

## 2 Loon op Zand

### *Analyse en onderbouwing aanleg bergings- en infiltratievoorzieningen tegen wateroverlast in Loon op Zand*

Tussen 2004 en 2008 is in de wijk Molenwijck in Loon op Zand drie keer ernstige wateroverlast voorgekomen. Hierover kreeg de gemeente veel klachten binnen. De overlast ontstond door zeer zware regenbuien en de lage ligging van het maaiveld ten opzichte van de directe omgeving. Om deze problemen aan te pakken, is een uitgebreid onderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn nieuwe rekentechnieken toegepast. De resultaten van deze berekeningen zijn gekoppeld aan meerdere praktijkwaarnemingen, om de betrouwbaarheid van het model te verbeteren. Na het bepalen van de maatregelen heeft de gemeente de bewoners uitgebreid geïnformeerd via informatieavonden en nieuwsbrieven. Ook heeft zij de bewoners betrokken bij de inrichting van twee plantsoenen. Door de aanleg van bergings- en infiltratievoorzieningen in het gebied kan een bui met een herhalings-tijd van 100 jaar worden verwerkt.

#### **Inhoud**

- 2.1 Aanleiding, doel en aanpak
- 2.2 Situatieschets, rioolstelsel en kenmerken
- 2.3 Analyse functioneren stelsel en oorzaken wateroverlast
- 2.4 Toetsing theorie en onderbouwing afweging maatregelen
- 2.5 Gekozen maatregelen
- 2.6 Uitvoering maatregelen
- 2.7 Ervaringen na afronding project
- 2.8 Nabeschouwing en evaluatie

#### **Auteurs**

ing. Ronnie van Boekel (Buiten-Ruimte), r.vanboekel@buiten-ruimte.nl  
ing. Gert Lemmen (Grontmij), gert.lemmen@grontmij.nl

#### **Contactpersoon gemeente Loon op Zand**

Ruud Scheffer BPA (gemeente Loon op zand), r.scheffer@loonopzand.nl

## 2.1 Aanleiding, doel en aanpak

De aanleiding voor dit project was grootschalige wateroverlast bij hevige regen in de wijk Molenwijck in de kern Loon op Zand. De wateroverlast concentreerde zich vooral in de straten Ecliptica, Cassiopeia en Ursa Major. Met name bij de buien op 30 april 2004, 29 juli 2005 en 8 juni 2007 liep water in woningen en garages en in een kelder van Serviceresidentie Molenwijck. Hierbij is veel schade ontstaan aan vloeren, stucwerk, meubels en auto's. Alleen al bij de serviceresidentie bedroeg de schade meer dan één miljoen euro.

Vóór 30 april 2004 was bij hevige regen ook al sprake van wateroverlast in de vorm van water op straat. Maar de gemeente heeft in die periode nooit klachten over water in woningen en/of kelders ontvangen.

Naar aanleiding van de klachten in 2004, 2005 en 2007 heeft de gemeenteraad vragen gesteld over de wateroverlast. Tijdens een commissievergadering in oktober 2007 heeft de wethouder vervolgens een toelichting gegeven. Hierbij gaf hij aan dat de gemeente zich maximaal zou inspannen om de wateroverlastsituaties aan te pakken.

### *Doel*

Met dit project wilde de gemeente:

- 1 de wateroverlastproblemen in kaart brengen;
- 2 de probleemorzaken analyseren;
- 3 de oplossingsrichtingen inzichtelijk maken;
- 4 de wateroverlast aanpakken.

### *Aanpak*

Het onderzoek naar de oorzaken van en oplossingen voor de wateroverlast ging in 2010 van start. Het bestond uit de volgende stappen:

- 1 De gemeente heeft diverse oplossingsrichtingen onderzocht. Zoals mogelijkheden voor diepinfiltratie, afvoer en berging van hemelwater in de nabijgelegen Kasteelweide en berging in het overlastgebied zelf. De meest haalbare optie bleek het creëren van voldoende berging in het overlastgebied. Deze optie is verder uitgewerkt.
- 2 Toetsing van de afvoercapaciteit van het rioelstelsel met Sobek 1D-berekeningen.
- 3 Het totale gebied is op kritieke punten (dorpelhoogten en hoogteligging van garages en kelders) nauwkeurig ingemeten. Alle puthoogten waren al bekend door recente inmetingen en vanuit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2) waren gegevens beschikbaar.
- 4 Op basis van de verzamelde gegevens in stap 3 is een hoogtemodel gemaakt van het maaiveld, met een resolutie van 1 x 1 meter. Voor de complete kern Loon op Zand is met een GIS-analyse de afstroming van water over straat geanalyseerd. Zo ontstond

inzicht in de locaties die gevoelig zijn voor wateroverlast door de hoogteligging van het terrein.

- 5 Het hoogtemodel is gekoppeld aan het Sobek-rioleringsmodel. Het hierdoor ontstane Sobek 1D/2D-model integreert de stroming van water over straat en via het rioolstelsel.
- 6 Het Sobek 1D/2D-model is vervolgens belast met meerdere extreme buien. Vanuit deze berekeningen is bepaald hoeveel water op straat blijft staan en welke maatregelen effectief zijn. Met behulp van 1D/2D-berekeningen zijn de benodigde maatregelen en het effect hiervan goed onderbouwd.
- 7 De maatregelen zijn op basis van een projectplan projectmatig uitgevoerd.
- 8 Voor en tijdens de aanleg van de voorzieningen heeft de gemeente de bewoners actief bij het project betrokken.

20 |

## 2.2 Situatieschets, rioolstelsel en kenmerken

Het overlastgebied ligt in de wijk Molenwijck in de kern Loon op Zand (zie figuur 2.1). De wateroverlast concentreert zich met name in de straten Ecliptica, Ursa Major en de Cassiopeia. Via de Ecliptica kom je de wijk Molenwijck binnen, waarbij direct opvalt dat de Ecliptica richting de Ursa Major flink naar beneden loopt. Het gebied waar de wateroverlast vooral optreedt, ligt gemiddeld 80 tot 100 cm lager dan de directe omgeving.

De wateroverlast in panden, kelders en garages komt met name voor in de woningen aan de Cassiopeia (12 woningen), Ursa Major (10 woningen) en in de Serviceresidentie Molenwijck. De serviceresidentie ligt tussen de Ecliptica en Hydra in (het grotere gebouw in figuur 2.1).

### *Rioolstelsel*

In het grootste deel van Molenwijck ligt een gemengd rioolstelsel, dat afwatert naar een gemeentelijk rioolgemaal aan de westkant van de wijk. Het rioolstelsel van Molenwijck is niet verbonden met dat van de kom Loon op Zand. Aan de oostkant van de wijk liggen twee externe riooloverstorten, die via één overkluizing in de Molenstraatse loop lozen. In het gebied Cassiopeia en Ursa Major ligt een gescheiden stelsel. Het regenwaterriool heeft infiltratierioolbuizen. In de directe omgeving van het projectgebied is geen oppervlaktewater.

### *Kenmerken*

Het gebied kenmerkt zich door zandgronden, afgewisseld met leemschollen en leemlagen. Uit bodemonderzoek blijkt dat op een diepte tussen 2 en 3 meter onder maaiveld een leemlaag zit. De grondwaterstand fluctueert ruim 2 meter tussen de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand. Het grondwaterpeil is overwegend lager dan 1,5 meter onder maaiveld, in de zomerperiode zakt dit naar 3 tot 3,5 meter onder maaiveld.



Figuur 2.1 Overlastgebied in de wijk Molenwijk in Loon op Zand.

### 2.3 Analyse functioneren stelsel en oorzaken wateroverlast

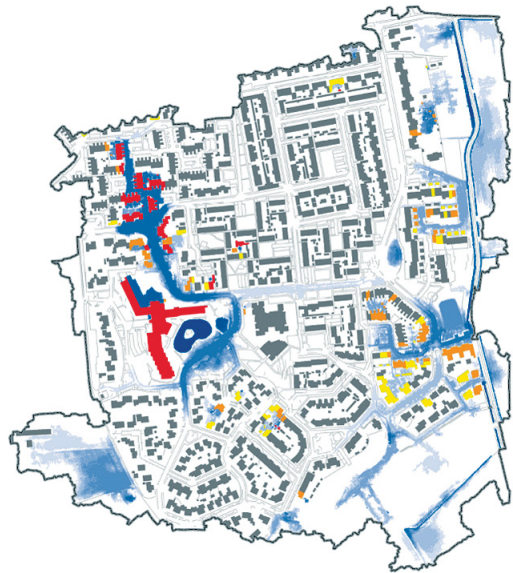
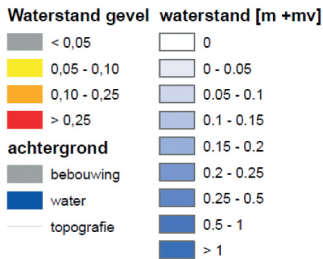
De toetsing van de afvoercapaciteit van het rioolstelsel met onder andere bui08 en bui09 laat zien dat het rioolstelsel de neerslag zonder water op straat kan afvoeren. Pas bij belasting met zwaardere buien blijft water op straat staan. De afvoercapaciteit voldoet hiermee aan de door de gemeente gestelde normen.

#### *Stroming water over straat en door riool*

Als het rioolstelsel vol is, stroomt de neerslag die nog valt over straat af. Met een GIS-analyse zijn de afstromingspatronen over straat in beeld gebracht met stroombanen en afstroomgebieden. Daarnaast is de accumulatie van water op de laagste punten in het maaiveld inzichtelijk gemaakt. Op basis van de berekende waterhoeveelheden bij de woningen is ook het risico per woning in kaart gebracht (zie figuur 2.2).

De kleuren van de bebouwing in figuur 2.2 geven de ernst van het berekende risico aan. De resultaten hiervan kwamen erg goed overeen met de praktijksituatie. De rode gebouwen vormen in de praktijk ook het gebied met wateroverlast. Het risicogebied eromheen is doorgerekend met een rioleringsmodel (Sobek), gekoppeld aan het digitale

## Risico bebouwing Wateroverlast Loon op Zand



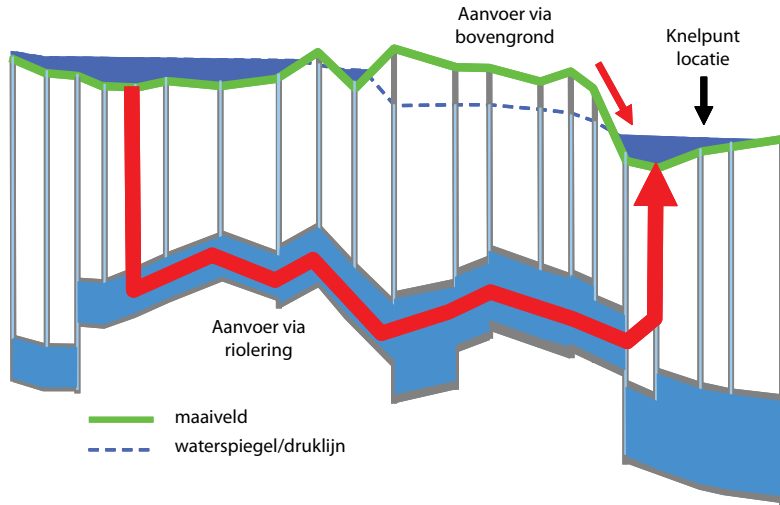
Figuur 2.2 Visualisatie 2D-berekening situatie vóór aanleg bergingsvoorzieningen.

hoogtemodel. Hiermee is zowel stroming van water door riolering als over maaiveld gemodelleerd (1D/2D berekeningen).

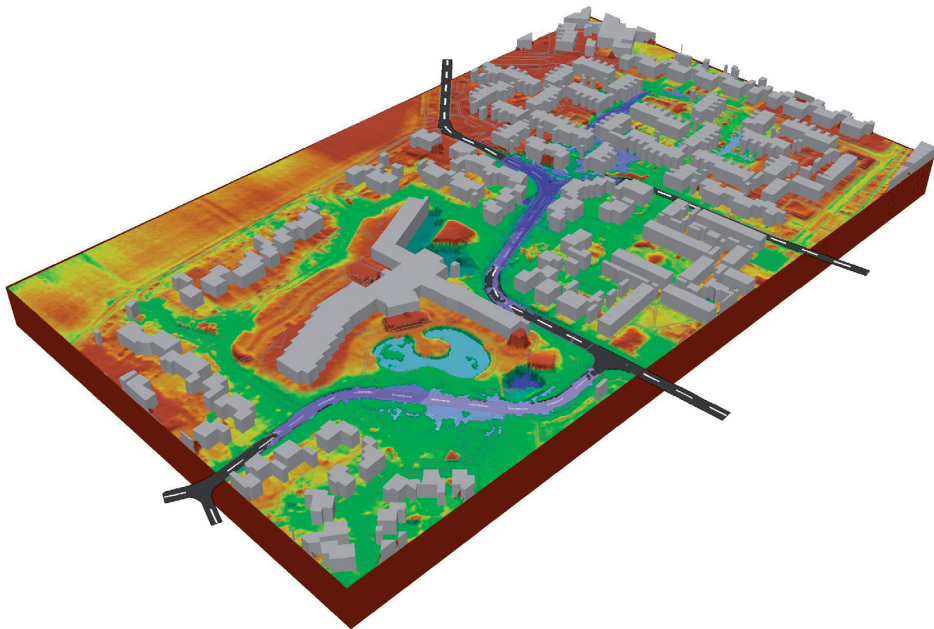
### *Meer afstroming over straat dan ingeschat*

Uit de berekeningen bleek dat veel meer water over straat naar de knelpuntlocaties stroomde dan ingeschat. Verder werd duidelijk dat water op straat in een ander deel van de wijk via het rioolstelsel naar de Ecliptica stroomde, waar het via de kolken op straat kwam. Figuur 2.3 is een dwarsdoorsnede vanuit de 1D/2D berekening door de wijk Molenwijck. In de dwarsdoorsnede is het maaiveld weergegeven met de groene lijn. Onder het maaiveld is het rioolstelsel zichtbaar. De waterstand in het stelsel is met de blauwe lijn weergegeven. Deze ligt gedeeltelijk boven het maaiveld: op deze plaatsen is sprake van water op straat. Bovengronds stroomt het water over een relatief beperkte afstand naar de laaggelegen knelpuntlocatie. Het plaatje laat door middel van de pijl zien dat het water via het riool over een veel grotere afstand kan toestromen naar de knelpuntlocatie.

Figuur 2.4 visualiseert de wateroverlastproblemen in 3D. De blauwe delen geven de plekken aan waar het water accumuleert bij een extreme regenbui. Het grote gebouw met vijver is de Serviceresidentie Molenwijck.



Figuur 2.3 Resultaat van een 1D/2D-berekening, het water stroomt vooral via de riolering naar een laaggelegen knelpuntlocatie.



Figuur 2.4 3D-weergave wateroverlast in Molenwijk.

### *Oorzaken wateroverlast*

Via inmetingen van de putdeksels, drempelniveaus en de dorpelhoogten van woningen is een goed beeld ontstaan van het hoogteverloop in het projectgebied. Het is duidelijk dat de verdiepte ligging van het overlastgebied (gemiddeld 80 tot 100 cm) ten opzichte van de directe omgeving een belangrijke oorzaak is van de wateroverlastproblemen. Daarnaast zijn verschillende dorpelpielen maar enkele centimeters hoger dan de aansluitende wegverharding.

De oorzaken van de wateroverlast zijn:

- 1 Laaggelegen gebied ten opzichte van directe omgeving.
- 2 Lage dorpelpielen ten opzichte van de openbare verharding.
- 3 Zware regenbuien.

24 |

## **2.4 Toetsing theorie en onderbouwing afweging maatregelen**

De toetsing van de theorie (resultaten berekeningen) is op basis van waarnemingen, klachten en metingen uitgevoerd. De gemeente houdt klachten en meldingen van burgers bij via een klachtenmeldsysteem. Hiermee is inzichtelijk waar en wanneer klachten zijn geweest over wateroverlast. Verder heeft de gemeente drie eigen regenmeters en gebruikt zij sinds enkele jaren radarregenmeetgegevens. In de periode 2004 tot en met 2008 beschikte de gemeente nog niet over radarregenmetingen. Daarom zijn de gegevens van de eigen regenmeters aangevuld met gegevens van Meteoconsult.

De meetgegevens van de drie zware buien die tot ernstige overlast hebben geleid, zijn:

- 30 april 2004: 50 mm in circa 90 minuten;
- 29 juli 2005: 65 mm in circa 45 minuten;
- juni 2007: 60 mm in circa 60 minuten.

### *Theorie benadert praktijk*

De berekeningsresultaten kwamen nagenoeg overeen met de praktijkwaarnemingen. Zo waren op meerdere plekken hoogten bekend van het waterniveau bij de extreme regenbuien. Via de rekenresultaten van de 1D/2D berekening zijn deze hoogten vergeleken met de waterhoogten in het rekenmodel. Ook deze kwamen goed overeen, waarmee voorzichtig is te concluderen dat de theorie de praktijk zo goed mogelijk benadert.

### *Creatieve oplossingen bewoners*

Op verschillende plekken hadden de bewoners zelf al actie ondernomen, nadat ze enkele keren geconfronteerd waren met water in de woning. Zo zijn op diverse plekken u-profielen in het voordeurkozijn geschroefd, waar de bewoners schotten in kunnen zetten tijdens zware regenbuien. Verder hebben zij rondom de woningen ook creatieve maatregelen genomen (zie figuren 2.5 en 2.6).



Figuur 2.5 Creatieve oplossing bewoners: schotbalkspinning.



Figuur 2.6 Creatieve oplossing bewoners: oplopende stoep richting voordeur, met trede naar beneden voor de voordeur (particuliere dijk).

De creatieve oplossingen van de bewoners zijn destijds gebaseerd op de diverse wateroverlastsituaties. De hoogten van de voorzieningen zijn afgestemd op de hoogte van het water tijdens wateroverlast. Op enkele plekken zijn op muren peilen aangegeven tot waar het water heeft gestaan. Deze informatie is door de gemeente gebruikt om de waterhoogten in het 1D/2D rekenmodel te toetsen.

#### *Onderbouwing afweging maatregelen*

Door de nieuwe rekentechnieken via de 1D/2D-berekeningen is de onderbouwing van de effecten van de maatregelen goed in beeld gebracht. De maatregelen zijn getoetst met meerdere buien, waaronder twee blokbuien van 70 mm en 50 mm in een uur. Bij de blokbuie van 70 mm blijkt wateroverlast praktisch (en economisch) niet te voorkomen. Bij de toetsing met de blokbuie van 50 mm blijkt geen sprake van wateroverlast in woningen, kelders of garages. Alleen op het laagste punt in het plangebied blijft een klein beetje water op straat staan. Omdat de blokbuie van 50 mm in een uur op basis van de huidige KNMI-statistiek een grotere herhalingstijd heeft dan 100 jaar, heeft de gemeente gekozen om de maatregelen hierop te baseren. Deze keuze komt voort uit het water- en rioleringsplan 2011-2015. In dit plan staat dat de gemeente geen wateroverlast accepteert waarbij water in gebouwen stroomt.

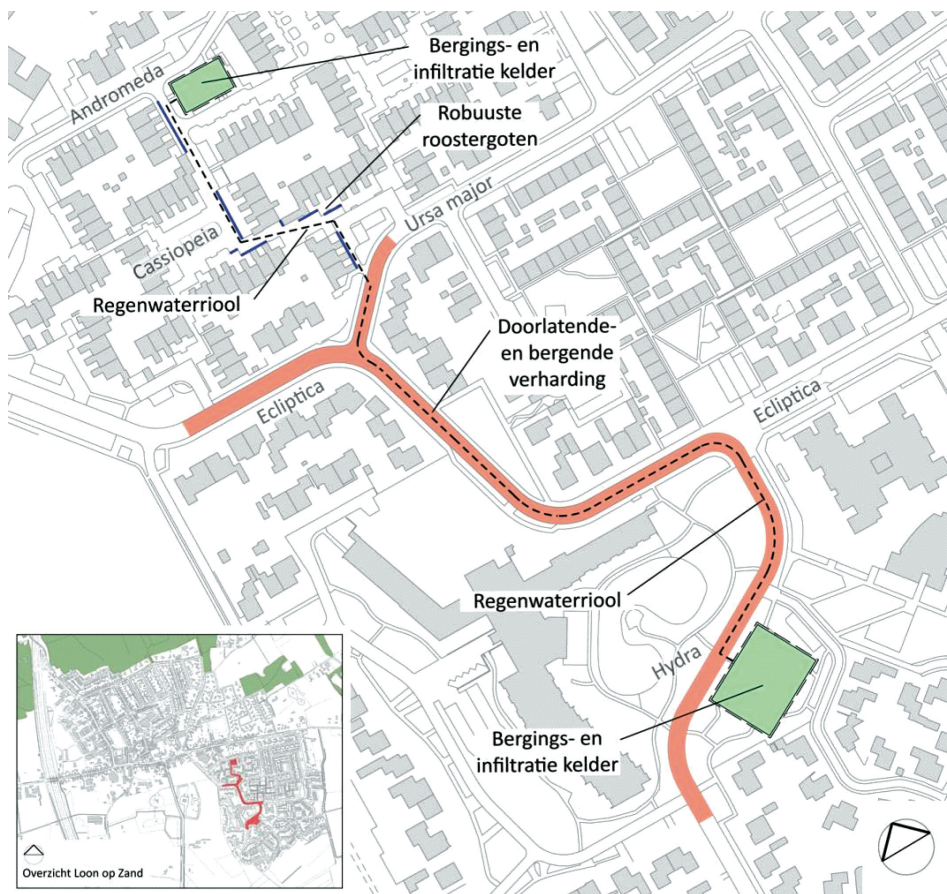


## 2.5 Gekozen maatregelen

In het projectgebied zijn de volgende maatregelen genomen:

- Aanleg doorlatende en bergende verharding onder de Ecliptica, stukje Ursa Major en Hydra (zie gekleurde wegverharding in figuur 2.7). Hoogte bergend pakket is 85 cm en de totale effectieve berging onder de weg is 1.200 m<sup>3</sup>.
- Aanleg 12 WT-kolken (water treatment) op de laagste punten in de doorlatende verharding.
- Aanleg bergings- en infiltratiekelder (300 m<sup>3</sup>) onder plantsoen aan de Cassiopeia.
- Aanleg bergings- en infiltratiekelder (950 m<sup>3</sup>) onder plantsoen aan de Hydra.
- Aanleg nieuw regenwaterriool Ø 800 mm, dat beide kelders met elkaar verbindt, inhoud 200 m<sup>3</sup>.

26 |



Figuur 2.7 Projectgebied met overzicht uitgevoerde maatregelen.

- Aanleg 128 meter zeer robuuste roostergoten in het gebied Cassiopeia en Ursa Major, die via het regenwaterriool afwateren naar de kelders.
- Aanleg stuwputten met wervelventiel in het bestaande rioolstelsel om de berging in het bovenstroomse riool beter te kunnen benutten.
- Afkoppelen verhard oppervlak (waar mogelijk), waaronder twee basisscholen (circa 20.000 m<sup>2</sup>).

Figuur 2.8 visualiseert de overlastsituatie en de situatie na aanleg van de voorzieningen.



Figuur 2.8 Visualisatie situatie vóór (links) en na maatregelen (rechts).

Dankzij deze maatregelen kan het watersysteem een regenbui van 50 mm in een uur verwerken. Hiermee voldoet het systeem aan de projectdoelstelling en de vraag vanuit de gemeenteraad om de wateroverlast in het gebied aan te pakken.

## 2.6 Uitvoering maatregelen

De maatregelen zijn projectmatig uitgevoerd. Hiervoor is eerst een projectplan opgesteld, waarna het benodigde krediet is aangevraagd.

Voor de omwonenden is op 6 april 2011 de eerste informatieavond gehouden. Hierbij heeft de gemeente de plannen toegelicht en vragen beantwoord. Na deze eerste informatieavond is door een late wijziging in de 1D/2D berekening de locatie van een bergings- en infiltratiekelder veranderd. Daarom vond op 27 oktober 2011 een tweede informatieavond plaats.

Voor de aanleg van de ondergrondse bergings- en infiltratiekelders en het kappen van bomen is een omgevingsvergunning aangevraagd.

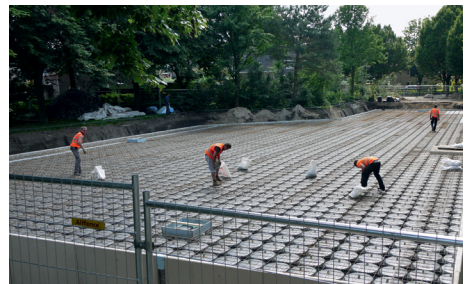
Op 12 november 2012 is een derde informatieavond voor omwonenden gehouden. Hierbij hebben bewoners en gemeente samen het ontwerp van het nieuwe plantsoen aan de Cassiopeia bepaald (samen werken aan de wijk). In dit plantsoen zijn meer dan 30 bomen gekapt voor de aanleg van een ondergrondse bergings- en infiltratiekelder. Bij aanvang en tijdens de uitvoering hebben de bewoners meerdere nieuwsbrieven ontvangen, zodat ze goed op de hoogte bleven van de werkzaamheden en de planning.

Op 19 juni 2013 is het project onder grote belangstelling van de bewoners feestelijk afgesloten. Hierbij demonstreerde de wethouder de werking van de doorlatende en bergende verharding (Aquaflow). De figuren 2.9, 2.10 en 2.11 geven een impressie van de uitvoering.

28 |



Figuur 2.9 Aanleg doorlatende en bergende verharding (Aquaflow).



Figuur 2.10 Aanleg bergingskelders (Waterblock).



Figuur 2.11 Aanleg roostergoten.

## 2.7 Ervaringen na afronding project

Tot nu toe werkt het systeem goed, maar sinds de oplevering zijn ook nog geen extreme regenbuien gevallen.

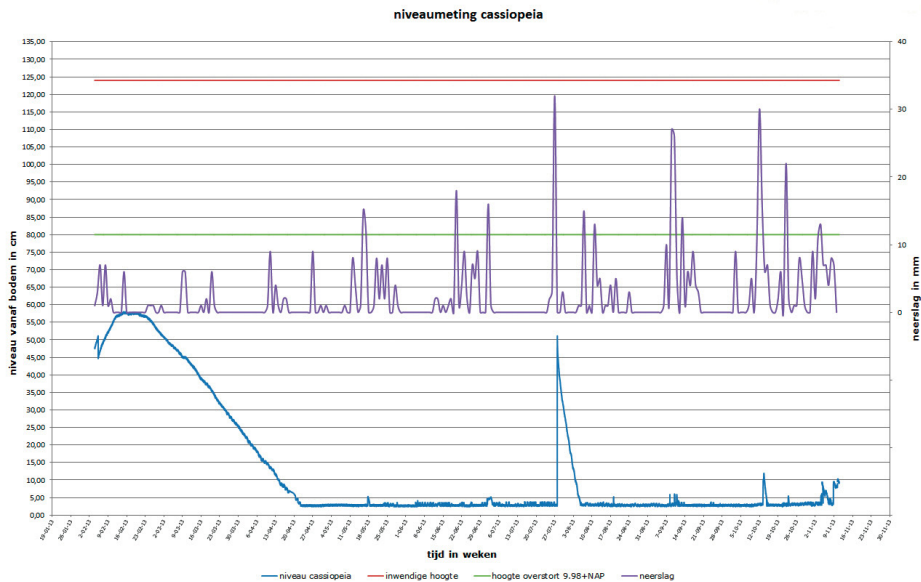
Via sensoren in de aangelegde bergingskelders en via twee peilbuizen met meetapparatuur in de Aquaflow monitort de gemeente de bergings- en infiltratievoorzieningen. De vullingsgraad, vullingsnelheid en ledigingstijd (door infiltratie) houdt zij online bij. Figuur 2.12 laat een voorbeeld zien van de vulling en lediging van de bergings- en infiltratievoorziening Cassiopeia. De lichtblauwe lijn geeft de vullingsgraad van de kelder weer. De regenbui van 28 juli 2013 zorgt voor een stijging van 50 cm. Deze vulling is in korte tijd via infiltratie weer verdwenen.

De peilbuizen in de Aquaflow zijn opgenomen in het geautomatiseerde grondwatermeetnet van de gemeente. Hierin is online de vulling van de Aquaflowfundering te zien en hoe lang het duurt voordat de berging weer beschikbaar is. Tot nu toe is nog geen bui gevallen waarbij in het Aquaflowpakket een stijging te zien was. Dit komt ook door de goed infiltrerende ondergrond.

| 29

### Onderhoudsprotocol

In overleg met de leveranciers van de infiltratievoorzieningen is een onderhoudsprotocol opgesteld. Dit protocol is verwerkt in een onderhoudsbestek. Zo blijft de werking van de infiltratievoorzieningen gewaarborgd.



Figuur 2.12 Meetgrafiek bergings- en infiltratiekelder Cassiopeia.

## 2.8 Nabeschuiving en evaluatie

### *Sterke punten*

- 1 Goede koppeling gemaakt tussen de praktijksituatie en de theoretische vertaling van de maatregelen. De inmetingen zijn nauwkeuring uitgevoerd en de resultaten uit het model kwamen goed overeen met de praktijkwaarnemingen van de bewoners.
- 2 Robuuste inrichting van de bergings- en infiltratievoorzieningen. De kelders en de roostergoten zijn eenvoudig te onderhouden. Onderhoud van de doorlatende en bergende verharding kost wel extra werk.
- 3 Projectmatige aanpak: de gemeente heeft gewerkt vanuit een projectplan.
- 4 Informatievoorziening in voorbereidings- en uitvoeringsfase is goed opgepakt met de omwonenden. Hierdoor is begrip voor de overlast die mensen ervaren in de uitvoeringsfase. Vanuit 'samen werken aan de wijk' zijn diverse voorzieningen in overleg met de omwonenden uitgewerkt en aangelegd.

30 |

### *Zwakke punten*

- 1 Door een late wijziging in de 1D/2D berekening bleek dat een van de twee kelders op een andere plek moest komen. Doordat de locaties al met de omwonenden waren gecommuniceerd, gaf dit enige commotie over de nieuwe locatie van de kelder.
- 2 Mogelijk als gevolg van punt 1 hebben bewoners bezwaren ingediend tegen het kappen van circa 30 bomen voor de aanleg van de bergingskelder aan de Cassiopeia. Dit zorgde voor een vertraging in het proces.
- 3 Ondanks meerdere grondboringen in de voorbereidingsfase bleek er veel meer leem in de grond te zitten dan ingeschat. Omdat de bergingsvoorzieningen via infiltratie ledigen, is veel grondverbetering (leem verwijderen en zand aanvullen) toegepast.
- 4 Het effect van klimaatontwikkelingen op de herhalingstijden van buien en de daarmee gepaard gaande onzekerheden, komen niet in het onderzoek naar voren.

### *Leerpunten*

- 1 Zorg dat wijkbewoners die geen overlast ondervinden, begrip krijgen voor de bewoners die wel wateroverlast hebben. Zo creëer je een breder draagvlak voor ingrijpende maatregelen.
- 2 Start de voorbereiding met een goede enquête onder de bewoners in het overlastgebied. Dit scheelt tijd en levert waardevolle informatie op voor de verdere uitwerking.
- 3 Zorg dat de projectdoelstelling voor alle betrokkenen duidelijk is. Ondanks alle uitgevoerde maatregelen kan altijd een grotere bui vallen dan waarop de voorzieningen zijn gedimensioneerd.