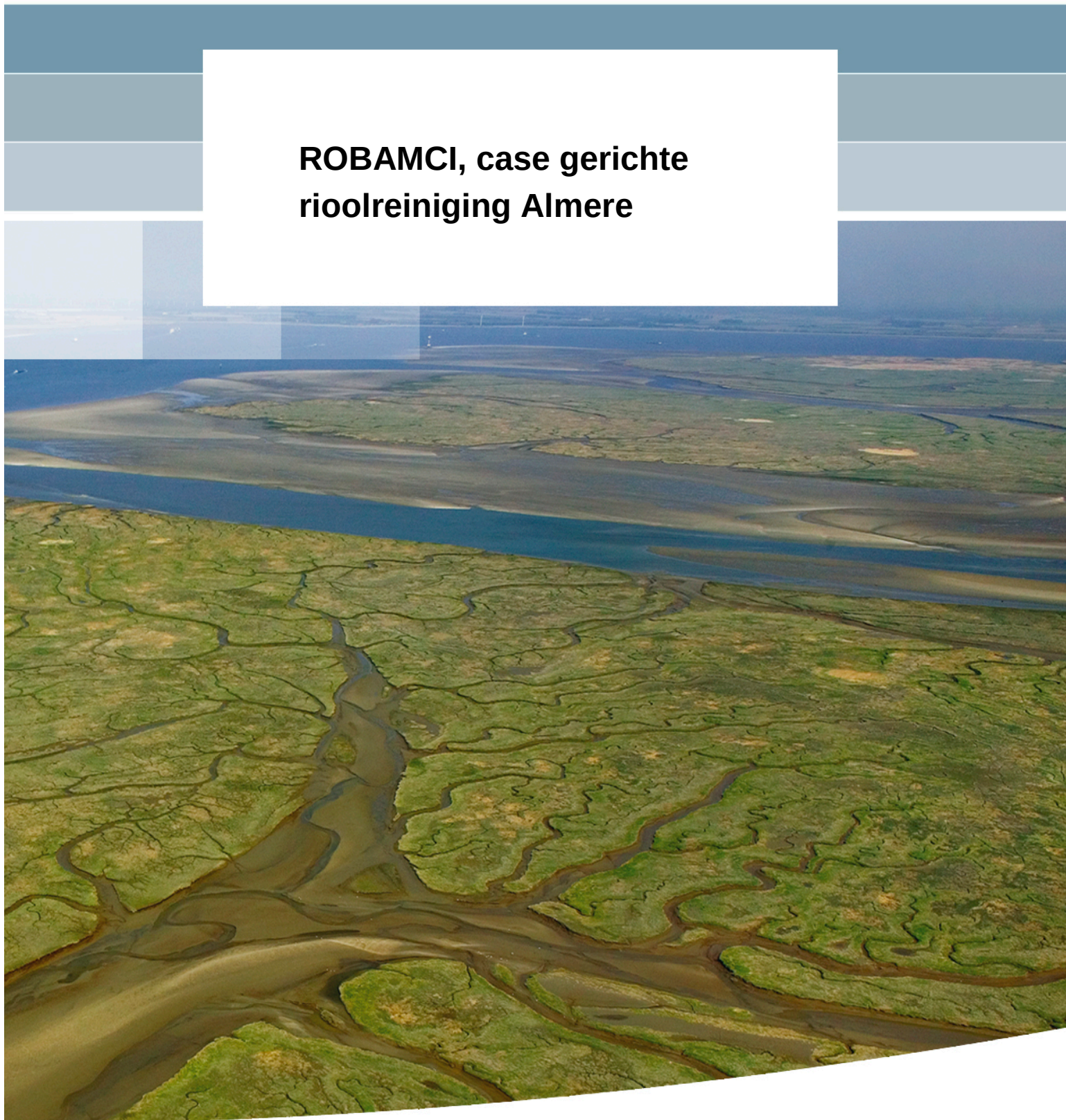




ROBAMCI, case gerichte rioolreiniging Almere





Deltares

ROBAMCI, case gerichte rioolreiniging Almere

Didrik Meijer (Deltares)
Mark de Kwaadsteniet (Fugro)
Job Udo (HKV)
Marit Zethof (HKV)

1230174-053

Titel

ROBAMCI, case gerichte rioolreiniging Almere

Opdrachtgever

Gemeente Almere

Project

1230174-053

Kenmerk

1230174-053-ZWS-0001

Pagina's

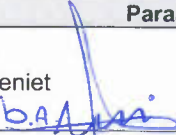
73

Trefwoorden

Robamci, Assetmanagement, Riolering, Almere

Samenvatting

In het kader van het project Risk and Opportunity Based AssetManagement for Critical Infrastructures (ROBAMCI) is voor de gemeente Almere de case gerichte rioolreiniging uitgevoerd. Door de samenstelling van afvalwater en het (straat)vuil dat met het regenwater het riool instroomt, vervuult de riolering. Om de transportcapaciteit van de riolen op peil te houden en verstopping te voorkomen worden riolen gereinigd. Reinigingsstrategieën zijn met elkaar vergeleken op basis van kosten en risico's.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Nov. 2017	Mark de Kwaadsteniet (Fugro)		Didrik Meijer (Deltares)		Gerard Blom	
		Job Udo (HKV)					
		Marit Zethof (HKV)					

Status

definitief

Inhoud

Samenvatting	i
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doelstelling en aanpak	2
2 Data	5
2.1 Levenscyclus riool	5
2.2 Bouwrijp maken [-5 tot 0 jaar]	6
2.3 Aanleg [0 jaar]	7
2.4 Gebruik [0-60 jaar]	8
2.5 Groot Onderhoud (GO) [30 jaar]	21
2.6 Renovatie [60 jaar]	23
2.7 Klachtenverloop en verklaring gemeente (buurtniveau)	23
2.8 Conclusies en aanbevelingen	26
3 Besliscriteria Kritische Prestatie Indicatoren (KPI)	27
4 Reinigingsstrategie	31
4.1 Reinigen	31
4.2 Inspecteren	31
5 Theoretische case: DWA-riool Muziekwijk Noord en zuid	33
5.1 Inleiding	33
5.2 Data	33
5.3 Systeemanalyse van het functioneren van huidige DWA-rioolstelsel	34
5.4 Reinigingsstrategieën	35
5.5 Analyse PTK en nabewerking	35
5.6 Risicoberekening reinigingsstrategieën	36
5.7 Resultaten risico's en kosten	39
5.8 Conclusies Reinigingsstrategie	40
6 Conclusies en aanbevelingen	41
7 Referenties	43
 Bijlage(n)	
A Aanpassingen in het riool model	A-1
B InSAR gegevens Almere – SkyGeo	B-1
C Meldingen	C-1
D DWA riolen en toestandsaspecten	D-1
D.1 Toestandsaspecten DWA – Muziekwijk Noord	D-3

E Reinigingsgegevens	E-1
E.1 Reinigingen – Muziekwijk Noord	E-3
F Tabel overzicht van de benodigde informatie	F-1
G Resultaten reinigingsstrategieën	G-1

Samenvatting

In het kader van het project Risk and Opportunity Based AssetManagement for Critical Infrastructures (ROBAMCI) is voor de gemeente Almere de case “Gerichte rioolreiniging” uitgevoerd. Door het afvalwater en het straatvuil dat met regenwater het riool instroomt, vervuult de riolering. Om de transportcapaciteit van de riolen op peil te houden en verstopping te voorkomen worden riolen gereinigd. Om de transportcapaciteit van de riolen op peil te houden en verstopping te voorkomen worden riolen gereinigd. In heel Nederland (en daarmee ook in Almere) wordt gewerkt met vaste reinigingsfrequenties of gereageerd op incidenten (verstoppingen). Bij beide strategieën kunnen vraagtekens worden gezet ten aanzien van efficiëntie en effectiviteit.

In Almere treden vanwege de bodemopbouw ongelijkmatige zettingen op. Hierdoor is de afstroming van de riolering niet op alle plaatsen gewaarborgd. Op de plaatsen waar de afstroming niet gewaarborgd is kan extra vuilophoping optreden.

De twee centrale onderzoeksvragen in de case zijn:

1. Is het mogelijk om op basis van zettingsgegevens te bepalen waar en wanneer het riool gereinigd moet worden?
2. Is het mogelijk om op basis van de zettingsgegevens de reinigingsstrategie te optimaliseren?

Sinds een aantal jaren verzamelt de gemeente Almere relatief veel informatie over de fysieke toestand van de riolering, de uitgevoerde rioolreinigingen en de opgetreden incidenten. Deze informatie is geanalyseerd en gecombineerd met informatie over zettingen. Op basis van deze informatie is het niet gelukt een verband aan te tonen tussen zettingen en incidenten. Dit betekent echter niet dat er geen verband is. De volgende oorzaken hebben de analyses beïnvloed waardoor een mogelijk verband niet aantoonbaar was:

1. Het aantal klachten in Almere over het functioneren van de vuilwaterriolen is relatief beperkt. In de periode 2007-2014 zijn 851 klachten geregistreerd over het functioneren van het vuilwaterriool. Het relatieve beperkte aantal klachten maakt het moeilijk om een statistisch significant verband aan te tonen.
2. De klachten zijn geregistreerd op basis van postcode van de melder en niet op basis van de locatie van de oorzaak van de klacht. Dit maakt het koppelen van oorzaak (zetting) en gevolg (verstopping) moeilijk omdat de exacte locaties niet bekend zijn.
3. Het verschil in gebiedstype. De gebieden in Almere zijn verschillend qua leeftijd, methode van bouwrijp maken en type ondergrond. Deze verschillen leiden tot verschillende verouderingsprocessen en dat bemoeilijkt de analyses.
4. De hoeveelheid slib die uit de riolering wordt verwijderd wordt geregistreerd op wijkniveau (dit is momenteel hoogst haalbaar) en dit is te grof voor nauwkeurige analyses.
5. Een deel van de strengen (aandachtstrengen) worden al vaker gereinigd om verstoppingen te voorkomen. Dit beïnvloedt de analyse resultaten.

Uit de analyses is wel gebleken dat de aanpassingen in de reinigingsstrategie sinds 2009 tot een afname van de meldingen heeft geleid. Sinds 2009 worden de riolen voor het afvalwater een keer per drie jaar gereinigd.

Tijdens deze reinigingsronde worden de zinkers drooggezet, volledig gereinigd en geïnspecteerd. De zinkers worden daarnaast ook jaarlijks doorgespoten. Daarnaast is uit de besprekingen met de gemeente Almere gebleken dat een toename van het aantal meldingen in een aantal wijken samenvalt met uitgestelde reinigingsactiviteiten.

Om in de toekomst betere analyses te kunnen maken is het noodzakelijk om de informatie over de hele levenscyclus van de riolering vast te leggen. Dit betreft zowel informatie over de aanleg over het onderhoud en de vervuiling en de meldingen. Daarnaast is het noodzakelijk om de registratie van meldingen verder te verbeteren en een terugkoppeling te maken met de uitgevoerde acties en de exacte locatie van de acties.

Omdat het niet mogelijk was om op basis van de beschikbare informatie een verband aan te tonen tussen zettingen en meldingen is gedurende het project de aanpak aangepast. Voor het rioleringsgebied “Muziekwijk” is op basis van theoretische aannames een analyse gemaakt van het effect van vervuiling op het huidige functioneren van de vuilwaterriolering. Vervolgens zijn verschillende reinigingsstrategieën vergeleken op basis van de kans op verstopping, de impact uitgedrukt in het aantal getroffen huishoudens en de beheerkosten. De reinigingsstrategieën verschillen van elkaar op de volgende punten:

- Frequentie van reinigen: 2, 3, 4, of 6 jaar;
- Reinigingsomvang:
 - alle leidingen
 - leidingen met een diameter <250 mm
 - leidingen met verloren berging¹
 - een combinatie van bovenstaande opties

Voor alle reinigingsstrategieën zijn de kosten en baten bepaald over een periode van 9 jaar. Om rekening te houden met de onzekerheid in de vervuilingssnelheid zijn voor elk jaar 25 scenario's met verschillende vervuilingssnelheden doorgerekend. De vervuilingssnelheden zijn random getrokken binnen een vooraf gedefinieerde bandbreedte. Op basis van de uitkomsten van de modelberekeningen is de kans op verstopping en de verwachte impact van de verstoppingen berekend. De impact bestaat uit de kans op verstopping vermenigvuldigd met het aantal getroffen huishoudens. Daarnaast zijn de beheerkosten van de verschillende strategieën in beeld gebracht.

Als de theoretische aannames kloppen blijkt uit de uitgevoerde analyses dat de gemeente Almere momenteel een vrij conservatieve (weinig risico's) reinigingsstrategie hanteert. Momenteel reinigt de gemeente de riolen elke 3 jaar en de aandachtsriolen vaker. De impact van mogelijke verstoppingen is na 3 jaar relatief beperkt.

Door de reinigingsfrequentie te differentiëren en leidingen met een diameter <250 mm en leidingen met verloren berging vaker te reinigen dan de overige leidingen kan de reiniging worden geoptimaliseerd worden.

¹ De verloren berging in een rioolstelsel is het gedeelte van de riolering dat niet uit zichzelf leeg kan stromen. Het ontstaat doordat leidingen verzakken of doordat bij de aanleg riolen onder tegenschot zijn aangelegd.

Voor Muziekwijk is op basis van de gebruikte theoretische getallen bepaald wat de verwachte effecten zijn van gedifferentieerde reinigingsstrategie. Bij de twee meest belovende alternatieven worden de leidingen met een diameter kleiner dan 250 mm of met verloren berging om de 2 of 3 jaar gereinigd. De overige leidingen worden elke 6 jaar gereinigd. Bij de eerste variant (alles reinigen om de 6 jaar en een deel om de 2 jaar) neemt de kans op verstopping af en zijn de kosten 20% lager ten opzichte van de strategie waarbij alle riolen met dezelfde frequentie worden gereinigd. Bij de tweede variant (alles reinigen om de 6 jaar en een deel om de 3 jaar) neemt het risico op verstoppingen iets toe en zijn de kosten circa 30% lager ten opzichte van de strategie waarbij alle riolen met dezelfde frequentie worden gereinigd.

De huidige reinigingsstrategie van Almere (basis frequentie van 3 jaar voor alle vuilwaterriolen, hogere frequentie aandachtsriolen) lijkt op basis van de uitgevoerde analyse een kosteneffectieve strategie. Op basis van de uitkomsten van de berekeningen is echter de verwachting dat verdere optimalisatie van de reinigingsstrategie mogelijk is.

Voordat de beschreven strategie daadwerkelijk geïmplementeerd kan worden is het belangrijk om meer inzicht te krijgen in de vervuilingssnelheid van de verschillende rioolleidingen. Geadviseerd wordt om het komende jaar /de komende jaren de vervuilingssnelheid in beeld te brengen door middel van een monitoringsprogramma. Daarnaast wordt geadviseerd meer aandacht te besteden aan het registreren van meldingen en de gegevens die van invloed zijn op de kwaliteit van de riolering.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het project Risk and Opportunity Based Asset Management for Critical Infrastructures (ROBAMCI) is voor de gemeente Almere de case “Gerichte rioolreiniging” uitgevoerd. Door de samenstelling van afvalwater en het (straat)vuil dat met het regenwater het riool instroomt, vervuult de riolering. Om de transportcapaciteit van de riolen op peil te houden en verstopping te voorkomen worden riolen gereinigd. In heel Nederland (en daarmee ook in Almere) wordt gewerkt met vaste reinigingsfrequenties of gereageerd op incidenten (verstoppingen). Bij beide strategieën kunnen vraagtekens worden gezet ten aanzien van efficiëntie en effectiviteit.

Waardoor ontstaat verstopping in het DWA-rioolstelsel?

Verstopping is afhankelijk van tenminste twee processen; het eerste proces is een langzaam proces waarbij de leiding langzaam dichtslibt als gevolg van vervuiling. Waarschijnlijk stabiliseert dit na verloop van tijd omdat de stroomsnelheid toeneemt als de doorstroomoppervlak van de buis afneemt. Het tweede proces is het optreden van “plotselinge” verstoppingen. Dit kan door veel verschillende oorzaken optreden. Het eerste proces is te beïnvloeden door aanpassen van reinigingsfrequentie. Het tweede proces niet. Deze case richt zich op het eerste proces.

Wat is een criterium voor de kans op verstopping?

Ongelijkmatige zettingen in de riolering kunnen leiden tot verloren berging. De verwachting is dat op een locatie met verloren berging de vervuilingssnelheid groter is en daardoor ook de kans op verstopping toeneemt. Daarom is de verwachting dat zetting een criterium kan zijn voor de kans op verstoppingen en daarmee op klachten. Als dat zo is, kan zetting als criteria worden gebruikt voor het bepalen van de reinigingsfrequenties

Onderbouwing optimale reinigingsfrequentie.

De gemeente Almere reinigt haar DWA-rioolstelsel gemiddeld 1x per 3 jaar. Speciale knelpuntlocaties worden vaker gereinigd. Als rioolreiniging niet tijdig wordt gedaan, neemt de kans op verstoppingen in het rioolstelsel toe. De gemeente Almere wil graag een onderbouwing van de optimale reinigingsfrequentie van het DWA-rioolstelsel.

Registratie van incidenten (verstoppingen)

Sinds een aantal jaren verzamelt de gemeente Almere relatief veel informatie over de toestand van de riolering, de uitgevoerde rioolreinigingen en de opgetreden incidenten. Deze informatie is geanalyseerd en gecombineerd met informatie over zettingen. Op basis van deze informatie is het niet gelukt een verband aan te tonen tussen zettingen en incidenten. Dit betekent echter niet dat er geen verband is. De volgende oorzaken hebben de analyses mogelijk beïnvloed waardoor een mogelijk verband niet aantoonbaar was (zie hoofdstuk 3):

- Het aantal klachten in Almere over het functioneren van de vuilwaterriolen is relatief beperkt. In de periode 2007-2014 zijn er 851 klachten geregistreerd over het functioneren van het vuilwaterriool. Het relatief beperkte aantal klachten maakt het moeilijk om een statistisch significant verband aan te tonen.

- De klachten zijn geregistreerd op basis van postcode van de melder en niet op basis van de locatie van de oorzaak van de klacht. Dit maakt het koppelen van oorzaak (zetting) en gevolg (verstopping) moeilijk omdat de exacte locatie van de oorzaak en het gevolg niet bekend is.
- De gebieden in Almere zijn verschillend qua leeftijd, methode van bouwrijp maken en type ondergrond. Deze verschillen leiden tot verschillende verouderingsprocessen wat de analyses bemoeilijkt.
- De hoeveelheid slib die uit de riolering wordt verwijderd wordt geregistreerd op wijkniveau (momenteel hoogst haalbaar) wat te grof is voor nauwkeurige analyses.
- Een deel van de strengen (aandachtstrengen) worden al vaker gereinigd om verstoppingen te voorkomen. Dit beïnvloedt de analyse resultaten.

1.2 Doelstelling en aanpak

De aanvankelijke doelstelling van deze case was tweeledig:

1. Is het mogelijk om op basis van zettingsgegevens te bepalen waar en wanneer het riool gereinigd moet worden?
2. Is het mogelijk om op basis van de zettingsgegevens de reinigingsstrategie te optimaliseren?

De achterliggende redenering is:

1. In gebieden met grotere (ongelijkmatige) zettingen vervuult de riolering sneller dan op locaties met minder zettingen.
2. Een snellere vervuiling van de riolering leidt tot meer verstoppingen van de riolering.
3. Een groter aantal verstoppingen leidt tot een groter aantal geregistreerde meldingen.
4. Door locaties met grote zettingen vaker te reinigen dan locaties met kleine /geen zettingen kan de reiniging van de riolering worden geoptimaliseerd.

Hiervoor was de aanpak als volgt:

1. Onderzoeken of er een verband bestaat tussen zettingen, vervuiling en klachten;
2. Bepalen wat de kans op verstopping in DWA-stelsels is als gevolg van zettingen;
3. Opstellen van een optimale reinigingsstrategie

Omdat het niet gelukt is een verband aan te tonen tussen zettingen, vervuiling en klachten is de aanpak gewijzigd. Naar aanleiding van de uitkomsten van het onderzoek naar het verband tussen zettingen vervuiling en klachten is per levensfase van de riolering beschreven welke informatie nodig is voor het beheren van de riolering en het nemen van beslissingen over het beheer. Vervolgens is op basis van aannames over de vervuiling een theoretische case uitgevoerd om de kans op verstopping en te bepalen en een optimale reinigingsfrequentie voor DWA-rioolstelsel Muziekwijk te bepalen.

Onderdeel 1: Onderzoeken of er een verband bestaat tussen zettingen, vervuiling en klachten.

Op basis van de beschikbare gegevens van de gemeente Almere is getracht een verband aan te tonen tussen zettingen, vervuiling en klachten. Dit onderzoek is deels uitgevoerd voor Almere als geheel. Daarnaast zijn er een aantal specifieke analyses uitgevoerd voor de Muziekwijk omdat voor deze wijk specifieke informatie over zetting beschikbaar was. Het beperkte aantal meldingen, de wijze van registratie en de verschillen tussen de wijken in Almere zijn oorzaken waardoor de analyses geen resultaten hebben opgeleverd.

In hoofdstuk drie is op basis van de uitkomsten van de analyses een inventarisatie gemaakt van de benodigde data. In dit hoofdstuk is de levensloop van het riool beschreven, met daaraan gekoppeld de benodigde /gewenste informatie over de omgeving (bodemopbouw, maaiveld hoogte, zettingen, etc.), objecten (putten en leidingen, afmetingen etc.), staat/functioneren (toestand van het riool) en beheer en onderhoud in de verschillende fasen van de levensloop van het riool. Vervolgens wordt per fase aangegeven welke informatie op dit moment beschikbaar is bij de gemeente Almere en wat de kwaliteit van de informatie is.

Onderdeel 2: Theoretische case over de kans op verstopping in het DWA-rioolstelsel Muziekwijk.

Op basis van de informatie van de gemeente Almere is een inschatting gemaakt van de vervuilingssnelheid van het DWA-riool. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen strengen waarin het water goed kan afstromen naar het gemaal en strengen met verloren berging. Wanneer wordt aangenomen dat gedurende een langere periode geen onderhoud wordt uitgevoerd, kan de verstoppingskans (per streng) bepaald worden.

Onderdeel 3: Theoretische case over de optimale reinigingsfrequentie voor het DWA-rioolstelsel Muziekwijk.

De optimale reinigingsfrequentie volgt uit een afweging tussen de prestaties van het DWA-rioolstelsel, de kosten van extra reiniging en de baten door de afname van het aantal verstoppingen. Als het reinigingsbeleid zo wordt gestuurd dat de performance van het systeem heel hoog is, dan zullen de kosten ook hoog zijn en de risico's op verstoppingen laag. Andersom geldt dat een reinigingsbeleid dat gestuurd wordt op lage reinigingskosten, naar verwachting slecht presteren en hoge risico's op verstopping als gevolg heeft.

Aan de hand van een systeemanalyse is inzicht te krijgen in de werking van het huidige DWA-rioolstelsel en de reinigingsbehoefte voor de situatie waarbij geen beheer plaatsvindt. Vervolgens kan het effect van verschillende reinigingsstrategieën worden bepaald in termen van risico's, prestaties en kosten. Een evaluatie van de reinigingsstrategieën op basis van risico's, prestaties en kosten geeft inzicht in de optimale reinigingsfrequentie gericht op het verlengen van de levensduur van het DWA-rioolstelsel.

2 Data

Iedere fase in de levenscyclus van het riool vraagt om specifieke informatie (data), waarmee inzicht wordt verkregen in de (rest)levensduur van de riolering. Er zijn verschillende factoren van invloed op de (rest)levensduur van de riolering waaronder; kwaliteit, functioneren, beheer en onderhoud, bodemgesteldheid, groot onderhoud openbare ruimte. Over het algemeen geldt hoe langer de levensduur des te lager de kosten voor de riolering. Beheerbesluiten zijn in beperkte mate gerelateerd aan de daadwerkelijke toestand van de riolering (Van der Steen et al, 2013). Om “objectief” gedurende de levensloop van de riolering de (rest)levensduur te kunnen inschatten /bijstellen is informatie nodig.

Binnen de gemeente Almere zijn gedurende de levenscyclus van het riool verschillende afdelingen verantwoordelijk voor de riolering. In dit hoofdstuk wordt de benodigde data binnen de levenscyclus beschreven en wordt ingegaan op de volgende aspecten aangaande de data:

- Beschikbaarheid;
- Kwaliteit;
- Gewenste analysetechnieken;
- Uitgevoerde analyses;
- Onderzoekresultaten.

De focus in dit onderzoek ligt op het effect van bodemdaling, met name zakkingsverschillen, op het functioneren en de (rest)levensduur van het riool, voor heel Almere. Voor enkele analyses met betrekking tot de meldingen, toestandsaspecten en reinigingen van het DWA-riool is ingezoomd naar wijkniveau (de Muziekwijk).

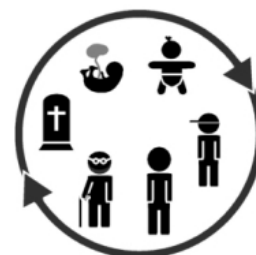
2.1 Levenscyclus riool

In Tabel 2.1 zijn de verschillende fasen binnen de levenscyclus van het riool omschreven met daarbij een globale tijdslijn en de verantwoordelijke afdeling binnen de gemeente Almere.

Tabel 2.1 Fasen levenscyclus riool

Fase	Omschrijving	Tijdslijn [in jaren]	Verantwoordelijke afdeling
1	Bouwrijp maken terrein	-5 tot 0	Dienst stedelijke ontwikkeling
2	Aanleg riool	0	Dienst stedelijke ontwikkeling
3	Gebruiksfase	0 tot 60	Stadsbeheer
4	Groot onderhoud openbare ruimte	30	Stadsbeheer
5	Vervanging /renovatie	60	Stadsbeheer

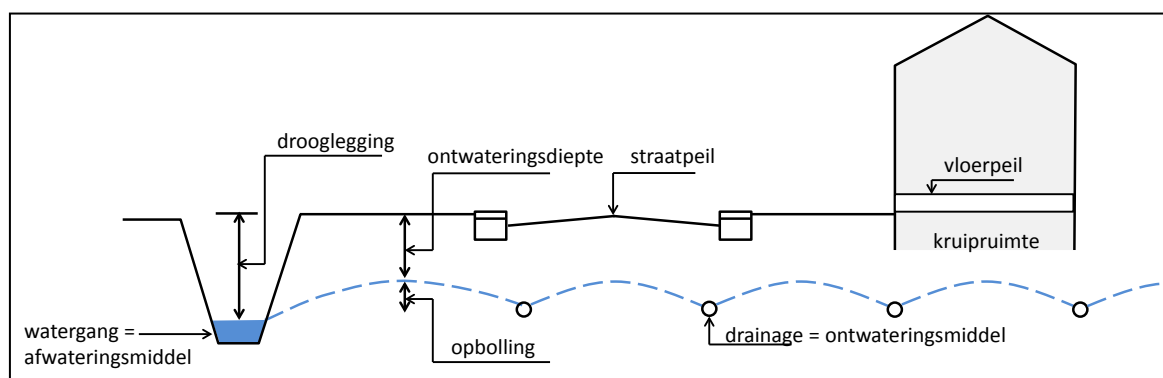
De keuzes die in fase 1 t/m 4 gemaakt worden zijn bepalend voor de (rest)levensduur van het riool (fase 5). Voor inzicht in de (rest)levensduur van het riool is het van belang dat in iedere fase de juiste data verzameld en uitgewisseld wordt. Deze informatie kan worden meegenomen in de besluitvorming.



2.2 Bouwrijp maken [-5 tot 0 jaar]

Bij bouwrijp maken wordt een nieuw te ontwikkelen locatie geschikt gemaakt voor de toekomstige bestemming. In deze fase wordt het inrichtingsplan afgestemd op de bodem- en geohydrologische gesteldheid, waarbij eisen worden gesteld aan:

- Toegestane maaiveldzakking (restzettingseis)
- Ontwerpmaaiveldniveau en bouwpeil
- Drooglegging (afstand van maaiveld tot oppervlaktewaterpeil [zie Figuur 2.1])
- Ontwateringsdiepte (afstand van maaiveld tot grondwaterstand [Figuur 2.1])
- Rioolontwerp



Figuur 2.1 Schetsprofiel met begrippen ontwateringsdiepte en drooglegging.

Beschikbaarheid en kwaliteit informatie

Om in Almere aan de eisen die in de bouwrijpmaakfase worden gesteld te kunnen voldoen dient het terrein te worden opgehoogd en voorbelast. Onder andere de mate van (historische) ophoging, voorbelasting en de uitvoeringswijze zijn van invloed op de levensduur van het riool. Een overzicht van de benodigde informatie is opgenomen in bijlage F. In het uitgevoerde onderzoek heeft de gemeente geen informatie beschikbaar gesteld over het bouwrijp maken omdat deze informatie niet eenvoudig te ontsluiten is.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
- 1.1 Grondonderzoek	●
- 1.2 Bouwrijp maak advies	●
- 1.3 Zakbaakanalyse	●
- 1.4 Waterhuishoudings- en rioleringsplan	●

● niet beschikbaar
 ● Goed
 ● matig
 ● onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Bodemdalingsvoorspellingen

Voor inzicht in het criterium bodemdaling kan gebruik gemaakt worden van een gedetailleerde bodemdalingsvoorspellingskaart. Deze gedetailleerde kaart dient ten minste gebaseerd te zijn op maaiveldhoogtes, bodemopbouw, open waterpeilen, grondwaterpeilen, historische en geplande maaiveldophogingen.

(Versnellende) Factoren bodemdalingsproces

- Indexatie [verlaging] open waterpeil (verlaging grondwaterstand en droogvallen veenlagen etc).
- Grondwaterstandsverlaging zorgt voor relatieve gewichtstoename, waardoor de bodem compacter wordt.
- Grondwaterstandsverlaging zorgt voor het droogvallen van veenlagen waardoor het veen kan oxideren met als gevolg bodemdaling.
- Drainage en lekkende riolen versterken maaiveld daling aangezien een verlaagde waterstand invloed heeft op het inklinken van de bodem en op het oxideren van bodemlagen.
- Bovenbelasting versterkt maaiveld daling door spanningsveranderingen in de bodem. Groot onderhoud in gemeenten met slappe bodem gaat vaak samen met maaiveldophoging. Hierdoor neemt de zakking verder toe en zal dit later opnieuw leiden tot maaiveldophoging.
- Stijging van de temperaturen door klimaatsverandering veroorzaakt een daling van de grondwaterstand en een hogere oxidatie snelheid, waardoor de bodem extra daalt. Voor bepaalde gebieden in Nederland kan dit zelfs leiden tot een extra bodemdaling van 10 mm/jr. Het is niet bekend wat de extra bodemdaling ten gevolge van klimaatsverandering is in het gebied van de gemeente Almere.

Uitgevoerde analysetechnieken

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

Resultaten

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

2.3 Aanleg [0 jaar]

In de Gemeente Almere is een gescheiden rioolstelsel aangelegd, bestaande uit een hemelwaterriool (HWA) en een vuilwaterriool (DWA). Na de aanleg van nieuw riool is het van belang inzicht te krijgen in de gesteldheid van het riool voor ingebruikname (nul-situatie). Uit onderzoek van Dirksen (2013) blijkt dat fouten in het ontwerp en de aanleg van de riolering zijn /worden gemaakt, waardoor het afschot in de riolering niet altijd overeen komt met de gewenste situatie.

Door het in kaart brengen van de nul-situatie kan worden beoordeeld of de aannemer met de aanleg aan zijn resultaatverplichting heeft voldaan. Het aangelegde ontwerp kan worden getoetst aan de eisen. Dit vormt de basis voor het monitoren van de gesteldheid en het functioneren van het riool in de gebruiksfase. Op basis hiervan wordt de (rest)levensduur vastgesteld. Tijdens het ontwerp en de aanleg is stadsbeheer betrokken bij de projecten en stadsbeheer neemt vervolgens de riolering in beheer. Aan het begin van de beheerfase dient ook de data over de nul-situatie van het riool beschikbaar te zijn. Dit wordt meegenomen in de bestekken.

Beschikbaarheid en kwaliteit informatie

De hiervoor genoemde werkwijze wordt door de gemeente onderschreven en wordt bij nieuw te realiseren riolering toegepast. Er is slechts (zeer) beperkte informatie van het riool na aanleg (puthoogtes, maaiveldhoogtes, of BOB-niveaus) beschikbaar binnen de gemeente Almere. Van de beschikbare peilgegevens is onbekend of deze informatie het ontwerpniveau of de daadwerkelijk gemeten revisie betreft.

Een overzicht van de benodigde informatie is opgenomen in bijlage F. Voorgesteld wordt bij de interne in beheername van de riolering de revisietekeningen en de resultaten van de visuele inspectie Rib(x)-bestanden te overleggen en te controleren. Hiervoor is het essentieel

dat in de opleveringsbestekken eenduidig wordt beschreven welke informatie en revisies opgeleverd moeten worden.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
- 2.1 Revisie riool	 
- 2.2 Opleveringsinspectie	
 niet beschikbaar	 goed
 Matig	 onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Verificatie revisietekening riool met ontwerptekening riool en resultaten visuele inspectie

Door een vergelijking te maken van de aanlegniveau's, maaiveldniveau's en afschotten tussen hetgeen is aangelegd en het oorspronkelijke ontwerp, samen met de resultaten van de visuele inspectie direct na aanleg, kan worden beoordeeld of de aannemer kwalitatief goed werk heeft verricht. Beoordeeld kan worden of het riool is aangelegd conform ontwerp.

Eventuele significante afwijkingen /fouten in de aanleg (afhankelijk van de contracteisen overeengekomen tussen de aannemer en de gemeente) worden hersteld of als aandachtstrengen opgenomen in het beheer en onderhoudsplan van de gemeente. De basiskwaliteit van het riool wordt direct na aanleg vastgelegd.

Uitgevoerde analysetechnieken

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

Resultaten

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

2.4 Gebruik [0-60 jaar]

Gedurende de gebruiksfase wordt het riool beheerd om het functioneren te continueren en de kwaliteit van het riool (restlevensduur) te monitoren. De gemeente Almere voert op hoofdlijnen "periodiek onderhoud" en "calamiteiten onderhoud" uit.

Periodiek onderhoud (reiniging /inspectie):

- Frequentie reinigen DWA-riool 1 x per 3 jaar;
- Frequentie inspecteren DWA-riool 1 x per 12 jaar;
- Frequentie reinigen "aandachtstrengen" 1 x per half jaar tot 1 x per maand;
- Frequentie inspecteren "aandachtstrengen" 1 x per 12 jaar;
- Frequentie reinigen en inspecteren HWA-riool 1 x per 12 jaar.

Calamiteitenonderzoek (reiniging /inspectie):

- Bij klachten

De data die verzameld is tijdens het beheer en onderhoud geeft informatie over het functioneren van het riool en de kwaliteit van het riool. Nagenoeg alle informatie over de riolering die voor dit onderzoek ter beschikking is gesteld, betreft de gebruiksfase.

Door deze informatie te combineren met informatie over maaiveldzakking wordt getracht een correlatie te vinden tussen bodemdaling en:

- Klachten;
- Kwaliteit objecten;
- Reinigingsgegevens.

Bodemdaling en hoogtemetingen

Er bestaan meerdere informatiebronnen over de bodemdaling en maaiveldhoogtes. Deze informatie kan inzicht geven in de actuele zettingssnelheid maar niet over de historische zettingssnelheid:

1. Bodemdaling(gevoeligheids)kaarten;
2. Het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland);
3. Hoogtemeting rioolputten;
4. InSAR satellietbeelden (Interferometric Synthetic Aperture Radar).

Beschikbaarheid en kwaliteit:

1. Bodemdalingskaarten en bodemdalingsgevoeligheidskaarten met de daarbij behorende prognoses zijn uitgevoerd voor zowel geheel Nederland als voor specifieke gebieden. Gebruikelijk worden de (dicht) bebouwde gebieden op kaarten gemaskeerd vanwege de veranderlijke bodemopbouw en het peilbeheer. Hierdoor zijn deze niet bruikbaar voor de analyse van zakkingsverschillen (op rioolstrengniveau). Dit geldt ook voor Almere.
2. Het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) stelt op dit moment twee meetperiodes beschikbaar voor Almere. De eerste meetperiode heeft hoogtegegevens met een matige nauwkeurigheid. Het AHN2 is ingewonnen met verbeterde technieken. Vanwege de relatief beperkte meetperiode is het uitvoeren van een analyse naar een zakkingsstrend met AHN2 niet mogelijk. Voor dit rapport is AHN2 derhalve niet bruikbaar om zakkingsnelheden te bepalen.
3. De hoogte van rioolputten wordt gemeten met een waterpasinstrument en heeft een standaarddeviatie van 0,007m. De BOB maat (Binnen Onderkant Buis) wordt bepaald met een waterpasinstrument en een baak en heeft een standaarddeviatie van 0,016m (Dirksen, 2013). Het waterpasinstrument is op dit moment de meest nauwkeurigste methode om de verticale positie van het maaiveld te meten in de stedelijke omgeving. Puthoogtes (i.e. maaiveldhoogtes) of BOB-niveaus van Almere zijn voor bepaalde delen van de stad met een interval van drie jaar bijgehouden. De metingen geven een overzicht van de zetting in de afgelopen jaren maar geven geen beeld van de zettingen in het verleden. De gegevens zijn niet gebruikt voor het bepalen van de zakkingsverschillen op stelselniveau omdat er nog te weinig gegevens beschikbaar waren. De verwachting is dat over een paar jaar wel analyses uitgevoerd kunnen worden.
4. InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) satellietbeelden zijn bruikbaar om bodemdaling in kaart te brengen. InSAR is gebaseerd op het interferometrie principe dat een deformatie van het oppervlakte registreert als een faseverschil. De trend in de bodemzakking kan over het algemeen met een nauwkeurigheid van 2 mm/jaar bepaald worden. De absolute positie van een gemeten punt heeft echter een nauwkeurigheid van enkele meters. Het rapport van SkyGeo door Hanno Maljaars (2014) geeft een overzicht van de uitgevoerde bewerkingen en visualisaties van de verzamelde InSAR gegevens. De gegevens van de TerraSAR-X en de ENVISAT satelliet zijn de meest bruikbare datasets. TerraSAR-X heeft de hoogste resolutie en

nauwkeurigheid, maar beslaat niet het hele bebouwde gebied van Almere (zie bijlage B).

Daarmee wordt de kwaliteit beschikbaarheid als matig beoordeeld.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
Bodemdaling en hoogtemetingen	
- 3.1 Bodemdalingsskaarten	 
- 3.2 Het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland)	
- 3.3 Gemeten hoogten inspectieputten	 
- 3.4 InSAR satellietbeelden	

 niet beschikbaar  goed  matig  onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Door het vergelijken van hoogtegegevens van verschillende bronnen (3.2 t/m 3.4) kan inzicht worden verkregen krijgen in:

- De absoluut opgetreden zakking;
- Zakkingssnelheid;
- Verschilzakking op rioolstrengniveau.

Met de absolute zakking wordt geverifieerd of aan de gestelde restzettingseis wordt voldaan (zie paragraaf 3.2). Op basis van de zakkingssnelheid kan worden bepaald of en zo ja wanneer groot onderhoud nodig is (zie paragraaf 3.5). Verschilzakkingen op rioolstrengniveau geven inzicht in het functioneren van het riool, aangenomen dat de zakking van het riool overeen komt met de zakking van het maaiveld. Door deze informatie te vergelijken met de nul-situatie van het riool (zie paragraaf 3.3) kan worden bepaald of het afschot nog voldoet en of de verloren berging toeneemt. Dit kan aanleiding zijn om het functioneren van bepaalde strengen beter te monitoring, alerter te zijn op klachten in bepaalde gebieden en mogelijk de inspectie- /reinigingsstrategie aan te passen.

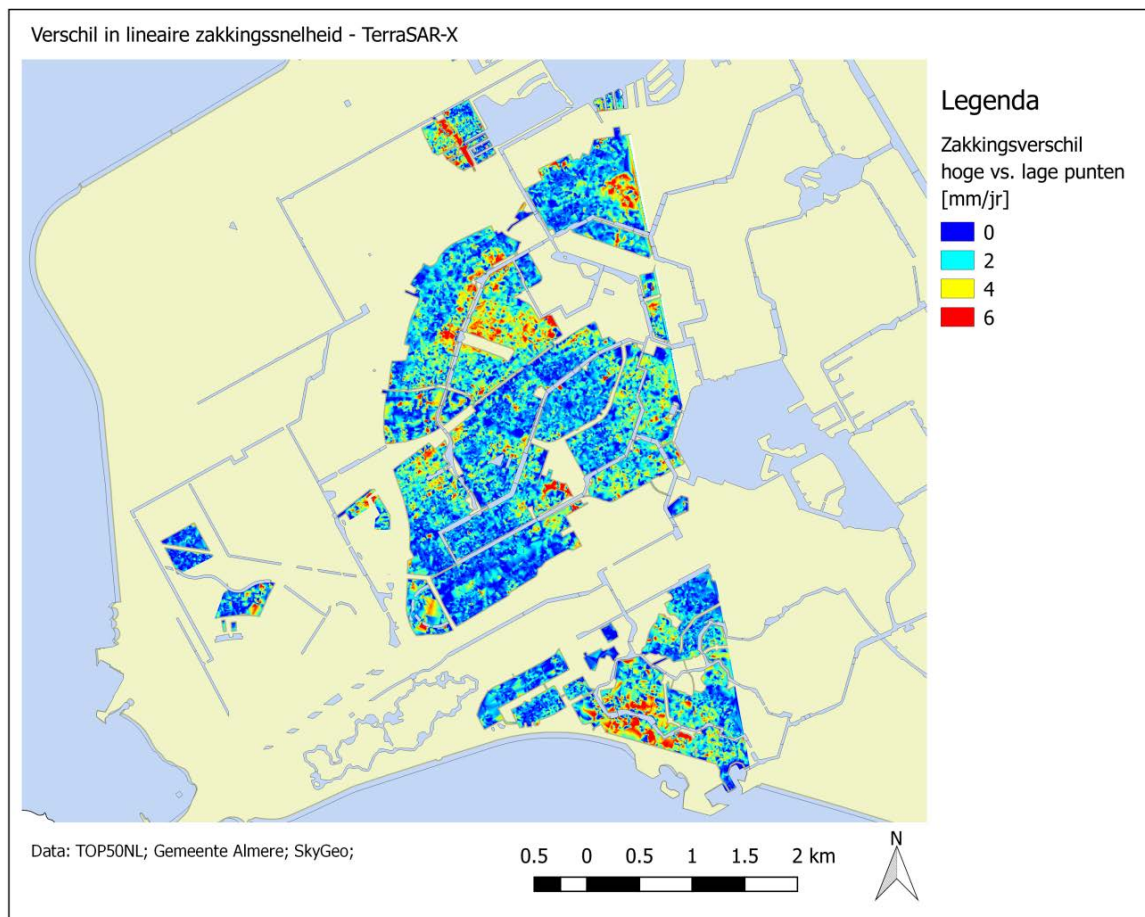
Uitgevoerde analysetechnieken

Bodemdaling op basis van InSAR satellietbeelden

Om inzicht te krijgen in de bodemdaling zijn 3 analyses uitgevoerd:

1. Zakkingverschillen tussen ongefundeerd terrein (riolering) en gefundeerde bebouwing
 2. Zakkingverschillen ongefundeerd terrein (op strengniveau riolering).
 3. Zakkingverschillen op bemalingsgebiedsniveau voor ongefundeerd terrein (riolering).
- Zakkingverschillen tussen ongefundeerd terrein (riolering) en gefundeerde bebouwing. Zakkingverschillen op overgangen tussen ongefundeerde riolering naar gefundeerde riolering komen voor bij huisaansluitingen en onderheide putten en riolen. Een methode om met de beschikbare middelen de zakkingverschillen weer te geven tussen vaste en zakkende punten is door "hoge" en "lage" meetpunten met elkaar te vergelijken. Hoge punten bevinden zich op meer dan 2 meter boven de AHN2-terreinhoogte en lage punten op minder dan 2 meter boven de AHN2-terreinhoogte. Hoge punten zijn voornamelijk punten op gebouwen, waarvan binnen Almere verwacht wordt dat deze gefundeerd zijn en weinig zakking vertonen. Lage punten zijn voornamelijk maaiveldniveau, waarvan verwacht wordt dat deze onderhevig zijn aan zakkingen.

Door het vergelijken van zakkingsverschillen tussen “hoge” meetpunten (gefundeerde bebouwing) en “lage” meetpunten (ongefundeerd terrein) wordt het verschil in zakkingsnelheid tussen de vaste en de zakkende punten verkregen zoals bijvoorbeeld bij de overgang van huisaansluitingen op de bebouwing (**Error! Reference source not found.**).



Figuur 2.2 Verschil in lineaire zakkingsnelheid tussen hoge (vast) punten en lage (zakkingsgevoelige) punten gebaseerd op TerraSAR-X gegevens.

- Zakkingsverschillen ongefundeerd terrein (op strengniveau riolering).

Deze analyse is uitgevoerd om zakkingsverschillen op strengniveau in kaart te brengen aan de hand van TerraSAR-X data. De gemiddelde lineaire deformatiesnelheid is bepaald door interpolatie van meetpunten binnen een straal van 15 meter van de rioolstrengen. Met deze interpolatie zijn de zakkingsnelheden bepaald voor punten boven de rioolstrengen met een tussenliggende afstand van 5 meter.

Vervolgens is de gradiënt in de zakkingsnelheid bepaald voor de tussenliggende segmenten van 5 meter. Zo zal de gradiënt tussen twee punten 0,8 mm/jr/m zijn wanneer een punt zakt met een snelheid van 1 mm/jr en het naastgelegen punt met 5 mm/jr. Aan deze segmenten van 5 meter, waarvoor elk de gradiënt is berekend, zijn scores toegekend door de grenswaarde te stellen op het 25^e en 75^e percentiel, (zie Tabel 2.2, Figuur 2.3 en Figuur 2.4). Omdat gebreken, meldingen, vullingsgraad en vervuilingsgraad effect hebben op de hele streng is er een strengscore bepaald voor de gehele streng door de segmentcores op te tellen. De strengscores worden dus niet genormaliseerd naar de lengte aangezien de

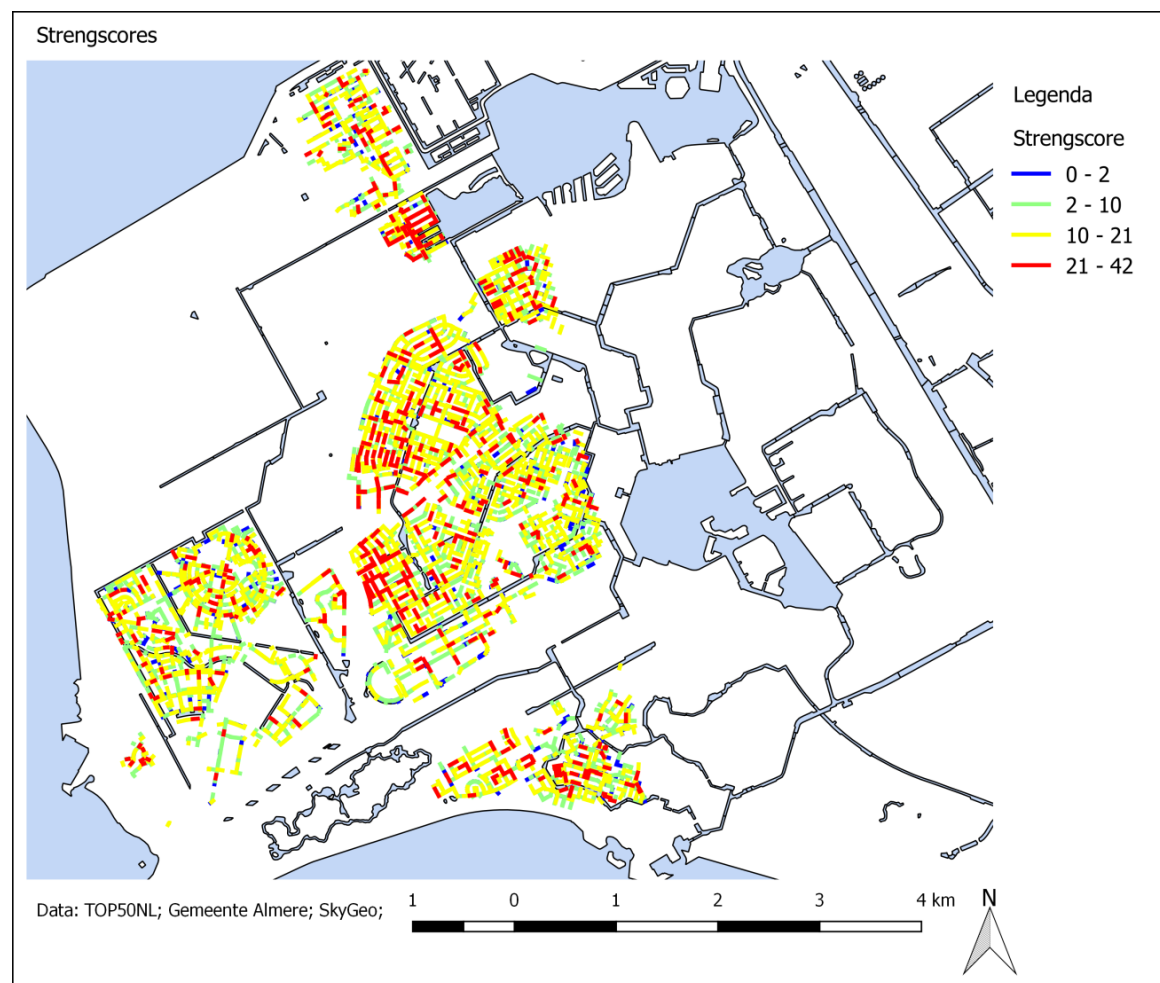
correlatie tussen de strengscore en de lengte minder dan 0.5 is voor verschillende bemalingsgebieden.

Een aanvulling op deze methode zou kunnen zijn om de stroomrichting van de strengen in beschouwing te nemen. Een toename van het verhang in de stroomrichting door zakkingsverschillen heeft minder negatieve gevolgen op het functioneren van de riolering dan een afname van het verhang in de stroomrichting.

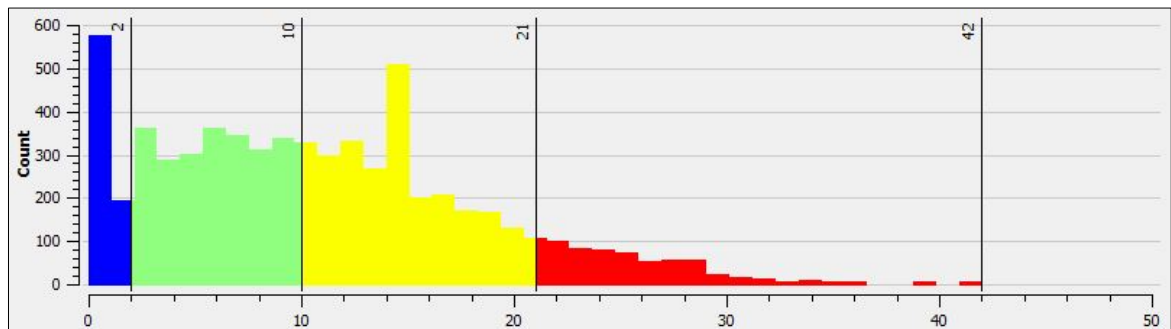
Tabel 2.2 Grenswaarden ter bepaling van de segmentscores aan de hand van de zakkingsgradient.

Percentiel [-]	Grenswaarde Zakkingsgradient [m/jr/m]	Segmentscore* [-]
0-25	0 - $6,47 \cdot 10^{-6}$	0
25-75	$6,47 \cdot 10^{-6}$ - $4,53 \cdot 10^{-5}$	1
75-100	$4,53 \cdot 10^{-5}$ - $4,78 \cdot 10^{-3}$	3

* Er is geen gevoeligheid getest voor de toegekende waardering.

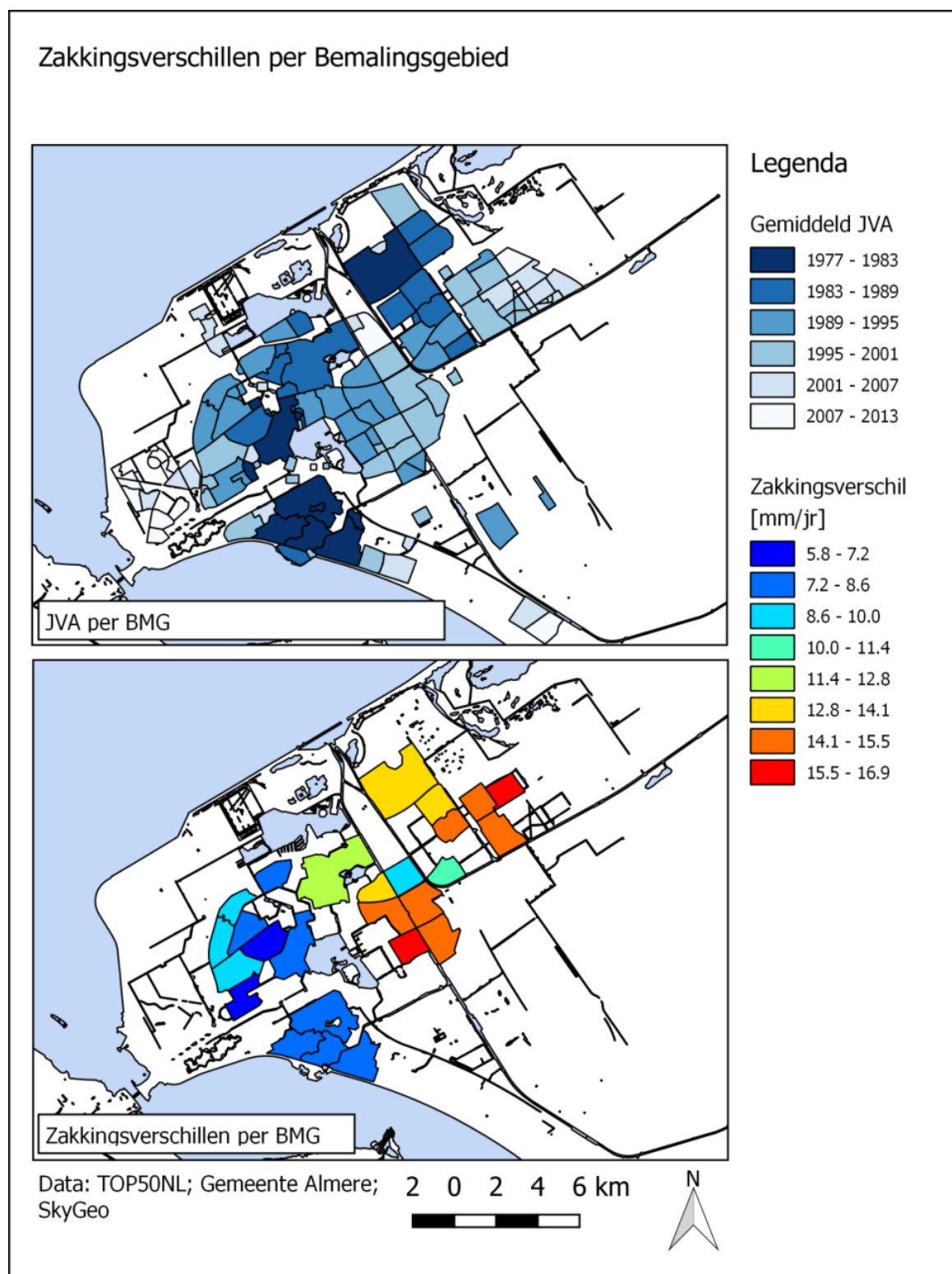


Figuur 2.3 Strengscores in Almere



Figuur 2.4 Histogram van de strenghtscores van het DWA en RWA van Almere (10^e, 50^e en 90^e percentiel).

- Zakkingsverschillen op bemalingsgebiedsniveau voor ongefundeerd terrein (riolering).
Per BMG (bemaalingsgebied) is een analyse gedaan naar de mate van spreiding in zaksnelheden. Gebieden met sterk uiteenlopende zaksnelheden duiden op meer zakkingsverschillen.
Wanneer er meer dan 200 punten in een BMG gemeten zijn gebruikt de methode het gemiddelde van de hoogste 5% zakkingsnelheden en het gemiddelde van de laagste 5% zakkingsnelheden (zie Figuur 2.5).
Bij wijken in het noordoosten van Almere zijn meer zakkingsverschillen. Op deze locaties is het slappe lagenpakket dikker /ligt het pleistoceen dieper.
De methode geeft beperkt inzicht in de spreiding binnen Almere. Door deze analyse uit te voeren voor kleinere oppervlakken (bijvoorbeeld cellen van 150x150 meter) in plaats van bemalingsgebiedsniveau wordt beter inzicht verkregen in de spreiding van de zakkingsverschillen binnen Almere.



Figuur 2.5 Jaar van aanleg en zakkingsverschillen per bemalingsgebied

Resultaten

Al de hiervoor genoemde analyses zijn uitgevoerd op basis van TerraSAR-X en de ENVISAT satellieten. Deze info is als “matig” aangeduid in de tabel. Voor inzicht in de zettingen is een hoge punt dichtheid nodig, zoals verkregen van de Terasar-X (beschikbaar voor een klein deel van Almere). Voor het verbeteren van deze kaarten worden de volgende verbetervoorstellen gedaan:

- De kwaliteit van de bodemdalingsvoorspellingen op strengniveau kan worden verbeterd door een vergelijking met bijvoorbeeld de maaiveldmetingen ter plaatse van de inspectieputten.
- De methode voor het bepalen van de verschilzettingen op strengniveau kan worden verbeterd door de stroomrichting van de riolering mee te nemen afkomstig uit bijvoorbeeld de BOB-metingen bij de inspectieputten in vergelijking met hellingshoekmetingen verkregen tijdens camera-inspecties.
- De methode voor het bepalen van de verschilzettingen kan worden geverifieerd na beschikbaarheid van AHN3 door deze data te vergeleken met AHN2.
- Inzicht in de zettingssnelheid en het effect hiervan op de riolering kan worden verbeterd door te vergelijken met de uitgevoerde voorbelasting, restzettingseis (zie paragraaf 3.2) en de nul-situatie van de riolering (zie paragraaf 3.3).

Klachten

Riolerings gerelateerde klachten worden telefonisch of digitaal doorgegeven. In de periode 2007- 2014 zijn ongeveer 2400 meldingen geregistreerd in de gemeente Almere. De meldingen die zijn omschreven met: ‘stankoverlast van het riool bij de huisaansluiting’, ‘verstopping /huisaansluiting’ en ‘verstopping hoofdriool’. Een kaart met de klachten uitgesplitst naar type en jaar is opgenomen in bijlage C. De klachten zijn verspreid over Almere en er zijn geen specifieke bemaalingsgebieden of wijken waar meer klachten voorkomen dan in andere gebieden.

Beschikbaarheid

Enkel de klachten binnen kantoortijden worden geregistreerd. Buiten kantoortijden worden meldingen verwerkt door de piketdienst. Hiervan wordt geen registratie bijgehouden. De geregistreerde coördinaten van de meldingslocatie betreffen niet het adres van de stankoverlast of de verstopping, maar betreffen kruisingen van twee straten of de centroide van de straat. Ook de actie die naar aanleiding van een melding is uitgevoerd wordt niet geregistreerd. Daardoor is de werkelijke oorzaak van de melding (bijvoorbeeld verkeerd gebruik van het riool of schade als gevolg van zetting) niet bekend. Een overzicht van de benodigde informatie is opgenomen in bijlage F.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
Klachten	
- 3.5 meldingen klachten	

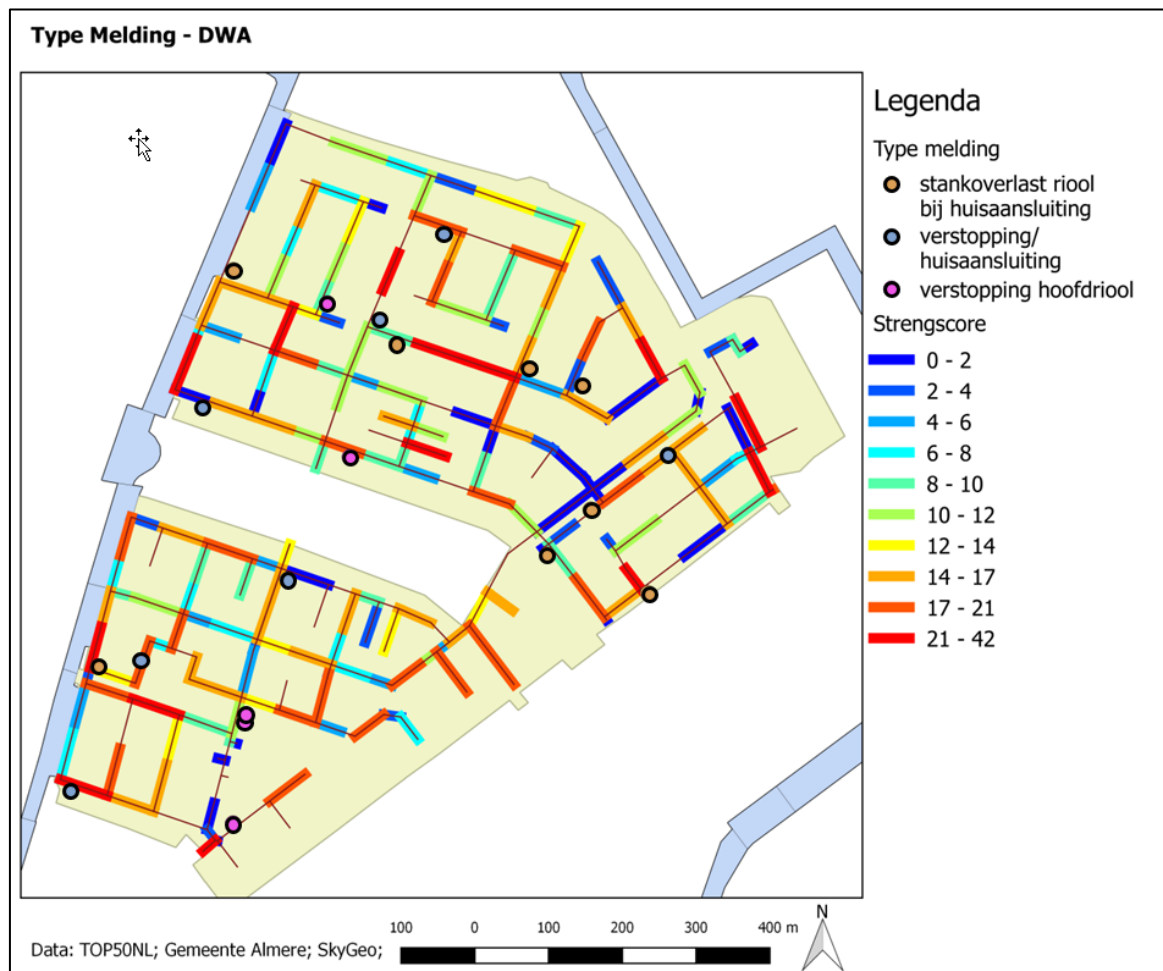
 niet beschikbaar
  goed
  matig
  onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

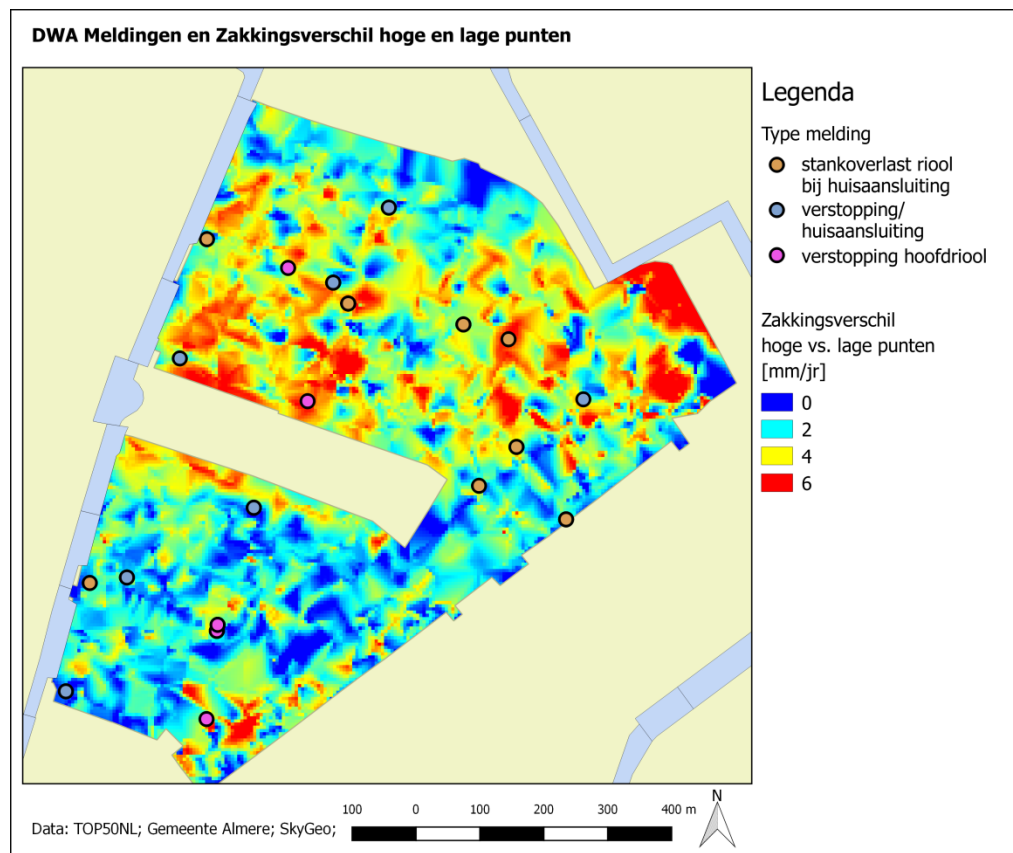
Aan de hand van de locatie en de oorzaak beschreven in de meldingen in vergelijking met de nul-situatie/(voorgaande visuele inspectie) van het riool (aandachtstrengen) kan de correlatie worden vastgesteld tussen meldingen en zettingen.

Uitgevoerde analysetechnieken

Voor proeflocatie “Muziekwijk noord” zijn op de kaarten met strengscore (zettingsverschillen op strengniveau) en zakkingsverschillen (ongefundeerd terrein en gefundeerde bebouwing) de meldingen weergegeven. Meldingen komen voor in meer en minder zettingsgevoelige gebieden (zie figuur 3.6 en 3.7).



Figuur 2.6 Strengscorekaart en meldingen DWA riool voor locatie muziekwijk noord.



Figuur 2.7 Kaart met zakkingsverschillen tussen ongefundeerd terrein en gefundeerde bebouwing en meldingen voor locatie muziekwijk noord.

Resultaten

Door het relatief beperkte aantal meldingen, het veelal ontbreken van de exacte locatie en de oorzaak van de klachten en de onvolledigheid van de database (geen registratie van klachten buiten kantoor tijden) kan er geen relatie worden gelegd tussen de klachten en de zettingen (zie ook paragraaf 3.7).

Kwaliteit objecten

Informatie over de toestand aspecten van het riool volgens de NEN-EN 13508-2 volgt uit RIB(X)-bestanden. Dit zijn door de aannemer op te leveren visuele inspectie bestanden. Aan de hand van de camerabeelden worden de toestand aspecten geregistreerd en de ernst gekwalificeerd. Op basis van de bestanden wordt de kwaliteit /achteruitgang van de rioolobjecten vastgesteld. Door de menselijke factor bevat het herkennen en beschrijven van toestand aspecten een hoge mate van onzekerheid. Toch geven de RIB-bestanden in dit geval de meeste informatie over de toestand aspecten van de riolering.

Beschikbaarheid

Het aangeleverde bestand 'RIB-Waarnemingen' bevat informatie over onder andere de locatie, het type, en de klasse aanduiding van het toestand aspect van het rioolobjecten over de jaren 2006 tot 2016 (zie bijlage D).

Ruim 45% van de geregistreerde toestand aspecten heeft als hoofdcode BAH (defecte aansluiting). Twee andere veel voorkomende toestand aspecten zijn BBF (infiltratie) en BAF (oppervlakte schade).

Kwaliteit

De verdeling van de geregistreerde toestandsaspecten is niet gelijkmatig over de jaren heen (zie bijlage D). In 2009 zijn tussen de 4000 en 4500 aspecten geregistreerd terwijl dat er in 2014 nagenoeg 0 zijn. Veel toestandsaspecten zijn niet (goed) geregistreerd, danwel beschikbaar, waardoor het overzicht van de toestandsaspecten niet uniform is beschreven en niet het daadwerkelijke beeld weergeeft. Zo worden bijvoorbeeld toestandsaspecten over een defecte aansluiting, met een hoge prioriteit en een hoge klasse aangeduid, terwijl de geregistreerde actie 'van binnenuit reinigen' is. Uit de toelichting van de gemeente Almere blijkt dat wanneer er een actie vereist is, er per definitie een klasse 5 wordt toegekend.

Ondanks de onzekerheden door menselijke factoren kan een analyse van de correlatie tussen zettingen en schadebeelden informatie opleveren voor het rioolbeheer.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
Kwaliteit objecten	
- 3.6 RIB(X)-bestanden	 
- 3.7 Hellingshoekmetingen en strenglengten	


niet beschikbaar


goed


matig

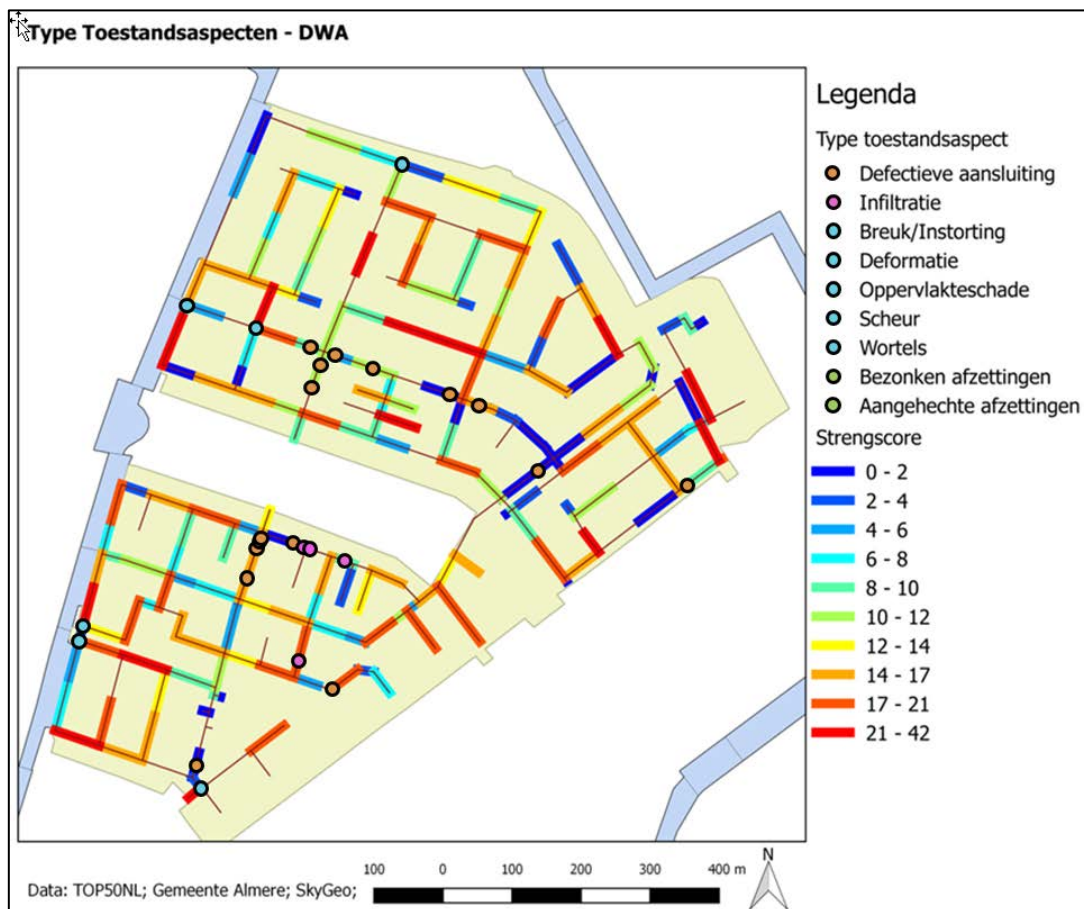

onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Aan de hand van de toestandsaspecten in vergelijking met de nul-situatie (of voorgaande inspectieronde) kan de achteruitgang van de kwaliteit van het riool worden bepaald. Hierbij dient wel nagegaan te worden of er tussen de voorgaande inspectie en de huidige situatie verbeteringsmaatregelen zijn uitgevoerd. Met de gemeten hellingshoeken en de strenglengten kan inzicht worden verkregen in de (veranderingen van de) verloren berging in het stelsel. Vervolgens kan de relatie worden gelegd tussen toestandsaspecten en de zettingen.

Uitgevoerde analysetechnieken

Voor proeflocatie "Muziekwijk noord" zijn de toestandsaspecten weergegeven op de kaart met strengscore (zettingsverschillen op strengniveau). Toestandsaspecten komen voor in meer en minder zettingsgevoelige gebieden (zie Figuur 2.8 en bijlage D). Herstelde toestandsaspecten zijn hierin niet meegenomen.



Figuur 2.8 Strengscorekaart en meldingen DWA riool voor locatie muziekwijk noord.

Resultaten

Er zijn relatief weinig toestandsaspecten geregistreerd. Uit de spreiding van de geregistreerde toestandsaspecten kan niet worden opgemaakt dat deze vaker voorkomen op meer zettingsgevoelige locaties. Figuur 3.8 laat zien dat bij de “rode strengen” niet meer schadebeelden zijn dan bij de andere strengen. De schadebeelden zijn meer geconcentreerd in de leidingen richting het gemaal in het witte gebied in het midden van de afbeelding. Op basis van de beschikbare informatie kan geen relatie worden gelegd tussen de toestandsaspecten en de zettingen.

Reinigingsgegevens

Informatie over de reiniging van het riool wordt door de aannemer aangeleverd die het reguliere onderhoud uitvoert. De “normale” reinigingsfrequentie van het DWA-riool is 1 x per 3 jaar. Door de aannemer zijn op basis van zijn ervaring binnen de gemeente aandachtsstrengen gedefinieerd, die een hogere reinigingsfrequentie hebben.

Beschikbaarheid

Van de gemeente zijn reinigingsgegevens ontvangen van de periode september 2011 tot en met december 2014 (“normale” reinigingen geen incidentreinigingen, zie bijlage E). In deze bestanden is per streng het aantal reinigingen, datum van uitvoering en een inschatting van de vullings- en vervuilingsgraad opgenomen. De vullings- en verontreinigingsgraad betreffen een visuele waarneming en hebben een hoge mate van onzekerheid.

Kwaliteit

De gegevens betreffen regulier onderhoud van “normale” en “aandachtsstrengen”. Incidentreinigingen zijn hier niet in opgenomen, waardoor geen compleet beeld wordt verkregen van de uitgevoerde reinigingen binnen de gemeente Almere. De vullings- en vervuilingsgraad zijn visueel niet goed in te schatten. Deze informatie is dan ook indicatief.

De combinatie van de inspectiemethode en de niet-geregistreerde reinigingen zorgen ervoor dat de analyse van de relatie tussen bodemdaling en de reinigingsfrequentie hooguit indicatief kan zijn.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
Reinigingsgegevens	
- 3.8 Reinigingsbestanden	 
- 3.9 Camera inspectie (techniek uit Duitsland)	

 niet beschikbaar
  goed
  matig
  onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Het reinigingsbeleid is nu veelal afgestemd op de ervaringen van de aannemer (vaststelling aandachtstrengen). De gemeente verdiept zich in een methode van camera-inspectie (afkomstig uit Duitsland), waarmee vanuit de inspectieputten de vullingsgraad en noodzaak voor reiniging van de rioolstrengen kan worden vastgesteld. Door middel van deze manier van inspectie kunnen aandachtstrengen sneller en goedkoper worden gedefinieerd en kan de onderhoudsfrequentie worden geoptimaliseerd.

Aan de hand van de reinigingsgegevens in vergelijking met de nul-situatie (of voorgaande inspectieronde) en de verloren berging (op basis van gemeten hellingshoeken en camera monitoring) kan de correlatie worden vastgesteld tussen reinigingsfrequentie en de zettingen.

Uitgevoerde analysetechnieken

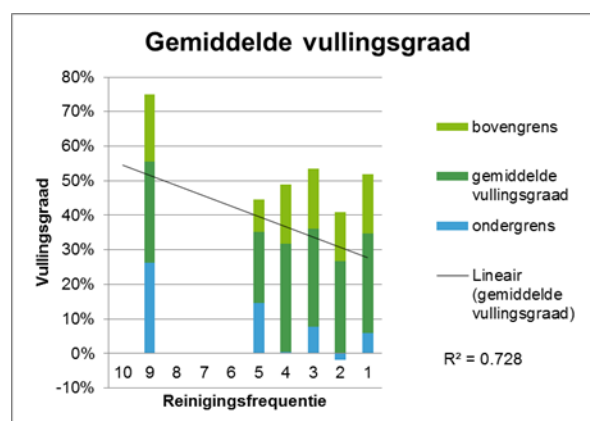
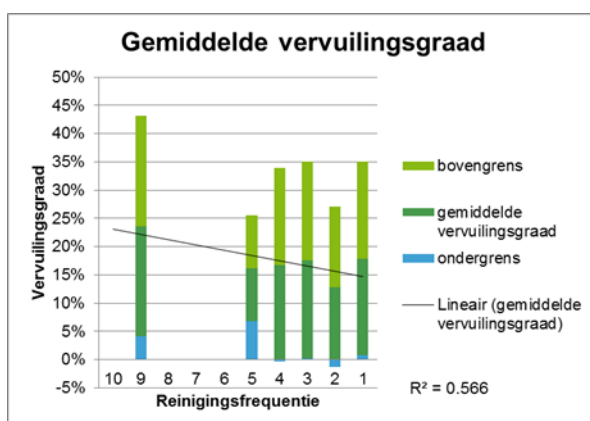
Er is een indicatieve analyse uitgevoerd naar het verband tussen de vullings- en vervuilingsgraad. De vullingsgraad geeft aan welk deel van de buis gevuld is en niet kan leegstromen onder vrijval. Een lege buis heeft een vullingsgraad van 0%, een buis die altijd helemaal vol staat heeft een vullingsgraad van 100%. De vervuilingsgraad geeft aan welk deel van de buis gevuld is met “vervuiling”.

Onderstaande tabel beschrijft hoeveel en hoe vaak strengen zijn gereinigd, wat hierbij de vullings- en vervuilingsgraad was, hoe variabel dit was en wat de correlatie is tussen de vullings- en vervuilingsgraad per frequentie categorie. Dit is grafisch weergegeven in Figuur 2.9. Opmerkelijk is dat strengen die vaker gereinigd worden een hogere vullingsgraad hebben. Het doel van vaker reinigen is de vullingsgraad te reduceren tot een waarde vergelijkbaar met minder frequent gereinigde strengen.

Er wordt in totaal meer slib verwijderd uit strengen die meerder malen per jaar worden gereinigd dan wanneer dezelfde strengen één keer per jaar worden gereinigd. Dit heeft twee oorzaken. De eerste oorzaak is dat er meer vuil bezinkt doordat er stilstaand water is. De tweede oorzaak is mogelijk dat de vullings- en vervuilingsgraad niet verder toeneemt vanaf een bepaald percentage. Vanaf dat percentage spoelt het vuil weg richting het gemaal omdat de stroomsnelheid toeneemt.

Tabel 2.3 Overzicht van de reinigingsfrequentie, vervuilingsgraad, vullingsgraad, en de correlatie voor de periode sept 2011 – dec 2014

reinigings frequentie	aantal reinigingen	aantal strengen	gem. vervuilings- graad	gem. vullings- graad	stdv. vervuilings- graad	stdv. vullings- graad	Correlatie vervuilings- en vullingsgraad
10	10	1	20%	80%	0%	0%	-
9	567	63	24%	55%	19%	29%	0.47
8	0	0	-	-	-	-	-
7	7	1	20%	10%	0%	0%	-
6	18	3	26%	50%	19%	19%	0.72
5	80	16	16%	35%	9%	21%	0.52
4	268	67	17%	32%	17%	31%	0.68
3	861	287	18%	36%	17%	28%	0.57
2	3482	1741	13%	27%	14%	29%	0.62
1	8574	8574	18%	35%	17%	29%	0.54



Figuur 2.9 Overzicht van de reinigingsfrequentie, vervuilingsgraad en vullingsgraad.

Voor proeflocatie “Muziekwijk Noord” zijn de vullings- en vervuilingsgraad weergegeven op de kaarten met strengscore (zettingsverschillen op strengniveau) en toestandsaspecten. Ook de gedefinieerde aandachtstrengen zijn op de kaart met de toestandsaspecten opgenomen. DWA-riool met een hogere vullings- en vervuilingsgraad komen voor in meer en minder zettingsgevoelige gebieden (zie bijlage E).

Resultaten

Het reinigingsregime is niet hetzelfde voor alle strengen (aandachtstrengen hebben verschillende reinigingsfrequenties). Daarbij worden incidentenreinigingen niet vastgelegd. Dit zorgt ervoor dat er geen relatie kan worden gelegd tussen de reinigingsfrequentie en de zettingen.

2.5 Groot Onderhoud (GO) [30 jaar]

Het maaiveld in Almere zakt. Met het uitvoeren van groot onderhoud wordt (door de afdeling “beheer en openbare ruimte”) de openbare ruimte vaak met zand opgehoogd tot het oorspronkelijke uitgiftepeil.

Deze extra gewichtstoename zorgt voor (ongelijkmatige) zettingen. De onderliggende kabels en leidingen (riolering) komen met de ophoging dieper onder het maaiveld te liggen en zullen verder zakken. In geval van ongelijkmatige zettingen en /of ongelijkmatige ophoging, kunnen in het riool verschilzettingen ontstaan. Verschilzettingen kunnen leiden tot tegenschot, verloren berging en eventueel schade aan de riolering. De ervaring van de gemeente is dat binnen 1 à 2 jaar na groot onderhoud meerdere aansluitleidingen op het hoofdriool kapot gaan.

Beschikbaarheid en kwaliteit

Er is geen informatie beschikbaar gesteld over de uitvoering van groot onderhoud binnen gemeente Almere. Groot onderhoud wordt uitgevoerd door de afdeling "beheer openbare ruimte". Het is van belang dat deze afdeling over de juiste data beschikt om het groot onderhoud uit te kunnen voeren. De gegenereerde data wordt goed vastgelegd en na afloop overgedragen aan de afdeling "rioleringsbeheer" voor de verdere gebruiksfase van het riool.

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
- 4.1 Oorspronkelijk uitgiftepeil	
- 4.2 Opgetreden zetting	
- 4.3 Noodzaak ophoging	
- 4.4 Grondonderzoek	
- 4.5 Noodzaak vervanging /reparatie riool	
- 4.6 Ophoogadvies	

 niet beschikbaar

 goed

 matig

 onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

- Bij het voornemen voor groot onderhoud is het van belang om inzicht te krijgen in de absolute zetting die is opgetreden sinds de aanlegfase. Dit inzicht kan worden verkregen door het actuele maaiveldniveau te vergelijken met het uitgiftepeil (revisie) tijdens de aanleg. Komen de opgetreden zakkingen overeen met de vooraf gestelde restzettingseis? Zijn er aanzienlijke verschillen in opgetreden zettingen?
- Vervolgens dient de noodzaak voor ophoging te worden vastgesteld. Sluit de openbare ruimte nog aan op de onderheide bebouwing en wordt (nog) voldaan aan de ontwaterings-, droogleggingseis en de waakhoogte in de riolering (met betrekking tot wateroverlast). Rekening houdend met deze informatie en met te verwachten zettingen na ophoging kan het minimaal benodigde ophoogpeil worden vastgesteld.
- Nadat de noodzaak voor ophoging is vastgesteld en bekend is hoeveel moet worden opgehoogd (bij welke restzettingseis), kan met het ophoogadvies worden bepaald welke ophogtechnieken (toepassen lichte ophoogmaterialen) geschikt zijn. Voor de ophoging is het noodzakelijk de (vaak tegenstrijdige) belangen van verschillende afdelingen (waaronder "rioleringsbeheer" en "beheer openbare ruimte") op elkaar af te stemmen.

Uitgevoerde analysetechnieken

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

Resultaten

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

2.6 Renovatie [60 jaar]

Binnen de jonge gemeente Almere (40 jaar) is er beperkte ervaring met vervanging en renovatie van riolering. De beslissing voor vervanging/reconstructie van het riool wordt mede bepaald door informatie over de toestandsaspecten. Er is vooralsnog alleen op kleine schaal vervangen vanwege de gevolgen van zettingen (tegenschot, verloren berging of niet doelmatig onderhoud).

Beschikbaarheid en Kwaliteit

Er is geen informatie geanalyseerd over de uitvoering van rioolvervangings- en reconstructiewerkzaamheden binnen gemeente Almere. Renovatie wordt uitgevoerd door de afdeling "Stadsbeheer". Het is van belang dat deze afdeling over de juiste data beschikt om de renovatie uit te kunnen voeren en vervolgens de data die gegenereerd wordt goed vastlegt en na afloop overdraagt aan de afdeling "rioleringsbeheer" voor de gebruiksfase van het riool (zie paragraaf 3.3).

Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie	
- 5.1 Oorspronkelijk uitgiftepeil	
- 5.2 Groot onderhoud peil	
- 5.3 Opgetreden zetting	
- 5.4 Noodzaak ophoging	
- 5.5 Grondonderzoek	
- 5.6 Keuze relinen /vervangen of systeemverandering	
- 5.7 Ophoogadvies	

 niet beschikbaar
  goed
  matig
  onvoldoende

Gewenste analysetechnieken

Voor vervanging of renovatie wordt een vergelijkbare werkwijze voorgesteld als beschreven in paragraaf 3.5. Bij renovatie (bijvoorbeeld relinen) blijft de diepteligging gehandhaafd. Bij vervanging kan het riool op de gewenste diepteligging (ondieper) worden aangebracht. Het verondiepen van het riool biedt de mogelijkheid om door, gebruik te maken van lichte ophoogmaterialen, het zettingsgedrag van het riool in de nieuwe levenscyclus te beperken.

Uitgevoerde analysetechnieken

Er zijn geen analyses uitgevoerd.

Resultaten

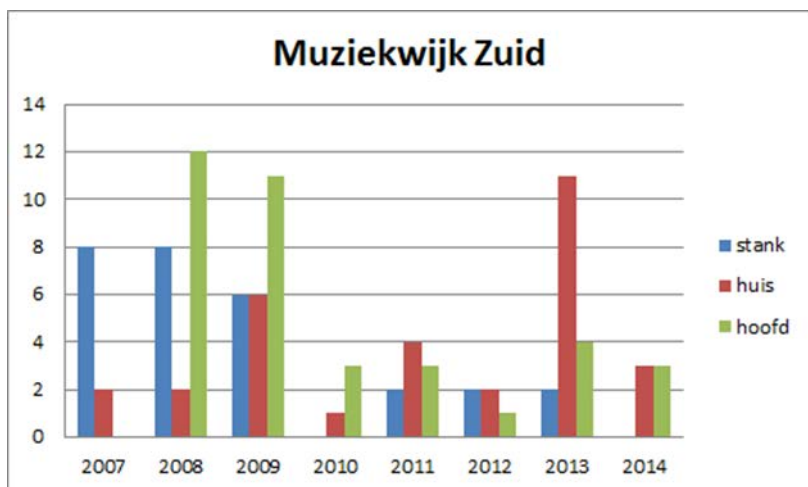
Er zijn geen analyses uitgevoerd.

2.7 Klachtenverloop en verklaring gemeente (buurtniveau)

Op 9 december 2016 heeft een overleg met de gemeente plaatsgevonden, waarbij voor een aantal buurten binnen Almere de klachten tussen 2008 en 2014 zijn uitgesplitst naar hoofdriool, huisaansluiting en stank. Met de ervaring van de gemeente is geprobeerd een verklaring te geven voor de fluctuatie in klachten per buurt. Hieronder zijn voor vier buurten grafieken opgenomen met de mogelijke verklaringen van de gemeente.

Muziekwijk Zuid (zie Figuur 2.10)

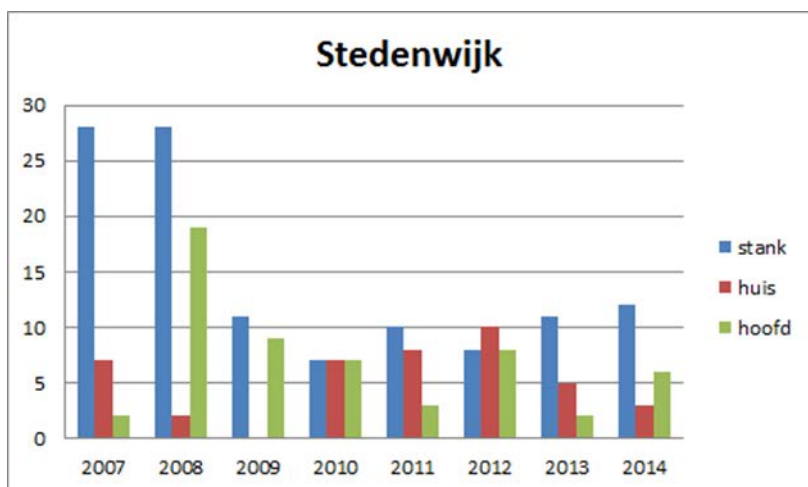
Het reinigen op bemaalingsgebiedsniveau vanaf 2009 en de werkwijze waarbij zinkers worden drooggezet en grondig gereinigd heeft waarschijnlijk geleid tot een afname van het aantal klachten.



Figuur 2.10 Klachtenverloop Muziekwijk zuid.

Stedenwijk (zie Figuur 2.11)

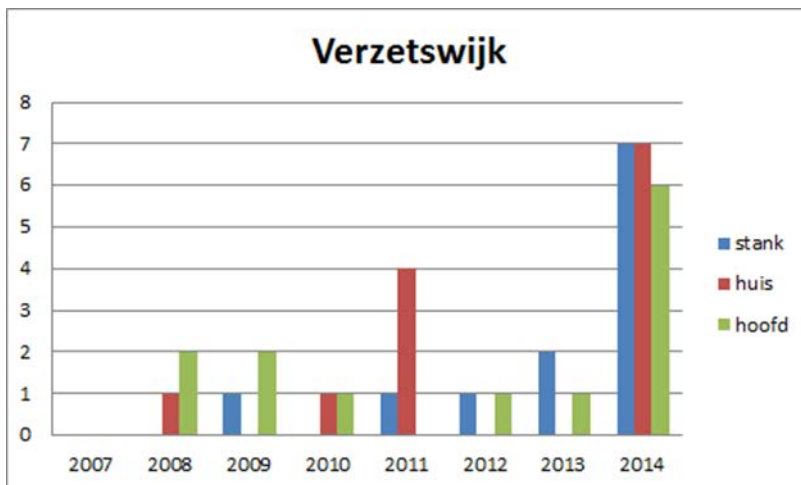
Door het droogzetten en grondig reinigen van twee zinkers zijn de stankklachten na 2008/2009 afgenomen.



Figuur 2.11 Klachtenverloop Stedenwijk.

Verzetswijk (zie Figuur 2.12)

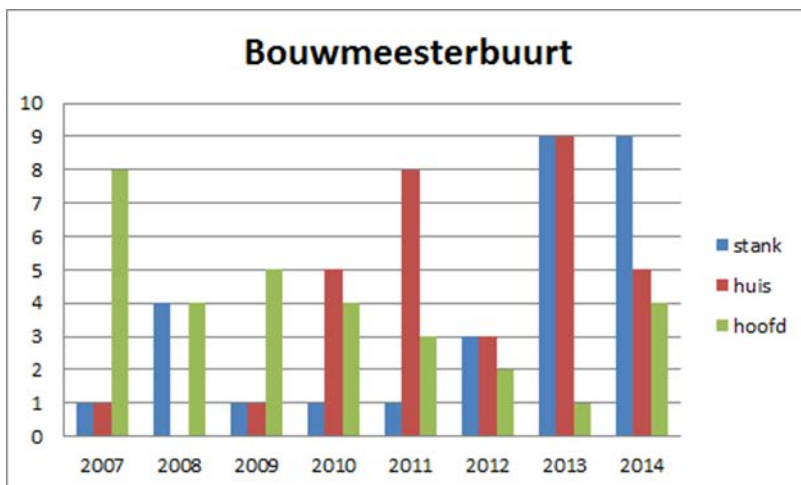
Door het te laat reinigen (2015 in plaats van 2014) zijn de klachten mogelijk toegenomen.



Figuur 2.12 Klachtenverloop Verzetswijk

Bouwmeesterbuurt (zie figuur 3.13)

Vanaf 2012 is de buurt gefaseerd opgehoogd (groot onderhoud), waarna de klachten zijn toegenomen.



Figuur 2.13 Klachtenverloop Bouwmeesterbuurt.

Uit het overleg met de gemeente komen aanwijzingen naar voren voor mogelijke verbanden. De uitgevoerde analyses zijn niet voldoende om vast te stellen of deze verbanden daadwerkelijk bestaan. Het gaat om de volgende observaties:

- Na het wijzigen van de reinigungsstrategie vanaf 2009 zijn de klachten op een aantal locaties afgenomen;
- Na de invoering van het periodiek droogzetten en grondig reinigen van zinkerconstructies zijn de klachten op een aantal locaties afgenomen;
- Bij bemalingsgebieden waar reinigungsrequentie integraal wordt verlaagd is een toename te zien van het aantal klachten;
- Na het uitvoeren van groot onderhoud zijn op een aantal locaties meer klachten geregistreerd.

2.8 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de tijdens het onderzoek beschikbaar gestelde informatie kan geen relatie worden gelegd tussen in Almere opgetreden zettingen en beheer en onderhoud in relatie tot de restlevensduur van het riool. Het onderzoek kan een mogelijke relatie ook niet uitsluiten.

- De belangrijkste reden is dat de kwaliteit en de compleetheid van de beschikbaar gestelde informatie hiervoor (nog niet) toereikend is (zie ook bijlage F). Het gaat hierbij met name om:
 - Het vastleggen van de nul-situatie van de riolering;
 - De compleetheid van de data over de kwaliteit van de objecten in de riolering (inclusief periodieke monitoring van de maaiveldhoogte en BOB-diepte van de leidingen ten opzicht van NAP);
 - De volledigheid van de klachten met betrekking tot de riolering (zowel binnen als buiten kantoortijden), locatie op X-, Y-coördinaten geregistreerd, waarbij terugkoppeling wordt gegeven over de ondernomen actie en het resultaat van de actie om de oorzaak van de klacht te kunnen achterhalen;
 - De volledigheid van de uitgevoerde reinigingen, waarbij ook de calamiteiten reinigingen worden registreert. Mogelijk dient de noodzaak van de reinigingsfrequentie met behulp van een nieuwe camera-inspectiemethode (zie paragraaf 3.4) te worden bepaald.
- Het is van belang om de beschikbare data tussen verschillende afdelingen binnen de gemeente te delen en te gebruiken binnen de verschillende fasen van de levenscyclus van het riool. Verschillende afdelingen hebben soms tegenstijdige belangen (zoals ophogen openbare ruimte versus toename diepteligging en zetting riool en kabels en leidingen) die enkel door een integrale aanpak op elkaar kunnen worden afgestemd.
- De grootste zakkingsverschillen vinden plaats in de gebieden die niet door de TerraSAR-X satelliet in de periode 2009-2014 zijn gemeten. Om de zakkingsverschillen beter te benaderen is een hogere punt dichtheid nodig dan de tot nu toe gebruikte ENVISAT gegevens. De aanbeveling is om te informeren of nieuwe gegevens wel het ontbrekende gebied beslaan.
- De kwaliteit van bodemdalingsvoorspellingen op strengniveau kan verbeterd worden met behulp van maaiveldmetingen t.p.v. de inspectieputten. De methode van verschilzettingen op strengniveau kan verbeterd worden door de stroomrichting van de riolering mee te nemen in de beschouwing. Als de stroomrichting wordt meegenomen kan geanalyseerd worden of de zettingen tegenschot veroorzaken of niet.
- Gebieden die grotere zakkingsverschillen blijken te hebben dienen extra aandacht te krijgen in het ontwerp, het aanlegproces van de riolering en van maaiveldophogingen. Dit geldt dus voor zakkingsverschillen bij huisaansluitingen en voor zakkingsverschillen van het terrein.
- Om meer inzicht te krijgen in de prestatie van de riolering wordt aangeraden om te starten met het structureel bijhouden van de oorzaak en de actie naar aanleiding van een melding. (Andere initiatieven om toestandsaspecten en meldingen beter bij te houden zijn al door de gemeente Almere geïnitieerd).

3 Besliscriteria Kritische Prestatie Indicatoren (KPI)

Met asset management wordt gezocht naar de balans tussen risico's van beheer, kosten en de operationele prestaties van het rioolstelsel. Voor de gemeente Almere vertaalt dit zich naar een zoektocht naar een optimale reinigingsstrategie, waarbij de operationele prestaties van het rioolstelsel zo hoog mogelijk zijn (kwalitatief), tegen zo laag mogelijke beheerkosten en risicokosten. Dit betekent een afweging tussen o.a.:

- Moment van reinigen;
- Kosten;
- Stankoverlast en reinigingsoverlast;
- Negatieve publiciteit.

Hiervoor heeft de gemeente Almere een kwaliteitshandboek riolering en stedelijk water opgesteld met meetlatten om de kwaliteit van de gemeentelijke beheertaken van de Wet Milieubeheer (afvalwaterzorgplicht) en de Waterwet (hemel- en grondwaterzorgplicht) te monitoren.

Hiervoor hanteert de gemeente drie kwaliteitsniveaus om te kwaliteit te duiden:

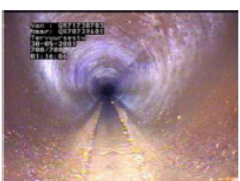


Figuur 3.1 kwaliteitsniveaus (bron: kwaliteitshandboek riolering en stedelijk water, gemeente Almere).

Gemeente Almere heeft aangegeven basis niveau B na te streven in hun onderhoudsstrategie.

In dit hoofdstuk worden verder alleen de kwaliteitsmeetlatten voor het afvalwater behandeld.

Technisch functioneren	Afstroming vrijverval riolering
	Verstopingen en calamiteiten vrijverval riolering
	Bedrijfszekerheid gemalen
Technische staat	Technische staat vrijverval riolering - leidingen
	Technische staat vrijverval riolering - putten
Lozing en gebruik	Lozing en gebruik
Monitoren	Monitoren voorzieningen

sfeerbeelden	aspect	kwantiteitsbeschrijving	
 gemalen verkeren in een goede technische staat	 rioleren vertonen geen schade	Technisch functioneren Doordat het afvalwater snel wordt afgevoerd, komt aantasting van het riool niet voor en is er geen risico op beschadiging van riolen. Afvalwater kan ongehinderd afstromen. Wortels, verzakkingen en/of obstakels hinderen de afvoer niet. De bedrijfszekerheid van rioolgemalen en minigemalen is goed gewaarborgd. De kans op uitval en daarmee gepaard gaande calamiteiten is hiermee nihil. Technische staat De voorzieningen verkeren in een goede technische staat. Er zijn geen beschadigingen. Lozing en gebruik Op de voorzieningen vinden géén lozingen plaats die de inzameling, het transport of de zuivering van afvalwater belemmeren. Monitoren Er is actueel en volledig inzicht in het werkelijk functioneren van het afvalwatersysteem en in de toestand en ligging van de objecten. Deze informatie is goed gekoppeld aan het beheersysteem. Via metingen en inspecties blijft het inzicht actueel.	HOOG (A)
 storingen in gemalen komen beperkt voor	 riolen hebben beperkte schade, het functioneren wordt in beperkte mate belemmerd	Technisch functioneren Doordat het afvalwater voldoende snel wordt afgevoerd komt aantasting van het riool beperkt voor en zijn er beperkte risico's op beschadigde riolen. Er is beperkte hinder bij het afstromen van afvalwater. Wortels, verzakkingen en/of obstakels hinderen de afvoer in beperkte mate. De bedrijfszekerheid van rioolgemalen en minigemalen is voldoende gewaarborgd. De kans op uitval en daarmee gepaard gaande calamiteiten is hiermee beperkt. Technische staat De voorzieningen verkeren in een redelijke technische staat. De beschadigingen leiden niet tot overlast. Lozing en gebruik Lozingen op de voorzieningen die de inzameling, het transport of de zuivering van afvalwater belemmeren komen beperkt voor. Monitoren Theoretische modellen geven inzicht in het functioneren van het afvalwatersysteem. De actuele toestand en ligging van de objecten is voldoende in beeld. Deze informatie is voldoende gekoppeld aan het beheersysteem. Via metingen en inspecties blijft het inzicht actueel.	BASIS (B)
 door storingen in gemalen ontstaat overlast voor de omgeving	 verstopte riolen door wortelingroei	Technisch functioneren Doordat het afvalwater onvoldoende snel wordt afgevoerd komt aantasting van het riool vaak voor en zijn er risico's op beschadigde riolen. Afvalwater kan onvoldoende afstromen. Wortels, verzakkingen en/of obstakels hinderen de afvoer. De bedrijfszekerheid van rioolgemalen en minigemalen is onvoldoende gewaarborgd. De kans op uitval en daarmee gepaard gaande calamiteiten is hiermee groot. Technische staat De voorzieningen verkeren in een slechte technische staat. De beschadigingen kunnen leiden tot overlast. Lozing en gebruik Lozingen op de voorzieningen die de inzameling, het transport of de zuivering belemmeren komen vaak voor. Monitoren Theoretische modellen geven inzicht in het functioneren van het afvalwatersysteem. De actuele toestand en ligging van de objecten is onvoldoende in beeld. Deze informatie is onvoldoende gekoppeld aan het beheersysteem. Via inspecties blijft het inzicht actueel.	LAAG (C)

Figuur 3.2 meetlat afvalwater (bron: kwaliteitshandboek riolering en stedelijk water, gemeente Almere).

In het kwaliteitshandboek staan kwaliteitsnormen per aspect gekwantificeerd. Ter illustratie: voor de meetlat “afstroming vrij verval riolering” is de kwaliteitsduiding “hoog” indien de maximale gemiddelde vervuilingsgraad in de leidingen 10% bedraagt (per bemalingsgebied). Voor de overige meetlatten en kwaliteitsnormen voor afvalwater wordt verwezen naar het kwaliteitshandboek.

De prestatie-indicatoren m.b.t. het beheer van het DWA-rioolstelsel die momenteel worden gemonitord zijn:

- Het aantal meldingen m.b.t. riolering uit SUF-MELD,
- Het aantal storingen van gemalen,
- Aantal peiloverschrijdingen DWA-rioolgemaal.

Voortschrijdend inzicht heeft geleid tot een aanpassing van de prestatie-indicatoren waarmee de case getoetst is (zoals beschreven in Hoofdstuk 6). In overleg met gemeente Almere zijn de volgende prestatie indicatoren vastgesteld:

- Kans op verstopping op basis van theoretische aanslibbingssnelheid,
- Verwachtingswaarde van het aantal getroffen inwoners,
- Reinigingskosten.

4 Reinigingsstrategie

4.1 Reinigen

De gemeente Almere kent twee soorten reiniging: regulier reinigen en incidenteel reinigen.

Reguliere reiniging

De gemeente Almere voert elke 3 jaar grootschalige reguliere reiniging van het DWA-riool uit. Deze reinigingsfrequentie is vastgesteld vanuit historisch perspectief. De grootschalige reiniging wordt uitgevoerd per bemalingsgebied. De kosten voor grootschalige reguliere reiniging in Almere is 1,1 Euro per m rioollengte². Voorafgaand aan de reiniging wordt een voorverkenning uitgevoerd en worden hoogte metingen uitgevoerd.

De ervaring leert dat er vervuilingsgevoelige locaties zijn, de zogenaamde probleemgebieden. De gemeente Almere heeft een lijst met knelpunten van DWA-riolen opgesteld, die met name bestaat uit zinkers en strengen met tegenschot (oliebollen en BBQ-strengen). Deze locaties worden vaker dan 1x per 3 jaar gereinigd door de Gemeente Almere. De reinigingsfrequentie van deze locaties verschilt per rioolstreng: 1x per maand, 3 maanden of half jaar. De reinigingsfrequentie van knelpunten is bepaald o.b.v. de historische ervaringen. De kosten voor het reinigen van de knelpunten zijn in Almere 1,6 Euro per m¹ rioollengte.

Incidentele reiniging

Bij klachten over verstoppingen in het DWA-rioolstelsel (rioolstrengen of putten), wordt het DWA-riool direct gereinigd. De frequentie van incidenteel reinigen is op basis van de binnengekomen klachten. De gemeente Almere heeft aangegeven dat de kosten voor het incidenteel reinigen ongeveer 2.500 euro per incident zijn. Deze kosten zijn niet meegenomen in de modelanalyses, met name omdat incidenten vrijwel niet beïnvloed kunnen worden door de geanalyseerde reinigingsstrategieën.

4.2 Inspecteren

De gemeente Almere inspecteert het DWA-riool elke 12 jaar. Zowel de putten als de leidingen van het DWA-riool worden geïnspecteerd met een camera. De putten worden met een camera geïnspecteerd om de putconstructie in kaart te brengen. Daarnaast wordt een hoogtemeting van de putdeksel uitgevoerd en de BOB ingemeten om een inschatting te maken van de mate van zetting. Deze metingen worden door de gemeente uitgevoerd.

De leidingen worden met een camera geïnspecteerd om een beeld te krijgen van de kwaliteit. Hierbij wordt ook een hellingshoekmeting uitgevoerd om te bepalen waar in het rioolstelsel het water niet kan afstromen naar het gemaal. De inspectie en hellingshoekmetingen wordt uitgevoerd door een aannemer

De kosten voor het inspecteren en beoordelen bedragen in Almere ongeveer 3 Euro per m.

De theoretische case waarin reinigingsstrategieën worden vergeleken richt zich alleen op de reguliere reiniging. Dit is verder beschreven in het volgende hoofdstuk.

² Gegevens over de kosten van reinigen, inspecteren en verhelpen van storingen zijn afkomstig van de gemeente Almere op basis van de gegevens van 2016.

5 Theoretische case: DWA-riool Muziekwijk Noord en zuid

5.1 Inleiding

In Muziekwijk Noord en Muziekwijk Zuid ligt ruim 50 km DWA-riool (zie figuur 6.10). De buitendiameter van het DWA-riool varieert van 120 mm tot 310 mm, maar het overgrote deel van de buizen heeft een diameter van 250 mm. Op dit DWA-riool lozen 20.361 inwoners.

De theoretische case heeft tot doel om de risico's en kosten te evalueren voor reinigingsbeheer van het DWA-rioolstelsel. Door de afweging van risico's en kosten voor verschillende reinigingsstrategieën inzichtelijk te maken, kan vanuit economisch perspectief een onderbouwing van optimale reinigingsfrequentie van het DWA-rioolstelsel gemaakt worden.

In deze case is het risico gedefinieerd als de kans op een verstopping in het DWA-rioolstelsel vermenigvuldigd met de gevolgen van deze verstopping. De gevolgen worden gekwantificeerd op basis van het aantal getroffen inwoners waarop de verstopping impact heeft.

In deze case wordt het risico niet gemonetariseerd, omdat de hinder /overlast die de getroffen huishoudens ondervinden momenteel niet in economische schade kan worden gekwantificeerd.

In de volgende paragrafen is eerst informatie beschreven over de gebruikte data, het beschouwde rioolstelsel, de tools, keuzes en strategieën. Vervolgens zijn voor de risicobepaling de van de theoretische case de volgende stappen doorlopen:

- Stap 1: bepaling van de kans op verstopping per jaar;
- Stap 2: bepaling van het aantal getroffen inwoners bij een verstopping;
- Stap 3: bepalen van het risico;
- Stap 4: bepalen van de totale reinigingskosten.

De stappen 1 tot en met 4 zijn doorlopen voor acht verschillende reinigingsstrategieën die zijn afgestemd met de gemeente Almere. Voor het bepalen van het effect van slibaanwas (stap 1 en 2) is de Probabilistic Toolkit (PTK) gebruikt. Het risico (stap 3) is bepaald door de resultaten van de nabewerking van de PTK na te bewerken.

5.2 Data

In de case studie is de volgende data gebruikt:

- Een Sobek-model van Muziekwijk Noord en Muziekwijk Zuid (figuur 6.1). Het Sobek-model is op een aantal punten aangepast om de stabiliteit van de berekeningen te vergroten en de verloren berging mee te nemen. Deze aanpassingen zijn beschreven in bijlage A. De belangrijkste aanpassingen zijn:
 - Verloren berging is in het model opgenomen door BOB's van leidingen aan te passen;
 - In- en uitslagpeilen en gemaalcapaciteiten zijn aangepast omdat een deel van een groter model is gebruikt;
 - BOB's en maaiveld zijn aangepast op basis van inmetingen.

- Diameter van de buizen (onderstaand figuur rechts, in legenda);
- Strengen met verloren berging (zwart aangegeven in onderstaand figuur rechts). Als grenswaarde is 15 cm gebruikt;
- Gegevens over het aantal huisaansluitingen per rioolstreng uit het Sobek-model;
- Gegevens over reinigingskosten van de gemeente Almere;
- Inschatting van de slibaanwas.



Figuur 5.1 Model extent en ligging projectgebied (links). Buisdiameter en verloren berging (rechts). De kleuren geven de diameter weer in mm en de zwarte lijnen de locaties met verloren berging (waterdiepte > 15 cm).

5.3 Systeemanalyse van het functioneren van huidige DWA-rioolstelsel

Gemeente Almere reinigt elke 3 jaar alle rioolbuizen. Een aantal rioolbuizen waarvan bekend is dat deze snel verstopten wordt jaarlijks of zelfs maandelijks gereinigd. Het gevoel is dat lang niet alle buizen elke 3 jaar gereinigd hoeven te worden, en dat voor een aantal strengen juist een hogere reinigingsfrequentie nodig is (aanvullend op de strengen die al vaker gereinigd worden). De modelresultaten kunnen deze aannames onderbouwen, maar de gemeente geeft aan ook behoefte te hebben aan beter inzicht in de vervuiling van de leidingen.

In overleg met de gemeente is een inschatting van de aanwas gedaan: standaard 0,5 – 3,5 cm per jaar en 2 - 6 cm per jaar in buizen waar verloren berging optreedt en een verstopping dus sneller zal optreden.

De gemeente heeft aangegeven dat het rioleringsstelsel in Almere vrijwel geen zelfreinigend vermogen heeft. Dit is analytisch onderbouwd door de minimaal benodigde schuifspanning te bepalen waarbij zelfreiniging een rol kan spelen. Uit literatuur zijn waarden gevonden tussen 2-2,5 N/m² (Stichting Wateropleidingen, 2016). Door het verhang en de doorstroming van het stelsel kan theoretisch een maximale schuifspanning optreden die 4 tot 5 keer te laag is voor zelfreiniging. Onderstaande tabel licht deze berekening toe.

Leiding half vol					
rho	1000	kg/m ³			
g	9.81	m/s ²			
d	0.25	m	diameter		
r	0.125	m	straal		
A	0.024531	m ²	doorstroomoppervlak		
P	0.3925	m	natte omtrek		
R	0.0625	m	hydraulische straal		
if			hydraulisch verhang	min	0.010%
				max	0.090%
Schuifspanning min verhang	0.061313	N/m ²			
Schuifspanning max verhang	0.551813	N/m ²			

Figuur 5.2 Berekening van de schuifspanning

5.4 Reinigingsstrategieën

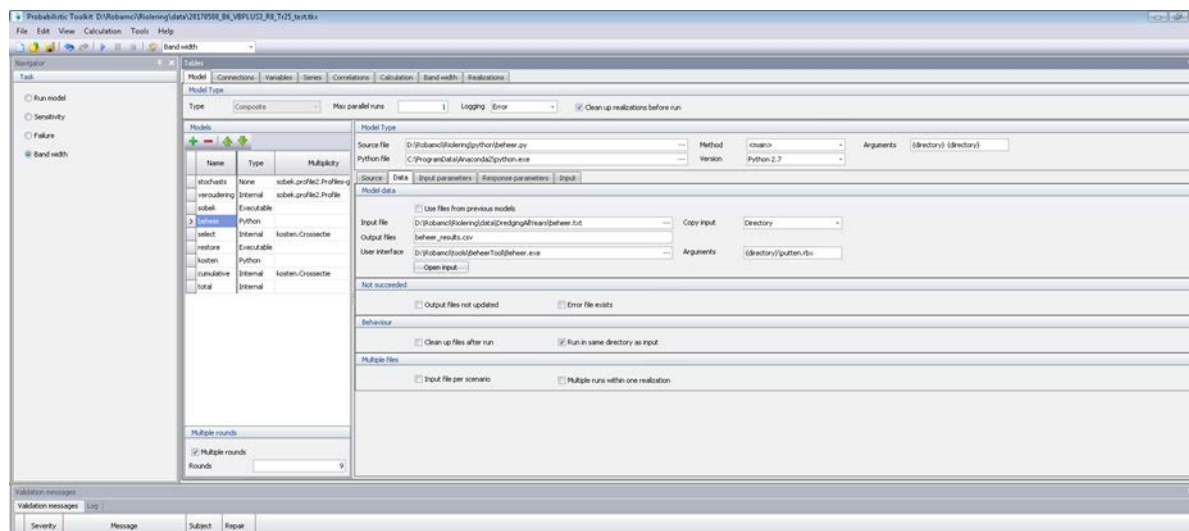
Onderstaande tabel toont de uiteindelijk doorgerekende reinigingsstrategieën. “VB” staat hier voor verloren berging.

Tabel 5.1 Reinigingsstrategieën

Code	Beschrijving reinigingsstrategie
Geen Beheer VB	Geen reinigingsstrategie: dit toont hoe en waar de problemen zich ontwikkelen door de jaren
B3 VB	Elke 3 jaar alle buizen reinigen
B4 VB	Elke 4 jaar alle buizen reinigen
B6 VB	Elke 6 jaar alle buizen reinigen
B6 VB2	Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 2 jaar de buizen met verloren berging reinigen
B6 VB3	Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 3 jaar de buizen met verloren berging reinigen
B6 VBPLUS2	Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 2 jaar de buizen met verloren berging en de buizen kleiner dan 250 mm reinigen
B6 VBPLUS3	Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 3 jaar de buizen met verloren berging en de buizen kleiner dan 250 mm reinigen

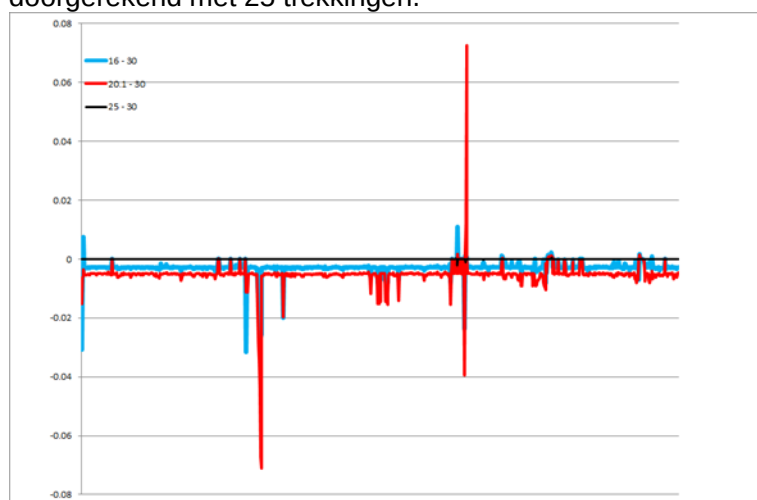
5.5 Analyse PTK en nabewerking

De probabilistische toolkit (PTK) is een applicatie die probabilistische technieken toegankelijk maakt voor modelleers. Rekenmodellen, bijvoorbeeld modellen die een hydrologisch, geotechnisch of een ander fysisch verschijnsel beschrijven, kunnen vaak zonder extra softwareontwikkeling worden aangesloten op de probabilistische toolkit. Vervolgens kunnen modelleers zonder diepgaande kennis van probabilistiek, probabilistische analyses uitvoeren op het model. De definitieve sommen voor de case Almere zijn uitgevoerd met PTK versie 1.7.39 en Sobek 2.14.



Figuur 5.3 voorbeeld GUI Probabilistische Toolkit.

Het aantal trekkingen per doorgerekende ronde (ofwel jaar) is bepaald door te analyseren bij welk aantal trekkingen de standaarddeviatie van de aanwas niet meer veranderd. Figuur 6.3 toont aan dat vanaf 25 trekkingen de standaarddeviatie gelijk blijft. De case is dan ook doorgerekend met 25 trekkingen.



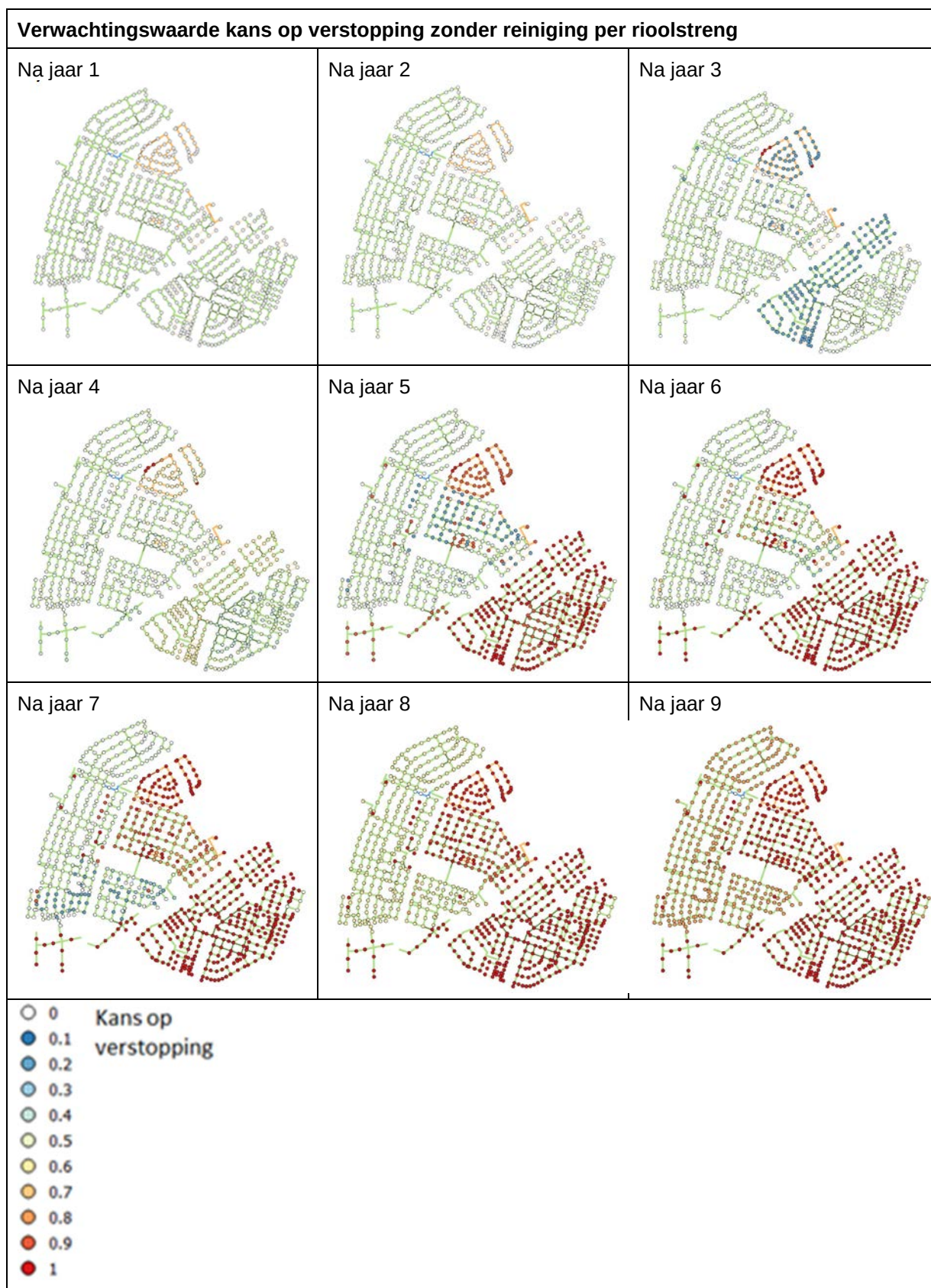
Figuur 5.4 standaarddeviatie bij 16 trekkingen (blauw), 20 trekkingen (rood) en 25 trekkingen (zwart).

We hebben in overleg met de gemeente gekozen voor het doorrekenen van 9 rondes per strategie, ofwel 9 jaren.

5.6 Risicoberekening reinigingsstrategieën

Elke strategie levert een resultaat op waarin onder meer de maximale waterstand in de bijna 1000 rioolputten is opgenomen. Vervolgens is geanalyseerd of de berekende waterstand hoger wordt dan de maaiveldhoogte (minus 0,5 m) ter plaatse van de put. Bij deze waterstand is het zeker dat de leidingen verstopt zijn. Wanneer dat het geval is, spreken we van een verstopping. Voor elke putlocatie is per jaar doorgerekend wat de kans op een verstopping is (op basis van 25 trekkingen van de aanwas). Ook is het aantal getroffen inwoners, de impact (aantal inwoners x kans) en de kosten voor reinigen geanalyseerd.

Figuur 5.4 toont de jaarlijkse kans op verstopping zonder reiniging gedurende 9 jaar. Te zien is dat de buizen met een kleine diameter in het noorden het eerst een kans op verstopping vertonen die elk jaar toeneemt. Vervolgens neemt de kans op verstopping in het zuidoosten toe, waar de verloren berging zich concentreert. Na 5 tot 6 jaar neemt de kans op verstopping in de meeste grote buizen eveneens toe (250 mm en groter).



Figuur 5.5 jaarlijkse kans op verstopping zonder reiniging gedurende 9 jaar.

5.7 Resultaten risico's en kosten

Om een vergelijking te kunnen maken is in tabel 5.2 de kans op een verstopping, het verwachte aantal getroffen huishoudens en de cumulatieve reinigingskosten na 6 jaar getoond.

Ter illustratie: bij reinigingsstrategie B3 VB is het verwachte aantal huishoudens dat na 6 jaar door verstoppingen is getroffen 516. De kans dat een willekeurig huishouden in de wijk door een verstopping getroffen wordt is daarmee 3%.

Het verwachte aantal getroffen huishoudens houdt rekening met huishoudens die meerdere keren gedurende de 6 jaar getroffen worden door een verstopping. Dit komt voor bij de meeste reinigingsstrategieën.

Tabel 5.2 Resultaten per reinigingsstrategie na een periode van 6 jaar.

Resultaten per reinigingsstrategie na een periode van 6 jaar			
Strategie	Kans op verstopping na 6 jaar [%]	Verwachte aantal getroffen huishoudens na 6 jaar [-]	Totale reinigingskosten na 6 jaar [Euro]
Geen Beheer VB	52%	10645	0
B3 VB	3%	516	112.000
B4 VB	30%	4308	56.000
B6 VB	50%	10288	56.000
B6 VB2	14%	2925	81.000
B6 VB3	17%	3525	69.000
B6 VBPLUS2	0.4%	79	92.000
B6 VBPLUS3	4%	872	74.000

De strategie “Elke 3 jaar alle buizen reinigen” (B3VB) is min of meer gelijk is aan de geformaliseerde huidige strategie van gemeente Almere, waarbij een aantal strengen aanvullend jaarlijks wordt gereinigd. De analyse toont aan dat de grote buizen minder frequent gereinigd hoeven te worden, mits strengen met verloren berging en een kleinere diameter elke 2 jaar gereinigd worden. Dit levert een besparing van 20% op en minder verstoppingen.

In bijlage G zijn de tabellen opgenomen met de resultaten voor alle 8 doorerekende strategieën.

5.8 Conclusies Reinigingsstrategie

- Een gecombineerde strategie kan leiden tot kostenbesparing en minder verstoppingen. De analyse toont aan dat wanneer elke 6 jaar alle buizen gereinigd worden en elke 2 jaar de buizen met verloren berging en de buizen kleiner dan 250 mm, de risico's het meest beperkt worden en kosten omlaag gaan. Dit is in lijn met wat gemeente Almere verwacht.
- De meest onzekere maar ook meest dominante factor bij het optreden van verstoppingen is de vervuilingssnelheid. Het is aan te raden beter inzicht in de vervuilingssnelheid te krijgen, door onder meer frequentere inspecties op een aantal representatieve locaties uit te voeren of een meetprogramma uit te voeren. Gemeente Almere onderschrijft dit en gaat testen uitvoeren met een camera waarmee vanuit de put een beeld gekregen kan worden van de vervuilingsgraad.

6 Conclusies en aanbevelingen

In het kader van het project Risk and Opportunity Based Asset Management for Critical Infrastructures (ROBAMCI) is voor de gemeente Almere de case gerichte rioolreiniging uitgevoerd. In de case zijn twee vragen onderzocht:

- Is het mogelijk om op basis van zettingsgegevens te bepalen waar en wanneer het riool gereinigd moet worden?
- Is het mogelijk om op basis van de zettingsgegevens de reinigingsstrategie te optimaliseren?

Conclusies

Op basis van de uitgevoerde analyses en de beschikbare data is er geen verband aan te tonen tussen zettingen en verstoppingen. Dit komt doordat:

- De meldingen niet voldoende nauwkeurig geregistreerd zijn,
- Het aantal meldingen met betrekking tot verstopping beperkt is,
- De overige gegevens nog niet over een voldoende lange periode of met een voldoende detailniveau beschikbaar zijn.

Uit een theoretische analyse is gebleken dat de huidige reinigingsstrategie van Almere (basis frequentie van 3 jaar voor alle vuilwaterriolen, hogere frequentie voor aandachtsriolen) waarschijnlijk een kosten-effectieve strategie is. Op basis van de theoretische aannames is de verwachting dat voor riolen met een diameter groter dan 250 mm met een lagere reinigingsfrequentie dan de huidige 3 jaar het risico op verstopping nog acceptabel is. Voor de riolen met een met een diameter kleiner dan 250 mm of met veel verloren berging is een frequentere reiniging noodzakelijk.

Bij de eerste variant (riolen < 250 mm en riolen met verloren berging reinigen om de 2 jaar en de overige riolen om de 6 jaar) neemt de kans op verstopping af en zijn de kosten 20% lager ten opzichte van de strategie waarbij alle riolen met dezelfde frequentie worden gereinigd. Bij de tweede variant (riolen < 250 mm en riolen met verloren reinigen om de 3 jaar en de overige riolen om de 6 jaar) neemt het risico op verstoppingen iets toe en zijn de kosten circa 30% lager ten opzichte van de strategie waarbij alle riolen met dezelfde frequentie worden gereinigd.

De optimale reinigingsstrategie is sterk afhankelijk van de snelheid van vervuiling van de riolering. Omdat hier nog weinig over bekend is, is het nu nog niet mogelijk te bepalen wat de optimale reinigingsfrequentie is. Om de reiniging te optimaliseren is nader onderzoek noodzakelijk.

Aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Verbeter de registratie van de meldingen:
 - Koppel de melding aan de exacte locatie van het probleem,
 - Koppel de uitgevoerde activiteiten naar aanleiding van de melding terug naar de melding,
- Continueer het inmeten van de puthoogtes en de hellingshoekmetingen. Dit geeft in de loop van de tijd waardevolle informatie over het zettingsgedrag van de riolering,

- Leg meer informatie vast over de gehele levenscyclus van de riolering (aanleg, grootschalig onderhoud, etc.),
- Vergroot het inzicht in de vervuilingssnelheid van de riolering. Hiervoor is onderzoek nodig naar wat de meest geschikte methode is. Mogelijke opties zijn onder andere:
 - Camera inspecties vanuit de put,
 - Reguliere camera inspecties zonder vooraf te reinigen,
 - Meetprogramma.

7 Referenties

Arsénio, A.M., 2013. Lifetime prediction of PVC push-fit joints, Ph.D. thesis, Delft University of Technology

Buco, J., Emeriault, F., Kastner, R., 2008. Full-scale experimental determination of concrete pipe joint behaviour and its modelling, *Journal of Infrastructure Systems* 14 (3), 230-240

Dirksen, J., 2013. Monitoring ground settlement to guide sewer asset management, Ph.D. thesis, Delft University of Technology

de Lange, G., 2015. Analyse bodemdaling en zetting Almere, Rapport 1210761-000, Deltares, Delft

de Lange, G., Gunnink, J., Houtheuessen, Y., Muntjewerff, R., 2012. Bodemdalingskaart Flevoland, Rapport GM-0042778, Grontmij, Houten

Maljaars, H., 2014. Almere – monitoring bodemdaling, Factual Report 1410058-02-v100, SkyGeo, Delft

Post, J., Langeveld, J., Clemens., 2016. Analysing spatial patterns in lateral house connection blockages to support management strategies, *Structure and Infrastructure Engineering*, DOI: 10.1080/15732479.2016.1245761

Stichting Wateropleidingen 2016. Lesboek basisopleiding riolering module 2.

van der Steen, A., Dirksen, J., Clemens, F., 2014. Visual sewer inspection: detail of coding system versus data quality?, *Structure and Infrastructure Engineering* 10 (11), 1385-1393.

A Aanpassingen in het riool model

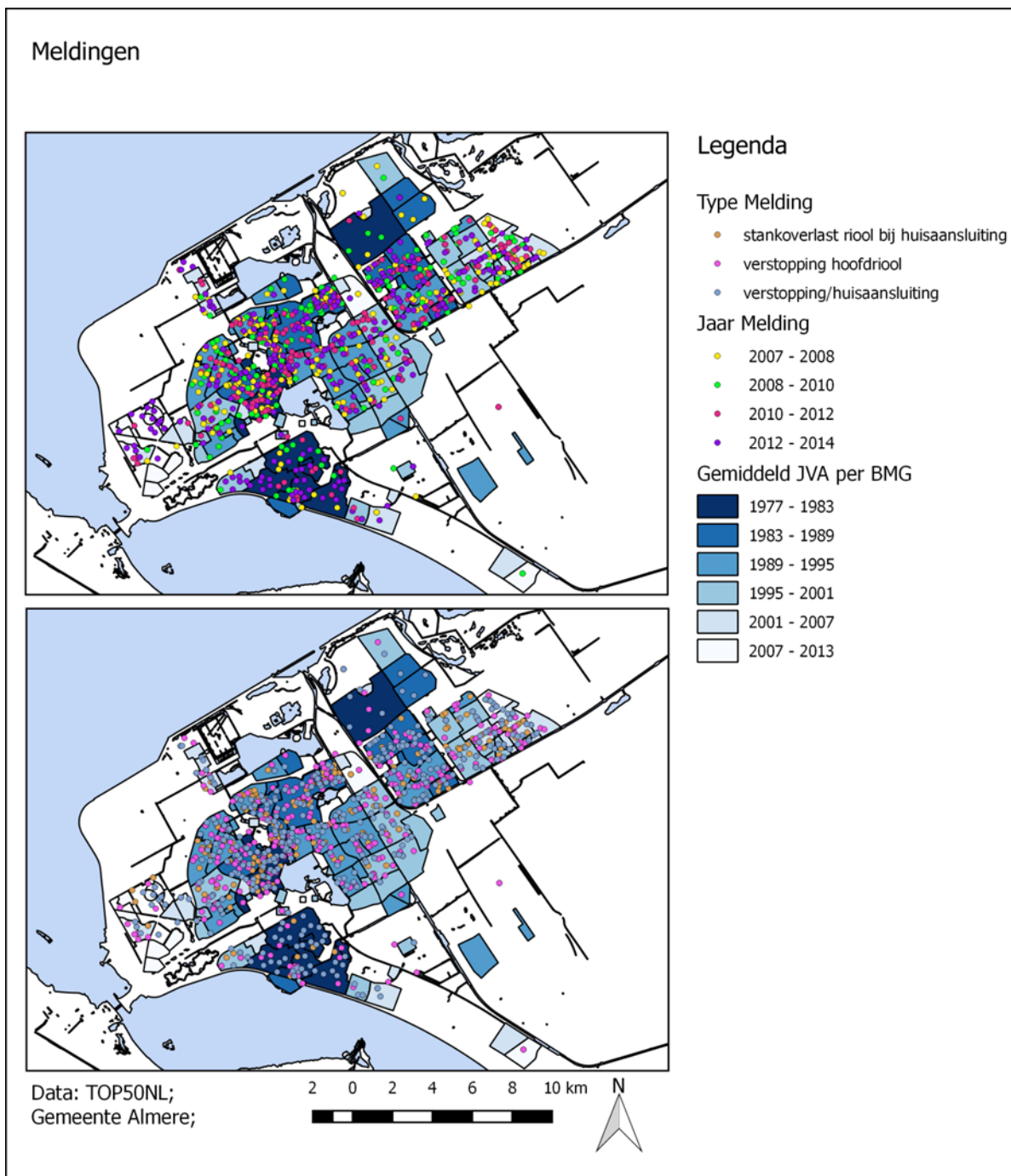
				oud	nieuw
gemaal	0-226/0	0-228/0	capaciteit	229	139
	0-226/0		bottomlevel	-6.12	-7.12
	0-226/0	0-228/0	uitslagpeil	-6.1	-7.1
	0-226/0		storage area	2.5	12.5
gemaal	0-228/0		capaciteit	550	472
	0-228/0		storage area	3	25
	0-228/0		uitslagpeil	-7.2	-8.1
	0-228/1		inslagpeil	-7	-7.15
	0-228/1		bottomlevel	-6.8	-7.8
	0-228/1	0-228/0	uitslagpeil	-6.78	-7.78
	0-228/1		storage area	2.5	12.5
put	0-228/2		bottomlevel	-7.1	-8.1
gemaal	0-228/2	0-228/0	uitslagpeil	-7.09	-8.09
	0-228/2		storage area	2.5	12.5
	0-228/4		bottomlevel	-6.97	-8
	0-228/4		uitslagpeil	-6.96	-7.95
	0-228/3		bottomlevel	-7.5	-8.5
	0-228/3		uitslagpeil	-7.48	-8.48

B InSAR gegevens Almere – SkyGeo

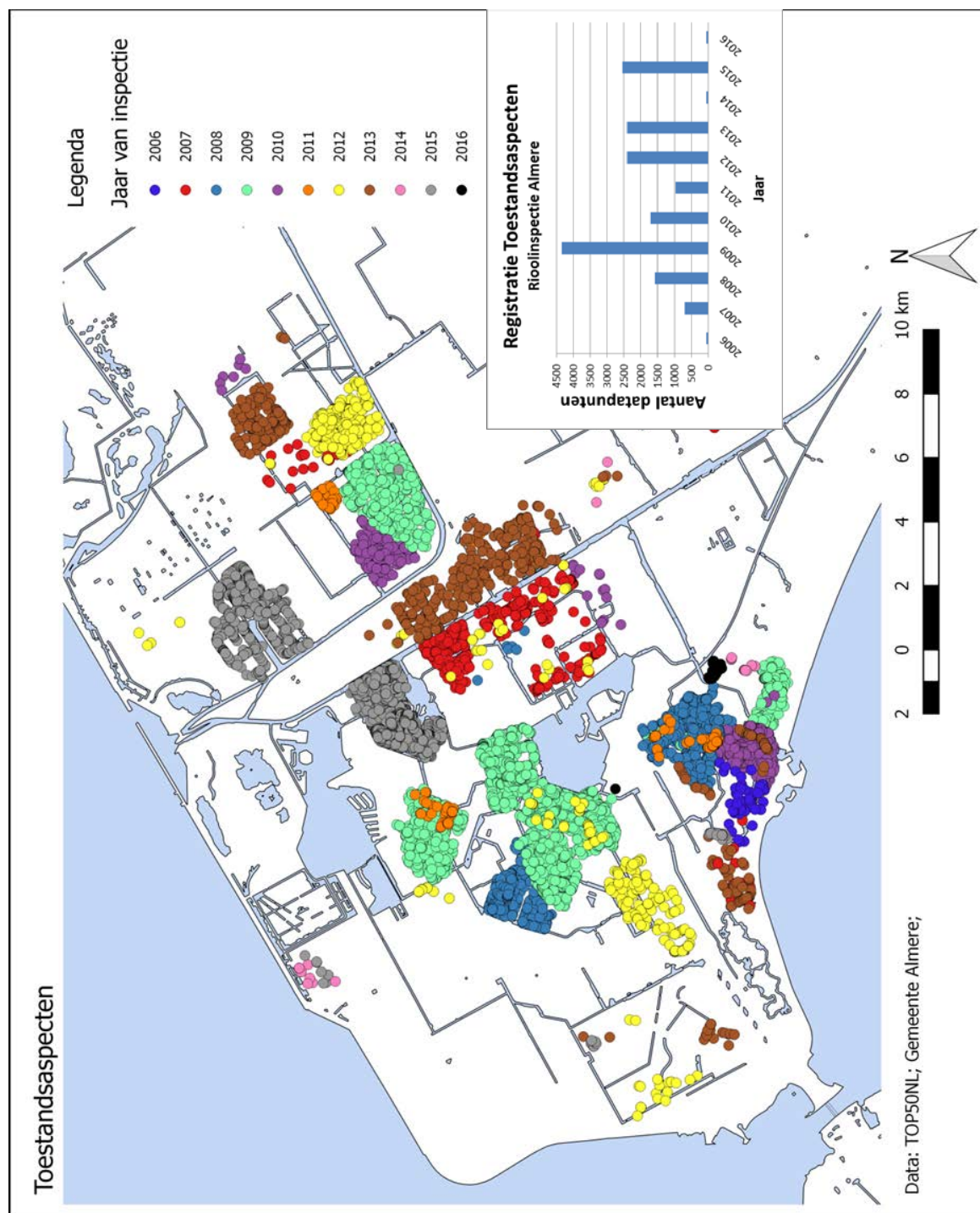


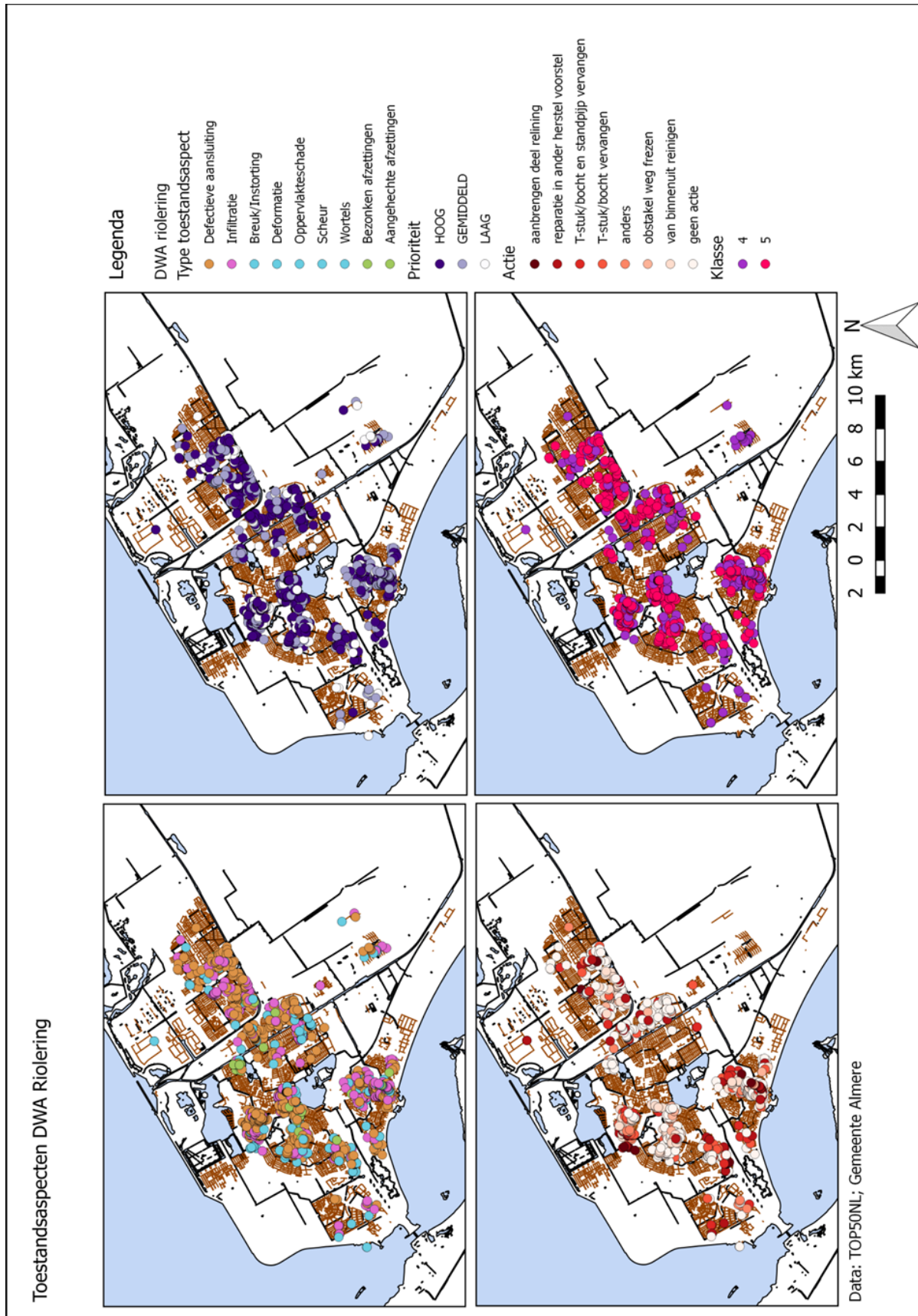


C Meldingen

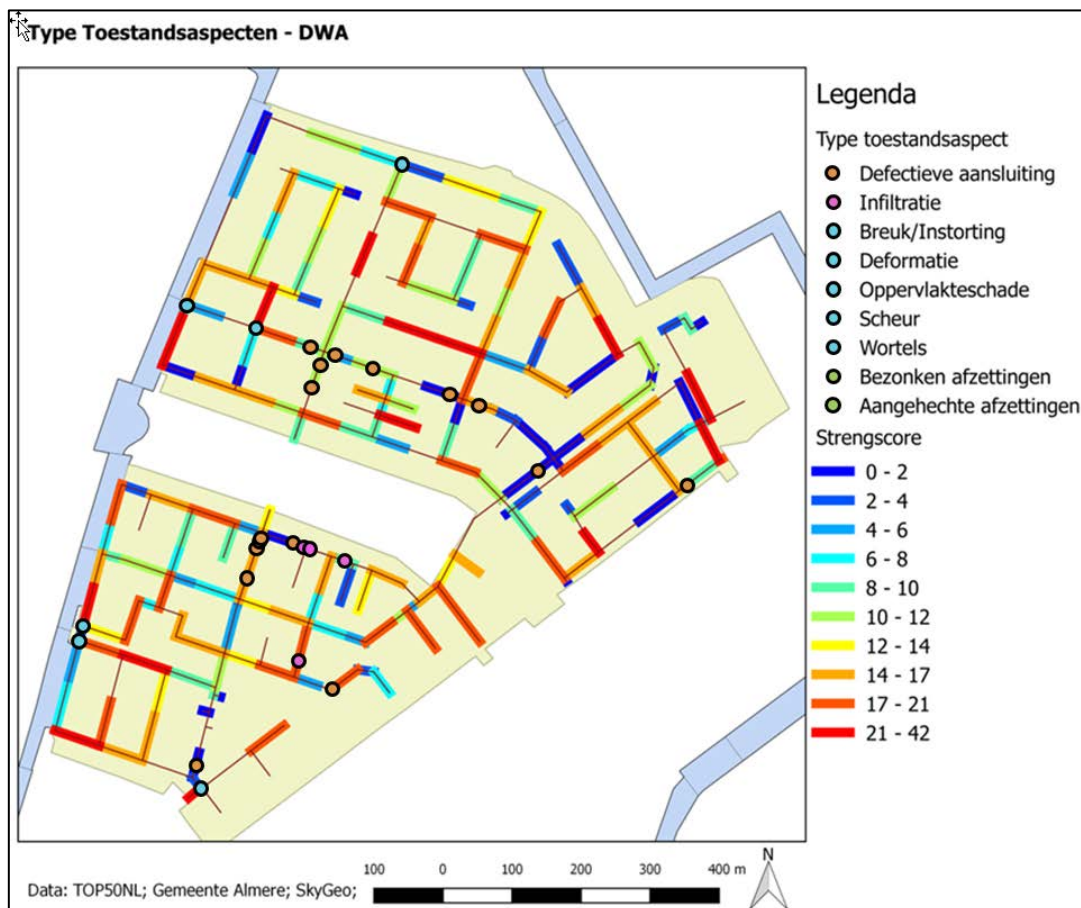


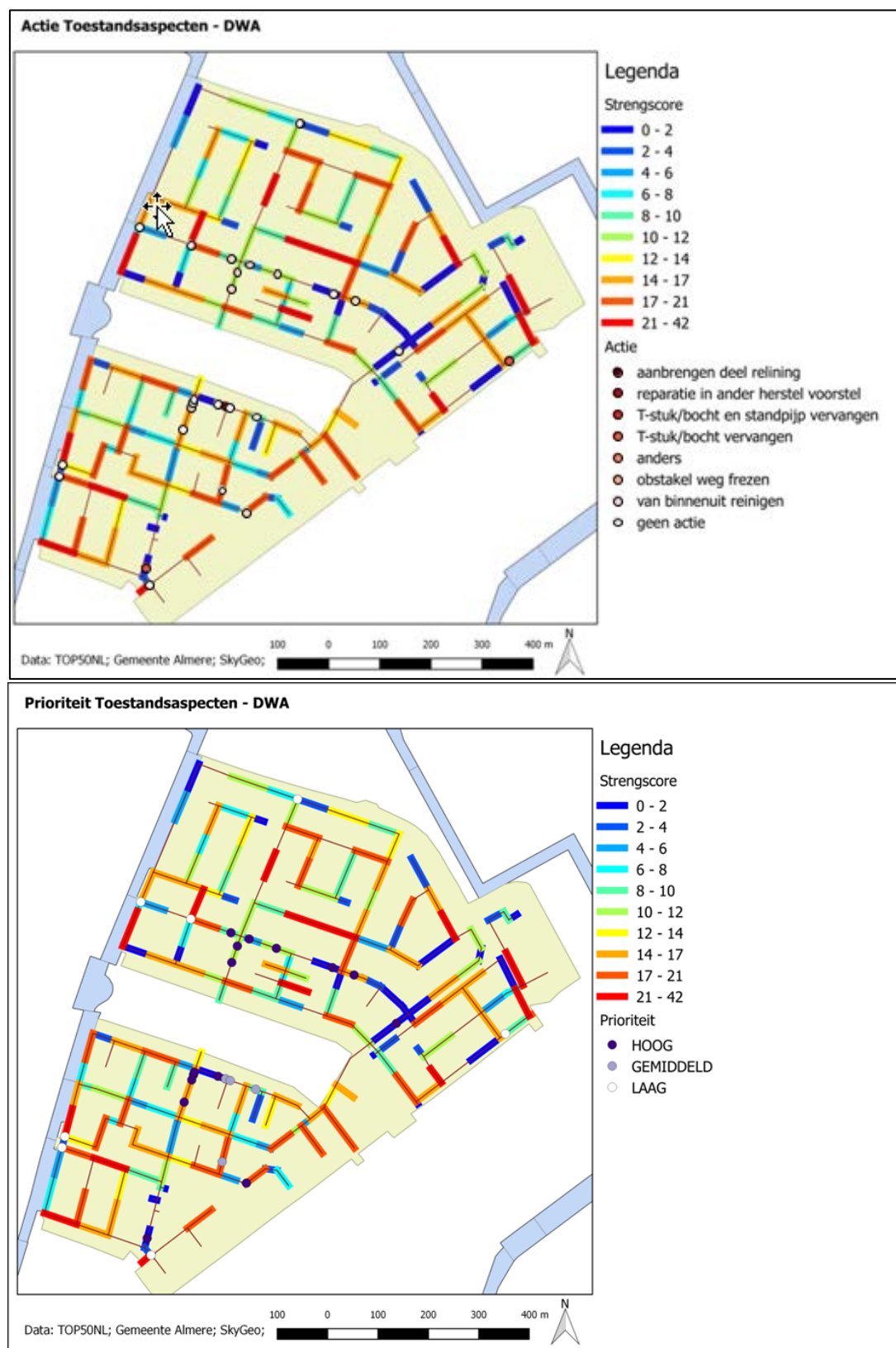
D DWA riolen en toestandsaspecten



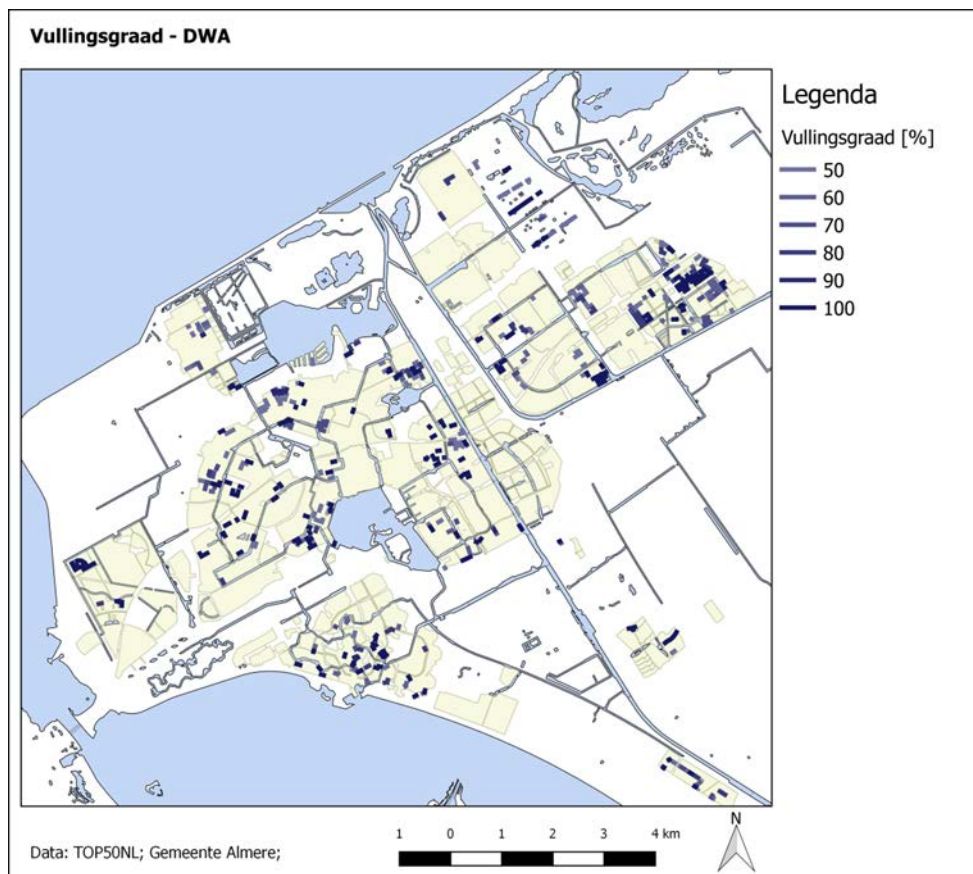


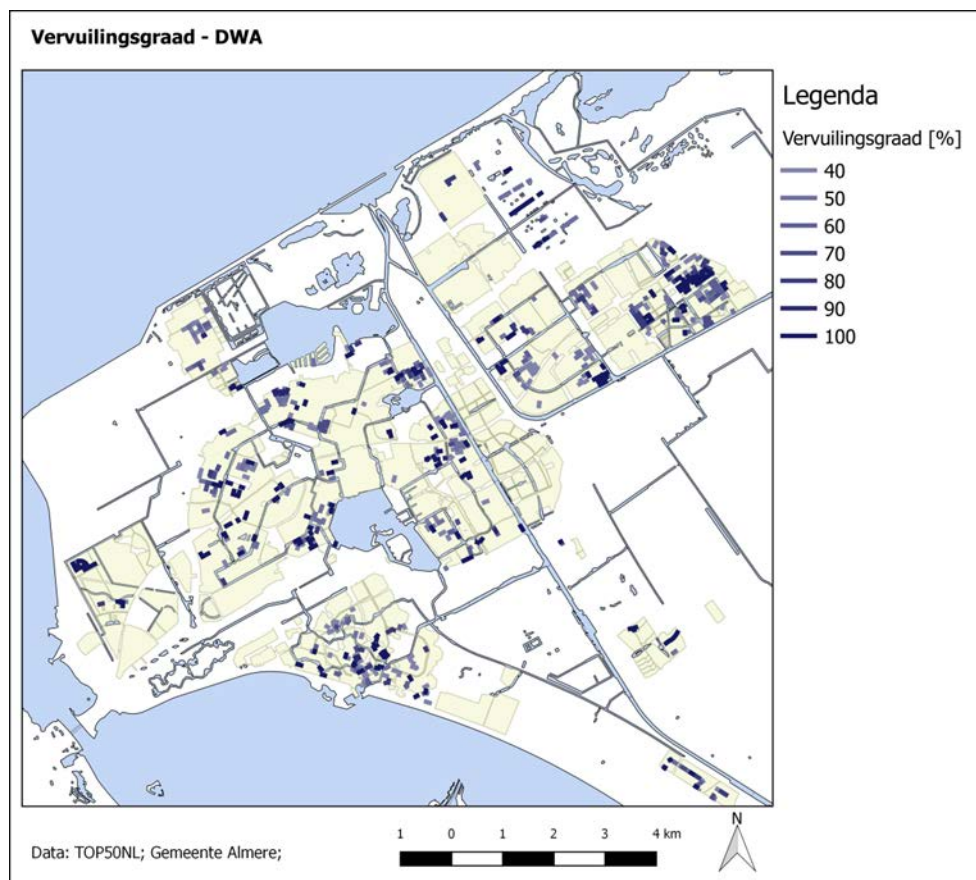
D.1 Toestandsaspecten DWA – Muziekwijk Noord



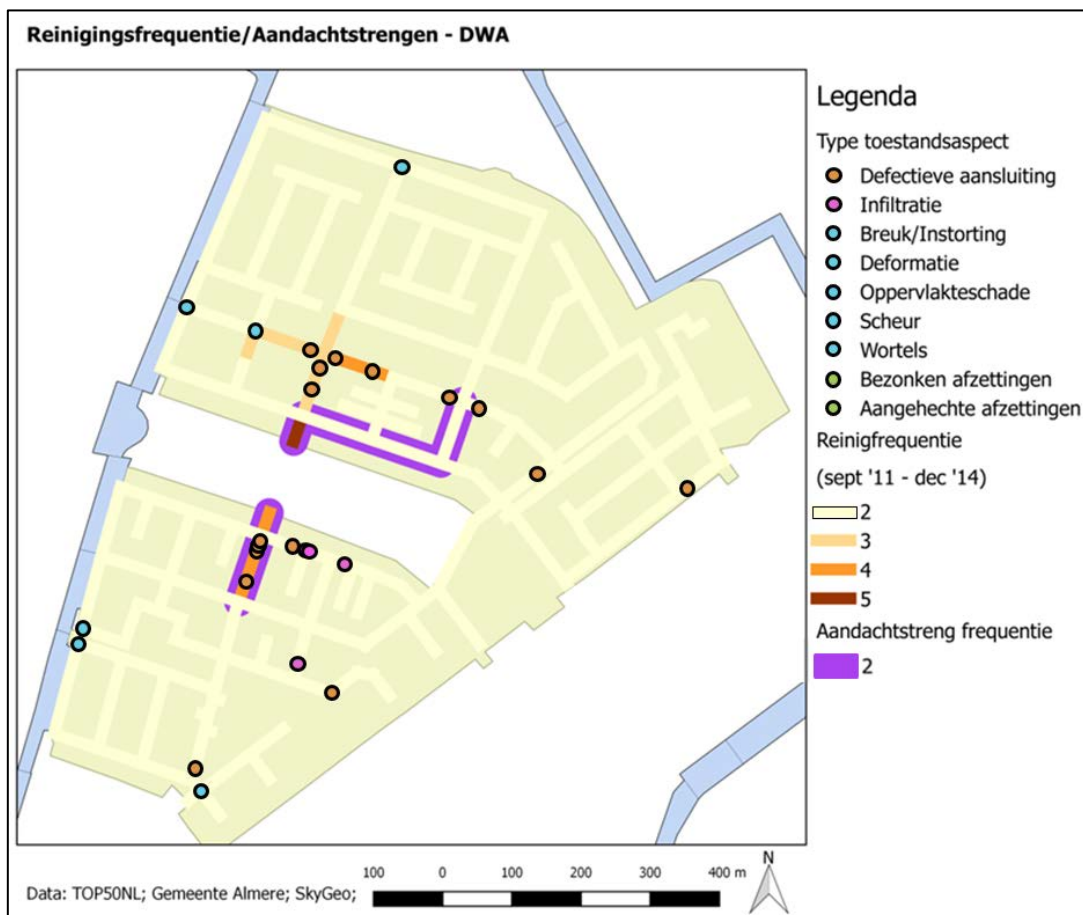


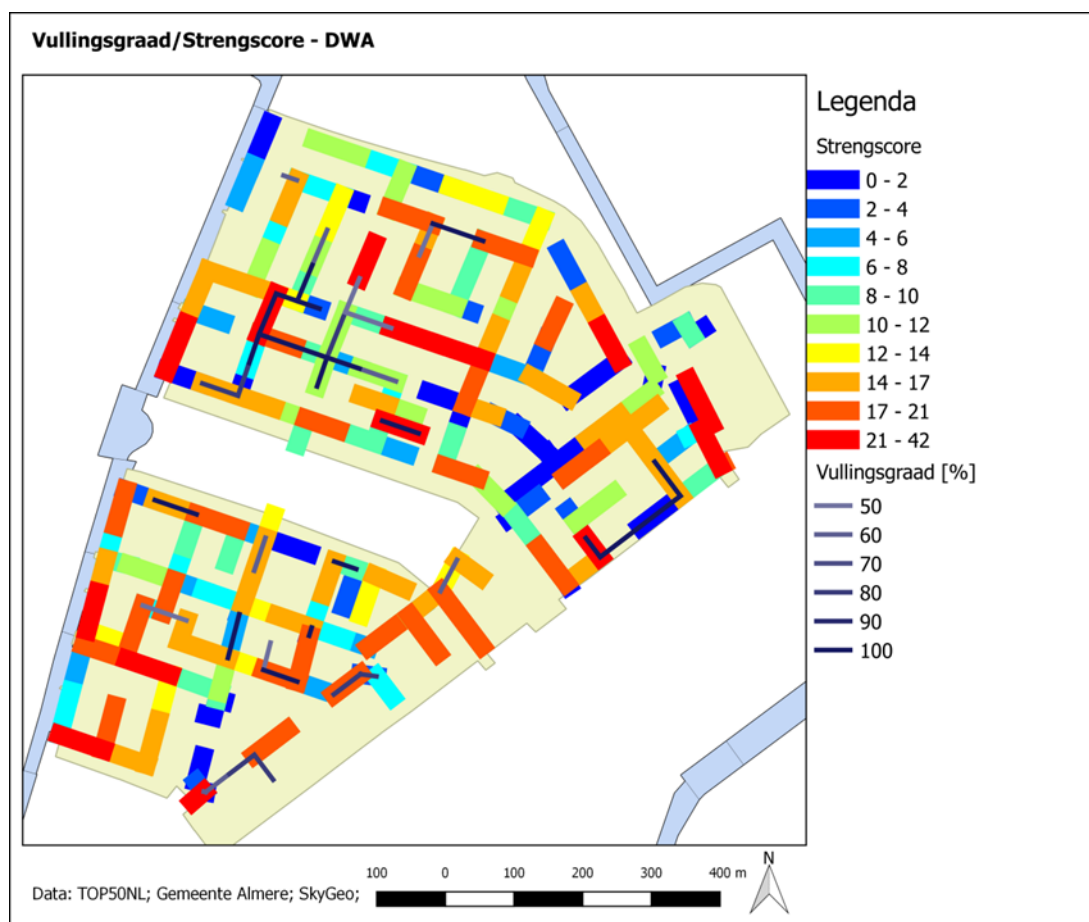
E Reinigingsgegevens

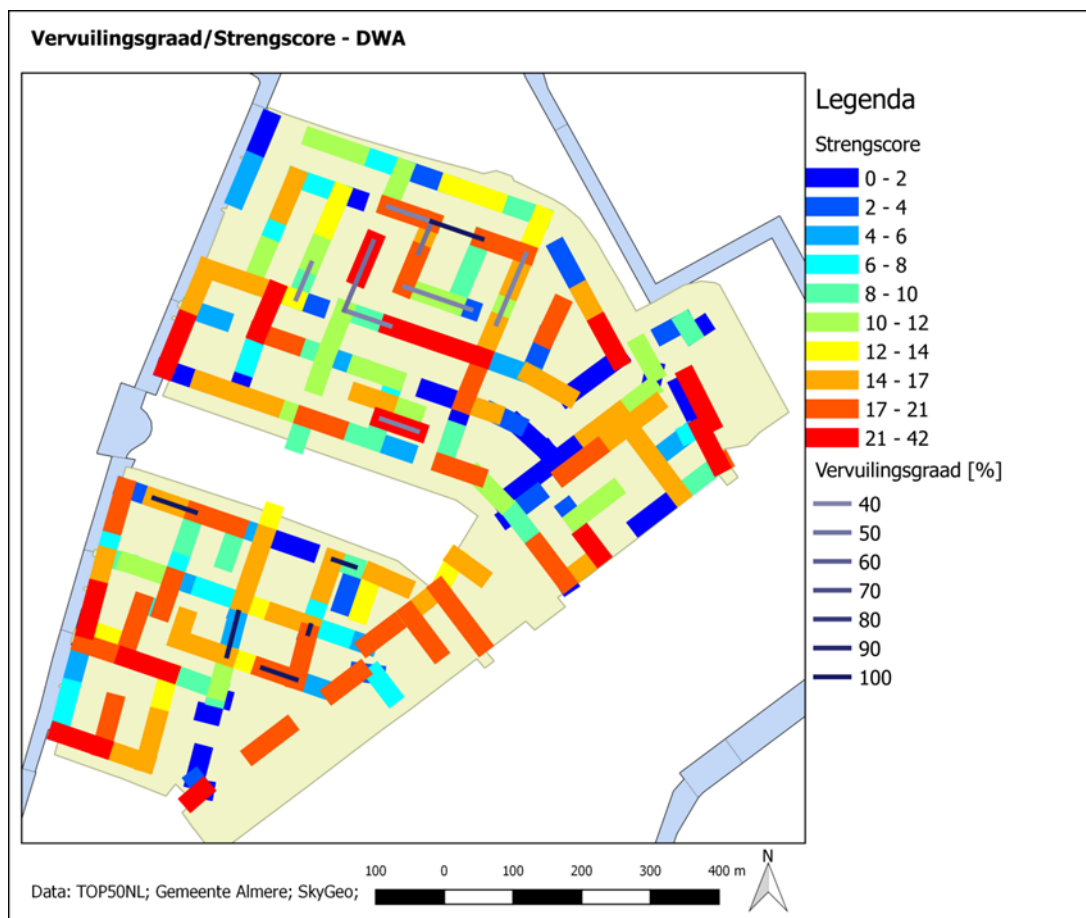


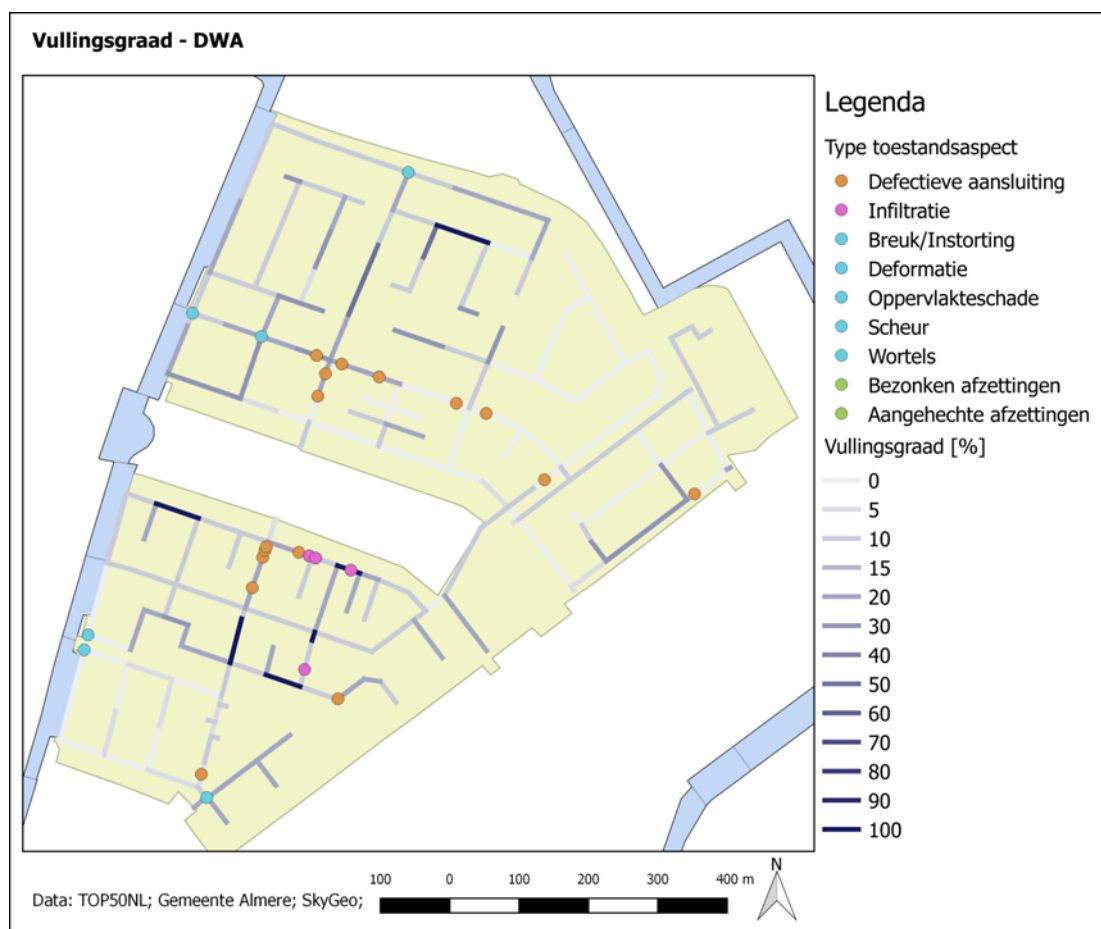


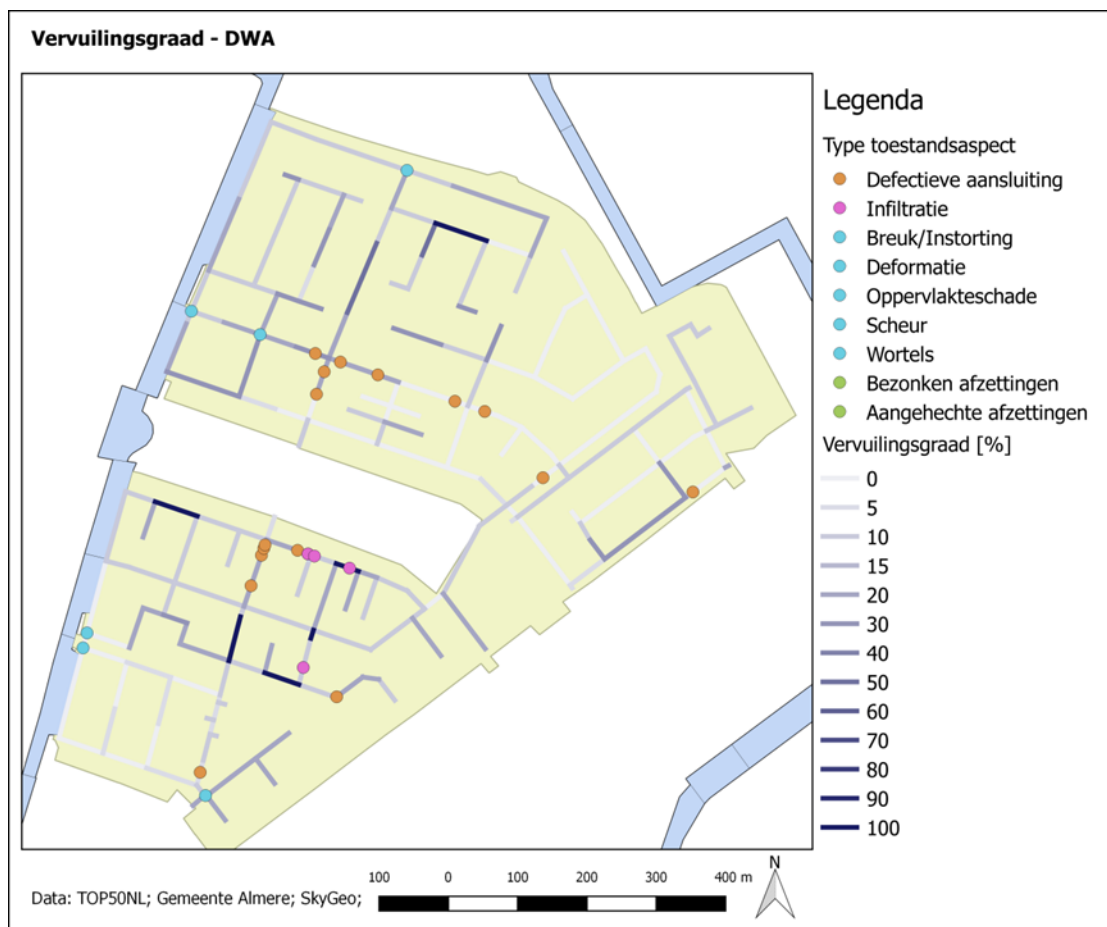
E.1 Reinigingen – Muziekwijk Noord











F Tabel overzicht van de benodigde informatie

Fase	verantwoordelijke afdeling		benodigde informatie		bestaande uit	bestandsformaat	norm	doel informatie
1) bouwrijp maken	ontwikkeling	1.1	grondonderzoek	1.1.1	sonderingen gerefereerd aan NAP laagopbouw vanaf MV tot in 1e WVP	PDF en GEF	NEN EN ISO 22476-1, application class 2	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				1.1.2	boringen gerefereerd aan NAP bepalen samenstelling laagopbouw vanaf MV tot ca. 4 m diep en enkele tot in 1e WVP	PDF	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				1.1.3	peilbuizen tot ca. MV - 3 m voor het monitoren van de freatische GWS en enkele tot in het 1e WVP voor monitoren stijghoogte	PDF en CSV	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
		1.2	bouwrijpmaakadvies	1.2.1	voorstel uitvoeringswijze voorbelasten (hoeveel moet waar en hoe lang worden opgehoogd/voorbelast)	Word of PDF		inzicht geven op welke wijze kan worden voldaan aan de restzettingseis
				1.2.2	voorstel ontwerpmaaiveldniveau en bouwpeil (document met onderbouwing van dit peil)	Word of PDF		inzicht geven in het oorspronkelijke ontwerppeilen (in m t.o.v. NAP)
				1.2.3	toetsing peilen aan ontwatering en drooglegging (document met toetsing ontwerpmaaiveldniveau en bouwpeil aan de ontwatering en drooglegging)	Word of PDF		aantonen dat de voorgestelde peilen voldoen aan de gestelde eisen
				1.2.4	inventarisatie historische ophogingen (overzicht waar, wanneer, hoeveel met welk materiaal is opgehoogd/voorbelast)	Word of PDF		inzicht geven in het effect van de historische ophogingen op de voorbelasting en de restzettingseis
		1.3	Zakbaakanalyse	1.3.1	meetresultaten zakbaken (document met de zakbaakanalyse waaruit kan worden opgemaakt voldoende is opgehoogd/voorbelast)	.csv		monitoren of de optredende zettingen overeen komen met de verwachte zettingen
				1.3.2	bijstelling ophoging voorbelasting (document waaruit blijkt waar hoeveel de ophoging/voorbelasting is bijgesteld om aan de gestelde restzettingseis te voldoen)	Word of PDF		aantonen dat er tijdens het voorbelasten voldoende zetting is opgetreden om te voldoen aan de gestelde restzettingseis
		1.4	waterhuishoudings- en rioleringsplan	1.4.1	tekening met diepteligging en afmetingen rioolontwerp	DWG of DXF en PDF		inzicht geven in de onderdelen, afmetingen, materialen en diepteligging (in m t.o.v. NAP) van het voorgestelde rioolontwerp
				1.4.2	rapportage met rioolberekeningen (waarin de randvoorwaarden zijn vastgelegd enmet hydraulische berekeningen het functioneren is aangetoont)	Word of PDF en GWSW-hydx	Kennisbank Riolering, hydraulische berekeningen	rekenkundig aantonen van het functioneren van het rioolontwerp volgens gestelde eisen
2) aanleg riool	ontwikkeling	2.1	revisietekening riool	2.1.1	tekening met diepteligging en afmetingen rioolontwerp (na aanleg)	DWG of DXF en PDF		inzicht krijgen of het riool is aangelegd overeenkomstig het ontwerp (vastleggen en beoordelen nul-situatie)
		2.2	rioolreiniging/-inspectie	2.2.1	Visuele inspectie riool (rapportage/filmbeelden met waaruit de staat en kwaliteit van de 0-situatie van het riool kan worden opgemaakt	GWSW-RIBx	NEN-EN 13508-2	Informatie over de toestandsaspecten van het riool volgens de NEN-EN 13508-2 RIB(X)-bestanden (vastleggen en beoordelen nul-situatie)
3) gebruiksfase riool	rioleringsbeheer	3.1	bodemdalingskaarten	3.1.1	Kaarten met zettingsprognoses (buiten stedelijk gebied)	Geoftiff of shp		inzicht krijgen in het zettingsverloop buiten stedelijke gebied
		3.2	het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland)	3.2.1	Datasets (raster) met hoogtegegevens van Nederland (in m t.o.v. NAP)	Geoftiff of shp		Door vergelijking van de verschillende datasets in de tijd wordt informatie verkregen over de absolute zakking en de zakkingsnelheid

		3.3	hoogtemeting rioolputten	3.3.1	Hoogtemetingen maaiveld en b.o.b.-riool per inspectieput (in m t.o.v. NAP)	.xls		Door vergelijking van de verschillende datasets in de tijd wordt informatie verkregen over de absolute zakking en de zakkingsnelheid van de maaiveldhoogte en de diepteligen van de riolering per inspectieput
		3.4	InSAR satellietbeelden	3.4.1	Datasets (puntdata) met hoogtegegevens TerraSAR-X satelliet (in m t.o.v. NAP)	GeotIFF		Door vergelijking van de verschillende datasets in de tijd wordt informatie verkregen over de absolute zakking en de zakkingsnelheid van de hoogtepunten
				3.4.2	Datasets (puntdata) met hoogtegegevens ENVISAT satelliet (in m t.o.v. NAP)	GeotIFF		Door vergelijking van de verschillende datasets in de tijd wordt informatie verkregen over de absolute zakking en de zakkingsnelheid van de hoogtepunten
		3.5	meldingen/klachten	3.5.1	Dataset met de meldingen en klachten (locatie [x-,y-coördinaat], gegevens melder, aard, datum, ondernomen actie, resultaat)	GWSW-Meld		Inzicht geven in de ruimtelijke verdeling van de rioleringsgeoriënteerde klachten, de ondernomen actie en het resultaat van de actie.
		3.6	RIB(X)-bestanden	3.6.1	Dataset met informatie over onder andere de locatie, het type, en de klasse aanduiding van de toestandsaspecten.	GWSW-RIBx	NEN-EN 13508-2	Informatie over de toestandsaspecten van het riool volgens de NEN-EN 13508-2 RIB(X)-bestanden (beoordelen [verandering van de] kwaliteit van de objecten in het riool)
		3.7	Hellingshoekmetingen en strenglengten	3.7.1	Dataset verkregen tijdens de camerainspectie met informatie over de lengte en de hellingshoeken in het riool.	GWSW-RIBx	NEN-EN 13508-2	Inzicht geven in de (de veranderingen van) het afschot en de verloren berging in de rioolstrengen. Gemeente beschikt over een tool om verloren berging te bepalen.
		3.8	Reinigingsbestanden	3.8.1	Dataset met de locatie, datum, vullings- en verontreinigingsgraad van de geïnspecteerde rioolstrengen voor regulier onderhoud	GWSW-RIBx	NEN-EN 13508-2	Inzicht geven in de reinigingsfrequentie en de verontreiniging- en vullinggraad gedurende regulier onderhoud
				3.8.2	Dataset met de locatie, datum, vullings- en verontreinigingsgraad, oorzaak van de geïnspecteerde rioolstrengen bij calamiteiten onderhoud	GWSW-RIBx	NEN-EN 13508-2	Inzicht geven in de reinigingsfrequentie en de verontreiniging- en vullinggraad gedurende calamiteiten onderhoud waarbij tevens de oorzaak van de calamiteit wordt bijgehouden
		3.9	Camera monitoring	3.9.1	Camerabeelden en rapportage (Techniek uit Duitsland) waarmee de gemeente de verloren berging en de noodzaak voor reiniging in beeld brengt	DWG of DXF en PDF		Inzicht geven in de verloren berging de noodzaak voor het meer frequent onderhouden dan regulier onderhoud (bepalen aandacht strengen)
4) groot onderhoud	beheer openbare ruimte	4.1	Oorspronkelijk uitgiftepeil	4.1.1	Revisietekening met het maaiveldniveau in van de openbare ruimte en diepteligging rioolontwerp in de nulsituatie (zie punten 1.2.2, 1.2.3, 2.1.1, 2.2.1 en 3.3.1)	DWG of DXF en PDF		Door vergelijking van de verschillende datasets in de tijd wordt informatie verkregen over de absolute zetting en de zettingssnelheid van de maaiveldhoogte

		4.2	Opgetreden zetting	4.2.1	Terreininmeting met het MV in van de openbare ruimte en diepteligging rioolontwerp in de huidige situatie (waterpassing t.o.v. NAP en hellingshoekmeting zie punt 3.7.1)	DWG of DXF en PDF		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
				4.2.2	Recente data AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland zie punt 3.2.1)	Geotiff		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
		4.3	Noodzaak ophoging	4.3.1	Terreininmeting met MV niveau openbare ruimte, particuliere tuinen en dorpelniveaus bebouwing (waterpassing t.o.v. NAP of 3d laserscanning puntenwolk t.o.v. NAP)	DWG, DXF en PDF		inzicht geven in de noodzaak voor het ophogen van de openbare ruimte (vaststellen ophoogpeil)
		4.4	grondonderzoek	4.4.1	sonderingen (zie punt 1.1.1)	PDF en GEF	NEN EN ISO 22476-1, application class 2	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				4.4.2	boringen (zie punt 1.1.2)	PDF	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				4.4.3	peilbuizen (zie punt 1.1.3)	PDF	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
		4.5	Noodzaak vervanging/reparatie riool	4.5.1	Advies over de noodzaak voor het uitvoeren van vervanging/reparatie op basis van de staat van de objecten in het riool en het functioren (zie punten 3.5.1, 3.6.1, 1.4.2 en 1.2.3)	Word of PDF		Inzicht geven of en waar er werkzaamheden aan het riool moeten worden uitgevoerd als de wegverharding is verwijderd en voordat wordt opgehoogd.
		4.6	Ophoogadvies	4.6.1	Geotechnisch advies over de optredende zettingen als gevolg van de voorgenomen ophoging en advies voor de uitvoeringsmethoden (zie punten 3.3.1, 3.4.1, 3.7.1, 4.3.1, 1.2.1, 1.2.4, 1.3.1 en 1.3.2)	Word of PDF		Inzicht geven in hoeveel waar moet worden opgehoogd en welke (lichte) ophoogmaterialen moeten worden toegepast.
5) renovatie	ontwikkeling	5.1	Oorspronkelijk uitgiftepeil	5.1.1	Revisietekening met het maaiveldniveau in van de openbare ruimte en diepteligging rioolontwerp in de nulsituatie	DWG of DXF en PDF		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
		5.2	Groot onderhoud peil	5.2.1	Revisietekening met het maaiveldniveau in van de openbare ruimte en diepteligging rioolontwerp na uitvoering groot onderhoud	DWG of DXF en PDF		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
		5.3	Opgetreden zetting	5.3.1	Terreininmeting met het maaiveldniveau in van de openbare ruimte en diepteligging rioolontwerp in de huidige situatie	DWG of DXF en PDF		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
				5.3.2	Recente data AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland zie punt 3.2.1)	GeofTIFF		informatie geven over de opgetreden zetting van de openbare ruimte en het riool
		5.4	Noodzaak ophoging	5.4.1	Terreininmeting met MV niveau openbare ruimte, particuliere tuinen en dorpelniveaus bebouwing (zie punt 4.3.1)	DWG of DXF en PDF		inzicht geven in de noodzaak voor het ophogen van de openbare ruimte (vaststellen ophoogpeil)
		5.5	grondonderzoek	5.5.1	sonderingen (zie punt 1.1.1)	PDF en GEF	NEN EN ISO 22476-1, application class 2	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				5.5.2	boringen (zie punt 1.1.2)	PDF	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
				5.5.3	peilbuizen (zie punt 1.1.3)	PDF	NEN EN ISO 22475-1, classificatie NEN5104	inzicht geven in de bodem en geohydrologische gesteldheid
		5.6	Keuze relinen/vervangen	5.6.1	Advies over het vervangen of relinen van het riool op basis van de staat van de objecten in het riool en het functioren (zie punt 4.5.1)	Word of PDF		Inzicht geven of het riool moet worden vervangen of gerelined, waarbij in geval van vervanging een nieuw rioolontwerp moet worden uitgewerkt en hydraulisch getoetst.

		5.7	Ophoogadvies	5.7.1	geotechnisch advies over de optredende zettingen als gevolg van de voorgenomen ophoging en advies voor de uitvoeringsmethoden (zie punt 4.6.1)	Word of PDF		Inzicht geven in hoeveel waar moet worden opgehoogd en welke (lichte) ophoogmaterialen moeten worden toegepast.
--	--	-----	--------------	-------	--	-------------	--	---

G Resultaten reinigingsstrategieën

Geen reinigingsstrategie				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	243	0
4	48%	8940	4292	0
5	75%	11021	8222	0
6	87%	12292	10645	0
7	84%	14065	11845	0
8	80%	20361	16227	0
9	89%	20361	18098	0
Elke 3 jaar alle buizen reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	243	55877
4	0%	0	0	55877
5	55%	27	15	55877
6	6%	4881	274	111755
7	0%	0	0	111755
8	45%	27	12	111755
9	15%	822	125	167632

Elke 4 jaar alle buizen reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	243	0
4	48%	8940	4292	55877
5	0%	0	0	55877
6	60%	27	16	55877
7	27%	822	219	55877
8	43%	8995	3875	111755
9	0%	0	0	111755
Elke 6 jaar alle buizen reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	243	0
4	48%	8940	4292	0
5	72%	11021	7896	0
6	84%	12292	10288	55877
7	0%	0	0	55877
8	53%	23	12	55877
9	15%	822	125	55877
Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 2 jaar de buizen met verloren berging reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	12657
3	8%	780	77	12657
4	44%	822	443	25314
5	37%	2016	1197	25314
6	78%	2058	2794	81191
7	0%	0	2794	81191
8	45%	27	2806	137069
9	12%	780	2902	137069

Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 3 jaar de buizen met verloren berging reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	254	12657
4	44%	780	599	12657
5	38%	2058	1377	12657
6	36%	5066	3180	68534
7	0%	0	3180	68534
8	45%	27	3192	68534
9	15%	822	3317	81191
Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 2 jaar de buizen met verloren berging of kleiner dan 250 mm reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	18075
3	0%	0	11	18075
4	54%	27	26	36149
5	0%	0	26	36149
6	60%	27	42	92027
7	0%	0	42	92027
8	45%	27	54	110101
9	0,00	0	54	110101
Elke 6 jaar alle buizen reinigen, elke 3 jaar de buizen met verloren berging of kleiner dan 250 mm reinigen				
Jaar	Kans op verstopping [%]	Aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Verwachte aantal jaarlijks getroffen huishoudens [-]	Totale reinigingskosten [10 ³ Euro]
1	0%	0	0	0
2	42%	27	11	0
3	5%	4626	254	18075
4	0%	0	254	18075
5	55%	27	269	18075
6	6%	5559	618	73952
7	0%	0	618	73952
8	45%	27	630	73952
9	15%	822	755	92027

