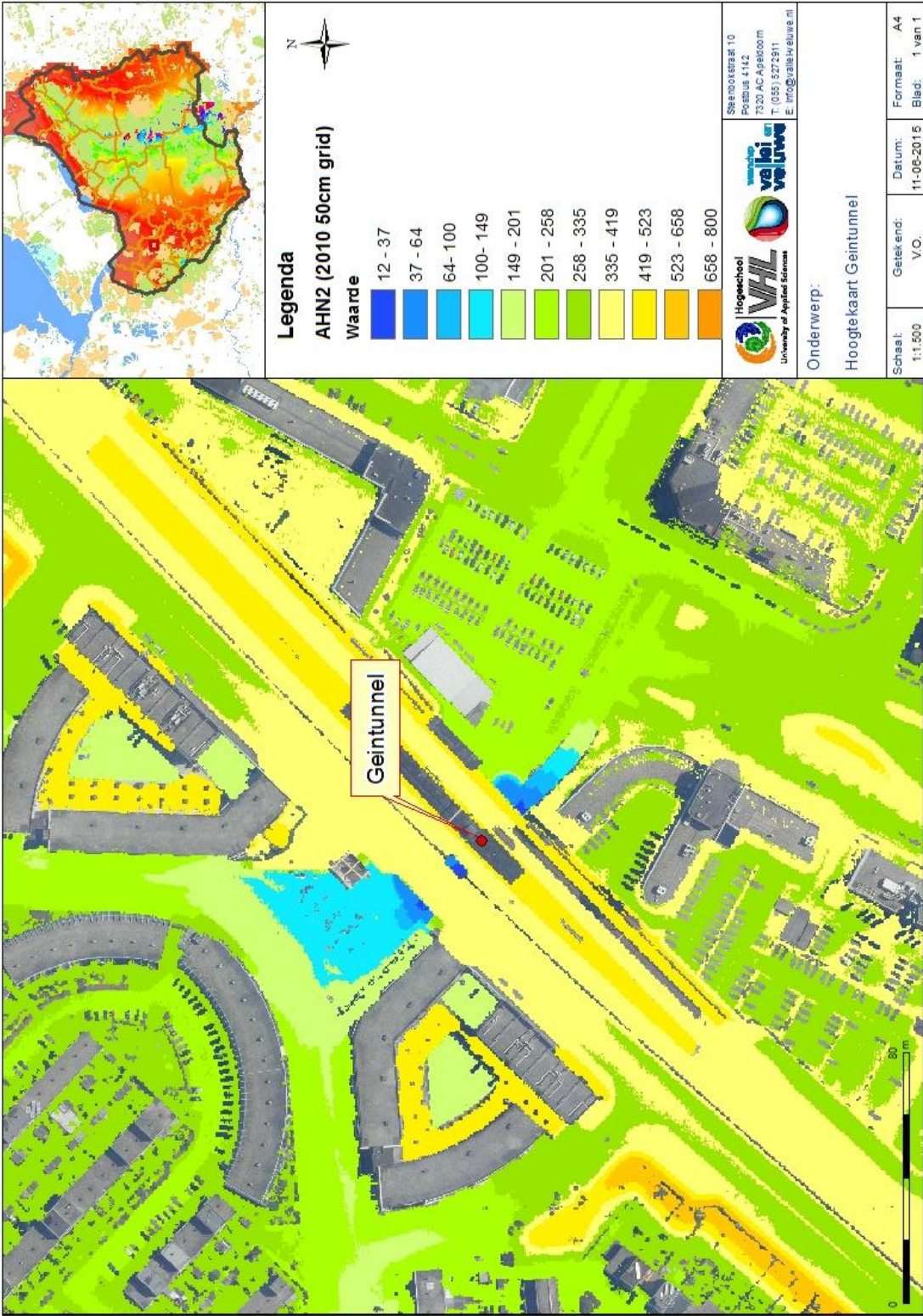
Foto's afkomstig van de NS



Bijlage VIII Meldingen overzichtskaart



Bijlage IX Hoogtekaart omgeving Geintunnel



Bijlage X Beleidskaders op landelijk niveau

In deze bijlage zijn de meest relevante hoofdlijnen, voor het onderzoek, uit de Waterwet, het Nationaal Bestuursakkoord Water, Het Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel en het Bestuursakkoord Water weergegeven.

Waterwet

(Tekst geldend op: 01-05-2015)

Artikel 3.5

1. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor een doelmatige inzameling van het afvloeiend hemelwater, voor zover van degene die zich daarvan ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen, redelijkerwijs niet kan worden gevergd het afvloeiend hemelwater op of in de bodem of in het oppervlaktewater te brengen.
2. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen tevens zorg voor een doelmatige verwerking van het ingezamelde hemelwater. Onder het verwerken van hemelwater kunnen in ieder geval de volgende maatregelen worden begrepen: de berging, het transport, de nuttige toepassing, het, al dan niet na zuivering, terugbrengen op of in de bodem of in het oppervlaktewater van ingezameld hemelwater, en het afvoeren naar een zuiveringstechnisch werk.

http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/Hoofdstuk3/1/Artikel35/geldigheidsdatum_15-05-2015 bekeken op 15 mei 2015

Nationaal Bestuursakkoord Water (juli 2003)

Ten aanzien van de benodigde afspraken en maatregelen voor het op orde brengen en houden van het watersysteem:

Artikel 1 Doel en aanpak

1. Het NBW heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden anticiperend op veranderende omstandigheden, zoals onder andere de verwachte klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en toename van verhard oppervlak.
2. Het NBW bevat taakstellende afspraken ten aanzien van veiligheid en wateroverlast (te veel) en procesafspraken ten aanzien van watertekorten, verdroging, verzilting (te weinig), water(bodem)kwaliteit, sanering waterbodems (in lijn met het Tien jaren scenario) (te vies) en ecologie (ecologisch te arm water).
3. De aanpak en uitvoering van maatregelen vindt gefaseerd plaats. Uitwerking van veiligheid en het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk, ook gelet op de financiële middelen, plaats in een integrale werkwijze waarbij de aanpak van watertekorten, tegengaan van verdroging en verdere verbetering van de waterkwaliteit worden betrokken. Ook zijn er goede mogelijkheden om de uitvoering te combineren met plannen op andere beleidsterreinen- zoals de reconstructie van het landelijk gebied, de aanleg van de ecologische hoofdstructuur, winning van oppervlaktedelfstoffen, landinrichting en overige gebiedsgerichte projecten, cultuurhistorie, woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen en infrastructuur- en rekening te houden met vogel- en habitat-richtlijnen.

Artikel 16 Communicatie

44. Provincies, gemeenten, waterschappen en het Rijk spannen zich in de burgers en bedrijven duidelijk te informeren over de mogelijkheden van beperking van wateroverlast als gevolg van inundatie uit het oppervlaktewater, hemelwater, de riolering en het grondwater, wat ter zake van

hen wordt verwacht, welke schaderegelingen er bestaan en hoe de verantwoordelijkheden van burgers, bedrijven en overheden zijn verdeeld. Organisatorisch wordt gestreefd naar één loket per regio.

Bijlage 1: Uitgangspunten

De volgende gemeenschappelijke uitgangspunten zijn in de Startovereenkomst voor het integrale waterbeleid van de 21^e eeuw geformuleerd:

- Bij het uitwerken van oplossingen voor veiligheid en wateroverlast wordt naast technische maatregelen tevens gebruik gemaakt van ruimtelijke maatregelen.
- Uitwerking van veiligheid en het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk plaats in een integrale werkwijze waarbij de aanpak van watertekorten, tegengaan van verdroging en verdere verbetering van de waterkwaliteit worden betrokken. Ook zijn er goede mogelijkheden om de uitvoering te combineren met wensen op andere beleidsterreinen, zoals de reconstructie van het landelijk gebied, de aanleg van de ecologische hoofdstructuur, winning van oppervlaktedelfstoffen, landinrichting en overige gebiedsgerichte projecten, woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen. Ook onder droge en normale omstandigheden dient water zo lang mogelijk vastgehouden te worden. Het doel hiervan is verdroging te voorkomen, ook in aangrenzende regio's, en waar nodig gelet op de waterkwaliteit het inlaten van gebiedsvreemd water te beperken.

<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/nationaal/@1280/nationaal/> bekeken op 22 mei 2015

HET NATIONAAL BESTUURSAKKOORD WATER-actueel (2008)

Aan de hand van de evaluatie van het Nationaal Bestuursakkoord water is besloten dat er door nieuwe ontwikkelingen aanvullingen op het akkoord nodig zijn.

Artikel 1. Doel, aanpak en tijdshorizon WB21 en KRW

1. Het NBW heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden zodat problemen met wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit zoveel mogelijk worden voorkomen. In specifieke zin betekent dit:

b. Voor het bestaand stedelijk gebied geldt dat in wijken waar onacceptabele wateroverlast optreedt deze wateropgave die in het gebiedsproces worden overeengekomen inclusief de rioleringsopgave voor 2015 door gemeenten en waterschappen is aangepakt, waarbij ook de waterkwaliteitsopgave wordt meegenomen. In het gebiedsproces wordt eveneens overeengekomen waar geen sprake is van een urgente opgave. Hiervoor geldt dat de opgave uiterlijk in de periode tot en met 2027 wordt uitgevoerd door gemeenten en waterschappen.

Artikel 4. Stedelijke wateropgave

1. De stedelijke wateropgave bestaat uit: de aanpak van wateroverlast door overstromend oppervlaktewater, de aanpak van de wateroverlast in relatie tot rioolcapaciteit en de aanpak van grondwateroverlast. Gemeenten stellen daarbij de doelen vast voor riolering en grondwater.

4. Bij het zoeken naar maatregelen ter voorkoming van overlast, maken gemeenten een afweging tussen enerzijds maatregelen aan het riool en anderzijds maatregelen via de inrichting van het stedelijk gebied en de openbare ruimte. Hierbij staat een risicobenadering centraal waarbij risico's verminderd kunnen worden door óf de kans op overlast óf door het effect van overlast te verminderen. Kosteneffectiviteit en duurzaamheid zijn hierbij het uitgangspunt.

Artikel 11. Verzekeren

Burgers en bedrijven hebben een eigen verantwoordelijkheid om schade als gevolg van wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen c.q. te beperken. Naast de eigen verantwoordelijkheid hanteren de overheden de volgende drietrapsstrategie ten einde deze schade voor burgers en bedrijven zo veel mogelijk te beperken: toepassing van de zorgplicht, vervolgens het verzekeraar maken van wateroverlastschade en tenslotte kan het Rijk de Wet tegemoetkoming schade bij rampen en zware ongevallen (WTS) van toepassing verklaren.

Bijlagen bij het NBW**Bijlage 1: Uitgangspunten**

De volgende gemeenschappelijke uitgangspunten zijn in de Startovereenkomst voor het integrale waterbeleid van de 21^e eeuw geformuleerd:

- Bij het uitwerken van oplossingen voor veiligheid en wateroverlast wordt naast technische maatregelen tevens gebruik gemaakt van ruimtelijke maatregelen.
- Uitwerking van veiligheid en het voorkomen van wateroverlast vindt waar nodig en mogelijk plaats in een integrale werkwijze waarbij de aanpak van watertekorten, tegengaan van verdroging en verdere verbetering van de waterkwaliteit worden betrokken. Ook zijn er goede mogelijkheden om de uitvoering te combineren met wensen op andere beleidsterreinen, zoals de reconstructie van het landelijk gebied, de aanleg van de ecologische hoofdstructuur, winning van oppervlaktedelfstoffen, landinrichting en overige gebiedsgerichte projecten, woningbouw en de aanleg van bedrijventerreinen. Ook onder droge en normale omstandigheden dient water zo lang mogelijk vastgehouden te worden. Het doel hiervan is verdroging te voorkomen, ook in aangrenzende regio's, en waar nodig gelet op de waterkwaliteit het inlaten van gebiedsvreemd water te beperken.

<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/nationaal/@1280/nationaal/> bekeken op 22 mei 2015

Bestuursakkoord Water (mei 2011)

Gemeenten zijn verantwoordelijk voor het rioleringsbeheer en hebben de zorgplichten voor overtollig hemelwater, afvalwater en grondwater in de bebouwde omgeving. Ze formuleren het beleid voor deze zorgplichten en voeren de taken uit. Gemeenten kennen sinds 1993 een Gemeentelijk Rioleringsplan en daarmee een verplicht assetmanagement. Het inspecteren en onderhouden is een standaard beheeractiviteit.

<http://www.amersfoort.nl/4/water/Waterbeleid/Bestuursakkoord-Water-april-2011.pdf> bekeken op 22 mei 2015

Bijlage XI Beleidskaders op gemeentelijk niveau

In deze bijlage zijn de meest relevante hoofdlijnen, voor het onderzoek, uit het Waterplan Amersfoort en het Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 -2021 weergegeven.

Waterplan

3 WATERVISIE AMERSFOORT 2030

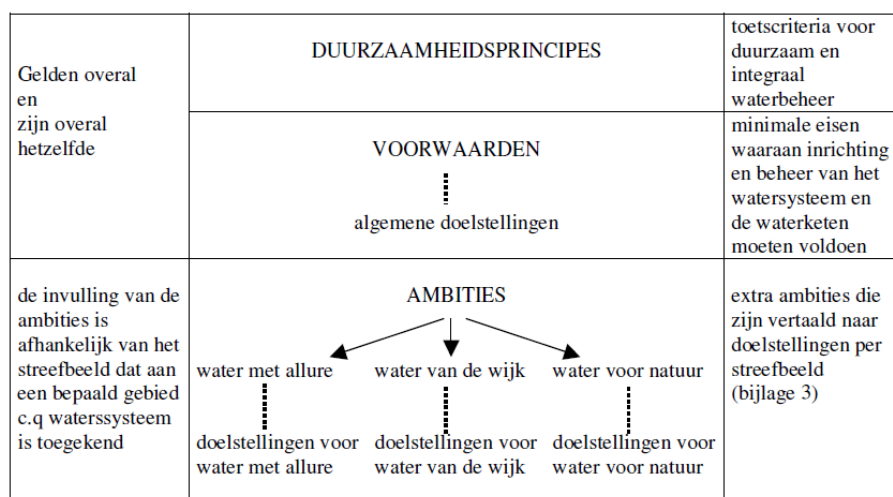
De Watervisie Amersfoort 2030 beschrijft de situatie in Amersfoort zoals deze in 2030 volgens de visie van de gemeente, het waterschap en het waterbedrijf zal zijn. De visie betreft enerzijds de feitelijke conditie van het watersysteem (en de waterketen) en de wijze van beheer in 2030 en anderzijds de wijze van (samen) werken om dit te bereiken en in stand te houden. De visie omvat voorwaarden en ambities. De voorwaarden zijn de minimale eisen die aan het watersysteem en de waterketen worden gesteld. De ambities zijn de “extra’s”. De ambities zijn voor verschillende deelsystemen in de stad verschillend uitgewerkt door het toekennen van streefbeelden. Met deze streefbeelden worden verschillende accenten gelegd.

Zo zijn de volgende streefbeelden onderscheiden en toegekend aan verschillende delen van de stad:

- *Water met allure*, met het accent op de beleefswaarde en cultuurhistorie,
- *Water van de wijk*, waar de mens centraal staat en de natuur en/of cultuurhistorie lokaal meer kansen krijgt, en
- *Water voor natuur*, met het accent op de natuurwaarde.

Hierna volgt eerst een meer kwalitatieve beschrijving van de visie, in hoofdstuk 4 is de visie vertaald naar meetbare doelstellingen. Belangrijke basis voor de visie zijn de duurzaamheidsprincipes, de zogenaamde tien van Amersfoort. Zij kunnen tevens worden gezien als onderdeel van de visie. De duurzaamheidsprincipes zijn criteria die in iedere planfase nagelopen worden om te bezien of nog wordt voldaan aan de hoofddoelstelling: komen tot duurzaam en integraal waterbeheer in Amersfoort.

De samenhang tussen de begrippen wordt verduidelijkt in onderstaande figuur.



Duurzaamheidsprincipes, de tien van Amersfoort

Voor de uitwerking van het begrip duurzaam waterbeheer zijn voor Amersfoort 10 duurzaamheidsprincipes opgesteld. Deze gelden als uitgangspunt voor het waterbeheer in Amersfoort nu en in de toekomst. Ze kunnen worden gezien als de tien geboden van ‘duurzaam waterbeheer’ in Amersfoort:

1. Voorkom overlast.

Veiligheid staat voorop nu en in de toekomst: bescherming tegen overstromingen en voorkómen van wateroverlast, ook bij een veranderend klimaat. Maar ook overlast in de vorm van verdroging of vervuiling van de omgeving moet worden voorkomen.

2. Zorg voor een inrichting en beheer die horen bij de functie.

Houd bij de inrichting en het beheer van het watersysteem rekening met de functies die het systeem vervult en de eisen die deze functies stellen. Een woonfunctie, een natuurfunctie, een afvoerfunctie of een functie voor de bereiding van drinkwater in een gebied stellen ieder andere eisen aan bijvoorbeeld vormgeving, waterpeilen, waterkwaliteit en aan de fluctuaties daarin.

3. Houd wat schoon is schoon.

Een bronaanpak gaat voor een effectaanpak. Dit betekent bijvoorbeeld dat bewuste keuzes worden gemaakt bij de toepassing van materialen in de bouw en in de openbare ruimte (geen gebruik van uitlogende materialen) en bij de onkruidbestrijding en de toepassing van gladheidsbestrijdingsmiddelen.

Bij de inrichting van het watersysteem en de waterketen worden de principes “schone en vuilewaterstromen gescheiden houden” en “water stroomt van schoon naar vuil” gehanteerd.

4. Houd de waterbalans gesloten.

Ga zuinig om met water. Waterconservering gaat boven wateraanvoer. Ook mag de afvoer vanuit een bepaald gebied niet leiden tot wateroverlast in een benedenstrooms gebied. Infiltreer waar mogelijk.

5. Sluit aan bij (natuurlijke) processen en kansen.

Maak gebruik van de locale waterkwaliteit, bodemgesteldheid, topografie, (geo)hydrologie en ecologie. Laat bijvoorbeeld in hellende gebieden het water infiltreren of vertraagd afstromen en laat het water in lagere, vlakke delen circuleren. En laat bijvoorbeeld het watersysteem in de stad, met de daarin aanwezige natuur- en gebruikswaarden, goed aansluiten op aanwezige waarden in het gebied rondom de stad. Dit is ook uitgangspunt in de Beleidsvisie Groenblauwe Structuur.

6. Behoud en versterk de aanwezige waarden.

Behoud en versterk de belevingswaarde, natuurwaarde en de gebruikswaarde door waterhuishoudkundige, ecologische en recreatieve functies en verbindingen te behouden en te versterken. Maak water meer zichtbaar en de functies van het water herkenbaar.

7. Zorg voor (multi)functionaliteit, flexibiliteit en beheer(s)baarheid.

Bij het ontwerp van watersysteem en waterketen moet rekening worden gehouden met meervoudig gebruik van water en ruimte en veranderingen daarin in de toekomst. Zowel op korte als lange termijn moet het systeem beheer(s)baar zijn; in het systeem mogen geen moeilijk beheerbare trends aanwezig zijn, zoals voortgaande verontreiniging van waterbodems en grondwater. Het systeem moet stabiel zijn doordat het relatief ongevoelig is voor calamiteiten en/of zichzelf snel herstelt.

8. Wentel problemen niet af.

Wentel problemen niet af naar een ander gebied, een andere organisatie of een volgende generatie. Ieder heeft een eigen verantwoordelijkheid.

9. Werk samen.

Sommige taken, zoals de zorg voor natuur en recreatie, vallen niet onder de verantwoordelijkheid van één organisatie, maar zijn een gedeelde verantwoordelijkheid van alle bij het waterbeheer betrokken organisaties. Een gezamenlijke aanpak met een heldere verdeling van taken is hierbij sleutelwoord.

10. Houd het waterbeheer betaalbaar.

Het watersysteem en de waterketen dienen op een maatschappelijk aanvaardbaar niveau te functioneren tegen blijvend aanvaardbare kosten. Het waterbeheer moet in Amersfoort zowel organisatorisch als technisch zo zijn ingericht dat de betrokken organisaties tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten hun taken kunnen

uitoefenen. Hierbij wordt rekening gehouden met de financiële en technische levensduur van bestaande voorzieningen en met een maatschappelijk verantwoorde kostenontwikkeling.

Ambities

Ambitie 1: een grotere belevingswaarde en meer gebruiksmogelijkheden voor Amersfoorters

Water is zichtbaar en krijgt een grotere belevingswaarde

Het water heeft een grotere belevingswaarde: water is leuk! Het open water is aantrekkelijk en heeft meerwaarde voor de stad en voor de leefomgeving van haar inwoners. We willen het water en de functies van het water meer 'in de kijker' brengen door het water en zijn functies van berging (door bijvoorbeeld wisselende peilen) en afvoer (door stroming) zichtbaar en beleefbaar te maken. Ook hemelwater kan bijvoorbeeld zichtbaar worden afgevoerd via open goten. We willen er voor zorgen dat waterpartijen (weer) zichtbaar worden door gericht groenbeheer van de oeverzone. Ook willen we de bereikbaarheid verbeteren met bijvoorbeeld (vis)steigertjes. Op bijzondere plekken is er ruimte voor een educatieve functie door het plaatsen van informatiepanelen, waaronder bijvoorbeeld het aanduiden van aanwezige (bijzondere) plantensoorten.

Ambitie 4: een duurzaam gebruik en beheer

Zuinig met grondwater

Voor laagwaardige toepassingen, zoals gietwater en proceswater, streven we naar de inzet van hemelwater of oppervlaktewater zonder dat daarbij de verdroging toeneemt.

Gemeentelijk Rioleringsplan 2012 – 2021 (GRP VI)

Het waarom van het Gemeentelijk Rioleringsplan 2012-2021

De gemeentelijke watertaken staan beschreven in het 'verbrede gemeentelijk rioleringsplan'

Daarnaast dient riolering belangrijke doelen voor onze leefomgeving, zoals het voorkomen van wateroverlast in de bebouwde omgeving en het voorkomen van vervuiling van bodem en oppervlaktewater.

De afgelopen planperiode 2007-2011 werden de 'Wet gemeentelijke watertaken' en de Waterwet van kracht. Met deze wetten zijn de gemeentelijke watertaken verbreed en hebben gemeenten de zorgtaak gekregen voor het:

- **doelmatige inzamelen en transporteren van stedelijk afvalwater** (Wet milieubeheer, artikel 10.33),
- **inzamelen en verwerken van hemelwater** dat redelijkerwijs niet op particulier terrein kan worden verwerkt (Waterwet, artikel 3.5), en
- **treffen van doelmatige maatregelen tegen structurele grondwateroverlast** en verwerking van ingezameld grondwater (Waterwet, artikel 3.6).

De beleidsmatige invulling van deze (verbrede) gemeentelijke watertaken wordt vastgelegd in het wettelijk verplichte gemeentelijk rioleringsplan (Wet milieubeheer, artikel 4.22), daarom ook wel het 'verbreed gemeentelijk rioleringsplan' genoemd.

Gemeente Amersfoort geeft in voorliggend gemeentelijk rioleringsplan aan hoe zij invulling geeft aan haar zorgplichten voor afvalwater, hemelwater en grondwater. Hierbij is een aantal gidsprincipes gevolgd:

- toekomstbestendig: behoud van functie zekerheid, om taken ook in de toekomst goed uit te kunnen voeren
- flexibel: met handelingsperspectief
- betaalbaar: nu en in de toekomst
- duurzaam: met minimale emissie naar water, bodem en lucht
- robuust: beperkt risico, voorkomen is beter dan genezen
- veerkracht: vermogen tot snel herstel na calamiteiten

- dienstverlenend: gericht op belangen van burgers en bedrijven

Wat mogen burgers en bedrijven van de gemeente verwachten

In bestaand stedelijk gebied mag van de gemeente verwacht worden dat zij:

- de gegevens analyseert van grondwaterpeilbuizen en zo nodig doelmatige maatregelen op openbaar terrein uitvoert voor beperking van de kans op (grond)wateroverlast; de gemeente onderzoekt niet of neemt geen maatregelen op particuliere percelen, particulieren mogen wel drainage aansluiten op openbare voorzieningen

2.5 Opgaven

Voor het in stand houden van een duurzaam en gezonde leefomgeving, wordt de volgende beheerstrategie gevolgd.

Bij de uitvoering van maatregelen

Wijkgerichte uitvoering van het programma voor reiniging en inspectie, waarbij ook op foutieve aansluitingen tussen vuilwater en hemelwater wordt gecontroleerd. De frequentie van reiniging en inspectie is op basis van een kosten/baten afweging als volgt bepaald:

- gemengde en vuilwater riolen: reiniging en inspectie 1 keer per 8 jaar,
- hemelwater riolen: reiniging 1 keer per 8 jaar, inspectie 1 keer per 16 jaar,
- infiltratietransport riolen: reiniging 1 keer per 4 jaar, inspectie 1 keer per 16 jaar,
- zinkers: reiniging minimaal 1 keer per jaar.

3. Droge voeten in een veranderend klimaat

De zorg voor droge voeten in een veranderend klimaat is gericht op het voorkomen van te veel hemelwater of grondwater. Dit wordt vooral bepaald door hevige buien of natte perioden in combinatie met de natuurlijke omgevingsfactoren zoals bodemopbouw, terreinhoogte en ligging van waterlopen. Anderzijds is er ook de zorg voor te weinig water (verdroging) in droge zomerperioden.

3.1 Verplichtingen en onze taakopvatting**Verplichtingen**

Voor 'droge voeten in een veranderend klimaat' zijn de volgende gemeentelijke zorgtaken relevant:

- het inzamelen en verwerken van hemelwater dat redelijkerwijs niet op particulier terrein kan worden verwerkt (Waterwet, artikel 3.5)

Wat mogen burgers en bedrijven van de gemeente verwachten

Binnen de gemeentegrenzen mag van de gemeente verwacht worden dat zij:

- de regierol neemt in afhandeling van meldingen over water- en grondwateroverlast via het meldpunt woonomgeving van het klant contact centrum. Bij het servicepunt van het waterschap kunnen ook meldingen binnenkomen. Burgers en bedrijven worden niet met hun klacht doorverwezen.
- onderzoek doet en zo nodig doelmatige maatregelen¹ uitvoert (alleen maatregelen op openbaar terrein) voor beperking van de kans op structurele (grond)wateroverlast op openbaar terrein, en daarmee bijdraagt aan het voorkomen of beperken van grondwateroverlast op particulier terrein.

3.2 Ambities

De ambitie voor 'droge voeten in een veranderend klimaat' wordt praktijk- en probleemgericht benaderd. De aanpak richt zich op het treffen van maatregelen waar dit nodig, wenselijk, haalbaar en betaalbaar is. Het is daarbij belangrijk om te realiseren dat de gevolgen van klimaatverandering alleen goed kunnen worden opgevangen als hier in de ruimtelijke ordeningsprincipes en inrichtingsprincipes terdege rekening mee wordt gehouden. Dit zal niet lukken met alleen het afkoppelen van verharding en de aanleg van grotere rioolbuizen.

Hieronder worden achtereenvolgens de ambities ten aanzien van wateroverlast en grondwateroverlast besproken.

Werken aan een klimaatbestendige riolering en inrichting van de openbare ruimte

De gemeente maakt onderscheid in de volgende vormen van wateroverlast binnen de bebouwde kom.

Hinder:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 2 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft kortdurende (korter dan circa 1 uur) en beperkte hoeveelheden (minder dan circa 5 cm) water-op-sstraat in woonwijken en op bedrijventerreinen.

Materiële of economische schade:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 10 tot 25 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft kortdurende, beperkte hoeveelheden water-op-sstraat in winkelgebieden en op ontsluitings-/hoofdwegen, ondergelopen tunnels, opdrijven van putdeksels, of langdurige (langer dan circa 1 uur), forse (meer dan circa 5 cm) hoeveelheden water-op-sstraat in woonwijken en op bedrijventerreinen.

Ernstige materiële of economische schade:

Ambitie: mag gemiddeld 1 keer per 50 tot 100 jaar op dezelfde locatie optreden. Dit betreft water in winkels, bedrijven, woningen, kelders en ernstige belemmering van het (economische) verkeer. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met kwetsbare infrastructuur, zoals transformatorhuisjes en telefooncentrales. Deze kans van optreden is vergelijkbaar met de norm voor de kans op wateroverlast in stedelijk gebied vanuit oppervlaktewater (1 keer per 100 jaar volgens het Nationaal Bestuursakkoord Water - Actueel).

Let wel: dit zijn geen normen, maar ambities. In plaats van een normatieve benadering, wordt bekeken in hoeverre de ambities op een doelmatige manier gerealiseerd kunnen worden. Dit betekent dat kansrijke, kosteneffectieve maatregelen worden genomen als daardoor grote schade met een kleine kans van optreden kan worden voorkomen. Daarbij wordt opgemerkt dat deze ambities het verder scheiden van vuilwater en hemelwater noodzakelijk maken, ook vanuit oogpunt van de volksgezondheid. Deze ambities zijn niet te bereiken met alleen de aanleg van grotere riolen. En niet alles is kosteneffectief met riolering op te lossen. Ook maatregelen zoals de aangepaste inrichting van het maaiveld en groenvoorzieningen, kwetsbare functies op niet-gevoelige locaties, aanleghoogtes en bouwpeilen, zijn noodzakelijk om de gevolgen van klimaatverandering goed op te kunnen vangen.

Het streven is om eventuele urgente problemen door wateroverlast, die tot ernstige materiële of economische schade kunnen leiden, uiterlijk in 2015 te hebben opgelost (conform Nationaal Bestuursakkoord Water – Actueel). In de motivering van het besluit over de hiervoor benodigde maatregelen zal de gemeente duidelijk aangeven welke afwegingen hierbij zijn gemaakt.

Op locaties in bestaand stedelijk gebied met een te hoge kans op wateroverlast, wordt ter plaatse bekeken waar het water terecht zal komen. Als schade is te verwachten, bekijkt de gemeente of de overlast eenvoudig is te beperken of te voorkomen door de inrichting van de openbare ruimte aan te passen, bijv. door een afvoer naar een berm, plantsoen of sloot. Als ernstige schade is te verwachten, worden ingrijpendere (kostbaardere) maatregelen onderzocht, bijv. (tijdelijke) aanpassing van overstorten, vergroten van riooldiameters, afkoppelen van verhard oppervlak, aanpassing van terreinhoogtes of lokale herinrichting.

De maatregelen die effectief blijken te zijn, worden alleen uitgevoerd als deze ook doelmatig zijn, dus als de kosten opwegen tegen de te beperken of te voorkomen schade. De bovengrondse maatregelen zullen vaak het meest doelmatig zijn. Mogelijke maatregelen voor het beperken van hinder worden alleen onderzocht als deze hinder in de praktijk optreedt, dus op basis van waarnemingen, meldingen of metingen ('toetsing achteraf'). Hiervoor worden dus niet op voorhand maatregelen getroffen.

3.5 Opgaven

Voor een klimaatbestendige riolering en inrichting en beperking van de kans op grond)wateroverlast, wordt de volgende beheerstrategie gevolgd:

Maatregelen

- Op basis van 'toets vooraf' (zie hieronder) en 'toets achteraf' (waarnemingen e.d.) aanpassen inrichting van locaties met verhoogde kans op wateroverlast, in samenwerking met ruimtelijke ordening, wegen en groen, door water te sturen naar plaatsen waar het geen kwaad kan (bijv. wegprofilering, verlaging groenstroken), aanleg van nieuw oppervlaktewater, of extra regenwaterlozingen naar oppervlaktewater.
- Bij vervanging en afkoppeling riolering rekening houden met verwachte klimaatverandering, door de bergings- en afvoercapaciteit van de riolering te vergroten. Nieuwe of te vervangen kolkaansluitingen worden met groter diameter aangelegd (160 in plaats van 125 mm).
- Bij alle nieuwbouwprojecten, grootschalige renovatie, aanleg van wegprofielen, herinrichting van de openbare ruimte en aanleg van kwetsbare infrastructuur wordt terdege rekening gehouden met de risico's bij extreme neerslag en toekomstige grondwaterstanden, als gevolg van de verwachte klimaatverandering.
- Het beheer en onderhoud van kolken, kolkaansluitingen, riolen en overige hemelwatervoorzieningen (zoals retenties en diepinfiltraties) zijn gericht op een ongehinderde inzameling en transport van het water.

Onderzoek

Verdere afstemming van beheer en onderhoud op het functioneren van de voorzieningen voor hemelwaterafvoer bij extreme neerslag (inspectie van riolen, reiniging van riolen, kolken én kolkaansluitingen en straatvegen).

5.2 Kosten, rioolheffing en kostendekking

In algemene bewoordingen is de opgave voor het beheer van de riolering:

1. Gangbaar houden van het bestaande stelsel *vuil- en hemelwater moet ongehinderd door de leidingen kunnen stromen*
2. Behouden van de constructieve veiligheid van het bestaande stelsel *voorkomen dat buizen en putten instorten waardoor onveilige situaties ontstaan*
3. Voorkomen of beperken van ernstige overlast of schade door water op straat *stelsels moeten groot genoeg zijn om water tijdelijk te bergen en vlot af te voeren*
4. Uitvoeren van verbeteringen in het kader van duurzaamheid *uitvoeren van het 'Afkoppelplan Amersfoort'.*

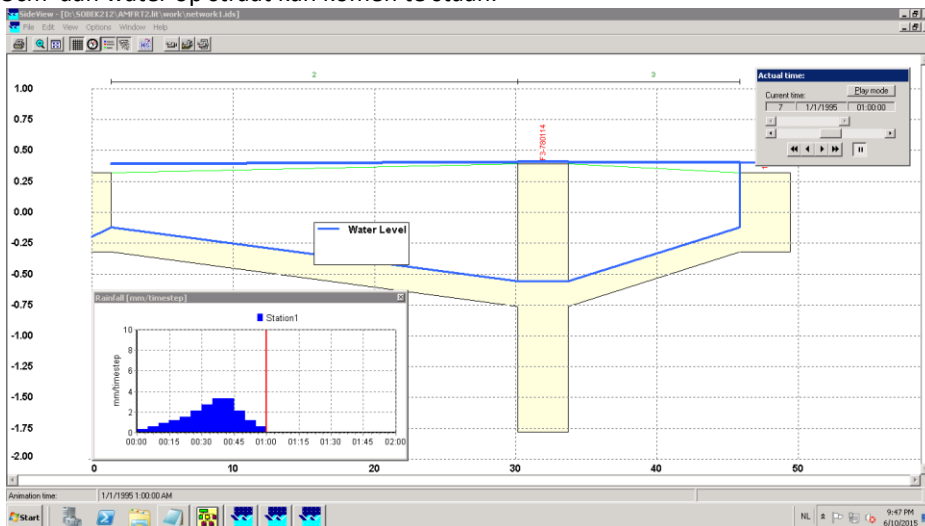
Bijlage XII Sobek toetsing functioneren stelsel

Bui 08

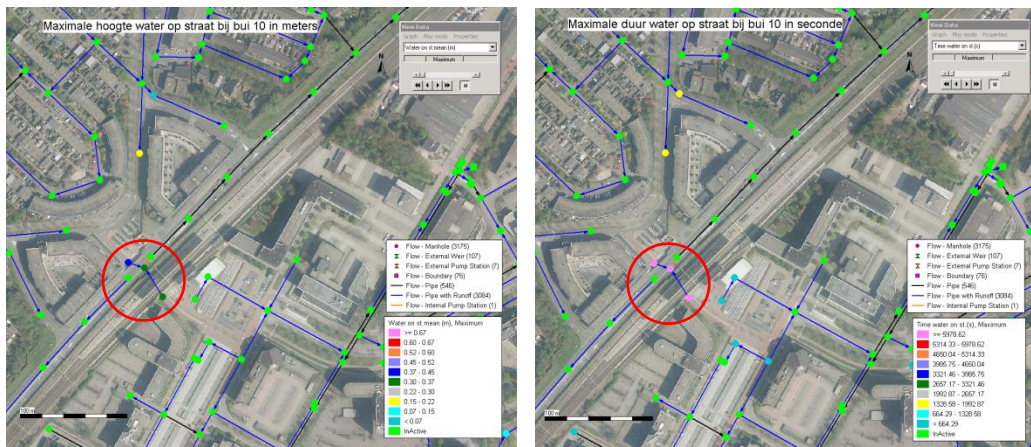


Door het hemelwatersysteem te belasten met standaard bui 08 komt er voor korte duur water op straat te staan.

In deze langsdoorsnede is ook te zien dat bij bui 08 op het fietspad (laagst deel) voor een korte duur ongeveer 5cm aan water op straat kan komen te staan.

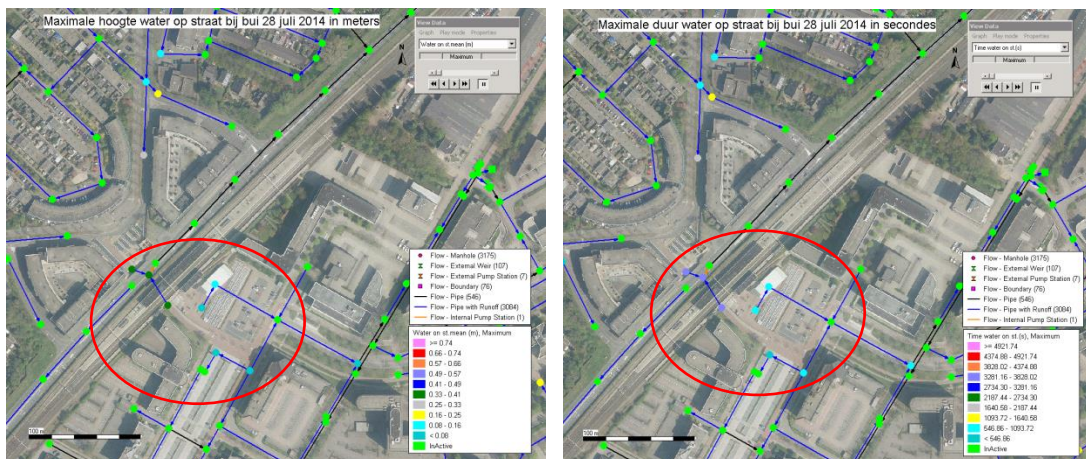


Bui 10



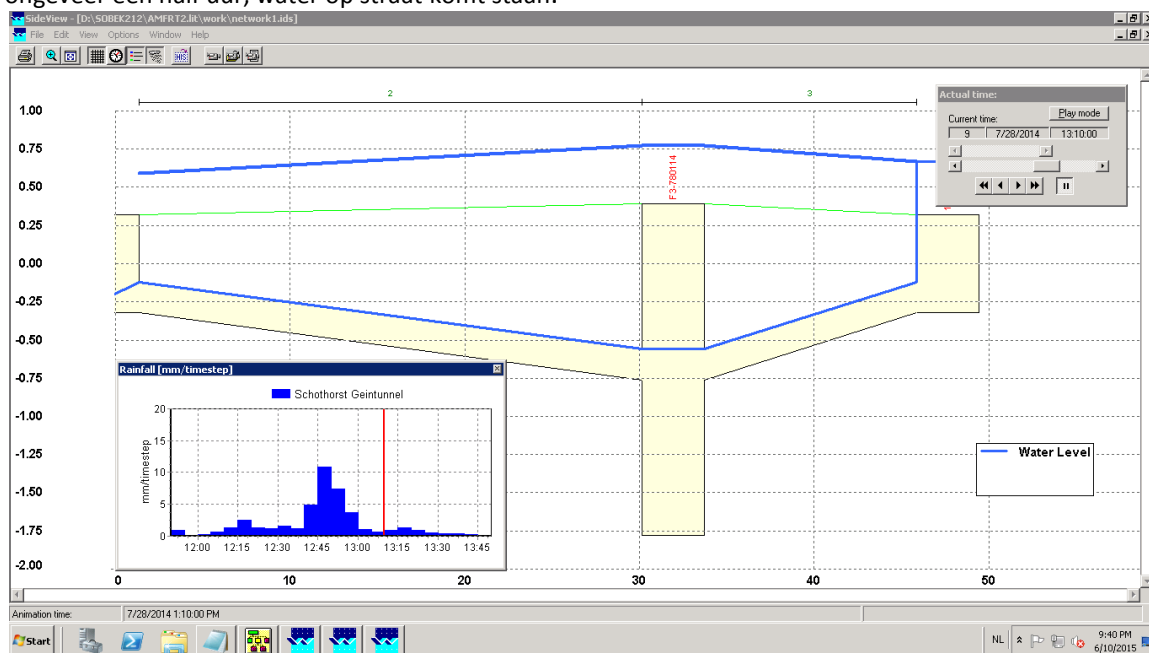
Door het hemelwatersysteem te belasten met bui 10 komt er op meerdere plaatsen voor langere tijd water op straat te staan.

Bui 28 juli 2014



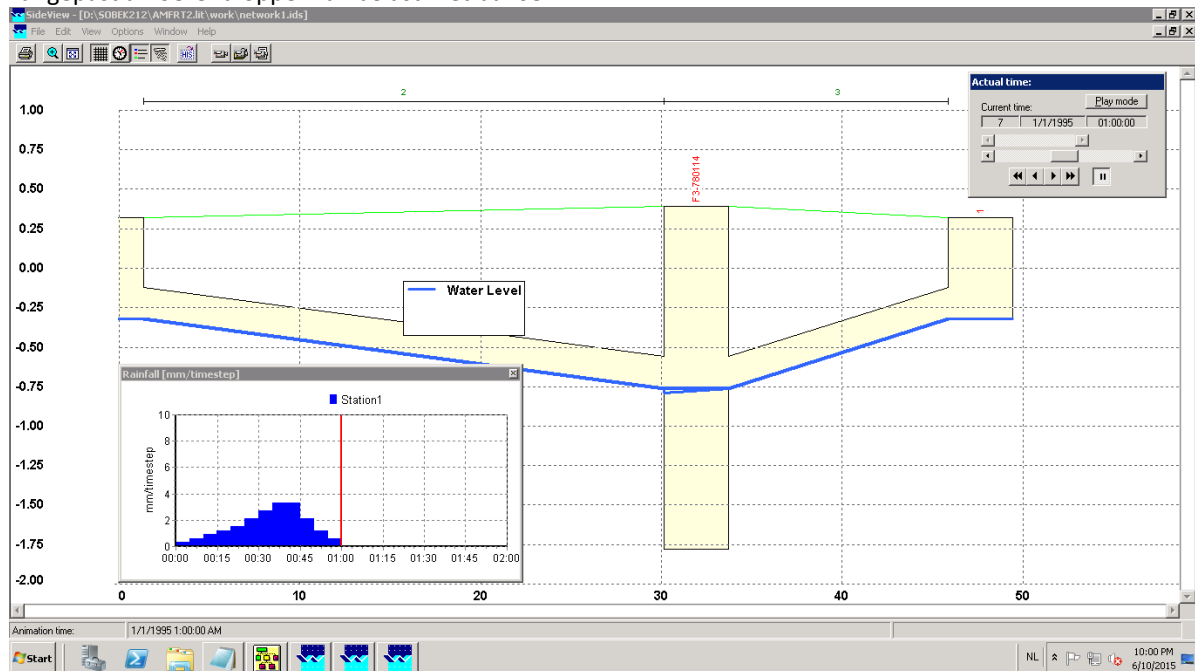
Door het hemelwatersysteem te belasten met bui 28 juli 2014 komt er op meerdere plaatsen voor langere tijd water op straat te staan waaronder het Inputplein.

In deze langsdoorsnede is te zien dat door het systeem te belasten met de bui van 28 juli, meer dan 25 cm voor ongeveer een half uur, water op straat komt staan.

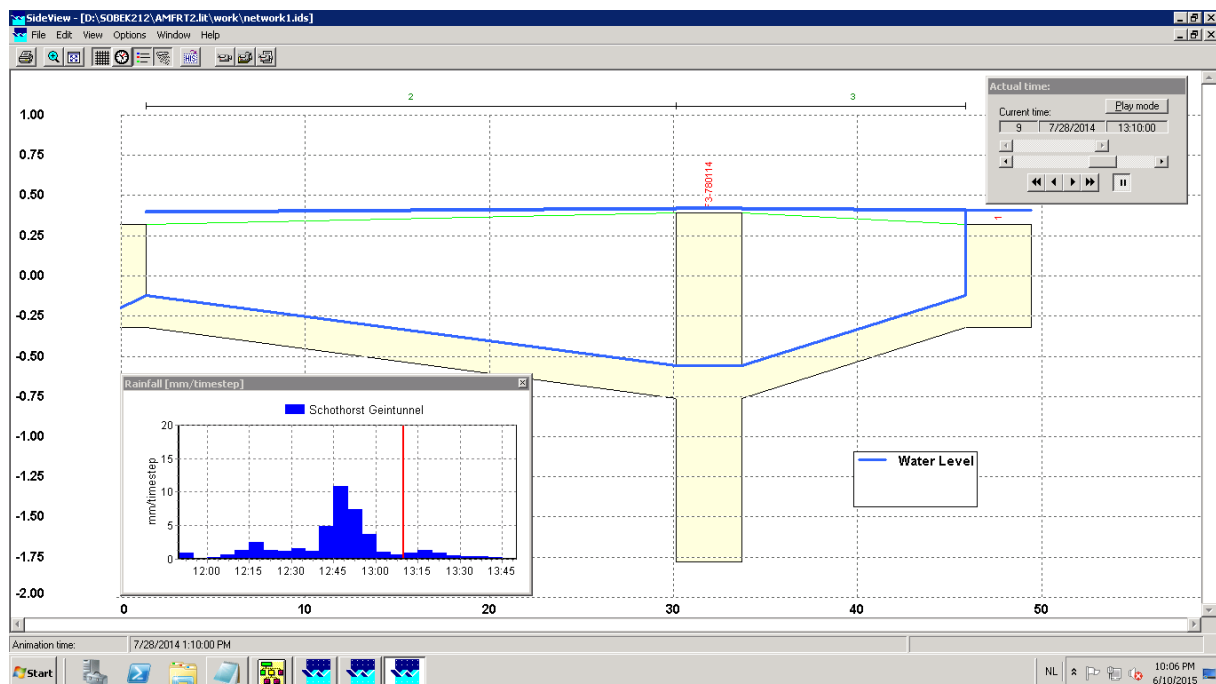


Bijlage XIV Doorgerekende oplossingsvarianten

Aangepast afvoerend oppervlak belast met bui 08

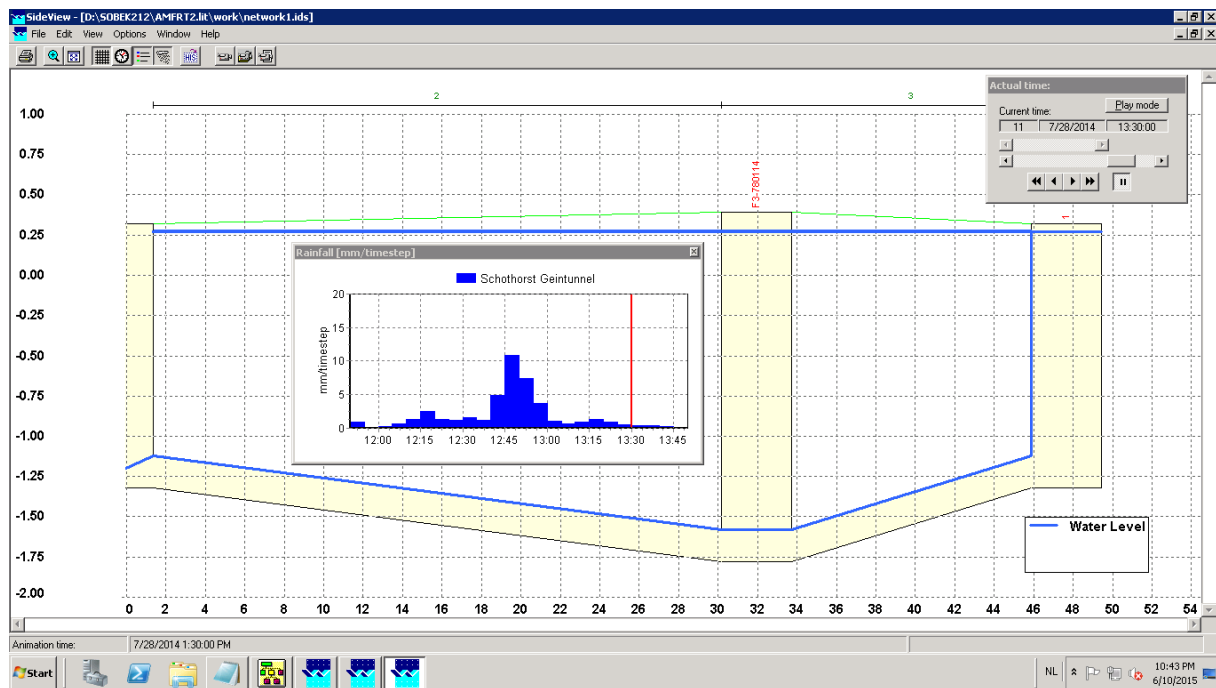


Bui 08 op zijn max. komt er geen water op straat

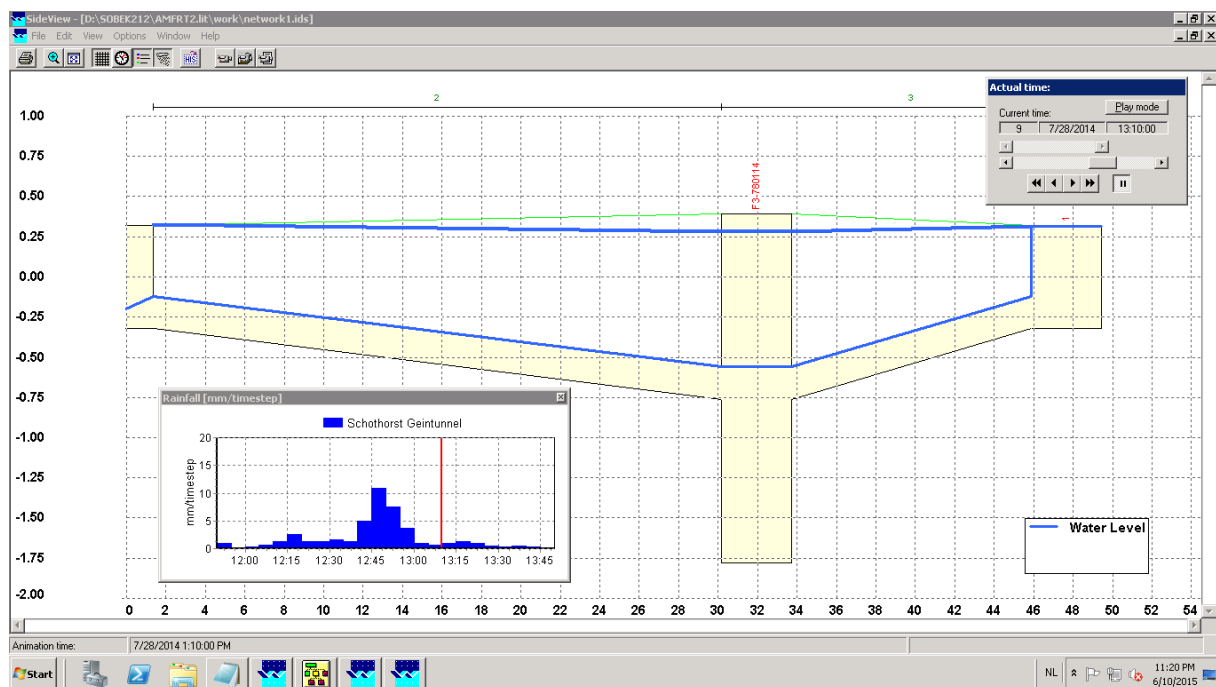


Een aangepast afvoerend oppervlak belast met de bui van 28 juli 2014.

Van 13.10 tot 13.50 water op het fietspad. Van 13.10 overeen tot 13.30 staat er ongeveer 5 cm water op het voetpad.



Het stelsel belast met de bui van 28 juli 2014 en een berging van 2x 35 m2 en 1 meter dieper.



Het stelsel belast met de bui van 28 juli 2014 en de pompcapaciteit vergroting naar 270 m3 / uur. Voor max. 10 minuten een klein beetje water op het fietspad te staan. Voet pad blijft droog.