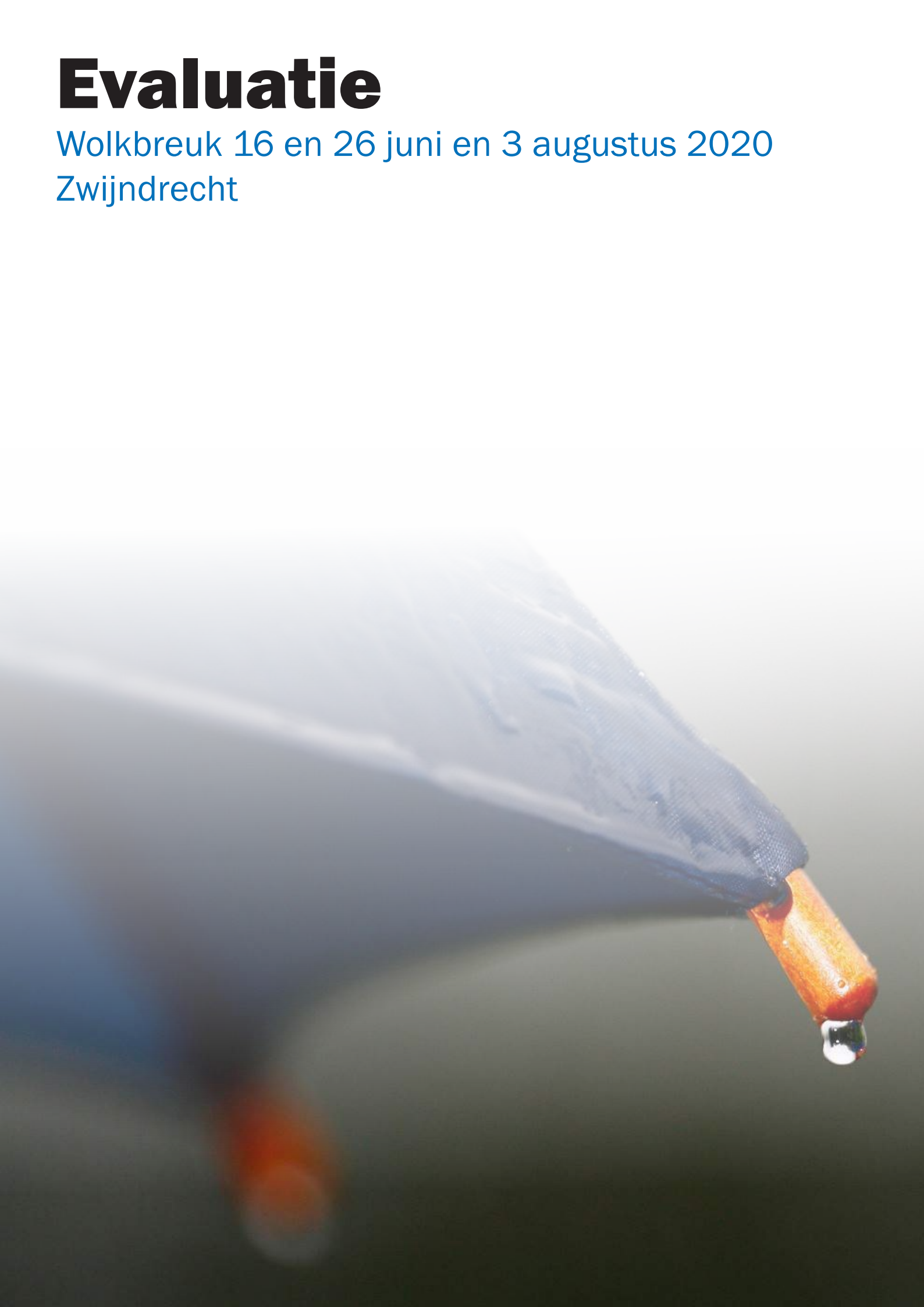
Evaluatie

Wolkbreuk 16 en 26 juni en 3 augustus 2020
Zwijndrecht



Colofon

Datum
Januari 2021

Opdrachtgever
Hans Keller
Gemeente Zwijndrecht

Projectleider
Christel Voncken
Urban Refit

Uitgever
Gemeente Zwijndrecht

Opmaak
Adobe Indesign 2021

Inhoudsopgave

1. Inleiding **5**

1.1 Aanpak onderzoek 5

2. Wat is er gebeurd? **6-9**

2.1 Wat voor buien waren het? 6

2.2 Welke overlast heeft plaatsgevonden? 7-8

2.3 Hoe hebben de bewoners de buien ervaren? 9

3. Wanneer is het gebeurd? **10**

4. Waar is het gebeurd? **10-11**

5. Hoe is het gebeurd? **12-23**

5.1 Klimaatverandering 12-13

5.2 Opbouw openbare ruimte 14-15

5.3 Opbouw particulier ruimte 16

5.4 Maaiveldhoogtes en funderingen 17-18

5.5 Riolering en watersystemen 19-21

5.6 Wateroverlast gemeentebreed 22

5.7 Oorzaken samengevat 23

6. Wat waren de repressie-maatregelen tijdens de calamiteit? **24**

7. Welke activiteiten heeft de Gemeente al opgepakt? **25**

8. En hoe ziet het vervolg eruit? **26-27**

9. Slotwoord, Toekomst. **28-29**

10. Literatuur **30-31**

11. Bijlage **32-57**

11.1 Neerslag 32-33

11.2 Meldingen wateroverlast 34-41

11.3 Wateroverlast-locaties in beeld en locatie specifieke aanbevelingen 42-50

11.4 Voorbeeld ingrepen openbare ruimte 51-52

11.5 Aanbevelingen en voorbeelden particuliere ruimten 53

Leeswijzer

Dit evaluatierapport bestaat uit 11 hoofdstukken:

- Hoofdstuk 1: aanleiding van evaluatie en het onderzoek
- Hoofdstuk 2: situatieschets van incidenten.
- Hoofdstuk 3: analyse regenbuien die de incidenten hebben veroorzaakt.
- Hoofdstuk 4: lokalisering incidenten.
- Hoofdstuk 5: ruimtelijke oorzaken van incidenten.
- Hoofdstuk 6: repressie-maatregelen tijdens incidenten.
- Hoofdstuk 7: lopende processen en projecten van de gemeente.
- Hoofdstuk 8: aanbevelingen aan de gemeente.
- Hoofdstuk 9: slotwoord.
- Hoofdstuk 10: literatuurlijst
- Hoofdstuk 11: bijlagen

1. Inleiding

Dit evaluatierapport is gemaakt naar aanleiding van de wateroverlast in gemeente de Zwijndrecht tijdens de zomer van 2020. Op 16 en 26 juni en 3 augustus werd Zwijndrecht getroffen door extreme buien. Deze buien veroorzaakten veel wateroverlast in bepaalde gebieden. Deze evaluatie zoekt naar mogelijke oorzaken waarom juist deze gebieden overlast en soms ook schade hadden. Wanneer oorzaken voor de wateroverlast worden gevonden kan er beter op worden geanticipeerd in de toekomst. Het doel van deze evaluatie is inzicht te geven in de omgestandigheden en de ervaren wateroverlast tijdens de zware regenbuien.

1.1 Aanpak onderzoek

In de evaluatie zijn verschillende onderzoeksmethodes gebruikt. Voor het analyseren van de wateroverlast is een inventarisatie gemaakt van de wateroverlastmeldingen. Deze meldingen zijn berichten vanuit Fixi en meldingen die via email of brief naar de gemeente zijn gestuurd. Vervolgens is de oorzaak van de wateroverlast onderzocht door middel van deskresearch, gesprekken met experts, betrokken partijen en bewoners. De repressie-maatregelen zijn onderzocht door middel van een procesevaluatie met de betrokken partijen. Uiteindelijk zijn alle eerdere onderzoeksmethoden ook gebruikt om tot de oplossingsrichtingen te komen.

2. Wat is er gebeurd?

In de zomer van 2020 hebben drie buien voor wateroverlast gezorgd in de woongebieden van de gemeente Zwijndrecht. Wateroverlast bij particulieren was tot 2020 op deze schaal niet voorgekomen. De gemeente kreeg in totaal 551 meldingen van inwoners over de wateroverlast. De eerste bui op 16 juni werd gevolgd door 197 meldingen, de tweede bui op 26 juni door 221 meldingen en de derde bui op 3 augustus kreeg 133 meldingen. Het komt vaker voor dat regenbuien voor enkele meldingen van wateroverlast zorgen, maar het aantal meldingen van deze drie hoosbuien is niet eerder voorgekomen.

2.1 Wat voor buien waren het?

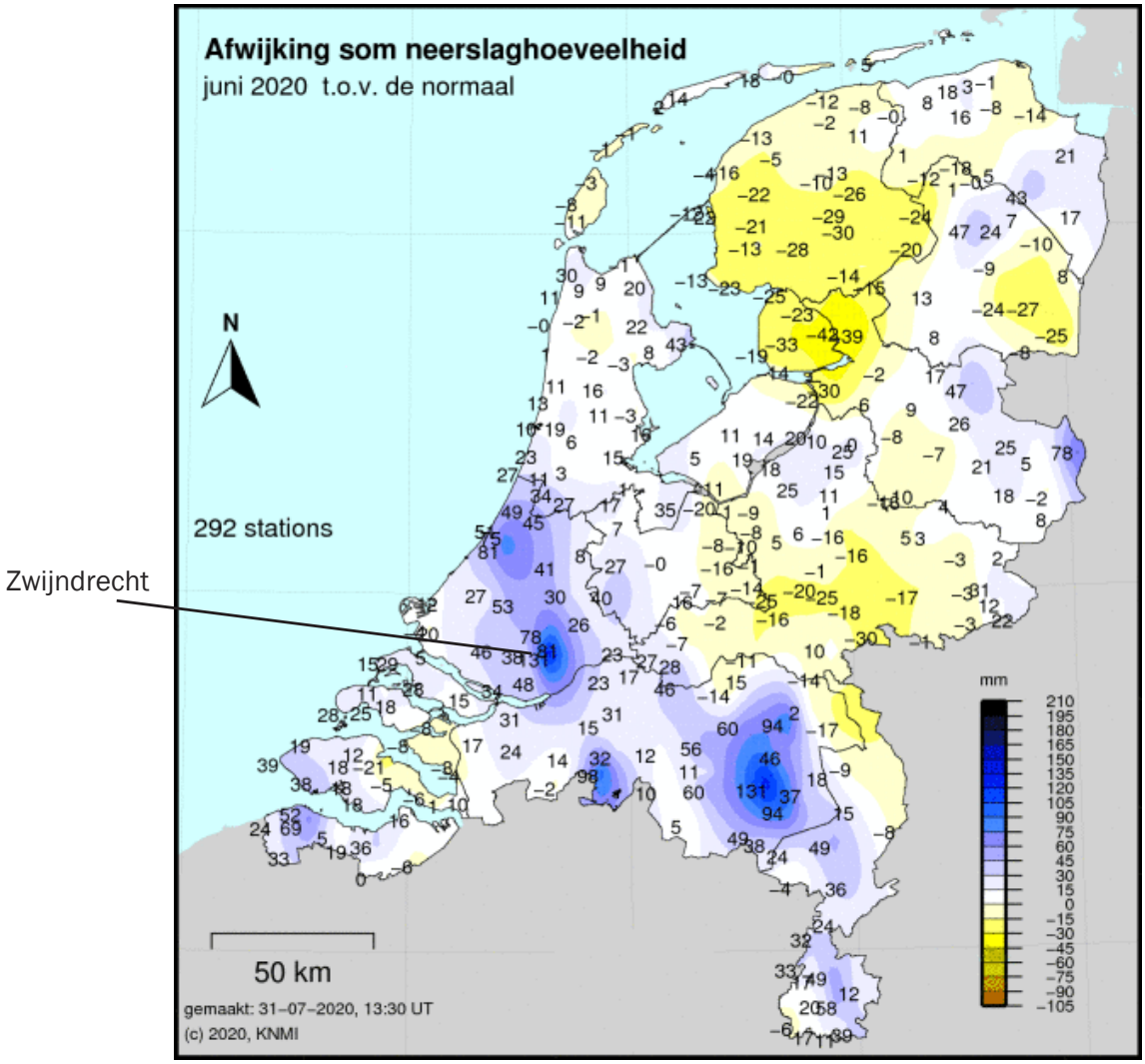
De eerste bui was het meest intense van alle buien. Neerslaghoeveelheid in 30 minuten per bui:

- 16 juni: 48,5 mm
- 26 juni: 36 mm
- 3 augustus: 34,5 mm

Zie ook bijlage 1.

Op basis van deze gegevens kan met zekerheid gesteld worden dat de drie buien aanzienlijke hoosbuien waren. Het KNMI (z.d.-a) noemt namelijk lokale neerslag van meer dan 25 mm per uur een hoosbui of een wolkbreuk. Daarnaast komen buien van deze intensiteit zelden voor. De eerste bui wordt ook wel een T=100 bui genoemd, dit is een bui die eens in de 100 jaar voorkomt. De tweede en derde bui zijn T=50 buien die eens in de 50 jaar voorkomen (Beersma, Versteeg & Hakvoort, 2018).

Van alle buien bestreek de tweede regenbui het grootste gebied. De meldingenkaarten in bijlage 2 tonen een grotere spreiding bij de bui van 26 juni en de minste spreiding bij 3 augustus. Zowel de bui van 16 juni als 3 augustus concentreerden zich meer boven de wijken Noord, Walburg en Centrum. Hoosbuien vallen vaak lokaal: in Rotterdam scheen de zon, maar in Zwijndrecht was het kletsnat.



Figuur 1: Afwijking hoeveelheid neerslag juni 2020 t.o.v. de 'normale' hoeveelheid juni (KNMI, 2020).

2.2 Welke overlast heeft plaatsgevonden?

Op basis van de meldingen hebben de inwoners de volgende wateroverlast ervaren tijdens en na de 3 hoosbuien:

- Water op straat
- Water in huis
- Beschadigde bestrating
- Dode vissen
- Water in de berging of schuur
- Water in de kelder of kruipruimte
- Rioolwater komt omhoog op straat
- Rioolwater komt omhoog door wc of gootsteen
- Stank
- Los putdeksel
- Grondwateroverlast

Een derde van alle meldingen ging over ‘water op straat’. Bewoners beschreven dat de straten onbegaanbaar waren tijdens de hoosbuien. De situatie was niet alleen vervelend maar ook gevaarlijk. Inwoners konden niet zien waar ze liepen en de onbegaanbaarheid van de weg maakte het nauwelijks tot niet mogelijk voor hulpdiensten om straten te betreden.

In meerdere gebieden in Zwijndrecht stroomde het overtollige regenwater over de stoepranden van de rijbanen richting de woningen. Het percentage meldingen ‘Water in huis’ was dan ook 20% van alle meldingen. Regenwater stroomde bij de drie hoosbuien over deurdorpels heen de huizen binnen en liet bij deze woningen een ravage achter. Vaak nam het regenwater het straatvuil mee, maar soms zelfs ook het vuile afvalwater vanuit het riool. Dit vuil spoelde dan in de woonruimten, met alle gevolgen van dien.

Figuur 2: Brandgang Laurensvliet 16-06-2020.

Figuur 3: Wolkbruik Rotterdamseweg 26-6-2020 (de Kool, 2020).

Figuur 4: Burgemeester Doornplein 03-08-2020 (van Helden, 2020).

2. Wat is er gebeurd?

De meeste wateroverlast heeft tijdens de hoosbuien plaatsgevonden. Echter gaan een aanzienlijke hoeveelheid meldingen over de periode ná de buien. Op een gedeelde derde plek van de meest voorkomende meldingen staan ‘beschadigde bestrating’ en ‘dode vissen’ met allebei 12% van de meldingen. De hevige neerslag had het losse zand onder de bestrating weggeslagen waardoor ‘sinkholes’ onder de bestating ontstonden. Vervolgens zijn na alle drie de hoosbuien nog tientallen meldingen gedaan van vissensterfte. Inwoners zagen hoe de vissen hapten naar zuurstof en dode vissen het water vulden.

Figuur 5: Rotterdamseweg 16-06-2020.

Figuur 6: Bootjessteeg tegenover Albert Schweitzer ziekenhuis 16-06-2020 (van Engelsman, 2020).

2.3 Hoe hebben de bewoners de buien ervaren?

Op 18 en 23 september 2020 heeft de gemeente de bewoners bezocht die (ernstig) wateroverlast hebben ondervonden tijdens de hoosbuien in de zomer van 2020. De gemeente had verschillende disciplines betrokken bij de bezoeken, namelijk een wethouder, meerdere beheerders (o.a. riolering en bestrating) en adviseurs op het gebied van waterhuishouding. Bewoners konden bij dit team hun waarnemingen, ervaringen en gevoelens rondom de situatie kwijt. Onderstaande thema's kwamen herhaaldelijk naar voren.

Kwetsbaarheid bebouwde omgeving en infrastructuur
Bewoners gaven aan verbaasd te zijn over de invloed van maaiveldhoogten op de afstroming van het regenwater. Daarnaast was er veel verbazing over hoe het regenwater als een rivier hun straat in kwam stromen.

De hoosbuien gaven de bewoners ook inzicht in de kwetsbaarheden van hun woning. Door de lage ligging van hun woning en de aanliggende straten kon bijvoorbeeld het regenwater via de ventilatiesleuven van de woning de kelder in stromen of soms zelfs via de dorpel de woning in.

Functioneren rioolstelsel en gemalen
Meerdere bewoners gaven aan dat volgens hen het rioolstelsel en de gemalen tijdens de hoosbuien niet (goed) functioneerde. Ook werd de gemeente of desbetreffende aannemer verweten dat in straten waar de afgelopen jaren riolering is vervangen, deze riolering niet goed is aangelegd. Uit de reacties van de bewoners bleek zij vaak niet bewust zijn van de beperkingen van het rioolstelsel en complexiteit van de watersystemen. Deze bewustwording kwam nadat ze door de gemeente werden geïnformeerd.

Onzekerheid en angstgevoelens
Door de hoosbuien zijn bewoners hun gevoel van veiligheid kwijt. Huishoudens die ernstig wateroverlast hebben gehad, kijken nu uit gewoonte op de buienradar en worden angstig wanneer een bui, hoe klein dan ook, richting Zwijndrecht komt. Ze durven bijna niet het huis te verlaten. Een inwoner vertelde: *"Sinds de hoosbuien voel ik me rusteloos wanneer ik regen zie aankomen. Het ergste van al is dat mijn zoon naar me toekomt wanneer het een beetje regent met de vraag of hij al de pomp moet pakken…"*.

Figuur 7: Lindelaan 16-06-2020 (Veiligheidsregio Zuid Holland-Zuid, 2020).

3. Wanneer is het gebeurd?

De 3 hoosbuien hebben plaatsgevonden in de zomer van het jaar 2020:

- Bui 1: dinsdag 16 juni, rond 14:30 uur.
- Bui 2: vrijdag 26 juni, rond 21.00 uur.
- Bui 3: maandag 3 augustus, kort na 14:00.

Alle drie de hevige neerslagperiodes duurden gemiddeld een uur tot anderhalf uur.

4. Waar is het gebeurd?

Tijdens de hoosbuien heeft het in heel de gemeente Zwijndrecht geregend. De overlast van de buien heeft zich beperkt tot enkele wijken. De wijken Noord en Centrum hebben de meeste overlast ervaren. In deze twee wijken liggen dan ook de 'wateroverlastlocaties'. Dit zijn locaties van waaruit relatief grote concentraties meldingen over wateroverlast zijn binnengekomen bij de gemeente. Door middel van een inventarisatie van de meldingen (bijlage 2) zijn deze gebieden gelokaliseerd. De herhalende en grote wateroverlast die werd ervaren impliceert een mogelijke kwetsbaarheid van deze gebieden.

De volgende gebieden zijn volgens de inventarisatie van meldingen wateroverlast-locaties:

1. Adolph van Nassaustraat doorlopend naar Burgemeester Doornlaan en Doornplein
2. Laurensvliet en Steenbokstraat
3. Prins Mauritsstraat
4. Rotterdamseweg doorlopend naar de Noteboomstraat
5. Rembrandtstraat
6. Lindelaan

In gesprek met de betrokken partijen (o.a. de brandweer en gemeentewerf) zijn nog een aantal straten toegevoegd als wateroverlastlocatie. Deze straten hebben relatief weinig meldingen, maar hebben wel aanzienlijk veel wateroverlast ervaren tijdens alle hoosbuien:

7. Zuidelijke deel van de Prins Hendrikstraat
8. Zuidelijke deel van de Onderdijkserijweg
9. Bootjessteeg

Figuur 8: Wijken Zwijndrecht.

Figuur 9 Wateroverlast-locaties.

5. Hoe is het gebeurd?

Wateroverlast kan vele verschillende oorzaken hebben. Daarnaast zijn deze oorzaken veelal locatie-specifiek. Binnen dit hoofdstuk worden meerdere potentiële oorzaken aangekaart en geanalyseerd.

5.1 Klimaatverandering

Door het veranderen van het klimaat is de kans op extreme buien groter geworden en wordt dit in de toekomst nog groter. De opwarming van het klimaat resulteert niet alleen in langere droge periodes, maar ook in een hogere frequentie van hoosbuien. De buien die vroeger eens in de 100 jaar voor kwamen, komen nu eens in de 50 jaar voor. Daarbij wordt de regenintensiteit in buien ook heftiger. Per graad celsius dat het Nederlandse klimaat opwarmt neemt de neerslaghoeveelheid met 12% toe (KNMI, 2015). Het Nederlandse watersysteem is niet berekend op dit nieuwe klimaat en Zwijndrecht ervaarde de gevolgen hiervan in de zomer van 2020.

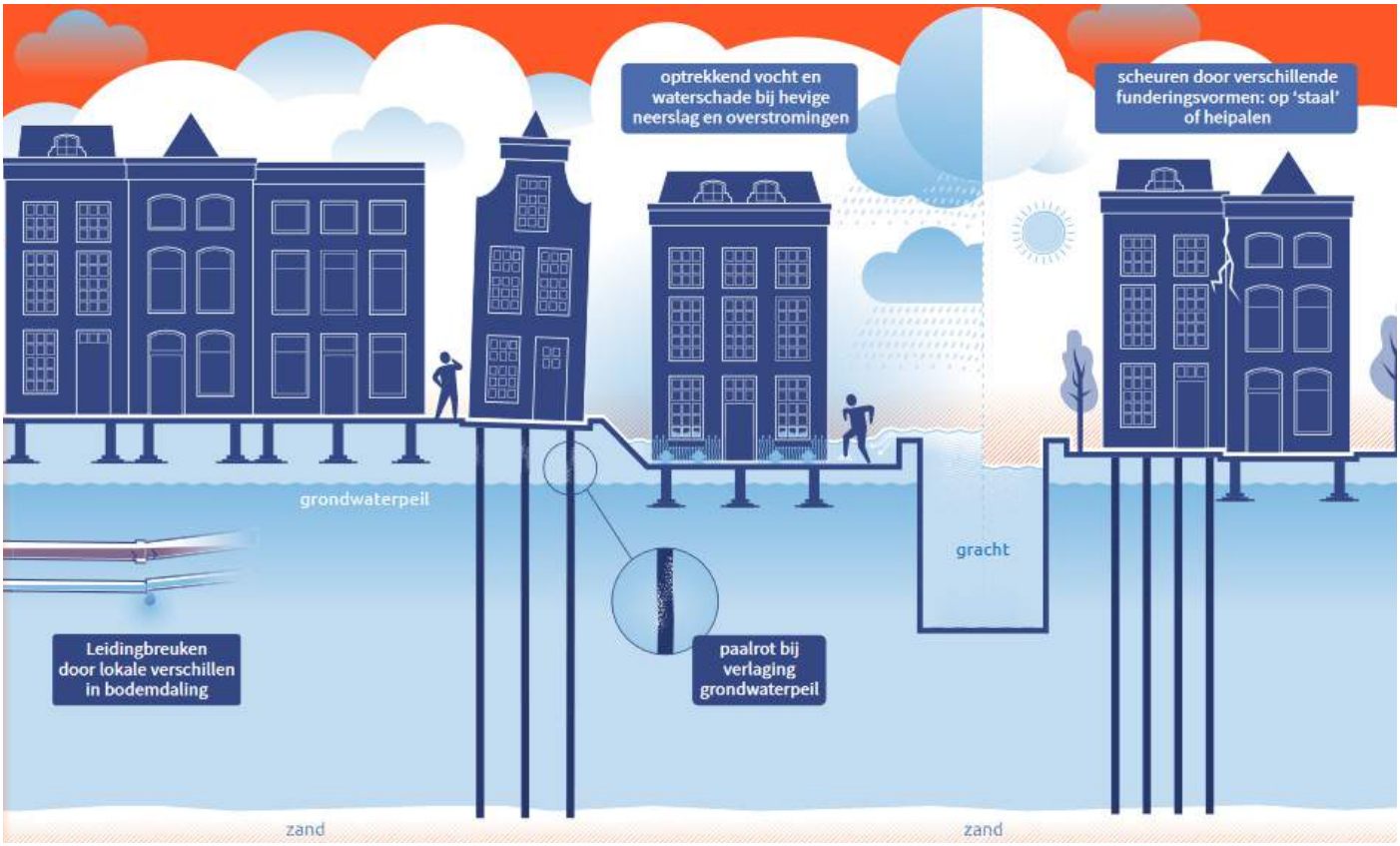
Voordat de hoosbuien plaatsvonden ging bij alle drie de buien een periode van droogte aan vooraf. Door deze droogte was de grond uitgedroogd en het grondwaterpeil gezakt. Hierdoor neemt de Zwijndrechtse klei-veenbodem (WUR, 2006) tijdens regenval minder water op en wordt zelfs bijna waterafstotend (Dekker & Ritsema, 1996). Toen de hoosbuien losbarstten nam de bodem dus minder regenwater op dan ‘normaal’. Wanneer regenwater niet kan infiltreren (door de bodem opgenomen worden) zoekt het een andere uitweg, bijvoorbeeld naar de straat of het riool in. Het uitdrogen van de bodem is echter beperkt van invloed geweest op de wateroverlastlocaties. Deze gebieden zijn voornamelijk verhard waardoor het regenwater nauwelijks tot niet de bodem bereikt. Het water zal hier bijna direct naar het riool stromen.

Het gemiddelde Nederlandse riool heeft een te beperkte ontwerpcapaciteit om extreme hoosbuien te verwerken. Conform de landelijke richtlijnen kan het Zwijndrechtse riool maximaal 20 mm neerslag per uur opvangen. De hoosbuien overschreden deze bergingscapaciteit ruim binnen een half uur (bijlage 1). Het water in het riool werd vervolgens via een gemaal weggepompt naar de rioolwaterzuivering (RWZI).

Figuur 10: Riool bij extreme regenval (Aquafin, z.d.).

Echter ook de capaciteit van het gemaal is beperkt en wanneer deze capaciteit is bereikt wordt het water uit het riool geloosd (overgestort) via de riooloverstorten in de singels (figuur 10). Dit water uit het riool en de hevige neerslag zelf zorgde ervoor dat het peil van de singels aanzienlijk ging stijgen. Door deze stijging werden de overstorten (de “nooduitgangen” van het rioolnetwerk) minder bruikbaar. De enige uitweg voor het water in het riool was toen nog via de laagste kolken in de straat of via wc’s of gootstenen in woningen.

De klimaatverandering heeft ook invloed op de maaiveldhoogten in Zwijndrecht. De stijgende temperatuur veroorzaakt een toenemende daling in de grondwaterstanden, wat vervolgens oxidatie van de onderliggende veenlaag veroorzaakt. Oxidatie is het verbranden en vervolgens verdwijnen van de veenlaag uit de ondergrond (Kwakernaak, van den Akker, Veenendaal, van Huissteden & Kroon, 2010). Wat vervolgens de bodem van de gemeente extra snel laat zakken/inklinken. Als de bebouwing niet onderheid is (geen paalfundering heeft die op een stevige bodem staat) zal deze bebouwing meezakken. Deze verzakkingen kunnen gevolgen hebben voor de verplaatsing van regenwater. Het zorgt er namelijk voor dat bebouwing in verscheidene gebieden, het laagste punt wordt. Het regenwater zal zich altijd verzamelen bij het laagste punt en is ook gebeurt tijdens de hoosbuien. Dit fenomeen wordt nader uitgelegd bij ‘5.4 Maaiveldhoogten en funderingen’.



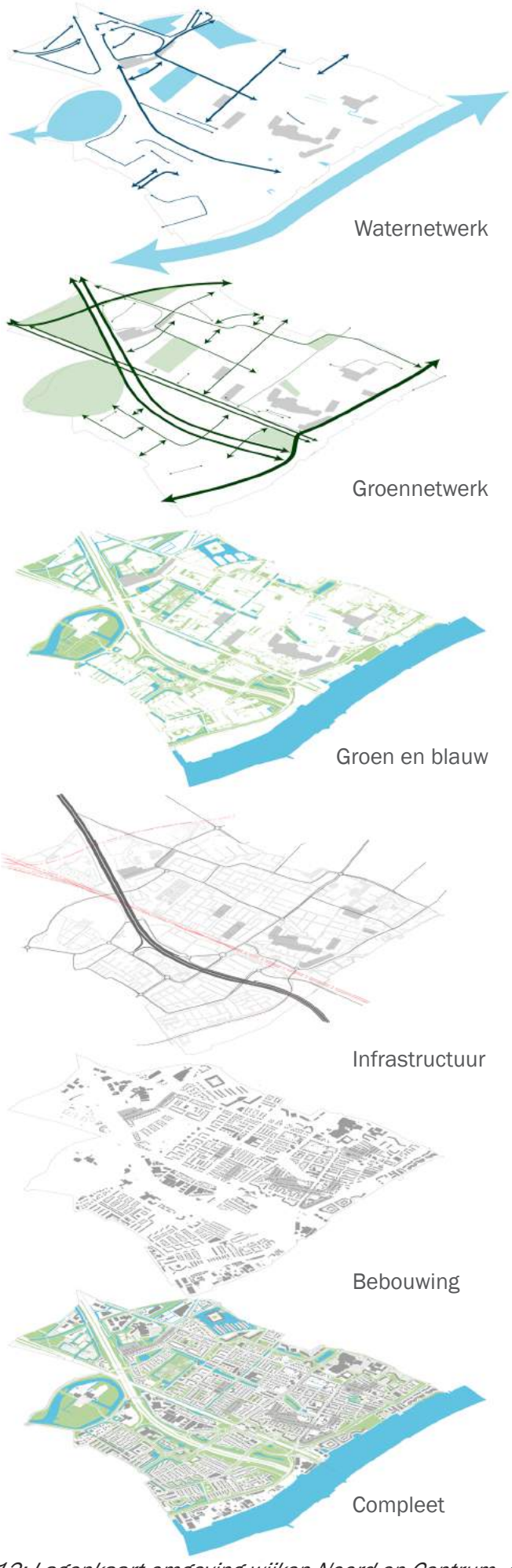
Figuur 11: Bodemdaling (Hoogheemraadschap van Rijnland & Gemeente Gouda, 2018)

5.2 Opbouw openbare ruimte

De bebouwde omgeving vangt als eerst de neerslag op. Haar inrichting bepaald hoe de omgeving het water verwerkt. In de wijken Centrum en Noord, waar de wateroverlastlocaties zich bevinden, is de bebouwde omgeving door een aantal inrichtingskeuzes niet waterbestendig/-robuust te noemen. Deze keuzes zijn in het verleden gemaakt en ontwikkeld in de jaren dat men zich nog niet bewust was van de klimaatverandering.

In de 20ste eeuw is Zwijndrecht verstedelijkt. (Kadaster, 2019). De stijging van inwonersaantallen eisten een toename in huisvesting en infrastructuur. Om aan deze eis te voldoen werd groen verruild voor steen. Echter werd toendertijd geen rekening gehouden met de berging en bovengrondse afvoer van water. De drie hoosbuien hebben de keerzijde van deze ontwikkeling getoond. Verharding zorgt namelijk dat het regenwater direct naar de riolering stroomt en niet of nauwelijks kan infiltreren in de bodem. Al is een klei-veenbodem maar beperkt waterdoorlatend, beperkte infiltratie kan al een bijdrage leveren op de grote schaal (Biron, 2004). Daarnaast vertraagt groen het water. Een verhard oppervlakte doet dit niet. De vertraging in de regenwaterstromen kan zorgen dat het riool minder snel vol raakt.

De groenelementen in de wijken Centrum en Noord zijn zeer schaars en sterk versnipperd. Daarnaast zijn ze veelal inefficiënt ontworpen op het gebied van waterhuishouding. Het groen wordt vaak afgeschermd van de omliggende straat door een stenen rand, waardoor het geen water vanaf de straat in het groen stromen. Vervolgens ligt een groot deel van het groen hoger dan de straat. Dit hoogteverschil zorgt dat het regenwater dat op het groen valt niet wordt vastgehouden, maar afvloeit naar de straat en uiteindelijk naar het riool. De hoge groene bermen rondom de singels belasten ook indirect het riool. In plaats van een directe waterstroom naar de singels, vormt de berm een barrière voor het regenwater dat op de straat valt, waardoor het niet naar de singel kan afstromen en dus afstroomt naar het riool.

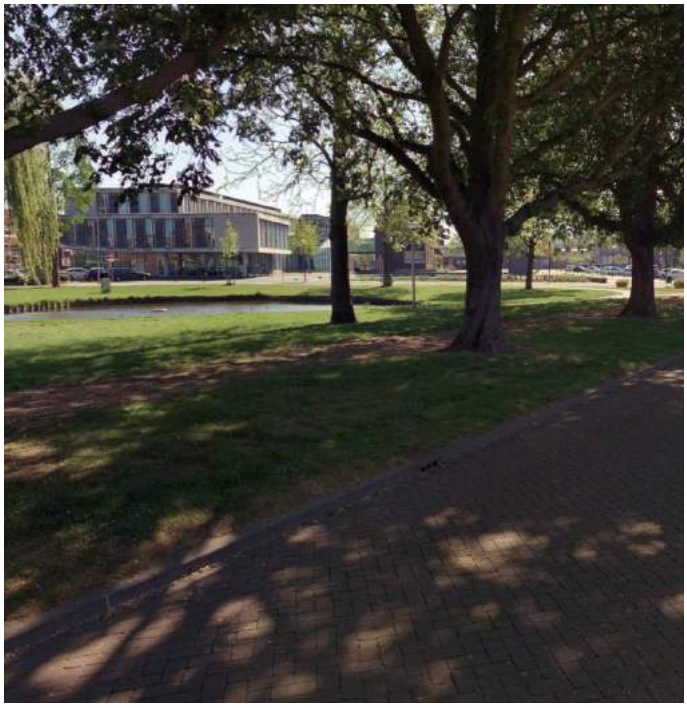


Figuur 12: Lagenkaart omgeving wijken Noord en Centrum, grijze vakken in de kaartlagen zijn wateroverlast-locaties

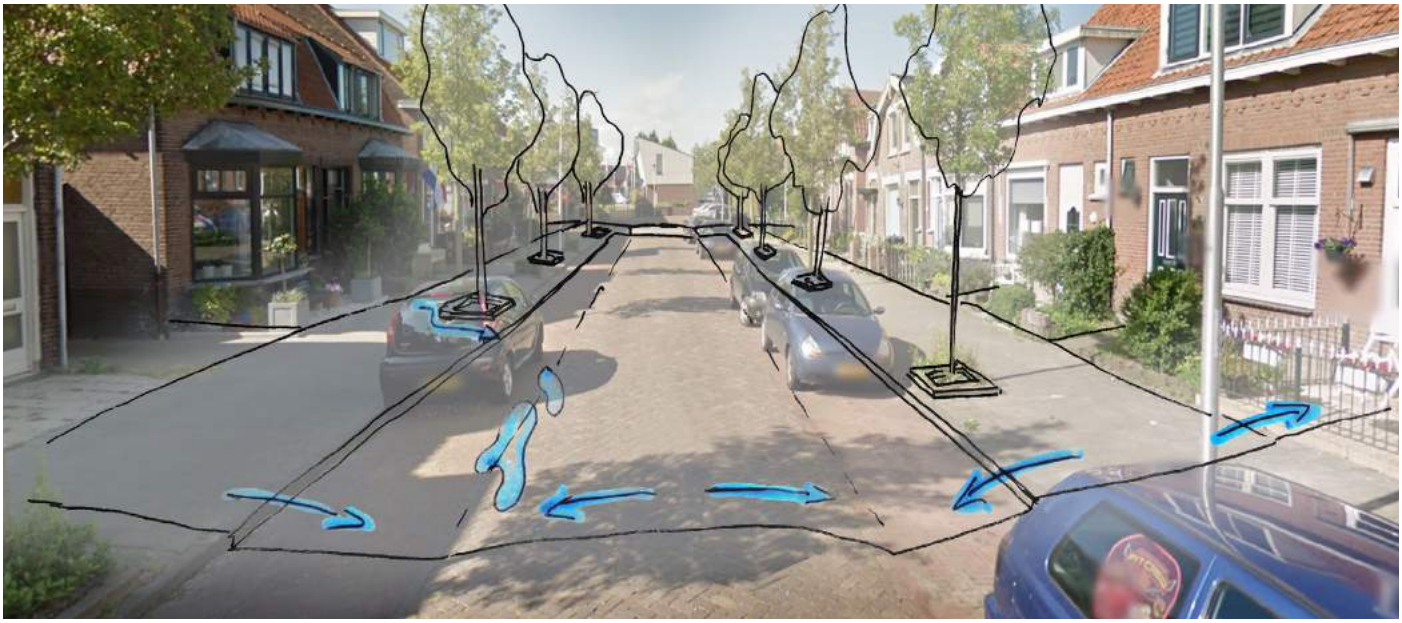
De laatste eeuw zijn daarnaast in het gebied ook veel singels en sloten verdwenen. Historische sloten en singels zijn gedempt voor infrastructuur en bebouwing (Kadaster, 2019). De afname van oppervlaktewater en de verloren waternetwerken resulteert in minder bergingscapaciteit voor regenwater. Dit was in het 'oude' klimaat geen ramp, maar in het nieuwe klimaat is dit een groot gemis. Zeker in de wijk Centrum heeft water haar prominente positie verloren.

Als de bergingscapaciteit voor regenwater afneemt in de natuurlijke elementen, moet dit opgevangen worden in de bebouwde omgeving. Maar ook de berging in een straat is vaak beperkt. Soms komt dat doordat stoepranden niet hoog zijn en omdat een straat na een rioolvervanging wordt opgehoogd. Dit ophogen gebeurt zodat de weg weer voldoende draagkracht heeft. De wegen ophogen naar het oorspronkelijke aanlegniveau is overigens in de straten waar de huizen niet onderheid zijn geen optie, omdat er nog meer regenwater naar de woningen stroomt.

Samengevat, het ontwerp van de openbare ruimte en dan vooral in de omgeving van de wateroverlastlocaties, is gefocust op functionaliteit. Dit is jaren goed gegaan, maar het is voor toekomst niet gewenst vanwege het veranderde klimaat. Daarnaast biedt andere mobiliteit kansen om de woonomgeving te vergroenen.



Figuur 13: Afgeschermd en verhoogd groen. Het regenwater kan niet bij de vijver (Drechtsmaps, 2018).

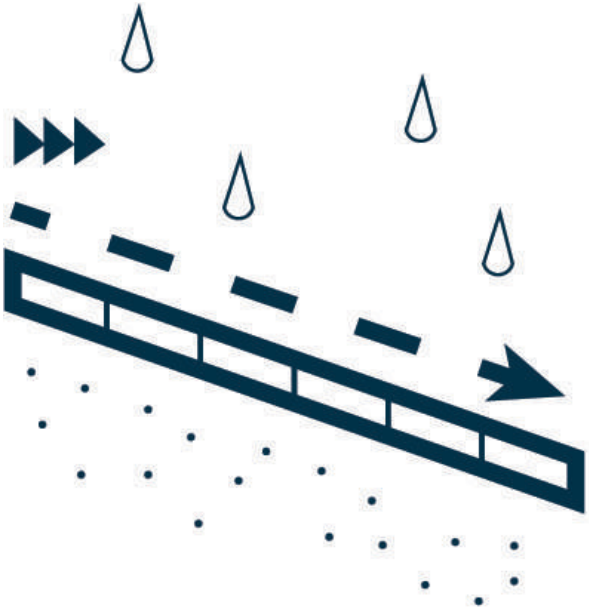


Figuur 14: Prins Hendrikstraat zuid, huidige situatie met schets van waterstromingen.

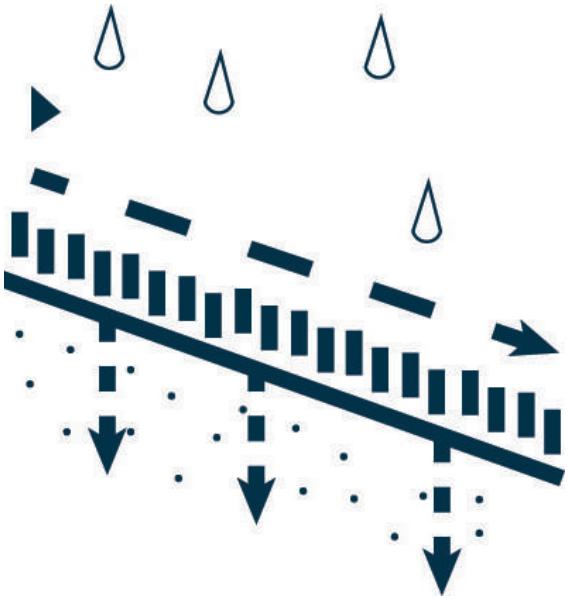
5.3 Opbouw particulier ruimte

In Nederland is ongeveer 60% van de grond in bezit van particulieren (Elsevier & Kadaster, 2012) en bestaat 33% van de tuinen uit tegels. In Zwijndrecht bestaat zelfs 41% van de tuinen uit tegels. Het gevolg hiervan is dat het regenwater dat op deze tegels valt niet in de bodem infiltreert, maar wordt afgevoerd naar de straat of direct geloosd wordt op het riool.
Bij extreme regen draagt deze afvoer vanaf particuliere tuinen bij aan 'water op straat' wanneer het riool zijn capaciteit heeft bereikt. Hoger gelegen bebouwing ondervindt hier weinig hinder van, maar lage bebouwing des te meer. Het water zoekt het laagste punt, denk daarbij aan lage tuinen, deurdorpels en/of ventilatiesleuven (meer hierover bij 5.4 Maaiveldhoogten en funderingen).

Hevige neerslag ontwikkelt ook luchtverplaatsingen in het riool en in de huisaansluiting. Door de enorme toestroom aan water wordt de lucht uit het riool geduwd. Deze lucht gaat een uitweg zoeken. De enige ontsnappingsroute is de huisaansluiting, want de kolken in de weg en de regenpijp vanaf het dak van de woning staan vol met regenwater. Op dat moment is de huisaansluiting de uitweg en gaan wc's en gootstenen in de woning borrelen, wanneer geen ontluchtingsvoorziening in de particuliere afvoerleiding aanwezig is.



Figuur 15: Water infiltreert niet en wordt niet geremd op verharding.



Figuur 16: Water infiltreert deels en wordt geremd op groen.

5.4 Maaiveldhoogten en funderingen

In de wateroverlastlocaties staan veel woningen en bergingen die niet zijn onderheid en verzakt zijn. Het maaiveld rondom deze woning is laag, waardoor deze woningen en schuurtjes kwetsbaar zijn bij hevige regen.

Historische gebouwen van vóór 1970 zijn veelal niet onderheid of onderheid met houten heipalen (KCAF, 2020). De niet onderheide woningen zijn meestal op staal of koeienhuiden gefundeerd. Deze funderingstypen zijn erg kwetsbaar voor het zakken van de bodem, omdat ze niet steunen op stabiele bodem. Dit doet paalfundering wel. De daling van grondwaterstanden in de zomer heeft als risico dat houten heipalen paalrot ondervinden. De ontwikkeling van paalrot kan ook resulteren in het verzakken van woningen. Allebei de funderingen komen voor in de historische wijk Centrum en in delen van de wijk Noord. Op alle wateroverlastlocaties zijn meerdere woningen en bergingen/garages op staal gefundeerd.

Tijdens de hevige neerslag heeft de inklinking (5.1 Klimaatverandering') van de bodem haar gevolgen laten zien.

Tijdens de hoosbuien stroomde veel regenwater door het hoogteverschil van de straat naar de lage bebouwing. Vervolgens kregen sommige bewoners niet alleen het regenwater van hun eigen terrein, maar ook nog het regenwater van de straat en in enkele gevallen ook nog van de buren in hun woning.
Naast de inklinking van de bodem is bij de omgeving Rotterdamseweg en de Onderdijkserijweg het hoogteverschil ook nog verergerd door nog een andere factor, namelijk nieuwbouw in de directe omgeving. Het maaiveld waarop deze nieuwbouw is gebouwd ligt veel hoger dan het maaiveld van de bestaande bebouwing. Hierdoor wordt het regenwater dat in deze gebieden valt, afgewenteld op de bestaande omgeving.

Figuur 17: Adolph van Nassaustraat linker woning is onderheid en rechter staat op staal (Drechtsmaps, 2018).

Lage maaiveldhoogten resulteren ook in een korte afstand tot het grondwater. Heel Zwijndrecht ervaart een hoge grondwaterstand doordat het een deltagebied is (Provincie Zuid-Holland, 2018). Woningen op lage maaiveldhoogten ondervinden sneller grondwateroverlast door de beperkte ruimte tussen de kelder/kruipruimte en het grondwaterpeil. Het Bouwbesluit 2012 (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2020) stelt dat huizeneigenaren hun kelders waterdicht moeten maken. Wanneer dit niet het geval is zal bij stijgend grondwater (voornamelijk in de winter) het water in de kelders verzamelen. Echter was tijdens en na de hoosbuien de stijging in grondwater zeer beperkt. Dit betekent dat de wateroverlast in de kelders niet of nauwelijks is veroorzaakt door grondwater, maar waarschijnlijk door water dat via de gevel of de ventilatieroosters/-sleuven in de kelder of kruipruimte is gestroomd.

De lage maaiveldhoogten zorgen er ook voor dat de wateroverlastlocaties het laagste punt zijn ten opzichte van de riolering. Het inklinken van de bodem resulteert in steeds minder afstand tussen de kolken/putten en de rioolbuis. Deze kolken/putten worden daardoor de eerste uitweg voor het water als de druk in het riool te hoog is. Tijdens de hevige neerslag van 2020 drukte het regenwater van de hoge gebieden, het rioolwater omhoog in de putten in de lage gebieden. Omdat het Zwijndrechtse riool voornamelijk een gemengd stelsel is, resulteert dit bij de hoosbuien in zowel regenwater als vuil rioolwater op.

Enkele gebieden in Zwijndrecht hebben dusdanig lage maaiveldhoogten dat zij niet meer het rioolwater via de vrijval-methode kunnen afvoeren naar het hoofdriool. Deze situatie komt voor in delen van de Prins Hendrikstraat, Adolph van Nassaustraat en de Bootjessteeg. Om de verplaatsing van rioolwater mogelijk te maken zijn onderbemalingsgebieden (m.u.v. Bootjessteeg West) aangelegd bij deze locaties. Deze geïsoleerde gebieden verpompen hun rioolwater naar het hoofdriool door middel van een gemaal die de hoogteverschillen overbrugt. Maar logischerwijs hebben deze gemalen geen onbegrensde capaciteit.

Het hoogteverschil creëert vele kwetsbaarheden in de bebouwde omgeving en de constante inklinking van de bodem zal de problematiek alleen erger maken. De gemiddelde inklinking van de woningen op staal per jaar ligt rond de 0,5 cm. De Prins Mauritsstraat en de Onderdijkserijweg hebben zelfs een jaarlijkse verzakking van 1 cm (Sky Geo & NGC, 2020).

Figuur 18: Onderdijkserijweg verhoogde parkeerplaats achter bestaande bouw 18-9-2020.

5.5 Riolering en watersystemen

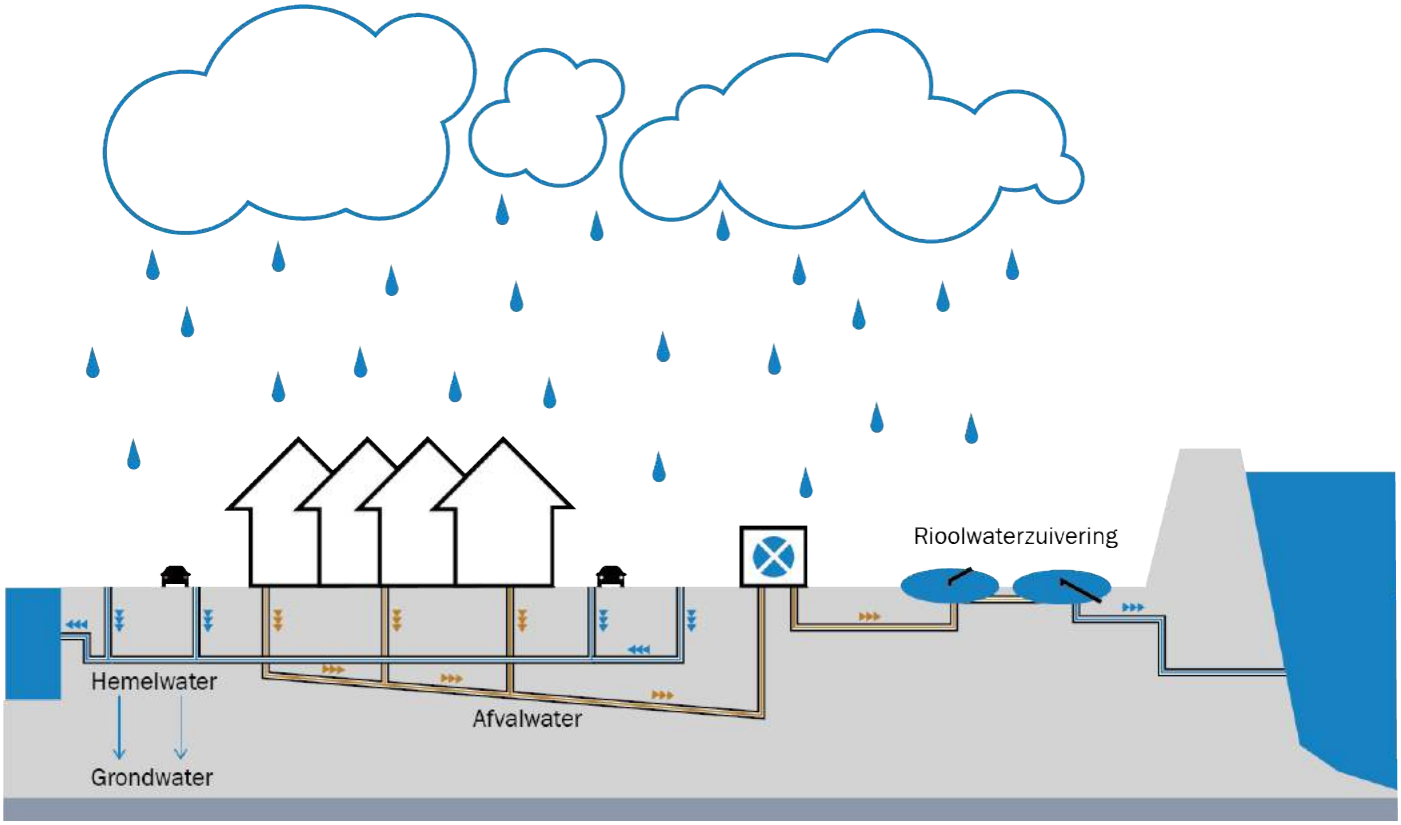
De gemeente Zwijndrecht zorgt in samenwerking met het Waterschap Hollandse Delta voor de afvoer van riool- en regenwater. De gemeente zamelt het regenwater en vuilwater, binnen haar gemeentegrenzen in en het waterschap transporteert dit naar de zuivering waar het water wordt gereinigd. In '5.1 Klimaatverandering' wordt uitgelegd waarom het huidige riool van Zwijndrecht de neerslaghoeveelheden van de drie hoosbuien niet kan verwerken. In het Gemeentelijk Rioleringsplan Zwijndrecht 2018-2022 (GRP) heeft de gemeente geanticipeerd op de toenemende neerslag, als gevolg van klimaatverandering. Omdat de capaciteit van ondergrondse leidingsystemen gelimiteerd is, is in het GRP al aangegeven dat voor de opvang van extreme buien oplosssingen moeten worden gezocht in de openbare ruimte en in het watersysteem.

Echter de mogelijkheden voor deze oplossingen zijn nu juist in de overlastgebieden beperkt, vanwege hoge grondwaterstanden, geen of weinig oppervlaktewater, veel verharding en weinig groen.

Om de capaciteit van de ondergrondse leidingen te optimaliseren is in het GRP opgenomen dat bij het vervangen van de riolering de capaciteit van de leidingen waar mogelijk vergroot dienen te worden. Daarnaast heeft de gemeente een afkoppelbeleid, wat inhoudt dat waar mogelijk het regenwater niet wordt geloosd op het vuilwaterriool, maar in de singels. Door het regenwater direcht in de singel te lozen raakt het vuilwaterriool niet overbelast bij hevige regen.

Het beheer en onderhoud van het riool en de gemalen vindt planmatig plaats. Het riool wordtzorgvuldig geïnspecteerd op haar functioneren en gereinigd wanneer nodig. Ook de kolken worden jaarlijks geïnspecteerd en in kwetsbare gebieden (o.a. centrumgebied) zelfs twee keer per jaar.

In meerdere gebieden in Zwijndrecht is de riolering al vervangen of zijn de werkzaamheden in voorbereiding. Deze rioolvervangingn heeft de wateroverlast van afgelopen zomer niet kunnen voorkomen, omdat het rioolstelsel niet ontworpen is op zulke grote hoeveelheden neerslag. Technisch en financieel is het namelijk niet realistisch dat de riolering in de toekomst dit soort hoosbuien kan verwerken. De overlast is als gevolg van deze rioolvervanging waarschijnlijk iets minder geweest.



Figuur 19: Illustratie functioneren van gescheiden rioolstelsel.

In de wateroverlastgebieden Bootjessteeg, de Laurensvliet en de Lindelaan is de afgelopen jaren het riool vervangen. Bewoners koppelde de wateroverlast die zij ervaarden aan de rioolvervanging. Alle vragen en opmerkingen hierover zijn opgepakt. Het riool is geïnspecteerd en de werking ervan is gecontroleerd. Er zijn geen afwijkingen geconstateerd.

Rioolvervanging/-renovatie heeft ook effect op de grondwaterstand. De voegen van een verouderde riolering zijn door verjaring niet compleet waterdicht meer en daardoor werkt het uiteindelijk als drainage. Na het vervangen van het oude riool door een nieuw waterdicht riool wordt het grondwater niet meer kunstmatig verlaagd en stijgt het grondwaterpeil ongeveer tot het niveau van het oppervlaktewater of zelfs iets daarboven (Quattro Expertise, 2015). Hier wordt op ingespeeld door bij rioolvervanging conform het GRP een drainagebuis aan te leggen.

Voordat de regenbuien plaatsvonden was er een persleiding gebarsten. Deze persleiding werd tijdens de regenbuien gerepareerd. Het water dat door deze leiding liep werd via een alternatieve methode verpompt. Adviesbureau Arcadis heeft berekeningen gedaan op de mogelijke invloed die deze situatie heeft gehad op de wateroverlast. Het bleek een verwaarloosbaar effect te hebben.

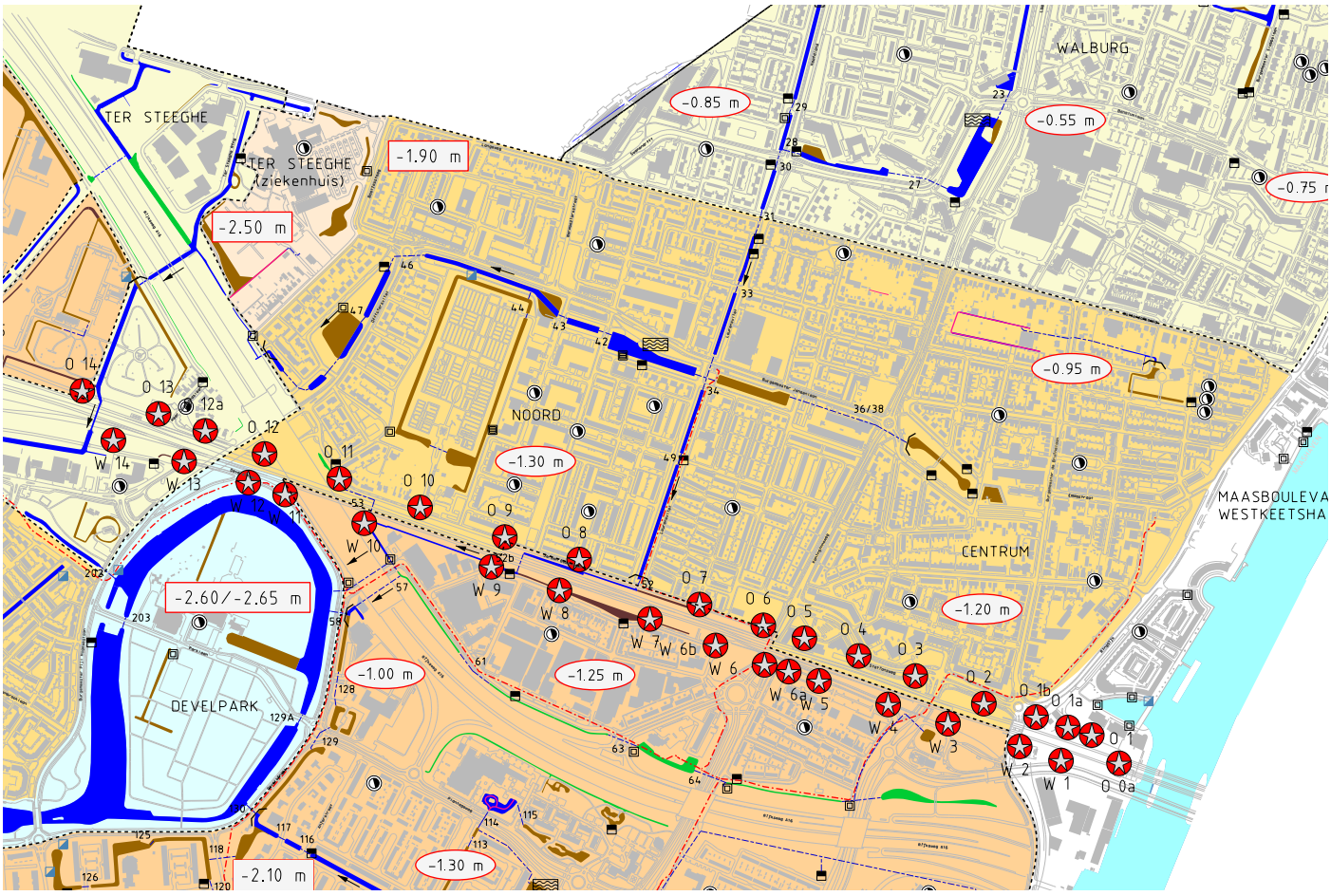
De singels van Zwijndrecht zijn op zichzelf ook een watersysteem. Ze zijn verbonden door duikers (ondergrondse verbindingen) en worden op peil gehouden door middel van stuwen. Hoe lager de stuw, hoe meer het peil zakt. De stuwen worden aangestuurd door het Waterschap Hollandse Delta en worden met de hand bediend of werken in een enkele gevallen automatisch. Tijdens extreme regenval stijgt het singelpeil snel door de neerslag die valt, afgekoppeld regenwater en overstorten van de riolering. Door de stuwen te verlagen kan meer regenwater worden afgevoerd. Wanneer hevige neerslag wordt verwacht worden stuwen vantevoren al verlaagd. Helaas zijn niet alle buien te verwachten.

Figuur 20: Laurensvliet singel in de ‘ normale’ situatie (Drechtsmaps, 2018).

De tweede en de derde hoosbui waren niet voorspeld. De weerstations hadden geen waarschuwing gegeven aan het Waterschap waardoor er niet op voorhand op geanticipeerd kon worden. De stuwen en duikers kunnen een opstuwend effect hebben als deze ondergedimensioneerd zijn. Dit geldt zeker voor de duiker onder de rotonde Koninginneweg/Passage. Deze duiker is niet in staat het vele water snel af te voeren.

De Rotterdamseweg, de Mauritsstraat en de Onderdijkserijweg hebben een locatie-specifiek knelpunt met de riolering. Deze gebieden liggen op een grote afstand (600-700 m) van de overstort bij Willem van Oranjelaan waarop zij zijn aangesloten. Doordat ze aan het einde 'van de lijn' zitten zal het water bij deze straten trager worden afgevoerd in vergelijking tot straten die dichterbij zitten.

De gemalen van de gemeente werken automatisch. Tijdens de hoosbuien functioneerden deze systemen optimaal. Maar de gemalen hebben niet de capaciteit om de enorme hoeveelheid water weg te pompen.



Figuur 21: Watersysteem Zwijndrecht, inzoom op Bootjessteeg (Ingenieursbureau Drechtsteden, 2017).

5.6 Wateroverlast gemeentebreed

Tijdens en na de regenbuien kwamen meldingen uit heel de Zwijndrecht binnen over vissterfte, sinkholes en losse putdeksels.

Na de eerste twee hoosbuien werd uitgebreid melding gemaakt van vissterfte in alle wijken. Twee factoren hadden veel invloed op de vissterfte.

Factor 1: Langdurige droogte en hitte voorafgaand aan de eerste hoosbui.
De warme temperaturen hielden aan tot de tweede hoosbui (KNMI, z.d.-b). De zomerhitte verwarmde het water in de singels en deze hitte zorgde voor dalende zuurstofconcentratie in het oppervlaktewater. Flora en fauna in de Zwijndrechtse Waard hebben deze zuurstof nodig om te overleven. Als reactie hierop had het Waterschap tijdelijk water vanuit de Maas in de singels laten stromen. Dit verbeterde de waterkwaliteit en het zuurstofgehalte steeg geleidelijk (Brolsma, Buma, van Meerten, Dionisio & Elbers, 2012).

Factor 2: Overstortend rioolwater
Door overstortend rioolwater in de singels daalt het zuurstofgehalte in de singels. Ondanks dat het rioolwater sterk verdund is door de regen blijft het wel afvalwater wat tijdelijk zorgt voor een mindere waterkwaliteit. (Gast, 1989; Jorna, Jansen, van Tol & Heijs, 1998). De hoosbuien en de hitte veroorzaakten dusdanig lage zuurstofpercentages in het water dat de vissen stikten.

Een ander fenomeen dat over geheel Zwijndrecht plaatsvond was het lokaal verzakken van de bestrating, ook wel ‘sinkholes’ genoemd. Dit is niet een spontaan fenomeen, het is bijna altijd een resultaat van een langer proces. Zwijndrecht is een veen-kleigebied met veel bodemdaling. Doordat de bodem daalt en woningen onderheid zijn, komt ruimte vrij onder de woningen waar zand in kan stromen. Doordat het zand verzadigd is met grondwater spoelt het weg onder de bestrating naar de riolering (lekkage in het riool) of onder woningen (bijvoorbeeld vanwege verzakte kruipruimtes). Deze ‘sinkholes’ zijn vrij vlot weer op te vullen, maar het moet altijd gecontroleerd worden.

Het laatste fenomeen is de loskomende putdeksels. Door de druk is de riolering (zie borrelende wc’s 5.3) kunnen deze deksels loskomen. Losse putdeksels kunnen zowel door luchtdruk als door waterdruk worden veroorzaakt. Tijdens de hevige regenval kwamen sommige deksels hierdoor los te liggen, wat gevaarlijk is. De losgekomen putdeksel zijn inmiddels al vervangen voor deksels die automatisch ontluchten of door deksels met gaten erin. Dit zijn gelukkig snel te nemen maatregelen.

5.7 Oorzaken samengevat

Alle factoren die invloed hebben gehad op de ontwikkeling van wateroverlast zijn als volgt:

Klimaatverandering

- Grote intensiteit buien
- Vaker voorkomende en intensieve hoosbuien
- Langdurige droogtes

Opbouw openbare ruimte

- Sterk verharde openbare ruimte
- Inrichting bebouwde omgeving
- Weinig groen en water/singels

Opbouw particuliere ruimte

- Sterk verharde tuinen
- Weinig groen
- Niet waterdichte kelders

Maaiveldhoogten en funderingen

- Zettingen

Riolering en watersystemen

- Rioolcapaciteit niet berekend op nieuw klimaat
- Duikers en stuwen mogelijke bottlenecks tijdens hoosbui
- Toevoer van regenwater laat peil snel stijgen in singels
- Lange afstand tot overstort (Rotterdamseweg, Mauritsstraat, Onderdijkserijweg) door gebrek aan open water

Vissterfte

- Zuurstoftekort

Beschadigde bestrating

- Zand weggespoeld

Losse putdeksels

- Waterdruk en luchtdruk in het riool

6. Wat waren de repressiemaatregelen tijdens de calamiteit?

Tijdens de hevige neerslag werd er met man en macht gewerkt om de overlast te beperken en werkzaamheden uit te voeren. Dit werd gedaan door middel van verschillende noodmaatregelen en de inzet van de medewerkers van de gemeente Zwijndrecht, de brandweer Zuid-Holland Zuid en het Waterschap Hollandse Delta.

Het Waterschap Hollandse Delta is de enige organisatie die niet of nauwelijks zichtbaar was tijdens de calamiteit. Zij werkten vanuit hun kantoor. Het Waterschap heeft namelijk op afstand controle over enkele stuwen. Uit informatie van het waterschap blijkt dat de weerstations een bui op 16 juni hadden verwacht en het Waterschap erop heeft geattendeerd. Het Waterschap heeft dus rekening gehouden met deze bui. De waterinlaat aan de Oude Maas, die na de droge periode water in liet stromen om meer zuurstof aan de singels toe te voegen, was gestopt. De stuwen waren voortijdig verlaagd, tot een niveau dat het voor de flora en fauna nog acceptabel was en singels niet droog kwamen te staan. De regenbuien van 26 juni en 3 augustus waren onverwacht. Het Waterschap was pas bewust van de regenbuien toen ze de peilstanden op afstand zagen stijgen.

Medewerkers van de gemeente belden met het Waterschap en drongen aan op snelle actie. Natuurlijk is de gemeente Zwijndrecht niet de enige gemeente onder de hoede van het Waterschap. Tijdens deze crisissituaties komt de automatisering van stuwen perfect uit. De reactietijd van het Waterschap wordt namelijk verkort. De stuwen reageren zelf op de peilstanden. Met het Waterschap wordt het samenspel tussen peilstijgingen en stuwverlagingen nog verder in detail geevalueerd.

De medewerkers van de gemeente waren zowel ter plaatste aanwezig als op afstand. Alle gemalen van de gemeente zijn volledig geautomatiseerd. Wanneer ze grotere hoeveelheden water detecteren zullen ze volop gaan pompen. Deze gemalen worden op afstand gecontroleerd en wanneer er technische problemen zijn, wordt dit aan de storingsdienst doorgegeven. Zij repareren het zo snel mogelijk. Tijdens alle drie de hoosbuien functioneerden alle gemalen optimaal. Vanwege de herstelwerkzaamheden aan de persleiding stond het hoofdgemaal langs de Burgemeester Janselaan uit. Hier was een tijdelijke pomp geplaatst. Het effect van deze bypass op de wateroverlast is verwaarloosbaar.

Naast de wateroverlast creëerden de buien ook onveilige situaties. De medewerkers van de gemeentewerf deden hun best om de veiligheid op straat te bewaren. Dit werd gedaan door middel van straten afzetten, putdeksels terug leggen en verkeer om te leiden. Vanuit de gemeentewerf werden mensen ingezet op basis van de binnenkomende Fixi-meldingen. De intensiteit en de spontaniteit van de hoosbuien werd als ongeëvenaard ervaren.

Ook is de brandweerploeg van Zwijndrecht actief geweest met het wegpompen van overtollig water uit de woningen en het communiceren met inwoners. De meldingen van wateroverlast komen bij de kazerne binnen en de medewerkers van de brandweer worden gealarmeerd. Met twee blusvoertuigen, een zwaarder schuimblusvoertuig en meerdere kleine pompen zijn ze naar de meldingen toe gegaan. Uiteindelijk was het effect van de brandweer beperkt. De blusvoertuigen kunnen maar op één plaats tegelijk zijn. Dus tijdens de hoosbuien konden niet alle gebieden worden geholpen. Daarnaast kon de brandweer niet het overtollige water kwijt, omdat het riool vol was en er geen lozingsmogelijkheden waren in de buurt. Na verloop van tijd kwam de brandweer van Hendrik-Ido-Ambacht ondersteuning leveren, nadat hun eigen gemeente geen ernstige wateroverlast meer had. De brandweer miste de communicatie met de gemeente en stelt dat zowel kennis als middelen tekortschieten voor dit soort calamiteiten. Een betere samenwerking tussen brandweer en de gemeente kan het effect van de inzet van de brandweer vergroten, maar de kanttekening is wel dat de brandweer pas effectief kan pompen als de afvoer van de riolering weer genormaliseerd is. Anders is het vooral rondpompen van water.

Voor deze wateroverlast situaties zijn geen goed bruikbare protocollen beschikbaar. Er is een hoogwaterprotocol, maar die is gericht op hoogwater van de rivier en er is een incidentenplan riolering welke is gericht op calamiteiten in of aan de riolering Op de vraag welke protocollen gehanteerd werden bij deze hoosbuien werd hetzelfde antwoord gegeven door alle drie de organisaties: geen. De gedeelde verklaring was het feit dat de buien dusdanig kort, intens en spontaan waren dat men geen tijd heeft gehad om protocollen te beoefenen en dat de huidige protocollen voor dit soort extreme neerslag niet volstaan. De handelingen die tijdens deze buien werden gedaan zijn natuurlijk wel doordacht, maar voornamelijk gebaseerd op de acute situatie met het doel droge voeten te houden en de veiligheid te waarborgen.

7. Welke activiteiten heeft de gemeente al opgepakt?

Voordat de driehoosbuien plaatsvonden was de gemeente Zwijndrecht al bezig met activiteiten en projecten om de klimaatbestendigheid van Zwijndrecht te analyseren en vergroten. De volgende projecten waren al in gang gezet en/of afgerond voor de regenbuien:

- Gemeentelijk Rioleringsplan Zwijndrecht 2018-2022. De gemeente heeft een rioleringsplan opgesteld en in werking gezet om het huidige riool te onderhouden, de gemeente voor te bereiden op zwaardere neerslag, wateroverlast te verminderen, grondwateroverlast te verminderen en slechte riolen te vervangen (Sweco, 2017).
- Stresstest. In deze test zijn de mogelijke kwetsbaarheden voor de klimaatthema's (hitte, droogte, wateroverlast en overstromingen) binnen de gemeente geïdentificeerd. De test bestaat op hoofdlijnen uit het verzamelen en creëren van informatie die beschrijft welke effecten klimaatverandering (de 'stress' die op het systeem wordt gezet) in de toekomst kan hebben op Zwijndrecht (Arcadis, 2019). Veel van de gebieden met wateroverlast kwamen overeen met de uitkomsten uit de stresstest.
- Onderzoek invloed van klimaatverandering op de grondwaterstand in 2050. Dit onderzoek sluit aan bij de kwetsbaarheidsanalyse van de stresstest.
- Opstellen hemelwaterkansenkaart. Het document toont op welke manier in een gebied kan worden omgegaan met hemelwater. Dit orientatie voor toekomstige ingrepen.
- Onderzoek klimaatadaptatie-labels en ontwerprichtlijnen. Dit onderzoek heeft op basis van de stresstest de wijken gelabeld op basis van kwetsbaarheid. Vervolgens heeft het onderzoek aanbevelingen en inspiratie aan de gemeente geboden over klimaatadaptieve inrichtingen voor de openbare ruimte.
- Ontluchtingsputdeksels. Er zijn onder andere putdeksel geplaatst die ontluchten en vast zitten met een schroefsysteem.

Vervolgens zijn na de regenbuien de volgende onderzoeken in gang gezet:

- Onderzoek invloed van piekbuien op grondwaterstand. Dit onderzoek is ook voor het analyseren van kwetsbaarheden. Het resultaat van dit onderzoek is de dat de piekbuien nagenoeg geen invloed hebben op de grondwaterstand.
- Bewoners-bezoeken. Na de hevige neerslag zijn de gebieden die ernstige wateroverlast hebben ervaren bezocht door de gemeente. Deze middagen hebben de gemeente veel informatie geboden over de ervaren overlast. Dit is input voor de evaluatie en vervolgonderzoeken.
- Inspectie riool Lindelaan en Prins Mauritsstraat. Na de bewonersbezoeken is het riool geinspecteerd op mankementen. De rapportages toonden geen afwijkingen.
- Evaluatie van de 3 hoosbuien (dit rapport). Dit rapport streeft in kaart te brengen waar de knelpunten en oorzaken lagen tijdens de extreme neerslag en welke resulteerden in wateroverlast.
- Nadere wateroverlastanalyses centrumgebied Zwijndrecht. Nu dat de gemeente weet waar de knelpunten liggen, wordt op basis van simulaties gezocht naar concrete ingrepen om aan de raad voor te kunnen leggen.
- Folder waterrobuuste inrichting particuliere ruimtes. Deze folder staat vol met tips en tricks voor waterrobuuste buitenruimtes om bewoners en ondernemers te inspireren en stimuleren.
- Website met tips en tricks voor bewoners en bedrijven voor klimaatbestendigheid. Deze website zal als informatieplatform dienen voor klimaatbestendigheid.

8. En hoe ziet het vervolg eruit?

De openbare ruimte van de gemeente Zwijndrecht is niet overal waterrobuust. Dit is met name in de wijken Noord en Centrum. Het ontwerp van zowel de openbare als de particuliere ruimtes zorgt voor een overbelast rioolnetwerk en watersysteem. De uitkomsten van de onderzoeken worden gedeeld met de bewoners.

Met het Waterschap en de brandweer worden inmiddels opgestelde protocollen nader afgestemd.

De aanbevelingen per thema:

Bebouwde omgeving en beleid als preventie van ernstige wateroverlast

► **Begin zo snel mogelijk met het herinrichten van de openbare ruimte in de wijken Centrum en Noord.** Wanneer simulaties van Arcadis af zijn, kan op basis daarvan nieuwe ontwerpen worden gemaakt voor de wijken. Hoe sneller men begint aan een waterrobuuste inrichting, hoe kleiner de kans dat er weer overlast plaatsvindt op deze schaal.

► **Alle nieuwbouwontwikkelingen moeten binnen hun eigen grondgebied de wateropgave oplossen.** Dit betekent dat nieuwbouw geen water meer afwentelt op bestaande woningen. De nieuwbouw moet worden ontworpen als een toegevoegde waarde voor de omgeving. In verband met Zwijndrechts lopende projecten en plannen zal dit beleid binnen een jaar moeten worden ontwikkeld. Het convenant klimaatadpatief bouwen biedt hiervoor een goede leidraad.

► **Inwoners en gemeente moeten accepteren dat water op straat onvermijdelijk is.**

Kennisdeling voor betrokkenheid en begrip

► **Deel kennis met inwoners en bedrijven over hoe het riool en het watersysteem functioneert.** Betrek hier ook de brandweer en het Waterschap bij. Dit creëert meer bewustwording. De geplande website over klimaatadaptatie is een middel om de informatie te delen. In combinatie met interactieve (digitaal of fysieke) workshops zal de bewoner meer input voor de gemeente kunnen bieden.

► **Maak bewoners bewust van hun impact op de waterrobuustheid van de gemeente en hoe zij kunnen helpen binnen de wateropgave (bijlage 5).** Deel kennis en kijk wat mogelijk is qua subsidies en andere ondersteuningsvormen (mogelijk te koppelen met andere doelen van de gemeente, zoals biodiversiteit). Zowel de eerdergenoemde website als workshops kunnen dit realiseren.

Robuuste samenwerking en communicatie

► **Versterk banden tussen Waterschap, brandweer en gemeente.** Door frequenter met elkaar contact te hebben, weet men wat er speelt. Dit heeft hoge urgentie, want de samenwerking is een belangrijke factor in de ontwikkeling van waterrobuust Zwijndrecht. Enkele ideeën:

> de wachtdienst van het Waterschap en de gemeente bellen regelmatig om kennis te delen;

> Gemeente is maandelijks betrokken bij de trainingen van de brandweer en/of elk seizoen zitten de drie organisaties bij elkaar en bespreken ze wat ze verwachten van de aankomende periode, waar ze tegenaan lopen en of er veranderingen zijn geweest in de telefoonnummers en/of personeel.

► **Meldingen over wateroverlast moeten via één platform behandeld worden.** Daarvoor is Fixi een geschikt platform. Door dit ook te delen met de brandweer hebben zij een beter beeld van de lopende zaken. Hierdoor hoeven de inwoners ook geen 112 te bellen. Het meest wenselijk zou zijn dit proces af te hebben voor de zomer, want dan is de kans op intense buien weer hoog.

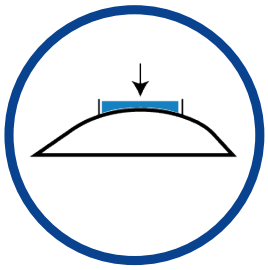
► **Onderzoek of de brandweer beter uitgerust moet worden.**

Strategie voor de toekomst

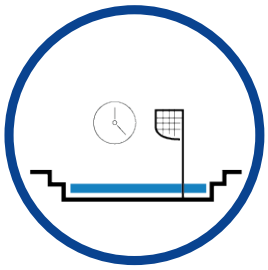
- **Update Aanvalsplan Wateroverlast Zwijndrechtse Waard.** Het herschrijven van het plan zorgt dat het beter aansluit op de waterpeilen en de toenemende neerslaghoeveelheden. Bij het herschrijven moet het Waterschap Hollandse Delta, gemeente Hendrik-Ido-Ambacht en de gemeente Zwijndrecht betrokken zijn. Daarnaast zorgt het gesprek ook voor revisie van de strategie en taakverdeling.
- **Voor de intense hoosbuien moet een 'stappenplan/stroomdiagram' worden gehanteerd.** Door in plaats van een protocol een compact stappenplan met telefoonnummers te hanteren, kunnen acties tijdens hoosbuien meer efficiënt worden ingezet. Dit plan kan worden betrokken bij de update van het Aanvalsplan Wateroverlast.

Neem de volgende richtlijnen aan in het ontwerp van de openbare ruimte (figuur 22)

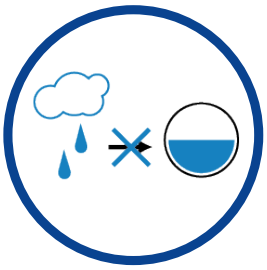
- **Vang regenwater op in hogere gebieden.** Hiermee worden de locaties met lage maaivelden ontlast.
- **Regenwater bovengronds opvangen.** Het vergroten van de bergingscapaciteit bovengronds (groen en singels, kan de druk op het riool worden verlicht. Het water hoeft dan niet meer door het riool afgevoerd te worden.
- **Regenwater vertragen of tijdelijk bergen.** Het vertragen van de waterstromen richting het riool kan de druk op het riool verminderen.
- **Regenwater van naastgelegen gebieden daar waar mogelijk afwentelen bij lage maaivelden.** Het afwentelen van regenwater kan wateroverlast bij lage gebieden verminderen. Capaciteit regenwaterafvoer vergroten
- **Het uitbreiden van regenwatersystemen en het vergroten van de afvoercapaciteit van de singels kan snellere verlichting geven van wateroverlast.**
- **Regenwater infiltreren.** Benut de infiltratiemogelijkheden daar waar mogelijk
- **Creëer groene en blauwe netwerken.** Groen en blauw (zoals singels) dat verbonden is met elkaar geeft meer waarde voor klimaatadaptiviteit (dus waterrobuustheid, maar ook hitte- en droogte-bestendigheid) en biodiversiteit.



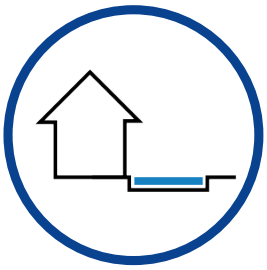
Regen water op hogere gebieden opvangen



Regenwater vertragen of tijdelijk bergen

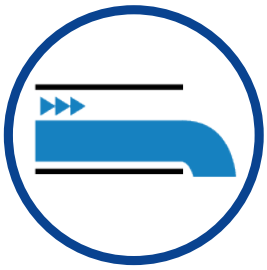


Regenwater afkoppelen



Regenwater in oppervlakte opvangen

Regenwater naastgelegen gebieden afwentelen



Capaciteit regenwater-afvoer vergroten

Regenwater infiltreren

Figuur 22: Ontwerp-richtlijnen.

9. Slotwoord

Dit evaluatierapport toont de urgentie van de wateroverlastproblematiek. Hoosbuien zoals in de zomer van 2020 kunnen steeds vaker voorkomen en nog intenser worden. Daarnaast zal de toenemende droogte de gemeente nog kwetsbaarder maken. Huizen en infrastructuur zakken sneller door de voortgaande oxidatie en de bodem zal steeds moeilijker regenwater kunnen opnemen in de zomer. Tegelijkertijd blijven de stedelijke gebieden van Nederland uitbreiden en verdichten. Wat resulteert in meer verharde ruimten en minder natuurlijke elementen.

Deze ontwikkelingen zullen onvermijdelijk veel gevolgen hebben op de leefbaarheid en het functioneren van de gemeente. Echter kan een gezamenlijke aanpak het tij keren. Het is niet mogelijk alle wateroverlast te voorkomen, maar het leed kan wel aanzienlijk worden verminderd.

Een andere kijk hierop moet aangenomen worden bij de gemeente, bewoners en ondernemers van Zwijndrecht. Deze kijk ziet Zwijndrecht niet als een statig geheel, maar als een levend organisme dat verbonden is met vele netwerken (groen, blauw, infrastructuur, sociaal, economisch etc.). Wanneer ingrepen of ontwikkelingen worden gerealiseerd in de gemeente moet men rekening houden met hun invloed op deze netwerken. Door met een integrale blik naar de gemeente te kijken kunnen verdichtingsopgaves of woningrenovaties kansen vormen voor een klimaatbestendige toekomst en effectiever worden ingezet in het algemeen.

Om deze manier van kijken mogelijk te maken is kennisdeling en een luisterend oor nodig. Kennis moet gedeeld worden tussen organisaties die betrokken zijn bij de repressie-maatregelen, evenals tussen de particulieren en deze organisaties. Wat speelt er, welke projecten lopen al, wat kan een organisatie of individu doen om te helpen en waar moeten ze heen om hulp te vragen. Zonder kennis kan men niet acteren op het veranderende klimaat. Het gemis van inzicht kan zorgen voor onbegrip, stress en demotivatie. De gemeente maakt al stappen in kennisdeling, onder andere door de folder en de website. Daarnaast staan meerdere gesprekken al in de agenda. Dit mag geen eenmalig proces zijn, het moet een gewoonte worden om kennisdeling te onderhouden.

Tot slot, naast motiveren maakt kennis het ook mogelijk om te accepteren. Zoals al eerder benoemd kan niet al de wateroverlast worden voorkomen. Daarnaast zullen aanpassingen worden gedaan in de openbare ruimte voor waterrobuustheid waar niet iedereen blij mee zal zijn. Onvermijdelijk zullen ook pijnlijke afweging worden gemaakt voor het groter belang. De gemeente heeft geen ongelimitieerd budget en mankracht. Particulieren hebben dit ook niet. Door door samen te werken wordt het effect maximaal.

10. Literatuur

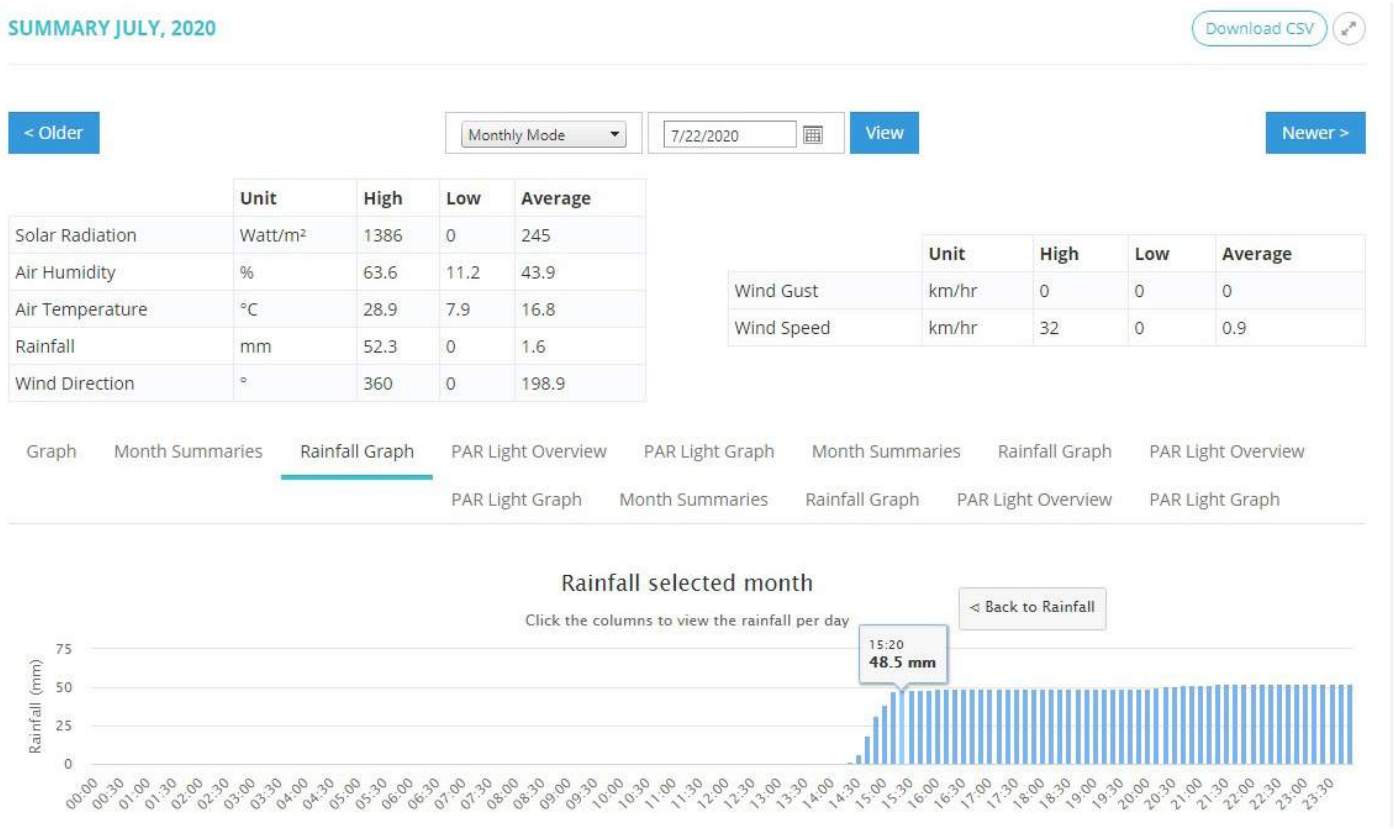
- Aquafin. (z.d.). *Soorten wateroverlast* [Illustratie]. Aquafin. https://www.aquafin.be/nl-be/gemeenten-en-steden/projecten-met-regenwater/wateroverlast-voorkomen/soorten-wateroverlast
- Arcadis. (2019, oktober). *BASISINVENTARISATIE KLIMAATKWETSBAARHEDEN* Gemeente Zwijndrecht.
- Arnhem Klimaatbestendig. (z.d.). *Arnhem straat* [Foto]. Arnhem Klimaatbestendig. https://www.arnhemklimaatbestendig.nl/wp-content/uploads/D21-11-2018-194.jpg
- Beersma, J., Versteeg, R., & Hakvoort, H. (2018). *NEERSLAGSTATISTIEKEN VOOR KORTE DUREN - ACTUALISATIE 2018. STOWA,* 23. https://edepot.wur.nl/442451
- Biron, D. J. (2004, januari). *Beter bouw- en woonrijp maken: Een verkennend onderzoek naar het bouw- en woonrijp maken in de Nederlandsepraktijk en de problematiek rondom wateroverlast op de bouwplaats.* TU Delft. https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/CiTG/Over%20faculteit/Afdelingen/Watermanagement/Education/Completed%20MSc%20theses/2005%20-%202009/BRM2004.pdf
- BeyondDC. (2014). *Bioswales* [Foto]. Deeproot. https://www.deeproot.com/blog/blog-entries/research-shows-trees-in-bioswales-provide-significant-stormwater-benefits
- Brolsma, R., Buma, J., van Meerten, H., Dionisio, M., & Elbers, J. (2012). *Effect van droogte op stedelijk gebied, kennisinventarisatie.* Kennis voor Klimaat, 47–48. https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/257422
- Dekker, L. W., & Ritsema, C. J. (1996). *Preferente stroming en vochtpatronen in waterafstotende zavel-, klei- en veengronden. STROMINGEN,* 2, 29–31. https://core.ac.uk/download/pdf/29329791.pdf
- de Kool, K. (2020, 26 juni). *Wolkbreak Rotterdamseweg* [Foto]. Twitter. https://twitter.com/karimdekool/status/1276609783718645760/photo/1
- Drechtmaps (7.6.173). (2018). [Beelden database]. NedGraphics B.V.
- Elsevier & Kadaster. (2012, 7 januari). *Hoe is Nederland in kaart gebracht?* Elsevier Magazine, 2012(1), 16.
- Gast, M. K. H. (1989). U*itkomsten van het NWRW-onderzoek naar effecten van lozingen vanuit rioolstelsels op de waterkwaliteit.* H20, 22(24), 758. https://edepot.wur.nl/377800
- Gemeente Zwijndrecht. (2020). *Emmastraat Zwijndrecht* [Dataset]. Tracis. https://portal.tracis.online
- Groei & bloei. (2018). *Tuin met wadi* [Foto]. Groei & bloei. https://www.groei.nl/tuin/tuininrichting/water-in-de-tuin/tuin-met-een-wadi
- Hoogheemraadschap van Rijnland & Gemeente Gouda. (2018, juni). *Gouda zakt* [Illustratie]. GOUDA STEVIGE STAD. https://www.kcaf.nl/wp-content/uploads/2019/06/Folder-Gouda-Stevige-Stad.pdf
- Ingenieursbureau Drechtsteden. (2017). *Beheerkaart waterhuishouding 2017 gedeelte Zwijndrecht.*
- Jorna, Jansen, van Tol & Heijs (1998). *Naar een verbetering van de waterkwaliteit en de ecologische belevingswaarde in Papendrecht.* Platform, 26–27. https://edepot.wur.nl/365701
- Kadaster. (2019). *Topotijdreis: 200 jaar topografische kaarten*. Topotijdreis. https://www.topotijdreis.nl/
- KCAF. (2020, 29 september). *Landelijk loket funderingsproblematiek.* Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek. https://www.kcaf.nl/landelijk-loket-funderingsproblematiek/
- KNMI. (z.d.-a). *KNMI - Extreme neerslag.* Geraadpleegd 9 september 2020, van https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag
- KNMI. (z.d.-b). *Weergegevens Rotterdam Juni 2020 - Weerstatistieken.* Weerstatistieken. Geraadpleegd 14 oktober 2020, van https://weerstatistieken.nl/rotterdam/2020/juni
- KNMI. (2015). K*NMI'14-klimaatscenario's voor Nederland.* http://www.klimaatscenarios.nl/images/Brochure_KNMI14_NL.pdf
- KNMI. (2020). *Afwijking som neerslaghoeveelheid* [Kaart]. KNMI. https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/archief/maand/rd
- Kwakernaak, C., van den Akker, J., Veenendaal, E., van Huissteden, K., & Kroon, P. (2010). *Veenweiden en klimaat | Mogelijkheden voor mitigatie en adaptatie.* Bodem, 3, 6–7. https://edepot.wur.nl/138952
- Kunststof regenton. (z.d.). *Exclusieve waterton* [Foto]. Kunststof regenton. https://www.kunststofregenton.nl/
- Landschappartners. (2002). *Vleuterweide Leidsche Rijn* [Foto]. Vleuterweide Leidsche Rijn. https://landschappartners.nl/portfolio/vleuterweide/
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. (2020, september). *Bouwbesluit 2012.* https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012

- Overbeek, G. (z.d.). *De bestrating verzakt in mijn tuin.* Tuincursus Online. Geraadpleegd 14 oktober 2020, van https://www.tuincursus-online.nl/bestrating-verzakt/
- Provincie Zuid-Holland. (2018). *Klimaatatlas / Kaart GHG WH2050.* Klimaatatlas. https://zuid-holland.klimaatatlas.net/
- Prioneering. (2017). *Groen dak* [Foto]. Pioneering. http://www.pioneering.nl/bibliotheek/nieuws/745/eerste-resultaten-2016-waterretentie-ecopan-enschede-bekend
- Quattro Expertise. (2015, 24 november). *Grondwater in kelder na vervanging riolering, is dat normaal? – Quattro Expertise.* https://www.quattro-expertise.nl/2015/11/24/grondwater-in-kelder-na-vervanging-riolering-is-dat-normaal/
- Rioned. (z.d.). B*ubbels en stank - RIOOLINFO.* Riool info. Geraadpleegd 14 oktober 2020, van https://www.riool.info/bubbels-en-stank
- Sky Geo & NCG. (2020). *Bodemdalingskaart 2.0.* Bodemdalingskaart 2.0. https://bodemdalingskaart.portal.skygeo.com/portal/bodemdalingskaart/u1/viewers/basic/
- Spronk, E. R., & van Dijk, K. (2019, december). *Notitie Hemelwaterkansenkaart.* Wareco.
- van Engelsman, N. (2020). *Bootjessteeg wateroverlast* [Foto]. Mediatv.nl. https://www.facebook.com/redactiemediatv/videos/regenval-veroorzaakt-veel-wateroverlast-in-dordrecht-en-zwijndrecht/281634682891738/
- van Helden, G. (2020, 4 augustus). *Regenbui 3 augustus 2020* [Foto]. ZHZ Actueel. https://www.zhzactueel.nl/2020/08/04/zwijndrechtse-brandweer-urenlang-bezig-met-wateroverlast-na-regenbui/
- Veiligheidsregio Zuid Holland-Zuid. (2020, 16 juni). *Regenbui foto's* [Foto]. Veiligheidsregiozhz. https://www.zhzveilig.nl/incidenten/zware-regenval-in-zwijndrecht-dordrecht-e-o/
- *WADI.* (z.d.). [Foto]. Joost de Vree. https://www.joostdevree.nl/shtmls/wadi.shtml
- Wareco Ingenieurs. (2020). *WarecoWaterData* [Dataset]. Wareco Ingenieurs. https://warecowaterdata.nl/
- WUR. (2006). *Grondsoortenkaart.* Wageningen University & Research. https://www.wur.nl/nl/show/Grondsoortenkaart.htm

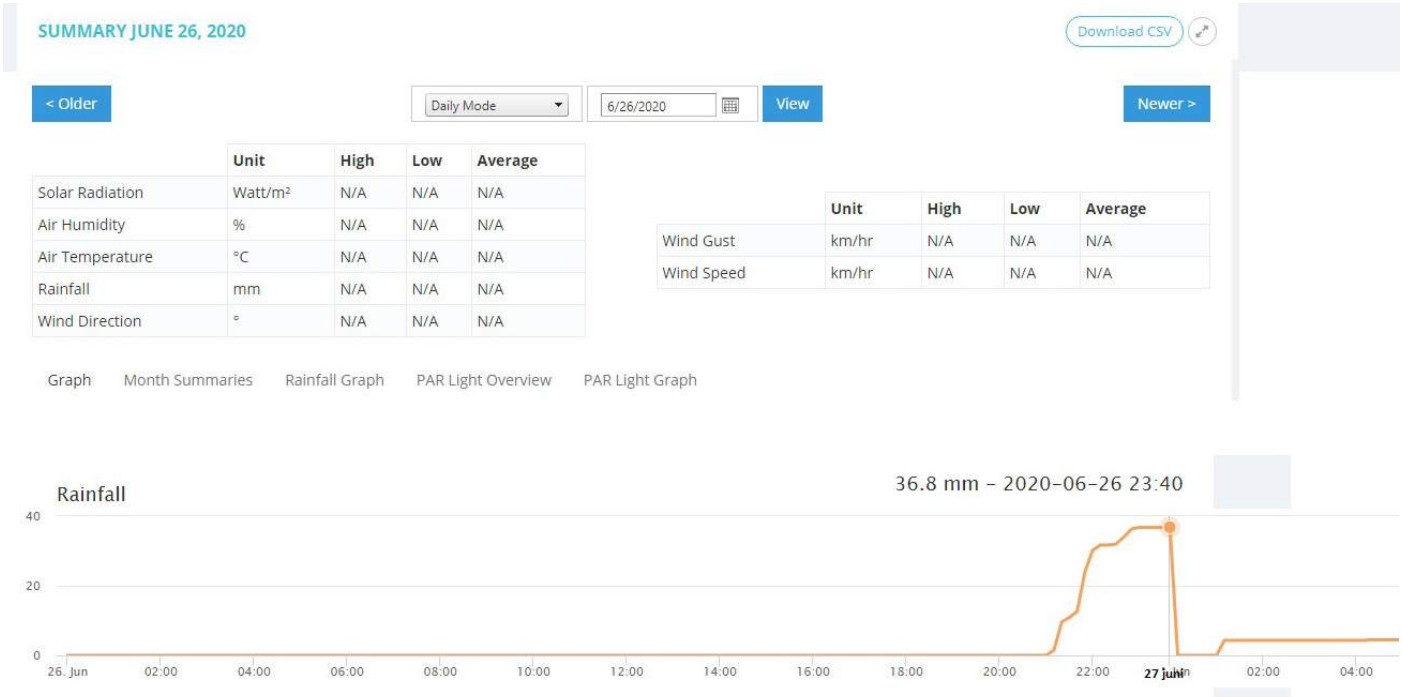
Alle overige figuren en foto's zijn eigen werk, materiaal van gemeente Zwijndrecht of foto's doorgestuurd door inwoners.

11. Bijlage

11.1 Neerslaghoeveelheid



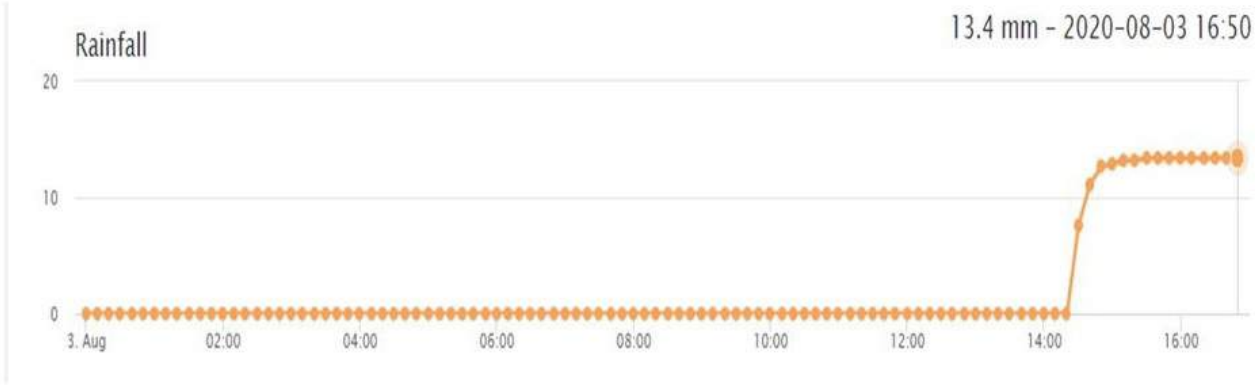
Figuur 23: Emmastraat regenmeter 16-06-2020 (Gemeente Zwijndrecht., 2020).



Figuur 24: Emmastraat regenmeter 26-06-2020 (Gemeente Zwijndrecht., 2020).

Emmastraat
Vanaf 14:00 uur tot 15:oo uur 34,5 mm tot 16:00 uur

Gemeentewerf
Tussen 14:00 uur en 16:00 uur 13,4 mm

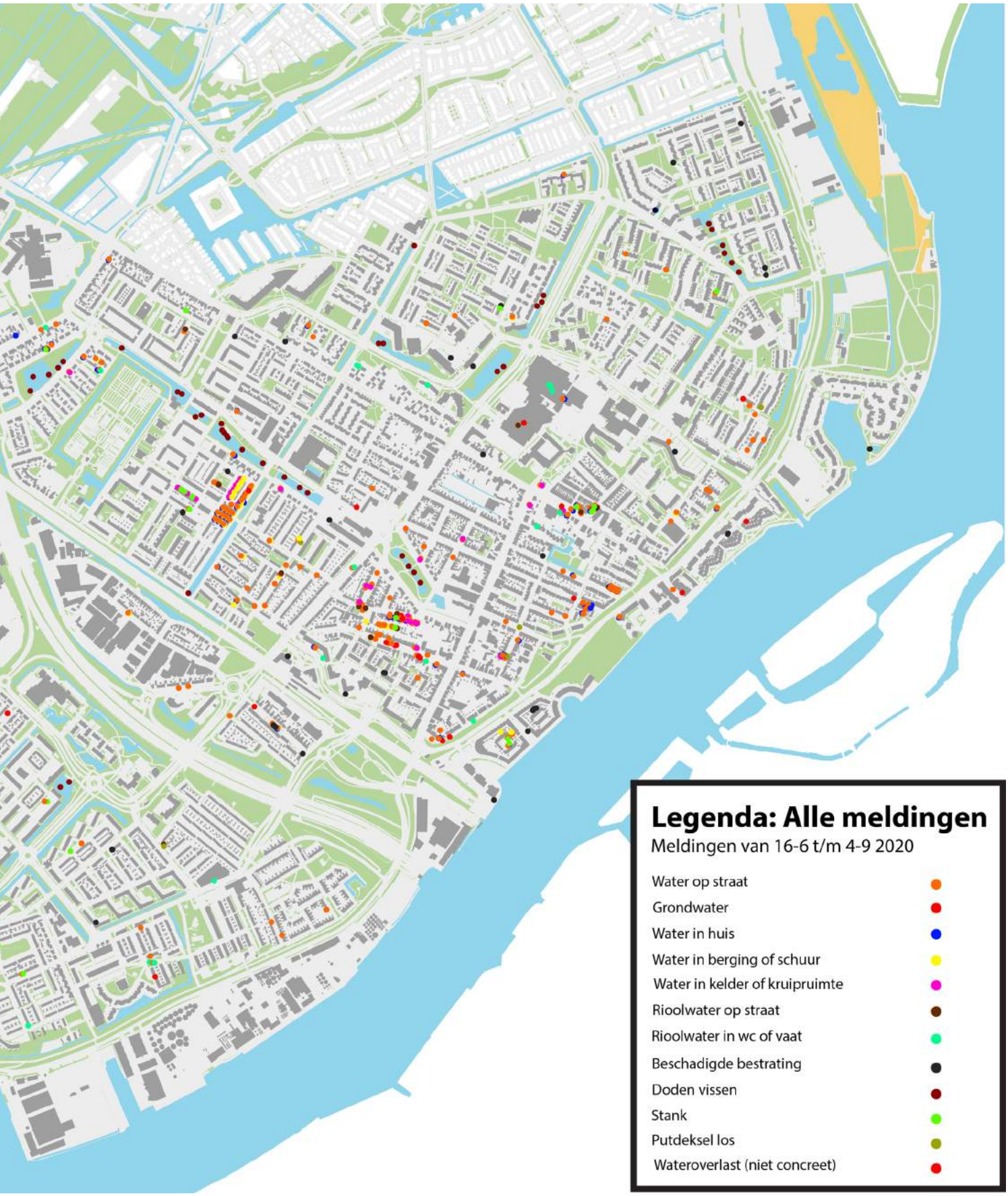


Figuur 25: Emmastraat regenmeter 03-08-2020 (Gemeente Zwijndrecht., 2020).

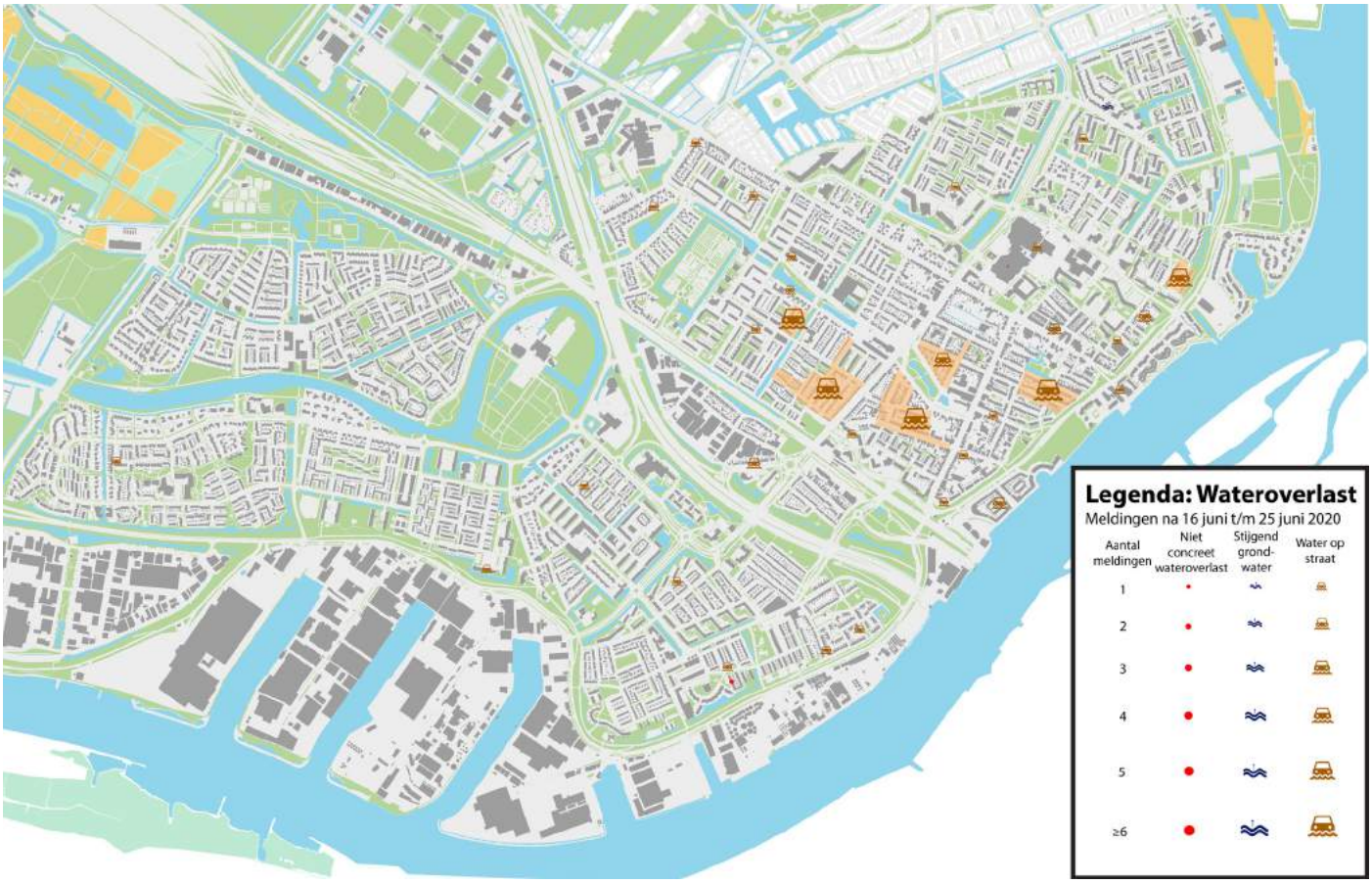
11. Bijlage

11.2 Meldingen wateroverlast

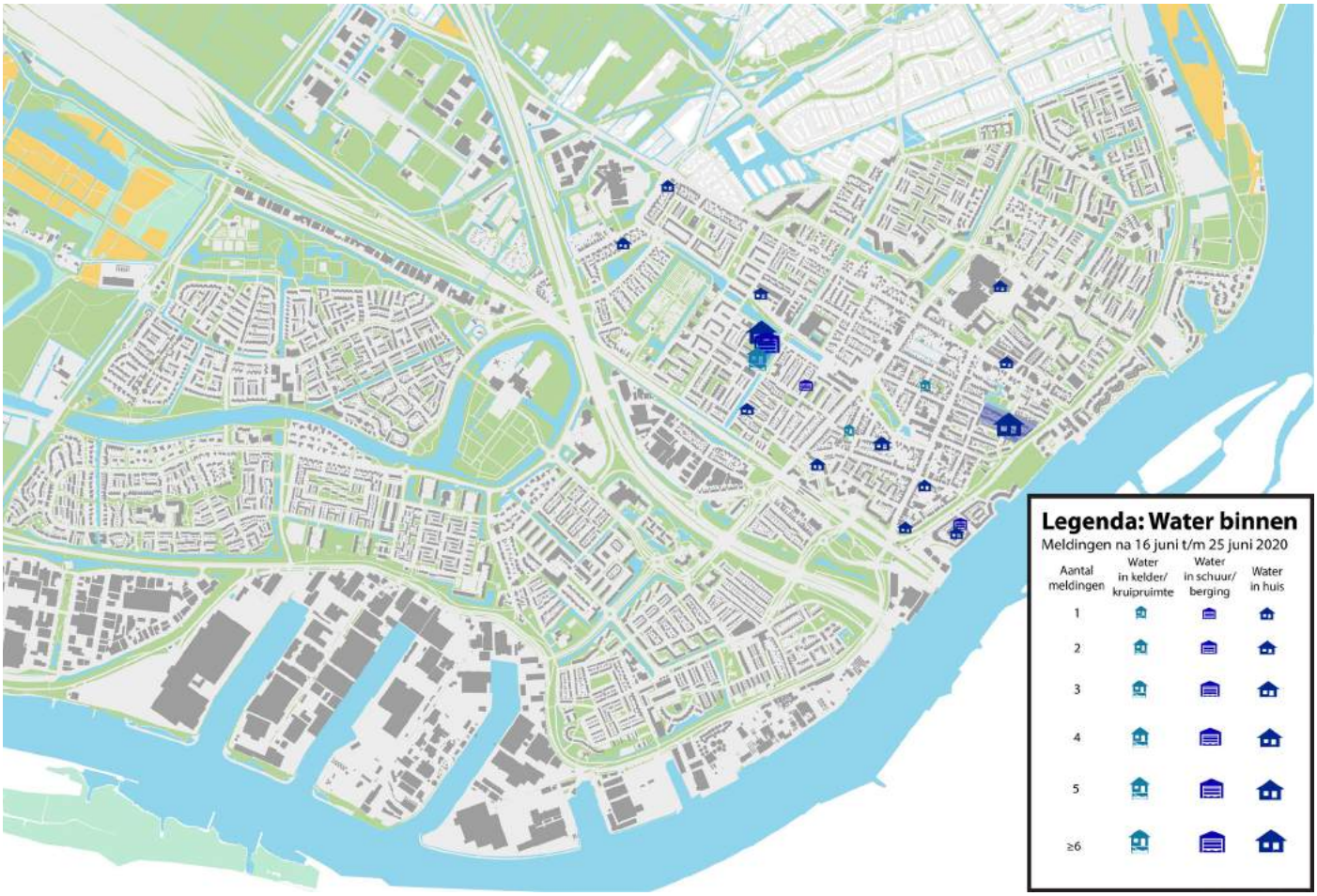
Figuur 26: Alle meldingen van de hoosbuien 16 en 26 juni en 3 augustus 2020 in Zwijndrecht.


Legenda: Alle meldingen
Meldingen van 16-6 t/m 4-9 2020
Water op straat
Grondwater
Water in huis
Water in berging of schuur
Water in kelder of kruipruimte
Rioolwater op straat
Rioolwater in wc of vaat
Beschadigde bestrating
Doden vissen
Stank
Putdeksel los
Wateroverlast (niet concreet)

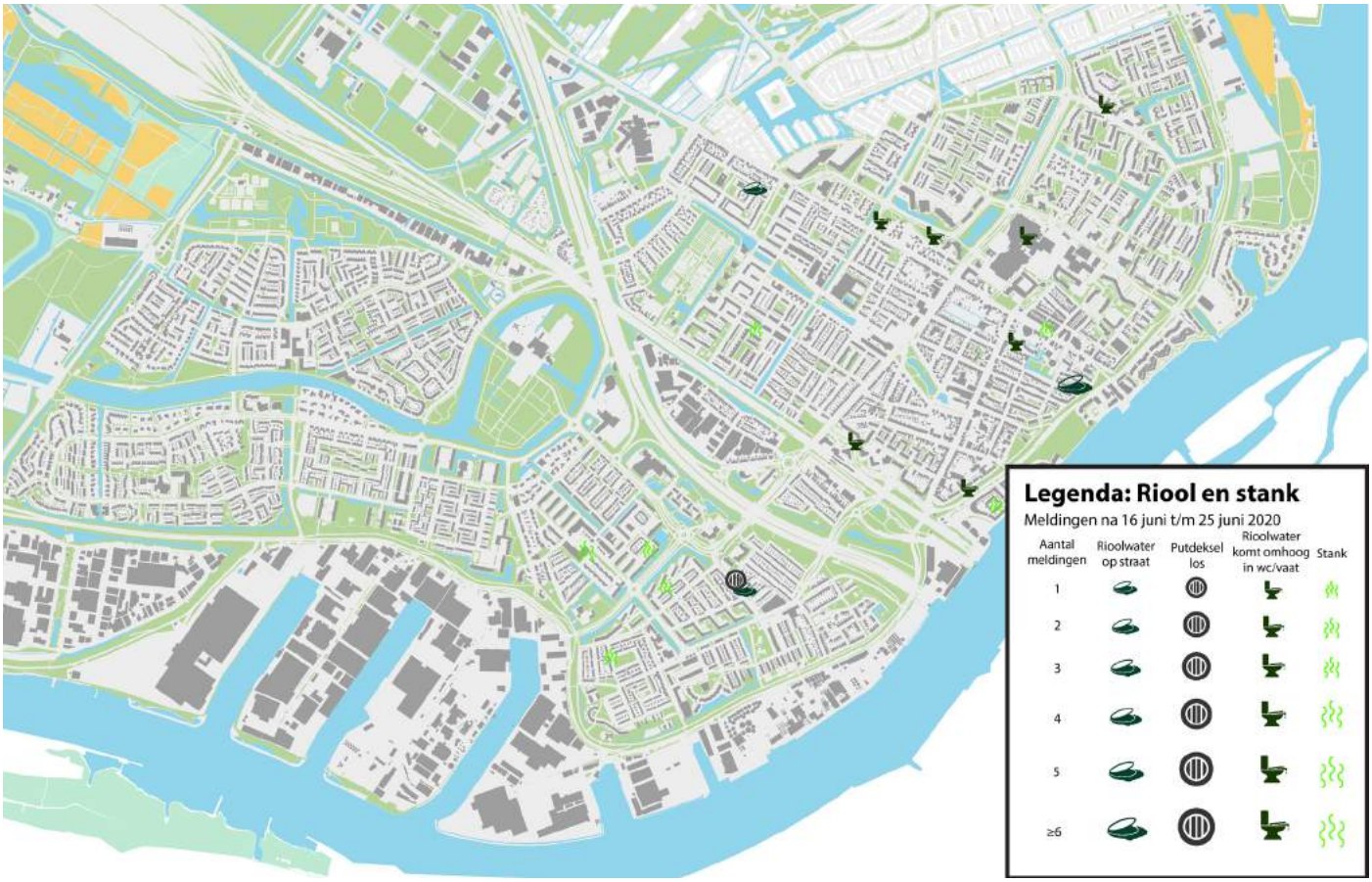
11. Bijlage



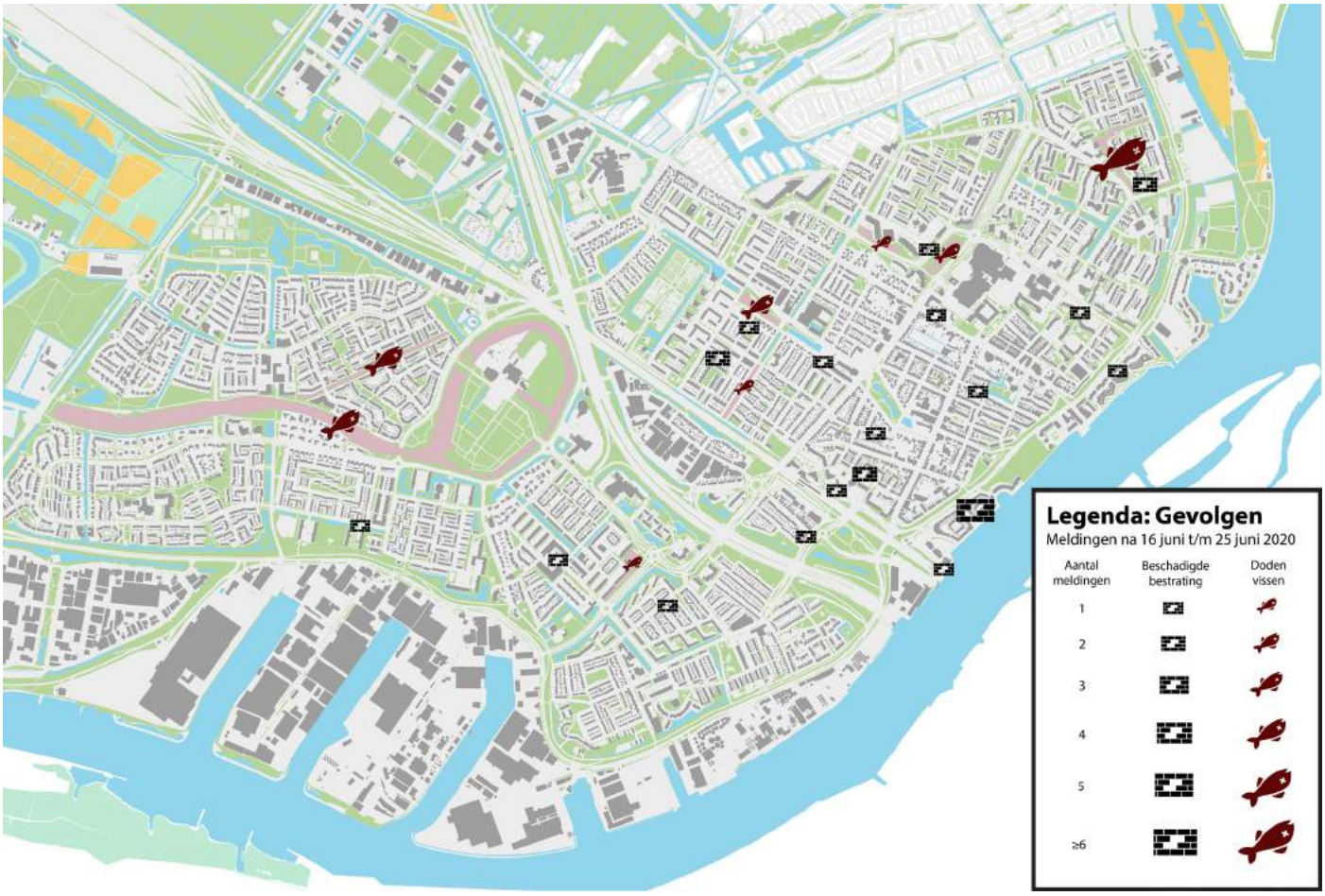
Figuur 27: Meldingenkaart 'wateroverlast' Zwijndrecht bui 16-06-2020.



Figuur 28: Meldingenkaart 'water binnen' Zwijndrecht bui 16-06-2020.

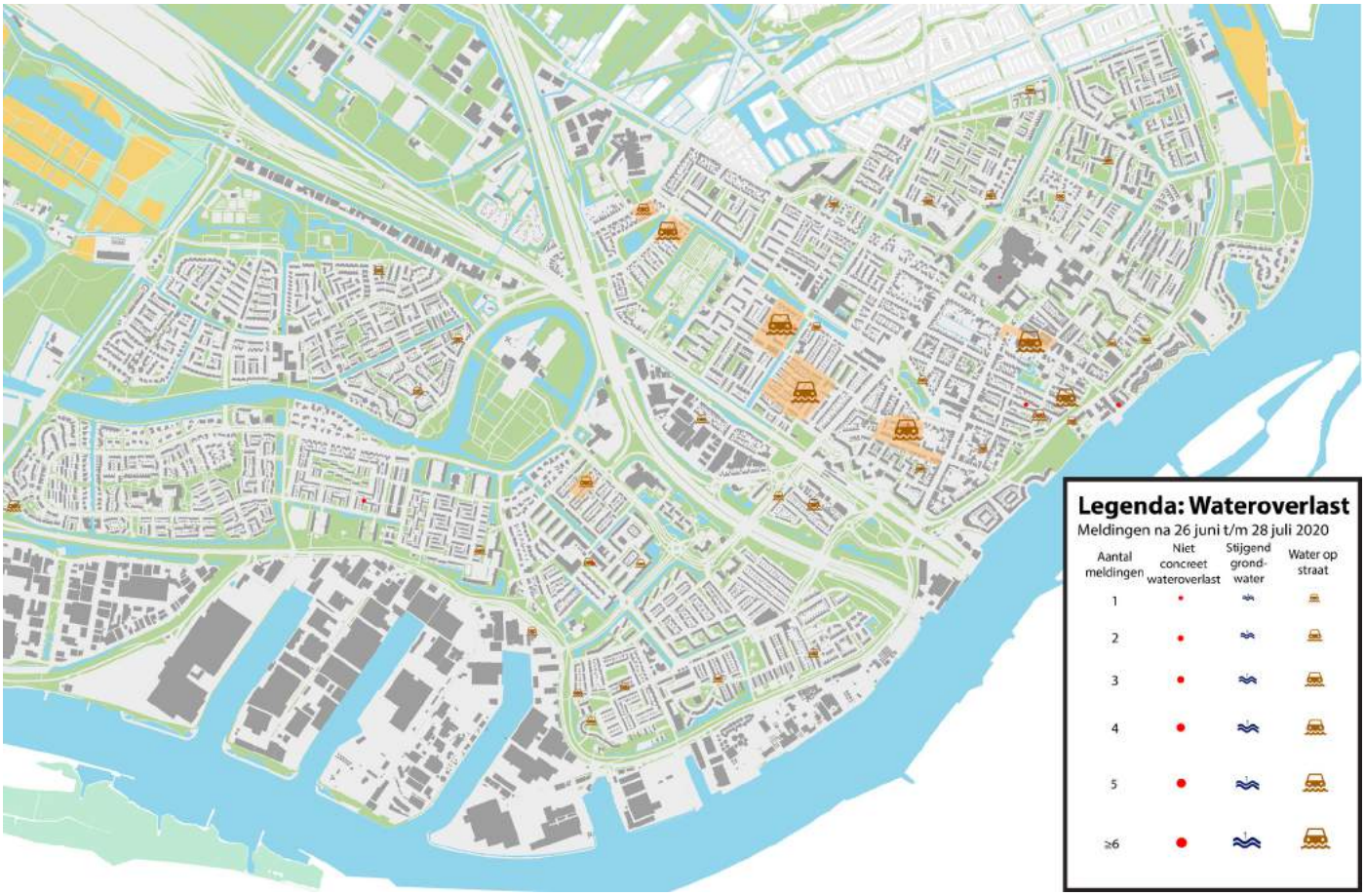


Figuur 29: Meldingenkaart 'Riool en stank' Zwijndrecht bui 16-06-2020.

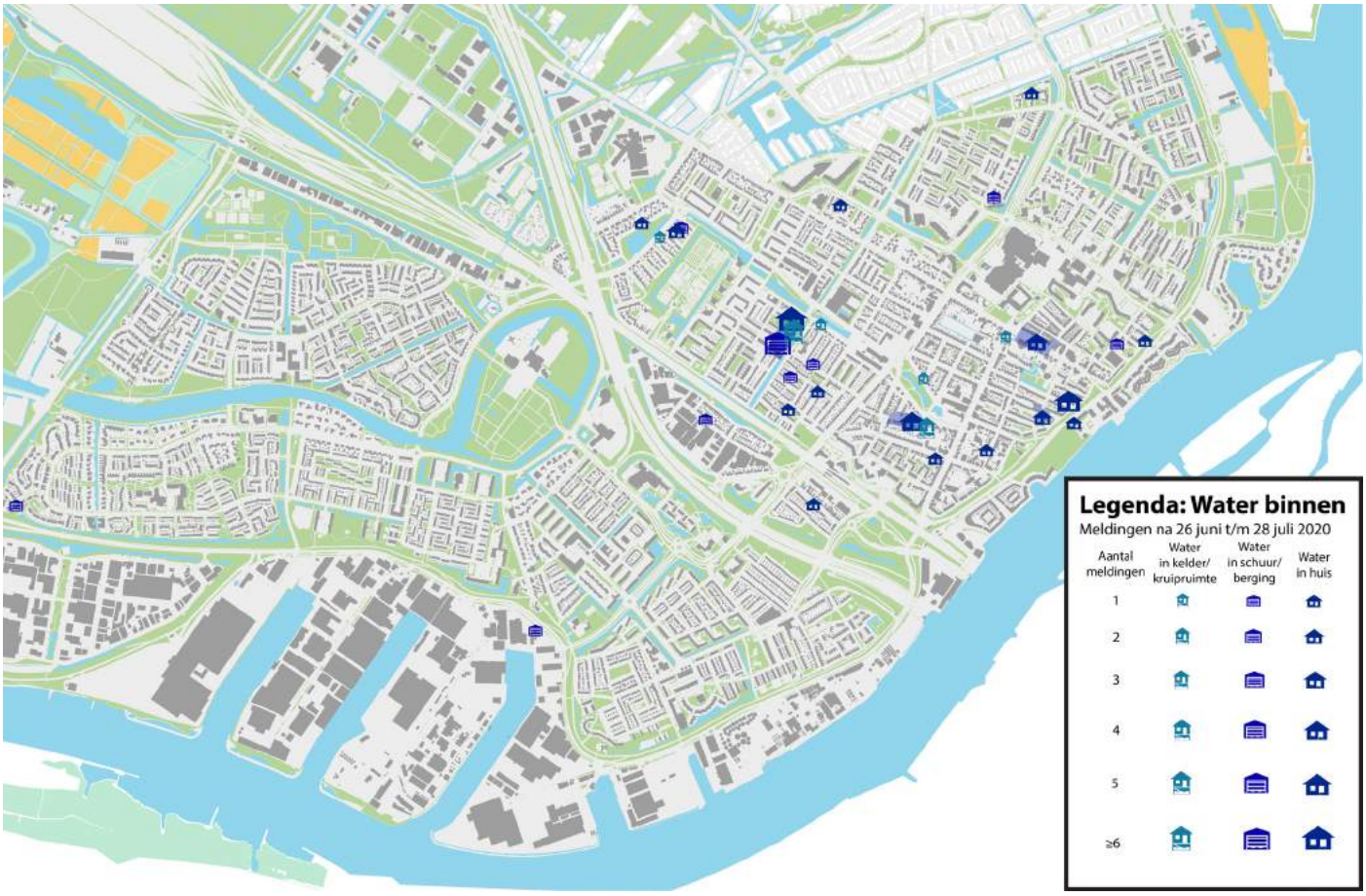


Figuur 30: Meldingenkaart 'gevolgen' Zwijndrecht bui 16-06-2020.

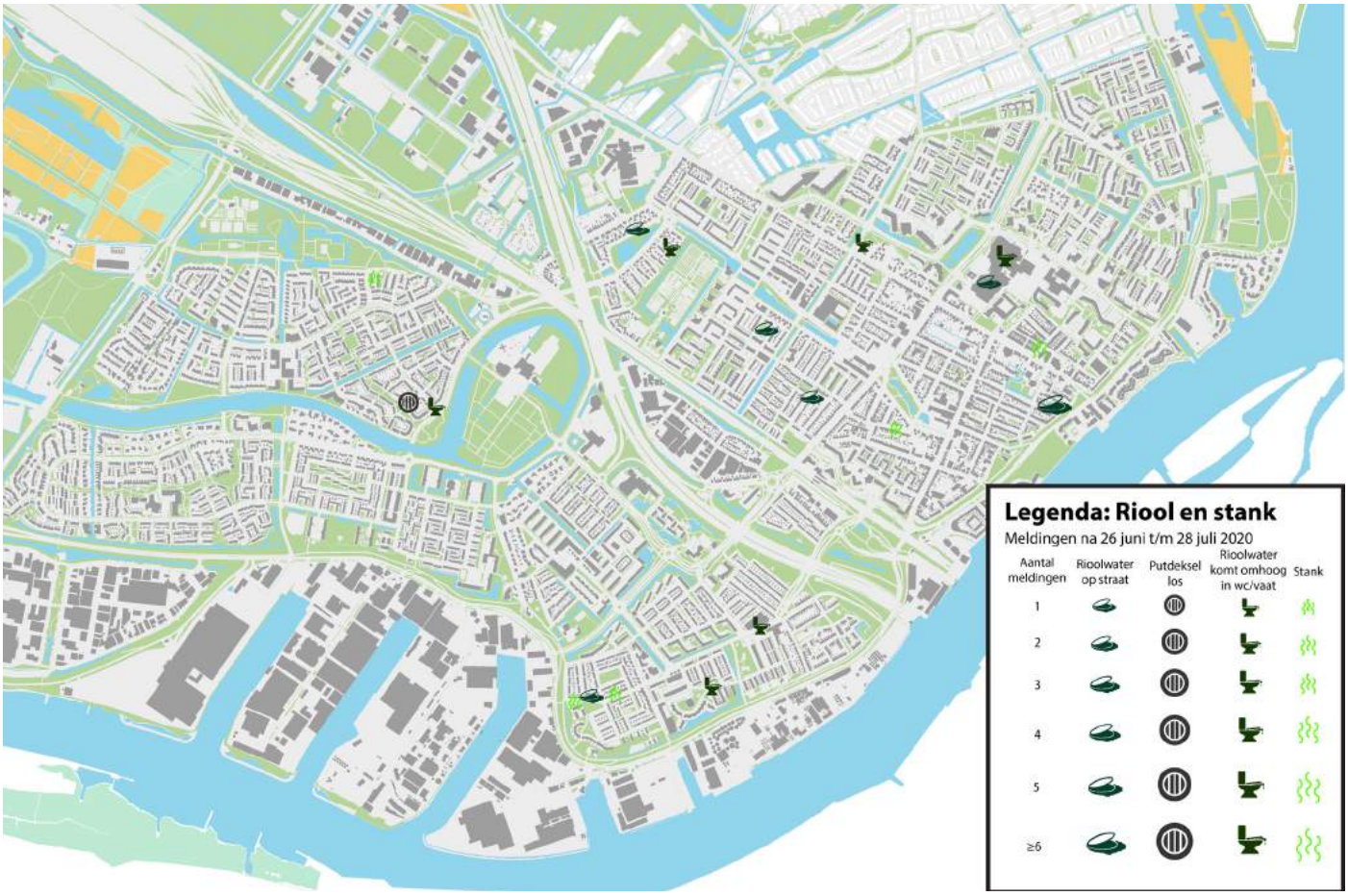
11. Bijlage



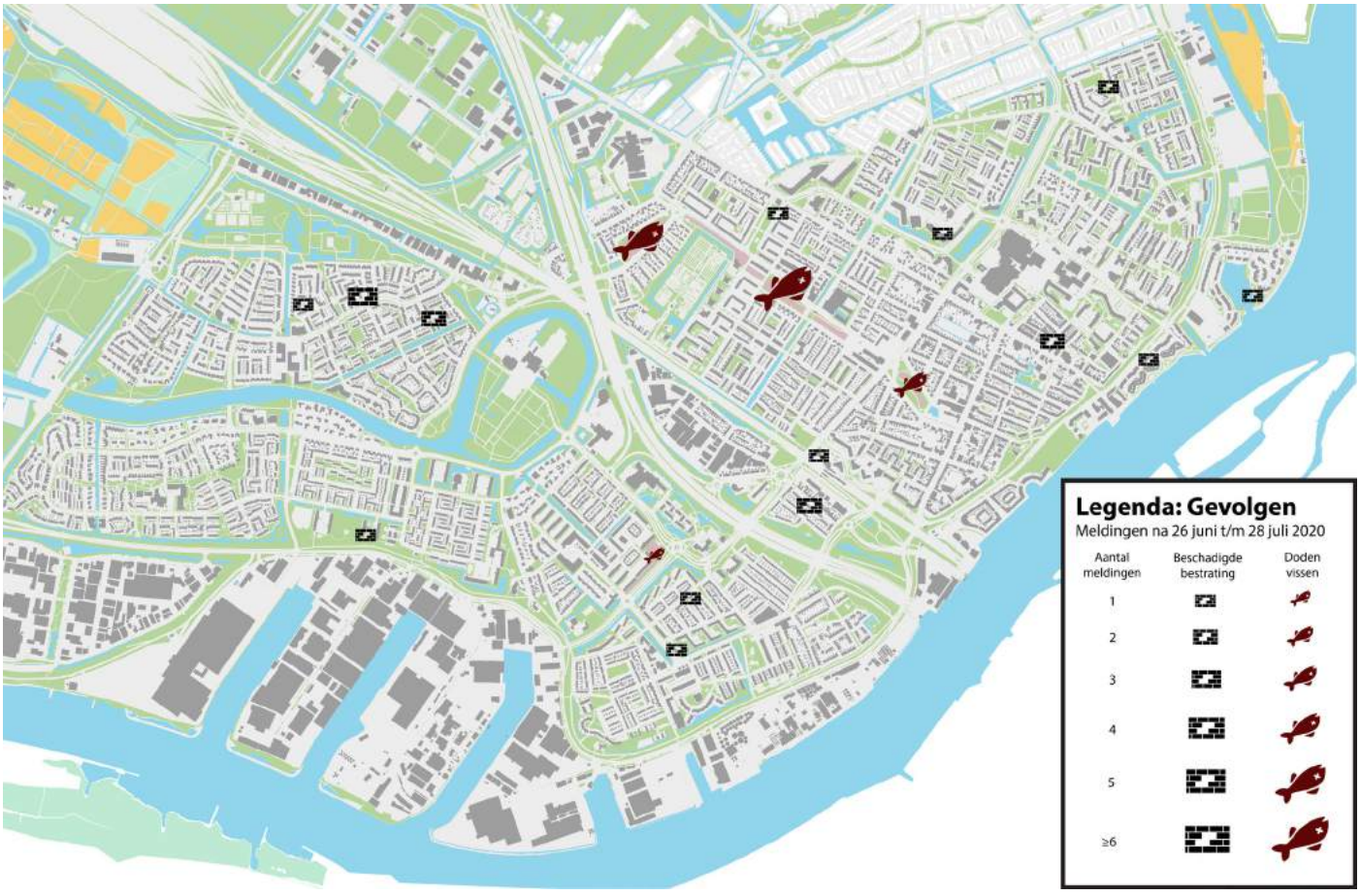
Figuur 31: Meldingenkaart 'wateroverlast' Zwijndrecht bui 26-06-2020.



Figuur 32: Meldingenkaart 'water binnen' Zwijndrecht bui 26-06-2020.

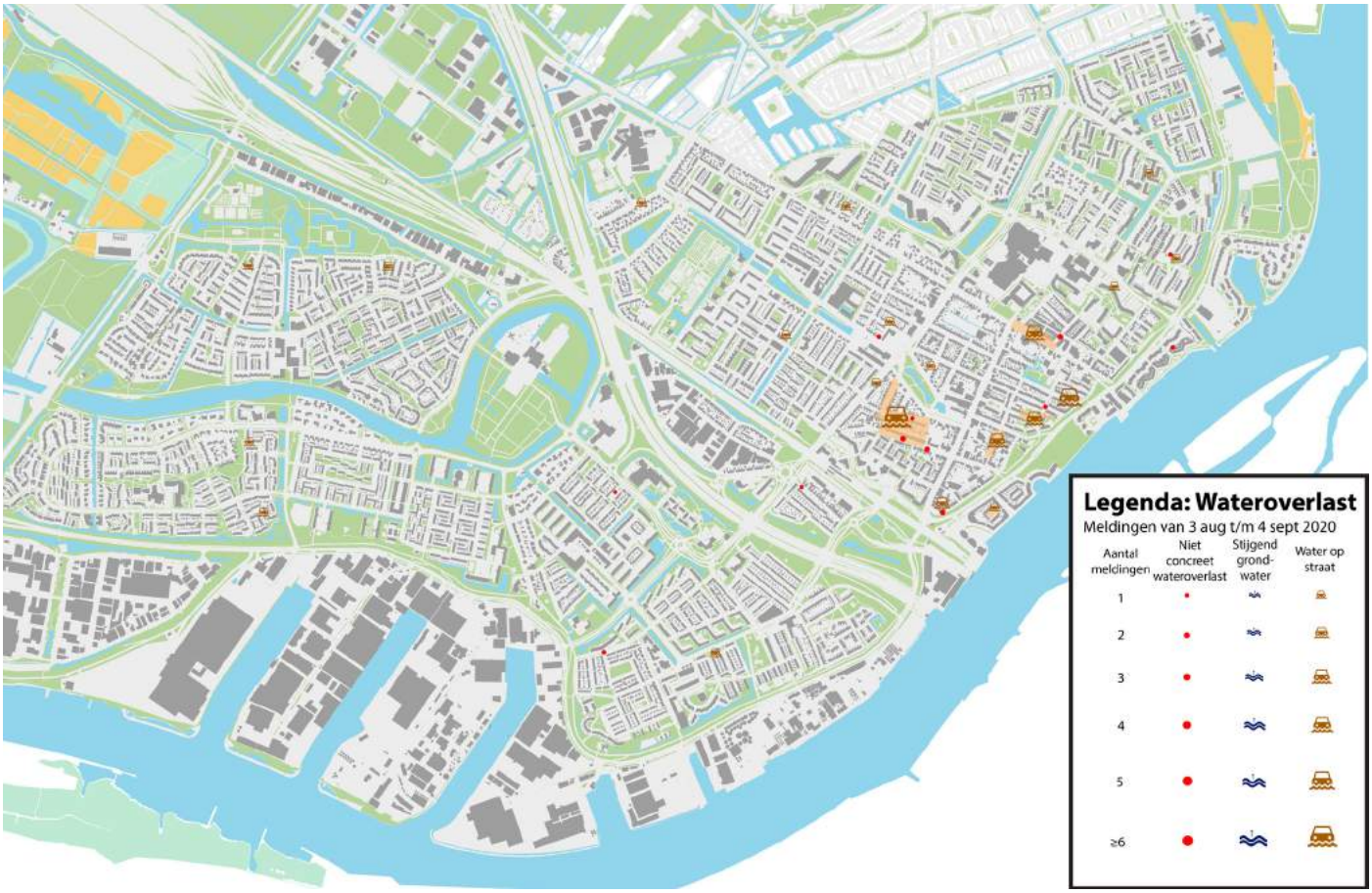


Figuur 33: Meldingenkaart 'riool en stank' Zwijndrecht bui 26-06-2020.

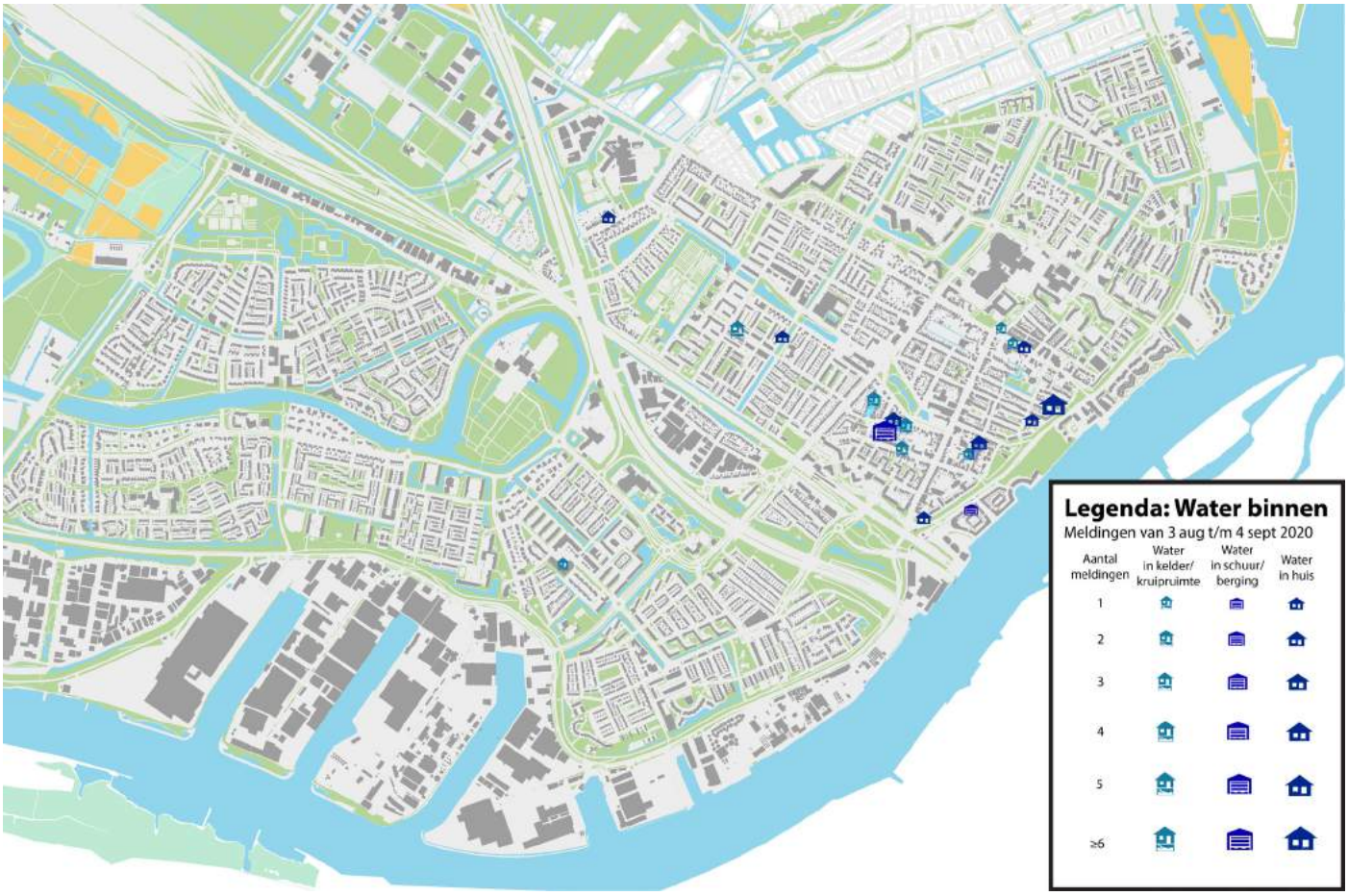


Figuur 34: Meldingenkaart 'gevolgen' Zwijndrecht bui 26-06-2020.

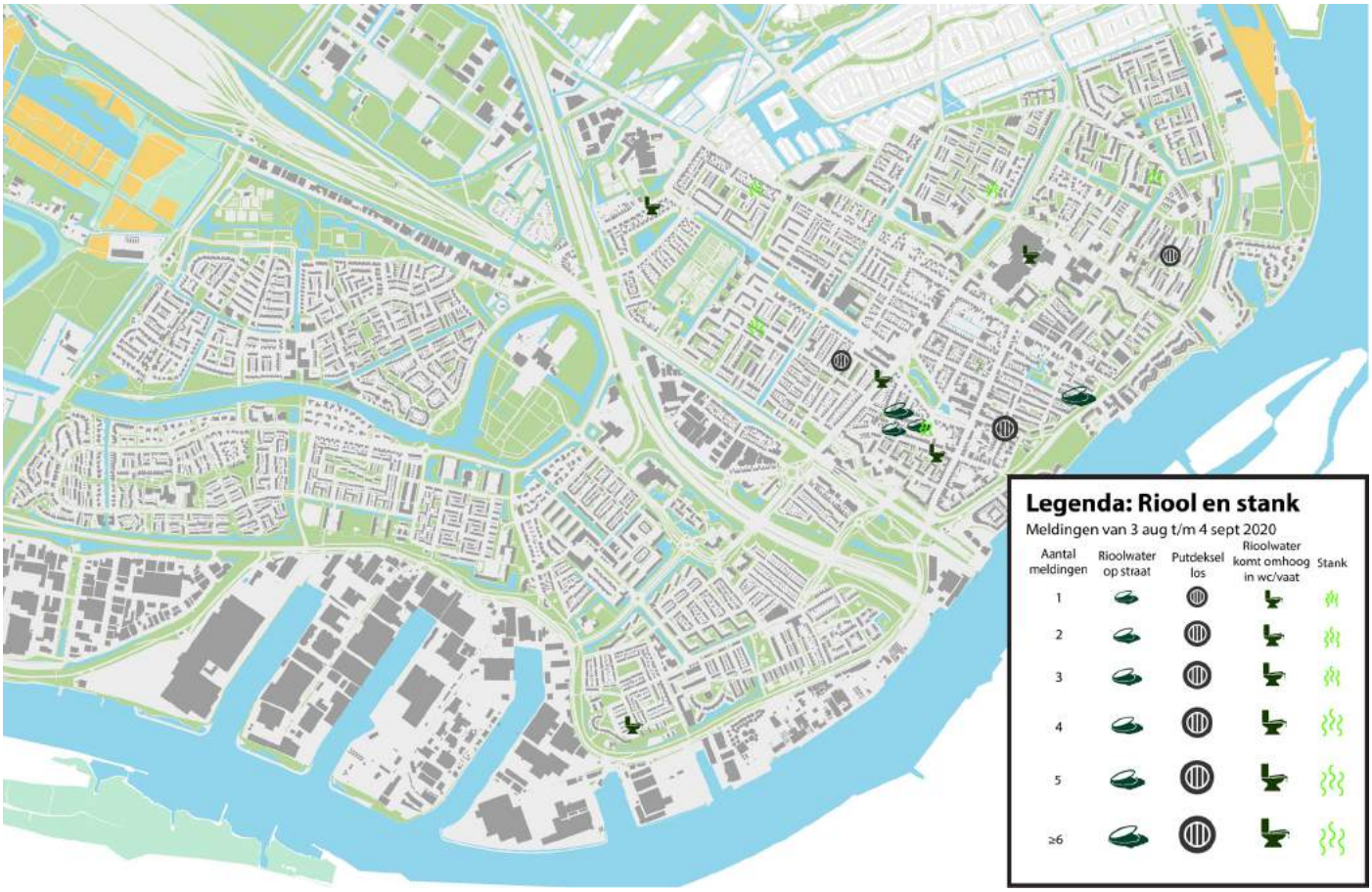
11. Bijlage



Figuur 35: Meldingenkaart 'wateroverlast' Zwijndrecht bui 03-08-2020.



Figuur 36: Meldingenkaart 'water binnen' Zwijndrecht bui 03-08-2020.



Figuur 37: Meldingenkaart 'riool en stank' Zwijndrecht bui 03-08-2020.

Figuur 38: Meldingenkaart 'gevolgen' Zwijndrecht bui 03-08-2020.

11. Bijlage

11.3 Wateroverlast-locaties in beeld en locatie specifieke aanbevelingen

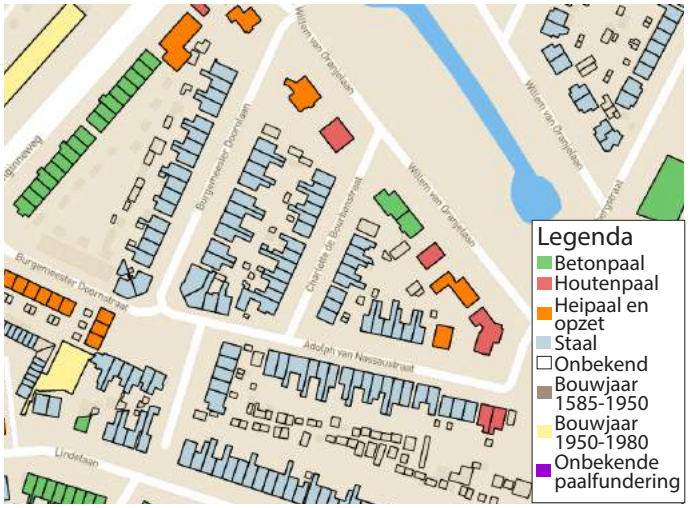
Adolph van Nassaustraat

Oorzaken wateroverlast:

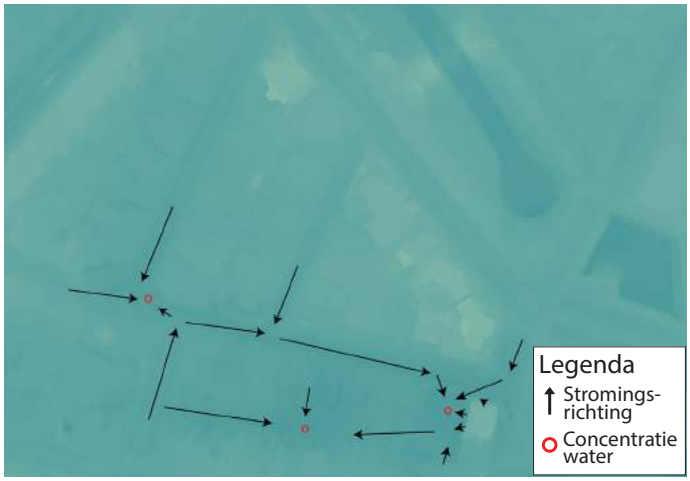
- Laag maaiveld (woningen + brandgang)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groenruimten

Aanbevelingen:

- Vijver bij Willem van Oranjestraat uitbreiden en bermen verlagen
- Acceptatie van water op straat bij hoosbuien
- Vergroenen Raadhuisplein
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Onderzoek riool brandgang
- Straat v-vormig maken en kolken aan de zijkant houden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Bomen meer ruimte geven en verbinden met de straat
- Huidig en nieuw groen verlagen



Figuur 39: Funderingen Adolph v. N. (Arcadis, 2019).



Figuur 40: Waterstroming Adolph van Nassaustraat.

Figuur 41: StraatontwerpAdolph van Nassaustraat.

Laurensvliet en Steenbokstraat

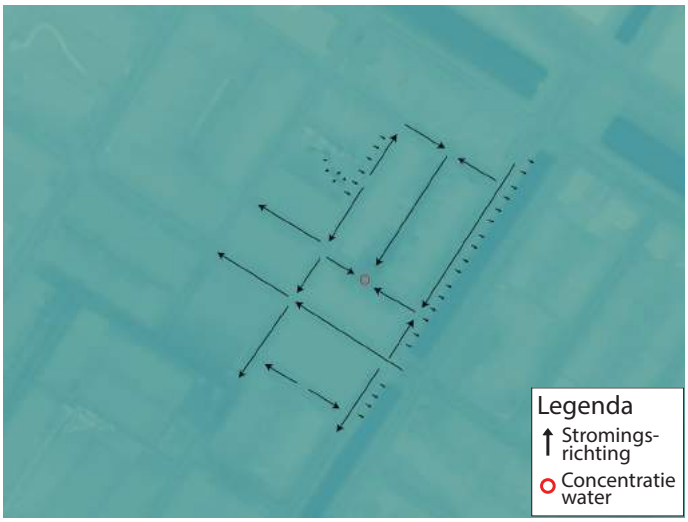
Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld openbare ruimte (Schorpioenstraat + brandgang)
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in de straat
- Afgeschermde groenruimten
- Mogelijk riooldisfunctie
- Te hoge snelheid in de straat zorgt voor golfslag.

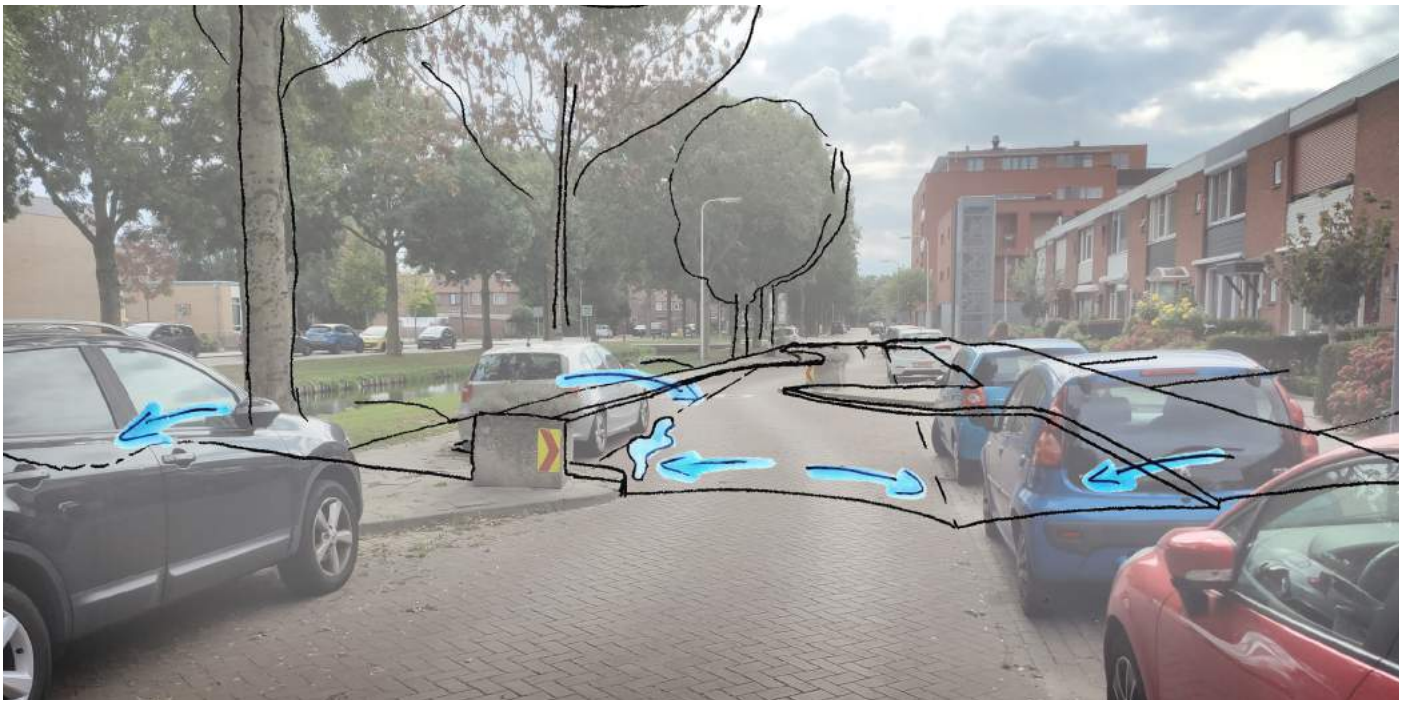
Aanbevelingen:

- Singel uitbreiden en berm verlagen
- Acceptatie van water op straat bij hoosbuien
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Onderzoek gemengd riool, HWA en duikers.
- Straat v-vormig maken en kolken in het midden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Huidig en nieuw groen verlagen
- Inspectie riool
- Herontwerpstraat waarbij de snelheid wordt gedempt.

Figuur 42: Fundering Laurensvliet (Arcadis, 2019).



Figuur 43: Waterstroming Laurensvliet.



Figuur 44: Straatontwerp Laurensvliet.

11. Bijlage

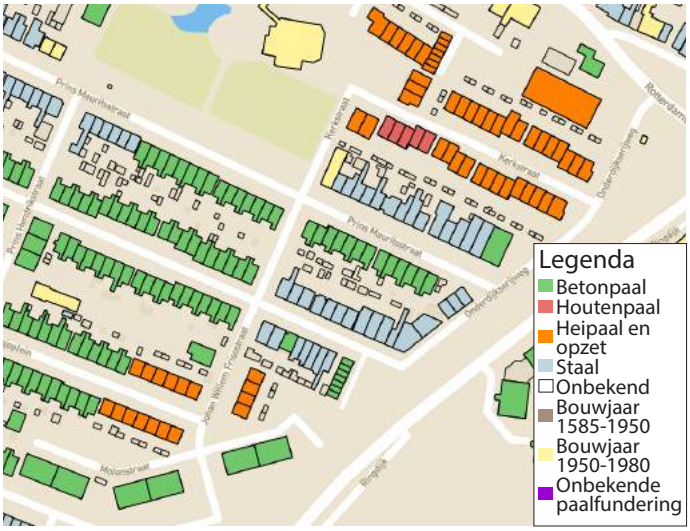
Prins Mauritsstraat

Oorzaken wateroverlast:

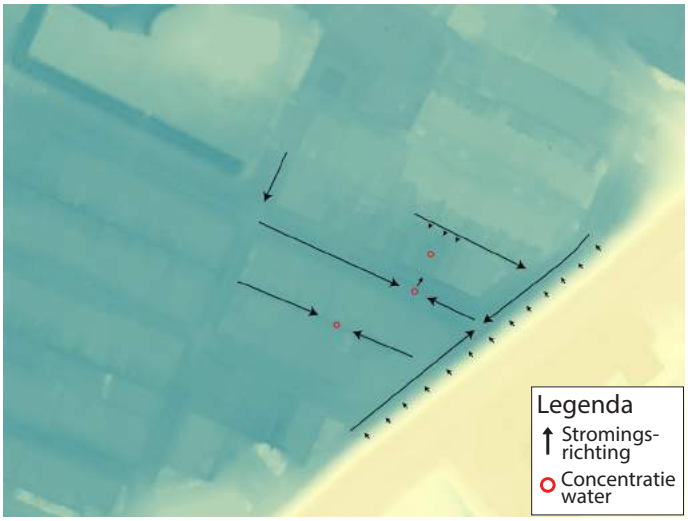
- Laag maaiveld (woningen)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groenruimten

Aanbevelingen:

- Vijver bij de kerk uitbreiden
- Acceptatie van water tijdens intense regenbuien
- Vergroenen en verlagen Johan Willem Frisostraat
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Straat v-vormig maken en kolken in het midden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Huidig en nieuw groen verlagen, ook van de kerktuin
- HWA-toevoegen en koppelen aan de noodoverstort bij het oppervlaktewater bij de kerk



Figuur 45: Fundering P. Mauritsstraat (Arcadis, 2019).



Figuur 46: Waterstroming Prins Mauritsstraat.

Figuur 47: Straatontwerp Prins Maurtitsstraat.

Rotterdamseweg doorlopend naar de Noteboomstraat

Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld (woningen)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte bij de Noteboomstraat en omgeving
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groenruimten

Aanbevelingen:

- Vijver bij de Kerk uitbreiden
- Acceptatie van water op straat bij hoosbuien
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Straat v-vormig maken en kolken aan de zijkant houden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Bomen meer ruimte geven en verbinden met de straat
- Huidig en nieuw groen verlagen
- Stoepen verhogen
- Straat verbinden door middel van goot aan de vijver bij de kerk

Figuur 48: Fundering Rotterdamseweg (Arcadis, 2019).

Figuur 49: Waterstroming Rotterdamseweg.

Figuur 50: Straatonwerp Rotterdamseweg.

11. Bijlage

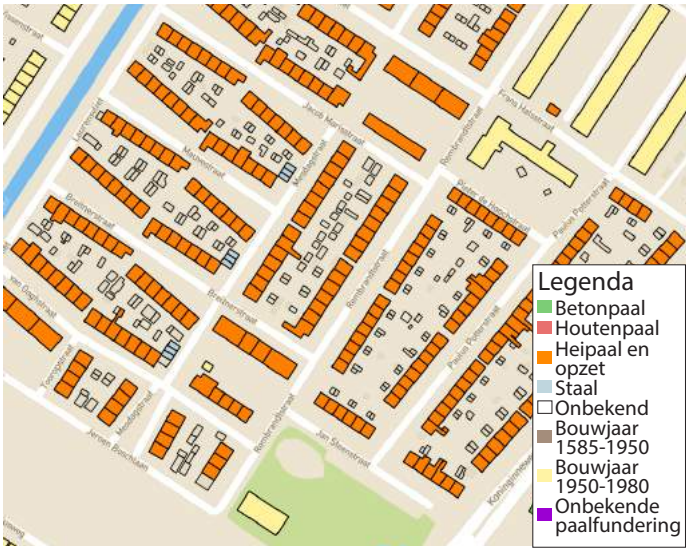
Rembrandtstraat

Oorzaken wateroverlast:

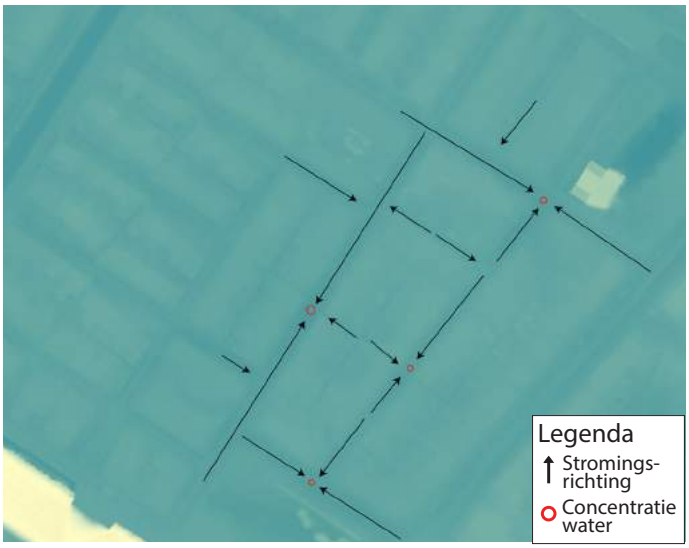
- Laag maaiveld (garages)
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Geen waterbergingsruimte in de straat
- Afgeschermde groenruimten
- Rioolrenovatie proces

Aanbevelingen:

- Singel uitbreiden
- Acceptatie van water op straat bij hoosbuien
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Onderzoek gemengd riool.
- Straat v-vormig maken en kolken in het midden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Huidig en nieuw groen verlagen



Figuur 51: Fundering Rembrandtstraat(Arcadis, 2019).



Figuur 52: Waterstroming Rembrandtstraat.

Figuur 53: Straatontwerp de Rembrandtstraat.

Lindelaan

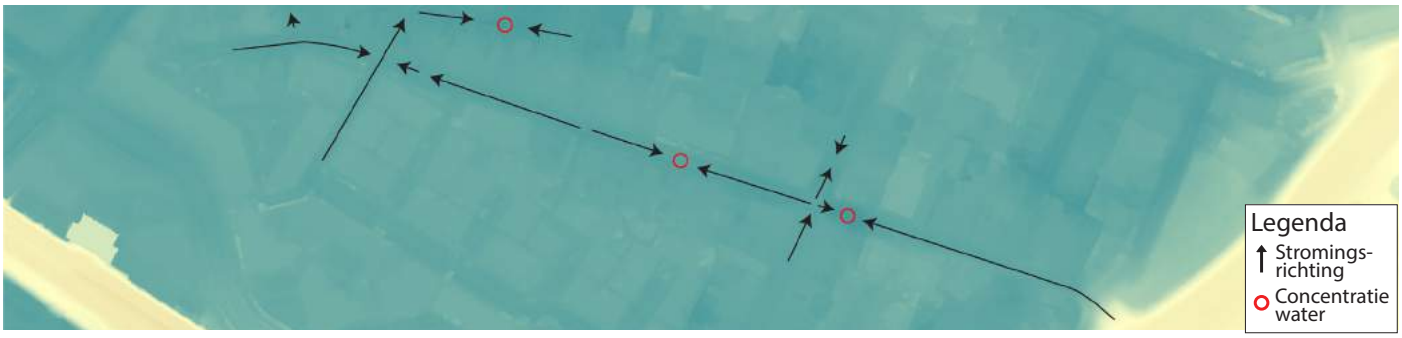
Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld (woningen + brandgang)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groenruimten

Aanbevelingen:

- Acceptatie van water op straat bij hoosbuien
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Onderzoek riool brandgang en straat
- Straat v-vormig maken en kolken aan de zijkant houden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Bomen meer ruimte geven en verbinden met de straat
- Huidig en nieuw groen verlagen

Figuur 54: Fundering Lindelaan (Arcadis, 2019).



Figuur 55: Waterstroming Lindelaan.

Figuur 58: Straatontwerp Lindelaan.

11. Bijlage

Zuidelijke deel van de Prins Hendrikstraat

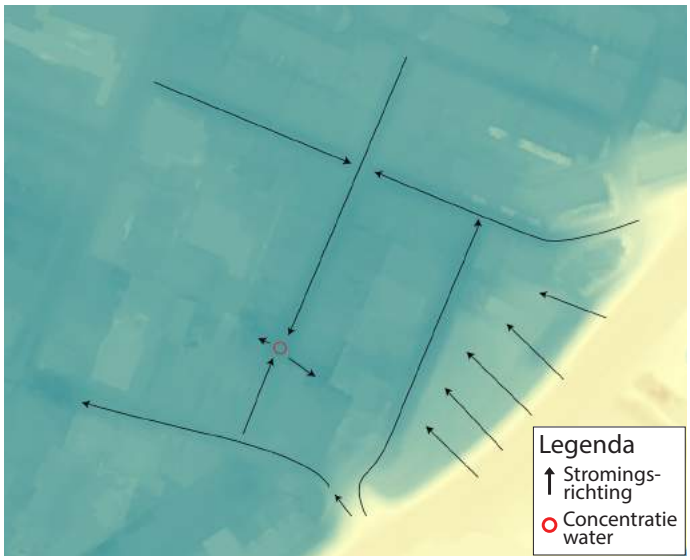
Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld (woningen)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groenruimten

Aanbevelingen:

- Acceptatie van water tijdens intense regenbuien
- Straat veranderen naar een wadi.
- Wateroverlast-locatie vergroenen en groen verlagen.
- Straat v-vormig maken en kolken in het midden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Bomen meer ruimte geven en verbinden met de straat

Figuur 59: Fundering P. Hendrikstraat (Arcadis, 2019).



Figuur 60: Waterstroming Prins Hendrikstraat Zuid.

Figuur 61: Prins Hendrikstraat zuid (Drechtsmaps, 2018).

Zuidelijke deel van de Onderdijkserijweg

Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld (woningen)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Stenige openbare ruimte
- Stenige privé ruimte
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Nieuwbouw op hoog maaiveld
- Dijk

Aanbevelingen:

- Acceptatie op straat van water en in de tuin tijdens intense regenbuien
- Vergroenen en verlagen parkeerplaatsen bij rotonde
- Wateroverlast-locatie en nieuwbouw vergroenen
- Straat verlagen en V-vormig
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Huidig groen verlagen bij rotonde
- Waterbuffer toevoegen bij parkeerplaats bij de rotonde of bij de nieuwbouw

Figuur 62: Fundering Onderdijkserijweg(Arcadis, 2019).

Figuur 63: Waterstroming Onderdijkserijweg.

Figuur 64: Straatontwerp Onderdijkserijweg.

11. Bijlage

Bootjessteeg

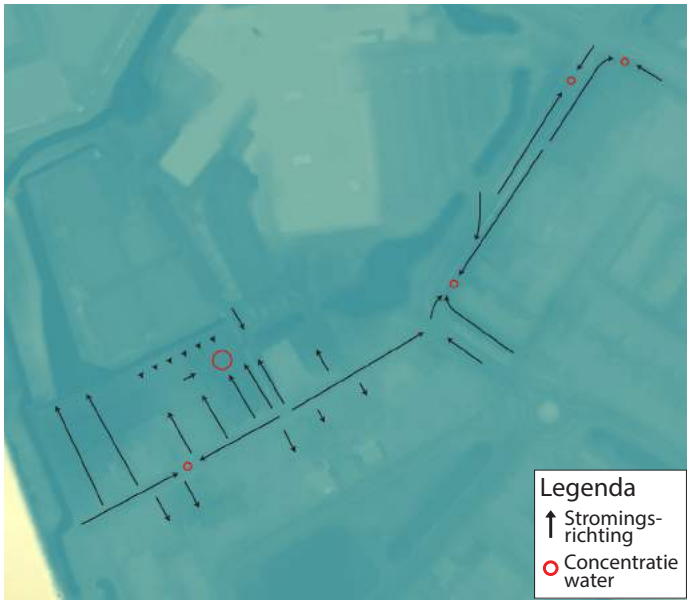
Oorzaken wateroverlast:

- Laag maaiveld (woningen)
- Verzakking huizen op staal
- Te veel regenwater voor riool ontwerpcapaciteit
- Geen waterbergingsruimte in oppervlakte
- Afgeschermde groen- en blauw-ruimten
- Mogelijk riooldisfunctie

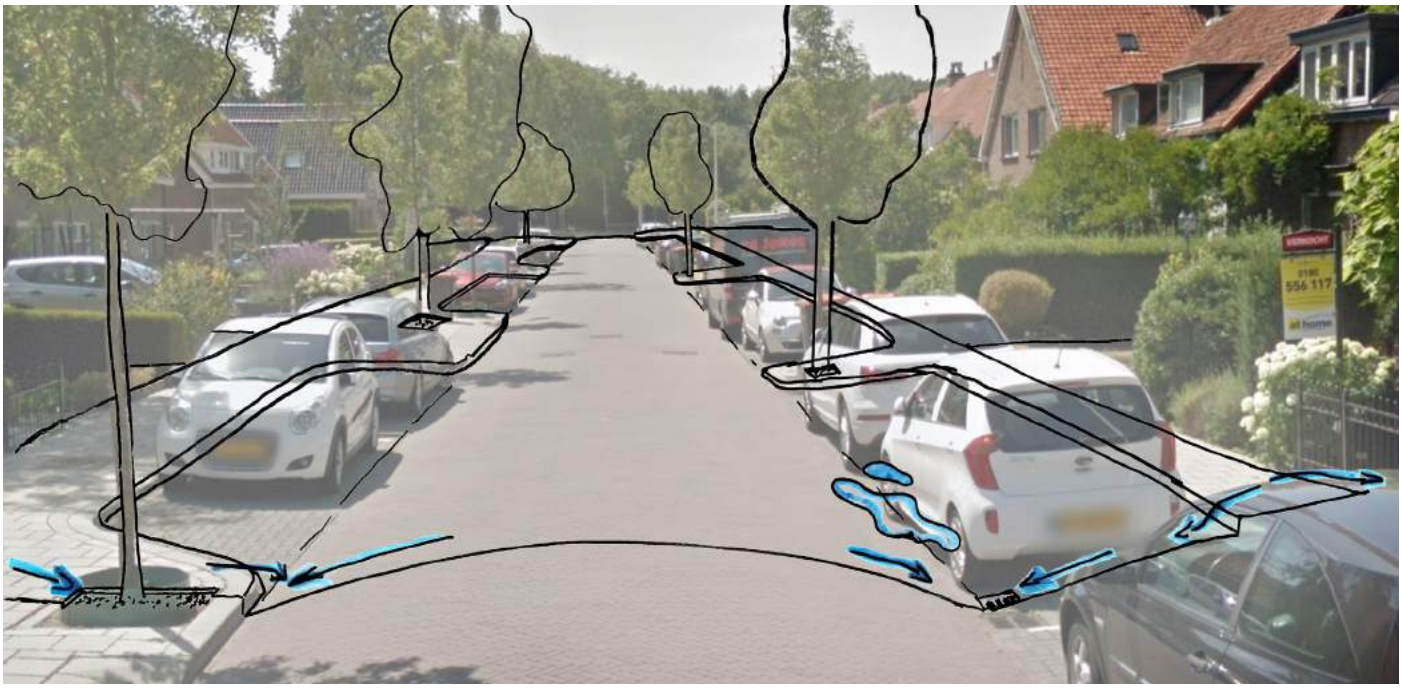
Aanbevelingen:

- Singels uitbreiden, berm en stoep verlagen
- Acceptatie van water op straat en in tuin bij hoosbuien
- Wateroverlast-locatie vergroenen
- Onderzoek riool
- Straat v-vormig maken en kolken aan de zijkant houden
- Waterinfiltrerende parkeerplaatsen/bestrating
- Verlagen parkeerplaatsen
- Bomen meer ruimte geven en verbinden met de straat
- Huidig en nieuw groen verlagen

Figuur 65: Fundering Bootjessteeg (Arcadis, 2019).



Figuur 66: Waterstroming Bootjessteeg.



Figuur 67: Straatontwerp Bootjessteeg.

11.5 Voorbeeld ingrepen openbare ruimte

Meer ruimte voor groen en het verlagen van groen

Figuur 68: Velaagde bermen (Landschappartners, 2002).

Figuur 70: Water Afvoer Drainage Infiltratie (WADI, z.d.)

Waterbergende straatinrichting

Figuur 69; Bioswales, verlaagde groenbakken (BeyondDC, 2014).

Figuur 71: Water verzamelende holle/v-vormige straat (Arnhem Klimaatbestendig. (z.d.)

11. Bijlage

Waterrobuuste herinrichting van straten

Figuur 72: Huidige situatie Prins Hendrikstraat.

Figuur 73: Impressiebeeld: Realisatie van wadi in de straat als waterbuffer.

11.6. Aanbevelingen en voorbeelden particuliere ruimten

In het algemeen

Houdt zolang mogelijk water vast op eigen terrein en richt de woning waterrobuust in.

Waterbergende/vertragende maatregelen:

- Regenton
- Groene daken
- Vergroenen tuinen
- Geveltuinen
- Infiltratiekratten of grindkoffers
- Wadi in de tuin

Waterrobuuste ingrepen woning/bebouwing:

- Deurdorpel of vloerpeil verhogen
- Schotten toepassen bij deuren (zeker bij wateroverlast-locaties)
- Water-instroom bij ventilatieroosters tegengaan door ze af te schermen of te verhogen
- Kruipruimte opvullen
- Kelder waterdicht maken
- Terugslagklep plaatsen

Figuur 74: Regenton (Kunststof regenton, z.d.).

Figuur 75: Wadi in de tuin (Groei & bloei, 2018).

Figuur 76: Groen dak (Prioneering, 2017).