



JUUST
daarom!

Maatstaf ten behoefte van maatregelen tegen wateroverlast

Scriptie

adviseurs • ingenieurs • openbare ruimte

Colofon

Documentgegevens

Titel Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast
Datum 5 juni 2020
Status Definitieve versie
Afstudeerperiode Februari 2020 – juni 2020

Opdrachtgever



Naam Juust B.V.
Contactpersoon Martin Huzen
Begeleider Martin Huzen
Adresgegevens Goessestraatweg 17a | 4421 AD Kapelle

Opdrachtnemer



Naam HZ University of Applied Sciences
Adresgegevens Edisonweg 4 | 4382 NW Vlissingen
Het Groene Woud 1 | 4331 NB Middelburg
Begeleider Anne Oele
Auteur Jochem Rozinga
Studentennummer 00072849
Contactgegevens rozi0003@hz.nl
06-30802436
Opleiding Watermanagement – Aquatische ecotechnologie

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie “Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast.” Binnen deze scriptie wordt er een maatstaf gecreëerd waarmee verschillende maatregelen welke wateroverlast verminderen worden vergeleken. Op deze manier kan er een betere afweging gemaakt worden voor de toepassing van een dergelijke maatregel. De scriptie is geschreven in het kader van het afstuderen van de opleiding Watermanagement aan de HZ University of Applied Sciences te Middelburg in opdracht van Juust B.V. Het onderzoek en schrijven van de scriptie is tussen januari 2020 en juni 2020 uitgevoerd.

Nadat ik mijn idee bij Juust B.V. heb voorgelegd ben ik samen met mijn begeleider, Martin Huzen, gaan kijken naar de vormgeving en hoofdvraag van de opdracht. Vervolgens is het idee ontstaan om de maatstaf toe te passen in de Bloemenbuurt te Vlissingen vanwege de daar aanwezige diversiteit van bouw (stijl en jaartal). Gedurende de afstudeerperiode stond mijn stagebegeleider, Anne Oele, klaar vanuit de opleiding om mijn vragen te beantwoorden om vorderingen te maken gedurende de opdracht.

Ik wil bij deze graag mijn begeleiders bedanken voor de begeleiding en ondersteuning gedurende de afstudeerperiode. Gedurende de periode vond de uitbraak van het coronavirus plaats waardoor het afstuderen op een andere manier vorm kreeg dan we hadden verwacht. Ondanks het feit dat er thuisgewerkt moest worden was er een erg fijne communicatie. Dit heeft geholpen bij de vorderingen van de opdracht. Ik wil dan ook graag mijn collega's bij Juust B.V. bedanken voor de leuke tijd en samenwerking. Zij stonden altijd voor mij klaar mocht ik hulp nodig hebben. Mede hierdoor hebben we kunnen sparren over verschillende onderdelen binnen het onderzoek. Ik wil ook graag mijn vrienden en familie bedanken die mij tijdens deze periode voorzien hebben van morele steun.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jochem Rozinga

Kapelle, 25 mei 2020

Samenvatting

De gevolgen van wateroverlast, welke veroorzaakt worden door een toename in neerslag, zijn steeds vaker merkbaar binnen stedelijke gebieden. Veelal is het aanwezige rioolstelsel niet gedimensioneerd om de hoeveelheden water die valt ten gevolge van hevige neerslag te verwerken. Dit kan voor veel schade en overlast zorgen binnen het stedelijk gebied met alle gevolgen van dien. Om dit alles te voorkomen is het van belang dat er maatregelen getroffen worden om de kans op wateroverlast binnen deze gebieden weg te nemen.

In opdracht van Juust B.V. is er een maatstaf gecreëerd welke toepasbaar is in verschillende projecten. Deze maatstaf focust zich op maatregelen ten behoeve van wateroverlast en wordt toegepast in het referentieproject van de Bloemenbuurt om de werkwijze van de maatstaf te illustreren. Voor de uitvoering van deze opdracht is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: "In hoeverre draagt de ontwikkeling van een maatstaf, ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast, bij aan het voorkomen van wateroverlast in stedelijke gebieden?"

Om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvraag is er een maatstaf ontwikkeld welke vervolgens is toegepast in het referentieproject van de Bloemenbuurt te Vlissingen. Binnen de toepassing van de maatstaf zijn in het geval van de Bloemenbuurt de criteria en wegingsfactoren theoretisch opgesteld. Uit de resultaten van de maatstaf die per locatie is gebruikt binnen de Bloemenbuurt kan de uiteindelijke werking van de maatstaf geconcludeerd worden. Hieruit is gebleken dat de maatstaf een bijdrage levert aan het voorkomen van wateroverlast door een correcte en accurate afweging te maken tussen verschillende maatregelen die toegepast kunnen worden.

Op basis van de toepassing van de maatstaf en de opgedane ervaring over de werking van de maatstaf wordt aanbevolen om de maatstaf in zijn huidige staat voornamelijk te gebruiken in de beginnende fase van een project bijvoorbeeld voor het opstellen van een startdocument. Mocht men de maatstaf in een later stadium van een project willen gebruiken dient de hoeveelheid maatregelen verminderd te worden en de criteria specifiekere te worden opgesteld.

Abstract

The effects of flooding as a result of heavy rainfall are more often noticeable within urban areas. Most contemporary sewage systems are not designed to withstand the values of water that will enter the system because of heavy rainfall. When this is the case, the amount of water can lead to damage and nuisance and pose a significant danger to the urban area. To prevent this kind of flooding, measures need to be taken.

Commissioned by Juust B.V., a tool was created that evaluates which kind of measures are most suitable within a project. The tool focusses on measures that will prevent flooding within urban areas. In addition, the tool will be tested in a reference project of the Bloemenbuurt located in Flushing. In order to execute the commission, the following research question is formulated: "To what extent does the development of an evaluation tool, which focusses on measures against urban flooding, contribute to the prevention of flooding in urban areas?"

In order to formulate an answer to this research question, the evaluation tool is developed and subsequently applied in the reference project of the Bloemenbuurt located in Flushing. Within the application of the tool, the corresponding criteria and weighting factor are drafted theoretically. The tool was applied within various locations of the Bloemenbuurt and the results confirm that actual effectiveness of the tool can be concluded. This means that the tool can contribute to the prevention of urban flooding by correctly and accurately considering different measures that can be applied.

Based on the application of the evaluation tool and the gained experience, the implementation of the tool, in its current state, is recommended in the starting phase of a project. For example, the tool can be used to create a start document for a project. If the tool is considered to be used in a later phase of a project, the number of measures needs to be reduced and the criteria need to be specified to the terms of the client.

Lijst met afkortingen en begrippen

Afkortingen

Ø	Diameter
AHN	Actueel hoogtebestand Nederland
B.O.B.	Binnenkant onderkant buis
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
DWA	Droogweerafvoer
GIS	Geografisch informatiesysteem
HWA	Hemelwaterafvoer
PE-HD	Polyethyleen met een hoge dichtheid
PVC	Polyvinylchloride

Begrippen

Afshot	Een bewust aangebrachte helling van een vlak of leiding ten behoeve van de waterafvoer.
Dekking	Afstand tussen de bovenkant van de buis en het maaiveld.
Geotextiel	Doorlaatbaar textiel dat wordt gebruikt in combinatie met water- en wegebouwkundige toepassingen.
Goot	Geul die water afvoert.
Gres	Keramisch materiaal gemaakt van klei.
Hart-tot-hartafstand	Afstand tussen het midden van een object tot het midden van een ander object.
Inspectieput	Put in een rioolstelsel met als doel om inspecties in het rioolstelsel uit te kunnen voeren.
IT-riool	Infiltratie riolering dat regenwater afgeeft aan de bodem (omgekeerde drainage).
Kolk	Een putje met open roosterdeksel (niet zijnde een inspectieput) dat aangesloten staat op het rioolstelsel met als doel om water van straat af te voeren.
Op één oor	Het aanleggen van een dwarshelling in de rijbaan, van kant rijbaan tot kant rijbaan.
Overstort	Heeft als functie om overtollig rioolwater af te voeren naar oppervlaktewater wanneer het stelsel zelf niet meer in staat is dit af te voeren.
Slokop	Een soort kolk dat dient als afvoermogelijkheid van een wadi mocht deze te vol komen te staan (principe van een overstort).
Streng	Deel van een rioolstelsel, dit omvat de leiding tussen twee inspectieputten.
Talud	Schuin vlak langs een weg, spoor, watergang of dijk.
Uitstroombak	Betonnen bak welke geplaatst wordt aan de oever van oppervlaktewater, het uiteinde van een HWA wordt hier op aangesloten.
Verkanting	Het aanleggen van een dwarshelling in de weg.
Waaierdeksel	Deksel van een inspectieput met gleuven waardoor het hemelwater in het rioolstelsel kan stromen.

Figuren- en tabellenlijst

Figuren

Figuur 1. Overzichtskaart van het eerste gedeelte van de Anjelierenlaan.	4
Figuur 2. Hoogteprofiel van het eerste gedeelte van de Anjelierenlaan.	4
Figuur 3. Overzichtskaart van het tweede gedeelte van de Anjelierenlaan.	5
Figuur 4. Hoogteprofiel van het tweede gedeelte van de Anjelierenlaan.	5
Figuur 5. Overzichtskaart van het derde gedeelte van de Anjelierenlaan.	6
Figuur 6. Overzichtskaart van het eerste gedeelte van de Bosjeslaan.....	7
Figuur 7. Hoogteprofiel van het eerste gedeelte van de Bosjeslaan.	7
Figuur 8. Overzichtskaart van het tweede gedeelte van de Bosjeslaan.....	8
Figuur 9. Hoogteprofiel van het tweede gedeelte van de Bosjeslaan.	8
Figuur 10. Overzichtskaart van de Hyacinthenlaan.....	8
Figuur 11. Overzichtskaart van de Irislaan.	9
Figuur 12. Overzichtskaart van de Jozef Israëlslaan.....	9
Figuur 13. Hoogteprofiel van de Jozef Israëlslaan.	10
Figuur 14. Overzichtskaart van de Margrietenlaan.....	10
Figuur 15. Overzichtskaart van de Papaverlaan.....	11
Figuur 16. Hoogteprofiel van de Papaverlaan.....	11
Figuur 17. Overzichtskaart van de Primulalaan.	12
Figuur 18. Hoogteprofiel van de Primulalaan.	12
Figuur 19. Toepassing van een greppel (Amsterdam rainproof, z.d.).	13
Figuur 20. Mogelijke inrichting van een wadi (Jonkers Hoveniers, z.d.).	14
Figuur 21. Tekening van een infiltratiestrook (van der Linden, M., z.d.).	15
Figuur 22. Voorbeeld van een retentiepark (Tauw, z.d.).	16
Figuur 23. Voorbeeld van toepassing van een waterplein (De urbanisten, z.d.).	16
Figuur 24. Aanleg van een infiltratiekelder (VB Beton, 2017).....	17
Figuur 25. Dwarsprofiel van een weg welke hol is aangelegd.	18
Figuur 26. Dwarsprofiel van een weg ten behoeve van hemelwater afvoer.	18
Figuur 27: Illustraties van waterdoorlaatbare bestrating, poreuze steen*1 (Betonhuis, z.d.), steen met verbrede voegrand*2 (v.d. Bosch Beton b.v., zd), grasbetonblok*3 (v.d. Bosch Beton b.v., z.d.).....	20
Figuur 28. Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast.	22
Figuur 29. Oppervlakkige afvoer in de Anjelierenlaan.	27
Figuur 30. IT-riool in de Anjelierenlaan.....	27
Figuur 31. Oppervlakkige afvoer in de Anjelierenlaan.	27
Figuur 32. Retentiestrook en oppervlakkige afvoer in de Bosjeslaan.	28
Figuur 33. Oppervlakkige afvoer in de Hyacinthenlaan	28
Figuur 34. HWA-riool in de Irislaan.	29
Figuur 35. Oppervlakkige afvoer in de Jozef Israëlslaan.	29
Figuur 36. Oppervlakkige afvoer in de Margrietenlaan.	29
Figuur 37. IT-riool in de Papaverlaan.	30
Figuur 38. Oppervlakkige afvoer in de Primulalaan.	30

Tabellen

Tabel 1. Ontwerprichtlijnen van een wadi (Boogaard et al., 2006).	14
Tabel 2. Elementen van riolering en diens gebruikte materiaal.	19
Tabel 3. Scoringstabel aanleg.....	22
Tabel 4. Scoringstabel benodigde ruimte.	23
Tabel 5. Scoringstabel capaciteit.....	23
Tabel 6. Scoringstabel infiltratie.	23
Tabel 7. Scoringstabel kosten.	24
Tabel 8. Scoringstabel functies.	24
Tabel 9. Scoringstabel onderhoud.	24
Tabel 10. Scoringstabel opoffering.	25
Tabel 11. Resultaten van de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast per locatie.	26
Tabel 1.1 Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast.	36
Tabel 2.1 Overzichtstabel van de opgestelde criteria betreft het referentieproject “Bloemenbuurt te Vlissingen”.	37

Inhoudsopgave

1. Inleiding: Wateroverlast, hoe pak je het aan?	1
2. Theoretisch kader: Oorzaken en maatregelen wateroverlast	3
2.1 Oorzaken van wateroverlast	3
2.1.1 Gebiedsanalyse	4
2.2 Maatregelen tegen wateroverlast	13
2.2.1 Greppel	13
2.2.2 Wadi	14
2.2.3 Retentiestroken	15
2.2.4 Retentiepark en waterplein	16
2.2.5 Ondergronds bergen	16
2.2.6 Oppervlakkige afvoer	18
2.2.7 Rioolstelsel	19
2.2.8 Waterdoorlaatbare bestrating	20
3. Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast	21
3.1 Opbouw van de maatstaf	21
3.1.2 Criterium: Aanleg	22
3.1.2 Criterium: Benodigde ruimte	23
3.1.3 Criterium: Capaciteit	23
3.1.4 Criterium: Infiltratie	23
3.1.5 Criterium: Kosten	24
3.1.6 Criterium: Functies	24
3.1.7 Criterium: Onderhoud	24
3.1.8 Criterium: Opoffering	25
4. Advies	26
4.1 Anjelierenlaan	27
4.2 Bosjeslaan	28
4.3 Hyacinthenlaan	28
4.4 Irislaan	29
4.5 Jozef Israëlslaan	29
4.6 Margrietenlaan	29
4.7 Papaverlaan	30
4.8 Primulalaan	30
5. Discussie	31
6. Conclusie en aanbevelingen	33
7. Literatuurlijst	34
8. Bijlages	36
Bijlage 1: Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast	36
Bijlage 2: Overzichtstabel criteria	37

1. Inleiding: Wateroverlast, hoe pak je het aan?

Probleemstelling

Mede door klimaatverandering neemt de kans op wateroverlast in bestaande stedelijke gebieden steeds meer toe. Het rioolstelsel is vanuit het verleden niet gedimensioneerd (te kleine diameter van de rioolbuis) op de hoeveelheden water die het systeem tegenwoordig te verwerken krijgt. Als het water niet kan worden afgevoerd via het rioolstelsel komt het water op straat te staan. Of erger, het stroomt woningen in (via de straat of via de huisaansluiting aan de woning). Het toilet, de wasbakken en andere onderdelen die aangesloten staan op het rioolstelsel gaan borrelen of overstromen. Om dit alles te voorkomen is het van belang dat er maatregelen getroffen worden om de kans op wateroverlast binnen deze gebieden weg te nemen.

Onderzoeksdoel

In opdracht van Juust gaat er een maatstaf gecreëerd worden waarin de verschillende oplossingen, die de kans op wateroverlast kunnen verkleinen, met elkaar te vergelijken zijn. Juust is een adviesbureau dat zich richt op projecten binnen de openbare ruimte. Hierbij komen verschillende aspecten zoals mobiliteit, civiele techniek, ruimtelijke ontwikkeling, ontwerp, procesmanagement en visie samen.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de kans op wateroverlast te verkleinen, deze mogelijkheden verwerken we in de maatstaf. Binnen de maatstaf kijken we er onder meer naar de capaciteit, oppervlakte en te verwachten kosten van de verschillende waterberging- en afvoermogelijkheden. De gecreëerde maatstaf passen we vervolgens toe in het referentieproject “Bloemenbuurt te Vlissingen”.

De Bloemenbuurt ligt in de wijk Middengebied te Vlissingen (Gemeente Vlissingen, z.d.). Volgens cijfers van het CBS wonen er rond de 3550 inwoners in de Bloemenbuurt en heeft het een oppervlakte van ongeveer 45 hectare (2017). Binnen de Bloemenbuurt zit veel verschil in de opbouw van de wijk vanwege nieuwbouw en oudere bouw. Door het verschil in opbouw van de wijk (betreft wegen en woningbouw) is de Bloemenbuurt een zeer geschikt project om de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast toe te passen.

Onderzoeksvragen

Om de maatstaf te evalueren en met een mogelijke oplossing te komen waarmee wateroverlast voorkomen kan worden is er een hoofdvraag opgesteld welke luidt als volgt:

| ***“In hoeverre draagt de ontwikkeling van een maatstaf, ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast, bij aan het voorkomen van wateroverlast in stedelijke gebieden?”***

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld. De deelvragen maken onderscheid tussen de oorzaken van wateroverlast, de mogelijke oplossing tegen wateroverlast en de afweging tussen deze oplossingen.

| *“Wat is de oorzaak van wateroverlast in de Bloemenbuurt te Vlissingen?”*

| *“Wat zijn mogelijke maatregelen om de kans op wateroverlast te verkleinen?”*

| *“Zijn deze maatregelen universeel toepasbaar?”*

| *“Welke maatregelen moeten we nemen om wateroverlast in de Bloemenbuurt te Vlissingen te voorkomen?”*

Leeswijzer

Er wordt eerst ingegaan op de oorzaken en mogelijke maatregelen omtrent wateroverlast aan de hand van het theoretisch kader. Vervolgens wordt de werking van de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast uitgelegd en toegepast voor het referentieproject in de Bloemenbuurt. De resultaten van de maatstaf welke is toegepast in de Bloemenbuurt staan omschreven in het hoofdstuk 'Advies.' Ten slotte volgen de conclusie en de aanbevelingen. Hierin wordt duidelijk of de toepassing van de maatstaf een toevoeging is. Eindresultaat is een beantwoorde hoofdvraag.

2. Theoretisch kader: Oorzaken en maatregelen wateroverlast

2.1 Oorzaken van wateroverlast

Wateroverlast komt voor in drie verschillende vormen, te weten:

- Wateroverlast door kortdurende en hevige neerslag;
- Wateroverlast door langdurige neerslag;
- Grondwateroverlast door neerslag (Ruimtelijke adaptatie, z.d.).

Het gevolg hiervan uit zich vaak in:

- Blank staande straten en woningen;
- Beperking in zicht;
- Problemen in het verkeer (bv. aquaplaning, probleem voor fietsers, enz.);
- Schade aan bijvoorbeeld bebouwing, omgeving en agrarische sector.

Waar wateroverlast echt vermeden dient te worden is (tijdelijke) waterhinder een minder problematisch verhaal. Hindert kan als vervelend ervaren worden maar vormt daarmee geen gevaar. Om die reden is het vertraagt afvoeren van hemelwater en daarbij accepteren dat het water tijdelijk aanwezig blijft op de rijbaan steeds breder geaccepteerd.

Om te achterhalen wat de mogelijke oorzaken van wateroverlast zijn in de Bloemenbuurt is er een gebiedsanalyse opgesteld. Hierbij zijn aspecten zoals elevatie, riolering en wateroverlast geëvalueerd. Om de elevatie per straat te bekijken is er een hoogteprofiel uitgetekend in de AHN-viewer, welke digitaal beschikbaar is gesteld op de website van Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN), van de AHN3 (z.d.). De hoogteprofielen welke te vinden zijn in de gebiedsanalyse zijn van noord naar zuid of van west naar oost weergegeven. Vanwege het feit dat in sommige straten objecten zoals bomen of struiken niet zijn gefilterd uit de elevatie is het niet mogelijk om elke straat te voorzien van een hoogteprofiel.

De overlastkaart waarin wateroverlast in waterdiepte wordt weergegeven is afkomstig van de Klimateffectatlas (z.d.). De kaartlaag is gebaseerd op een bui van 70 millimeter neerslag in 2 uur, een bui die eens per 100 jaar valt in het huidige klimaat. De klimateffectatlas geeft als toelichting dat de simulaties uitgevoerd zijn met behulp van de 'Rainfall overlay' van Tygron en dat de kaart ontwikkeld is door Deltares (z.d.). Hierbij benoemt de Klimateffectatlas een aantal uitgangspunten (z.d.).

- Afvoercapaciteit van maximaal 20 millimeter per uur van het rioolstelsel;
- Simulatietijd: een bui van 2 uur, gevolgd door 4 droge uren;
- Interactie met oppervlaktewater is verwaarloosbaar vanwege de korte simulatietijd;
- Model maakt gebruik van de AHN2.

Naast de elevatie in het gebied en de mogelijkheid tot wateroverlast in de Bloemenbuurt is er ook gekeken naar het type riolering dat op dit moment aanwezig is in de Bloemenbuurt. Het grootste gedeelte van de riolering bestaat uit een gemengd stelsel. In sommige straten, zoals de Beatrixlaan, is een hemelwaterriool aanwezig (gescheiden stelsel). Deze riolen zijn aangelegd bij recente herinrichtingen om het risico op wateroverlast te verminderen. In de gebiedsanalyse is beschreven welk type riolering wat aanwezig is en welke diameters de gebruikte buizen hebben. Het schrijven van de gebiedsanalyse van de Bloemenbuurt geeft het antwoord op de deelvraag: "Wat is de oorzaak van wateroverlast in de Bloemenbuurt te Vlissingen?"

2.1.1 Gebiedsanalyse

2.1.1.1 Anjelierenlaan

De Anjelierenlaan is een smalle éénrichtingsweg die horizontaal door de Bloemenwijk loopt. Aan de westkant ligt de Schuitvlotgracht die langs de Bloemenwijk stroomt. Tot dusver zijn er nog geen meldingen van wateroverlast bekend, echter is de kans wel aanwezig dat er na twee piekbuien wateroverlast kan ontstaan.

Rembrandtlaan tot Bloemenlaan

Op de wateroverlastkaart (Figuur 1) welke is ingezoomd op de Anjelierenlaan tussen de Rembrandtlaan en de Bloemenlaan is te zien dat er in de Anjelierenlaan een kans op wateroverlast is. Met name bij het kruispunt waar de Anjelierenlaan kruist met de Bosjeslaan en de Ferdinand Bollaan kan er meer dan dertig centimeter op straat blijven staan. Zoals het hoogteprofiel (Figuur 2) weergeeft lijkt de Anjelierenlaan net een badkuip waar water in kan blijven staan. Het diepste punt ligt ter hoogte van het kruispunt van de Anjelierenlaan met de Bosjeslaan en de Ferdinand Bollaan.

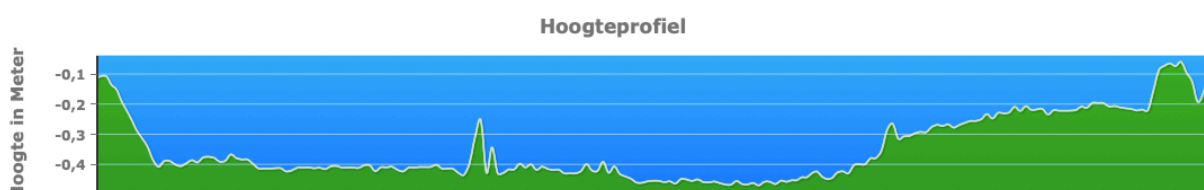
- Men is voornemens om in dit deel van de Anjelierenlaan een hemelwaterriool aan te leggen met een diameter van Ø500 millimeter. Dit betreft een lengte van ongeveer 225 meter.



Figuur 1. Overzichtskartaal van het eerste gedeelte van de Anjelierenlaan.

In het hoogteprofiel (Figuur 2) is goed de overeenkomst tussen wateroverlast en elevatie te zien. Het hoogteprofiel laat wederom zien dat het diepste punt rond de kruising van de Anjelierenlaan met de Bosjeslaan en Ferdinand Bollaan ligt.

- Er zijn twee pieken te zien rond de 900 meter en 1800 meter. Deze pieken geven de verkeersdrempels weer die zijn aangelegd in de Anjelierenlaan. Tussen deze verkeersdrempels kan water op straat blijven staan wat niet enkel voor overlast zorgt maar ook erg onveilig kan zijn.
- Tussen het verkeersplateau waar de Anjelierenlaan kruist met de Rembrandtlaan en het verkeersplateau waar de Anjelierenlaan kruist met de Bloemenlaan blijft water staan ten tijde van hevige neerslag.



Figuur 2. Hoogteprofiel van het eerste gedeelte van de Anjelierenlaan.

Bloemenlaan tot Irislaan

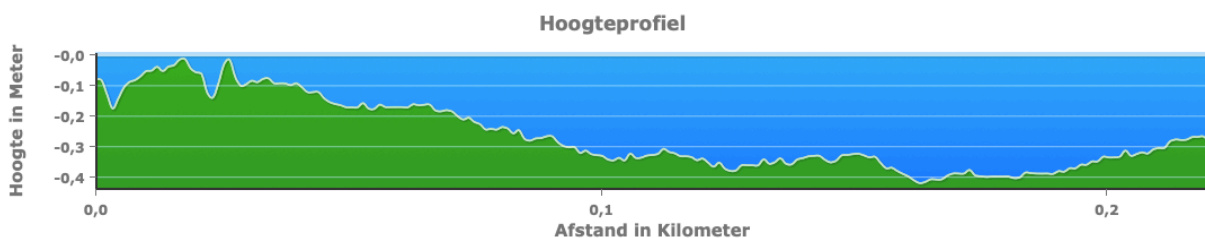
In het deel van de Anjelierenlaan tussen de Bloemenlaan en de Irislaan is te zien op de overlastkaart (Figuur 3) dat een kans bestaat dat er ongeveer twintig tot dertig centimeter water op straat kan komen te staan. Voornamelijk het deel tussen de kruising met de Hyacinthenlaan en de kruising met de Irislaan is de kans op wateroverlast het meest aanwezig. Het gedeelte van de Anjelierenlaan tussen de Bloemenlaan en de Irislaan is erg smal en volledig verhard. Er is geen nabijgelegen oppervlaktewater of openbaar groen waar water op afgevoerd kan worden of de mogelijkheid heeft om te infiltreren in de bodem. De afvoer van water is dus volledig afhankelijk van de riolering. De kruispunten zijn voorzien van een soort punaises in plaats van verhoogde verkeersplateaus. Deze kruispunten hebben een bolling in het wegdek. Door het gebruik van deze bollingen in de weg is er de mogelijkheid voor het water om oppervlakkig af te stromen in een gewenste richting zonder dat er hinder plaatsvindt door een obstakel. De punaise ziet eruit als een soort bolling in het wegdek. Door gebruik te maken van deze punaises is er de mogelijkheid voor het water om oppervlakkig afgevoerd te worden zonder dat dit gehinderd wordt door een obstakel.

- In dit deel van de Anjelierenlaan ligt een gemengd rioolstelsel welke een diameter heeft van $\varnothing 600$ millimeter.
- Men is voornemens om een hemelwaterriool met een diameter van $\varnothing 500$ millimeter aan te leggen vanuit de Primulalaan komt en vervolgens in westelijke richting de Anjelierenlaan in zal gaan en aansluit op het hemelwaterriool wat wellicht wordt aangelegd in de Anjelierenlaan tussen de Rembrandtlaan en de Bloemenlaan.



Figuur 3. Overzichtkaart van het tweede gedeelte van de Anjelierenlaan.

In het hoogteprofiel (Figuur 4) is te zien dat de Anjelierenlaan vanaf de Bloemenlaan geleidelijk afloopt richting de Irislaan. Het diepste punt is ongeveer -0,4 m NAP en ligt net na de kruising met de Hyacinthenlaan. Dit is ook zo terug te zien op de overlastkaart (Figuur 3). Vervolgens stijgt de Anjelierenlaan weer geleidelijk richting de Irislaan. Zoals eerder benoemd bestaat er de meeste kans dat er tussen deze twee punten water op straat blijft staan.



Figuur 4. Hoogteprofiel van het tweede gedeelte van de Anjelierenlaan.

Irislaan tot Beatrixlaan

Het gedeelte van de Anjelierenlaan tussen de Irislaan en de Beatrixlaan is, net als de andere delen van de Anjelierenlaan, een eenrichtingsweg. Aan één kant van de weg zijn parkeerstroken gerealiseerd. De parkeervakken worden van elkaar gescheiden door middel van boomvakken. Deze boomvakken zijn erg klein en enkel bedoeld voor bomen. De boomvakken staan hoger in het maaiveld dan de weg en zijn gecreëerd door het gebruik van bandranden als kantopsluiting. Naast de boomvakken is er geen openbaar groen waar water in de bodem kan infiltreren. In het midden van dit gedeelte van de Anjelierenlaan ligt een klein pleintje met parkeergelegenheden. In het deel van de Anjelierenlaan dat ligt tussen de Irislaan en de Beatrixlaan zijn geen verkeersdrempels of anderen objecten aanwezig waar water tussen kan blijven staan. Daarentegen vermindert dit niet de kans op wateroverlast. Het verschil in maaiveldhoogte en gebruik van riolering zijn twee factoren waar wateroverlast van afhankelijk kan zijn. Zoals te zien is in de overlastkaart (Figuur 5) ligt het punt waar de meeste kans op wateroverlast is dicht bij de kruising met de Beatrixlaan. De kans op wateroverlast neemt geleidelijk toe in de richting van de Beatrixlaan.

- In dit gedeelte van de Anjelierenlaan ligt een gemengd rioolstelsel met een diameter van Ø300 millimeter.



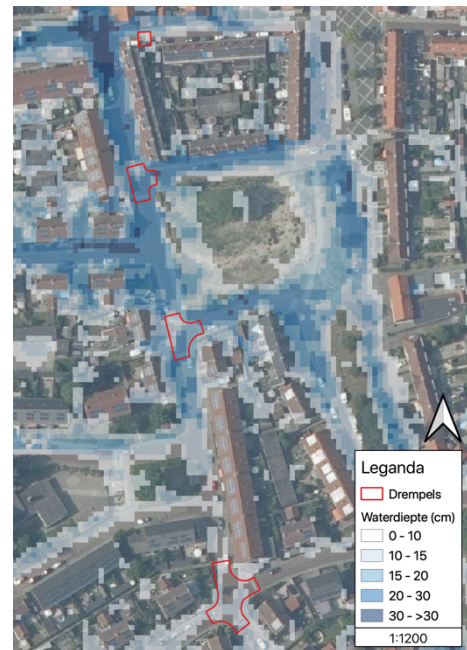
Figuur 5. Overzichtskartaal van het derde gedeelte van de Anjelierenlaan.

2.1.1.2 Bosjeslaan

De Bosjeslaan loopt verticaal door de Bloemenbuurt van de Anjelierenlaan tot aan de Singel. De bestrating bestaat voornamelijk uit betonklinkers. Verder staan er voornamelijk rijtjeshuizen en twee-onder-een-kapwoningen. Langs de kant van de weg wordt file geparkeerd, in sommige gedeeltes van de Bosjeslaan zelfs aan weerszijde. De Bosjeslaan kruist met de Anjelierenlaan op een punt waar de kans op wateroverlast erg aanwezig is. Langs de Bosjeslaan ligt een stuk grond wat nu is ingericht als speelpark en waterberging. Op deze locatie stond eerst basisschool 'Het Vlot', deze school is in 2017 gesloopt. Deze plek kan nu gebruikt worden om waterberging te creëren voor het omringende gebied. Door een oppervlakkige afvoer te realiseren vanuit de Anjelierenlaan, Asterlaan, Bloemenlaan, Madelievenlaan en Papaverlaan kan er wateroverlast in deze straten voorkomen worden.

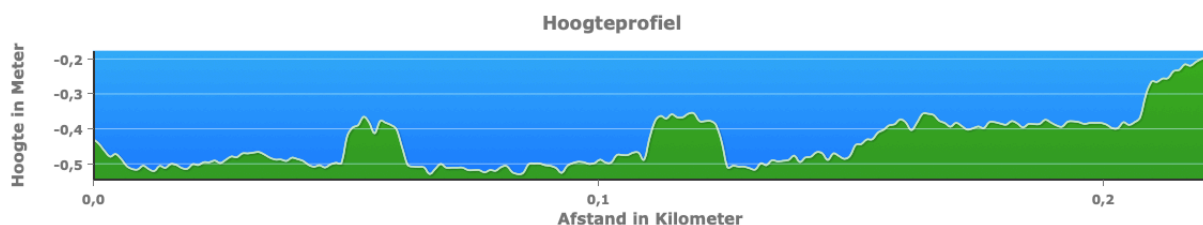
Anjelierenlaan tot Leliënlaan

Zoals eerder benoemd is de kruising van de Anjelierenlaan met de Bosjeslaan een aandachtspunt. Op de overlastkaart (Figuur 6) is terug te zien dat hier meer dan dertig centimeter aan water op straat blijft staan mocht het flink gaan regelen. Het verhoogde verkeersplateau waar de Bosjeslaan kruist met de Asterlaan zorgt ervoor dat het water tot aan dit kruispunt op straat blijft staan. Verderop in de Bosjeslaan is er nog een verhoogd verkeersplateau aanwezig, op dit kruispunt kruist de Bosjeslaan met de Madelievenlaan. Deze twee verhoogde verkeersplateaus zorgen er op hun beurt voor dat het gedeelte tussen deze kruispunten blank kan komen te staan. Dit zorgt niet enkel voor overlast in de Bosjeslaan maar ook in de Papaverlaan. Het kruispunt met de Papaverlaan is namelijk niet verhoogd waardoor water wat op straat blijft staan ook de Papaverlaan zal betreden. In dit deel van de Bosjeslaan kan ongeveer twintig centimeter op straat komen te staan. In Figuur 7 is het hoogteprofiel van de Bosjeslaan weergegeven.



Figuur 6. Overzichtskartaal van het eerste gedeelte van de Bosjeslaan.

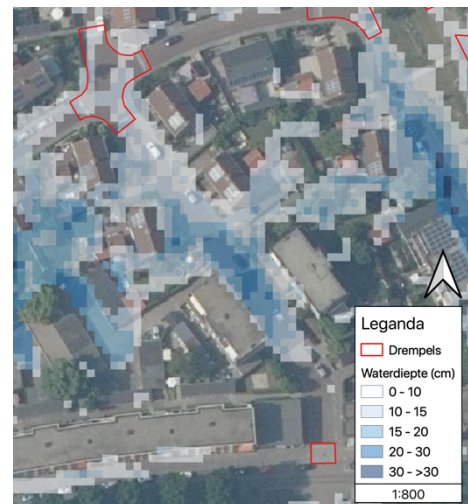
- Er is een hemelwaterriool aanwezig met een diameter van Ø250 millimeter.
- Op ongeveer 500 en 1200 meter zijn de verhoogde verkeersplateaus duidelijk te zien.
- De Bosjeslaan stijgt geleidelijk in het maaiveld vanaf het verkeersplateau waar de Bosjeslaan kruist met de Madelievenlaan.
- Het hoogteprofiel laat goed zien dat het kruispunt met de Leliënlaan een verhoogd verkeersplateau is.



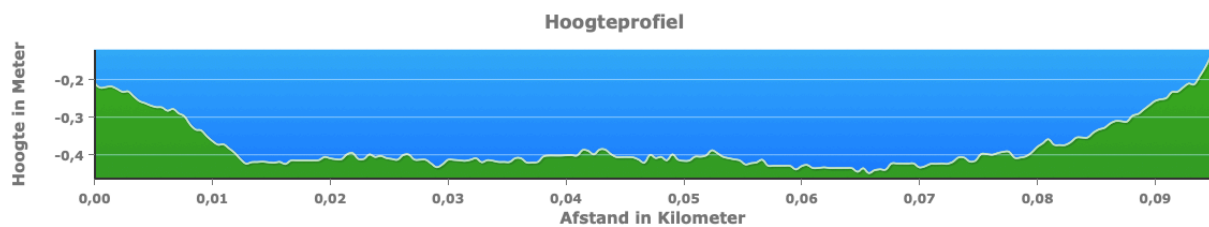
Figuur 7. Hoogteprofiel van het eerste gedeelte van de Bosjeslaan.

Leliënlaan tot Singel

Vanaf de kruising van de Bosjeslaan met de Leliënlaan loopt de Bosjeslaan door tot aan de Singel. In dit deel van de Bosjeslaan is er kleine kans op wateroverlast aanwezig zoals te zien is op de overlastkaart (Figuur 8). Er kan in dit deel van de Bosjeslaan maximaal twintig centimeter aan water op straat komen te staan. In het Hoogteprofiel (Figuur 9) zijn goed de kruising met de Leliënlaan, wat een verhoogd verkeersplateau is, en de oprit richting de Singel goed te zien. Beide punten liggen hoger in het maaiveld dan het deel tussen de kruispunten in. Het verschil in maaiveldhoogte komt overeen met de verwachting van waterdiepte tijdens regenval in de overlastkaart voor de Bosjeslaan.



Figuur 8. Overzichtskarta van het tweede gedeelte van de Bosjeslaan.

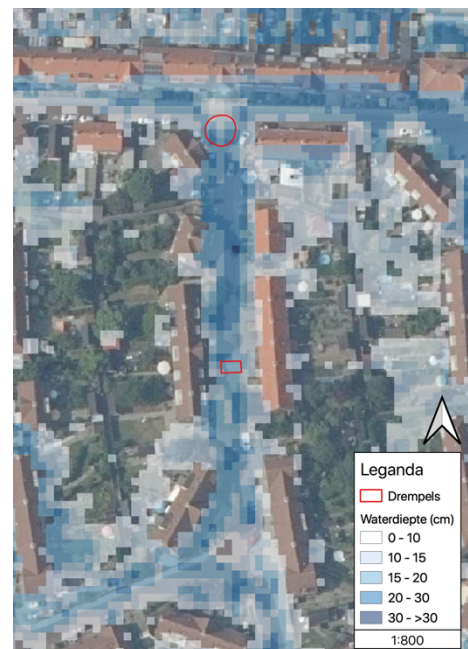


Figuur 9. Hoogteprofiel van het tweede gedeelte van de Bosjeslaan.

2.1.1.3 Hyacinthenlaan

De Hyacinthenlaan (Figuur 10) is een erg smalle straat waar aan één kant een trottoir is aangelegd. Op het kruispunt met de Anjelierenlaan ligt een punaise. Zoals eerder uitgelegd is dit een soort bolling in de weg en is het een alternatief voor een verkeersplateau. Door een dergelijke bolling toe te passen in het wegdek krijgt het water de mogelijkheid om af te kunnen stromen in een bepaalde richting zonder hinder te ondervinden van een obstakel zoals een verkeersdrempel. In het midden van de Hyacinthenlaan, ter hoogte van nummer 22, ligt een verkeersdrempel.

- Tussen de verkeersdrempel en de kruising met de Anjelierenlaan kan 20 tot 30 centimeter op straat blijven staan.
- In de Hyacinthenlaan ligt een gemengd rioolstelsel met een diameter van $\varnothing 315$ mm.



Figuur 10. Overzichtskarta van de Hyacinthenlaan.

2.1.1.4 Irislaan

De Irislaan loopt horizontaal door de Bloemenbuurt waar aan weerszijde parkeerstroken gerealiseerd zijn. De Irislaan is grotendeels verhard, echter staan er langs de weg kleine kantopsluitingen voor boomvakken. Deze kantopsluitingen zijn gemaakt van betonbanden waarin bomen staan. De boomvakken zijn erg klein waar geen plaats is voor openbaar groen. De kantopsluiting staan hoger in het maaiveld dan de weg waardoor het water geen mogelijkheid krijgt om te infiltreren in de bodem. Het gevallen regenwater heeft dus enkel de mogelijkheid om afgevoerd te worden door middel van riolering. Zoals op de kaart (Figuur 11) te zien is kan er twintig tot dertig centimeter aan water op straat blijven staan.

- In de Irislaan ligt een gemengd rioolstelsel, echter verschillen de twee strengen die er liggen van diameter.
 - De eerste streng vanuit noordelijke richting heeft een diameter van Ø500 millimeter.
 - De tweede streng heeft een diameter van Ø400 millimeter.



Figuur 11. Overzichtskaat van de Irislaan.

2.1.1.5 Jozef Israëlslaan

De Jozef Israëlslaan is een eenrichtingsweg waar aan weerszijde trottoir is aangelegd. De straat is volledig verhard en is niet voorzien van openbaar groen. Doordat de Jozef Israëlslaan erg smal is ingericht is het lastig om openbaar groen aan te leggen. Water heeft dus geen mogelijkheid om te infiltreren in de bodem. De Jozef Israëlslaan kruist met de Bloemenlaan, dit kruispunt is een groot verkeersplateau zoals te zien op de overlastkaart (Figuur 12).

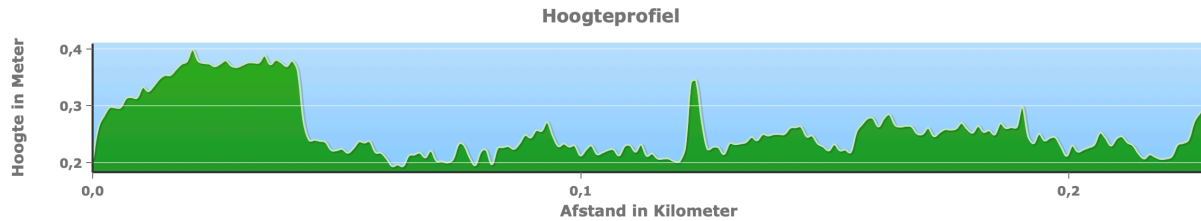
- Er kan ongeveer 15 tot 20 centimeter aan water op straat blijven staan tussen het verkeersplateau en de verkeersdrempel zoals te zien in Figuur 12.
- Men is ondernemend om in dit deel van de Jozef Israëlslaan een hemelwaterriool aan te leggen met een diameter Ø500 millimeter.



Figuur 12. Overzichtskaat van de Jozef Israëlslaan.

In het hoogteprofiel (Figuur 13) is duidelijk het grote verhoogde verkeersplateau terug te zien. De piek rond de 1200 meter is de verkeersdrempel die halverwege de Jozef Israëlslaan is aangelegd. Het hoogteprofiel (Figuur 13) weerspiegelt de verwachting van de overlastkaart (Figuur 12).

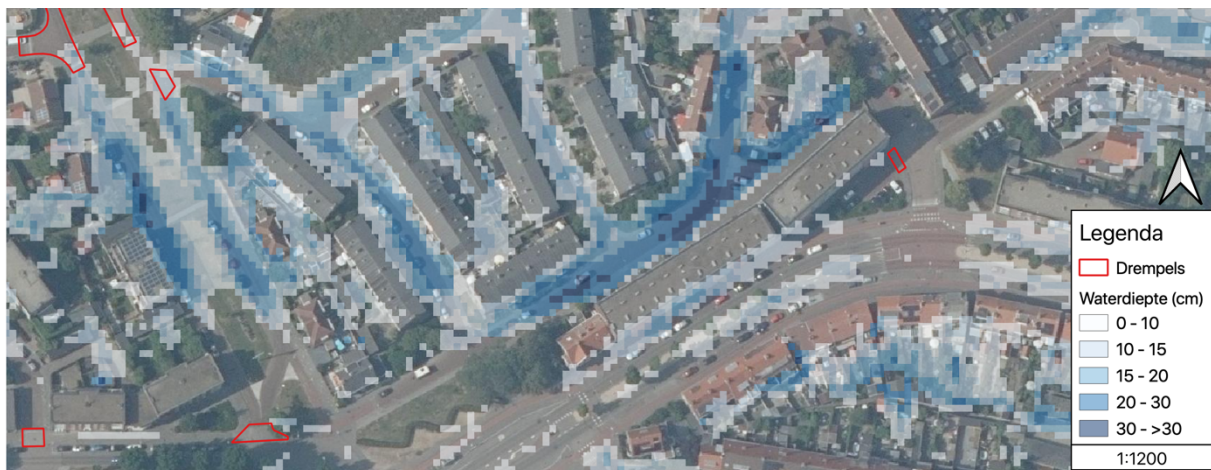
- Tussen het verkeersplateau en de verkeersdrempel is de maaiveldhoogte het laagst wat op zijn beurt betekent dat de kans op wateroverlast in dit deel groter is.



Figuur 13. Hoogteprofiel van de Jozef Israëlslaan.

2.1.1.6 Margrietenlaan

De Margrietenlaan is volledig verhard met weinig openbaar groen. Aan weerszijde van de weg ligt een trottoir. Er liggen geen verkeersdrempels in het wegdek die de oppervlakkige afvoer kunnen hinderen of waar water tussen kan blijven staan op straat. Langs de Margrietenlaan staat een lange flat garageboxen aanwezig zijn op de begane grond. Om deze garageboxen te kunnen bereiken is er een smal straatje aangelegd vanuit de Margrietenlaan. In dit zijstraatje is volgens de overlastkaart (Figuur 14) de kans op wateroverlast het grootst, er kan meer dan dertig centimeter aan water blijven staan. Daarnaast bestaat er ook de kans dat er water op straat kan komen te staan in de Margrietenlaan zoals te zien in de overlastkaart (Figuur 14). Dit betreft een hoeveelheid van twintig tot dertig centimeter aan water wat op straat kan blijven staan.



Figuur 14. Overzichtskaart van de Margrietenlaan.

2.1.1.7 Papaverlaan

De Papaverlaan is een eenrichtingsweg die van de Bosjeslaan richting een soort rotonde loopt. Op deze rotonde komt nog een eenrichtingsweg uit, namelijk de Pioenlaan. De rotonde kan vervolgens verlaten worden via de Resedalaan en de Violenlaan, beide ook eenrichtingswegen. De Papaverlaan is een smalle straat waar aan beide kanten een trottoir is aangelegd. Er wordt langs één kant geparkeerd, echter zijn hier geen parkeerstroken voor aangelegd. De zojuist benoemde rotonde is erg groen ingericht, er staan struiken en een boom geplant. Echter heeft water geen mogelijkheid om dit stukje plantsoen te betreden vanwege de bandrand die is gebruikt als kantopsluiting. Zoals de overlastkaart (Figuur 15) laat zien wordt verwacht dat de grootste hoeveelheid van het hemelwater iets voor de kruising met de Bosjeslaan op straat blijft staan. Dit bedraagt tot wel twintig centimeter aan water wat op straat kan blijven staan. Zoals eerder benoemd ligt er langs de Bosjeslaan een speelpark wat ook is ingericht als waterberging.

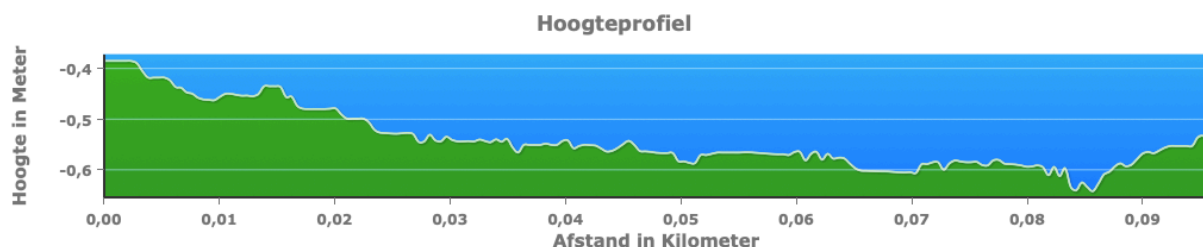
- Er zijn geen verkeersdrempels of verhoogde verkeersplateaus aangebracht wat het dus mogelijk maakt om water oppervlakkig af te voeren richting het speelpark.
- In de Papaverlaan ligt een streng hemelwaterriool welke een diameter heeft van Ø250 millimeter.



Figuur 15. Overzichtkaart van de Papaverlaan.

In het hoogtepriel (Figuur 16) is goed te zien dat de Papaverlaan afloopt in de richting van de Bosjeslaan. Dit verklaart dus ook de verwachting van de overlastkaart (Figuur 15) dat er tot wel twintig centimeter aan hemelwater op straat kan blijven staan.

- Het diepste punt van de Papaverlaan ligt net voor de kruising met de Bosjeslaan, dit betreft een diepte van ongeveer – 0,65m NAP.

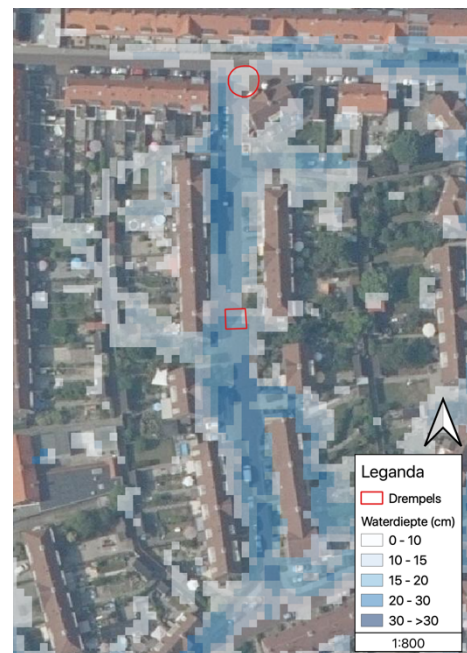


Figuur 16. Hoogtepriel van de Papaverlaan.

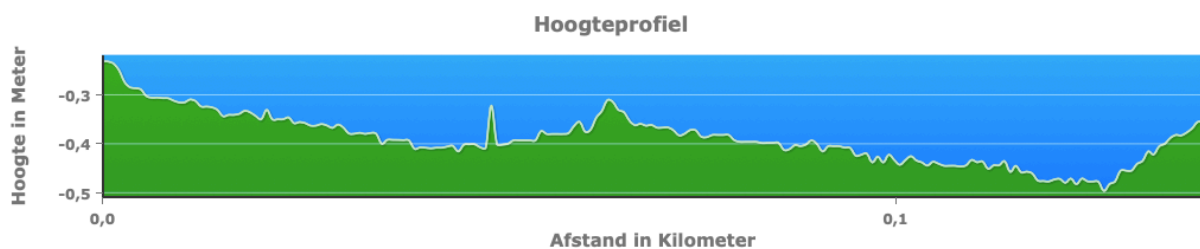
2.1.1.8 Primulalaan

In de Primulalaan is al vaker sprake geweest van wateroverlast. Volgens een artikel in de Provinciale Zeeuwse Courant heeft de Primulalaan in de afgelopen tien jaar drie keer blank gestaan (Wagenmakers, 2015). Naast dat dit zorgt voor hinder en overlast op straat zorgt het ook voor waterschade in de huizen. De meeste overlast is bekend bij de nummers 6, 8, 10 en 12. De Primulalaan is een smalle straat met halverwege een verkeersdrempel. Deze verkeersdrempel is ook terug te zien in het hoogteprofiel (Figuur 18). De overlastkaart (Figuur 17) laat zien dat er in de gehele Primulalaan twintig tot dertig centimeter aan water op straat kan komen te staan. Het hoogteprofiel laat zien dat ter hoogte van de woningen waar al eerder wateroverlast is ondervonden het diepste punt in het maaiveld ligt. De kans dat hier wateroverlast ondervond is dus erg groot.

- In de Primulalaan is geen gemeentelijk groen aangebracht, de straat is dus volledig verhard.
- Men is ondernemend om in de Primulalaan een hemelwaterriool met een diameter van Ø400 millimeter vanaf de bekende overlastlocatie in de richting van de Anjelierenlaan.



Figuur 17. Overzichtkaart van de Primulalaan.



Figuur 18. Hoogteprofiel van de Primulalaan.

2.2 Maatregelen tegen wateroverlast

Om de kans op wateroverlast in stedelijke gebieden te verkleinen dienen er maatregelen genomen te worden. Hierbij kan in verschillende richtingen gedacht worden zoals het aanleggen van nieuwe innovatieve oplossingen, de realisatie van een oppervlakkige afvoer binnen het gebied of de aanleg van een nieuw rioolstelsel (al dan niet gescheiden) met een grotere afvoercapaciteit.

Een situatie is niet per se gebonden aan een specifieke maatregel. Dit hangt af van verschillende factoren. Denk hierbij aan de hoeveelheid ruimte, benodigde capaciteit om een bepaalde hoeveelheid water te kunnen bergen of afvoeren en de kosten die de aanleg van maatregelen met zich meebrengen. Om een beeld te geven wordt een aantal van deze mogelijkheden uitgelicht.

Deze paragraaf geeft antwoord op de vragen: “wat zijn mogelijke maatregelen om de kans op wateroverlast te verkleinen?” En “zijn deze maatregelen universeel toepasbaar?”

2.2.1 Greppel

Een greppel (Figuur 19) kan water tijdelijk bergen of afvoeren naar nabijgelegen oppervlaktewater. Daarnaast helpt een greppel droogte te voorkomen en is het een middel om hittestress binnen het stedelijk gebied te verminderen door het groen wat minder opwarmt (Amsterdam rainproof, z.d.). Het werkt in principe hetzelfde als een goot, echter is dit een meer natuurlijke en groene toepassing. De greppel kan beplant worden met water minnende planten, zoals Siberische lis (*Iris sibirica*), gewone kattenstaart (*Lythrum salicaria*), wederk (*Lysimachia vulgaris*), hartlelie (*Hosta*) en vrouwenmantel (*Alchemilla mollis*) (Amsterdam rainproof, z.d.). Deze planten zijn bestand tegen zowel droge als natte omstandigheden wat ze uitermate geschikt maken voor de toepassing in een greppel. De greppel wordt, in de meeste gevallen, onderhouden op basis van kwaliteitsniveau B waarbij er zesmaal per jaar onderhoud gepleegd wordt om dichtslibbing te voorkomen (Buro Cite, 2015).

Een greppel kan op verschillende manieren worden toegepast binnen het stedelijk gebied zoals (Amsterdam rainproof, z.d.):

- Langs en tussen wegen;
- In groenvoorzieningen;
- Rond speeltuinen, parken en parkeerplaatsen.



Figuur 19. Toepassing van een greppel (Amsterdam rainproof, z.d.).

2.2.2 Wadi

Een wadi (Figuur 20) is een waterbergingsvoorziening die bestaat uit een greppel waaronder grind of zand ligt dat water kan vasthouden of de mogelijkheid biedt om te infiltreren in de bodem (Amsterdam rainproof, z.d.). Het toepassen van een wadi in het stedelijk gebied heeft vele voordelen. Zo biedt het de mogelijkheid voor berging van regenwater, verbetert het de kwaliteit van oppervlaktewater en kan verdroging worden voorkomen (Amsterdam rainproof, z.d.). Daarnaast draagt het ook bij aan een



Figuur 20. Mogelijke inrichting van een wadi (Jonkers Hoveniers, z.d.).

vermindering van de hoeveelheid overstortingen van het rioolstelsel, een hoger zuiveringsrendement van de RWZI en de grondwaterstand wordt op een natuurlijke wijze aangevuld (Boogaard, Jeurink & Gels, 2003). Deze voordelen worden bereikt doordat het water geleidelijk aan wordt afgegeven aan de bodem of wordt afgevoerd via de slokop.

De wadi bestaat uit verschillende onderdelen en heeft verschillende ontwerprichtlijnen (Tabel 1) waar rekening mee gehouden moet worden volgens Boogaard, Bruins & Wentink (2006). Zo wordt er in de bodem een grondverbetering toegepast waardoor de infiltratie van water bevordert. De grondverbetering kan bestaan uit bijvoorbeeld een humusachtige grond waar gras gemakkelijk op kan groeien.

Tabel 1. Ontwerprichtlijnen van een wadi (Boogaard et al., 2006).

Parameter	Waarde	Eenheid
Doorlatendheid	> 0,5	Meter / dag
Waterdiepte wadi	< 0,3	Meter
Ledigingstijd	24	Uur
Bodembreedte	> 0,5	Meter
Talud	1:3	-

De bodem kan met gras ingezaaid worden of beplant worden met waterminnende planten. Dit kunnen planten zijn zoals bijvoorbeeld:

- Kleine watereppe (*Berula erecta*);
- Gewone kattenstaart (*Lythrum salicaria*);
- Riet (*Phragmites australis*) (Amsterdam rainproof, z.d.).

Daarnaast kunnen er rond de wadi ook bomen en struiken worden geplant zoals:

- Wilgen (*Salix sp.*);
- Gewone vlier (*Sambucus nigra*);
- Zwarte els (*Alnus glutinosa*) (Amsterdam rainproof, z.d.).

Door de top laag goed te doorwortelen neemt de mogelijkheid tot infiltratie toe, echter kan deze afnemen door het gebruik van maaimachines, slibophoping en het gebruik als speelplek door kinderen (Boogaard, Bruins & Wentink, 2006). De onderlaag bestaat uit een aanvullende berging waar water gebufferd kan worden en langzaam kan infiltreren in de bodem (Boogaard et al, 2003).

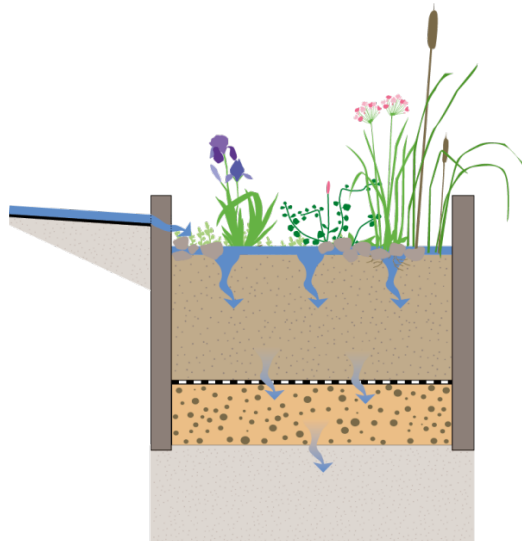
In de wadi kan maximaal 30 centimeter water komen te staan, overtollig water dient afgevoerd te worden door middel van een slokop (Boogaard et al, 2006). De slokop werkt als een noodafvoer waar overtollig water wordt opgevangen en vervolgens wordt afgevoerd richting het HWA of nabijgelegen oppervlaktewater via een drain of PVC-rioolbuis. De wadi wordt verder zo ingericht dat het een leeglooptijd heeft van ongeveer 24 uur (Boogaard et al, 2003). Los van het feit dat een wadi een mogelijkheid tot waterberging biedt, wekt het ook meer bewustwording van wateroverlast bij bewoners (Amsterdam rainproof, z.d.). Een wadi kan het beste worden toegepast op locaties waar genoeg ruimte is om een wadi aan te leggen zoals een grasveld of verharding dat plaats kan maken voor waterberging wat de wadi universeel toepasbaar maakt.

De wadi dient goed onderhouden te worden. Om maaimachines de mogelijkheid te bieden om het gras in de wadi te kunnen maaien dient er een talud te worden aangelegd welke niet steiler is dan 1:3 (Boogaard et al, 2006).

- Een wadi wordt gemiddeld 26 keer per jaar gemaaid (Boogaard et al, 2006);
- De bodem dient regelmatig schoongemaakt te worden om dichtslibbing door bladeren en afval te voorkomen;
- De slokken dienen net als kolken te worden onderhouden waarbij de slokken worden leeggezogen en de afvoerbuis wordt uitgespoten om dichtslibbing van de slokop en afvoerbuis te voorkomen (Boogaard et al, 2006). Omdat het reinigen van de slokop meegenomen kan worden in het rioleringsplan van de gemeente Vlissingen gebeurt dit tweemaal per jaar (Veen, 2019).

2.2.3 Retentiestroken

Retentiestroken (Figuur 21) kunnen ook als waterberging worden toegepast. Dit wordt voornamelijk toegepast in stedelijke gebieden waar weinig ruimte is voor waterberging of infiltratievoorzieningen (Groenblauwe netwerken, z.d.). Een retentiestrook, of infiltratiestrook, heeft in principe dezelfde werking als een wadi. Het water wordt door middel van oppervlakkige afvoer naar de infiltratiestrook afgevoerd. Vervolgens zal het door een verlaging in de bandranden of natuurlijke berm naar de retentiestrook stromen waar waterminnende beplanting is ingeplant. Er wordt, net als bij een wadi, een doorlaatbare bodem gecreëerd worden die bestaat uit grind, zand of gebakken kleikorrels waardoor het water de bodem kan infiltreren. Het voordeel aan de infiltratiestrook is dat het weinig ruimte in beslag neemt in vergelijking met een wadi. Ervan uitgaande dat een retentiestrook onderhouden wordt met beeldkwaliteitsniveau B van onderhoud van gemeentelijk plantsoen wordt er 6x per jaar onderhoud gepleegd aan de retentiestrook (Buro Cite, 2015). Een retentiestrook kan het beste, net als een greppel, worden toegepast op plekken zoals langs wegen, groenvoorzieningen



Figuur 21. Tekening van een infiltratiestrook (van der Linden, M., z.d.).

2.2.4 Retentiepark en waterplein

Retentieparken (Figuur 22) zijn grote gebieden waar waterberging in plaats vindt bij veel neerslag. De retentieparken kunnen bestaan uit verschillende elementen en kunnen verschillende functies op zich nemen. Denk daarbij aan:

- Een park;
- Evenemententerrein;
- Speeltuin;
- Natuurgebied.



Figuur 22. Voorbeeld van een retentiepark (Tauw, z.d.).

Elementen zoals wadi's, infiltratiestroken en andere waterbergingsmogelijkheden kunnen worden gecombineerd binnen het retentiepark om wateroverlast in het stedelijk gebied te beperken. Een oplossing zoals dit heeft begrijpelijk veel ruimte nodig.

Naast de toepassing van een meer natuurlijk, groen retentiepark kan er ook gekeken worden naar een waterplein (Figuur 23). Een waterplein is veelal verhard en kan daardoor verschillende functies binnen de openbare ruimte op zich nemen. Een waterplein is vaak een dieper gelegen locatie waar het water door middel van oppervlakkige afvoer naar toe kan stromen. Eenmaal daar wordt het water tijdelijk geborgen. Qua inrichting zijn diverse opties mogelijk. Daarbij kan gedacht worden aan een groot opvangbassin of juist aan verschillende bassins die in verbinding met elkaar staan. Hiermee kan de opslagcapaciteit per situatie optimaal benut worden.



Figuur 23. Voorbeeld van toepassing van een waterplein (De urbanisten, z.d.).

2.2.5 Ondergronds bergen

Mocht er echt geen ruimte zijn om bovengrondse waterbergingsmogelijkheden te treffen zijn er altijd nog ondergrondse mogelijkheden. Zo kunnen er infiltratiekratten onder het wegdek worden aangelegd die het water tijdelijk bergen en het water vervolgens laten infiltreren in de bodem (Amsterdam rainproof, z.d.). Ze hebben een relatief grote opslagcapaciteit en zorgen voor een buffer van regenwater en zijn op diverse plekken toepasbaar (Amsterdam rainproof, z.d.). Daarnaast is er minder kans op verzilting van de bodem, bodemdaling en droogte in het gebied door de infiltratiemogelijkheid die dit product biedt. Er moet wel goed gekeken worden naar het grondwaterpeil in het gebied, de infiltratiekratten kunnen namelijk volstromen wanneer het grondwaterpeil staat dan de infiltratiekratten. De infiltratiekratten kunnen in principe onder elk verhard oppervlak worden aangelegd wat het een universeel toepasbare oplossing maakt.

Naast infiltratiekratten kan er ook gekeken worden naar de aanleg van een infiltratiekelder (Figuur 24). Voor de aanleg van een infiltratiekelder zijn betonnen keerwanden nodig en wordt er een betonnen bodem en bovenkant aangebracht (VB Beton, 2017). In de infiltratiekelder kan water tijdelijk worden geborgen om vervolgens geleidelijk te worden afgevoerd richting het rioolstelsel, oppervlaktewater of te laten infiltreren in de bodem (VB Beton, 2017). Een infiltratiekelder kan op veel locaties worden toegepast, echter neemt dit meer ruimte in beslag in vergelijking met een infiltratiekrat. Denk hierbij aan:

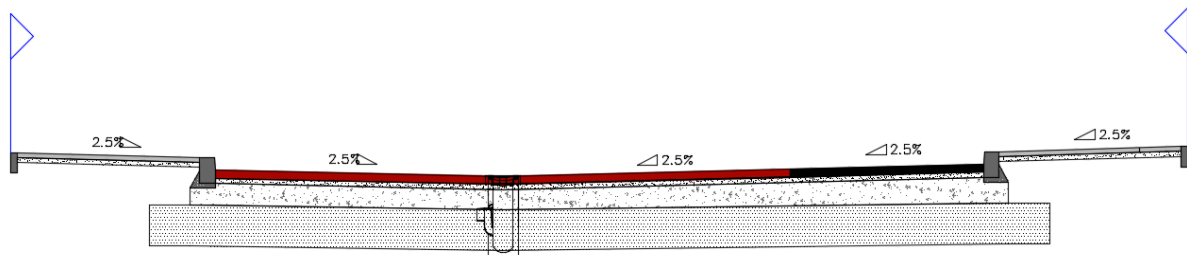
- Wegen;
- Parkeerplaatsen;
- Pleinen;
- Garages.



Figuur 24. Aanleg van een infiltratiekelder (VB Beton, 2017).

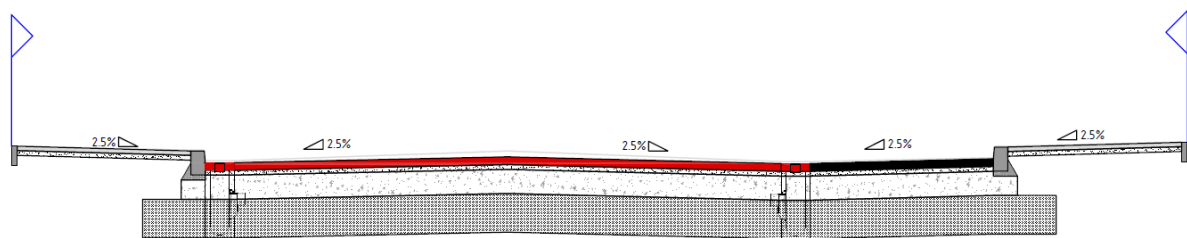
2.2.6 Oppervlakkige afvoer

Om de hoeveelheid overlast door neerslag zoveel mogelijk te beperken kan er naast de toepassing van waterbergingsmogelijkheden ook gekeken worden naar de aanleg van een oppervlakkige afvoer. Zo kan de weg onder afschot worden aangelegd zodat het water in een bepaalde richting stroomt. Daarnaast kan de weg ook op één oor worden aangebracht in de richting van een goot, kolk of waterlichaam. Door de toepassing van de twee eerdergenoemde toepassingen kan een oppervlakkige afvoer ervoor zorgen dat het water naar waterbergingsmogelijkheden stroomt en de hoeveelheid wateroverlast wordt geminimaliseerd. Er is ook nog de mogelijkheid om de weg hol aan te leggen in plaats van bol. Onder het hol aanleggen van de weg wordt verstaan dat er een goot in de as van de weg komt te liggen. Hierdoor ontstaat meer bergingsruimte op de rijbaan (Figuur 25).



Figuur 25. Dwarsprofiel van een weg welke hol is aangelegd.

Een oppervlakkige afvoer kan worden gehinderd doordat er drempels en verhoogde verkeersplateaus aanwezig zijn. De drempels en verkeersplateaus liggen hoger in het maaiveld dan de rest van de bestrating waardoor het water bij de drempels of verkeersplateaus niet verder kan worden afgevoerd. Dit kan overigens ook als voordeel werken in de vorm van een waterbarrière. Door de waterbarrière kan het water niet meer een specifieke straat instromen en kan wateroverlast in de desbetreffende straat worden beperkt. De complete weginrichting dient dus aandachtig ontworpen te worden. Daarbij is samenwerking met disciplines zoals verkeerskunde en stedenbouw van groot belang. Het ideale dwarsprofiel van een weg (Figuur 26) is zo ingericht dat het water richting de goten stroomt.



Figuur 26. Dwarsprofiel van een weg ten behoeve van hemelwaterafvoer.

Over het algemeen dient er een verkanting van het verhardingsoppervlak van 2 tot 2,5% te worden toegepast om een oppervlakkige hemelwaterafvoer te realiseren. Naast dat er rekening gehouden moet worden met de afvoer van hemelwater moet er natuurlijk ook gekeken worden naar de veiligheid voor de wegbestuurders. Mocht de oppervlakkige afvoer of goot te diep of juist te ondiep worden aangelegd kan dit een obstakel vormen voor weggebruikers.

Over het algemeen gezien kan een oppervlakkige afvoer meer water afvoeren in vergelijking tot een rioolstelsel. Voor een weg met een verkeersintensiteit van I en II wordt er gemiddeld genomen tweemaal per jaar geveegd (Boonen, Cauwer de, Fagot, Beeldens & Reheul, z.d.). Dit is bevorderlijk voor de oppervlakkige afvoer van hemelwater.

2.2.7 Rioolstelsel

Kijken naar verbetering van het rioolstelsel in het gebied is een goede ondergrondse optie. Denk bijvoorbeeld aan het aanbrengen van een “gescheiden stelsel” waarbij twee buizen aangelegd worden. Eén voor het DWA (droogweerafvoer, oftewel het vuile water) en één voor het HWA (hemelwaterafvoer). Daarbij moet wel in acht genomen worden dat het vaak goed is om een klein gedeelte van het gevallen regenwater af te voeren via het DWA. Op die manier is doorstroming gegarandeerd. HWA aanbrengen was tot voor kort de meest toegepaste methode. Nu men inwoners bewuster wil maken van waterafvoer en men het water langer vast wil houden op de plaats waar het gevallen is (tegen hittestress) komen de andere methoden steeds meer aan bot. Een HWA wordt tegenwoordig aangelegd als er weinig tot geen mogelijkheid is voor waterberging of oppervlakkige afvoer. Door middel van goten, kolken en inspectieputten met waaierdeksel stroomt het hemelwater in het HWA-riool in.

Het ontwerpen van riolen is aan diverse uitgangspunten gebonden. Deze verschillen per gemeente. Gemeente Vlissingen heeft haar uitgangspunten geborgd in een Programma van Eisen. Dit Programma van Eisen van de gemeente Vlissingen stelt een maximaal aangesloten oppervlak van 125 m² per kolk (2009). Ook moet er rekening gehouden worden met de afstanden van de strengen tussen inspectieputten. Een streng tussen twee inspectieputten bedraagt maximaal 60 meter, dit is een hart-op-hartafstand (Gemeente Vlissingen, 2009). Om de kolken en inspectieputten optimaal te benutten houdt men in het ontwerp rekening met de ligging van de weg in langs en dwarsrichting. Bij de aanleg van een HWA moet ook goed gekeken worden naar de rioolbuizen. In de praktijk worden deze meestal met een zeer laag afschot aangelegd omdat schoon regenwater makkelijker afstroomt dan vuilwater. Daarnaast is het bij een HWA-riool niet erg als deze vol water blijft staan. Tot slot stelt de gemeente Vlissingen stelt daarnaast dat het hoofdriool een minimale dekking van 1,50 meter heeft (2009). Er dient dus bij de aanleg van riolering rekening te worden gehouden met deze minimale dekking en de daarmee samenhangende B.O.B.'s van de aan te leggen riolering. Te weinig dekking veroorzaakt een te grote bovenbelasting op de buizen waardoor de constructie kan beschadigen of zelfs bezwijken. Een andere reden om goed na te denken over de dekking is het kruisen van de andere rioolstrengen of nutsvoorzieningen. Logischerwijs is kruisen op gelijke hoogte hiermee niet mogelijk. Kijkend naar de afvoercapaciteit van de riolering is het ook belangrijk de juiste diameter van de rioolbuis te berekenen. De gemeente Vlissingen hanteert voor het hoofdriool (huisaansluitingen mogen kleiner zijn) een minimale diameter van Ø250 mm voor het DWA en een minimale diameter van Ø200 mm voor het HWA (2009). Door middel van een hydraulische berekening toont men aan of deze diameter voldoende is, of dat er gekozen moet worden voor een grotere diameter. In Tabel 2 is te zien wat er geadviseerd wordt omtrent de verschillende elementen van een rioolstelsel en de gebruikte materialen. Binnen de gemeente Vlissingen worden de kolken van het HWA twee keer per jaar gereinigd om de afvoercapaciteit te behouden (Veen, 2019).

Tabel 2. Elementen van riolering en diens gebruikte materiaal.

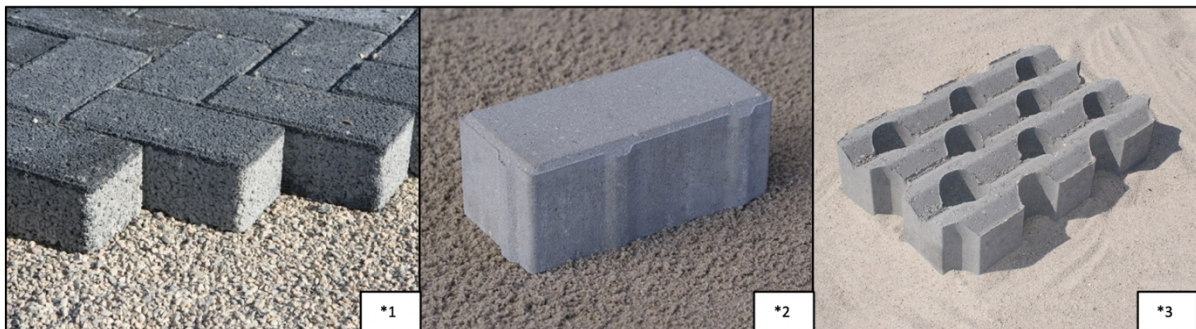
Element	Materiaal
Goten	Betonelementen of elementverharding
Kolken	Onderbak van beton en inlaatstuk van gietijzer met draaibaar hol rooster
Aansluitleidingen	PVC of gres
Rioolbuizen	Beton of PVC, eventueel PE-HD of gres
Inspectieputten	Beton, metselwerk of kunststof met gietijzeren putrand met deksel

Een optie binnen het HWA-stelsel is een IT-riool. Een IT-riool bestaat uit een buis met gaatjes en omwikkeld met geotextiel waardoor water de bodem kan infiltreren (Groenblauwe netwerken, z.d.). Een IT-riool moet worden aangelegd boven het grondwaterpeil (Amsterdam rainproof, z.d.). Daarnaast kan volgens Amsterdam rainproof een IT-riool ook functioneren als een afvoer zoals een HWA mocht het regenwater niet kunnen infiltreren in de bodem (z.d.).

2.2.8 Waterdoorlaatbare bestrating

Naast de toepassing van een oppervlakkige afvoer over de bestrating kan er ook een waterdoorlaatbare variant worden toegepast. Een waterdoorlaatbare bestrating biedt de mogelijkheid om water via de voegen of poreuze stenen af te voeren naar in eerste instantie de fundering eronder. Het afvoeren van het water heeft vanaf daar verschillende mogelijkheden. Zo kan het worden afgevoerd naar oppervlaktewater, tijdelijk worden geborgen in de fundering of het grondwaterniveau op een natuurlijke wijze aanvullen (Beeldens, Donne & Vijverman, z.d.).

Het toepassen van dit soort materialen is, mede door het nieuwe karakter, vaak nog maatwerk. Er dient goed gekeken te worden naar alle omgevingsfactoren. Bij een waterdoorlaatbare bestrating kan gedacht worden aan verschillende soorten materialen die gebruikt kunnen worden. Zo kan er gebruik worden gemaakt van poreuze stenen, stenen met bredere voegranden en stenen met drainageopeningen (Figuur 27).



Figuur 27: Illustraties van waterdoorlaatbare bestrating, poreuze steen*1 (Betonhuis, z.d.), steen met verbrede voegrand*2 (v.d. Bosch Beton b.v., z.d.), grasbetonblok*3 (v.d. Bosch Beton b.v., z.d.).

Door de keuze van het type steen aan te passen aan de omgeving is een waterdoorlaatbare bestrating ondertussen op veel locaties mogelijk zoals bedrijventerreinen, straten, parkeerplaatsen, pleinen, fietspaden en voetpaden (Beeldens et al, z.d.). Hierbij moet wel in het oog gehouden worden of de eigenschappen van het product passen bij de functie die het verhard oppervlak vervult. Samenvattend is de waterpasserende bestrating sterk in opkomst maar moet voor elke situatie afzonderlijk bepaald worden of dit geen beperkingen in gebruik en veiligheid vormt. Net als bij een oppervlakkige afvoer volstaat het dat de weg met waterdoorlaatbare bestrating tweemaal per jaar wordt geveegd (Boonen, Cauwer de, Fagot, Beeldens & Reheul, z.d.).

3. Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast

3.1 Opbouw van de maatstaf

Binnen de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast worden verschillende maatregelen, behandeld in het theoretisch kader, met elkaar vergeleken. Dit gebeurt aan de hand van criteria die worden opgesteld door de opdrachtgever. Het is mogelijk om de criteria en maatregelen aan te passen naar het belang van de opdrachtgever. Door de toevoeging van deze mogelijkheid maakt dit de maatstaf universeel inzetbaar binnen verschillende projecten. Dit betreft voornamelijk projecten waar de problemen als gevolg van wateroverlast opgelost dienen te worden binnen de openbare ruimte, bijvoorbeeld in opdracht van een gemeente. Het uiteindelijke doel van de maatstaf is het maken van een afweging waaruit een maatregel voor voren komt welke als beste toepasbaar is volgens de opgestelde criteria.

De maatregelen worden, zoals eerder benoemd, beoordeeld aan de hand van criteria. Deze criteria zijn belangrijke input om de verschillende maatregelen met elkaar te vergelijken. Per criterium is het mogelijk om een score van één tot en met vijf te geven per maatregel. Het is hierbij belangrijk dat er duidelijke waardes voor het criterium worden vastgesteld om de score die wordt gegeven zo accuraat mogelijk in te vullen.

Aan de criteria hangt ook een wegingsfactor vast welke bepaald hoe zwaar het criterium meetelt in de afweging die gemaakt wordt tussen de maatregelen. Om tot een totaalscore per maatregel te komen dient er bij alle criteria een score te worden ingevuld welke vervolgens vermenigvuldigd wordt met de wegingsfactor. De wegingsfactor is, net als de criteria, aan te passen naar het belang van de opdrachtgever. Bij gebruik van de maatstaf binnen een ander project levert de opdrachtgever de zwaarte van de wegingsfactoren aan.

De maatregel met uiteindelijk de hoogste totaalscore komt als beste uit de afweging die door middel van de maatstaf wordt uitgevoerd. Ter verduidelijking wordt de maatregel met de hoogste score groen gemarkeerd in de maatstaf. Naast de tabel wordt er per maatregel een sparkline gecreëerd. Een sparkline is een geschetst blokdiagram welke in Figuur 28 in wit zijn weergegeven. De sparklines geven op een snelle en eenvoudige manier het verschil in gegeven score per criteria weer. Een sparkline maakt het mogelijk om op een snelle visuele manier het verschil in score te bekijken. De maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast, zoals te zien in Figuur 28, is door mij vervaardigd. De afbeelding is vergroot afgebeeld in Bijlage 1.

Anjelierenlaan		Aanleg	Benodigde ruimte	Capaciteit	Infiltratie	Kosten	Functies	Onderhoud	Opoffering	Totaal	
Wegingsfactor:		1	2	3	1	2	2	2	2		
Berging	Greppel	3	5	2	3	5	3	3	5	54	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	Infiltratiekratten	1	5	2	2	2	2	5	5	47	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	Retentiepark	0	0	0	0	0	0	0	0	0	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	Retentiestrook	3	5	2	4	5	3	3	5	55	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	Wadi	3	3	2	4	5	3	1	3	43	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Riool	HWA	1	5	2	1	2	2	5	5	46	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	IT-riool	1	5	2	3	2	2	5	5	48	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Weg	Oppervlakkige afvoer	1	1	5	2	5	3	5	5	56	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
	Waterdoorlaatbare bestrating	1	1	1	3	3	3	5	5	41	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

Figuur 28. Maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast.

In het geval van de Bloemenbuurt zijn de criteria theoretisch, maar op basis van kennis beschikbaar binnen Juust, vastgesteld. Op deze manier is het mogelijk om de werking van de gemaakte tool te illustreren. Vanwege de omstandigheden omtrent de uitbraak van het coronavirus was het niet mogelijk om de maatregelen, criteria en wegingsfactoren af te stemmen met de gemeente Vlissingen. Er is gedacht aan verschillende aspecten die belangrijk zijn binnen de Bloemenbuurt, maar ook waar de verschillende maatregelen aan moeten voldoen. De criteria die zijn opgesteld om de maatstaf toe te passen luiden als volgt:

- Aanlegtijd;
- Benodigde ruimte;
- Capaciteit;
- Infiltratie;
- Kosten;
- Functies;
- Onderhoud;
- Opoffering.

Bovenstaande criteria met bijhangende wegingsfactor zijn in onderstaande paragrafen uitgewerkt. Een overzicht van alle criteria met bijbehorende scores is te vinden in Bijlage 2.

3.1.2 Criterium: Aanleg

Ten eerste de aanleg van de verschillende maatregelen tegen wateroverlast. Tijdens de aanleg van een maatregelen kunnen stakeholders hinder ondervinden. Denk daarbij aan geluid, stof en afsluiting van wegen. Het criterium dat gebruikt wordt voor de Bloemenbuurt is gebaseerd op hinder op en rond de locatie. De score en diens betekenis staan weergegeven in Tabel 3. Het criterium krijgt een wegingsfactor van 1 omdat dit criterium niet zozeer belangrijk is voor de werking van de maatregel, maar er op gericht is rekening te houden met de stakeholders in het projectgebied.

Tabel 3. Scoringstabel aanleg.

Score	Betekenis
1	Constante hinder
2	Veel hinder
3	Regelmatige hinder
4	Amper hinder
5	Geen hinder

3.1.2 Criterium: Benodigde ruimte

Om een maatregel aan te leggen dient er ruimte beschikbaar te zijn. Binnen een stedelijk gebied met weinig ruimte, zoals de Bloemenbuurt, dient de ruimte zo efficiënt mogelijk te worden ingericht. Omdat de straten in de Bloemenbuurt erg smal en dichtbebouwd zijn, zijn de scores uit Tabel 4 aangenomen. Hoe minder ruimte de maatregel in beslag neemt, hoe beter dat in het geval van de Bloemenbuurt is. De oppervlakte wordt weergegeven als m^2 op het maaiveld om de score te geven. Omdat de oppervlakte van de maatregel een belangrijk onderdeel is betreft boven- en ondergrondse waterberging en -afvoer krijgt dit criterium een wegingsfactor van 2.

Tabel 4. Scoringstabel benodigde ruimte.

Score	Betekenis
1	$401 m^2 - >$
2	$301 m^2 - 400 m^2$
3	$201 m^2 - 300 m^2$
4	$101 m^2 - 200 m^2$
5	$0 m^2 - 100 m^2$

3.1.3 Criterium: Capaciteit

De hoeveelheid water die een maatregel kan bergen is een van de belangrijkste criterium die gesteld wordt. De capaciteit wat een maatregel kan bergen kan onderling erg verschillen. Dit maakt het erg lastig om een vergelijking te maken tussen de verschillende maatregelen. Vanwege deze reden is er gekeken naar een uitgangspunt betreft de bergingscapaciteit van een maatregel. Het uitgangspunt is gesteld op een bui van categorie 9 met een maximale hoeveelheid neerslag van $0,0576 m^3/h/m^2$. Deze gegevens zijn afkomstig uit de 'Leidraad Riolering'. De scores, zoals te zien in Tabel 5, worden aangehouden om de capaciteit van een maatregel te beoordelen. De capaciteit van een maatregel is erg belangrijk om de kans op wateroverlast te doen verminderen, daarom krijgt dit criterium een wegingsfactor van 3.

Tabel 5. Scoringstabel capaciteit.

Score	Betekenis
1	$0 m^3 - 50 m^3$
2	$51 m^3 - 100 m^3$
3	$101 m^3 - 150 m^3$
4	$151 m^3 - 200 m^3$
5	$201 m^3 - >$

3.1.4 Criterium: Infiltratie

Naast het feit dat een maatregel wateroverlast op een locatie moet kunnen verminderen kan er ook gekeken worden naar de droogte die het gebied mogelijk ondervindt. Een maatregel ten behoeve van wateroverlast biedt in sommige gevallen ook de mogelijkheid tot infiltratie van water in de bodem. Op deze manier wordt de grondwaterstand in het gebied op een natuurlijk manier aangevuld. Het is erg lastig om in te schatten hoeveel water er mogelijk kan infiltreren in de bodem. Er wordt daarom gekeken naar de mogelijkheid van infiltratie die is aangegeven vanuit het theoretisch kader. De betekenis die per score gegeven kan worden is te vinden in Tabel 6. De wegingsfactor van dit criterium wordt gesteld op een waarde van 1 omdat de focus van de maatregel ligt bij het bergen van water in plaats van de infiltratie van water.

Tabel 6. Scoringstabel infiltratie.

Score	Betekenis
1	Geen infiltratie
2	Weinig kans op infiltratie
3	Gemiddelde kans op infiltratie
4	Verhoogde kans op infiltratie
5	Veel kans op infiltratie

3.1.5 Criterium: Kosten

Bij het aanleggen van maatregelen ten behoeve van wateroverlast komen ook kosten kijken. Kosten is daarom een criterium dat mee genomen dient te worden om een afweging tussen de verschillende maatregelen te kunnen maken. De opdrachtgever heeft mogelijk een beperkt budget beschikbaar gesteld gekregen om de werkzaamheden omtrent de maatregel uit te voeren. Om de maatstaf toe te passen wordt er een inschatting gemaakt betreft de kosten aan de hand van een opgestelde kostenraming. Binnen deze kostenramingen worden alle werkzaamheden omschreven en is het mogelijk om een prijs te berekenen voor de maatregel. Aan de hand van dit bedrag is het mogelijk om een score te geven conform Tabel 7. Vanwege het feit dat kosten een criterium is waar vaak naar gekeken wordt bij het maken van een afweging wordt er een wegingsfactor van 2 aangehouden.

Tabel 7. Scoringstabel kosten.

Score	Betekenis
1	€60.001 - >
2	€45.001 - €60.000
3	€30.001 - €45.000
4	€15.001 - €30.000
5	€0 - €15.000

3.1.6 Criterium: Functies

De Bloemenbuurt te Vlissingen is, zoals eerder benoemd, een smalle en dichtbebouwde wijk. Hierbij dient de openbare ruimte zo efficiënt mogelijk te worden ingericht. Om de beschikbare ruimte binnen de openbare ruimte optimaal te gebruiken (en tevens de effectiviteit te vergroten) kan er gekeken worden naar de hoeveelheid functies dat een oppervlak kan bieden. Een voorbeeld is het combineren van een speeltuin met een maatregel ten behoeve van wateroverlast. Hierbij is het mogelijk om op hetzelfde oppervlak recreatie voor kinderen en waterberging te realiseren waarmee dus twee functies worden ingevuld. In Tabel 8 zijn de scores betreft de functionaliteit van een maatregel weergegeven welke wordt aangehouden binnen het invullen van de maatstaf voor het referentieproject "Bloemenbuurt te Vlissingen". Zoals eerder gezegd is de functionaliteit een onderdeel binnen de openbare ruimte wat afgewogen dient te worden. Om deze reden krijgt dit criterium een wegingsfactor van 2.

Tabel 8. Scoringstabel functies.

Score	Betekenis
1	0 functies in OR
2	1 functie in OR
3	2 functies in OR
4	3 functies in OR
5	4 of meer functies in OR

3.1.7 Criterium: Onderhoud

Een maatregel ten behoeve van wateroverlast dient uiteraard onderhouden te worden om zijn afvoer- en bergingscapaciteit te behouden. Om dit criterium te beoordelen wordt er aan de hand van het theoretisch kader geschat hoeveel keer per jaar de maatregel onderhouden dient te worden. Hierbij worden de waardes in Tabel 9 aangehouden voor de toepassing van de maatstaf. Vanwege het feit dat onderhoud een essentieel onderdeel is betreft de bergings- of afvoermogelijkheid van een maatregel wordt er een wegingsfactor van 2 aan dit criterium gegeven.

Tabel 9. Scoringstabel onderhoud.

Score	Betekenis
1	10x per jaar of meer
2	8x per jaar
3	6x per jaar
4	4x per jaar
5	2x per jaar

3.1.8 Criterium: Opoffering

Los van de criteria 'benodigde ruimte' en 'functies' dient er ook gekeken te worden naar de opoffering van openbare ruimte. Vanwege het feit dat er bij de aanleg van een maatregel wellicht openbaar groen of parkeergelegenheden opgeofferd worden dient dit criterium betrokken te worden binnen de maatstaf. Aan de hand van de omvang van het opgeofferde oppervlak zijn de waardes uit Tabel 10 aangenomen om dit criterium te beoordelen. Dit criterium krijgt een wegingsfactor met een waarde van 2 omdat de opoffering van openbare ruimte net zo zwaar dient mee te tellen als de criteria 'benodigde ruimte' en 'functies'. Reden hiervoor is het feit dat al deze criteria erg gerelateerd aan elkaar zijn.

Tabel 10. Scoringstabel opoffering.

Score	Betekenis
1	41 m ² – >
2	31 m ² – 40 m ²
3	21 m ² – 30 m ²
4	11 m ² – 20 m ²
5	0 m ² – 10 m ²

4. Advies

Aan de hand van de ingevulde maatstaf per straat is het mogelijk om een advies te schrijven over de situatie in de Bloemenbuurt. De berekeningen betreffen de criteria 'capaciteit' en 'kosten' staan in de "Bijlagemap – Bloemenbuurt" en zijn als volgt tot stand gekomen:

- De berekeningen voor de capaciteit van een maatregel zijn tot stand gekomen aan de hand van oppervlaktes binnen de Bloemenbuurt en gegevens uit het theoretisch kader.
- De kosten zijn bepaald aan de hand van een zelf opgestelde inschrijfstaat met behulp van collega's binnen Juust B.V.

"Bijlagemap – Bloemenbuurt" is opgesteld vanwege de grote hoeveelheden data die berekend zijn om tot de waarden van de criteria 'capaciteit' en 'kosten' van de maatregelen te komen. Op deze manier zorgt de bijlagemap niet enkel voor meer overzicht maar wordt er ook onderscheid gemaakt tussen de toepassing van de maatstaf in het referentieproject "Bloemenbuurt te Vlissingen" en de algemene werking van de maatstaf. De criteria en resultaten van de maatstaf zijn op de volgende bladzijden van de bijlagemap te vinden:

- Criterium 'capaciteit' is te vinden op bladzijde 7 tot en met 18;
- Criterium 'kosten' is te vinden op bladzijde 19 tot en met 91;
- De resultaten van de maatstaf per straat zijn te vinden op bladzijde 92 tot en met 95.

Door het toepassen van een maatstaf als afweging tussen de verschillende maatregelen wordt er een beter beeld gecreëerd over de toepassing van een dergelijke maatregel. De resultaten geven direct een antwoord op de vraag: "welke maatregelen moeten we nemen om wateroverlast in de Bloemenbuurt te Vlissingen te voorkomen?"

Alle resultaten van de maatstaf per straat zijn te vinden in "Bijlagemap – Bloemenbuurt". In dit rapport beperken we ons tot de weergave van de beste maatregelen per locatie. Deze zijn weergegeven in Tabel 11 en worden per locatie kort beschreven in de paragrafen van dit hoofdstuk.

Tabel 11. Resultaten van de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast per locatie.

Locatie	Beste maatregel	Totaal score	Aanleg	Benodigde ruimte	Capaciteit	Infiltratie	Kosten	Functionies	Onderhoud	Opoffering
Anjelierenlaan:										
Rembrandtlaan - Bloemenlaan	Retentiestrook	55	3	5	2	4	5	3	3	5
Bloemenlaan - Irislaan	IT-riool	55	1	5	5	3	1	2	5	5
Irislaan - Beatrixlaan	Oppervlakkige afvoer	56	1	1	5	2	5	3	5	5
Bosjeslaan	Retentiestrook	56	3	4	3	4	5	3	3	5
	Oppervlakkige afvoer	56	1	1	5	2	5	3	5	5
Hyacinthenlaan	Oppervlakkige afvoer	56	1	1	5	2	5	3	5	5
Irislaan	HWA	55	1	5	5	1	2	2	5	5
	IT-riool	55	1	5	5	3	1	2	5	5
Jozef Israëlslaan	Oppervlakkige afvoer	56	1	1	5	2	5	3	5	5
Margrietelaan	IT-riool	55	1	5	5	3	1	2	5	5
Papaverlaan	Oppervlakkige afvoer	56	1	1	5	2	5	3	5	5
Primulalaan	Oppervlakkige afvoer	54	1	1	5	2	4	3	5	5

4.1 Anjelierenlaan

De Anjelierenlaan is in dit onderzoek opgedeeld in drie tracés. Het tracé tussen de Rembrandtlaan en de Bloemenlaan, waar de aanleg van een oppervlakkige afvoer als beste uit de maatstaf komt. De toepassing van een oppervlakkige afvoer in dit gedeelte van de Anjelierenlaan is het beste toe te passen in de richting van de Schuivlotgracht zoals te zien in Figuur 29.



Figuur 29. Oppervlakkige afvoer in de Anjelierenlaan.

Het tweede het gedeelte van de Anjelierenlaan ligt tussen de Bloemenlaan en de Irislaan. Na het invullen van de maatstaf komt de aanleg van een IT-riool als beste maatregelen naar voren. Door de aanleg van een IT-riool met een diameter van $\varnothing 400$ millimeter is het mogelijk om water af te voeren en te laten infiltreren in de bodem om op natuurlijke wijze het grondwaterniveau aan te vullen. Daarnaast dient het IT-riool te worden doorgetrokken naar 'Het Vlot' om overtollig hemelwater af te voeren zoals te zien in Figuur 30.



Figuur 30. IT-riool in de Anjelierenlaan.

Het laatste gedeelte van de Anjelierenlaan ligt tussen de Irislaan en de Beatrixlaan. Hier komt oppervlakkige afvoer als beste maatregel uit de bus. Het is echter erg lastig om een oppervlakkige afvoer te realiseren richting oppervlaktewater binnen enkel dit tracé van de Anjelierenlaan. Mogelijkerwijs dient de oppervlakkige afvoer tot aan de Bloemenlaan gerealiseerd te worden waar het vervolgens afstroomt in het 'Het Vlot' of dient de oppervlakkige afvoer door de gehele Anjelierenlaan te worden doorgetrokken in de richting van de Schuivlotgracht zoals te zien in Figuur 31.



Figuur 31. Oppervlakkige afvoer in de Anjelierenlaan.

4.2 Bosjeslaan

Na het invullen van de maatstaf voor de Bosjeslaan kwamen twee maatregelen naar voren welke als beste toegepast kunnen worden. Dit betreft een retentiestrook of de realisatie van een oppervlakkige afvoer. De retentiestrook kan in geval van toepassing aangelegd worden op een gedeelte van 'Het Vlot'. De realisatie van een oppervlakkige afvoer is het beste mogelijk in de richting van 'Het Vlot' waarbij de weg op één oor wordt aangelegd. In een geval als dit lijkt een combinatie van beide een goede oplossing.



Figuur 32. Retentiestrook en oppervlakkige afvoer in de Bosjeslaan.

4.3 Hyacinthenlaan

Nadat de maatstaf voor de Hyacinthenlaan is ingevuld bleek dat de realisatie van een oppervlakkige afvoer het best toepasbaar is. Verderop in de Hyacinthenlaan is een gebouw gesloopt waar nu openbaar groen is gerealiseerd. Het is wellicht mogelijk om een oppervlakkige afvoer te realiseren richting deze plek waar het water in de bodem kan infiltreren zoals te zien in Figuur 33. Daarnaast kan de weg in v-profiel worden aangelegd om een (tijdelijke) waterberging op straat te realiseren mocht het water alsnog op straat blijven staan.



Figuur 33. Oppervlakkige afvoer in de Hyacinthenlaan

4.4 Irislaan

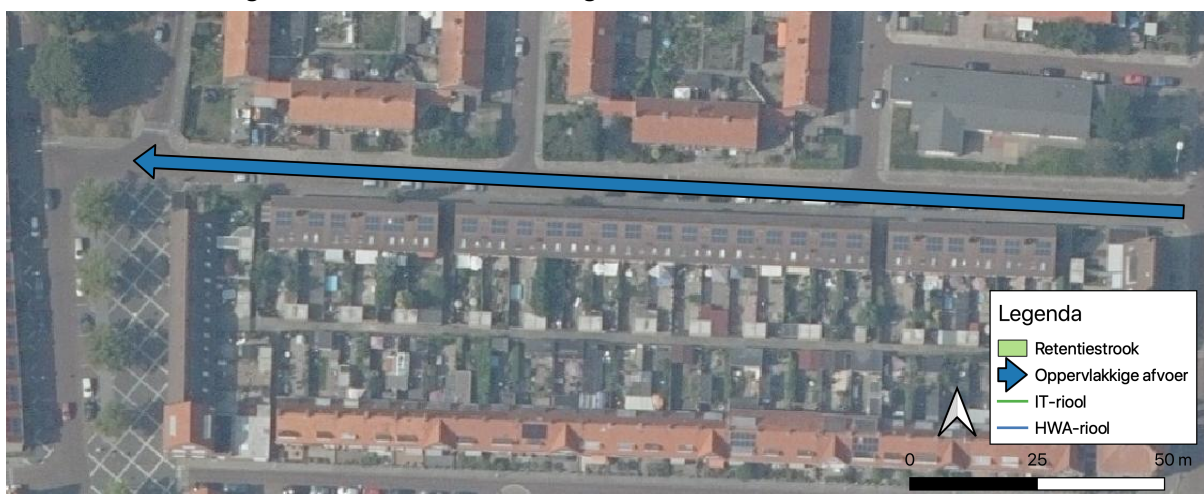
Het resultaat van de maatstaf voor de Irislaan geeft aan dat er het beste een hemelwaterrioolstelsel kan worden aangelegd. Wel of geen IT-riool variant maakt daarin niet uit. Beide typen scoren even hoog. De doorslag in keuze kan in dit geval gelegd worden bij het criterium 'kosten'. Een standaard HWA-riool komt dan het beste uit de bus met een diameter van $\varnothing 400$ millimeter welke aangesloten wordt op het HWA in de Beatrixlaan zoals te zien in Figuur 34.



Figuur 34. HWA-riool in de Irislaan.

4.5 Jozef Israëlslaan

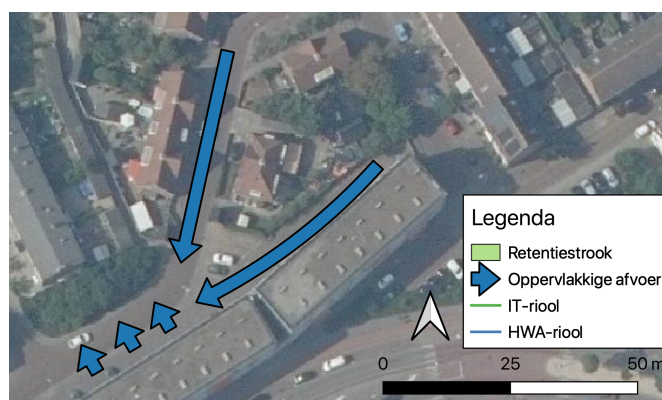
Bij de Jozef Israëlslaan komt naar voren dat de aanleg van een oppervlakkige afvoer als beste optie naar voren komt. Hierbij dient de straat in v-profiel te worden aangelegd en het verkeersplateau en de verkeersdrempel te worden verwijderd. Daarnaast is het afvoeren richting het gemeentelijk plantsoen in de Bloemenlaan een goede route zoals te zien in Figuur 35.



Figuur 35. Oppervlakkige afvoer in de Jozef Israëlslaan.

4.6 Margrietenlaan

In de Margrietenlaan kan het beste een oppervlakkige afvoer worden gerealiseerd. De Margrietenlaan dient in v-profiel te worden aangelegd om op deze manier de mogelijkheid van waterberging op straat te vergroten. Afvoer kan plaatsvinden richting het plantsoen in de Margrietenlaan zoals te zien in Figuur 36.



Figuur 36. Oppervlakkige afvoer in de Margrietenlaan.

4.7 Papaverlaan

Uit de maatstaf van de Papaverlaan blijkt dat de aanleg van een IT-riool de beste maatregel is om hier aan te leggen. Het IT-riool kan het beste een diameter van $\varnothing 400$ mm krijgen en kan aangesloten worden op een uitstroombak welke uitkomt in de Schuitvlotgracht (Figuur 37).



Figuur 37. IT-riool in de Papaverlaan.

4.8 Primulalaan

Na het invullen van de maatstaf komt naar voren dat de aanleg van een oppervlakkige afvoer ook een goede overweging is om toe te passen. De weg kan in v-profiel worden aangelegd om de bergingscapaciteit op straat te verhogen. De beste route om af te voeren is via de Crocuslaan naar openbaar groen in de Bloemenlaan zoals is weergegeven in Figuur 38.



Figuur 38. Oppervlakkige afvoer in de Primulalaan.

5. Discussie

Voor de creatie van de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast is er onderzoek gedaan naar zowel de maatregelen als de criteria. De maatregelen zijn verwerkt in het theoretisch kader waarbij zoveel mogelijk aspecten zoals onderhoud, toepassing en werking van de maatregel behandeld zijn. De criteria zijn opgesteld en besproken met collega's binnen Juust en vervolgens uitgewerkt met een scoringstabel. De scoringstabellen zijn opgesteld met de gedachte dat er zoveel mogelijk vaste waarden aan de criteria hangen. Op basis hiervan wordt voorkomen dat de maatregelen getoetst worden op aannemingen en zijn de resultaten die voortkomen uit de maatstaf valide te noemen.

Naar aanleiding van de toepassing van de ontwikkelde maatstaf in het referentieproject "Bloemenbuurt te Vlissingen" kwam naar voren dat een aantal maatregelen beter scoorden ten opzichte van andere maatregelen. Mogelijke verklaringen voor deze resultaten luiden als volgt:

- Bij het criterium 'benodigde ruimte' is er enkel gekeken naar het oppervlak in m² ter hoogte van het maaiveld. Dit betekent dat een rioolstelsel altijd de maximale score behaalt vanwege het feit dat het stelsel onder maaiveldhoogte wordt aangelegd.
- Bij het criterium 'capaciteit' is er bij een oppervlakkige afvoer vanuit gegaan dat deze te allen tijde water af kan voeren. Deze aanname is gedaan omdat de afvoer niet afhankelijk is van een buis maar van de verkanting die wordt aangebracht in de weg.

Wegens deze twee zojuist benoemde criteria is de verwachting dat maatregelen betreft riolering en oppervlakkige afvoer over het algemeen beter scoren op deze criteria dan andere maatregelen. In dit geval betreft het de maatstaf welke is toegepast in het referentieproject van de Bloemenbuurt maar de verwachting is dat dit binnen andere projecten ook het geval is.

Los van het feit dat bepaalde maatregelen hoger kunnen scoren dan andere maatregelen is ondervonden dat de opgestelde criteria en bijhangende wegingsfactoren te allen tijde aanpasbaar zijn. Gedurende het proces van de toepassing van de maatstaf in het referentieproject "Bloemenbuurt te Vlissingen" is er aantal keer een score gewijzigd voor een criterium. Er is ook getest of het effect van de wegingsfactor zijn werking vervult.

Het maken van aanpassingen binnen de maatstaf verliep erg soepel. Dit zorgt op zijn beurt dat het een handige tool is welke door iedereen te gebruiken is. Bovendien is het voor een opdrachtgever mogelijk om gewenste aanpassingen aan de maatregelen, criteria of wegingsfactor door te voeren. Dit maakt de maatstaf niet enkel universeel toepasbaar maar ook gemakkelijk in gebruik. Echter blijft het de taak van de opdrachtgever om de criteria en wegingsfactor zo accuraat mogelijk op te stellen om het gebruik van de maatstaf te optimaliseren.

Uit de toepassing van de maatstaf is ervaren dat de maatstaf een erg globaal beeld laat zien. Dit maakt het erg lastig om een juiste afweging te maken indien men zich in een verdere fase van het project bevindt. Zodra bijvoorbeeld de kosten van de verschillende maatregelen, zoals het graven van een greppel of de aanleg van een HWA-riool, uiteenlopen is het lastig om een juiste afweging te maken. Omwille van zojuist benoemd statement kan de maatstaf, in zijn huidige staat, het beste worden toegepast voor het maken van een startdocument (Hierin staat omschreven hoe en wanneer een projectdoel behaald wordt) van een project. Het is vervolgens mogelijk om vanuit het startdocument te verdiepen in de maatregelen die als beste door de maatstaf zijn bevonden.

Het advies voor een verder gebruik en toepassing van de maatstaf luidt als volgt:

- Enkel maatregelen die overwogen worden om toe te passen dienen verwerkt te worden in de maatstaf;
- De opgestelde criteria dienen minder globaal te worden maar met de eisen van de opdrachtgever in het achterhoofd.

Mocht men de maatstaf willen toepassen binnen een project dient er rekening gehouden te worden met bovenstaande punten. Op deze manier wordt de werking van de maatstaf geoptimaliseerd en zijn de resultaten die voorkomen uit de maatstaf enkel gericht op het desbetreffende project.

6. Conclusie en aanbevelingen

In deze opdracht is gezocht naar een antwoord op de vraag: “In hoeverre draagt de ontwikkeling van een maatstaf, ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast, bij aan het voorkomen van wateroverlast in stedelijke gebied?” Om op deze vraag antwoord te geven is er een maatstaf ontwikkeld welke vervolgens is toegepast in een referentieproject van de Bloemenbuurt te Vlissingen om de werking van de maatstaf af te beelden.

Mede door de toepassing van de maatstaf in het referentieproject van de Bloemenbuurt waarmee de werking van de maatstaf wordt aangetoond is het mogelijk om een antwoord te formuleren op de hoofdvraag. De maatstaf is op een dergelijke wijze gecreëerd dat deze te allen tijde gewijzigd kan worden met betrekking tot de maatregelen, criteria en wegingsfactoren. Dit betekent onder andere dat alle criteria en wegingsfactoren per opdrachtgever te wijzigen zijn om zo de maatstaf optimaal te benutten. Men moet de maatstaf zien als een dynamische “tool” die volledig aanpasbaar is naar de wensen en belangen van een opdrachtgever zoals een gemeente. Dit maakt de maatstaf universeel toepasbaar binnen het vakgebied.

De maatstaf biedt door zijn universele toepasbaarheid ook een mogelijkheid om verschillende maatregelen snel en gemakkelijk te vergelijken zonder belangrijke punten zoals capaciteit en kosten over het hoofd te zien. Mocht een opdrachtgever capaciteit als belangrijkste factor aanmerken kan de scoringstabel en diens wegingsfactor zo worden aangepast dat dit criterium als zwaarste meetelt in de afweging. Wanneer een gebruiker van de maatstaf zorgt voor een juiste invoer van de criteria mag gesteld worden dat de maatstaf bijdraagt aan de selectie van de juiste maatregel per situatie en daarmee dus aan het voorkomen van wateroverlast.

Echter laat de maatstaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast een globaal beeld zien van het project waar de maatstaf op toe is gepast. Daarmee is het een product dat vroegtijdig binnen het ontwerpproces gebruikt moet worden. De maatstaf is in zijn huidige vorm dan ook het beste toepasbaar binnen het opstellen van de stedenbouwkundige/landschapskundige ontwerpen of het opstellen van een startdocument voor een nieuw project. In het vervolgproces kan direct ingezoomd worden op de maatregel die via de maatstaf als beste naar voren is gekomen. Voor een vervolgonderzoek is het mogelijk om de maatstaf verder te ontwikkelen zodat deze nog specifiekere werkt en in latere fases van een project toepasbaar is.

7. Literatuurlijst

- Actueel Hoogtebestand Nederland. (2019, februari). *AHN-viewer*. Geraadpleegd op 17 februari 2020, van <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>.
- Amsterdam rainproof. (z.d.). *Greppels*. Geraadpleegd op 11 februari 2020, van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/greppels>.
- Amsterdam rainproof. (z.d.). *Infiltratiekratten*. Geraadpleegd op 11 februari 2020, van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/infiltratiekratten>.
- Amsterdam rainproof. (z.d.). *Omgekeerde drainage / IT-riool*. Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/omgekeerde-drainageit-riool>.
- Amsterdam rainproof. (z.d.). *Wadi's*. Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/wadis>.
- Beeldens, A., Donne, L. & Vijverman, L. (z.d.). *Waterdoorlaatbare bestrating: Hoe te dimensioneren?*. Geraadpleegd op 25 maart 2020, van <http://www.abr-bwv.be/sites/default/files/II.29..pdf>.
- Betonhuis. (z.d.). *Leidsche Rijn Utrecht bezit veel waterdoorlatende bestratingen*. Geraadpleegd op 2 juni 2020 van: <http://www.strategie.nl/beeldbank/nieuwste-projecten+projecten-waterbeheer+alle-projecten/leidsche-rijn-utrecht-bezit-veel-waterdoorlatende-bestratingen?keyword=Betonstraatstenen>.
- Boogaard, F.C., Bruins, G. & Wentink, R. (2006, februari). *Wadi's: aanbevelingen voor ontwerp, aanleg en beheer*. Ede, Nederland: Modern, Bennekom.
- Boogaard, F.C., Jeurink, N. & Gels, J.H.B. (2003). *Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's: inrichting, functioneren en beheer*. Utrecht, Nederland: Kruyt Grafisch Advies Bureau.
- Boonen, E., Cauwer de, B., Fagot, M., Beeldens, A. & Reheul, D. (z.d.). *Handleiding voor niet-chemisch(e) onkruidbeheer(sing) op verhardingen met kleinschalige elementen*. Brussel, België: Opzoekingscentrum voor de wegenbouw.
- Buro Cite (2015, 11 november). *Plan voor regulier beheer en onderhoud van openbaar groen 2016 – 2019*. Geraadpleegd op 14 mei 2020, van <https://maken.wikiwijs.nl/userfiles/8161aa2c69d0c91b6067c8c28cc1e30c63f0d0f3.pdf>.
- CBS. (Juli 7, 2017). *Kerncijfers wijken en buurten 2017*. Geraadpleegd op 7 februari 2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2017/31/kerncijfers-wijken-en-buurten-2017>.
- De Urbanisten. (z.d.). *Waterplein Benthemplein in Rotterdam* [Foto]. Geraadpleegd op 8 april 2020, van <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/waterplein-maakt-rotterdam-regenproof/>.
- Gemeente Vlissingen. (2009, 14 augustus). *Handboek openbare ruimte*. [Programma van Eisen]. Geraadpleegd op 20 februari 2020.
- Gemeente Vlissingen. (z.d.). *Middengebied*. Geraadpleegd op 6 februari 2020, van <https://www.vlissingen.nl/inwoner/wonen/wijken-en-kernen/middengebied.html>.
- Groenblauwe netwerken. (z.d.). *Grindkoffers en omgekeerde drainage / IT-riool*. Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/gravel-layerstrenchesreverse-drainage/>.
- Groenblauwe netwerken. (z.d.). *Stedelijke infiltratiestroken*. Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/urban-infiltration-strips/>.
- Jonkers hoveniers. (z.d.). *Bewoners realiseren bloemrijke wadi bij Beckershof in Leunen*. [Foto] Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://www.jonkershoveniers.nl/bewoners-realiseren-bloemrijke-wadi-bij-beckershof-in-leunen>.

Kliknieuws. (2016, 30 mei). *Wateroverlast door extreem noodweer*. [Foto]. Geraadpleegd op 6 februari 2020, van <https://www.kliknieuws.nl/regio/uden/93222/wateroverlast-door-extreem-noodweer-foto-s->.

Klimaat-effectatlas. (z.d.). *Kaartverhaal wateroverlast*. Geraadpleegd op 17 februari 2020, van <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartverhaal-wateroverlast>.

Leidraad Riolerings. (2004, augustus). *Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren C2100*. Geraadpleegd op 15 mei 2020.

Leidraad Riolerings. (2008, december). *Functioneel ontwerp: inzameling en transport van afvalwater en (verontreinigd) hemelwater B2100*. Geraadpleegd op 15 mei 2020.

Ruimtelijke adaptatie. (z.d.). *Achtergrond informatie wateroverlast*. Geraadpleegd op 6 februari 2020, van <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/wateroverlast/>.

Tauw. (z.d.). *Eerste fase getijdenpark in de Maashaven van start*. [Illustratie]. Geraadpleegd op 11 februari 2020, van <https://www.tauw.nl/actueel/nieuws/eerste-fase-getijdenpark-in-de-maashaven-van-start.html>.

Van der Linden, M. (z.d.). *Doorsnede infiltratiestrook*. [Illustratie]. Geraadpleegd op 10 februari 2020, van <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/urban-infiltration-strips/>.

v.d. Bosch Beton. (z.d.). *Ecopass*. Geraadpleegd op 2 juni 2020 van: <https://www.vdboschbeton.nl/product/ecopass-/>.

v.d. Bosch Beton. (z.d.). *Grasbeton type L*. Geraadpleegd op 2 juni 2020 van: <https://www.vdboschbeton.nl/product/grasbeton-type-l/>

Veen van, D. (2019, 29 januari). *Gemeentelijk rioleringsplan 2018 – 2021*. Geraadpleegd op 14 mei 2020, van https://www.vlissingen.nl/fileadmin/user_upload/Gemeentelijk_RioleringsPlan_2018-2021.pdf.

Visscher, R. (2013, 4 december). *Waterplein maakt Rotterdam regenproof*. Geraadpleegd op 9 maart 2020, van https://www.nemokennislink.nl/publicaties/waterplein-maakt-rotterdam-regenproof/?search_page=true.

Wagenmakers, W. (2015, 10 oktober). *Altijd zandzakken voor de deur*. *Provinciale Zeeuwse Courant*. (p. 36). Geraadpleegd van <https://krantenbankzeeland.nl/issue/pzc/2015-10-10/edition/null/page/36?query=primulalaan&period=2010-2016&sort=relevance>.

8. Bijlages

Bijlage 1: Maatstaaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast

Tabel 1.1. Maatstaaf ten behoeve van maatregelen tegen wateroverlast.

		Aanleg		Benodigde ruimte		Capaciteit		Infiltratie		Kosten		Functies		Onderhoud		Opoffering		Totaal	
Anjelierenlaan		Wegingsfactor:		1	2	3		1	2	2		2		2		2			
Berging	Greppel			3	5	2		3	5	3		3		3		5		54	
	Infiltratiekelder			0	0	0		0	0	0		0		0		0		0	
	Infiltratiekratten			1	5	2		2	2	2		2		5		5		47	
	Retentiepark			0	0	0		0	0	0		0		0		0		0	
	Retentiestrook			3	5	2		4	5	3		3		3		5		55	
	Wadi			3	3	2		4	5	3		1		3				43	
Riool	HWA			1	5	2		1	2	2		5		5				46	
	IT-riool			1	5	2		3	1	2		5		5				46	
Weg	Oppervlakkige afvoer			1	1	5		2	4	3		5		5				54	
	Waterdoorlaatbare bestrating			1	1	1		3	3	3		5		5				41	

Bijlage 2: Overzichtstabel criteria

Tabel 2.1. Overzichtstabel van de opgestelde criteria betreft het referentieproject "Bloemenbuurt te Vlissingen".

Score						
Criteria		1	2	3	4	5
	Aanleg	Constante hinder	Veel hinder	Regelmatige hinder	Amper hinder	Geen hinder
	Benodigde ruimte	401 m ² - >	301 m ² - 400 m ²	201 m ² - 300 m ²	101 m ² - 200 m ²	0 m ² - 100 m ²
	Capaciteit	0 m ³ - 50 m ³	51 m ³ - 100 m ³	101 m ³ - 150 m ³	151 m ³ - 200 m ³	201 m ³ - >
	Infiltratie	Geen infiltratie	Weinig kans op infiltratie	Gemiddelde kans op infiltratie	Verhoogde kans op infiltratie	Veel kans op infiltratie
	Kosten	€60.001 - >	€45.001 - €60.000	€30.001 - €45.000	€15.001 - €30.000	€0 - €15.000
	Functies	0 functies in OR	1 functie in OR	2 functies in OR	3 functies in OR	4 functies of meer in OR
	Onderhoud	10x per jaar of meer	8x per jaar	6x per jaar	4x per jaar	2x per jaar
	Opoffering	41 m ² - >	31 m ² - 40 m ²	21 m ² - 30 m ²	11 m ² - 20 m ²	0 m ² - 10 m ²



Goessestraatweg 17a, 4421 AD, Kapelle
+31 (0) 85-9020222 • info@juust.nl

juust.nl