

Onderzoeksrapport

WATERSCHADE IN KOUDEKERKE BEPERKEN.

Samantha van Uden

GEMEENTE VEERE
NXXS INGENIEURS EN ADVISEURS

TRAVERSE 1
ALBERT PLESMANWEG 4A

4357 ET DOMBURG
4462 GC GOES

Datum 5 juni 2020
Versie 0.1

Status: Definitief

Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerrapport “Waterschade in Koudekerke beperken”. Dit afstudeerrapport is een onderdeel van mijn Bacheloropleiding Civiele Techniek op de Hogeschool Zeeland, Middelburg en heb ik nodig om mijn opleiding af te ronden. Het onderzoek is verricht bij ingenieursbedrijf NXXS, Goes, in de periode februari 2020 en juni 2020. Vanwege de maatregelen rondom het Covid-19 virus is het onderzoek zoals beschreven in het onderzoeksvoorstel niet geheel volgens voorafgaande planning uitgevoerd.

Het onderzoek is geschreven voor de gemeente Veere om een inzicht te krijgen hoe de gemeente het beste om kan gaan met de toenemende neerslagintensiteit in de kern Koudekerke. Over dit onderwerp heb ik in mijn laatste jaar een cursus gehad en deze sprak mij gelijk aan. Tijdens mijn onderzoek kwam ik meer te weten over de opbouw van een neerslaggebeurtenis, welke maatregelen er zijn en hoe deze in de kern Koudekerke toegepast kunnen worden.

Ik wil graag mijn begeleider bedanken van NXXS, Daniel van Veen; van de Gemeente Veere, Thomas van Sluijs; en mijn schoolbegeleider Ricky Vaneveld, voor de ondersteuning en feedback tijdens mijn onderzoek.

Samantha van Uden

Goes, 5 juni 2020

Inhoudsopgave

VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
HOOFDSTUK 1 RAPPORT OPBOUW	5
BIJLAGEN	5
HOOFDSTUK 2 INLEIDING	6
2.1 MOTIVATIE	6
2.2 ONDERZOEKSPROBLEEM EN ONDERZOEKSDOEL	6
2.3 ONDERZOEKSVRAGEN	7
HOOFDSTUK 3 ONDERZOEKKADER	8
3.1 DEFINITIES	8
3.2 WAT ZIJN DE MOGELIJKE ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN OM DE (WATER)SCHADE TE BEPERKEN IN KOUDEKERKE?	8
3.3 WAT ZIJN DE FUNCTIONELE EN TECHNISCHE EISEN DIE AAN DE OPENBARE RUIMTE WORDEN GESTELD?	9
3.4 UITGANGSPUNT LOCATIES	10
HOOFSTUK 4 RESULTATEN	12
4.1 MCA	12
4.2 PLANNING	13
HOOFDSTUK 5 DISCUSSIE	14
HOOFDSTUK 6 CONCLUSIE EN AANBEVELING	15
6.1 CONCLUSIE	15
6.2 AANBEVELING	16
BRONVERMELDING	17
BIJLAGEN	18
LEESWIJZER	19
BIJLAGE 1 METHODE ONDERZOEK	20
BIJLAGE 2 EXTREME NEERSLAG	24
BRONVERMELDING	25
BIJLAGE 3 THEORETISCH KADER	26
1.1 ACHTERGRONDINFORMATIE	26
Koudekerke	26
Watergangen	26
Wegen	27
Maaiveldhoogtes	27
Bodemprofiel	27
1.2 OPPERVLAKTEWATER SYSTEEM	28
Beheer	29
Kwel	29
Infiltratie kansen	29
Grondwaterstanden	29
1.3 MOGELIJKE MAATREGELEN	30
Afkoppelen	30
Extra afvoer	30
Vergroten riool	30
Ontharden	31
Waterpasserende bestrating	31
Wadi's	32
Onder afschot	34
1.4 TIJDSPAD 2050	35
Stresstesten en risicodialogen	35
Mogelijke aanpassingen deltabeslissing	35
1.5 STAKEHOLDER ANALYSE	35

BRONVERMELDING	37
BIJLAGE 3A BRP KOUDEKERKE 2018.....	38
BIJLAGE 3B VERHARD OPPERVLAKE KOUDEKERKE	39
BIJLAGE 3C BODEMPROFIELEN KOUDEKERKE	40
BRONVERMELDING	41
BIJLAGE 3E RIOLERING/TYPES/BELEID GEMEENTE VEERE	42
<i>Riolering</i>	<i>42</i>
<i>Types riolering</i>	<i>42</i>
<i>Riolering Gemeente Veere.....</i>	<i>43</i>
BRONVERMELDING	45
BIJLAGE 4 MAATREGELEN	46
1. VERGROTEN RIOOL	46
2. AFKOPPELEN	48
3. WATERDOORLATENDE VERHARDING	49
4. WADI	51
5. AFVOER RIOOL	52
6 BOVENGRONDSE AFVOER	54
SAMENVATTING	56
BRONVERMELDING	57
BIJLAGE 4A SONDERINGSONDERZOEK	58
BIJLAGE 5 NOTA OPENBARE RUIMTE	59
BIJLAGE 6 LOCATIES	60
LOCATIE 1	60
LOCATIE 2	62
LOCATIE 3	66
LOCATIE 4	69
LOCATIE 5	72
LOCATIE 6	75
LOCATIE 7	78
LOCATIE 8	81
LOCATIE 9	84
LOCATIE 10	87
LOCATIE 11	90
BIJLAGE 6A BEREKENINGEN	93
BUIS DIAMETER BEPALEN PER LOCATIE	93
WATERDOORLATENDHEID PER LOCATIE BEPALEN.....	94
OPSLUITHOOGTE BEPALEN BIJ BOVENGRONDSE AFVOER	95
BIJLAGE 7 MCA	96
BIJLAGE 8 OVERZICHT MAATREGELEN	101
BIJLAGE 8A HERBEREKENINGEN AFVOER RIOOL SAMENGEVOEGDE LOCATIES.	102
BIJLAGE 9 UITWERKING LOCATIE 5	103
BIJLAGE 10 PLANNING	104

Hoofdstuk 1 Rapport opbouw

Om dit onderzoek goed te kunnen lezen, vindt u hieronder een overzicht om die u als gids kunt gebruiken om dit rapport te lezen.

In hoofdstuk 1 wordt de opbouw van het rapport en een overzicht van de bijlagen weergegeven. Door dit te doen zal er een duidelijk beeld ontstaan hoe dit rapport is opgebouwd.

In hoofdstuk 2 wordt een inleiding over de casus gegeven. Hierbij wordt de motivatie om het rapport te schrijven, het onderzoeksprobleem, onderzoeksdoel en onderzoeksvragen behandeld. Aan de hand van dit hoofdstuk zal dit onderzoek verder uitgewerkt worden.

In hoofdstuk 3 zullen de eerste deelvragen behandeld worden om een goed beeld te krijgen waarnaar er onderzoek gedaan moet worden en welke mogelijke maatregelen er alreeds worden toegepast. Hierbij wordt ook de kadering van het onderzoeksrapport beschreven.

In hoofdstuk 4 zal aan de hand van de, in hoofdstuk 3 beschreven kaders, onderzoek gedaan worden naar de maatregelen om zo tot een resultaat te komen. De resultaten zijn in dit hoofdstuk terug te lezen.

In hoofdstuk 5 zal het resultaat van hoofdstuk 4 besproken worden. Hierbij zal ingegaan worden op de betrouwbaarheid van het onderzoek.

In hoofdstuk 6 zal uiteindelijk een conclusie en een aanbeveling gedaan worden voor de Gemeente Veere waarin naar voren komt wat de gemeente het beste kan toepassen om met de casus om te gaan.

Bijlagen

Hieronder vindt u een overzicht van de bijlagen welke gebruikt zijn om verdere verheldering te verkrijgen tijdens dit onderzoek. Hierbij is voor de leesbaarheid een onderscheid gemaakt van welke bijlage bij welke hoofdstuk van toepassing is.

Overzicht bijlagen per hoofdstuk ingedeeld

Hoofdstuk 2

- Bijlage 1 Methode

Hoofdstuk 3

- Bijlage 2 extreme Neerslag
- Bijlage 3 Theoretisch kader
 - Bijlage 3a BRP Koudekerke 2018
 - Bijlage 3b Verhard oppervlakte Koudekerke
 - Bijlage 3c Bodemprofielen
 - Bijlage 3e Riolering, types riolering
- Bijlage 4 Maatregelen
 - Bijlage 4a Sonderingsonderzoek
- Bijlage 5 Nota Openbare Ruimte

Hoofdstuk 4

- Bijlage 6 Locaties
 - Bijlage 6a Berekeningen
- Bijlage 7 MCA
- Bijlage 8 Overzicht maatregelen
 - Bijlage 8A Herberekening
- Bijlage 9 Uitwerking locatie 5
- Bijlage 10 Planning

Hoofdstuk 2 Inleiding

Tijdens het onderzoek is Koudekerke het onderzoeksgebied. Koudekerke is een dorpskern in de gemeente Veere (Zeeland).

In dit hoofdstuk zal verder ingegaan worden op de motivatie, organisatie, het onderzoeksprobleem, het onderzoeksdoel. Wanneer dit bekend is zal er een hoofdonderzoeksvraag met deelvragen geformuleerd worden. In het volgende hoofdstuk zal er gezocht worden naar antwoorden op deze vragen.

2.1 Motivatie

De deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie (DPRA) in Nederland heeft als doel om in 2050 klimaatbestendig en water robuust ingericht te zijn. Overheden en gemeenten moeten ervoor zorgen dat de schade door hittestress, wateroverlast, droogte en overstroming zo beperkt mogelijk blijft. Om dit te realiseren moet er bij de aanleg van woonwijken en bedrijventerreinen, het opknappen van bestaande bebouwing, vervanging van rioleringen en wegonderhoud etc. zoveel mogelijk rekening gehouden worden met deze klimaatscenario's.

Volgens de deltabeslissing ruimtelijke adaptatie (DPRA) zal de komende tijd de kans op wateroverlast, hitte, droogte en overstromingen toenemen. Doordat in de toekomst deze kansen toenemen ontstaan er risico's voor de economie, veiligheid en gezondheid. Het DPRA vindt het van belang dat Nederland zich aanpast aan deze veranderingen vanwege deze risico's.

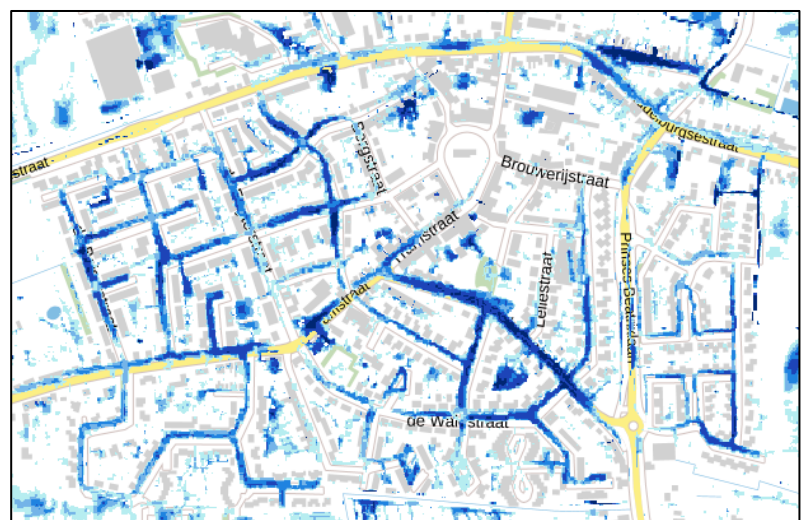
Het DPRA heeft onderzoek gedaan naar de schade die er kan ontstaan zodra er niks gedaan wordt. De schades in steden kunnen oplopen tot zo'n 70 miljard euro tot 2050. Niet alleen in stedelijk gebied kan schade ontstaan; ook landelijk gebied kan de enorme stortbuien en langdurige neerslag niet aan, waardoor in landelijk gebied wateroverlast veroorzaakt wordt.

Vanwege deze toenemende risico's is er een omslag in denken nodig: klimaatbestendig en water robuust inrichten moet een vanzelfsprekend onderdeel van ruimtelijke (her)ontwikkelingen worden (Deltacommissaris.nl, 2020). Deze manier van denken zal dan ook de motivatie binnen dit onderzoek zijn.

2.2 Onderzoeksprobleem en onderzoeksdoel

Op dit moment is het rioolstelsel in de gemeente Veere zo ingericht dat het een norm Bui08 (19,8mm in 60 minuten) tijdig kan verwerken zonder dat er water op straat blijft staan. De extreme neerslaggebeurtenissen van de laatste jaren (Kennisportaal Ruimtelijke adaptie, 2018; Gemeente Veere, 2019) geeft aan dat het vaker voor komt dat het riool het regenwater niet tijdig kan verwerken met kans op schade en overlast tot gevolg.

De gemeente Veere bestaat uit meerdere dorpen. Voor dit onderzoek zal de dorpskern Koudekerke onderzocht worden. In figuur 1 is te zien waar wateroverlast in Koudekerke ontstaat, doordat het riool het water niet meer kan verwerken, bij een bui eens in de 100 jaar (70 mm in 2 uur (ESRI Nederland, 2019)). De gemeente Veere wilt voor deze kern een maatregel om de (water)schade te beperken.



Figuur 1 Neerslaggebeurtenis T=100

Omdat het onbekend is wat voor buien er in de toekomst gaan vallen kan er nooit een oplossing zijn die absoluut afdoende is om schade in de toekomst te voorkomen. Vanwege dit feit zal er over maatregelen gesproken worden in dit verslag en niet over oplossingen.

Samengevat:

Dit onderzoek is gericht om een duidelijk plan te maken waar de gemeente Veere tussen nu en 2050 de kern, Koudekerke, zo aan kan passen dat de (water)schade beperkt wordt.

2.3 Onderzoeksvragen

Om tot een eenduidig eindresultaat te komen zal het afstudeeronderzoek worden uitgewerkt aan de hand van een hoofdvraag en daaropvolgend zullen deelvragen worden geformuleerd. Tijdens het onderzoeksproces zullen deze vragen worden geanalyseerd en zal er een hypothese over de uiteindelijke maatregel gemaakt worden. De onderzoeksvraag, die als hoofdvraag zal worden beschouwd, is:

“Hoe kan op een doelmatige wijze, binnen nu en 2050, de kans op (water)schade door extreme neerslag worden beperkt in de kern Koudekerke”

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen en onderzoeksmiddelen gesteld:

1. Wat wordt verstaan onder “(water)schade”?
2. Wat wordt verstaan onder “extreme neerslag”?
3. In welke mate moet de kans op (water)schade worden beperkt?
4. Wat wordt bedoeld met de term “doelmatig”?
5. Wat zijn de mogelijke alternatieven en varianten om de (water)schade te beperken in Koudekerke?
6. Wat zijn de functionele en technische eisen die aan de openbare ruimte gesteld worden?
7. Welke maatregel is het meest geschikt om (water)schade te beperken in Koudekerke?
8. Hoe wordt de gekozen maatregel, om (water)schade in de openbare ruimte te beperken, gerealiseerd?

Om vooraf een duidelijk beeld te hebben van hoe deze vragen beantwoord gaan worden, is in bijlage 1 een vooraf, uitgewerkt plan beschreven, zodat er duidelijkheid is over de wijze waarop de vragen uiteindelijk beantwoord gaan worden. Op deze manier kan er in het volgende hoofdstukken gestructureerd en effectief aan elke vraag gewerkt worden.

Hoofdstuk 3 Onderzoekkader

In dit hoofdstuk worden de deelvragen beknopt beantwoord. In bijlage 3 vindt u het volledige uitgewerkte theoretische kader.

Hieronder zullen de deelvragen 1 tot en met 4 terug te vinden zijn in de paragraaf '3.1 Definities', waardoor deze termen in het verdere onderzoek eenduidig overgenomen kunnen worden. Deelvraag 5 kunt u in paragraaf 3.2 terugvinden en deelvraag 6 in paragraaf 3.3. In paragraaf 3.4 vindt u de uitgangspunten welke aangenomen worden bij het verder uitwerken van de uiteindelijke maatregelen welke zijn gesteld in de deelvragen 7 en 8. Deze laatste twee deelvragen vindt u daarom in hoofdstuk 4 en 5 verder uitgewerkt.

3.1 Definities

Om tot het gevraagde eindresultaat te komen zullen enkele definities van de hoofdvraag verduidelijkt moeten worden. Door deze verduidelijking zal de hoofdvraag afgebakend worden.

- **Waterschade** vindt plaats wanneer er water van de openbare ruimte opstallen (met uitzonderingen van kelders en kruipruimtes) instroomt bij een theoretische bui, eens in de 100 jaar. Hierbij zal niet gekeken worden naar het binnentreden van water door te veel druk op het riool (borrelend toilet). Hiervoor dient de woningeigenaar zelf maatregelen te treffen door bijvoorbeeld een ontlastput aan te brengen op zijn regenpijp (T. van Sluijs, persoonlijke communicatie, 26 februari, 2020).
- **Extreme neerslag:** Voor dit onderzoek is het uitgangspunt een bui welke theoretisch ééns in de 100 jaar (70mm/2uur) valt. Zie bijlage 2 voor meer informatie over extreme neerslag.
- **Kans op waterschade beperken:** Er mag geen waterschade ontstaan in woningen bij een bui die theoretisch eens in de 100 jaar valt (T. van Sluijs, persoonlijke communicatie, 24 februari, 2020).
- **"Doelmatig"** in dit onderzoek is het doel als volgt gedefinieerd: "Er mag geen water vanuit openbare ruimte afstromen in woningen bij een T=100 (70mm/2 uur) neerslaggebeurtenis". Voortvloeiend hieruit is doelmatig gedefinieerd als de maatregel welke het doel behaald tegen de laagst maatschappelijke kosten.
 - **Beoordelingskader doelmatig(heid):**

De gemeente Veere heeft aangegeven dat bij een T=100 bui er geen schade aan woningen mag optreden/plaatsvinden. In dit onderzoek wordt daarom geen doelmatigheidsafweging gemaakt tussen schadekosten en maatregelkosten (de schade mag niet optreden dus zijn er ook geen schadekosten), maar wordt de doelmatigheidsafweging gemaakt tussen de te onderzoeken mogelijke maatregelen om de schade te voorkomen en welke gerealiseerd kan worden tussen nu en 2050 (T. van Sluijs, persoonlijke communicatie, 28 februari, 2020).

3.2 Wat zijn de mogelijke alternatieven en varianten om de (water)schade te beperken in Koudekerke?

Om deelvraag 5 te beantwoorden zal er gekeken worden naar de alreeds bestaande maatregelen. Om deze toe te passen in de kern Koudekerke zal er in bijlage 3, paragraaf 1.3 informatie te vinden zijn over alreeds bekende informatie. Dit kan daarom als het theoretisch kader hieromtrent gezien worden.

Er zijn verschillende maatregelen die tegenwoordig worden toegepast om water uit de openbare ruimte te verwijderen. Hieronder zullen deze kort toegelicht worden. In bijlage 3, paragraaf 1.3 vindt u een uitgebreide, gedetailleerde beschrijving hiervan.

- Afkoppelen: Er zal een extra rioolbuis naast de bestaande rioolbuis gelegd worden waardoor alleen regenwater vervoerd zal worden.
- Extra afvoer: Een afvoerput op het punt waar al het water samenkomt.
- Vergroten riool: Hierbij zal het bestaande gemengde riool vergroot worden.
- Ontstening: Er zal minder verharding worden aangebracht.
- Waterpasserende bestrating: Bestrating waar het water tussen de voeg door kan lopen.
- Wadi: Een greppel of sloot waarin water loopt en tijdelijk opgeslagen kan worden.
- Onder afschot: De ruimte zo inrichten dat het water naar een bepaald punt afloopt.

In bijlage 4 is een specifieke uitwerking van bovengenoemde maatregelen met betrekking tot de kern Koudekerke te vinden.

3.3 Wat zijn de functionele en technische eisen die aan de openbare ruimte worden gesteld?

Om een duidelijk beeld te krijgen van de eisen die aan dit onderzoek en de maatregel(en) gesteld gaan worden zal een programma van eisen (PVE) opgesteld worden. Hierin zullen de projectgrenzen, de randvoorwaarden en de functionele en technische eisen aangegeven worden. Dit om te zorgen dat het project zo goed mogelijk voldoet aan de verwachtingen van de opdrachtgever.

Vanuit de gemeente Veere is een 'Nota Openbare Ruimte' (bijlage 5) opgesteld waarin alle (technische) eisen die aan de openbare ruimte gesteld worden opgenomen zijn. Mocht het niet mogelijk zijn enkele eisen te waarborgen kan er, mits een goede motivatie, van afgeweken worden.

Hieronder zullen de verdere kaders weergegeven die noodzakelijk zijn om tot het verwachte eindresultaat te komen.

Projectgrenzen:

- Het onderzoek wordt uitgevoerd tussen februari 2020 en juni 2020.
- 5 juni 2020 moet het rapport worden ingeleverd, hier opvolgend wordt een go/no go gegeven voor de presentatie en verdediging.
- In week 26 in het jaar 2020 vindt de presentatie/verdediging plaats.
- Het onderzoeksgebied is Koudekerke.
- En wordt gekeken naar de afvoer van hemelwater bij een bui T=100.
- Voor de verharding wordt de verhardingstekening, van NXXS- adviesbureau, aangehouden en waar nodig aangepast.

Randvoorwaarden:

- De maatregel moet doelmatig zijn.
- De maatregel moet tussen nu en 2050 uitvoerbaar zijn.
- De maatregel moet bij een bui T=100(70mm/2uur) waterschade, aangericht door water vanuit de openbare ruimte, uitsluiten.

Functionele eisen

- De kosten van de maatregel, welke het doel behaald, moet de laagst mogelijk maatschappelijke kosten bevatten*.
 - Het doel is:
 - Er mag geen water vanuit openbare ruimte afstromen IN woningen bij een T=100 (70mm/2 uur) neerslaggebeurtenis.
 - Maatschappelijke kosten is de som van:
 - De kosten om de maatregel te realiseren
 - De kosten die de maatregel heeft aan onderhoud

- De kosten die de maatregel geeft bij de sloop ervan.
- De maatregel moet inpasbaar zijn in de omgeving
- De maatregel moet zorgen voor een toegankelijke manier om de openbare ruimte te gebruiken.
- De maatregel mag geen invloed hebben op de bereikbaarheid van omwonende, na aanleg.
- De maatregel mag het probleem niet verplaatsen ten nadele van omwonende.
- De maatregel mag geen invloed hebben op de (verkeer)veiligheid in het gebied.

Technische eisen:

- Zie bijlage 5, Nota Openbare Ruimte

*Maatschappelijke kosten strijdig met doelmatig.

3.4 Uitgangspunt locaties

Om de locaties te bepalen is er gebruik gemaakt van de Klimaat effectatlas. De Klimaat Effectatlas geeft een overzicht van wateroverlast in geheel Nederland. Hieronder vindt u een interpretatie voor de kern Koudekerke.

Klimaat effectatlas

Om een goed beeld te krijgen hoe de klimaat effectatlas is opgebouwd zal gekeken moeten worden naar de hoeveelheid neerslag en onder welke omstandigheden ze deze bui getest hebben. Op de site van de klimaateffectatlas (2020) is het volgende te lezen:

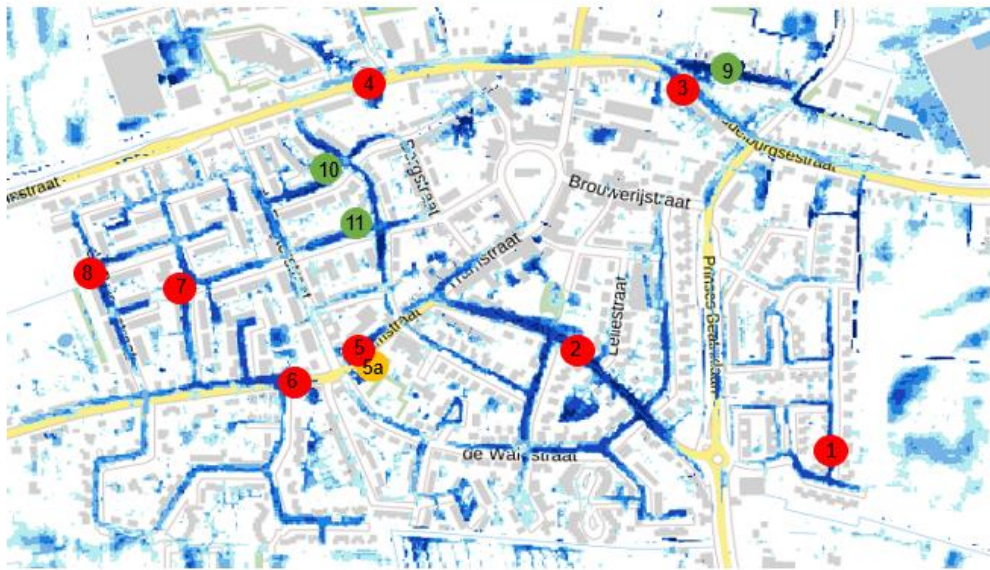
“De kaart toont de maximale waterdiepte voor het stedelijk gebied en het buitengebied, voor twee extreme buien: 70 mm neerslag in 2 uur en 140 mm neerslag in 2 uur. Deze buien komen in het huidige klimaat op een bepaalde locatie gemiddeld eens per 100 jaar respectievelijk eens per 1000 jaar voor. Door klimaatverandering kunnen die kansen aan het einde van de eeuw toenemen met een factor 2.

De simulaties zijn uitgevoerd met de ‘Rainfall overlay’ van Tygron. Belangrijke uitgangspunten bij de modellering zijn:

- *Interactie met rioolstelsel. Er is gerekend met een uniforme rioolbergings- en afvoercapaciteit van maximaal 20 mm/ uur, waarbij is aangenomen dat de verharde buitenruimte in de bebouwde kom hierop optimaal is aangesloten.*
- *Simulatietijd. De maximale opgetreden waterdiepte is berekend voor een uniforme bui van 2 uur en daarna 4 droge uren, waarin enkel afstroming over land, afvoer via riool en bodeminfiltratie plaatsvindt.*
- *Interactie met oppervlaktewater. Aangenomen is dat – vanwege de korte simulatieduur – de interactie met het oppervlaktewatersysteem bij deze bui-intensiteit verwaarloosbaar is. Wateroverlast treedt in dit model op voordat het regenwater het oppervlaktewater heeft bereikt; oppervlaktewater heeft een ongelimiteerde bergingscapaciteit.*
- *Hoogtemodel. Gebruik van AHN 2 (ingemeten tussen 2007 en 2012). Voor gebieden die na de inmeetdatum zijn ontwikkeld, heeft de kaart weinig waarde.”*

Bij dit onderzoek zal er van een bui eens in de 100 jaar (70mm/2h) uitgegaan worden. Wanneer we dit gegeven bekijken met behulp van de Klimaat effectatlas dan komen we op de volgende locaties die wateroverlast geven in Koudekerke (zie figuur 2).

Klimaat-effectatlas + programmaliijn 1 locatie ● + bekende overlast in woning locatie ●
overlast locatie aan de hand van de tekening ●



Figuur 2 Locaties waar wateroverlast optreedt in de kern Koudekerke.

In figuur 2 staan de locaties waar wateroverlast kan optreden volgens de klimaat-effectatlas weergegeven. Hierbij is met rode punten weergegeven waar de programmaliijn 1 locaties van de SAZ+ (2016) gevestigd zijn, deze locaties zijn door deze organisatie aangemerkt als (klimaat)gevoelige gebieden bij kort hevig nat, langdurig nat en langdurig droog regenval.

De gele stip geeft aan waar burgers geklaagd hebben over wateroverlast (bijlage 3) in de woning, bij een voor de gemeente onbekende bui. De groene stippen geven nog drie extra locaties aan waar de kans op waterschade, in dit model, zou kunnen optreden.

Hoofstuk 4 Resultaten

In het vorige hoofdstuk zijn de maatregelen, locaties en eisen besproken. Aan de hand hiervan zal er in dit hoofdstuk vijf maatregelen voor elf locaties getoetst worden om zo inzicht te krijgen welke maatregel, welk resultaat geeft. Voor deze toetsing zal een MCA-analyse gebruikt worden zoals in bijlage 1 is toegelicht. In hoofdstuk 6 zullen er dan conclusies en aanbevelingen uit deze resultaten voortvloeien.

4.1 MCA

De maatregelen welke in dit hoofdstuk getoetst gaan worden zijn:

1. Afkoppelen
2. Waterpasserende bestrating
3. Wadi
4. Afvoer riool
5. Bovengrondse afvoer

In bijlage 6 vindt u de locaties met daarin de bovengenoemde maatregelen uitgewerkt. Aan de hand van deze bijlage is het MCA (bijlage 7) ingevuld. Hieronder ziet u welke maatregel er per locatie volgens het MCA het hoogst scoort.

Locatie	Maatregel
1	Afvoer riool
2	Afvoer riool
3	Afkoppelen
4	Afkoppelen
5	Afvoer riool
6	Afvoer riool
7	Afvoer riool
8	Bovengrondse afvoer
9	Afvoer riool
10	Afvoer riool
11	Afvoer riool

Tabel 1 Maatregel per locatie doormiddel van MCA

Te lezen in deze tabel is dat er nergens de maatregel waterpasserende bestrating of een wadi wordt toegepast. Dit komt voornamelijk omdat infiltreren tijd kost en bij een bui $T=100$ te veel water valt om meteen te infiltreren. Ook moet er in een deel van de kern Koudekerke aanpassingen aan de grond gedaan worden om te zorgen dat er infiltratie kan plaatsvinden. Hierdoor stijgen de kosten en blijft het effect minimaal.

Afkoppelen wordt op 2 locaties toegepast waar alreeds een HWA-riool aangelegd is. Hier hoeft dan alleen een aansluiting gemaakt te worden.

De bovengrondse afvoer wordt bij locatie 8 toegepast. Dit komt voornamelijk omdat hier het (voet)pad smal is waardoor het aanbrengen van een afvoer riool, technisch lastig uitvoerbaar is.

De overige locaties zullen allemaal voorzien worden van een afvoer riool. Het afvoer riool is berekend om het volume water dat volgens de klimaateffectatlas valt direct af te voeren, waardoor er geen water op straat blijft staan.

Om een duidelijk beeld te krijgen hoe alle maatregelen eruit komen te zien, vindt u in bijlage 8 een overzichtstekening. In bijlage 8a zal de herberekening van het afvoer riool terug te vinden zijn. Dit omdat

het op sommige punten het afvoer riool gecombineerd wordt, aangezien er anders twee of meer rioolbuizen over hetzelfde tracé lopen.

Voor het onderzoek volstaat het om een overzichtstekening te maken. Immers: Op deze wijze kunnen de (deel)vragen beantwoord worden. Echter is in samenspraak met de gemeente Veere en de HZ te Middelburg afgesproken één maatregel voor één locatie verder uit te werken, om zodoende te voldoen aan de exameneisen, welke gesteld zijn. Bovendien onderbouwt deze tekening het antwoord op deelvraag 8. In Bijlage 9 vindt u daarom een 'voorzichtige' uitwerking van locatie 5 met de gekozen maatregel. Deze maatregel is uitgewerkt aan de hand van een tekening.

4.2 Planning.

Om te zorgen dat alle overlast locaties voor 2050 uitgewerkt zijn, en onder het principe: Met werk, maak je werk (beschreven in bijlage 3, paragraaf 1.4) is er ook nog naar de planning gekeken.

Bekend zijn de aanlegjaren van het riool en dat deze ongeveer 60 jaar meegaan. De aanlegjaren van de wegen in Koudekerke zijn niet up-to-date en zullen daarom niet meegenomen worden in de planning. Wel zal gekeken worden, op het moment dat de maatregel per locatie gerealiseerd wordt, of de weg ook meegenomen kan worden in de al bestaande planning van de gemeente Veere.

In Bijlage 10 zijn de aanlegjaren te vinden van het riool, de geplande werkzaamheden en de voorgestelde jaren om de maatregel per locatie te realiseren. Te zien is dat bij locatie 2 en 8 de te verwachten levensduur (60 jaar) van het riool voor 2050 te verwachten is. Deze locaties kunnen daarom opgenomen worden in het jaar waarop het riool vervangen of vernieuwd wordt. Voor de locaties 5, 6, 7, 10 en 11 zijn momenteel al (riool)werkzaamheden ingepland door de gemeente Veere in 2020 en 2022.

Hoofdstuk 5 Discussie

In de discussie zullen de resultaten besproken worden en zal hierbij ingegaan worden op de betrouwbaarheid van dit onderzoek.

Wanneer er gekeken wordt naar het onderzoekkader waarin naar voren komt dat er een continue bui T=100 getest wordt, kan er met zekerheid gezegd worden dat een bui in de praktijk nooit uniform zal vallen. Er zullen verschillende intensiteiten optreden waardoor de piek van de afvoer hoger ligt dan dat er een uniforme bui valt.

Het huidige rioolstelsel in Koudekerke is gemaakt om een bui08 aan te kunnen; deze bui valt eens in de 2 jaar. Zodra er gekeken wordt naar de onderzochte bui T=100, die dus eens in de 100 jaar valt, is de kern Koudekerke al opgewassen tegen deze bui (zie bijlage 4; vergroten riool). Dit zou betekenen dat er geen maatregelen nodig zijn en dat een bui T=100 helemaal niet zo speciaal is in vergelijking met een bui08. Immers zal bij een T=100 bui, die gespecificeerd is, de piekintensiteit hoogstwaarschijnlijk een stuk hoger liggen dan bij een bui08. Maar dit moet nog verder onderzocht worden.

Ook is het niet mogelijk om te voorspellen wat voor bui er uiteindelijk gaat vallen. Er kunnen aannames gedaan worden over de intensiteit van de bui die gaat vallen. Maar deze kunnen nooit vastgesteld worden aangezien elke bui anders is. Hierdoor is het lastig te zeggen of de onderzochte bui ooit gaat vallen. Het kan zomaar dat de bui veel heftiger is of juist minder heftig dan voorspeld.

Gekeken naar de klimaateffectatlas is te zien dat er water op straat optreedt terwijl bepaald is dat het huidige rioolstelsel de continue bui T=100 al kan verwerken. Dit komt door de manier waarop deze bui is gesimuleerd. In deze simulatie is de werking van het riool meegenomen tot 20 mm/h, terwijl het riool 39,8 mm/h kan verwerken. Hierdoor blijft er op deze kaart wateroverlast te zien zijn.

Om de onderzoeksvraag helemaal te kunnen beantwoorden zou er gekeken moeten worden naar dorpelhoogtes van gebouwen. Door deze hoogtes te weten, kan bepaald worden of de dorpelhoogte hoger of lager ligt dan het straatpeil. Vanuit deze hoogtes kan gekeken worden of het water de mogelijkheid heeft de woningen binnen te stromen. Deze hoogtes zijn niet bekend en daarom is tijdens dit onderzoek aangenomen dat er geen water op straat mag staan. Zodat schade sowieso voorkomen wordt.

Ook is er geen inzicht in bestaande aanlegjaren van wegen waardoor deze niet meegenomen kunnen worden in de planning om de maatregelen te realiseren. De aanlegjaren van het riool zijn wel bekend. Alleen is hierbij nog niet bekend hoe het riool vernieuwd/hersteld gaat worden.

Ook is het lastig om een maatregel die pas over 10 jaar uitgevoerd kan worden nu al helemaal uit te werken. Dit omdat in de tussentijd er nieuwe richtlijnen en wetten voor de openbare ruimte kunnen komen waardoor het mogelijk is dat de uitgewerkte maatregel niet meer gerealiseerd mag worden. In dit geval zal de maatregel aangepast of herzien moeten worden zodat deze wel uitvoerbaar wordt.

De prijzen die genoemd zijn, zijn globaal genomen. Omdat alle maatregelen nog enkele jaren duren voor realisatie zal er gekeken moeten worden naar de prijzen op dat moment. Dit omdat alle prijzen stijgen. Ook moet er per locatie nog verder onderzoek gedaan worden, waardoor kan blijken dat bijvoorbeeld kabels en leidingen verlegd moeten worden, teerhoudend asfalt aanwezig is etc.

Hoofdstuk 6 Conclusie en aanbeveling

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de hoofdvraag en de bijbehorende deelvragen. Ook worden er aanbevelingen gedaan die volgen uit het onderzoek.

6.1 Conclusie

1. Wat wordt verstaan onder “(water)schade”?

In 3.1 paragraaf 3.1 wordt vastgesteld wat de gemeente Veere onder waterschade verstaat: Waterschade vindt plaats wanneer er water van de openbare ruimte opstallen (met uitzonderingen van kelders en kruipruimtes) instroomt bij een theoretische bui eens in de 100 jaar. Hierbij zal niet gekeken worden naar het binnentreden van water door te veel druk op het riool (borrelend toilet). Hiervoor dient de woningeigenaar zelf maatregelen te treffen door bijvoorbeeld een ontlastput aan te brengen op zijn regenpijp.

2. Wat wordt verstaan onder “extreme neerslag”?

In 3.1 paragraaf 3.1 wordt vastgesteld wat de gemeente Veere onder waterschade verstaat: Voor dit onderzoek is het uitgangspunt een bui welke theoretisch één in de 100 jaar (70mm/2uur) valt. Zie bijlage 2 voor meer informatie over extreme neerslag.

3. In welke mate moet de kans op (water)schade worden beperkt?

In 3.1 paragraaf 3.1 wordt vastgesteld wat de gemeente Veere onder waterschade verstaat: Er mag geen waterschade ontstaan in woningen bij een bui die theoretisch eens in de 100 jaar valt

4. Wat wordt bedoeld met de term “doelmatig”?

In 3.1 paragraaf 3.1 wordt vastgesteld wat de gemeente Veere onder waterschade verstaat: “Doelmatig” in dit onderzoek is het doel als volgt gedefinieerd: “Er mag geen water vanuit openbare ruimte afstromen in woningen bij een T=100 (70mm/2 uur) neerslaggebeurtenis”. Voortvloeiend hieruit is doelmatig gedefinieerd als de maatregel welke het doel behaald tegen de laagst maatschappelijke kosten.

Beoordelingskader doelmatig(heid):

De gemeente Veere heeft aangegeven dat bij een T=100 bui er geen schade aan woningen mag optreden/plaatsvinden. In dit onderzoek wordt daarom geen doelmatigheidsafweging gemaakt tussen schadekosten en maatregelkosten (de schade mag niet optreden dus zijn er ook geen schadekosten), maar wordt de doelmatigheidsafweging gemaakt tussen de te onderzoeken mogelijke maatregelen om de schade te voorkomen en welke gerealiseerd kan worden tussen nu en 2050.

5. Wat zijn de mogelijke alternatieven en varianten om de (water)schade te beperken in Koudekerke?

In paragraaf 3.2 worden de mogelijke varianten om de (water)schade te beperken in Koudekerke beschreven. Hierin is een verdieping geweest om de maatregelen in de kern Koudekerke toe te passen. De maatregelen die hieruit zijn gekomen, en onderzocht zijn tijdens dit onderzoek, zijn; Afkoppelen, waterdoorlatende verharding, wadi's, afvoer riool en bovengrondse afvoer.

6. Wat zijn de functionele en technische eisen die aan de openbare ruimte gesteld worden?

In paragraaf 3.3 zijn de functionele en technische eisen aan de maatregel vastgesteld. Deze eisen worden als toetsingsnorm gebruikt om zo tot een juiste maatregel per locatie te komen.

7. Welke maatregel is het meest geschikt om (water)schade te beperken in Koudekerke?

De uiteindelijke maatregel vindt u per locatie in paragraaf 4.1. De maatregelen die hier naar voren komen zijn; Het aanleggen van een afvoer riool, Afkoppelen en bovengrondse afvoer.

Daarnaast is het belangrijk om op sommige locaties nader onderzoek te doen om tot gerichte en doelmatige maatregelen te komen.

8. Hoe wordt de gekozen maatregel, om (water)schade in de openbare ruimte te beperken, gerealiseerd?

In Bijlage 9 is een 'voorzichtige' uitwerking van een van één locatie (5) te vinden. Hierin is meegenomen welke onderdelen nog onderzocht moeten worden voordat deze maatregel volledig gerealiseerd kan worden.

In paragraaf 4.2 is een planning gemaakt met daarin de voorgestelde jaartallen waarin de maatregel uitgevoerd kan worden. Hierbij is, voor zover het kan, rekening gehouden met de afschrijvingstermijn van het bestaande rioolstelsel in Koudekerke.

Hoofdvraag:

Hoe kan op een doelmatige wijze, binnen nu en 2050, de kans op (water)schade door extreme neerslag worden beperkt in de kern Koudekerke?

De uiteindelijke maatregelen per locatie zijn terug te vinden in bijlage 8. Bij het toepassen van deze maatregel per locatie zal de kans op (water)schade door extreme neerslag, welke is af gekaderd in de eerste 4 deelvragen, geminimaliseerd worden. Bij deze maatregelen is het bestaande riool maar voor de helft (20mm/h) meegenomen. Zodra het riool volledig meegenomen wordt, zal het niet nodig zijn om maatregelen te treffen voor de onderzochte bui. Dit omdat het bestaande rioolstelsel, zodra deze is aangepast volgende het BRP Koudekerke, alreeds in staat is de hoeveelheid neerslag af te voeren.

6.2 Aanbeveling

In deze paragraaf zal een aanbeveling geformuleerd worden welke naar voren gekomen is in dit onderzoek.

Gekeken naar de bui die onderzocht is, kan geconcludeerd worden dat er geen maatregelen genomen hoeven te worden om een bui T=100 af te voeren, zodra het riool aan de norm Bui08 voldoet. Dit omdat de bui niet gespecificeerd is in intensiteit. Er wordt daarom aanbevolen om eerst onderzoek te doen naar de maximale intensiteitspiek van deze bui en daaropvolgend de maatregelen die in dit onderzoek beschreven staan nogmaals te toetsen.

Tijdens deze toets kan er ook gekeken worden of de maatregel 'vergroten' riool meegenomen kan worden of zal er een combinatie gemaakt moeten worden met verschillende maatregelen om het water bij deze bui te bergen.

Ook is het onzeker hoe het klimaat gaat veranderen, en daarmee, de neerslagintensiteit. Hierdoor wordt aanbevolen deze statistieken bij te houden en zodra de neerslagintensiteit een stijgende lijn aanhoudt de maatregelen aan deze intensiteit aan te passen.

Bronvermelding

Deltacommissaris.nl. (2020). Geraadpleegd op 13-02-2020 van

<https://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/gebieden-en-generieke-themas/ruimtelijke-adaptatie>

ESRI Nederland (2019). Geraadpleegd op 29-02-2020 van

<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=aa7f5708b73a4fa2accc2b654c1629ea>

Gemeente Veere. (26 november 2019). 'Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2020-2023'. Geraadpleegd op 25-03-2020 van https://www.veere.nl/mgd/files/rioleringsplan_gemeente_veere_2020-2023_0.pdf

Kennisportaal Ruimtelijke Adaptie (2018). Geraadpleegd op 23-02-2020 van

<https://ruimtelijkeadaptatie.nl/actueel/actueel/nieuws/2018/standaard-neerslag/>

Klimaat-effectatlas. (2020). 'Kaartverhalen wateroverlast'. Geraadpleegd op 20-03-2020 van

<http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartverhaal-wateroverlast>

SAZ+. (24 april 2016). 'Naar één Zeeuws Plan (Afval)waterketen'. Geraadpleegd op 16-04-2020 van

<https://documentenbox.netwerk-opslag.nl/index.php?fileid=158&filemd5=7f395f8b5a9fea0cd0f3b41d415375b9&route=documentensearch/documentensearch/viewfile>

Bijlagen

Leeswijzer

Hoofdstuk 2

- Bijlage 1 Methode
 - Hierin wordt de beschreven op welke manier het onderzoek uitgevoerd gaat worden om tot een goed resultaat te komen.

Hoofdstuk 3

Bijlage 2, 3, 3e en 4 vormen samen het theoretisch kader. In de extra bijlages 3a, b en c geven informatiebronnen weer over het gebied dat alreeds bekend is. Bijlage 5 zal een aanvulling zijn op de eisen die de gemeente Veere aan de openbare ruimte geeft

- Bijlage 2 Extreme Neerslag
- Bijlage 3 Theoretisch kader
 - Bijlage 3a BRP Koudekerke 2018
 - Bijlage 3b Verhard oppervlakte Koudekerke
 - Bijlage 3c Bodemprofielen
 - Bijlage 3e Riolerings/types/beleid gemeente Veere
- Bijlage 4 Maatregelen
 - Bijlage 4a Sonderingsonderzoek
- Bijlage 5 Nota Openbare Ruimte

Hoofdstuk 4

In Bijlage 6 zullen als eerst de locaties onderzocht worden waarover een MCA-analyse gehaald zal worden. De locaties zijn in hoofdstuk 3 vastgesteld en zullen in deze bijlage verder gedetailleerd worden in combinatie met de mogelijk toe te passen maatregelen. In bijlage 6a wordt de berekening, welke nodig is om te bepalen of de gewenste afvoercapaciteit gehaald wordt, weergegeven.

In Bijlage 7 zal te lezen zijn hoe de ingevulde MCA te zien zijn. Vanuit bijlage 7 zal in bijlage 8 een overzichtstekening te zien zijn waarin schematisch alle maatregelen zijn uitgewerkt. In bijlage 8a zal vervolgens nog ingegaan worden op een herberekening. Dit omdat sommige locaties na het invullen van het MCA samengevoegd worden.

In bijlage 9 zal een tekening te zien zijn waarin locatie 5 is uitgewerkt; uiteindelijk om de hoofdvraag helemaal te kunnen beantwoorden zal er ook nog een planning (bijlage 10) gemaakt worden waarin te vinden is in welk jaar een maatregel gerealiseerd zal worden.

- Bijlage 6 Locaties
 - Bijlage 6a berekeningen
- Bijlage 7 MCA
- Bijlage 8 Overzicht maatregelen
 - Bijlage 8a herberekeningen afvoer riool samengevoegde locaties.
- Bijlage 9 Uitwerking locatie 5
- Bijlage 10 Planning

Bijlage 1 Methode onderzoek

1. *Wat wordt bedoeld met de term “doelmatig”?*

Om een goed antwoord op de hoofdvraag te geven moet deze vraag eerst beantwoord zijn. Zodra niet duidelijk is wat “doelmatig” in deze vraag inhoudt, kan er niet tot een goede conclusie gekomen worden. Door middel van een interview zal de betekenis van doelmatig worden vastgesteld.

Onderzoeksmiddel

Interview

Door middel van het afnemen van een interview met de gemeente Veere kan bepaald worden wat zij onder doelmatig verstaan. De definitie van doelmatig, volgens de gemeente Veere, zal dan ook beschreven staan in het onderzoeksverslag.

2. *Wat wordt verstaan onder “(water)schade”?*

Om een goed antwoord op de hoofdvraag te geven moet deze vraag eerst beantwoord zijn. Zodra niet duidelijk is wat “(water)schade” in deze vraag inhoudt, kan er niet tot een goede conclusie gekomen worden. Door middel van een interview met de gemeente Veere zal bepaald worden wat de gemeente Veere onder (water)schade verstaat.

Onderzoeksmiddel

Interview

Door middel van het afnemen van een interview met de gemeente Veere kan bepaald worden wat zij onder (water)schade verstaan. Dat wat de gemeente Veere onder (water)schade verstaat zal worden beschreven in het onderzoeksverslag.

3. *Wat wordt verstaan onder “extreme neerslag”?*

Om een goed antwoord op de hoofdvraag te geven moet deze vraag eerst beantwoord zijn. Zodra niet duidelijk is wat “extreme neerslag” in deze vraag inhoudt kan er niet tot een goede conclusie gekomen worden. Door middel van een interview zal de betekenis van extreme neerslag, voor de gemeente Veere, worden vastgesteld.

Onderzoeksmiddel

Interview

Door middel van het afnemen van een interview met de gemeente Veere kan bepaald worden wat de gemeente Veere onder extreme neerslag verstaat. Deze neerslaghoeveelheid zal in dit onderzoek als uitgangspunt genomen worden en hierop zullen de maatregelen getoetst worden. In het onderzoeksverslag zal dit worden beschreven.

4. *In welke mate moet de kans op (water)schade worden beperkt?*

Om een goed antwoord op de hoofdvraag te geven, moet deze vraag eerst beantwoord zijn. Zodra niet duidelijk is in welke mate de kans op (water)schade beperkt moet worden in deze vraag kan er niet tot een goede conclusie gekomen worden. Met een interview zal deze vraag beantwoord moeten worden.

Onderzoeksmiddel

Interview

Door middel van het afnemen van een interview met de gemeente Veere kan bepaald worden wat hun onder (water)schade verstaan. Aangezien zij het beste weten wat ze willen zal dit dus ook maatgevend zijn in hoeverre ze dit willen beperken. In het theoretisch kader zal dit worden beschreven.

5. *Wat zijn de mogelijke alternatieven en varianten om de (water)schade te beperken in Koudekerke?*

Om de mogelijke alternatieven en varianten en om de (water)schade, te bepalen moet er gekeken worden naar alle mogelijke maatregelen die er zijn om het water van de openbare ruimte te beperken tegen extreme neerslag. Per maatregel zullen de voor- en nadelen beschreven worden. In dit deel van het onderzoek worden zowel traditionele als innovatieve maatregelen met elkaar vergeleken. Elke maatregel zal bestudeerd worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van: literatuuronderzoek en experts.

Onderzoeksmiddelen:

Literatuuronderzoek

Gekeken naar de alreeds bedachte maatregelen tegen wateroverlast, maar welke nog niet overal gerealiseerd zijn, is de bestaande literatuur een goede bron van informatie. Daarom zullen de beschikbare documenten op dit gebied geanalyseerd worden, om hier (een) mogelijke maatregel(en) uit te halen. Omdat er een kans is dat niet elke methode op dezelfde plaats toegepast kan worden, zal er ook onderzoek gedaan moeten worden naar de mogelijkheden welke een maatregel biedt.

Experts

Om te achterhalen of de voorgestelde maatregel(en) haalbaar zijn op de desbetreffende locaties zal er met de gemeente Veere/NXXS overleg gepleegd worden over de haalbaarheid van deze maatregel(en).

6. Wat zijn de functionele en technische eisen die aan de openbare ruimte gesteld worden?

Om de belangrijkste functionele en technische eisen te vinden die nodig zijn voor een toe te passen maatregel tegen waterschade in de openbare ruimte moet gekeken worden naar de exacte locatie van het project en moet deze onderzocht worden. Hierbij dient het eindproduct te voldoen aan de eisen van de opdrachtgever en inpasbaar zijn in de omgeving. Hierbij zal rekening gehouden worden met de functionaliteit en toegankelijkheid van de openbare ruimte. Deze eisen zullen dan ook meegenomen worden in het programma van eisen (PVE).

Met betrekking op de technische eisen is het essentieel om de lokale omstandigheden te bestuderen, waar de openbare ruimte aangepast zal worden. Het beantwoorden van de deelvraag zal uitgevoerd worden door middel van de volgende onderzoeksmiddelen: Interview met de opdrachtgever en dorpsbewoners, literatuurstudie.

Onderzoeksmiddelen:

Literatuurstudie

Bij de literatuurstudie kunnen wetenschappelijke documenten gebruikt worden als een betrouwbare bron om de technische eisen te bepalen voor de herinrichting van de openbare ruimte in Koudekerke. Het onderzoeken van alreeds bestaande literatuur zal een goede bron van informatie kunnen zijn om een selectie te maken van de belangrijkste technische en functionele eisen.

Hiervoor kunnen bronnen van het internet, betrouwbare websites, gebruikt worden. Te denken valt aan websites waarbij lokale omstandigheden van bijvoorbeeld de bodemkwaliteit, neerslag etc. te vinden zijn.

Interview met de opdrachtgever

De opdrachtgever, Gemeente Veere, moet het uiteindelijke product kunnen 'verkopen' aan de stakeholders en moet er een subsidie voor zien te krijgen. Hierdoor heeft de gemeente Veere tevens eisen aan het eindproduct. Hiervoor zal er een interview gehouden worden met de desbetreffende personen van de gemeente Veere om zo een goed beeld te krijgen van hun eisen aan het mogelijke ontwerp. Tijdens dit interview zullen de besproken onderwerpen gebruikt worden als bron om de eisen te bepalen. Deze eisen zullen voornamelijk te maken hebben met functionaliteit, onderhoud en esthetiek.

7. Welke maatregel is het meest geschikt om (water)schade te beperken in Koudekerke?

Om de meest geschikte maatregel(en), tegen de (water)schade in het probleemgebied, te selecteren, om deze daarna verder te specificeren, moet er gebruik gemaakt worden van een Multi criteria analyse (MCA). Door gebruik te maken van een MCA kan de beste maatregel(en) voor de casus gekozen worden met daarbij de belangen van; de opdrachtgever en de stakeholders meegenomen. De benodigde informatie om het MCA in te vullen zijn afkomstig uit; de hiervoor genoemde deelvragen, een interview met de gemeente Veere en een literatuuronderzoek.

Onderzoeksmiddelen:

Literatuuronderzoek

Tijdens het literatuuronderzoek zal eerst:

* Het verschil tussen de extreme neerslag en de neerslag waar de gemeente al aan moet voldoen moet onderzocht worden, om zo de hoeveelheid extra neerslag te bepalen waaraan de maatregel moet voldoen.

*De locaties, waar overlast door water kan ontstaan, moeten onderzocht worden. Deze locaties zullen eerst besproken en vastgesteld worden bij het interview met de gemeente Veere.

Zodra dit bekeken en bekend is zal elke locatie onderzocht worden zodat het mogelijk is het MCA per locatie in te vullen en te toetsen waar mogelijk.

Interview

Met de gemeente Veere zal vooraf gekeken worden naar de locaties welke (water)overlast geven of gaan geven. Vanuit de literatuurstudie zullen hoogstwaarschijnlijk al enkele locaties, waarbij (water)schade kan optreden, bekend worden. Vervolgens zal met de gemeente Veere overlegd worden of deze locaties ook door hen als probleem locaties worden gezien en of zij deze locatie ook aangepakt willen zien worden.

Multiple criteria analysis

De beslissing voor de definitieve maatregel(en) om de (water)schade te beperken in de openbare ruimte zal worden genomen met behulp van een Multi Criteria Analyse (MCA). Een Multi Criteria Analyse is een hulpmiddel om een maatregel te beoordelen op basis van verschillende factoren welke allemaal een wegingspercentage krijgen toegewezen. De criteria's welke gebruikt zullen gaan worden voor de beoordeling van de varianten zijn gebaseerd op de eisen van de opdrachtgever.

Criteria voorselectie en weegfactor

Voor elk criteria-onderdeel zal een ander gewichtspercentage worden opgenomen, afhankelijk van hoe belangrijk het is: Dus de alternatieven zullen op basis daarvan worden beoordeeld. De beoordelingscriteria met de bijbehorende wegingsfactor voor het MCA zijn opgenomen in tabel 1:

Tabel 1 MCA-beoordelingscriteria

Criteria	Weging	Uitleg
Inpasbaarheid omgeving	25%	De inpasbaarheid in de omgeving is een belangrijk criteria voor dit project. Zodra het slecht (of niet) inpasbaar is in de omgeving zal het direct invloed hebben op het eindproduct. Daarom is het van belang om dit criteriapunt een hoge wegingsfactor te geven.
Kosten	10%	De kosten voor het realiseren van de maatregel zullen ook meegenomen worden. De kosten moeten in proportie staan met het effect van de maatregel die genomen wordt. Ook moet gekeken worden naar de totale kosten van de maatregel. Omdat dit criteria wel invloed heeft op het eindontwerp, maar de kosten van schade door wateroverlast ook oploopt zal dit criteria een minder hoge wegingsfactor hebben

Tijd	15%	Bij het ontwerp moet gekeken worden hoe lang het kost om de maatregel te realiseren. Omdat de meeste maatregelen tegelijk met een (weg her-) inrichting plaats zullen vinden, moet dit wel mogelijk zijn, en inpasbaar zijn in deze planning. Omdat dit criteriapunt van belang is om mee te nemen in de alreeds bestaande planning zal dit een gemiddelde wegingsfactor hebben.
Effect	30%	Dit criteria is een belangrijk criteria. Zodra de oplossing weinig tot geen effect heeft, zal de maatregel het doel niet halen en is de hoofdvraag niet goed beantwoord. Daarom heeft dit criteria ook een hogere wegingsfactor.
Onderhoudskosten	15%	Omdat de maatregel ook kosten in het onderhoud met zich meebrengt. Moet er gekeken worden naar deze kosten. Als deze kosten net zo hoog liggen als het repareren van waterschade is de maatregel minder aantrekkelijk om te plaatsen. Omdat dit criteria van belang is om mee te nemen in het totale eindproduct zal dit een gemiddelde wegingsfactor krijgen.
Esthetiek	5%	Omdat de maatregel in sommige gevallen zichtbaar kan zijn voor de dorpsbewoners zal er gekeken worden wat de maatregel voor invloed heeft op de esthetiek in het dorp. Dit criteria is van iets minder belang mocht de maatregel heel efficiënt zijn. Men wil immers geen waterschade.

Beoordelingssysteem

De beoordeling van elke variant zal gebaseerd zijn op de beoordeling aan de hand van de factor (criterium) op de schaal van 1 (aangezien 0 niet verder kan worden vermenigvuldigd voor het doel van de analyse) tot 5. Het volgende indelingssysteem wordt gehanteerd: 1 - Zeer slecht; 2 - Slecht; 3 - Gemiddeld; 4 - Goed; 5 - Zeer goed.

8. *Hoe wordt de gekozen maatregel, om (water)schade in de openbare ruimte te beperken, gerealiseerd?*

Bij de laatste deelvraag in dit onderzoek wordt ingegaan op minimaal één locatie waar de gekozen maatregel(en) gerealiseerd gaat worden. Hiervoor moet de gekozen maatregel verder in detail uitgewerkt worden door middel van een technische tekening en een (her)berekening. De informatie die hiervoor gebruikt wordt zal door een expert van NXXS gefilterd worden op relevante en nauwkeurige waarden. Om zo tot een optimale realisatie te komen.

Onderzoeksmiddelen:

Experts

Om de gekozen maatregel(en) het best tot zijn recht te laten komen per gebied/locatie zal de expertise van het ingenieursbureau NXXS gebruikt worden. Bij dit ingenieursbureau is voldoende expertise aanwezig om te ondersteunen bij het detailleren van het eindproduct om zo tot een optimaal eindresultaat te komen.

Bijlage 2 Extreme neerslag

Om een goed beeld te krijgen van extreme neerslag zal in deze paragraaf besproken worden wat extreme neerslag is, hoe vaak dit voorkomt en wat de impact hiervan is.

Het rioolstelsel moet volgens het VGRP (Gemeente Veere, 2019) voldoen aan een bui08, dit is een bui met de piek intensiteit 39,6mm/h. Zodra er een bui valt met een hogere intensiteit is er sprake van een extremere bui. Deze bui is meestal hevig en kortdurend. (KNMI, 2020)

Momenteel zijn de rioolstelsels in dorpen en steden bestand tegen vaak voorkomende neerslaggebeurtenissen. Hierdoor zullen buien die minder vaak voorkomen als een extreme bui aangemerkt worden. Een bui met de herhalingstijd van 1 procent per jaar komt overheen met een bui die één keer in de 100 jaar zal vallen.

Een extreme bui welke één keer per 100 jaar op een vaste locatie voorkomt, komt jaarlijks ergens anders in Nederland voor. Dit komt omdat deze bui lokaal is en Nederland, ten opzichte van een hevige bui, groot. Er zijn dus veel plekken waar zo'n bui kan vallen. Een extreme bui valt daarom met een relatief grote kans ergens in Nederland maar de kans dat dit elke keer precies op dezelfde plek is zeer klein (KNMI, 2020).

De kaart in figuur 1 geeft de kern Koudekerke weer, waarbij de maximale waterdiepte weergegeven wordt bij een bui die eens in de 100 jaar valt. Hierbij is een bui gebruikt waarin 70mm neerslag valt in 2 uur tijd (klimaat-effectatlas, 2019). Aan de hand van deze kaart zal in paragraaf 3.4 van het onderzoeksrapport een Multi criteria analyse terug te vinden zijn.



Figuur 1 Waterdiepte bij bui t=100

Bronvermelding

KNMI. (2020). Kennis en datacentrum; extreme neerslag. Geraadpleegd op 13-03-2020 van <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag>

klimaat-effectatlas. (2019). Waterdiepte bij intense neerslag. Geraadpleegd op 12-03-2020 van <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=aa7f5708b73a4fa2accc2b654c1629ea>

Gemeente Veere. (26 november 2019). 'Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan 2020-2023'. Geraadpleegd op 02-03-2020 van https://www.veere.nl/mgd/files/rioleringsplan_gemeente_veere_2020-2023_0.pdf

Bijlage 3 Theoretisch kader

Deze bijlage beschrijft de theoretische achtergronden welke als onderbouwing op de antwoorden op de (deel)vragen nodig zijn. In paragraaf 1.1 vindt u informatie over de bestaande (water)wegen in Koudekerke. Paragraaf 1.2 gaat verder in op het oppervlaktewatersysteem en paragraaf 1.3 beschrijft de mogelijke maatregelen. Paragraaf 1.4 beschrijft de ambities/tijdsplan welke de Nederlandse regering heeft gesteld omtrent dit onderwerp. Als laatste treft u in paragraaf 1.5 een analyse onder stakeholders aan.

In het onderzoeksrapport kunt u verder lezen hoe er met deze informatie is omgegaan.

1.1 Achtergrondinformatie

Koudekerke

Koudekerke ligt in de provincie Zeeland op het eiland Walcheren. Koudekerke is de grootste kern van de gemeente Veere. Dit dorp is gekenmerkt door de aan de ene kant het landelijke dorpsleven, maar aan de andere kant de dynamiek van de stad Vlissingen. Koudekerke heeft een actieve gemeenschap die na de Tweede wereldoorlog is ontstaan. Na deze tijd was Koudekerke de ideale woonplaats voor arbeiders van de scheepswerf in Vlissingen. Door deze reden groeide het dorp destijds snel (Gemeente Veere, 2020).



Figuur 1 Locatie Koudekerke

Watergangen

Rondom Koudekerke liggen verschillende watergangen. Hiervan zijn de meeste watergangen tertiair enkele secundair en één primair. De watergangen stromen in de meeste gevallen van het dorp af, op een enkeling na die parallel langs het dorp blijft lopen. Door Koudekerke zelf loopt geen watergang. In figuur 2 worden de watergangen weergegeven inclusief legenda. (Waterschap Scheldestromen, 2019).



Figuur 2 Watergangen Koudekerke

Wegen

Rondom Koudekerke ligt de N288 hierop komen 3 van de 5 ontsluitingswegen uit. De N288 is destijds aangelegd om de Middelburgsestraat en Duinstraat te ontlasten van toeristen die naar het strand de Dishoek gaan. De wegen in het dorp worden vooral gebruikt door bewoners zelf en in het hoogseizoen door toeristen die het dorp een bezoek brengen.

De auto's in Koudekerke worden geparkeerd langs de weg, in de daar voorbestemde parkeervakken of op eigen terrein.



Figuur 3 Wegontsluitingen Koudekerke

In figuur 3 staat weergegeven waar de ontsluitingen in Koudekerke liggen (Provincie Zeeland, 2020).

Verhard/onverhard oppervlak

Om een goed beeld te krijgen van de verharding in Koudekerke zal er gekeken moeten worden naar de oppervlaktes van daken en wegen in de kern Koudekerke. In het Basis rioleringsplan (BRP) Koudekerke 2018(Bijlage 3a) is dit al onderzocht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen verharding van de weg en verharding van daken. In bijlage 3b staat weergegeven hoeveel hectaren er per bemalingsgebied verhard is.

Maaiveldhoogtes

Voor de maaiveldhoogtes wordt het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) geraadpleegd. Uit dit bestand valt op te maken dat de kerk het hoogste punt van Koudekerke is. Vanaf dit punt zal dan ook het water naar lagergelegen plekken lopen. Om te bepalen waar het water naar toestroomt zullen de maaiveldhoogtes bekend moeten zijn. Vanuit deze hoogtes kan bepaald worden hoeveel water er in totaal naar het laagste (probleem)punt stroomt (AHN-hoogteprofieltool, 2020).



Figuur 4 AHN hoogtekaart Koudekerke

Bodemprofiel

Om een goede maatregel te vinden moet er gekeken worden naar de bodemprofielen. Vanuit deze profielen kan er geconcludeerd worden of er zetting kan optreden, of infiltratie in de bodem mogelijk is en of er bergingsmogelijkheden zijn voor het water. In het geval van een zand ondergrond vindt er veel

filtratie plaats. In het geval van een klei ondergrond zal er weinig infiltratie plaatsvinden. Ook moet er gekeken worden naar de grondwaterstand. Zodra deze hoog is kan er ook minder water geborgen worden. In bijlage 3d zijn enkele boormonsters toegevoegd waarin de grondsoorten zijn gemeten.

Afhankelijk van het punt waarnaar gekeken wordt kan er geconcludeerd worden dat ongeveer de eerste 3 meter onder maaiveld bestaan uit klei of veen. Onder deze laag is er voornamelijk zand terug te vinden. Omdat de eerste lagen bestaan uit klei zal er vrijwel geen tot weinig infiltratie plaatsvinden.

Riool systeem

Het rioolstelsel in Koudekerke bestaat voornamelijk uit een gemengd stelsel. In het Basis rioleringsplan (BRP) Koudekerke 2018 (Bijlage 3a) is te zien waar welke type rioolstelsel zich bevindt. Ook wordt de stromingsrichting van het riool hierin weergegeven. Een verdere uitleg van het rioolsysteem wordt gegeven in bijlage 3e. Zoals te zien is kan het riool in Koudekerke niet op alle plekken in het regenwater van een bui08 aankunnen.

Toetsing huidige situatie

In Koudekerke is het bestaande rioolstelsel getoetst op een bui08 (19.8mm/60min). Vanuit de gemeente Veere is het een eis om deze bui op het rioolstelsel te verwerken. Er mag tijdens deze bui geen water op straat blijven staan. Zoals te zien in Bijlage 3a van het BRP Koudekerke 2018 voldoet het huidige stelsel nog niet. Er liggen al plannen om het riool aan te passen waardoor het rioolstelsel wel de afvoercapaciteit voor een bui08 kan halen. Bij deze nieuwe situatie is te zien dat zodra er een bui09(29,4 mm/60mm eens in de 5 jaar) valt, het nieuwe rioolstelsel op sommige punten deze bui niet kan verwerken.

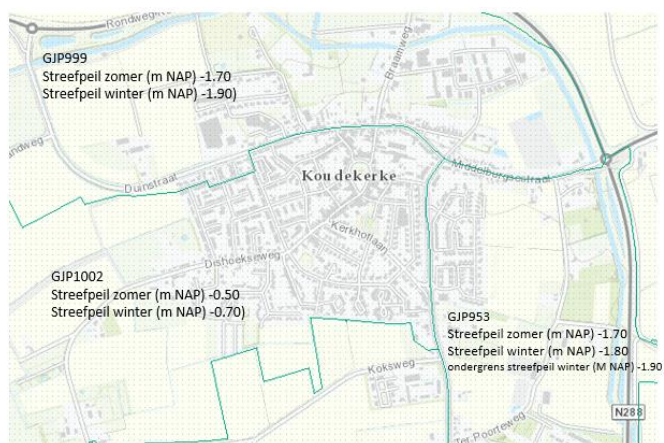
1.2 Oppervlaktewater systeem

In dit hoofdstuk zal het oppervlaktewater systeem van Koudekerke bekeken worden. In de vorige paragraaf is al ingegaan op de waterwegen in Koudekerke. Vanuit dit daar zal verder gekeken worden naar: de waterpeilen, kwel, beheer, infiltratie kansen en de grondwaterstanden.

Peil oppervlaktewater

Koudekerke heeft 3 peilgebieden. In figuur 5 zijn deze gebieden weergegeven. De peilgebieden betreffen:

- GJP1002 (Streefpeil zomer (m NAP) - 0.50 en Streefpeil winter (m NAP) - 0.70)
- GJP953 (Streefpeil zomer (m NAP) - 1.70, Streefpeil winter (m NAP) -1.80 ondergrens streefpeil winter (M NAP) -1.90)
- GJP999 (Streefpeil zomer (m NAP) - 1.70 en Streefpeil winter (m NAP) - 1.90)



Figuur 5 Peilgebieden Koudekerke

Het peil in een bemalingsgebied hoeft niet overal hetzelfde te zijn (Waterschap Scheldestromen, 2019).

Beheer

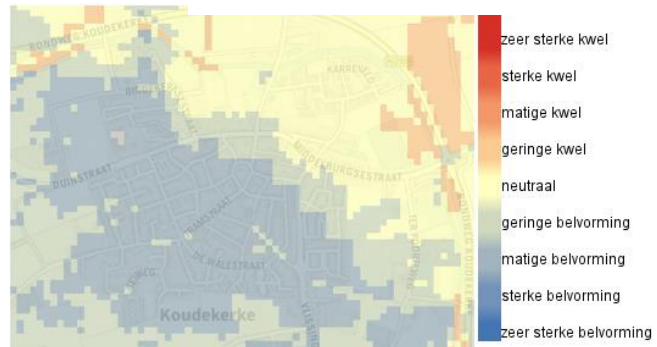
Het beheer van dit oppervlaktewater moet uitgevoerd worden door Waterschap Scheldestromen. In figuur 6 staat weergegeven tot aan waar het beheer van het oppervlaktewater loopt. De weergegeven zones kunnen tot 7 meter vanuit de insteek van het leggerwater rijken (waterschap Scheldestromen, 2019).



Figuur 6 Beheer percelen waterschap

Kwel

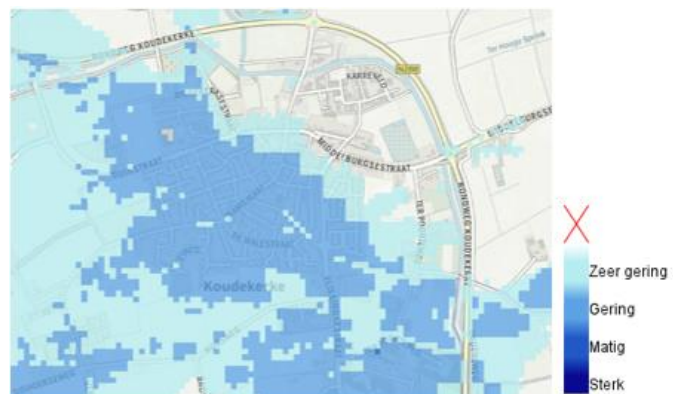
In Koudekerke vindt matige tot geringe kwelvorming plaats. Noordelijk van Koudekerke verandert de kwelvorming naar neutraal. In figuur 7 staat dit weergegeven (Provincie Zeeland, 2020).



Figuur 7 Kwel Koudekerke

Infiltratie kansen

In de kern Koudekerke zijn op enkele plekken waar zeer gering tot geringe infiltratie kan plaatsvinden, zie figuur 8. Hierin is te zien dat vooral in het zuidwesten van de kern Koudekerke de 'meeste'(geringe) infiltratie kan plaats vinden (Provincie Zeeland, 2020).



Figuur 8 Infiltratiekansen Koudekerke

Grondwaterstanden

De grondwaterstanden in de kern Koudekerke worden beheerd door waterschap Scheldestromen. In figuur 9 is te zien wat de grondwaterstand in deze kern is. Hierin is te zien dat het merendeel van Koudekerke een grondwaterstand groter dan -2 meter onder het maaiveld heeft (Klimaat-effectatlas, 2020).



Figuur 9 Grondwaterstanden Koudekerke

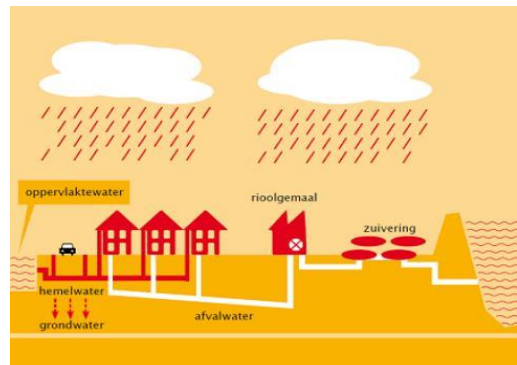
1.3 Mogelijke maatregelen

Afkoppelen

Een methode om het water op straat te beperken is door een gemengd rioolstelsel te scheiden in twee aparte rioolbuizen. Hierdoor zal het regenwater op een andere buis aangesloten worden dan het vuilwater.

Het vuilwater wordt hierbij afgevoerd naar de zuiveringsinstallatie en het schone water(neerslag) zal direct op het oppervlaktewater geloosd worden.

Als er wordt afgekoppeld zal het vuilwaterstelsel, dat naar de zuiveringsinstallatie gaat, minder belast en vol zijn. Dit zorgt ervoor dat het regenwater meer ruimte krijgt om naar het oppervlaktewater te gaan.



Figuur 1 Schematische weergave afkoppelen

Er kan voor wijken waar nu een gemengd stelsel ligt onderzocht worden of het mogelijk is om tijdens vervanging en reconstructie een gescheiden stelsel te realiseren. Hierbij moeten kosten, maatschappelijke acceptatie en ruimtelijke inpasbaarheid tegen elkaar afgewogen worden.

Bij uitbreidingsplannen wordt er in principe geen hemelwater naar een zuiveringsinstallatie vervoerd. Dit water wordt meestal lokaal verwerkt. Tegenwoordig is het zo dat bij elke m² er 10mm* regenwaterberging op eigen terrein gecreëerd moet worden (Gemeente Houten, 2019). Een voorbeeld hiervan is een perceel van 250m². Hierbij moet de initiatiefnemer een waterberging van 10mm* X 250 m² = 2,5m³ aanleggen op het perceel.

*10 mm is gekozen op basis van doelmatigheid (hergebruik water, kosten en praktische uitvoering) (Gemeentebld, 2019).

Voordelen	Nadelen
Verminderd bezetting op gemengd stelsel	Kan tot bepaalde capaciteit
Schoonwater vermengt zich niet met vies water	Duur omdat dit ondergronds is
Geen reinigingskosten aan schoonwater	Duur in onderhoud

Extra afvoer

In plaats van af te koppelen is het ook mogelijk om een extra afvoer te leggen daar waar al het water zich verzameld. Deze afvoer zal niet, zoals bij afkoppelen, aangesloten worden op alle rioolputten. Maar zal op het diepste punt van de weg, waar al het water verzameld, uitkomen met een waaierdeksel. Het water zal via de waaierdeksel in de afvoer lopen welke aangesloten wordt op het oppervlaktewater.

Vergroten riool

Om te zorgen dat al het water bij een extreme regenbui weg kan. Kan er ook gekeken worden of het mogelijk is het riool dusdanig te vergroten dat die dit water wel aan kan. Door een grotere rioolbuis verplaatst het water zich sneller naar bergingsgebieden. Bij deze oplossing wordt wateroverlast lokaal gereduceerd.

Het vergroten van de rioolbuis is een afweging van kosten en risico's. Ook moet hierbij gekeken worden in welke mate wateroverlast geaccepteerd wordt: er kan altijd een hevigere bui vallen dan waarvoor de buis bedoeld is.

Dit is een dure oplossing omdat hierbij al het riool vervangen moet worden, welke kostentechnisch meestal alleen mogelijk zijn bij geplande rioolvervanging. Ook zullen er enorm grote buizen neergelegd moeten worden wat niet overal inpasbaar is, vanwege kabels en leidingen (Rainproof, 2019).

Voordelen	Nadelen
Geen zichtbare veranderingen bovengronds	Kan tot bepaalde capaciteit
	Duur in aanleg
	Duur in onderhoud
	Geen zekerheid

Ontharden

Waar het mogelijk en zinvol is zal het verharde deel in de openbare ruimte gereduceerd moeten worden. Als dit gedaan wordt kan er meer infiltratie van regenwater plaatsvinden en wordt hittestress tegengegaan. Op termijn zal het reduceren van verharding ook leiden tot een lagere onderhoudskostenpost. Hiervoor kan bijvoorbeeld als uitgangspunt genomen worden dat weinig belopen stoepen maar 1,2 meter (exclusief trottoirband) met een minimum vrije doorgang bij obstakels zoals lantarenpalen (conform Voetpaden voor iedereen, van Bouw Advies Toegankelijkheid, aug. 2015) hoeven te zijn. Het weghalen van verharding kan ook een voorbeeldfunctie hebben voor particulieren om tuinen te 'vergroenen'.

Voordelen	Nadelen
Verminderd bezetting op gemengd stelsel	Niet overal is infiltratie mogelijk
Schoonwater vermengt zich niet met vies water	Niet overal inpasbaar
Geen reinigingskosten aan schoonwater	
Goedkope oplossing	

Waterpasserende bestrating

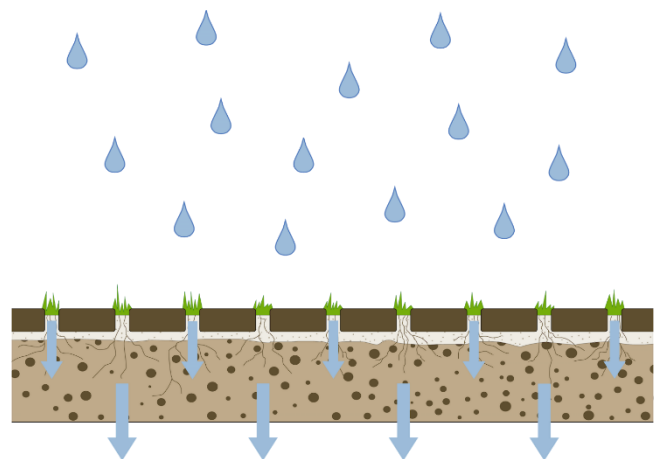
Er kan ook een waterpasserende bestrating gerealiseerd worden. Met deze maatregel zullen bijvoorbeeld parkeerplaatsen bestraat worden met waterpasserende verharding (gemeente Houten, 2019). Deze verharding kan bestaan uit klinkers met en open voeg. Hierdoor kan het regenwater makkelijker de grond inzakken. Bij deze manier wordt het grondwater aangevuld en hoeft dit water niet via het riool afgevoerd te worden

Klinkers met noppen

Klinkers met een openvoeg hebben noppen aan de zijkant waardoor er altijd een openvoeg gewaarborgd wordt. Deze soort klinkers zijn geschikt voor een terras, oprit, tuinpaden, parkeerplaats en minder intensief gebruikte wegen en pleinen. Deze klinkers kunnen daarom niet toegepast worden bij intensief gebruikte wegen zoals het hoofdverkeersnet en veel gebruikte parkeerplaatsen. Ook is deze bestrating vaak niet geschikt voor vrachtverkeer.

Klinkers zonder noppen

Buitenom klinkers met noppen is het ook mogelijk om normale klinkers met een open voeg te leggen. Deze klinkers hebben een lagere belasting dan die met noppen. Het is mogelijk om normale klinkers in een (half) open verband te leggen. Hierbij worden de opengedeeltes opgevuld met gras, grind of



Figuur 2 Schematische weergave waterpasserende bestrating

schelpen. In dit geval kunnen zijn er veel patronen te bedenken en is de keus in steensoort ook zeer ruim. Zodra ervoor gekozen wordt voor deze manier moet er rekening gehouden worden met de kwaliteit van de ondergrond en de stabiliteit van het verband, waarin de stenen gelegd worden, om verzakking te voorkomen. Om deze reden is deze verharding niet geschikt voor zware belastingen

Straatklinkers

De normale straatklinkers kunnen ook in een (half)open verband gelegd worden. Deze opengedeeltes kunnen worden opgevuld met gras, grind of schelpen. Bij deze klinker zijn er ook vele patronen te bedenken waarin ze gelegd kunnen worden. Hierbij moet er ook rekening gehouden worden met de ondergrond en stabiliteit om verzakking tegen te gaan.

Poreuze klinkers

In plaats van de verharding die we gewend zijn kan er ook gekozen worden voor een poreuze klinker. Deze klinkers zijn waterdoorlatend. Hierdoor hoeven ze niet in een (half)openvoeg gelegd te worden, wat de stabiliteit weer ten goede komt. Het nadeel van deze poreuze klinker is dat ze kunnen dichtslibben waardoor er extra beheer en onderhoud gevraagd wordt. Vanwege deze reden wordt deze klinker niet aangeraden. (Rainproof, 2020).

Voordelen	Nadelen
Verminderd bezetting op gemengd stelsel	Niet overal is infiltratie mogelijk
Schoonwater vermengt zich niet met vies water	Kan niet voor een weg dienen
Geen reinigingskosten aan schoonwater	Redelijk dure oplossing
Tijdelijk opslag	Kan alleen bij niet veel gebruikte parkeerplaatsen gebruikt worden
	Kan geen zwaar verkeer aan.

Wadi's

Een wadi is een met grind en zand gevulde greppel of sloot. Een wadi heeft als doel het water (tijdelijk) vasthouden of te laten infiltreren. Op een wadi kan gelopen worden maar een wadi is niet geschikt voor zware belasting (auto's). Omdat een wadi beplant is past een wadi in een groengebied of een groenstrook.

Wadi's zijn goede systemen om het stedelijk watersysteem te verbeteren. Een wadi zorgt ervoor dat al het hemelwater, van daken en wegen, niet in het riool loopt. Doormiddel van bovengrondse goten en/of greppels kan het water naar de wadi geleid worden. Als de wadi goed is ontworpen zal de wadi in staat zijn het hemelwater te infiltreren en te bufferen. Doordat dit plaatsvindt wordt de overstort geminimaliseerd, wordt de kwaliteit van het oppervlaktewater verbeterd en wordt de verdroging beperkt (Boogaard et al., 2003).

Wadi's zijn een onderdeel van een robuust hemelwatersysteem. Omdat de wadi duidelijk zichtbaar is kunnen knelpunten en overbelasting sneller worden ontdekt. Een extra voordeel van een wadi is dat bewoners zich meer bewust worden van vuil water op straat. Omdat ze zien dat dit water de wadi inloopt zullen bewoners minder snel geneigd zijn hun auto op straat te wassen. Ook kan er door gebruik te maken van een wadi foutieve aansluiting voorkomen worden (Boogaard et al., 2003).

Opbouw wadi

Een wadi heeft op de bovenlaag een doorlaatbare bodem. Onder deze laag bevindt zich een koffer die gevuld kan zijn met grind, lavasteen of gebakken kleikorrels. Doordat deze materialen zich daar bevinden zijn er daar veel tussenruimtes waar het regenwater kan afstromen. Om te voorkomen dat deze ruimtes dichtslibben kan de koffer worden ingepakt met geotextiel. Onderin de koffer bevindt zich een infiltratie/drainbuis.

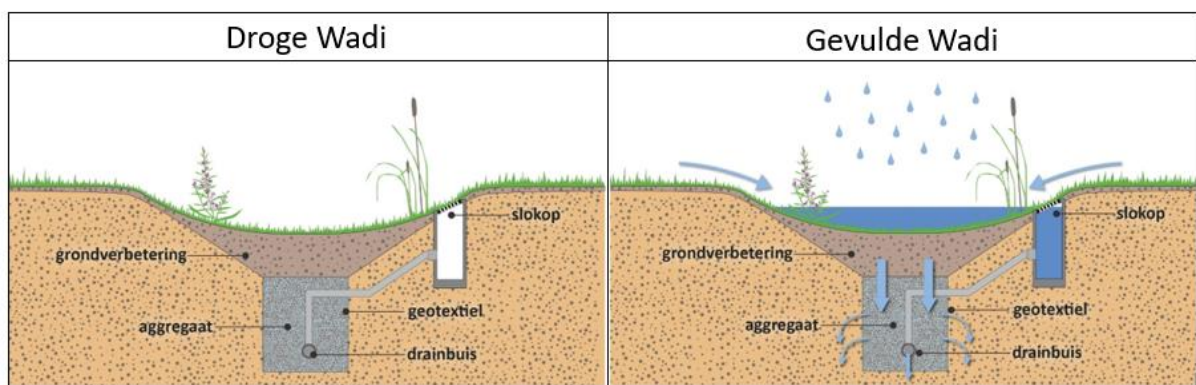
Zodra er een wadisysteem gebruikt wordt is een bovengrondse afvoer in vrijwel alle situaties het meest praktisch en noodzakelijk, omdat er in Nederland vooral vlakke ondergrond is en de grondwaterstanden vrij hoog zijn. Hierbij ligt de ondergrondse afvoersystemen voor hemelwater in Nederland te diep om een goede afvoeraansluiting op het wadisysteem te maken. Er moet rekening gehouden worden dat intensief gebruikte wegen, hoofdroutes en marktpleinen altijd op de riolering aangesloten moeten worden, in verband met vervuild hemelwater.

Om te zorgen dat de wadi met hevige neerslag niet overstroomt kan ervoor gekozen worden de wadi te voorzien van een slokop. Een slokop is een overloopvoorziening die direct op de infiltratie/drainbuis zijn aangesloten. Zodra het water boven de slokop uit uitkomt zal het water direct via de slokop naar de drain stromen. Op het moment dat de slokop en drain beide gevuld zijn met water zal het water direct naar het oppervlaktewater of regenwaterriool afgevoerd worden.

Om een wadi aan te leggen is er ongeveer 16% van de totaaloppervlakte van een nieuwbouwwijk nodig. In dit percentage zit het gebruik van een natuurvriendelijk flauw talud. Uit ervaring blijkt dat een wadi talud niet steiler dan 1:3 kan zijn in verband met het maaien. [Boogaard et al., 2003]

Bij lage grondwaterstanden is een wadi het meest geschikt. Om een goed beeld te krijgen of een wadi toegepast kan worden, moet er duidelijkheid zijn over de grondwaterspiegel en de bodemopbouw. Dit kan zeer verschillend zijn per locatie, in sommige gevallen zelfs op één locatie.

In onderstaande figuren zijn schematische doorsneden gegeven van een wadi.



Figuur 3 Schematische weergaven wadi

Natuurvriendelijke wadi

Een wadi kan met gras beplant worden maar er kan ook gekozen worden voor een natuurvriendelijke wadi. Een natuurvriendelijke wadi wordt beplant met vochtminnende planten. Deze planten zorgen voor minder onderhoud aan de wadi, dan bij een met gras ingezaaide wadi. Een extra voordeel van een natuurvriendelijke wadi is dat de hoog opgaande vegetatie bijdraagt aan de biodiversiteit in stedelijk gebied. Ook zorgt deze beplanting dat de bodem beter door geworteld is, wat op lange termijn zorgt voor een beter waterdoorlaatbaarheid.

Beheer wadi

Een wadi moet goed onderhouden worden om verontreiniging en dichtslibben te voorkomen. Hierdoor is het raadzaam twee keer per jaar bladeren en zwerfafval te verwijderen, de slokoppen leeg te zuigen en één keer per jaar de drainage schoon te spuiten.

Zodra de wadi is ingezaaid met gras is het raadzaam deze eens in de twee weken te maaien. Zodra er gebruik gemaakt wordt van een natuurlijke wadi zal dit twee keer per jaar zijn. Gras hoeft niet afgevoerd te worden maar bij een natuurlijke wadi moet het organische materiaal na het maaien wel afgevoerd worden. Als we dit met elkaar vergelijken op jaarbasis kan er geconcludeerd worden dat de wadi met gras vier keer zo duur is in onderhoud dan een natuurlijke wadi. [Boogaard et al., 2003; Rainproof, 2019].

Voordelen	Nadelen
Verminderd bezetting op gemengd stelsel	Niet overal is infiltratie mogelijk
Schoonwater vermengt zich niet met vies water	Niet overal inpasbaar
Geen reinigingskosten aan schoonwater	Duur

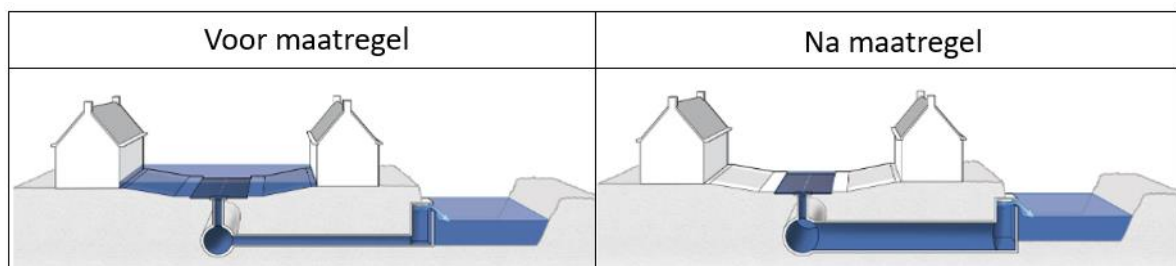
Onder afschot

De weg kan ook onder afschot gelegd worden. Zodra dit gedaan wordt, kan er gekeken worden of het mogelijk is dit water door middel van het afschot direct naar het oppervlaktewater te leiden. In dit geval kan de weg als een rioolbuis gezien worden. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld een weg van 5 meter breed waarbij de stoeprand 10 centimeter hoog staat; deze kan al per meter 0.5m³ afvoeren. Hier heb je anders een buisdiameter rond 800 mm voor nodig. In dit voorbeeld wordt er uitgegaan dat de weg recht ligt. Er zijn ook andere wegprofielen wat het water bijvoorbeeld aan één kant van de weg zich verzameld (op een oor wegprofiel) of juist dat het water alleen via de zijkanten van de weg kan lopen (omgekeerd V-profiel). Zodra de weg onder een afschot gelegd wordt moet er wel rekening gehouden worden met bestaande bebouwing. De opritten van huizen moeten toegankelijk blijven en de weg moet niet hoger dan de bestaande bebouwing komen te liggen. Hierbij moet ook gekeken worden of er drempels in de weg aanwezig zijn. Bij de drempels zal het water zich verzamelen en zal er hier overlast ontstaan. Er zijn tegenwoordig vele soorten drempels die niet de hele wegbreedte in beslag nemen. Er kan gekeken worden of deze drempels toegepast kunnen worden.



Figuur 4 Mogelijke drempels

Zodra het niet mogelijk is om de weg af te laten lopen naar een naastgelegen oppervlaktewater plek is het ook mogelijk om een verzamelpunt te maken en van daaruit een aansluiting op het oppervlaktewater aan te sluiten. In figuur 5 staat dit schematisch weergegeven.



Figuur 5 Schematische weergaven oppervlaktewater bereiken

Voordelen	Nadelen
Verminderd bezetting op gemengd stelsel	Niet overal inpasbaar
Schoonwater vermengt zich niet met vies water	
Geen reinigingskosten aan schoonwater	
Hoog capaciteit limiet	
Relatief goedkoop ten opzichte van ondergronds bouwen	
Goed onderhoudbaar	
Niet afhankelijk van infiltratie	

1.4 Tijdspad 2050

De deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie (2014) wil dat Nederland in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust ingericht is. Hierbij moeten overheden zorgen dat schade door hittestress, wateroverlast, droogte en overstromingen zo min mogelijk toenemen. Waarbij gelet moet worden op de aanleg van nieuwe woonwijken en bedrijventerreinen, het opknappen van bestaande bebouwing, vervanging van riolering en wegonderhoud et cetera. Om dit optimaal te kunnen doen moet gebruik gemaakt worden van klimaatscenario's.

Stresstesten en risicodialogen.

Het deltaplan heeft daarom enkele ambities opgesteld om een goed beeld te krijgen hoe en waar zich probleemgebieden bevinden. Al deze ambities moesten voor 2020 uitgevoerd zijn, waardoor er op dit moment een duidelijk beeld is van de probleemgebieden.



Figuur 10 Zeven ambities DPRA

Mogelijke aanpassingen deltabeslissing

In 2017 is de deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie geëvalueerd. Hieruit is naar voren gekomen dat het nodig is de ruimtelijke adaptatie te versnellen en te intensiveren. Op basis hiervan is het Deltaplan ruimtelijke adaptatie opgesteld, met zeven ambities waaraan op dit moment nog gewerkt wordt.

In het verlengde van de lopende wijzigingen van de deltabeslissing wordt nu onderzocht welke tussendoelen voor de periode 2020-2050 gesteld kunnen worden. Word gekeken of de term water robuust concreter ingevuld kan worden, zodat er beoordeeld kan worden of deze term in 2050 behaald kan worden. Hierbij moet klimaatadaptatie 'het nieuwe normaal' worden bij ontwikkelingen in de openbare ruimte. Hierbij moet er bij (her)inrichting geen extra kans op schade ontstaan voor zover dit haalbaar is (Deltacommissaris, 2020).

1.5 Stakeholder analyse

Dorpsbewoners

De dorpsbewoners zijn de belangrijkste stakeholders in dit gebied. Er zullen aanpassingen in hun dorp of straat plaatsvinden waar ze overlast van kunnen ondervinden. Ook kan er door de eventuele aanpassing een ander straatbeeld ontstaan waar hun niet voor gekozen hebben. Door deze bewoners tijdig in te lichten en ze te vertellen dat het water anders voor veel schade kan zorgen, zonder deze maatregel, zal het tegengeluid van de bewoners geminimaliseerd worden.

Toeristen

Doordat het hele jaar rond, maar voornamelijk in het hoogseizoen, toeristen in en rondom Koudekerke zijn kan het zijn dat deze gedurende de herinrichting minder snel naar Koudekerke komen. Dit omdat de bereikbaarheid en het straatbeeld minder zijn tijdens deze periode. Er zal moeten gekeken worden naar een optimale planning waarbij de hinder geminimaliseerd wordt en/of de hinder buiten het hoogseizoen te laten vallen.

(Omliggende) bedrijven/ winkels

Lokale en omliggende bedrijven en winkels kunnen hinder ondervinden bij het aanleggen van de maatregelen. Hun bedrijf of winkel kan in deze periode minder goed bereikbaar zijn en dit kan een reductie in inkomsten veroorzaken. Om dit op te vangen kan er samen met de desbetreffende eigenaar gekeken worden hoe dit het beste opgevangen kan worden en de overlast beperkt blijft.

Rijksmonumenten

Omdat er in de kern van Koudekerke ook enkel monumentale gebouwen gevestigd staan moet er vooraf goed onderzocht worden waar deze gebouwen staan en of de maatregel invloed heeft op de het monument. Mocht er een invloed zijn op het monument moet onderzocht worden in hoeverre dit schade kan brengen en of deze schade te herstellen is. Mocht de schade te erg zijn of niet herstelbaar zal er gekeken moeten worden naar een ander alternatief.

Scholen

Omdat er ook scholen in Koudekerke staan moet er gezorgd worden dat deze zo goed mogelijk bereikbaar blijven. Zodra er een maatregel in de straat van een school moet plaatsvinden zal er vooraf goed overlegd worden met de school. Hierdoor kan het zijn dat de school enkele dagen minder goed bereikbaar is. Er moet dan gekeken naar mogelijke andere manieren om de school bereikbaar te houden zodat alle leerlingen naar school kunnen blijven gaan. Hiervoor is goed overleg nodig en zal er tijdig een inlichting moeten plaatsvinden waarbij iedereen op de hoogte gesteld moet worden.

Media en pers

De media en pers zullen in het geval van een herinrichting ook geïnformeerd willen worden wat er veranderd gaat worden. Zij willen dan ook tijdig en volledige informatie hebben om zo de juiste informatie voor geïnteresseerde te verstrekken. Ook kan onvolledige informatie voor verwarring zorgen, waardoor er negatief op de maatregel gereageerd kan worden.

Tabel 1 Stakeholders

Nr.	Stakeholder	Interesses	Tegemoetkoming
1	Dorpsbewoners	Ze willen hetzelfde straatbeeld houden.	Vooraf de bewoners goed inlichten, wanneer het straatbeeld zou veranderen.
2	Toerisme	Geen hinder in hun vakantie	De werkzaamheden zullen buiten het hoogseizoen plaatsvinden.
3	(Omliggende) bedrijven/winkels	Niet mislopen van omzet.	Vooraf goede afspraken maken met eigenaren. Hierbij de bereikbaarheid van winkels/bedrijven Zoveel mogelijk waarborgen.
4	Rijksmonumenten	Het monument intact houden.	Goed onderzoek doen naar eventueel te lopen schade en deze vergoeden. Evt. uitwijken naar andere maatregel
5	Scholen	De scholen moeten bereikbaar zijn.	Vooraf zo goed mogelijk met de desbetreffende school in overleg gaan om tot mogelijke varianten te komen om de school begaanbaar te houden.
6	Media en pers	Tijdig volledige informatie ontvangen	Als er voldoende volledige informatie wordt verstrekt aan de media en pers kunnen er geen 'nep' verhalen ontstaan. Wat voor iedereen een duidelijk beeld geeft.

Bronvermelding

AHN. (2020). Hoogteprofieltool. Geraadpleegd op 18-02-2020 van <http://ahn.arcgisonline.nl/hoogteprofiel/>

Deltacommissaris.nl. (2020). Geraadpleegd op 13-01-2020 van <https://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/gebieden-en-generieke-themas/ruimtelijke-adaptatie>

DPRA. (September 2014). 'Deltabeslissing ruimtelijke adaptatie'. geraadpleegd op 03-03-2020 van https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:d0g-68ZNcfoJ:https://ruimtelijkeadaptatie.nl/publish/pages/156719/factsheet_ruimtelijke_adaptatie.pdf+&cd=2&hl=nl&ct=clnk&gl=nl&client=firefox-b-d

ESRI Nederland (2019). Geraadpleegd op 29-01-2020 van <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=aa7f5708b73a4fa2accc2b654c1629ea>

Gemeentebld. (2019). 2019-307200. Geraadpleegd op 18-02-2020 van <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/gmb-2019-307200.html>

Gemeente Houten. (2019). Wateroverlast op straat. Geraadpleegd op 05-02-2020 van <https://www.houten.nl/burgers/natuur-milieu-en-duurzaamheid/water/regenwater/wateroverlast-op-straat/>

Gemeente Veere. (2020). Geraadpleegd op 13-02-2020 van . <https://www.veere.nl/koudekerke-dorpse-rust-en-stadse-dynamiek>

Klimaat-effectatlas. (2020). Geraadpleegd op 27-01-2020 van <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>

NXXS. (2020). Geraadpleegd op 06-02-2020 van <https://www.nxxs.nl/waar-gaan-wij-naar-toe>

Provincie Zeeland. (2020) Atlas van Zeeland. Geraadpleegd op 17-02-2020 van <https://kaarten.zeeland.nl/map/atlasvanzeeland#>

Rainproof. (2019). Rainproof Amsterdam. Geraadpleegd op 25-02-2020 van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/vergroten-rioldiameter>

Rainproof. (2019). Waterpasserende verharding. Geraadpleegd op 25-02-2020 van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/waterpasserende-verharding>

Rainproof. (2019). Wadi's. Geraadpleegd op 26-02-2020 van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/wadis>

Waterschap Scheldestromen. (2019). Maps arcgis. Geraadpleegd op 13-02-2020 van <http://scheldestromen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=34a19a6fd0a14069880d974f8373dd8d>

Bijlage 3a BRP Koudekerke 2018

Bijlage 3b Verhard oppervlakte Koudekerke

Bijlage 3c Bodemprofielen Koudekerke

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

Identificatie: B48A0404
Coördinaten: 27085, 389600 (RD)
Maaiveld: 0.56 m t.o.v. NAP
Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 4.80 m

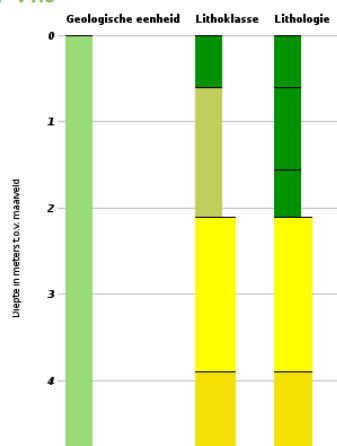
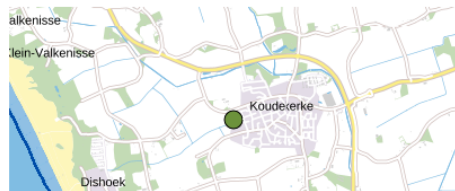
Diepte t.o.v. maaiveld in meters

Opslaan profiel

Maaiveld

Kies een ander model

BRO GeoTOP v1.3



Lithoklasse

Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

◀ ▶

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

Identificatie: B48A0403
Coördinaten: 27510, 389980 (RD)
Maaiveld: -0.35 m t.o.v. NAP
Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 6.30 m

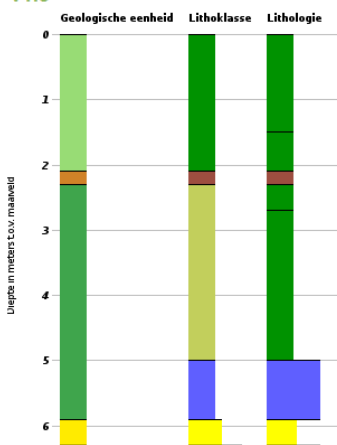
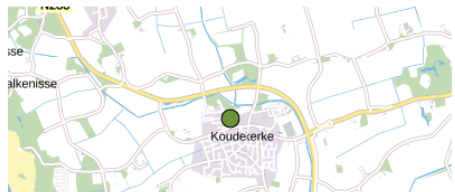
Diepte t.o.v. maaiveld in meters

Opslaan profiel

Maaiveld

Kies een ander model

BRO GeoTOP v1.3



Lithoklasse

Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

◀ ▶

el en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

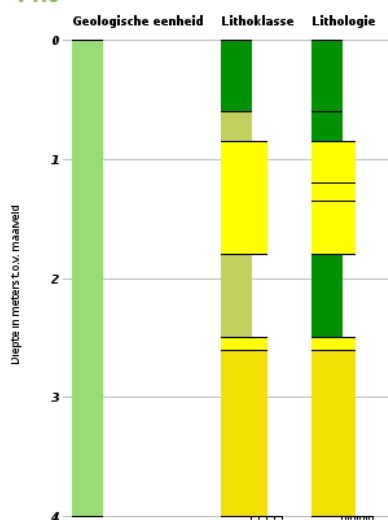
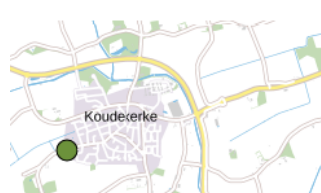
B48A0405
27100, 389400 (RD)
0.80 m t.o.v. NAP
0.00 m - 4.00 m

/ maaiveld in meters

4

Maaiveld

▼



Lithoklasse

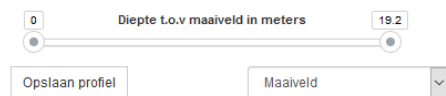
Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

◀ ▶

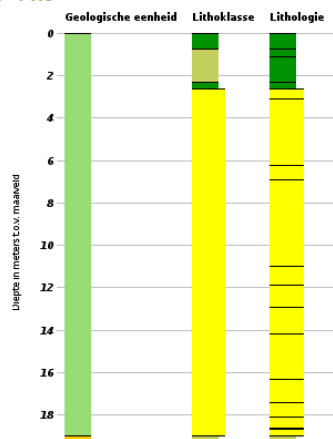
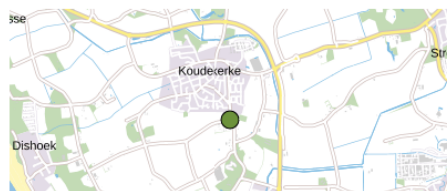
Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

Identificatie: B48A0104
Coördinaten: 27910, 389160 (RD)
Maaiveld: 0.90 m t.o.v. NAP
Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 19.20 m



Kies een ander model

BRO GeoTOP v1.3



Lithoklasse

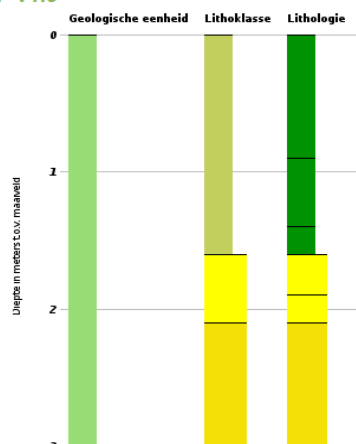
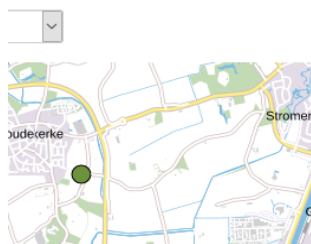
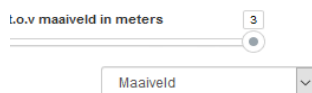
Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

< >

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

B48A0412
28240, 389270 (RD)
0.55 m t.o.v. NAP
0.00 m - 3.00 m



Lithoklasse

Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

< >

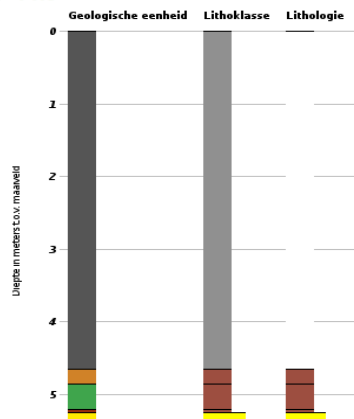
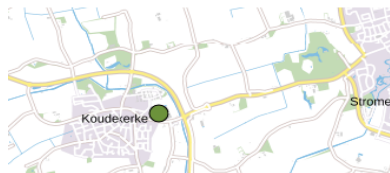
Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.3

B48A0411
28160, 389820 (RD)
-0.35 m t.o.v. NAP
0.00 m - 5.35 m



Kies een ander model

BRO GeoTOP v1.3



Lithoklasse

Lithoklasse

- Organisch materiaal (veen)
- Klei
- Zandige klei, leem of kleig fijn zand
- Zand niet gedifferentieerd
- Zand fijn
- Zand matig grof
- Zand grof
- Grind
- Schelpen
- Overig

< >

Bronvermelding

DINOloket. (2020). Data en informatie van de Nederlandse ondergrond. Geraadpleegd op 11-03-2020 van <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>

Bijlage 3e Riolering/types/beleid gemeente Veere

Riolering

Een riool is een stelsel van buizen, straatkolken en gemalen die afvalwater en hemelwater opvangt. Elke dag wordt er per persoon ongeveer 130 liter vuilwater weggespoeld. De waterschappen zorgen ervoor dat het rioolwater gezuiverd wordt en er geen vervuilde stoffen in het water terechtkomen. Door middel van het rioolstelsel kan dat afvalwater worden afgevoerd naar een rioolwaterzuivering in de buurt. Hier wordt het water schoongemaakt waarna het schone afvalwater in de Schelde geloosd wordt.

Vroeger, halverwege de 19e eeuw, werd het afvalwater ongezuiverd in het oppervlaktewater geloosd. Doordat dit zeer onhygiënisch is, brak er destijds met enige regelmaat Cholera uit. Het belangrijkste doel van het riool is daarom het beschermen van de volksgezondheid. Ook verbetert het riool de kwaliteit van de leefomgeving.

Al het water dat in huis gebruikt wordt komt in het riool terecht. Het water dat bij industriële processen gebruikt wordt, komt ook in het riool terecht; vaak wordt dit eerst voorgezuiverd, omdat dit water niet direct in het hemelwater geloosd mag worden, want dit kan schade brengen aan milieu, dier en mens. Daarom zal het eerst naar de rioolzuivering gebracht worden. Ook het hemelwater komt vaak via straatkolken in het riool terecht en kan dan samen met afvalwater naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie afgevoerd worden.

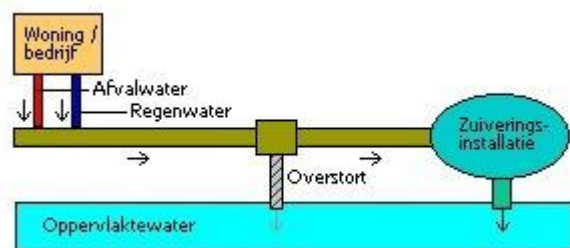
In sommige gevallen valt er dusdanig veel neerslag dat het riool de hoeveelheid hemelwater niet aankan. Hierdoor komt er water op straat te staan. In dit geval kan het overtollige water door middel van een overstort op het oppervlaktewater geloosd worden (gemeente Zwijndrecht, 2019).

Types riolering

Afhankelijk van het type riool kan bepaald worden hoe het riool werkt. Hierbij zijn de meest voorkomende riooltypes; de gemengde en de (verbeterd) gescheiden rioleringen. Hieronder zal kort ingegaan worden op deze types riolering.

Gemengde riolering

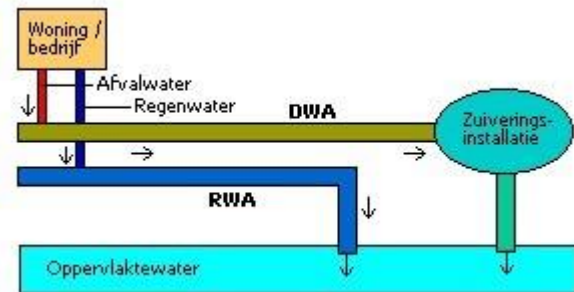
Bij dit type rioolstelsel wordt hemel- en afvalwater opgevangen in één rioolbuis. Door deze buis worden beide waterstromen naar de rioolwaterzuivering getransporteerd. Het nadeel aan dit systeem is dat er bij hevige neerslag een kans is op een overbelast rioolstelsel. Als dit ontstaat kan er via bijvoorbeeld straatkolken een zogeheten overstort ontstaan. Hierbij loopt verdunt rioolwater de straat of het oppervlaktewater in. Een manier om te voorkomen dat er (verdunt) regenwater op straat komt is een (verbeterd) gescheiden rioolstelsel. In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe een gemengd rioolstelsel werkt.



Figuur 1 schematische weergegeven gemengd riool

Gescheiden riolering

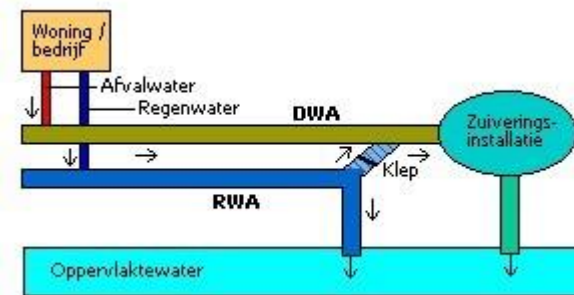
Bij een gescheiden rioolstelsel worden de 2 waterstromen, hemelwater en afvalwater, afzonderlijk van elkaar afgevoerd. Hierbij gaat het afvalwater naar de rioolzuivering en het hemelwater wordt direct afgevoerd naar het oppervlaktewater. In dit geval is het minder praktisch als er een auto op straat gewassen wordt. Als dit gedaan wordt komen de zeepresten via de straatkolken in de hemelwaterafvoer. Waardoor deze zeepresten ongezuiverd in het oppervlaktewater terecht komen. Mocht het onduidelijk zijn waar een gescheiden riolering ligt kan dit herkend worden aan de rioolputten in de weg. Bij een gescheiden riool liggen twee putten naast elkaar op één put zal 'regenwater' geschreven zijn en de andere put zal 'vuilwater' opstaan. Voor een gemeente is het ook mogelijk om een gemend riool om te vormen naar een gescheiden riool. Zodra dit gebeurt noemt men dit afkoppelen. In figuur 2 is schematisch weergegeven hoe een gescheiden rioolstelsel werkt.



Figuur 2 schematische weergegeven gescheiden riool

Verbeterd gescheiden riolering

Bij een verbeterd gescheiden rioolstelsel is het systeem nagenoeg hetzelfde als bij een gescheiden rioolstelsel. Alleen bij dit rioolstelsel zit er een koppeling tussen het regenwater stelsel en het afvalwater stelsel. Door dit systeem wordt bij een regenbui de eerste afvalwaterstroom (first flush) afkomstig van wegdekken ook naar de waterzuivering gebracht. Hierdoor zal er minder viezigheid van wegdekken in het oppervlaktewater komen. In figuur 3 is schematisch weergegeven hoe een verbeterd gescheiden rioolstelsel werkt (gemeente Zwijndrecht, 2019).



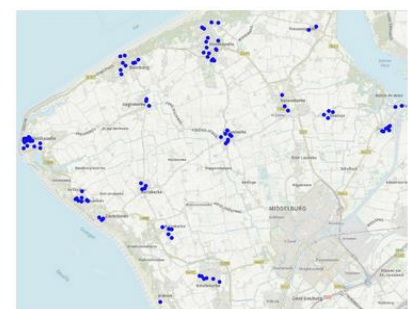
Figuur 3 schematische weergegeven verbeterd gescheiden riool

Riolering Gemeente Veere

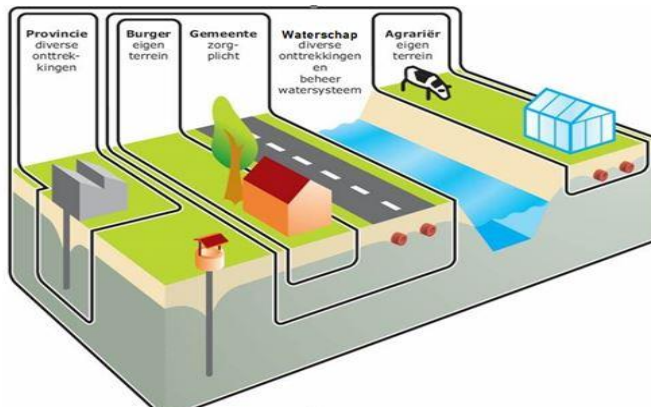
In de gemeente Veere zijn alle knelpunten die te maken hebben met wateroverlast in kaart gebracht. Dit is te zien in figuur 4 voor deze locaties heeft de gemeentemaatregelen beschreven om de wateroverlast te beperken. Sommige maatregelen hiervoor zijn al in uitgewerkt en sommige moeten nog uitgevoerd worden.

Buitenom de in kaart gebrachte knelpunten in de gemeente Veere is er ook een toetsing geweest op het alreeds bestaande rioolstelsel. Hieruit kwam dat alle kernen, op Oostkapelle en Koudekerke na, voldoen aan de beleidsnorm om een Bui08 (39,6 mm/u of 110 l/s/ha) te kunnen verwerken. Zonder dat er hierbij water op straat optreedt.

In de gemeente Veere is de norm voor vuiluitwerp (de hoeveelheid overstorten vanuit het riool op oppervlaktewater) eenvoudig te halen. Zodra de gemeente afkoppelt en de aanleg van randvoorzieningen regelt hoeven er in principe geen andere maatregelen getroffen te worden (Gemeente Veere, 2020).



Figuur 4 Knelpunten riool gemeente Veere



De gemeente Veere draagt zorg en verantwoordelijkheid voor hun riolering en water. Omdat de gemeente niet al het riool en water kan verzorgen wordt deze taak verdeeld aan de gemeente zelf, het waterschap, de provincie en de perceeleigenaren. Hierbij heeft elke partij zijn eigen verplichtingen en bevoegdheden, welke zijn vastgelegd in de wetgeving en het beleid. Volgens de wetgeving heeft de gemeente drie zorgplichten:

Figuur 5 Schematische weergaven van verplichtingen tbv waterhuishouding

- Zorgplicht voor de inzameling en transport van stedelijk afvalwater (art. 10.33 Wet Milieubeheer);
- Zorgplicht voor de doelmatige inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater (art. 3.5 Waterwet);
- Zorgplicht voor het in openbare, gemeentelijke gebied treffen van maatregelen om structurele nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemmingen zoveel mogelijk te voorkomen of beperken voor zover doelmatig (art. 3.6 Waterwet).

Gekeken naar de staat van de riolering in de gemeente Veere kan de conclusie getrokken worden dat deze in een redelijke tot goede staat verkeren. Hierbij is wel te zien dat een groot deel van het riool verouderd is en aan vervanging toe is (Gemeente Veere, 2020).

Bronvermelding

Gemeente Veere. (2020) 'verbreed' Gemeentelijk Rioleringsplan 2020-2023 gemeente Veere.

Geraadpleegd op 05-03-2020 van

<http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/XHTMLoutput/Actueel/Veere/CVDR631717.html>

Gemeente Zwijndrecht. (2019). Wat is riolering en hoe werkt het? Geraadpleegd op 10-03-2020 van

https://www.zwijndrecht.nl/Inwoners/Afval_duurzaam_en_milieu/Riolering/Wat_is_riolering_en_hoe_werkt_het

Gemeente Zwijndrecht. (2019). Verschillende typen riolering. Geraadpleegd op 11-03-2020 van

https://www.zwijndrecht.nl/Inwoners/Afval_duurzaam_en_milieu/Riolering/Wat_is_riolering_en_hoe_werkt_het/Verschillende_typen_riolering_informatie

Bijlage 4 Maatregelen

Gedurende dit onderzoek is er een verdieping geweest in de mogelijk toe te passen maatregelen zoals in het theoretisch kader te lezen valt. In het theoretisch kader is de informatie van het internet gehaald en kennis van school beschreven. In deze bijlage zullen de maatregelen nogmaals aanbod komen en zal in dit geval gekeken worden hoe deze maatregelen in de plaats Koudekerke toegepast kunnen worden. In deze bijlage zal ingegaan worden op de volgende maatregelen:

1. Vergroten riool
2. Afkoppelen
3. Waterdoorlatende verharding
4. Wadi's
5. Afvoer riool
6. Bovengrondse afvoer

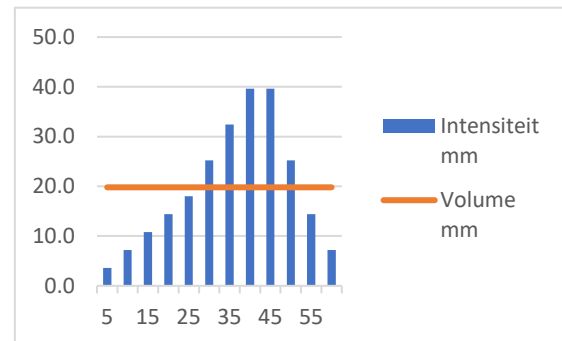
1. Vergroten riool

Om een goed beeld te krijgen hoeveel water er moet worden afgevoerd bij een T= 100 bui ten opzichte van de norm bui08, waaraan de gemeente moet voldoen, zal er gekeken moeten worden hoe een rioolstelsel functioneert. Dit wordt gedaan aan de hand van het verschil in de neerslag intensiteit en het volume van voornoemde buien.

Verskil intensiteit met volume

Het verschil tussen de intensiteit en volume zit hem in het moment waarop de regen valt. Stel; We hebben een beleidsnorm bui08, welke in onderstaande grafiek schematisch is weergegeven:

Hierin is te zien dat er in het begin van de bui weinig regen valt en achter in de bui (bij 40 tot 45 min) 39,6mm/u regen valt. De piek van deze bui is 39,6 mm/u (of 110 l/s/ha). Als er gekeken wordt naar het volume (19,8mm) is dit een constante lijn. Hierbij zou als er geen verschil in intensiteit is 19.8mm water vallen bij een bui08. Aan het einde van deze bui is er dezelfde hoeveelheid water gevallen dan wanneer er een verschil in intensiteit aan water optreedt. Dit kan eenvoudig gecontroleerd worden door bovenstaande grafiek uit te printen.



Figuur 1 Intensiteit en volume Bui08

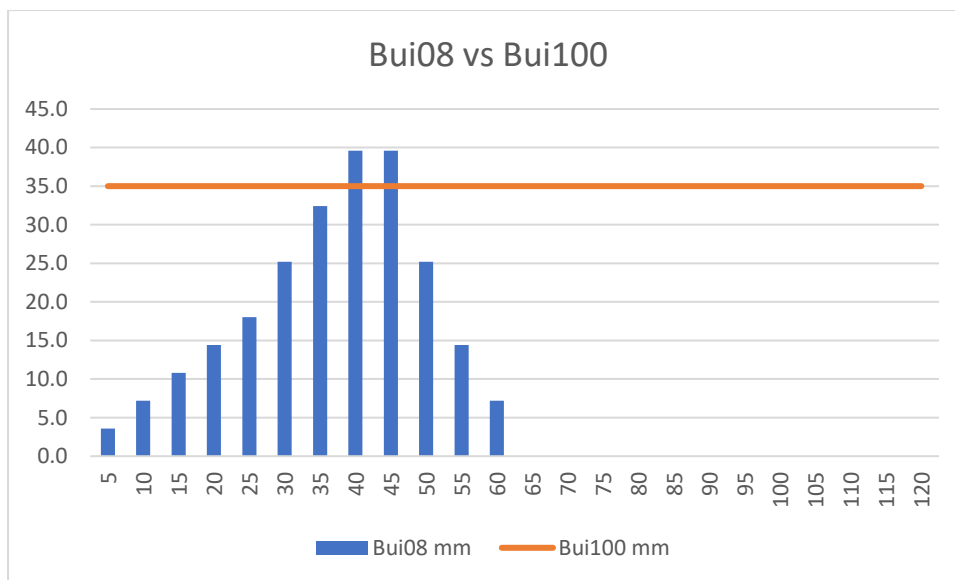
Vervolgens de intensiteit(lijn) boven de volume-lijn

uit te knippen en daarna de witte velden onder de volume-lijn op te vullen. Als dit gedaan wordt zal de onderkant van de volume lijn geheel opgevuld zijn. Ter controle is tabel 1 toegevoegd, waarin te zien is dat er bij een Bui08 in totaal 19,8mm water is gevallen en het verschil van de intensiteit lijn ten opzichte van de volume-lijn.

Tijd in min	Intensiteit l/s/ha	Intensiteit mm	Volume mm	Verskil boven v-lijn	Verskil onder v-lijn
5	10	0.3	1.65	0	-1.35
10	20	0.6	1.65	0	-1.05
15	30	0.9	1.65	0	-0.75
20	40	1.2	1.65	0	-0.45
25	50	1.5	1.65	0	-0.15
30	70	2.1	1.65	0.45	0

35	90	2.7	1.65	1.05	0
40	110	3.3	1.65	1.65	0
45	110	3.3	1.65	1.65	0
50	70	2.1	1.65	0.45	0
55	40	1.2	1.65	0	-0.45
60	20	0.6	1.65	0	-1.05
Totaal:	660	19.8	19.8	5.25	-5.25

Tabel 1 Gegevens Bui08

Bui08 vs Bui100

Figuur 2 verschil Bui08 met bui T=100

Bui08 is een bekende en gedefinieerde bui. Deze bui is in bij Stichting Rioned (2019) in kaart gebracht en bepaald waar de intensiteit van deze bui zit. Bij een bui100 is dit niet het geval. Van deze bui is bekend dat het een volume van 70mm/2h heeft. Hierbij is geen specificatie gemaakt in intensiteit van deze bui.

Hierdoor kan alleen gerekend worden met een continue Bui100, waarbij de intensiteit gelijk blijft (er ontstaan geen pieken), waardoor we deze bui als 'volume-lijn' kunnen beschouwen. Dit zal dan per uur neerkomen op $(70\text{mm}/2\text{u})=35\text{mm/u}$ (97,2 l/s/ha).

Zoals in het theoretisch kader (bijlage 3E) beschreven, is de beleidsnorm dat het riool een bui08 aan kan. Zoals hierboven beschreven is de hoogste intensiteit van een bui08: 39,6mm/u (110 l/s/ha) deze piek moet het riool kunnen verwerken. Bij een Bui100 is de neerslag 35mm/u (97,2 l/s/ha) wat dus minder is dan de beleidsnorm die het riool moet verwerken. Hieruit kan opgemaakt worden dat een Bui100 geen schade en/of ongemak veroorzaakt, zolang deze niet gespecificeerd is omdat de riolering voldoet om deze bui af te voeren.

Nu is er in het theoretisch kader te lezen dat het riool in Koudekerke nog niet aan de beleidsnorm van Bui08 voldoet. Hier zijn alreeds plannen voor gemaakt, in het basis rioolplan (BRP) Koudekerke 2018, om het riool aan te passen zodat deze wel voldoet.

Zoals hierboven dus te lezen is het niet noodzakelijk om het riool te vergroten. Koudekerke is al bestand om met het huidige rioolstelsel een bui T=100 aan te kunnen.

2. Afkoppelen

Als tweede maatregel zal het begrip afkoppelen worden besproken. Wat houdt afkoppelen exact in? Veel gemeenten passen dit toe, maar is dit ook daadwerkelijk nuttig voor het dorp Koudekerke? Het basisprincipe van afkoppelen is om het hemelwater te scheiden van het gemengde rioolstelsel en dit direct op het oppervlaktewater te laten afstromen. Veelal wordt dit gedaan door naast het gemengde rioolstelsel een HWA-rioolbuis te leggen. In de originele rioolbuis zal het vuilwater van; douches, wasmachines, wc's et cetera worden getransporteerd naar de afvalzuiveringsinstallatie, waarnaar het hier gezuiverd wordt. De nieuwe HWA-rioolbuis zal dienen om al de neerslag die valt af te voeren naar oppervlaktewater; sloten of kanalen. Door de aanleg van een extra HWA-riool worden de afvalzuiveringsinstallaties dus minder belast en zal er meer zoetwater in sloten en kanalen terecht komen.

De globale kosten (Rioned, 2019) voor de aanleg zullen in tabel 2 te zien zijn.

Diameter	Kosten riool euro/m	Kosten put euro/m	Kosten put euro/m riool	Perceelaansluiting euro/m riool	Kok en kolkaansluiting euro/m riool	Totaal euro/m riool
200	90	1.550	39	29	27	180
300	110	1.930	48	29	27	210
400	130	2.410	60	29	27	250
500	150	3.000	75	29	27	280
600	180	3.740	94	29	27	330
700	310	4.660	117	29	27	480
800	350	5.810	145	29	27	550
900	390	7.240	181	29	27	630
1000	440	9.020	226	29	27	720
1250	590	13.470	337	29	27	980
1500	790	17.800	445	29	27	1.290

Tabel 2 Kostenoverzicht riool per meter

Zoals te lezen bij "vergroten riool" voldoet het huidige riool al aan een bui T=100. Hierdoor zal bij de maatregel afkoppelen de bestaande diameter van het huidige riool aangehouden worden voor het HWA-Riool. De bestaande diameters zijn terug te vinden in het BRP Koudekerke.

In tabel 3 zijn de totaal kosten voor het realiseren van een extra HWA-riolering naast het bestaande gemengde rioolstelsel in de kern Koudekerke te zien zijn.

Diameter	Kosten euro/m riool	Totaal lengte in m	Totaalprijs
B200	180	188.66	€ 33958
B300	210	5432.51	€ 1140827
P315	210	277.469	€ 58268
B400	250	2105.01	€ 526252
B500	280	1376.77	€ 385495
B600	330	197.98	€ 65333
B800	550	156.98	€ 86339
			€ 2296475

Tabel 3 Kosten HWA-riool voor de kern Koudekerke

Het gescheiden rioolstelsel kan in dit onderzoek alleen meegenomen worden als 1 stelsel over alle onderzoeksgebieden. Omdat het water bovengronds afloopt naar de probleemlocaties zal bij een gescheiden riool het water al worden afgevoerd voordat het water bij het laagste punt aankomt. Het is niet mogelijk om een rioolstelsel per locatie te realiseren aangezien het water anders niet afgevoerd kan worden. De kosten zullen dan ook bij elke locatie €2.296.474,89 bedragen.

Omdat deze maatregel over de hele kern aangelegd wordt, zullen de kosten ten opzichte van losse maatregelen toenemen. Hierdoor zal ook de aanlegtijd van deze maatregel langer duren dan een individuele maatregel.

3. Waterdoorlatende verharding

Als derde maatregel zal er gekeken worden naar waterdoorlatende verharding, ofwel waterpasserende bestrating zoals in het theoretisch kader besproken is. Zoals te lezen is, wordt deze verharding in Nederland al toegepast (zie bron gemeente Houten, 2019). Alleen is dit ook mogelijk in de kern Koudekerke? Dat zal hieronder beschreven worden.

Om te bepalen of het mogelijk is om deze verharding toe te passen en de infiltratiekans in Koudekerke te bepalen zal er gekeken worden naar de beschikbare grondprofielen in deze kern. Vanuit deze profielen kan gekeken worden naar de grondopbouw. In het theoretisch kader zijn al enkele bodemprofielen toegevoegd die van het internet te vinden zijn. Hierin is te zien dat de eerste grondlagen bestaan uit klei, dat weinig tot niet kan infiltreren. Omdat deze bodemprofielen van het internet komen en niet gedetailleerd zijn zal er ook nog gekeken worden naar een sondering die beschikbaar is gesteld door NXXS.

Uit deze sondering kan globaal opgemaakt worden wat de infiltratiemogelijkheid is in de kern Koudekerke en of het haalbaar is om bij deze ondergrond, zonder aanpassingen, waterpasserende bestrating toe te passen en daarmee het doel, het water van straat afvoeren, te behalen.

Als gekeken wordt naar de sonderingen in bijlage 4A die aangeleverd zijn door NXXS, worden de verwachtingen over de grondopbouw in Koudekerke deels bevestigd. Het noordoosten komt overeen met de verwachtingen van Dinoloket (2020). Maar de grondopbouw aan het zuidwesten van het dorp bestaat voornamelijk uit zandgronden.

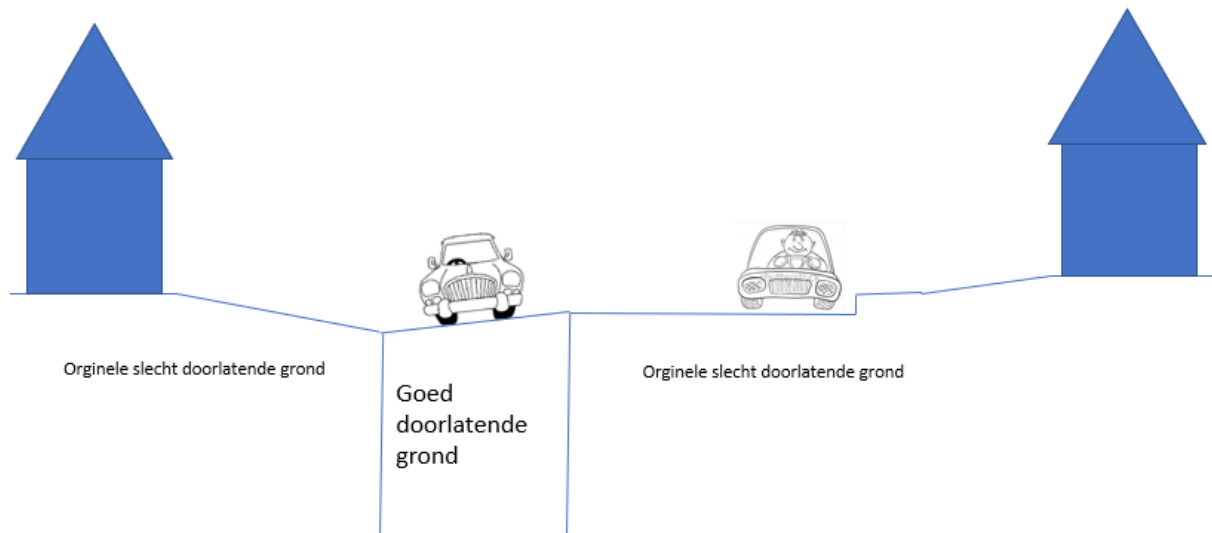
Hieronder zijn in het kort de belangrijkste punten uit het sondeeronderzoek opgenomen:

“Ondanks het ontbreken van k-waarde onderzoeken / gegevens van de diverse lagen, kan op basis van de diverse formaties en grondsoorten worden verondersteld, dat plaatselijke infiltratie binnen het dorp Koudekerke weldegelijk mogelijk is, met minimale handelingen. Dit geldt voornamelijk voor het zuidoosten midden van het dorp.

Ten noordwesten en westen van het dorp zal het infiltratie nauwelijks tot niet mogelijk zijn. Uit peilbuizen uit de omgeving blijkt dat de grondwaterstand zich gemiddeld op circa NAP -0,60 m bevindt (maaiveld NAP ca. +0,10 m). De grondwaterstand binnen het gebied is dus relatief hoog. Hoge grondwaterstanden in combinatie met de lokale grondslag zijn niet bevorderlijk voor infiltratie van hemelwater.”

Zoals te lezen is, is er geen infiltratieproef gedaan om de waterdoorlatendheid in het gebied te bepalen, omdat bekend is dat in het zuidoosten vooral zandgrond aanwezig is. Hiervoor zal in dit onderzoek een 1M/Dag waarde worden aangenomen. En voor het noordwesten zal een 0.1m/dag waarde worden aangenomen (grondwaterformules, 2020).

In het noordwesten is de infiltratie gering. Om te zorgen dat er meer infiltratie kan plaatsvinden is het mogelijk de ondergrond te ontgraven en hier een beter infiltreerbare laag aan te leggen onder de bestrating. In figuur 3 is dit schematisch weergegeven



Figuur 3 Schematische weergave grondverbetering bij waterpasserende verharding

Zodra dit gerealiseerd is kan deze grond het water door de waterdoorlatende bestrating passeren. Alleen is te zien in figuur 3 dat rondom de aanpassing nog steeds de slecht doorlatende grond ligt. Hierdoor zal het water nog steeds niet weg kunnen. Om het water weg te krijgen zal alsnog een IT-riool* aangelegd moeten worden wat het water uiteindelijk op het oppervlaktewater loost.

*Een omgekeerde drainage (Infiltratie- en Transportriool) wordt de regen ondergronds door een met geotextiel omwikkelde geperforeerde horizontale buis in de bodem geïnfiltreerd of uit de bodem weggevoerd. (Rainproof, 2020))

De kosten (GWWkosten, 2020) om deze maatregel te realiseren zullen als volgt opgebouwd zijn (uitgaande dat parkeerplaatsen niet geasfalteerd zijn er geen vervuilde grond is):

Ontgraven en aanvullen sleuf, machinaal, gas en water, breedte 1,00 m, diepte 2.50 m, zand	1,0 m2	€ 0,00	€ 3,16	0,080	€ 6,07	€ 0,00	€ 0,00	€ 9,24
+ Arbeid + Materiael + Onderaanneming + Overig								
Grondwerker	0,08001 uur		€ 39,55	1,0				€ 3,16
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.500 liter	0,08001 uur		€ 0,00	0,0	€ 75,10			€ 6,01
Huur roterende laser, reikwijdte 200 m, huur weektarief	0,0011 week		€ 0,00	0,0	€ 58,65			€ 0,06

Eenheid	Opslag/transport	Prijs in euro
M2	Deponeren in berm	3.81
M2	Stapelen op pallets, laden, transport tot 5 km en lossen	7.38

Leveren en aanbrengen waterpasserende bestrating, handmatig, BSS, WF, halfsteens-/keperverband, ongeacht kleur, dikte 80 mm	1,0 m2	€ 19,30	€ 16,70	0,417	€ 1,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 37,15
+ Arbeid + Materiael + Onderaanneming + Overig								
Betonstraatstenen WF, 200 x 50 x 80 mm, ongeacht kleur	0,1 1.000 stuks	€ 192,05	€ 0,00	0,0				€ 19,21
Rivierzand voor invegen straatwerk, franco werk per as	0,00504 m3	€ 19,80	€ 0,00	0,0				€ 0,10
Stratenmakerswerk (ploeg 3 personen) ploegtarief	0,13913 uur		€ 120,00	3,0				€ 16,70
Wielbaadschop, bakinhoud 1.000 liter	0,01739 uur		€ 0,00	0,0	€ 62,98			€ 1,10
Trilplaat, 176 kg, voor- en achteruit, huur per dag bij 4-wekentarief, exclusief bediening	0,00217 dag		€ 0,00	0,0	€ 27,04			€ 0,06

Tabel 4 Kostenoverzicht waterpasserende verharding

De totaal kosten per m2 zullen zijn 57.58 euro. Waarbij er 2.50 meter wordt uitgegraven om een beter doorlatende laag te realiseren. Deze laag moet nog wel met een afvoer riool in verbinding gezet worden met het oppervlaktewater.

De kosten voor het zuidoosten van het dorp hoeft deze afgraving niet plaats te vinden. Hierbij zullen de kosten 48.34 euro per m2 zijn.

Afhankelijk of er bij de locatie afgegraven moet worden zal de aanlegtijd bij deze maatregel toenemen. De aanlegtijd van deze maatregel is afhankelijk van: het aantal m2 en of er wel of niet afgegraven moet worden, waardoor er een extra afvoer riool aangelegd moet worden.

Zodra er alleen opnieuw bestraat hoeft te worden, zullen de aantal m2 maatgevend zijn. Wanneer er afgegraven moet worden en een extra afvoer riool geplaatst moet worden, zal de lengte van het afvoer riool + afgraving maatgevend zijn om de tijd te bepalen ten opzichte van de overige maatregelen.

4. Wadi

De vierde maatregel die bekeken wordt voor de kern Koudekerke is een wadi. Dit is een tijdelijke opslagplek waarbij het water langzaam in de grond kan infiltreren. Zoals bij de vorige maatregel, waterdoorlatende bestrating, is geconcludeerd dat de bodemopbouw in Koudekerke niet overal optimaal is om te infiltreren. Hierdoor zal de wadi, op de plekken waar weinig infiltratie mogelijk is, voornamelijk als opslag dienen en op een andere manier het water moeten afvoeren. Dit kan net als bij de waterdoorlatende bestrating met een IT-riool. Omdat Koudekerke al een bestaande kern is zal het water nog wel op een manier naar de wadi vervoerd moeten worden.

Als er geen ruimte is om een wadi bij de locatie te realiseren zal het water naar een groenvoorziening geleid moeten worden of er zal ruimte gemaakt moeten worden door huizen bij de locatie te slopen. Om het water naar de wadi te leiden zal de maatregel 'bovengrondse afvoer' gebruikt worden (zie maatregel 6 in deze bijlage). In de wadi zal een IT-riool gelegd worden welke overgaat in een afvoer riool (zie maatregel 5 in deze bijlage) om het water bij het oppervlaktewater te lozen.

De kosten (Riool.Net, 2020) om een wadi te realiseren zijn als volgt opgebouwd:

Onderdeel	Kosten	Bron
Realisatie wadi	€ 6 per m2.	https://www.riool.net/onderhoud-wadi

Bij die 6 euro zijn de ontgraaf kosten (GWWkosten, 2020) als volgt gespecificeerd:

Ontgraven en aanvullen sleuf, machinaal, gas en water, breedte 1,00 m, diepte 0,40 m, zand	1,0 m2	€ 0,00	€ 0,87	0,021	€ 1,66	€ 0,00	€ 0,00	€ 2,53
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Grondwerker	0,0219 uur		€ 39,55	1,0				€ 0,87
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.500 liter	0,0219 uur		€ 0,00	0,0	€ 75,10			€ 1,64
Huur roterende laser, reikwijdte 200 m, huur weektarief	0,00032 week		€ 0,00	0,0	€ 58,65			€ 0,02

Tabel 5 Kostenoverzicht Wadi

Het overige bedrag van de 6 euro is verdeeld in de kosten voor:

- Aanleg groen
- Drainage/afvoer systeem
- Grondverbetering

De kosten om het water, indien de groenvoorziening niet bij de locatie zelf is, naar de wadi toe te krijgen zullen besproken worden bij de maatregelen: "bovengrondse afvoer en afvoer riool".

Onderhoud wadi:

Onderdeel	Kosten	Bron
Onderzoek naar de kwaliteit van de bodem en het grondwater	Circa € 1,90 per m ² wadi per jaar	https://www.riool.net/onderhoud-wadi
Het preventieve groenonderhoud bestaat uit	circa € 6 per m ² wadi per jaar	https://www.riool.net/onderhoud-wadi

grasmaaien, zwerfvuil en bladeren verwijderen, en verticuteren.		
Correctief onderhoud: lege plekken opvullen en inzaaien (jaarlijks), bodemverbetering aanbrengen (eens per 2 jaar) en de toplaag vervangen (eens per 10 jaar).	Circa 1,40 per m ² wadi per jaar.	https://www.riool.net/onderhoud-wadi

Tabel 6 Onderhoudskosten Wadi

Enkele specificaties waarbij rekening gehouden moet worden zodra er een wadi gerealiseerd wordt:

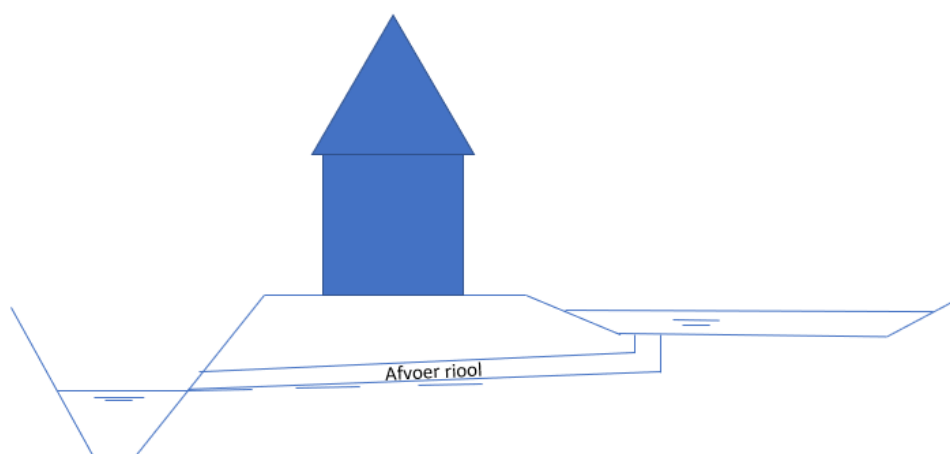
Omdat bekend is dat de waterstand in Koudekerke gemiddeld op -0,60m NAP ligt zal de wadi maximaal 40cm diep aangenomen worden. Hierdoor zal er geen grondwater in de wadi omhoogkomen.

De wadi zal gerealiseerd worden op een bestaande groenvoorziening in de dorpskern. Hierdoor zal aanlegtijd van de wadi voornamelijk afgraven zijn. En zullen er geen straatstenen verwijderd of terug geplaatst worden. De aanlegtijd om een wadi zonder afvoer riool te realiseren zal dan ook korter zijn dan andere maatregelen. Zodra er een afvoer riool gerealiseerd moet worden om de wadi droog te krijgen, zal de tijd aanzienlijk toenemen en zal gekeken moeten worden naar de lengte van het afvoer riool (zie maatregel 5 in deze bijlage).

5. Afvoer riool

De vijfde maatregel welke bekeken wordt is een afvoer riool. Een afvoer riool is iets anders dan een normaal rioolstelsel, waarbij op meerdere punten in de straat een waterafvoer naar het riool is gerealiseerd. Een afvoer riool is een riool dat op één of enkele punten in verbinding staat met het water op straat. Dit is het laagste punt op straat waar al het water dat niet via het riool weg gevoerd kan worden opgeslagen wordt. Doordat hier een waaierdeksel met een afvoer, naar het oppervlaktewater, gerealiseerd wordt kan het overtollige water afgevoerd worden.

In figuur 4 wordt schematisch weergegeven hoe een afvoer riool eruitziet. Hierin is te zien dat het laagste punt in de weg lager ligt dan het slootpeil. Door de wet van communicerende vaten (Edumedia, 2020) zal het water naar het oppervlaktewater in de sloot stromen. Hierbij wordt aangenomen dat de sloot dusdanig groot is dat het waterpeil in de sloot niet stijgt door het toevoegen van het extra water. Hierdoor zal in dit geval het water op de weg geheel zijn weggevoerd.

**Figuur 4 Schematische weergave afvoer riool**

Het bepalen van de diameter van het afvoer riool kan aan de hand van de volgende formule worden gebruikt: $Q = v \cdot A$.

Het volume water op straat wordt berekend aan de hand van de klimaateffectatlas kaart. Hierbij worden de oppervlaktes van de wegen die blauwgekleurd zijn en de daarbij behorende waterstand bij elkaar opgeteld per gebied.

Zodra het volume bekend is, zal gekeken moeten worden naar de buisdiameter en het hoogteverschil.

Het debiet dat de buisdiameter kan afvoeren over een bepaalde tijd wordt bepaald met de formule van Chezy per locatie.

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Hierbij wordt het maximale verhang berekend aan de hand van het laagste punt in de weg en het slootpeil waarin de afvoerpijp uitkomt.

Per gebied zal de Q bekend zijn en de V uitgerekend worden, hierbij moet $V > 1$ zijn om te zorgen dat er geen water op straat optreedt. Waarbij A de variabele is waarmee bepaald wordt of de buis voldoet.

De kosten (GWWkosten, 2020) die nodig zijn om een afvoer riool aan te leggen zijn per buis diameter verschillend. Als uitgangspunt zal onderstaande tabel gebruikt worden:

Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 100 mm	1,0 m	€ 4,28	€ 3,16	0,08	€ 2,69	€ 0,00	€ 0,00	€ 10,14
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 100 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 4,28	€ 0,00	0,0				€ 4,28
Grondwerker	0,08 uur		€ 39,55	1,0				€ 3,16
Graafmachine, mobiel, hydraulisch, bakinhoud 900 liter	0,04 uur		€ 0,00	0,0	€ 63,70			€ 2,55
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,001 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,14
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 200 mm	1,0 m	€ 19,31	€ 3,16	0,08	€ 2,69	€ 0,00	€ 0,00	€ 25,17
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 200 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 19,31	€ 0,00	0,0				€ 19,31
Grondwerker	0,08 uur		€ 39,55	1,0				€ 3,16
Graafmachine, mobiel, hydraulisch, bakinhoud 900 liter	0,04 uur		€ 0,00	0,0	€ 63,70			€ 2,55
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,001 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,14
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 300 mm	1,0 m	€ 25,00	€ 3,16	0,08	€ 2,69	€ 0,00	€ 0,00	€ 30,86
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 300 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 25,00	€ 0,00	0,0				€ 25,00
Grondwerker	0,08 uur		€ 39,55	1,0				€ 3,16
Graafmachine, mobiel, hydraulisch, bakinhoud 900 liter	0,04 uur		€ 0,00	0,0	€ 63,70			€ 2,55
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,001 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,14
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 400 mm	1,0 m	€ 38,00	€ 3,16	0,08	€ 2,69	€ 0,00	€ 0,00	€ 43,86
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 400 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 38,00	€ 0,00	0,0				€ 38,00
Grondwerker	0,08 uur		€ 39,55	1,0				€ 3,16
Graafmachine, mobiel, hydraulisch, bakinhoud 900 liter	0,04 uur		€ 0,00	0,0	€ 63,70			€ 2,55
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,001 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,14
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 600 mm	1,0 m	€ 72,00	€ 4,28	0,108	€ 4,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 80,43
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 600 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 72,00	€ 0,00	0,0				€ 72,00
Grondwerker	0,10810 uur		€ 39,55	1,0				€ 4,28
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.200 liter	0,05405 uur		€ 0,00	0,0	€ 73,23			€ 3,96
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,00135 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,19
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 800 mm	1,0 m	€ 105,50	€ 5,46	0,137	€ 5,30	€ 0,00	€ 0,00	€ 116,25
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 800 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 105,50	€ 0,00	0,0				€ 105,50
Grondwerker	0,13793 uur		€ 39,55	1,0				€ 5,46
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.200 liter	0,06896 uur		€ 0,00	0,0	€ 73,23			€ 5,05
Huur lijn-/rioollaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,00172 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,25

Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 500 mm	1,0 m	€ 55,00	€ 4,28	0,108	€ 4,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 63,43
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 500 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 55,00	€ 0,00	0,0				€ 55,00
Grondwerker	0,10810 uur		€ 39,55	1,0				€ 4,28
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.200 liter	0,05405 uur		€ 0,00	0,0	€ 73,23			€ 3,96
Huur lijn-/rioolaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,00135 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,19
Leveren en aanbrengen betonbuis met rond profiel, ongewapend, infiltratie, diameter 700 mm	1,0 m	€ 88,75	€ 5,46	0,137	€ 5,30	€ 0,00	€ 0,00	€ 99,50
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonbuis, infiltratie, ongewapend, Ø 700 mm, lengte 2,00 m	1,0 m	€ 88,75	€ 0,00	0,0				€ 88,75
Grondwerker	0,13793 uur		€ 39,55	1,0				€ 5,46
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.200 liter	0,06896 uur		€ 0,00	0,0	€ 73,23			€ 5,05
Huur lijn-/rioolaser, vermogen 2,0 MW, huur weektarief	0,00172 week		€ 0,00	0,0	€ 144,15			€ 0,25

Tabel 7 Kostenoverzicht rioolbuis per diameter

Buitenom de kosten om een buis neer te leggen komen er ook nog ontgraaf kosten bij en moet de straat opengelegd worden en erna weer terug gelegd worden. De extra kosten om dit te realiseren zijn:

Leveren en aanbrengen betonstraatstenen, handmatig, BSS, WF, halfsteens-/keperverband, ongeacht kleur, dikte 80 mm, breedte vanaf 3,00 m	1,0 m2	€ 19,30	€ 16,70	0,417	€ 1,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 37,15
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonstraatstenen WF, 200 x 50 x 80 mm, ongeacht kleur	0,1 1.000 stuks	€ 192,05	€ 0,00	0,0				€ 19,21
Rivierzand voor invegen straatwerk, franco werk per as	0,00504 m3	€ 19,80	€ 0,00	0,0				€ 0,10
Stratenmakerswerk (ploeg 3 personen) ploegtarief	0,13913 uur		€ 120,00	3,0				€ 16,70
Wielvaartschop, bakinhoud 1.000 liter	0,01739 uur		€ 0,00	0,0	€ 62,98			€ 1,10
Trilplaat, 176 kg, voor- en achteruit, huur per dag bij 4-wekentarief, exclusief bediening	0,00217 dag		€ 0,00	0,0	€ 27,04			€ 0,06

Tabel 8 Kosten opbouw herbestrating

En het ontgraven kost:

Ontgraven en aanvullen sleuf, machinaal, gas en water, breedte 2,10 m, diepte 2,80 m, zand	1,0 m	€ 0,00	€ 5,54	0,140	€ 10,88	€ 0,00	€ 0,00	€ 16,42
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Grondwerker	0,14000 uur		€ 39,55	1,0				€ 5,54
Graafmachine, rups, hydraulisch, bakinhoud 1.500 liter	0,14000 uur		€ 0,00	0,0	€ 75,10			€ 10,51
Trilplaat, 710 kg, voor- en achteruit, huur per dag bij 4-wekentarief, exclusief bediening	0,00700 dag		€ 0,00	0,0	€ 34,84			€ 0,24
Huur roterende laser, reikwijdte 200 m, huur weektarief	0,00210 week		€ 0,00	0,0	€ 58,65			€ 0,12

Tabel 9 Kosten opbouw ontgraven

De extra kosten voor het aanleggen van een rioolbuis zullen bij een gemiddelde wegbreedte (5m) ongeveer 202.17 euro per m1 zijn.

De tijd om een afvoer riool neer te leggen, zal aanzienlijk langer zijn dan wanneer de weg alleen opnieuw bestraat hoeft te worden. Dit, omdat de weg open moet, afgegraven moet worden, een rioolbuis aangebracht moet worden en erna alles weer dichtgemaakt dient te worden en in oorspronkelijke staat teruggebracht worden. Hierdoor zal de aanlegtijd van deze maatregel langer zijn, dan wanneer er alleen bestraat moet worden.

6 Bovengrondse afvoer

Als zesde en laatste maatregel zal bovengrondse afvoer, in het theoretisch kader aangeduid als onder afschot, besproken worden. Deze maatregel zal, net zoals in het theoretisch kader, beschreven staat over de straat lopen. De weg richting het oppervlaktewater zal verlaagd worden vanaf het laagste punt waar nu het water blijft staan. Hierdoor kan het water afgevoerd worden en zal het niet meer blijven staan op de weg. Om te berekenen welke afvoercapaciteit een weg heeft, zal gekeken moeten worden hoe breed de weg is en hoe hoog het water kan staan voordat het voortuinen instroomt. Hierbij kan het voorbeeld uit het theoretisch kader worden gebruikt:

Voorbeeld 1: Bij een weg van 5 meter breed waarbij de stoeprand 10 centimeter hoog staat kan per meter 0.5m2 je nat oppervlakte. Om ditzelfde natte oppervlakte te halen bij een buis heb je een rond 800 mm nodig.

Voorbeeld 2: Bij een weg van 5 meter waar 1 centimeter water op straat staat, heb je een nat oppervlakte van 0.05m². Om ditzelfde natte oppervlakte te halen bij een buis heb je een PVC-buis nodig die groter is dan rond 250 een rond 250 heeft namelijk de nat oppervlakte van 0,04m².

De kosten die gemaakt moeten worden om een weg opnieuw aan te leggen en onder afschot te leggen zullen als volgt opgebouwd zijn:

Voor asfaltwegen (asfalt.be, 2020) wordt de volgende prijs aangehouden:

Type asfaltwerken	Asfalt prijs
Asfalt frezen	€10 - €15/m ²
Asfalt overlagen	€15 - €20/m ²
Asfalteren	€35 - €55/m ²
Afvoeren niet-teerhoudend asfalt	€5 - €10/m ²
Afvoeren teerhoudend asfalt	€30 - €50/m ²

Tabel 10 Kostenoverzicht asfalt weg

De gemiddelde kosten komen bij een asfalt weg dan te liggen op +- 112.50 euro per m²

Voor straatstenen worden de volgende prijzen aangehouden:

De kosten (GWWkosten, 2020) voor het openbreken van straatstenen zijn:

Eenheid	Opslag/transport	Prijs in euro
M2	Deponeren in berm	3.81
M2	Stapelen op pallets, laden, transport tot 5 km en lossen	7.38

Leveren en aanbrengen betonstraatstenen, handmatig, BSS, WF, halfsteens-/keperverband, ongeacht kleur, dikte 80 mm, breedte vanaf 3,00 m	1,0 m2	€ 19,30	€ 16,70	0,417	€ 1,15	€ 0,00	€ 0,00	€ 37,15
+ Arbeid + Materieel + Onderaanneming + Overig								
Betonstraatstenen WF, 200 x 50 x 80 mm, ongeacht kleur	0,1 1.000 stuks	€ 192,05	€ 0,00	0,0				€ 19,21
Rivierzand voor invegen straatwerk, franco werk per as	0,00504 m3	€ 19,80	€ 0,00	0,0				€ 0,10
Stratenmakerswerk (ploeg 3 personen) ploegtarief	0,13913 uur		€ 120,00	3,0				€ 16,70
Wielvaarder, bakinhoud 1.000 liter	0,01739 uur		€ 0,00	0,0	€ 62,98			€ 1,10
Trilplaat, 176 kg, voor- en achterruit, huur per dag bij 4-wekentarij, exclusief bediening	0,00217 dag		€ 0,00	0,0	€ 27,04			€ 0,06

Tabel 11 Kostenoverzicht straatstenen

Totaalkosten voor verwijderen en aanbrengen straatstenen per m² is: 48.34 euro.

Deze prijs is globaal genomen per m² ter indicatie. De exacte prijs moet per locatie bekeken worden mocht de maatregel toegepast gaan worden. De prijzen kunnen afhankelijk van grondslag op de locatie fluctueren. Bij verontreinigde grond zullen de kosten toenemen. Afhankelijk van het hoogteverschil zal gekeken moeten worden of er ophoog zand moet worden aan/afgevoerd en of er kabels, leidingen, rioleringen etc. verlaagd moeten worden.

De tijd die nodig is om deze maatregel aan te leggen zal afhangen van de hoogte die de weg moet zakken. Zodra dit meer is dan 10 cm zal de oude fundering niet meer voldoen en zal er een nieuwe fundering aangebracht moeten worden. Hierdoor zal er ontgraven moeten worden, waardoor de aanlegtijd

toeneemt. De aanlegtijd zal in beide gevallen korter zijn dan wanneer er een afvoer riool aangelegd wordt.

Samenvatting

Nu alle maatregelen besproken zijn, zal er gekeken worden naar welke maatregelen er voor Koudekerke geschikt zijn. Hierboven is te lezen dat het rioolstelsel al bestand is tegen een T=100 bui waardoor de maatregel om het riool te vergroten overbodig is om mee te nemen. Afkoppelen is een maatregel welke het probleem verhelpt bij een bui t=100, maar zeer duur om te realiseren en als deze maatregel wordt toegepast niet per locatie bekeken kan worden.

Vervolgens wordt er gekeken naar waterdoorlatende verharding en wadi's. Beide maatregelen zijn mogelijk mits er een aanpassing aan de bodem plaatsvindt en er een extra afvoer aangelegd wordt om het water af te voeren.

Daarna wordt er nog naar de maatregelen bovengrondse afvoer en een afvoer riool gekeken. Deze twee maatregelen hebben geen aanpassingen nodig aan de bodem, en kunnen rechtstreeks aangesloten worden op het oppervlaktewater.

Bovengenoemde vier maatregelen zullen verder worden uitgewerkt per locatie en uiteindelijk in het MCA (bijlage7) getoetst worden. Hieronder zal een voorbeeld te zien zijn van een ingevuld MCA, waarbij de beste maatregel groen gemarkeerd is.

Locatie ... Weging	Inpasbaar- heid 30%	Kosten 10%	Tijd 15%	Effect 25%	Onder- houd 15%	Esthetiek 5%	Totaal
Afkoppelen	1	3	3	3	2	4	2.30
Waterdoorlatende verharding	2	4	2	4	3	4	2.95
Wadi	3	5	1	5	1	3	3.1
Afvoer riool	4	2	4	1	2	4	2.75
Bovengrondse afvoer	5	1	5	2	4	3	3.6

Tabel 12 Voorbeeld MCA

Bronvermelding

Asfalt.be. (2020). 'Asfalt prijs'. Geraadpleegd op 07-05-2020 van <https://www.asfalt.be/prijs>

Edumedia. (2020). 'Communicerende vaten'. Geraadpleegd op 02-05-2020 van <https://www.edumedia-sciences.com/nl/media/62-communicerende-vaten>

GGWkosten. (2020). 'Cobouw Bouwkosten'. Geraadpleegd op 07-05-2020 van <http://calculeren.gwwkosten.nl/Home.aspx>

Grondwaterformules. (2020). 'Doorlatendheid k'. Geraadpleegd op 07-05-2020 van <http://www.grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort>

Rainproof. (2020). 'Omgekeerde drainage/IT-riool'. Geraadpleegd op 28-04-2020 van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/omgekeerde-drainageit-riool>

Rioned. (2019). 'Bui01 - Bui10'. Geraadpleegd op 15-03-2020 van <https://www.riool.net/bui01-bui10>

Rioned. (2019). 'Riolen, inclusief rioolputten, perceel- en kolkaansluitingen'. Geraadpleegd op 05-05-2020 van <https://www.riool.net/riolen-inclusief-rioolputten-perceel-en-kolkaansluitingen>

Bijlage 4a Sonderingsonderzoek

Bijlage 5 Nota Openbare Ruimte

Bijlage 6 Locaties

In deze bijlage zullen alle maatregelen per locaties beschreven worden. Om een goed beeld te krijgen hoe de berekeningen per locatie tot stand zijn gekomen is bijlage 6a bijgevoegd.

Locatie 1

Locatie 1 bevindt zich in de Voorhout straat. Deze wijk is een nieuwer deel van de kern Koudekerke en ligt aan de buitenzijde van de kern. De huizen aan de oostkant van de weg grenzen hierbij dan ook direct aan de polder. In deze straat ligt een gemengd rioolstelsel en in de nabije omgeving ligt er nog geen gescheiden rioolstelsel. Het rioolstelsel in deze straat is in 2012 aangelegd.

Om bij het oppervlaktewater te komen zullen 2 straten gepasseerd moeten worden. De lange voorhoud(klinkers) en de Drakensteynlaan(asfalt)



Figuur 1 Locatie 1

Gekeken naar de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 1 in totaal 479.90 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 239.94m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is, zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt, kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui t=100. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op 2.296.474,89 euro.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden, zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating:

Locatie 1 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 1 waar water blijft staan is er 1919m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 479,90m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 25 cm. De tijd die nodig is om deze 25 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 60 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaatsvindt. Zodra dit wel plaatsvindt en

er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt, zal het water er 6 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 1 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m ²	kosten per m ²	totaal prijs
1919	57.58	110496.02

Te lezen is dat er 1919m² opnieuw bestraat moet worden. Omdat in dit gebied de grondopbouw veranderd moet worden en een afvoer aangelegd moet worden om het water dat infiltreert naar het oppervlaktewater te krijgen zal deze maatregel een langere tijd nodig hebben dan bij de weg die alleen onder afschot gelegd of alleen een afvoerriool toegepast wordt.

- Wadi:

Er is een groenvoorziening welke ± 6 meter breed is en ± 60 meter lang. Zodra de wadi de maximale capaciteit (volgens de richtlijnen in bijlage 4) benut is de wadi in staat om 144m³ water tijdelijk te bergen. Er valt in totaal 479.90m³, waardoor er tijdelijk water op straat blijft staan.

Het is mogelijk om deze maatregel hier toe te passen. Te zien is dat er een groenvoorziening is en deze kan hiervoor ingericht worden. Hierbij zal er wel gezorgd moeten worden dat er een route naar de wadi gerealiseerd wordt en omdat de grond slecht doorlatend is, zal er een afvoer naar het oppervlaktewater gerealiseerd moeten worden om het water in op te slaan.

De kosten om dit alles te realiseren zullen dan als volgt zijn:

Onderdeel	oppervlakte in m ²	lengte in m1	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
wadi	360	-	-	6	2160
bovengrondse afvoer	200	-	asfalt	122.5	24500
afvoer riool Rond100	-	130	-	6	780
Totaal					27440

De aanlegtijd van deze maatregel zal ten opzichte van de overige maatregelen, met uitzondering van het afkoppelen, de langste tijd in beslag nemen. Dit omdat hier de meeste handelingen; realisatie bovengrondse afvoer, afvoer riool en wadi plaats gaan vinden.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Dit wordt gedaan met de formule van Chezy.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond300 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 246.78m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 5 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Deze buis zal bij het laagste punt in de weg aangesloten worden en via de weg naar het oppervlaktewater gelegd worden. Dit zal een afstand van ± 100 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €30.86 per m1 dat neerkomt op €3.086. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op $\pm$ €20.217. De totale kosten komen hierbij neer op €23.303.

Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden, zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 5 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt, zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 300 is 0.07m^2 . De weg is 5 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 1,41 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +1.43 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat er een verhoging is daar waar de weg overgaat op de landbouwgrond. Hier zal een sleuf getrokken moeten worden om het water verder richting het oppervlaktewater te vervoeren.

Afhankelijk van de wegverharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
5	30	straat stenen	48.34	7251
5	40	asfalt	112.5	22500
Totaal				29751

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt, zal het snelst zijn ten opzichte van de overige maatregelen. Er hoeft niet afgegraven te worden waardoor er alleen opnieuw bestraat dient te worden.

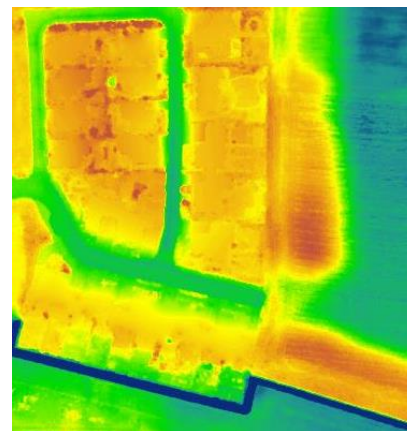
Locatie 2

Locatie 2 is in de Kerkstraat gelegen midden in de kern Koudekerke. Omdat deze locatie centraal in de kern ligt, en er geen oppervlaktewaters in de kern van Koudekerke zijn gesitueerd, zal hier al het water blijven staan. De Kerkstraat bestaat uit een geasfalteerde straat met een klinker stoep. In deze straat ligt een gemengd rioolstelsel uit 1968.

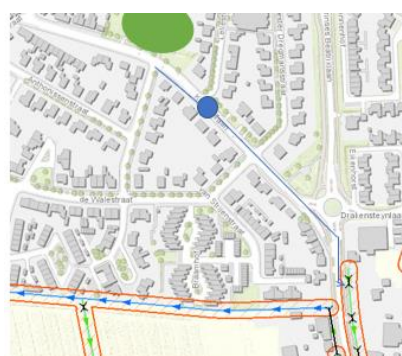
Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 2 in totaal 3122.07 m^3 regen valt in 2 uur.

Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur $1561.04\text{ m}^3/\text{h}$ afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is, zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.



Figuur 2 Locatie 1 Hoogtekaart



Figuur 3 Locatie 2

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt, kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui $t=100$. Omdat het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating:

Locatie 2 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 2 waar water blijft staan is er 16.712,80m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 3122.07m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat; namelijk 18.6 cm. De tijd die nodig is om deze 18.6 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 44.8 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaats vindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 4.48 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 2 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m ²	kosten per m ²	totaal prijs
16712.8	57.58	962323.02

Te lezen is dat er 16712 m² opnieuw bestraat moet worden. Omdat in dit gebied de grondopbouw veranderd moet worden en een afvoer aangelegd moet worden om het water dat infiltreert naar het oppervlaktewater te krijgen zal deze maatregel een langere tijd nodig hebben dan bij de weg die alleen onder afschot gelegd wordt.

- Wadi:

Er is een park welke ± 25 meter breed is en ± 54 meter lang. Zodra de wadi de maximale capaciteit (volgens de richtlijnen in bijlage 4) benut is de wadi in staat om 540m³ water tijdelijk te bergen. Er valt 3122.07m³ water in totaal. Waardoor de wadi niet al het water dat valt kan opslaan.

Het is mogelijk om deze maatregel hiertoe te passen. Te zien is dat er een park met oude begraafplaats is verderop in de straat. Het park kan beperkt als wadi worden ingericht, waarbij de oude begraafplaats blijft behouden. Voor de realisatie van de wadi moet wel gezorgd worden dat er een route naar de wadi gerealiseerd wordt en omdat de grond slecht doorlatend is, zal er een afvoer naar het oppervlaktewater gerealiseerd moeten worden om het water in op te slaan.

De kosten om dit alles te realiseren zullen dan als volgt zijn:

Onderdeel	oppervlakte in m2	lengte in m1	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
wadi	1350	-	-	6	8100
bovengrondse afvoer	330	-	asfalt	112.5	37125
afvoer riool Rond100	-	455	-	6	2730
Totaal					47955

De aanlegtijd van deze maatregel zal ten opzichte van de overige maatregelen, met uitzondering van het afkoppelen, de langste tijd in beslag nemen. Dit omdat hier de meeste handelingen; realisatie bovengrondse afvoer, afvoer riool en wadi plaats gaan vinden.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 700 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 2246.39m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 6 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van ±100 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €99.50 euro per m1 dat neerkomt op €39.800 euro. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €80.868. De totale kosten komen hierbij neer op €120.668.

Omdat de weg openmoet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden, zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoercapaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 700 is 0.50m². De weg is 6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 6.41 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +6.41 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart grote verschillen zitten in hoogtes op de straat kan deze maatregel hier minder goed toegepast worden. Het laagste punt in de weg ligt op 0.65 NAP en het hoogste punt op 1.39NAP wat een verschil maakt van 74cm wat de weg minimaal omlaag moet op het hoogste punt om



Figuur 4 Locatie 2 Hoogtekaart

de weg vlak te laten lopen. Hierbij zal op dit hoogste punt aanpassingen gedaan moeten worden aan voortuinen die verlaagd moeten worden om zo aansluiting te vinden op de stoep/weg, kabels en leidingen die dieper gelegd moeten worden en zullen huisaansluitingen op deze plekken ook aangepast moeten worden.

Afhankelijk van de wegverharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
6	400	straat stenen	48.34	116016
3	400	asfalt	112.5	135000
Totaal				251016

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het snelst zijn. Er hoeft niet afgegraven te worden waardoor er alleen opnieuw bestraat dient te worden.

Locatie 3

Locatie 3 is in de Middelburgsestraat (N660/geasfalteerd) gelegen. Deze straat loopt noordelijk van de kern Koudekerke en zorgt voor water dat er 20-30 cm hoog komt te staan, volgens de klimaateffectatlas. In dit geval is duidelijk te zien op de klimaateffectatlas dat die op de weg blijft staan en niet in de huizen stroomt. Maar aangezien dit een drukke toegangsweg is, is dit water niet wenselijk en zal er gekeken worden naar een maatregel om het water te beperken op deze locatie.



Figuur 5 Locatie 3

Locatie 3 ligt vlakbij oppervlaktewater en kan hierbij komen door de straat Lange Wegje (overlastlocatie 9) te passeren. De straat Lange Wegje ligt lager dan de Middelburgsestraat maar het water kan niet in deze straat komen vanwege een verkeersdrempel.

Op deze locatie ligt een gescheiden rioolstelsel uit 2010. Er kan gekeken worden of hier een waaierdeksel op het laagste punt aangesloten kan worden op het hemelwaterriool om zo het water weg te laten lopen in plaats van de maatregel afvoer riool.

Gekeken naar de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 3 in totaal 194.75 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 97.37 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er gekeken wordt naar het bestaande riool in deze straat is te zien dat hier al is afgekoppeld. Het water dat zich verzameld komt dan niet uit andere straten dus er kan aangenomen worden dat, zodra er een extra afvoerput op de HWA-streng aangesloten wordt het water weg krijgt.

Om 97.374 M³/h af te voeren via een put zal er een put rond 300 gerealiseerd moeten worden op het laagste punt in de weg.

De kosten om een afvoerput aan te leggen zullen ± €683 bedragen.

Doordat er op deze locatie al een HWA-riool ligt en hierop aangesloten kan worden, zal de straat plaatselijk open moeten. Hierdoor zal de aanlegtijd gering zijn ten opzichte van de overige maatregelen waarbij grotere delen straat opengetrokken moeten worden om de maatregel te realiseren.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 3 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 3 waar water blijft staan is er 1197.25 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 194.748 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 16.3 cm. De tijd die nodig is om deze 16.3 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 39 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaatsvindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 3.9 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 3 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m ²	kosten per m ²	totaal prijs
1197.25	57.58	68937.655

Te lezen is dat er 1197 m² opnieuw bestraat moet worden. Omdat in dit gebied de grondopbouw veranderd moet worden en een afvoer aangelegd moet worden om het water dat infiltreert naar het oppervlaktewater te krijgen zal deze maatregel een langere tijd nodig hebben dan bij de weg die alleen onder afschot gelegd wordt.

- Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren. Hierdoor zal deze locatie de wadi het slechts scoren in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt, zal er een buis rond 200 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 100.15 m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 6 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van +-150 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €25.17 per m¹ dat neerkomt op €3.775,50. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €30.325,50. De totale kosten komen hierbij neer op €34.101.

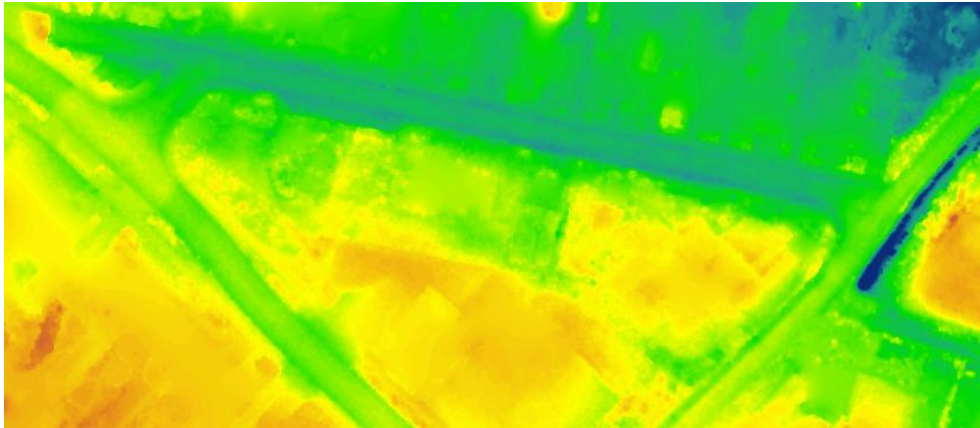
Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ±6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoercapaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 200 is 0.07m². De weg is 6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 0.46 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +0.46 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.



Figuur 6 Locatie 3 Hoogtekaart

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat er 2 drempels in de weg zitten waardoor het water tegengehouden wordt.

Afhankelijk van de wegverharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
5	130	straat stenen	48.34	31421
6	20	asfalt	112.5	13500
Totaal				44921

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het één-na-snelst zijn (afkoppelen is het snelst). Bij alle maatregelen moet er afgegraven worden. Bij deze maatregel zal er enkel 1 drempel weggehaald moeten worden.

Locatie 4

Locatie 4 is net als locatie 3 aan de Middelburgstraat (N660/geasfalteerd) gelegen. Op deze locatie komt het water tussen de 20-30 cm hoog te staan. In dit geval is duidelijk te zien op de klimaateffectatlas dat het water naar de voortuinen van de huizen toestromen en niet op de straat blijft staan. Hier loopt het water de tuin van Duinstraat 1 in, omdat dit het laagstgelegen punt is.



Figuur 7 Locatie 4

In de buurt van locatie 4 ligt geen oppervlaktewater waarop aangesloten kan worden. Wel ligt er een gemengd rioolstelsel uit 2010 waarop eventueel aangesloten kan worden in plaats van een afvoer riool.

Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 4 in totaal 61.34 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 30.67 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is, zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er gekeken wordt naar het bestaande riool in deze straat is te zien dat hier al is afgekoppeld. Het water dat zich verzameld komt dan niet uit andere straten dus er kan aangenomen worden dat, zodra er een extra afvoerput op de HWA-streng aangesloten wordt het water weg krijgt.

Om 30.67m³/h af te voeren via een put zal er een put rond 200 gerealiseerd moeten worden op het laagste punt in de weg.

De kosten om een afvoerput aan te leggen zullen ± €683 bedragen.

De realisatietijd is hier het snelst, aangezien hier slechts plaatselijk de weg opengemaakt wordt i.p.v. een heel tracé.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 4 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 4 waar water blijft staan, is er 145.37 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 61.34 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 25 cm. De tijd die nodig is om deze 25 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 60 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaatsvindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 6 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 1 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m ²	kosten per m ²	totaal prijs
145.37	57.58	8370.4046

Te lezen is dat er 145 m² opnieuw bestraat moet worden. Dit is ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer (1575m²) weinig. Bij deze maatregelen komen nog wel de aanleg van een afvoer

riool en grondverbetering. Hierdoor zal deze maatregel in aanlegtijd langer duren dan bij een afvoer riool. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd moet worden om het afvoer riool op het oppervlaktewater aan te sluiten.

- Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren.

Hierdoor zal op deze locatie de wadi het slechts scoren in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 125 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 33.46 m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 6 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Deze buis zal bij het laagste punt in de weg aangesloten worden en via de weg naar het oppervlaktewater gelegd worden. Dit zal een afstand van ±180 meter zijn. De kosten van de aanleg hiervan zijn ongeveer €25.17 per m¹ dat neerkomt op €4.530,60 aanlegkosten.

Dit zal een afstand van ±180 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €25.17 per m¹ dat neerkomt op €4.530,60 euro. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €36.390,60. De totale kosten komen hierbij neer op €40.921,20.

Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

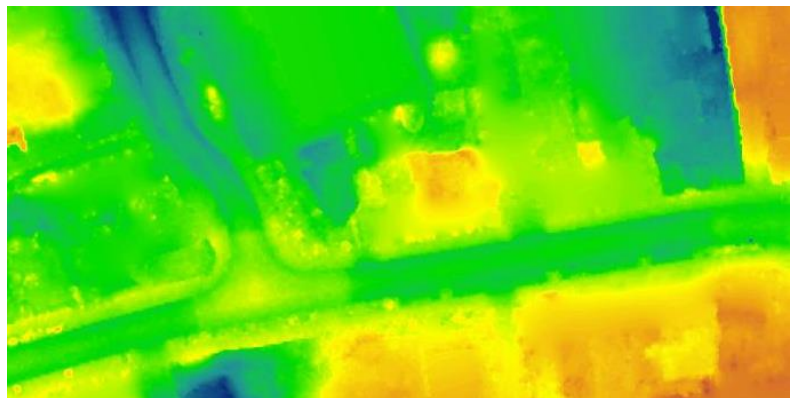
- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om dezelfde afvoercapaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 125 is 0.02m². De weg is 6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 0.18 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +0.18 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg, kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat er 1 drempel in de weg zit waardoor het water tegengehouden wordt. Deze zal verwijderd moeten worden.



Figuur 8 Locatie 4 Hoogtekaart

Afhankelijk van de wegverharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
5	75	straat stenen	48.34	18127.5
6	200	asfalt	112.5	135000
Totaal				153127.5

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het één-na-snelst zijn (afkoppelen is het snelst). Bij alle maatregelen moet er afgegraven worden. Bij deze maatregel zal er enkel 1 drempel weggehaald moeten worden.

Locatie 5

Locatie 5 ligt aan de Tramstaat. Dit is een doorgaande straat in de kern Koudekerke. Volgens de klimaateffectatlas komt er op deze plek meer dan 30 cm water te staan. Ook vanuit de gemeente Veere is er bekend dat er wateroverlast in huizen optreedt bij hevige neerslag. De gemeente weet niet exact bij welke bui dit in het verleden gebeurd is. Om deze redenen zal er voor deze locatie gekeken worden naar een maatregel waarbij de kans op wateroverlast bij een bui100 beperkt wordt.



Figuur 9 Locatie 5

Locatie 5 ligt midden in het dorp waardoor er geen oppervlaktewater in de directe omgeving te vinden is. Er ligt op deze locatie een gemengd rioolstelsel uit 1992 en er zal in 2022 groot onderhoud gepleegd worden aan de straat. Dit onderhoud vindt plaats tussen overlast locatie 5 en de Dishoekseweg het dorp uit. Als deze route aangehouden wordt om een maatregel te realiseren die op het oppervlaktewater aangesloten moet worden zal de afstand tussen locatie 5 en het oppervlaktewater ± 525 meter bedragen. Er is ook een oppervlaktewater dichterbij (± 300 m) maar hierbij worden geen andere overlastlocaties gepasseerd en staan geen geplande onderhoudswerkzaamheden in de nabije toekomst op de planning.

Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 5 in totaal 389.734 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 194.867 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt, kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui $t=100$. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 5 blijkt uit de sonderingen goed doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal dus geen extra uitgraving moeten plaatsvinden.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 5 waar water blijft staan is er 1521.54 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 389.734 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 26 cm. De tijd die nodig is om deze 26 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 6.2 uur.

De kosten om dit voor locatie 5 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m ²	kosten per m ²	totaal prijs
1521.54	57.58	87610.273

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie sneller dan wanneer de weg onder afschot gelegd wordt. Dit komt omdat er voor deze locatie geen extra handelingen verricht hoeven te worden aan de grondopbouw en deze locatie maar 1521m² opnieuw hoeft te bestraten ten opzichte van 3250m² wanneer de hele weg onder afschot gelegd moet worden.

- Wadi:

Er is een groenvoorziening welke ±31 meter breed is en ±37 meter lang. Zodra de wadi de maximale capaciteit (volgens de richtlijnen in bijlage 4) benut is de wadi in staat om 458.8m³ water tijdelijk te bergen. Er valt in totaal 389.734 m³. Waardoor het water in de wadi tijdelijk geborgen kan worden. De tijd die de wadi nodig heeft om het water te infiltreren en weer droog komt te staan zal 2.9 uur zijn.

Het is mogelijk om deze maatregel hiertoe te passen. Te zien is dat er een groenvoorziening is en deze kan hiervoor ingericht worden. Hierbij zal er wel gezorgd moeten dat er een route naar de wadi gerealiseerd wordt. En omdat de grond in dit deel van het dorp waterdoorlatend is hoeft er hier geen extra riool naar het oppervlaktewater aangelegd te worden.

De kosten om dit alles te realiseren zullen dan als volgt zijn:

Onderdeel	oppervlakte in m ²	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
wadi	1147	-	6	6882
bovengrondse afvoer	75	Straatstenen	48.34	3625.5
Totaal				10507.5

De aanlegtijd van deze maatregel zal ten opzichte van de overige maatregelen, met uitzondering van het afkoppelen, de langste tijd in beslag nemen. Dit omdat hier de meeste handelingen; realisatie en bovengrondse afvoer plaatsvinden.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 400 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 231.12 m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 6 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van +525 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €43.86 per m¹ dat neerkomt op €23.026,50. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €106.139,25 euro. De totale kosten komen hierbij neer op €129.165,75.

Omdat de weg openmoet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

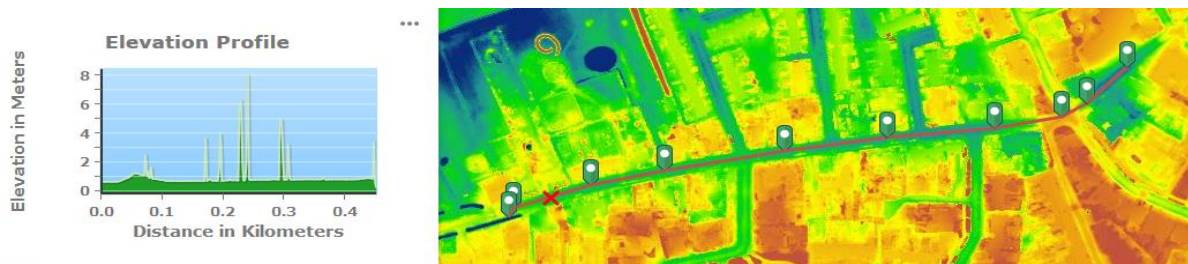
- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 400 is 0.13 m². De weg is 6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 0.02 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +0.02 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat de weg oploopt vanaf locatie 5 naar het oppervlaktewater toe. Hierbij is ook te zien dat er 1 drempel verwijderd moet worden om bij het oppervlaktewater te komen.



Figuur 10 Locatie 5 Hoogtekaart

Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
6	525	asfalt	112.5	354375
Totaal				354375

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie langer dan wanneer er waterpasserende bestrating (1521m²) op de locatie zelf toegepast wordt.

Locatie 6

Locatie 6 ligt ± 90 meter van locatie 5 af, aan de andere kant van de drempel, in de Dishoekseweg (riool uit 1979). Omdat locatie 6 dichtbij locatie 5 ligt kan er gekeken worden of er een combinatie gemaakt kan worden bij het toepassen van maatregelen. In dit geval zullen alle maatregelen los bekeken worden en niet meegenomen worden op de maatregel van locatie 5. Uiteindelijk als voor beide locaties de beste maatregel is gevonden kan er gekeken worden of deze maatregelen met elkaar gekoppeld kunnen worden.



Figuur 11 Locatie 6

Gekeken naar de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 6 in totaal 451.478 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 225.739 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui $t=100$, omdat het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 6 blijkt uit de sonderingen goed doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal dus geen extra uitgraving moeten plaatsvinden.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 6 waar water blijft staan is er 2257.39 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 451.478 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 20 cm. De tijd die nodig is om deze 20 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 4.8 uur.

De kosten om dit voor locatie 6 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
2257.39	57.58	129980.52

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie sneller dan wanneer de weg onder afschot gelegd wordt. Dit komt omdat er voor deze locatie geen extra handelingen verricht hoeven te worden aan de grondopbouw en voor deze locatie maar 2257m² opnieuw bestraat hoeft te worden ten opzichte van 2650m², wanneer de hele weg onder afschot gelegd moet worden.

- Wadi:

Er is een groenvoorziening welke ±31 meter breed is en ±37 meter lang. Zodra de wadi de maximale capaciteit (volgens de richtlijnen in bijlage 4) benut is de wadi in staat om 458.8m³ water tijdelijk te bergen. Er valt in totaal 451.48 m³. Waardoor de wadi in staat is het water tijdelijk te bergen. De tijd die de wadi nodig heeft om het water te infiltreren en weer droog komt te staan zal 2.5 uur zijn.

Het is mogelijk om deze maatregel hiertoe te passen. Te zien is dat er een groenvoorziening is en deze kan hiervoor ingericht worden. Hierbij zal er wel gezorgd moeten dat er een route naar de wadi gerealiseerd wordt en omdat de grond in dit deel van het dorp waterdoorlatend is, hoeft er hier geen extra riool naar het oppervlaktewater aangelegd te worden.

De kosten om dit alles te realiseren zullen dan als volgt zijn:

Onderdeel	oppervlakte in m2	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
wadi	1147	-	6	6882
bovengrondse afvoer	275	Straatstenen	48.34	13293.5
Totaal				20175.5

De aanlegtijd van deze maatregel zal ten opzichte van de overige maatregelen, met uitzondering van het afkoppelen, de langste tijd in beslag nemen. Dit omdat hier de meeste handelingen; realisatie en bovengrondse afvoer plaatsvinden.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 400 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 258.21 m³/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 6 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van ±435 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €43.86 euro per m¹ dat neerkomt op €19.079,10. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ±€87.943,95. De totale kosten komen hierbij neer op €107.023,05.

Omdat de weg niet helemaal open hoeft bij het realiseren van deze maatregel (er hoeft dus maar 1 gleuf gegraven te worden) zal de aanlegtijd gering zijn. Waardoor deze maatregel het snelst te realiseren is ten opzichte van de overige maatregelen.

Omdat de weg openmoet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden, zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

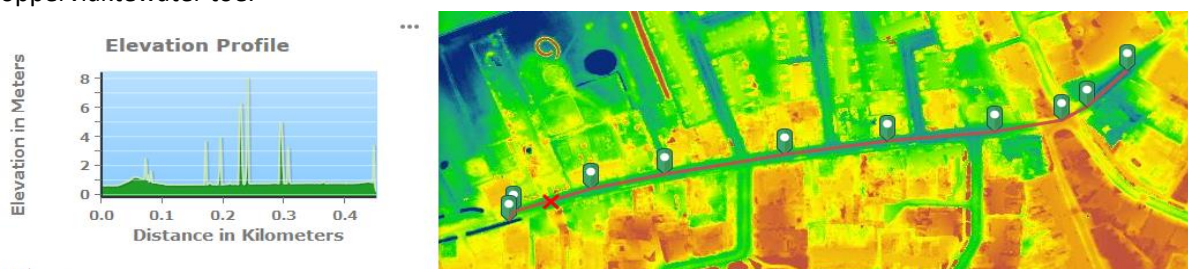
- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 400 is 0.13 m². De weg is 6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 0.02 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +0.02 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat de weg bij oploopt vanaf locatie 6 naar het oppervlaktewater toe.



Figuur 12 Locatie 6 Hoogtekaart

Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
6	435	asfalt	112.5	293625
Totaal				293625

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie langer dan wanneer er waterpasserende bestrating (2257m²) op de locatie zelf toegepast wordt.

Locatie 7

Locatie 7 is een zijstraat van de Dishoekseweg waar locatie 5 en 6 liggen.



Figuur 13 Locatie 7

Vlakbij locatie 7 is de het gebouw van de scouting gelegen. Volgens de kadaster kaart is staat dit gebouw op grond van de gemeente. Rondom dit gebouw is groen gelegen maar dit ligt direct aangrenzend aan het scoutingsgebouw. Waardoor dit zich niet leent om een wadi te realiseren.

Het oppervlaktewater bevindt zich op ± 360 meter van locatie 7. Bij locatie 7 ligt een gemengd riool van 1970 en wordt in september/oktober 2020 onderhoud aan de weg gedaan.



Figuur 14 Kadaster kaart locatie 7

Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 7 in totaal 686.941 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 343.4705 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui $t=100$. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op € 2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst zijn.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 7 blijkt uit de sonderingen goed doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal dus geen extra uitgraving moeten plaatsvinden.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 7 waar water blijft staan is er 5545.31 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om water passerende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 686.941 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 12 cm. De tijd die nodig is om deze 12 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 3 uur.

De kosten om dit voor locatie 1 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
5545.31	57.58	319298.95

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren zal sneller zijn dan wanneer de weg onder afschot gelegd wordt. Dit omdat er bij deze maatregel niet uitgegraven hoeft te worden en bij de weg onder afschot wel.

- Wadi:

De wadi bij het scoutingsgebouw is ± 11 meter breed is en ± 38 meter lang. Zodra de wadi de maximale capaciteit (volgens de richtlijnen in bijlage 4) benut is de wadi in staat om 167.2 m3 water tijdelijk te bergen. Er valt in totaal 686.941m3. Waardoor er tijdelijk water op straat blijft staan. De tijd die de wadi nodig heeft om het water te infiltreren en weer droog komt te staan zal 39.4 uur zijn.

Het veld bij de scouting leent zich minder om een wadi te realiseren. Dit omdat de wadi direct aan het gebouw zal grenzen en de scouting hierdoor geen ruimte heeft om buitenactiviteiten op het grasveld te organiseren zodra het regent; Wat voor een scouting een belangrijk onderdeel in het programma is.

De kosten om dit alles te realiseren zullen dan als volgt zijn:

Onderdeel	oppervlakte in m2	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
wadi	418	-	6	2508
bovengrondse afvoer	7.5	Straatstenen	48.34	362.55
Totaal				2870.55

De aanlegtijd van deze maatregel zal ten opzichte van de overige maatregelen het snelst aangelegd zijn. Er hoeft hier geen afvoer riool gerealiseerd te worden en de overlast locatie ligt vrijwel naast de groenvoorziening.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 400 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 349.09 m3/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 5 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van ± 360 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €43.86 euro per m1 dat neerkomt op €15.501,60. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op $\pm$ €72.781,20. De totale kosten komen hierbij neer op €88.282,80.

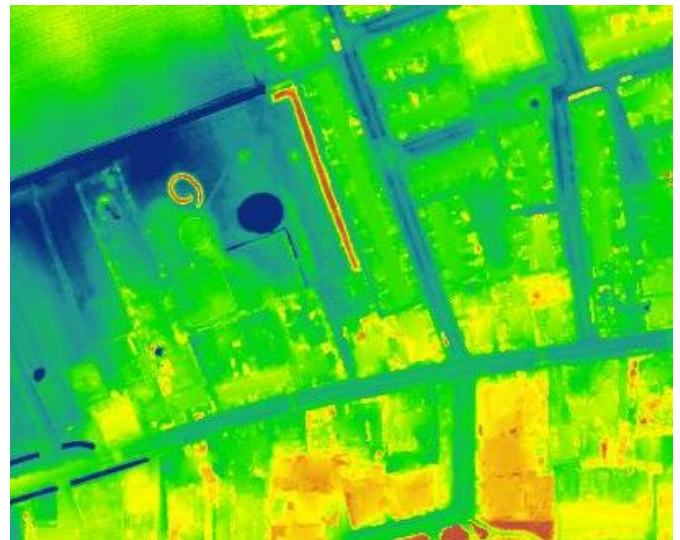
Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 5 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 400 is 0.13 m². De weg is 5 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 2.09 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +2.09 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.



Figuur 15 Locatie 7 Hoogtekaart

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat de weg bij oploopt vanaf locatie 7 naar het oppervlaktewater toe.

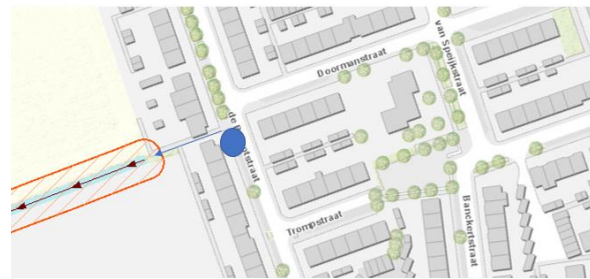
Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
6	245	asfalt	112.5	165375
5	115	straatstenen	48.34	27795.5
Totaal				165375

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie langer dan wanneer de overlast locatie bestraat wordt met waterpasserende bestrating. Dit komt omdat het afgraven van het tracé naar het oppervlaktewater meer tijd in beslag zal nemen dan de aanleg van waterpasserende bestrating.

Locatie 8

Locatie 8 bevindt zich in de Boisotstraat. Deze locatie bevindt zich aan de rand van het dorp waarbij achter de huizen in deze straat een oppervlaktewater gelegen is. Deze is bereikbaar via een gemeentelijk pad tussen de huisnummers 35 en 37 in.



● Locatie
→ Route naar oppervlaktewater

Figuur 16 Locatie 8



Figuur 17 Kadaster kaart

In de omgeving van de Boisotstraat is geen groenvoorziening aanwezig. In de Boisotstraat ligt een gemengd riool uit 1995 en de straat bestaat uit klinkers.

Gekeken naar de planning wordt er aan deze straat de komende jaren niks gedaan. Waardoor hier een mogelijke maatregel hier niet bij mee genomen kan worden.

Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 8 in totaal 469.348 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opge-

maakt worden dat er per uur 234.674 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui t=100. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 8 blijkt uit de sonderingen goed doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal dus geen extra uitgraving moeten plaatsvinden.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 8 waar water blijft staan is er 2936.27 m² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om water passerende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 469.348 m³ water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 15 cm. De tijd die nodig is om deze 15 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 3.8 uur.

De kosten om dit voor locatie 8 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
2936.27	57.58	169070.43

De aanlegtijd om deze maatregel te realiseren is op deze locatie minder snel dan wanneer de weg onder afschot gelegd wordt. De opnieuw bestrate oppervlaktes met waterpasserende bestrating zijn 2936m² ten opzichte van 80m² wanneer de weg onder afschot gelegd wordt.

Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren. Hierdoor zal op deze locatie de wadi het slechts score in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 300 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 319.37 m³/h

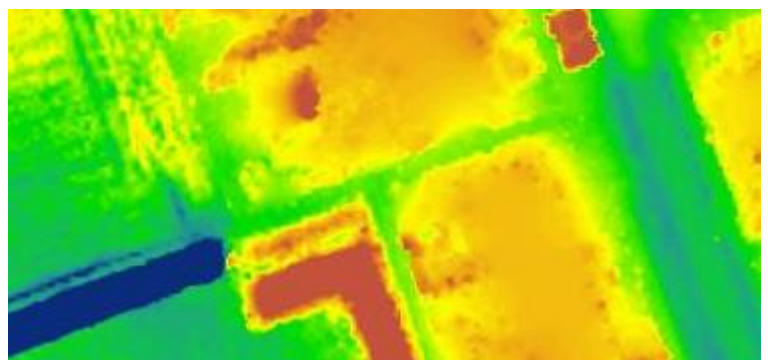
Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is het voetpad naar het oppervlaktewater 1.6 meter breed. Het gemengde riool dat hier ligt is rond 300. **Zodra er geen kabels en** leidingen door het voetpad lopen kan er op deze locatie een extra afvoer riool rond 300 gerealiseerd worden.

Dit zal een afstand van ±50 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €30.86 per m¹ dat neerkomt op €1.543 euro. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ±50* (herbestrating a 1.6*37,15 + ontgraven 16,42) = €3.793. De totale kosten komen hierbij neer op €5.336.

Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden, zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. Het voetpad is 1,6 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in tuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de stoepbanden moeten hebben om de het water in op te sluiten. Hiervoor wordt gekeken naar dezelfde afvoercapaciteit van het afvoer riool dat hierboven besproken is.



Figuur 18 Locatie 8 Hoogtekaart

De oppervlakte van een rioolbuis rond 300 is 0.07 m². De stoep is 1,6 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 4.42 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +4.42 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat de weg bij oploopt vanaf locatie 7 naar het oppervlaktewater toe.

Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
1.6	50	straatstenen	48.34	3867.2
		Totaal		3867.2

Gekeken naar de smalle ruimte waarin gewerkt moet worden. Zal deze maatregel sneller aangelegd zijn, dan wanneer er een nieuw afvoer riool wordt gerealiseerd. Om het afvoer riool te realiseren zal ook het volledige voetpad opengemaakt moeten worden.

Locatie 9

Locatie 3 ligt in het Lange Weegje en ligt dichtbij locatie 3. In deze straat komt het water op aanzienlijk veel plekken hoger dan 30 cm te staan. Gekeken naar de AHN-hoogtekaart kan opgemaakt worden dat de voortuinen lager liggen dan de weg en dat er een grote kans is op wateroverlast in de woningen.



Figuur 19 Locatie 9

Zoals bij locatie 3 besproken is ligt het Lange Weegje lager dan de Middelburgsestraat (N660). In het Lange Weegje ligt geen gescheiden rioolstelsel uit 1995 maar en de aangrenzende straat (Middelburgsestraat) heeft een gescheiden rioolstelsel uit 2010. Aan het eind van het Lange Weegje is een drempel te vinden met daarachter een sloot. Gekeken naar de AHN-hoogtekaart stroomt het water af richting deze drempel.

Gekeken naar de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 9 in totaal 862.5825 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 431.29125 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui t=100. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 9 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 9 waar water blijft staan is er 2914.57 M² straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 862.5825M3 water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 30 cm. De tijd die nodig is om deze 30 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 71 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaats vindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 7.1 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 9 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
2914.57	57.58	167820.94

Te lezen is dat er 2915 m2 opnieuw bestraat moet worden. Omdat in dit gebied de grondopbouw veranderd moet worden en een afvoer aangelegd moet worden om het water dat infiltreert naar het oppervlaktewater te krijgen, zal deze maatregel een langere tijd nodig hebben dan bij de weg die alleen onder afschot gelegd wordt.

- Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren. Hierdoor zal op deze locatie de wadi het slechts score in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 300 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 600.36 m3/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 5 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren.

Dit zal een afstand van ±42 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €30.86 per m1 dat neerkomt op €1262,52 euro. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ±€8.491,14 euro. De totale kosten komen hierbij neer op €9.753,66.

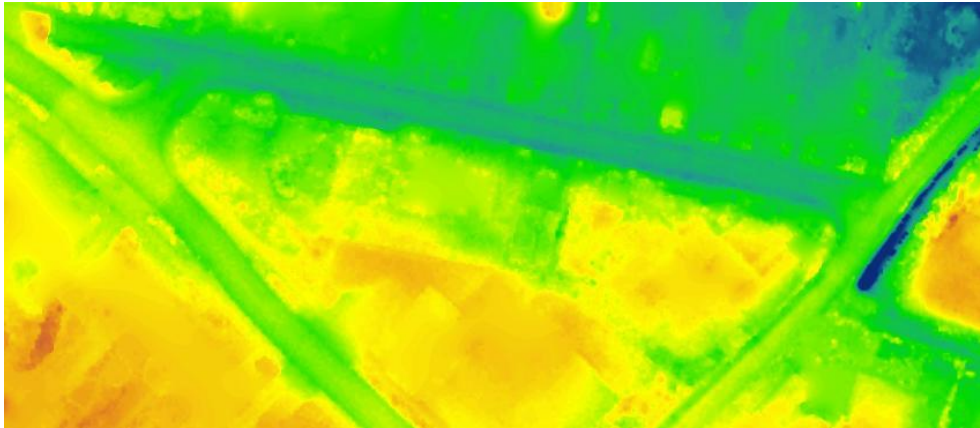
Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 5 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 300 is 0.07m2. De weg is 5 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 1.41 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +1.41 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.



Figuur 20 Locatie 9 hoogtekaart

Omdat er in de AHN-hoogtekaart geen grote verschillen zitten in hoogtes op de weg kan deze maatregel hier goed toegepast worden. Wel is te zien dat er 1 drempel in de weg zit waardoor het water tegengehouden wordt.

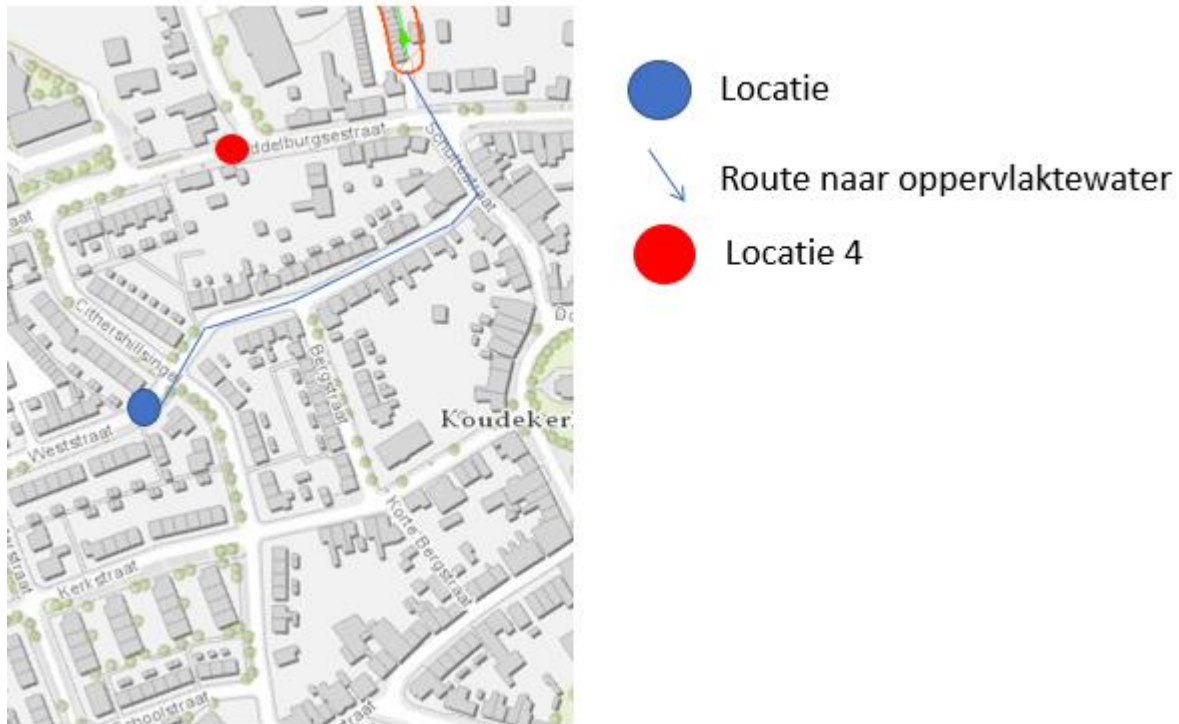
Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m2	totaal prijs
5	42	straat stenen	48.34	10151.4
Totaal				10151.4

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het snelst zijn. Bij alle maatregelen moet er afgegraven worden. Bij deze maatregel zal er 1 drempel weggehaald moeten worden. Maar gekeken naar de oppervlaktes van waterpasserende verharding (2915m²) ten opzichte van de oppervlakte van deze maatregel (2100m²) zal deze maatregel sneller gerealiseerd zijn.

Locatie 10

Locatie 10 ligt in de Weststraat. De Weststraat(klinkers) ligt tussen de Middelburgsestraat en de Kerkstraat in. In deze straat ligt een gemengd rioolstelsel uit 1960 en in 2022 wordt er groot onderhoud gepleegd aan deze en omliggende straten. Te zien op de AHN-hoogtekaart is dat de Weststraat en de Cithershillsingel laaggelegen straten zijn en het water hierbij niet bij elkaar kan komen door een drempel op de kruising van deze twee straten. Omdat de Weststraat midden in het dorp ligt is er geen oppervlaktewater in de buurt. Het gescheiden rioolstelsel in de Middelburgsestraat ligt het dichtstbij.



Figuur 21 Locatie 10

Gekeken naar de klimateffectatlas is te zien dat er op locatie 10 in totaal 782.301 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 391.1505 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui t=100. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 10 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 10 waar water blijft staan is er 4169.56 M2 straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om waterpasserende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 782.301 M3 water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 19 cm. De tijd die nodig is om deze 19 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 45 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaats vindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 4.5 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 10 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
4169.56	57.58	240083.26

Te lezen is dat er 4169 m2 opnieuw bestraat moet worden. Omdat in dit gebied de grondopbouw veranderd moet worden en een afvoer aangelegd moet worden om het water dat infiltreert naar het oppervlaktewater te krijgen zal deze maatregel een langere tijd nodig hebben dan bij de weg die alleen onder afschot gelegd wordt.

- Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren. Hierdoor zal op deze locatie de wadi het slechts score in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt. Zal er een buis rond 400 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 517.41 m3/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 5 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren. Wel zal er een doorgaande weg opgebroken moeten worden om deze maatregel te realiseren.

Dit zal een afstand van ±410 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €43.06 per m1 dat neerkomt op €17.654,60. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €82.889,70. De totale kosten komen hierbij neer op €100.544,30.

Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

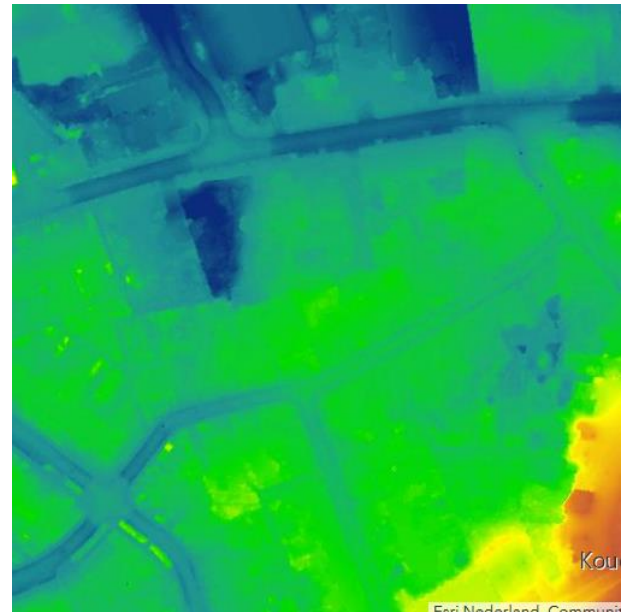
- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 5 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 400 is 0.12m². De weg is 5 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 2.51 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +2.51cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

In de AHN-hoogtekaart is te zien dat er geen grote hoogteverschillen zitten in de weg. Wel zal er een doorgaande weg opengebroken moeten worden om deze maatregel te realiseren.



Figuur 22 Locatie 10 Hoogtekaart

Afhankelijk van de wegverharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
5	410	straat stenen	48.34	99097
Totaal				99097

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het snelst zijn. Bij alle maatregelen moet er afgegraven worden. Bij deze maatregel zullen er 2 drempels weggehaald moeten worden. Maar gekeken naar de oppervlaktes van waterpasserende verharding (4169m²) ten opzichte van de oppervlakte van deze maatregel (2050m²) zal deze maatregel sneller gerealiseerd zijn.

Locatie 11

Locatie 11 ligt in de Kerkstraat. De Kerkstraat ligt zuidelijk van locatie 10 en noordelijk van locatie 5. In deze straat ligt een gemengd rioolstelsel uit 1960 aanwezig. In 2022 wordt er onderhoud gepleegd aan de Cithershillingel deze straat sluit aan op de Kerkstraat. Te zien op de ahn hoogtekaart is dat, net als bij locatie 10 het water door een drempel geblokkeerd wordt. Omdat de Kerkstraat midden in het dorp ligt is er geen oppervlaktewater in de buurt. Het gescheiden rioolstelsel in de Middelburgsestraat ligt het dichtstbij.



Figuur 23 Locatie 11

Op de klimaateffectatlas is te zien dat er op locatie 11 in totaal 491.011 m³ regen valt in 2 uur. Hieruit kan opgemaakt worden dat er per uur 245.5055 m³/h afgevoerd moet worden om de straat droog te houden.

Nu dit bekend is zal er gekeken worden naar de maatregelen en of deze in staat zijn dit af te voeren.

- Afkoppelen

Als er naar afkoppelen gekeken wordt kan er gesteld worden (zoals beschreven in bijlage 4) dat er geen water meer op straat optreedt bij een bui $t=100$. Omdat Het HWA-riool dat gerealiseerd wordt bij het afkoppelen groot genoeg is om het water af te voeren.

Om het HWA-riool te realiseren met het gewenste effect zal het riool door heel de kern gelegd moeten worden. Dit omdat het water door straatkolken al opgevangen wordt alvorens het naar het laagste punt is gestroomd.

Omdat dit riool door de hele kern aangelegd moet worden om te zorgen dat de locatie droog blijft zullen de kosten neerkomen op €2.296.474,89.

Doordat heel de kern aangepakt moet worden zal de aanlegtijd van deze maatregel het langst duren om aangelegd te kunnen worden.

- Waterpasserende bestrating

Locatie 11 blijkt uit de sonderingen een slecht doorlatende grondopbouw te hebben. Hierdoor zal in dit gebied 0.1 m/dag geïnfiltreerd kunnen worden. In dit gebied zal de extra uitgraving moeten plaatsvinden om te zorgen dat er geïnfiltreerd wordt.

Als er gekeken wordt naar de straatoppervlakte van locatie 11 waar water blijft staan is er 2300.7 M2 straat (incl. parkeerplaatsen) beschikbaar om water passerende verharding toe te passen.

Omdat bekend is dat er 491.011M3 water valt in dit gebied kan bepaald worden hoe hoog het water op straat staat. Namelijk 21.34 cm. De tijd die nodig is om deze 21.34 cm te laten infiltreren is bij deze locatie 51.2 uur wanneer er geen verandering in grond onder de bestrating plaats vindt. Zodra dit wel plaatsvindt en er grond met een doorlatendheid van 1m/dag neergelegd wordt zal het water er 5.1 uur over doen om volledig te infiltreren.

De kosten om dit voor locatie 1 te realiseren zullen zijn:

oppervlakte in m2	kosten per m2	totaal prijs
2300.7	57.58	132474.31

Te lezen is dat er 2300 m2 opnieuw bestraat moet worden. Dit is ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer (2710m2) minder. Bij deze maatregelen komen nog wel de aanleg van een afvoer riool en grondverbetering. Hierdoor zal deze maatregel in aanlegtijd, alsnog langer duren dan wanneer de weg onder afschot gelegd wordt

- Wadi:

Op deze locatie is er geen (groen)voorziening in de buurt die als wadi kan functioneren. Hierdoor zal op deze locatie de wadi het slechts score in het mca.

- Afvoer riool:

Allereerst zal er gekeken worden welke buisdiameter nodig is om de hoeveelheid water af te voeren.

Als er gekeken wordt naar het maximale verhang dat plaats kan vinden op deze locatie, waarbij de buis direct al het water kan afvoeren zonder dat er water op straat optreedt, zal er een buis rond 400 naar het oppervlaktewater gelegd moeten worden. Hierbij is de afvoercapaciteit van deze buis met het maximale verhang 259.27 m3/h

Bij deze locatie ligt een gemengd rioolstelsel en is de weg 5 meter breed. Hierdoor zal er nog ruimte in de weg zijn om deze buis in de weg te realiseren. Wel zal er een doorgaande weg opengebroken moeten worden om deze maatregel te realiseren.

Deze buis zal bij het laagste punt in de weg aangesloten worden en via de weg naar het oppervlaktewater gelegd worden. Dit zal een afstand van ±500 meter zijn. De kosten van de aanleg hiervan zijn ongeveer €43.86 per m1 dat neerkomt op €21.930 aanlegkosten.

Dit zal een afstand van ±500 meter zijn. De kosten van de aanleg van het riool is ongeveer €43.06 euro per m1 dat neerkomt op €21.930. Hierbij komen de ontgraaf en herbestrating kosten op ± €101.085. De totale kosten komen hierbij neer op €123.015.

Omdat de weg open moet om het afvoer riool neer te leggen en er een stuk afgegraven moet worden zal de tijd ten opzichte van de maatregel bovengrondse afvoer toenemen. Dit omdat hetzelfde tracé gevolgd wordt. Hierbij maakt het niet uit dat er een drempel bij bovengrondse afvoer weggehaald moet worden.

- Bovengronds afvoer

Allereerst zal er gekeken worden of het mogelijk is om de hoeveelheid water af te voeren via de weg. De straat is ± 5 meter breed. Om te zorgen dat er geen water in voortuinen komt zal er gekeken moeten worden met welke hoogte de weg tussen stoepbanden opgesloten moet worden om het dezelfde afvoer capaciteit te halen als de hiervoor besproken rioolbuis.

De oppervlakte van een rioolbuis rond 400 is 0.20m². De weg is 5 meter breed. Hierdoor moet de opsluitband van de straat 2.51 cm hoog zijn.

Zodra de weg onder afschot wordt gelegd en opgesloten wordt met een stoepband van +2.51 cm hoog zal het water op de weg blijven en aflopen naar het oppervlaktewater.

In de AHN-hoogtekaart is te zien dat er geen grote hoogteverschillen zitten in de weg. Wel zal er een doorgaande weg opengebroken moeten worden om deze maatregel te realiseren.

Afhankelijk van de weg verharding kunnen de kosten globaal bepaald worden in de onderstaande tabel:



Figuur 24 Locatie 11 Hoogtekaart

Breedte weg in m	Lengte weg in m	bestratingstype	kosten per m ²	totaal prijs
5	500	straat stenen	48.34	120850
Totaal				120850

De realisatietijd die deze maatregel in beslag neemt zal het snelst zijn. Bij alle maatregelen moet er afgegraven worden. Bij deze maatregel zullen er 2 drempels weggehaald moeten worden. Maar gekeken naar de oppervlaktes van waterpasserende verharding (2710m²) ten opzichte van de oppervlakte van deze maatregel (2300m²) zal deze maatregel sneller gerealiseerd zijn.

Bijlage 6a Berekeningen

In deze bijlage zal bijgevoegd zijn hoe de berekeningen zijn opgebouwd.

Buis diameter bepalen per locatie

Om de buisdiameter te bepalen per locatie zal de formule $Q=v*A$ gebruikt worden. Hierbij is Q het debiet. Aan de hand van de klimaat effect atlas kan bepaald worden hoeveel water er op straat staat in 2 uur tijd ($m^3/2h$). Doordat dit bekend is kan het debiet (m^3/h) bepaald worden.

A is per buisdiameter gegeven en zal in dit geval geschat moeten worden. Als aan het einde van de formule blijkt dat de buis diameter niet in staat is het debiet af te voeren zal de formule opnieuw gemaakt moeten worden met een groter buisdiameter. Bij te veel afvoercapaciteit kan gekeken worden of een kleinere buis voldoet.

v is de snelheid waarmee het water door de buis stroomt. V zal in dit geval met de formule van chezy bepaald worden: $v = C * \sqrt{R * i}$.

Hierin is C te bepalen met de volgende formule: $C=18*\log(12R/k)$. Hierin is R te herleiden uit de gekozen buis diameter en k is de wandruwheid die per materiaal soort gegeven is. In dit geval wordt 0,003 aangehouden.

I is het maximale verhang. I wordt bepaald door het laagste punt van het maaiveld te delen door het slootpeil.

Hieronder zal per locatie te zien zijn welke gegevens zijn ingevuld per locatie om de juiste diameter te bepalen.

Locatie	Totaal opp	Volume	Q	Max I	Min diameter buis	Afvoerbuis
	m2	m3	m3/h	-	mm	m3/h
1	1919.58	479.895	239.95	0.02220	300	471.58
2	16712.84	3122.0745	1561.04	0.00558	700	2246.39
3	1197.25	194.748	97.37	0.00880	200	100.15
4	245.37	61.3425	30.67	0.01233	125	33.46
5	1521.54	389.734	194.87	0.00190	400	296.35
6	2257.39	451.478	225.74	0.00237	400	330.59
7	5545.31	686.941	343.47	0.00264	400	349.09
8	2936.27	469.348	234.67	0.01720	300	414.98
9	2914.57	862.5825	431.29	0.02929	300	600.36
10	4169.56	782.301	391.15	0.00578	400	517.41
11	2300.7	491.011	245.51	0.00474	400	468.39

Tabel 1 Berekening benodigde buis diameter

Waterdoorlatendheid per locatie bepalen

Om de waterdoorlatendheid per gebied te bepalen zal gekeken worden naar de sonderingen. In bijlage 4 is bepaald wat de waterdoorlatendheid per gebied in m/dag zal zijn.

Aan de hand van de bepaalde (straat)oppervlaktes in de klimaateffectatlas en het debiet kan bepaald worden wat de gemiddelde waterstand over het hele gebied is. Tijdens deze berekening zal dit de waterstand zijn die geïnfiltreerd moet worden en waarover de infiltratie snelheid berekend wordt.

In onderstaande tabel zullen deze gegevens te vinden zijn:

Locatie	Oppervlakte	Q	Gemiddelde waterstand per locatie	Waterdoorlatendheid	Infiltratietijd bij gemiddelde waterstand bij originele grondslag	Infiltratietijd bij gemiddelde waterstand bij aangepaste grondslag
	m ²	m ³ /h	m	m/d	Uur	Uur
1	1919.58	239.95	0.25	0.1	60.00	6.00
2	16712.84	1561.04	0.19	0.1	44.83	4.48
3	1197.25	97.37	0.16	0.1	39.04	3.90
4	245.37	30.67	0.25	0.1	60.00	6.00
5	1521.54	194.87	0.26	1	6.15	6.15
6	2257.39	225.74	0.20	1	4.80	4.80
7	5545.31	343.47	0.12	1	2.97	2.97
8	2936.27	234.67	0.16	1	3.84	3.84
9	2914.57	431.29	0.30	0.1	71.03	7.10
10	4169.56	391.15	0.19	0.1	45.03	4.50
11	2300.7	245.51	0.21	0.1	51.22	5.12

Tabel 2 Berekening infiltratie tijd

Opsluithoogte bepalen bij bovengrondse afvoer

Vooraf is bepaald welke buisdiameter per locatie nodig is om het water af te voeren naar het oppervlaktewater. Bekend is de minimale weg breedte waarover het water vervoerd wordt. Omdat bekend is wat de natte doorsnede van de afvoerbuïs is, kan bepaald worden wat de natte doorsnede van de weg minimaal moet zijn om het bepaalde debiet via de weg af te voeren. Deze stoeprandhoogte moet minimaal gehanteerd worden om te garanderen dat er geen water van de weg over de stoep naar voortuinen kan stromen tijdens het afvoeren.

Locatie	Min diameter buis	Anat buis	Min breedte weg	Hoogte stoep- banden
	mm	m ²	m	cm
1	300	0.07	5	1.41
2	700	0.38	6	6.41
3	200	0.03	6	0.46
4	125	0.01	6	0.18
5	400	0.13	6	2.09
6	400	0.13	6	2.09
7	400	0.13	5	2.51
8	300	0.07	1.6	4.42
9	300	0.07	5	1.41
10	400	0.13	5	2.51
11	400	0.13	5	2.51

Tabel 3 Berekening minimale stoeprand hoogte bij tracé naar het oppervlaktewater

Bijlage 7 MCA

In deze bijlage zal het MCA per locatie ingevuld worden. In onderstaande tabel zal te zien zijn hoe de puntenverdeling per criteria zal worden toegekend.

Criteria	Weging	Uitleg
Inpasbaarheid Omgeving	25%	Bijlage locatie geeft aan hoeveel ruimte nodig is per maatregel en of deze ruimte beschikbaar is. 1 punt wanneer het niet mogelijk is om de maatregel hiertoe te passen. 2 punten wanneer ruimte beschikbaar is maar 3 of meer handelingen* moeten gebeuren om de maatregel toe te passen en het niet gewenst is om die ruimte open te leggen. 3 punten wanneer de ruimte beschikbaar is 2 handelingen* moeten gebeuren om de maatregel toe te passen. 4 punten wanneer de ruimte geschikt is en de maatregel met 1 extra handeling* uitgevoerd kan worden. 5 punten wanneer ruimte geschikt is een maatregel zonder extra handelingen* uitgevoerd kan worden op de locatie. *handeling=extra inspanning die buitenom de maatregel genomen dient te worden om het uitvoerbaar te maken. Bijvoorbeeld verandering grondsamenstelling, bovengrondse afvoer, etc. .
Kosten	10%	Bijlage locatie geeft aan wat de globale kosten zullen zijn per maatregel. Hierbij zal de duurste maatregel 1 punt krijgen en de goedkoopste maatregel 5 punten.
Tijd	15%	Bijlage locatie geeft aan wat de geschatte aanlegtijd van de maatregel zal zijn. Hierbij zal de langs durende maatregel 1 punt krijgen en de snelste maatregel 5 punten.
Effect	30%	Bijlage locatie geeft welk effect de maatregel heeft. Hierbij wordt gekeken of de maatregel al het water kan afvoeren en zodra dit niet het geval is wordt er gekeken of al het water kan worden afgevoerd met behulp van een andere extra maatregel. 1punt: wanneer dit water niet afgevoerd kan worden. 2 punten als het water langer dan 24 uur op straat blijft staan. 3 punten als het water langer dan 2 uur op straat blijft staan. 4 punten: als het water langer dan 1 uur op straat blijft staan. 5 punten: als het water direct afgevoerd kan worden met de maatregel
Onderhoudskosten/ Afschrijving	15%	De onderhoudskosten zullen vooraf vastgesteld worden qua punten. Dit komt omdat bij de bovengrondse afvoer de weg niet anders

		onderhouden hoeft te worden dan bij de al bestaande weg. De weg hoeft niet extra geïnspecteerd te worden en er hoeven geen extra veegbeurten ingepland te worden. Daarom krijgt deze maatregel op dit criteria altijd 5 punten toegekend. Bij de maatregel met waterdoorlatende bestrating zal eens per jaar extra de poriën tussen de bestrating vrij gemaakt moeten worden als extra onderhoud. Daarom krijgt deze maatregel 4 punten toegekend. De maatregel van het afvoer riool en afkoppelen zullen wel onderhoud nodig hebben dat er voorheen niet was. Dit onderhoud is hetzelfde als dat van het riool, maar omdat dit extra boven op het riool komt zullen er meer kosten bijkomen. Daardoor krijgt deze maatregel op dit criteria 2 punten toegekend. De maatregel van de wadi kost het meeste onderhoud. In bijlage 4 is een gedeelte van de onderhoudskosten van een wadi genoemd, waardoor deze maatregel de meeste onderhoudskosten zal hebben. Daarom krijgt deze maatregel op dit criteria 1 punt
Esthetiek	5%	Afhankelijk van de maatregel zal dit criteria beoordeeld worden. De maatregel waar een wadi gerealiseerd wordt zal in het oog springen bij buurtbewoners. Omdat de wadi alleen gerealiseerd kan worden in al bestaand groengebied zal de wadi alleen maar voor bewustwording bij bewoners zorgen en geen hinder veroorzaken. Daarom krijgt de wadi 3 punten bij dit criteria. De waterpasserende bestrating geeft ondergronds veel verandering maar dit is niet zichtbaar voor buurtbewoners. Omdat er veel keuze is in soort en kleur bestrating kan vooraf aan de maatregel nog met bewoners (theoretisch) overlegd worden wat zij het liefste ervoor terug zien. Daarom krijgt waterpasserende bestrating op dit criteria 4 punten. De maatregelen “afvoer riool en afkoppelen” zijn onder de grond dus zal niet te zien zijn op een extra afvoerput in de weg na. Deze maatregelen zullen altijd 4 punten krijgen. Bij bovengrondse afvoer zal er bij grote hoogteverschillen wel verschil zijn in aansluitingen met voortuinen. Zodra dit het geval is zal de maatregel 2 punten krijgen. In sommige gevallen zal het nodig zijn een drempel te verwijderen of te vervangen voor een andere drempel. In dit geval zal deze maatregel 1 punt krijgen. Zodra de bovengrondse afvoer geen grote hoogteverschillen laat zien en geen drempel verwijderen en/of veranderen zal de maatregel 3 punten krijgen.

Tabel 1 Beoordeling Multi criteria analyse

Invullen MCA:

Aan de hand van bijlage 6: locaties, zal het MCA nu worden ingevuld.

Locatie 1	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	1	1	5	2	4	2.60
Waterdoorlatende verharding	3	2	3	3	3	4	2.95
Wadi	2	4	2	3	1	3	2.35
Afvoer riool	5	5	4	5	2	4	4.35
Bovengrondse afvoer	5	3	5	5	4	3	4.55

Locatie 2	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	1	1	5	2	4	2.60
Waterdoorlatende verharding	3	2	3	3	3	4	2.95
Wadi	2	5	2	3	1	3	2.45
Afvoer riool	5	4	4	5	2	4	4.25
Bovengrondse afvoer	3	3	5	5	4	2	3.9

Locatie 3	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	5	5	5	5	2	4	4.50
Waterdoorlatende verharding	2	2	2	3	3	4	2.5
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	5	4	3	5	2	4	4.1
Bovengrondse afvoer	5	3	4	5	4	2	4.35

Locatie 4	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	5	5	5	5	2	4	4.50
Waterdoorlatende verharding	2	4	2	3	3	4	2.7
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	5	2	3	5	2	4	3.9
Bovengrondse afvoer	5	3	4	5	4	2	4.35

Locatie 5	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	1	1	5	2	4	2.60

Waterdoorlatende verharding	5	4	5	2	3	4	3.8
Wadi	4	5	2	5	1	3	3.55
Afvoer riool	5	3	3	5	2	4	4
Bovengrondse afvoer	4	2	4	5	4	2	3.95

Locatie 6	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	1	1	5	2	4	2.60
Waterdoorlatende verharding	5	3	5	3	3	4	3.95
Wadi	4	5	2	5	1	3	3.55
Afvoer riool	5	4	3	5	2	4	4.1
Bovengrondse afvoer	4	2	4	5	4	3	4

Locatie 7	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	1		5	2	4	2.60
Waterdoorlatende verharding	5	2	4	3	3	4	3.7
Wadi	4	5	5	1	1	3	3
Afvoer riool	5	4	2	5	2	4	3.95
Bovengrondse afvoer	3	3	3	5	4	3	3.65

Locatie 8	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	2	2	5	2	4	2.85
Waterdoorlatende verharding	5	3	4	3	3	4	3.8
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	3	4	3	5	2	4	3.5
Bovengrondse afvoer	5	5	5	5	4	3	4.75

Locatie 9	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	2	2	5	2	4	2.85
Waterdoorlatende verharding	2	3	3	3	3	4	2.75
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	5	5	4	5	2	4	4.35
Bovengrondse afvoer	4	4	5	5	4	2	4.3

Locatie 10	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	2	2	5	2	4	2.85
Waterdoorlatende verharding	2	3	3	3	3	4	2.75
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	3	5	4	5	2	4	3.75
Bovengrondse afvoer	1	4	5	5	4	2	3.4

Locatie 11	Inpasbaar- heid	Kosten	Tijd	Effect	Onder- houd	Esthetiek	Totaal
Weging	30%	10%	15%	25%	15%	5%	
Afkoppelen	2	2	2	5	2	4	2.85
Waterdoorlatende verharding	2	4	3	3	3	4	2.85
Wadi	1	1	1	1	1	1	1
Afvoer riool	3	5	4	5	2	4	3.75
Bovengrondse afvoer	1	3	5	5	4	2	3.3

Bijlage 8 overzicht maatregelen

Bijlage 8a herberekeningen afvoer riool samengevoegde locaties.

Om de buisdiameter te bepalen per locatie zal de formule $Q=v \cdot A$ gebruikt worden. Hierbij is Q het debiet. Aan de hand van de klimaat effect atlas kan bepaald worden hoeveel water er op straat staat in 2 uur tijd ($m^3/2h$). Doordat dit bekend is kan het debiet (m^3/h) bepaald worden.

A is per buisdiameter gegeven en zal in dit variabel zijn. Als aan het einde van de formule blijkt dat de buis diameter niet in staat is het debiet af te voeren zal de formule opnieuw gemaakt moeten worden met een groter buisdiameter. Bij te veel afvoercapaciteit kan gekeken worden of een kleinere buis voldoet.

v is de snelheid waarmee het water door de buis stroomt. V zal in dit geval met de formule van Chezy bepaald worden: $v = C \cdot \sqrt{R \cdot i}$.

Hierin is C te bepalen met de volgende formule: $C=18 \cdot \log(12R/k)$. Hierin is R te herleiden uit de gekozen buis diameter en k is de wandruwheid die per materiaal soort gegeven is. In dit geval wordt 0,003 aangehouden.

I is het maximale verhang. I wordt bepaald door het laagste punt van het maaiveld te delen door het slootpeil.

In bijlage 6a is al bepaald wat de buisdiameters per locatie apart zijn. Nadat de maatregelen per locatie getoetst zijn kan opgemaakt worden dat er meerderere locaties op hetzelfde tracé uitkomen. Hiervoor zal een herberekening gemaakt worden om zo het totale debiet met 1 buis af te voeren in plaats van 2 of meer.

Te zien is dat locatie 5, 6 en 7 elkaar kruisen. Om te bepalen wat de nieuwe buisdiameter wordt zal bekeken worden wat het nieuwe af te voeren debiet wordt.

Ook zal hierbij opnieuw gekeken moeten worden naar het maximale verhang per locatie. Hieronder zullen de gegevens terug te vinden zijn die gebruikt zijn bij het bepalen van de nieuwe buis diameter

	Volume	Qoud	Q	Max I	Min diameter buis	Afvoerbuis
Locatie	m3	m3/h	m3/h	-	mm	m3/h
Locatie 5 naar 6	389.734	194.867	194.87	0.00116	400	231.12
Locatie 6 naar kruising	841.212	225.739	420.61	0.00145	500	467.7
Kruising naar oppervlaktewater	1528.153	343.4705	764.08	0.00194	600	880.18
Locatie 11 naar 10	491.011	245.5055	245.51	0.02633	300	513.69
Locatie 10 naar oppervlaktewater	1273.312	391.1505	636.66	0.00578	500	936.80

Tabel 1 Herberekening afvoer riool

Bijlage 9 Uitwerking locatie 5

Bijlage 10 planning

Locatie	Gepland	Niet ge-pland	Leeftijd riool	Verwacht jaar vervanging/herstel riool	Jaar gepland	Voorstel maatregel + riool	Voorstel jaar overige
1		x	1992	2052		-	2043
2		x	1968	2028		2028	
3		x	2010	2070		-	2025
4		x	2010	2070		-	2036
5	x		1992	2052	2022		
6	x		1979	2039	2022		
7	x		1970	2030	2020		
8		x	1967	2027		2027	
9		x	1995	2055		-	2025
10	x		1960	2020	2022		
11	x		1960	2020	2022		

Tabel 1 Planningsjaren realisatie maatregel