

Fase 3 - Monitoringsplan



Fase 3 - Monitoringsplan

Voorliggend document is het resultaat van fase 3 'Meetmethoden, meetnet en monitoringsplan' van TKI project 'AGWP GO!'

Deze activiteit is tot standgekomen met bijdrage van en/of mede gefinancierd door: TKI Deltatechnologie en TKI Watertechnologie uit de PPS-innovatie programmasubsidie van Ministerie van Economische Zaken, Klimaat en Groene Groei; SITO programmasubsidie van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat; ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties; STOWA; gemeente Almere; Waternet; gemeente Dordrecht, gemeente Rotterdam, Aveco de Bondt, Fugro, vandervalk+degroot, KWR, Deltares



Gemeente Almere



Deltares



TKI DELTATECHNOLOGIE
TKI WATERTECHNOLOGIE

stowa



FUGRO

KWR

Fase 3 - Monitoringsplan

Opdrachtgever	De consortiumpartijen van het TKI project 'AGWO GO!'
Contactpersoon	Bas van Haaren
Referenties	
Trefwoorden	

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	06-01-2025
Projectnummer	11209742-002
Document ID	11209742-002-BGS-0001
Pagina's	44
Classificatie	Openbaar
Status	Werkdocument

Auteur(s)

KWR	Lennart Brokx	Living-lab coördinator – Amsterdam
Deltares	Reinder Brolsma	Living-lab coördinator - Almere
Deltares	Rik van den Oever	Living-lab coördinator - Dordrecht
Deltares	Bas van Haaren	Penvoerder, projectleider

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Lennart Brokx Reinder Brolsma Rik van den Oever Bas van Haaren	Roel Melman (Deltares) Eric Broers (KWR) Wouter Kooijman (Aveco de Bondt) Mark de Kwaadsteniet (Fugro)	

Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Monitoringsdoel	5
1.2	Onderzoeksvragen	5
1.3	Living-labs	6
2	Monitoring in Lairessestraat Amsterdam	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Beschikbare gegevens	8
2.3	Projectgebied	8
2.4	Deelvragen	11
2.5	Methode	12
2.6	Overzicht	15
2.7	Planning	15
2.8	Risico's	16
3	Monitoring in Tussen de Vaarten Almere	17
3.1	Inleiding	17
3.2	Projectgebied	17
3.3	Vorbereidende verkenningen	22
3.4	Beschikbare gegevens	22
3.5	Deelvragen	23
3.6	Methode	24
3.7	Overzicht	29
3.8	Planning	30
3.9	Risico's	30
4	Monitoringsplan in Land van Valk Dordrecht	31
4.1	Inleiding	31
4.2	Beschikbare gegevens	31
4.3	Projectgebied	32
4.4	Deelvragen	37
4.5	Methode	38
4.6	Overzicht	41
4.7	Planning	42
4.8	Risico's	42

1 Inleiding

1.1 Monitoringsdoel

Het doel van de monitoring in drie Living-labs is inzicht te verkrijgen in het *functioneren* en de *impact op de omgeving* van AGWP-systemen onder verschillende omstandigheden in bebouwd gebied in Nederland.

Inzicht in het *functioneren* omvat de aspecten:

1. Watervraag en/of lozingsbehoefte
2. Hydraulische en hydrologische werking in en rondom de buis
3. Verstopping en regeneratie
4. Operationeel beheer, onderhoud en monitoring
5. Sturingsmogelijkheden – grondwaterfluctuatie

Impact op de omgeving gaat specifiek over:

- 1 Beperken van bodemdaling
- 2 Beperken van zetting infrastructuur (wegen, riolering)
 6. Schade aan houten paalfunderingen
 7. Groeicondities voor stedelijk groen (private tuinen, openbaar groen)
 8. Waterkwaliteit grond- en oppervlaktewater

Het neven doel van de monitoring in de drie Living-labs is het opdoen van praktijkervaring met AGWP-systemen voor handelingsperspectief, met o.a. onderhoudbaarheid en afweging tussen AGWP-systemen voor verschillende stedelijke omstandigheden.

1.2 Onderzoeksvragen

De monitoringsdoelen (bovenstaande paragraaf 1.1) zijn vertaald naar onderzoeksvragen waarop de monitoring in de Living-labs antwoord moeten gaan geven:

1. Wat is de watervraag en/of lozingsbehoefte van AGWP-systemen in bebouwd gebied?
2. Wat is de hydraulische en hydrologische werking in en rondom de buizen van AGWP-systemen in bebouwd gebied?
3. Hoe verloopt verstopping en regeneratie bij AGWP-systemen in bebouwd gebied?
4. Hoe verloopt het operationeel beheer, onderhoud en monitoring van AGWP-systemen in bebouwd gebied?
5. Wat is de invloed en reikwijdte van AGWP-systemen in bebouwd gebied voor het afvlakken van grondwaterfluctuaties?
6. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op bodemdaling?
7. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op zetting van infrastructuur zoals wegen en riolering?

8. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op schade aan houten paalfunderingen?
9. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op stedelijk groen, zoals private tuinen en openbaar groen?
10. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op de waterkwaliteit van grond- en oppervlakte water?

1.3 Living-labs

De monitoringsdata uit de drie living-labs moeten gezamenlijk antwoord gaan geven op de onderzoeksvragen. De drie Living-labs liggen verspreid over laag Nederland:

- Laressestraat – straat in Amsterdam
- Land van Valk – buurt in Dordrecht
- Tussen de Vaarten – wijk in Almere

Voor ieder Living-lab is een monitoringsplan opgesteld (hoofdstukken 2.8, 32 en 4) met daarin deelvragen die gezamenlijk antwoorden moeten gaan geven op de overkoepelende onderzoeksvragen (paragraaf 1.2). Onderstaande Tabel 1-1 laat zien hoe de drie meetlocaties bijdragen aan de beantwoording van de onderzoeksvragen.

*Tabel 1-1 Bijdrage van de Living-labs aan beantwoording onderzoeksvragen (P = Primair onderzoeksdoel, b = bijvangst). *Langere monitoringsperiode benodigd dan looptijd van het project om conclusies aan de onderzoeksvraag te verbinden.*

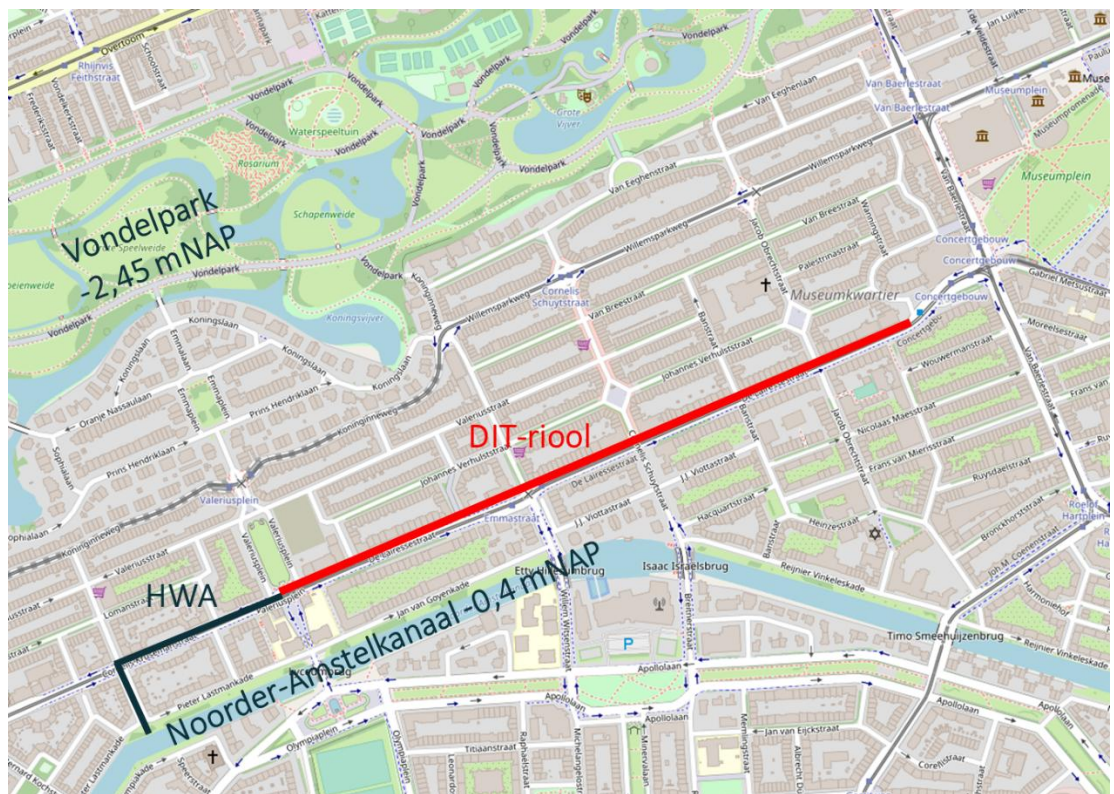
	Lairessestraat (Amsterdam)	Land van Valk (Dordrecht)	Tussen de Vaarten (Almere)
1. Watervraag en/of lozingsbehoefte	P		P
2. Hydraulische en hydrologische werking	P	P	P
3. Verstopping en regeneratie	P	P	
4. Operationeel beheer, onderhoud en monitoring	P	P	P
5. Afvlakken grondwaterfluctuaties	P		P
6. Maaiveldzetting		b	P*
7. Zetting infrastructuur			P*
8. Schade houten paalfunderingen			
9. Groeicondities stedelijk groen	b		
10. Invloed op waterkwaliteit	P	P	b

2 Monitoring in Lairessestraat Amsterdam

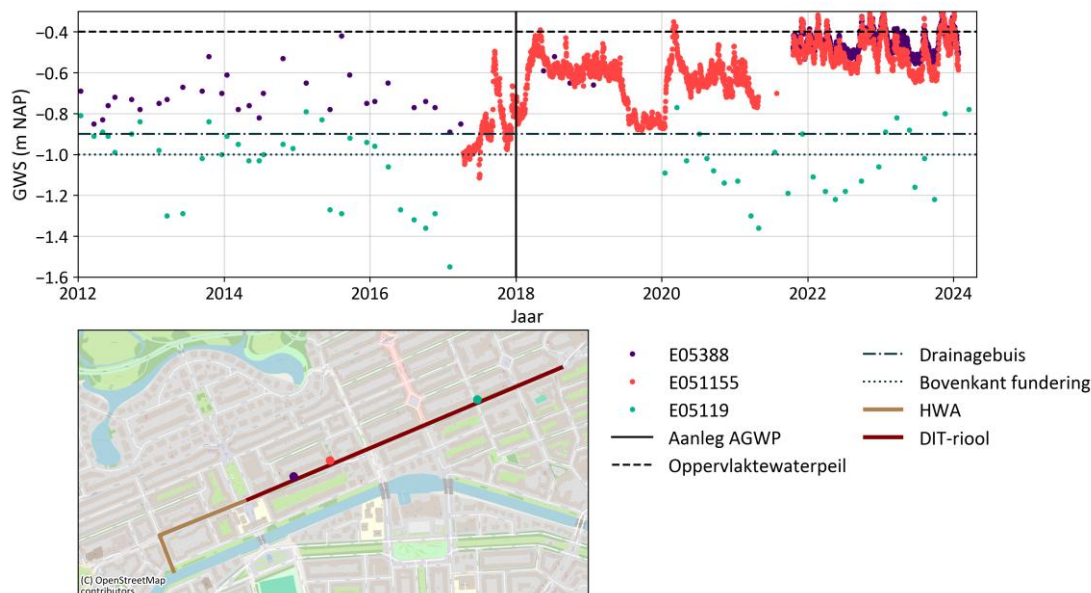
2.1 Inleiding

Onder de Lairessestraat in Amsterdam (Figuur 2-1) is in 2018 een AGWP-systeem aangelegd. Aanleiding voor de aanleg is het risico op funderingsschade in de aan de Lairessestraat gelegen panden, veroorzaakt door de lage grondwaterstand door de nabijheid van het Vondelpark. Het systeem bestaat uit een enkele starre Strabusil buis gekoppeld aan het oppervlaktewater van het Noorder-Amstelkanaal. Het doel van het systeem is om met het relatief hoge oppervlaktewaterpeil (-0,4 m NAP) in te zetten om de houten paalfunderingen (kop op -1,0 m NAP) niet droog komen te laten vallen.

Na aanleg bleek dat het systeem niet naar verwachting functioneert; met name richting het einde van het systeem aan de oostkant zakt de grondwaterstand in droge periodes vlak naast de leiding al ver weg onder het oppervlaktepeil, en zelfs onder het niveau van de houten paalfunderingen (zie Figuur 2-2). De oorzaak hiervan is niet bekend. De vraag vanuit Waternet is waarom het systeem niet functioneert zoals verwacht/ontworpen?, en wat daarvan kan worden geleerd over het functioneren en de impact van AGWP-systemen in het algemeen.



Figuur 2-1. Locatie van het AGWP-systeem (aangeduid als DIT-riool), de hemelwaterafvoer (HWA), de locatie van het Noorder-Amstelkanaal en de locatie van het Vondelpark, inclusief oppervlaktewater (streef)peilen t.o.v. NAP.



Figuur 2-2. Stijghoogte in 3 peilbuizen nabij de AGWP-leiding.

2.2 Beschikbare gegevens

De volgende gegevens zijn reeds beschikbaar en geraadpleegd:

1. Peilbuismetingen grondwaterstanden Waternet1
2. En aangeleverd (tot april 2024):
3. Grondwaterstanden - dagwaarden
4. Grondwaterstanden - alle metingen
5. Revisietekeningen Waternet van het systeem: één tekening ontbreekt.
6. Rapportage van een infiltratieproef binnen het AGWP-systeem uitgevoerd door Waternet in 2020.
7. Sonderingen en boringen, aangeleverd door Fugro
8. Boringen, zoals opgenomen in DINOLoket2

2.3 Projectgebied

2.3.1 Oppervlaktewaterpeil

Het oppervlaktewaterpeil in het Noorder-Amstelkanaal ligt op -0,4 m NAP. Het waterpeil in het Vondelpark is -2,45 m NAP. Deze peilen zijn afkomstig uit de legger³.

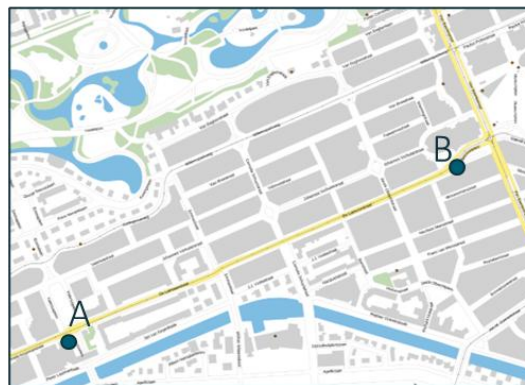
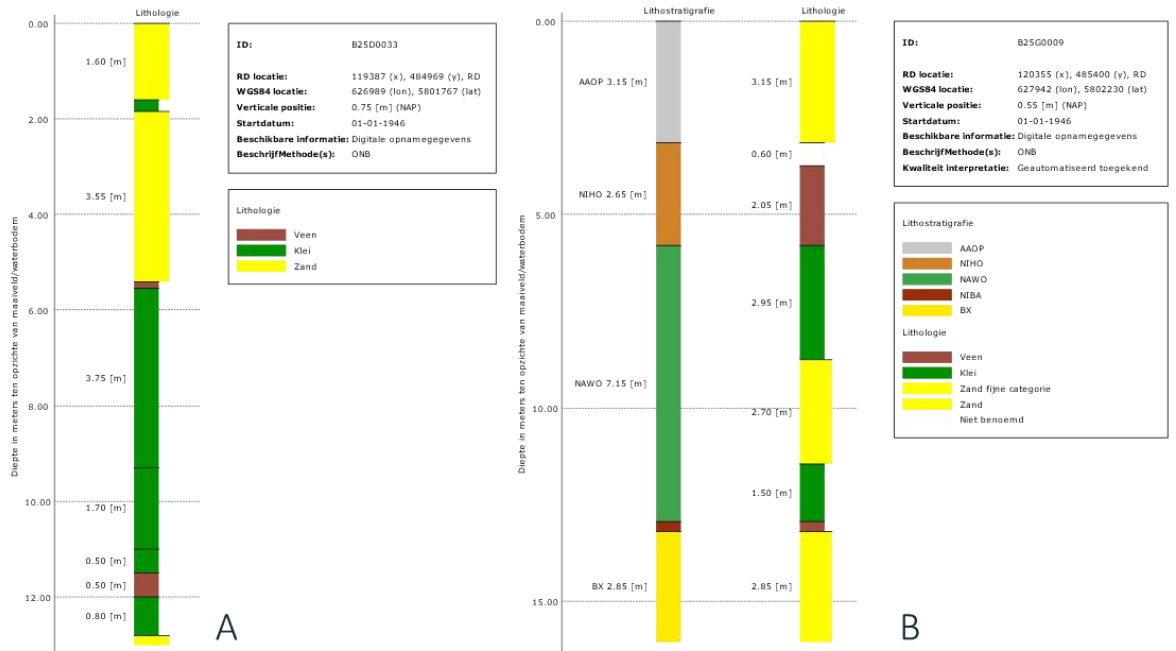
2.3.2 Bodemopbouw

Het maaiveld bevindt zich op +0,3 á +0,4 m NAP. De bodem bestaat voor de bovenste 2 tot 4 meter uit duinzand dat rond 1915 is aangebracht om de grond bouwrijp te maken. Daaronder is op veel locaties een veenlaag aangetroffen en op sommige locaties een kleilaag. De klei/veenpakketten zijn samen 5 á 10 meter dik. Figuur 2-3 en Figuur 2-4 tonen de beschikbare boorprofielen.

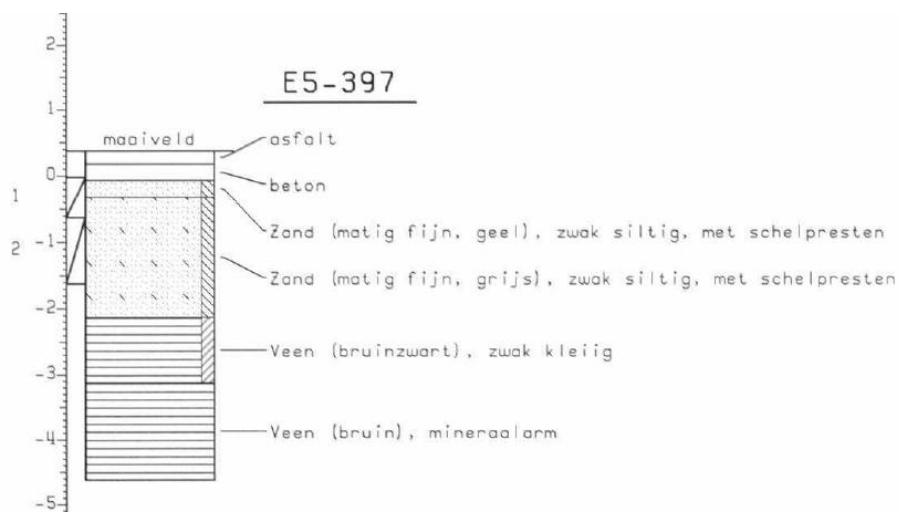
¹https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html?_ga=1.67320529.1557047828.1485769328&_gl=1*1sgkydk*_ga*MTg0NzQ1MDYxLjE2OTkwMDQxMTY.*_ga_4X6RF77ST3*MTcxNzUwNTczNy40NzkuMS4xNzE3NTA4MDg2LjAuMC4w

² <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>

³ https://maps.waternet.nl/links/Legger_AGV



Figuur 2-3. Beschikbare boringen uit DINOLoket



Figuur 2-4. Boring bij de Lairessestraat. Uit het archief van Fugro.

2.3.3 Grondwaterstanden

Door de continue bemaling van het Vondelpark is er een sterk verhang tussen het Noorder-Amstelkanaal (-0,4 m NAP) en het Vondelpark (ca. -2,5 m NAP), waardoor er langs de Lairessestraat een grondwaterstroming aanwezig is richting het noorden. De grondwaterstanden in de Lairessestraat liggen hiertussen in. Het westelijke deel van de Lairessestraat ligt dicht bij het kanaal, en hier liggen de grondwaterstanden dan ook gemiddeld hoger (-0,6 tot -0,8 m NAP). In het oosten buigt het kanaal naar het zuiden af en zijn de grondwaterstanden lager (tot -1,4 m NAP).

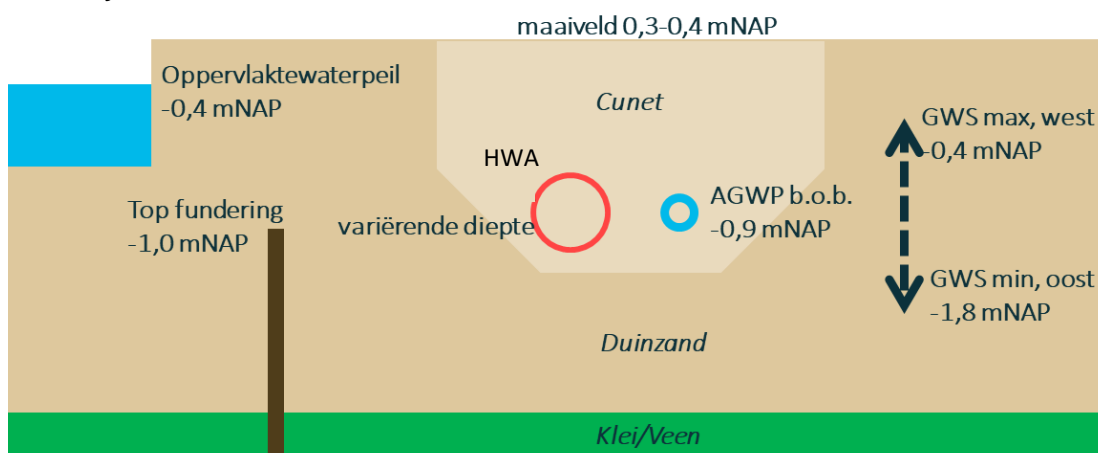
2.3.4 Bebouwing en fundering

De bebouwing aan de Lairessestraat is op houten palen gefundeerd en bestaat voornamelijk uit woningen (herenhuisen en appartementblokken) uit de periode 1910-1930⁴. Over de staat van de funderingspalen is niets bekend.

2.3.5 Bodemdaling

Op basis van de openbare gegevens⁵ lijkt er sprake te zijn van bodemdaling het gebied. De spreiding data is echter te groot om conclusies aan te kunnen verbinden.

2.3.6 AGWP-systeem



Figuur 2-5. Schematische doorsnede van het AGWP-systeem en de omliggende relevante actoren. ('Top fundering' is het bovenste funderingshout. Er is integraal opgehoogd met duinzand, maar het cunet bestaat waarschijnlijk uit zand afkomstig van een andere locatie.)

Het AGWP-systeem is afgebeeld in Figuur 2-1. Het betreft een Strabussil buis met een lengte van in totaal 1350 m. Aanvoer en afwatering gebeurt via het Noorder-Amstelkanaal zonder tussenkomst van een pomp (vrij verval). De eerste ca. 350 meter bestaat uit een blinde/gesloten buis met een diameter van 300 mm, waaraan enkele huisaansluitingen gekoppeld zijn, daarom geduid als HWA (Hemelwaterafvoer) in Figuur 2-1. De overige 1020 m van de leiding is geperforeerd, daarom aangeduid DIT-riool (Drainage- en Infiltratie Transportriool), zie Figuur 2-1. Het systeem is zonder verhang aangelegd op -0,9 m NAP (\approx -1,3 m-mv) en ligt dus een deel van het jaar hoger dan de grondwaterstand (niet verdrinken systeem). De open leiding heeft een diameter van 150 mm en is omsloten met een PP 450 μ m worteldoek.

Op 13 februari 2018 is het systeem officieel in gebruik genomen. Op 23 november 2020 is een infiltratieproef uitgevoerd in het achterste deel van de leiding omdat toen al het systeem in dit gedeelte niet naar verwachting functioneerde. In de bijbehorende rapportage (zie Paragraaf 2.2) kwamen op basis van de infiltratieproef en bijbehorende berekeningen de volgende conclusies naar voren:

⁴ <https://www.atlasleefomgeving.nl/bouwjaar-panden>

⁵ <https://bodemdalingskaart.nl/nl/>

1. Het systeem is te hoog aangelegd (boven de laagste grondwaterstand), of de aanvoercapaciteit vanuit het oppervlaktewater via de leiding is niet toereikend.
2. Volgens de berekeningen heeft het systeem een infiltratieweerstand van meer dan 10 dagen.
3. Het systeem is deels verstopt.

Deze conclusies worden meegenomen in de monitoring, en opnieuw getoetst op basis van de monitoringsdata uit voorliggend onderzoek.

2.4 Deelvragen

In deze paragraaf is zijn voor de overkoepelende onderzoeksvragen (1 t/m 10) aangegeven welke deelvragen (a., b., c) in de Lairessestraat worden onderzocht.

1. Wat is de watervraag en/of lozingsbehoefte van AGWP-systemen in bebouwd gebied?
 - a. Wat is de watervraag van het AGWP-systeem?
 - b. Is de watervraag voldoende om het grondwatersysteem te voeden?
 - c. Is de watervraag van het systeem relevant i.r.t. tot het stedelijk waterbeheer?
2. Wat is de hydraulische en hydrologische werking in en rondom de buizen van AGWP-systemen?
 - a. Bereikt het water het einde van het systeem?
 - b. Infiltrert over de gehele leiding water de bodem in?
 - c. Kan het systeem over de gehele lengte invloed op de stijghoogte uitoefenen? Wat is hierop de invloed van de grondwaterdynamiek? Wat gebeurt er als de grondwaterstand onder de buis komt?
 - d. In hoeverre is het systeem met de huidige eigenschappen (lengte, diameter, diepte en onder vrij verval) geschikt als AGWP?
3. Hoe verloopt verstopping en regeneratie bij AGWP-systemen in bebouwd gebied?
 - a. Is het systeem verstopt?
 - b. Werkt de huidige doorspuitmethode voor verbeterd functioneren?
 - c. In hoeverre functioneert het systeem beter na doorspuiten?
 - d. In hoeverre verstopt het systeem gedurende de monitoringsperiode na het doorspuiten?
 - e. Welk materiaal verstopt het AGWP-systeem?
 - f. Wat is de verstoppingspotentie van het infiltratiewater?
4. Hoe verloopt het operationeel beheer, onderhoud en monitoring van AGWP-systemen?
 - a. Is er iets te zeggen over de frequentie waarmee AGWP-systemen doorgespoten moeten worden?
 - b. Hoe kan de watervraag bepaald worden bij zeer lage stroomsnelheden?
5. Wat is de invloed en reikwijdte van AGWP-systemen in bebouwd gebied voor het afvlakken van grondwaterfluctuaties?
 - a. In hoeverre kan het systeem functioneel gemaakt worden om zowel voor- als achter in het systeem te infiltreren?
 - b. Hoever rijkt de hydrologische invloed van het systeem, in ieder geval tot de voorgevels van de panden aan de Lairessestraat?
- ~~6. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op bodemdaling?~~
- ~~7. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op zetting van infrastructuur zoals wegen en riolering?~~
- ~~8. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op schade aan houten paalfunderingen?~~

Onderzoeksvragen 6,7,8,9 worden niet onderzocht in dit Living-lab.

9. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op stedelijk groen, zoals private tuinen en openbaar groen?
 - a. Wordt het functioneren van een AGWP verhinderd door het wegtrekken van geïnfiltreerd water door stedelijk groen?
 - b. In hoeverre draagt AGWP bij aan gezonder stedelijk groen?
10. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater?
 - a. In hoeverre leidt infiltratie van AGWP-systemen tot risico's voor de grondwaterkwaliteit en verspreiding van verontreinigingen?

2.5 Methode

2.5.1 Watervraag en/of lozingsbehoefte

De watervraag wordt gemeten doormiddel van een debietmeter in het systeem. De debietmeting moet continue plaats vinden en op afstand uitgelezen kunnen worden. Om een beeld te krijgen van de watervraag van het systeem is het van belang dat minimaal gedurende één hydrologisch jaar wordt gemeten.

Een debietmeter wordt geplaatst in één van de inspectieputten van het AGWP-systeem. Eenvoudige gangbare debietmeters kunnen de verwachte lage stroomsnelheid (<3 cm/s) niet meten. Voor de debietmeting liggen verschillende opties op tafel waartussen nog een afweging wordt gemaakt (zie **bijlage A**). Deze opties of een combinatie daarvan zijn:

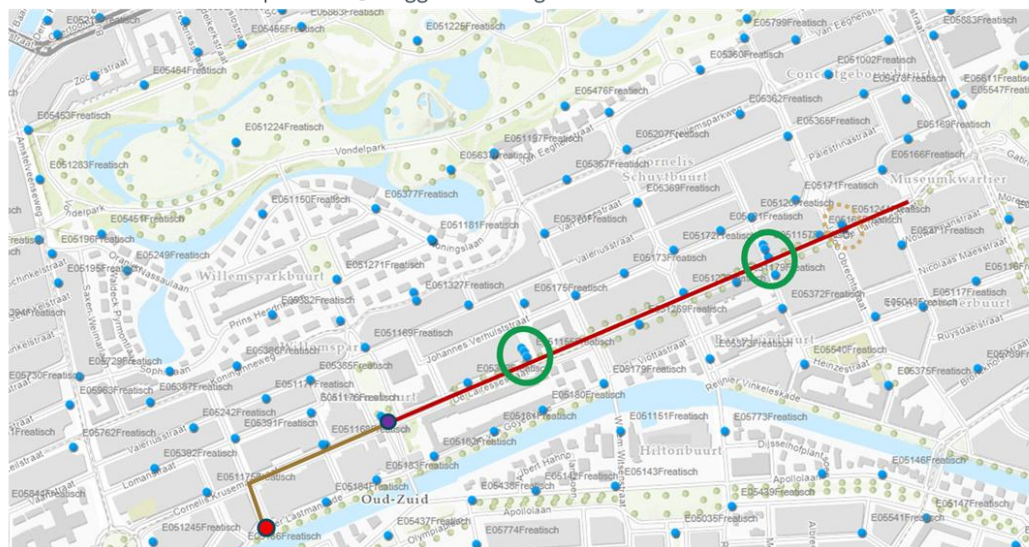
1. pompsysteem in put
2. versmalling in leiding
3. Elektromagnetische meter
4. Cross-correlatie meter
5. Ultrasonische meter

2.5.2 Hydraulische en/of hydrologische werking

Het volgende is gepland:

- Het plaatsen van 2 nieuwe peilbuizen in het cunet van de leiding (PB1 en PB4 in Figuur 2-6), om ook het stijghoogte effect direct naast het AGWP-systeem te kunnen meten; op dit moment staan er enkele peilbuizen net buiten het cunet, in het dekzand. De locatie van de nieuwe peilbuizen is dan ook een uitbreiding van een tweetal bestaande raaien van 3 peilbuizen loodrecht op de leiding.
- Het plaatsen van 2 nieuwe peilbuizen aan de overkant (zuidkant) van de straat, tegenover de peilbuizen in het cunet (PB3 en PB5 in Figuur 2-6). Op de locatie van PB5 is een voormalige peilbuis aanwezig; deze kan mogelijk hergebruikt worden.
- Loggers (druk, temperatuur, EC) in de nieuwe peilbuizen: voor het meten van de druk om het effect van de AGWP op de grondwaterstand te kunnen monitoren. Daarnaast worden ook de EC en temperatuur gemeten, om infiltratie van het oppervlaktewater te monitoren.
- Loggers (druk, temperatuur, EC) in de AGWP-leiding, om het drukverval over de lengte van de leiding te meten en te monitoren of het oppervlaktewater tot het einde van de leiding komt.
- Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de stijghoogtedata uit de bestaande peilbuizen en de debietmetingen.

● Debietmeter Nieuwe peilbuis ● Logger in leiding



— AGWP Leiding ● Nieuwe peilbuis ● Logger in leiding ● Logger in bestaande peilbuis

Figuur 2-6. Overzicht van de potentiële monitoringslocaties. De locaties in het onderste figuur liggen ongeveer op de cirkels in het bovenste figuur.

Via deze metingen wordt gekeken naar hydraulische en hydrologische werking:

- Of er voldoende water wordt aangevoerd en de systeemeigenschappen (aanvoer onder vrij verval, diepte, leidingdiameter i.c.m. -lengte) geschikt zijn zodat het systeem over de gehele lengte kan functioneren.
- Of het water uit de leiding daadwerkelijk in de bodem infiltreert.
- Of het AGWP-systeem over de gehele lengte van de leiding kan zorgen voor een verhoging van de stijghoogtes.
- Of het effect van de AGWP minimaal doorwerkt tot aan de gevels van de panden aan de Laressesstraat.

Om een goed beeld te krijgen, is een continue monitoring gedurende het restant van de projectperiode (tot eind 2026) voldoende.

2.5.3 Verstopping en/of regeneratie

Het volgende is gepland:

- Doorspuiten van het systeem om het systeem te reinigen, volgens standaard methode van de gemeente.
- Vergelijken van de stijghoogte(-effecten) in de peilbuizen vóór en na doorspuiten.
- Bemonstering van slib uit de leiding tijdens doorspuiten om te onderzoeken waar verstopping door veroorzaakt zou kunnen worden.
- Camera-inspectie vóór en na doorspuiten om het effect van doorspuiten te zien. Eventueel: voor- en achterin de leiding om ruimtelijke verschillen te zien.
- Infiltratieproef voor- en na doorspuiten, om het verschil in infiltratieweerstand te onderzoeken. Ook voor en achterin de leiding om ruimtelijke verschillen te zien.
- Bemonstering van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater om de verstoppingspotentie te onderzoeken. **De te onderzoeken water- en slibparameters worden nader bepaald door KWR, evenals de frequentie en bemonsteringlocaties.**

Camera-inspectie en infiltratieproef, doorspuiten, en daarna nogmaals doorspuiten en infiltratieproef, zal plaats vinden relatief in het begin van de monitoringsperiode (in de eerste helft van 2025).

Bemonstering zal plaatsvinden in beide zomers (2025 & 2026) van de monitoringsperiode. Dit veldwerk moet gebeuren tijdens een droge periode om het effect van neerslag op de metingen uit te sluiten.

2.5.4 Operationeel beheer, onderhoud en monitoring

Het volgende is gepland:

- Functioneren over de tijd onderzoeken: kijken of de werking in de tijd ná doorspuiten afneemt a.d.h.v. van de reeds beschreven monitoring. Continue monitoring gedurende de projectperiode.

2.5.5 Afvlakken grondwaterfluctuaties

Het volgende is gepland:

- Monitoring van peilbuisnetwerk, specifiek 2 raaien, waarvan één voorin en één achterin het systeem, bestaande uit 3 bestaande peilbuizen en 2 nieuw te plaatsen peilbuizen (in cunet en aan overkant van de straat) per raai (zie Figuur 2-6). Continue monitoring gedurende de projectperiode.

2.5.6 Invloed op waterkwaliteit

Het volgende is gepland:

- Bemonstering van het oppervlaktewater, het water in de leiding en het grondwater om het effect van infiltratie op de grondwaterkwaliteit te onderzoeken. Hiervoor wordt tweemaal een monsterronde uitgevoerd, gedurende allebei de zomers van de projectperiode. **De te onderzoeken water- en slibparameters worden nader bepaald door KWR, evenals de bemonsteringlocaties.**

2.5.7 Groeiconditie stedelijk groen

Het volgende is gepland:

- Bijvangst: onderzoeken effect nabijheid bomen op stijghoogtefluctuaties AGWP (trekken bomen de leiding leeg?) en AGWP systeem op gezondheid van bomen. Continue monitoring en eventuele

visuele inspectie van de bomen (en vergelijking met bomen buiten het invloedsgebied van de AGWP)

- Peilbuis vlakbij boom bijplaatsen.

Note: nog toevoegen op welke deelvragen de EC metingen van toepassing zijn.

2.6 Overzicht

Tabel 2-1. Overzicht monitoringsactiviteiten.

Hoofdtype activiteit	Uitvoering	Frequentie	Nice /Must have	Locaties	Plaatsing/ uitvoering/ ontmanteling	Controle functioneren	Herstel bij uitval/ schade	Data verwerking
Systeem status								
Doorspuiten	Uitvoering plannen met Waternet en vandervalk+degroot	4	Must	2 (voor en achterin de leiding),	vandervalk+degroot	n.v.t.	n.t.b.	vandervalk+degroot
Camera-inspectie	Uitvoering plannen met Waternet en vandervalk+degroot	2 keer	Must	Voor en na doorspuiten segment	vandervalk+degroot	n.v.t.	n.t.b.	vandervalk+degroot
Infiltratieproef	Voorbereiding, Proef	4 keer tijdens project (t=0)	Must	2 (voor en achterin de leiding)	vandervalk+degroot, Deltares	n.v.t.	n.t.b.	Deltares
Waterkwantiteit								
Waterhoogte telemetrische grondwaterstandmeters	Veldverkenning, aanschaf en plaatsing dataloggers	Continu	Must	(12) 5 in nieuwe peilbuizen, 4 in bestaande peilbuizen en 3 in de leiding	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Telemetrische EC-meters	Veldverkenning, aanschaf en plaatsing dataloggers	Continu	Must	(12) 5 in nieuwe peilbuizen, 4 in bestaande peilbuizen en 3 in de leiding	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Debietmeter	Veldverkenning, ontwerp en plaatsing debietmeter	Continu	Must	1 bij eerste put na innamepunt	Eijkelpomp (wss)	n.t.b., via online portal	n.t.b.	N.t.b.
Grondwaterstand freatisch	Plaatsing peilbuizen + waterhoogte logger	Continu	Must	5x plaatsen freatische peilbuis (tot circa 3 m -mv)	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Waterkwaliteit								
WK Bemonstering - Oppervlaktewater	Monsternamen en lab analyse	2 keer, beide zomers in de projectperiode	Nice to have/ must	n.t.b. 1 locatie	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - Grondwater	Monsternamen en lab analyse	2 keer, beide zomers in de projectperiode	Nice to have/ must	n.t.b.	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - Water in leiding	Monsternamen en lab analyse	2 keer, beide zomers in de projectperiode	Nice to have/ must	n.t.b.	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - slib tijdens doorspuiten	Monsternamen en lab analyse	2 keer	Nice to have/ must	Locatie waar doorgespoten gaat worden	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR

2.7 Planning

De installatie van het monitoringsnetwerk is gepland voor het eerste kwartaal van 2025. De monitoring zal plaatsvinden voor de periode van 18 maanden (twee zomers) en zal voor het project eindigen in het derde kwartaal van 2026.

Een overzicht van de tijdsplanning van de verschillende monitoringsonderdelen is gegeven in onderstaand Figuur 2-7.

Tijdslijn	2025				2026				2027			
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1		
Camera-inspectie 1												
Infiltratieproef 1												
Doorspuiten + monstername slib												
Camera-inspectie 2												
Infiltratieproef 2												
Debietmeter												
Loggers												
Plaatsen peilbuizen												
Bestaande peilbuizen												
Oppervlaktewater monster												
Grondwater monster												
Water in leiding monster												
Zuivering bij inlaat	Afhankelijk van huidige staat											

Figuur 2-7. Tijdsplanning voor de monitoring van het AGWP-systeem aan de Lairesestraat in Amsterdam.

2.8 Risico's

Met de volgende risico's is rekening gehouden:

- Het AGWP-systeem functioneert niet door de hydraulische eigenschappen van het systeem (aanvoermethode, diepte, diameter, lengte), waardoor verdere monitoring zinloos is. Het kunstmatig verder opzetten van het infiltratiepeil kan worden overwogen om de infiltratiedruk te verhogen. **Evaluatiemoment hiervoor plannen.**
- De gebruikte doorspuitmethode leidt niet tot een verbeterd functioneren van het systeem en een lagere infiltratieweerstand.
- Na doorspuiten treedt binnen de monitoringsperiode weer verstopping van het systeem op, wat blijkt uit de monitoring: opnieuw doorspuiten moet worden overwogen (buiten het TKI-project om).
- Kortsluitstroming tussen AGWP en het nabijgelegen vuilwaterriool. Dit lijkt onwaarschijnlijk doordat het rioolsysteem in 2017 vervangen is.
- De debietmeting functioneert niet naar behoren. In principe is dit ondervangen door zowel de frequentie van de pomp i.c.m. de logger, als de debietmeter als maat te gebruiken.
- Molestatie/vandalisme van (grond)watermeetpunten toevoegen. Er komen afsluitbare straatpotten om dit risico te beperken.
- Storingen of defecten van dataloggers. Datazekerheid is gewaarborgd via de Asset Insights, storingen worden verholpen binnen een periode van 28 dagen.

3 Monitoring in Tussen de Vaarten Almere

3.1 Inleiding

De gemeente Almere wil met de aanleg van het AGWP-systeem in de wijk Tussen de Vaarten de bodemdaling/restzetting beperken en hiermee de schade aan infrastructuur (verzakking van riolering) als gevolg van de (heterogene) restzetting reduceren. De gemeente verwacht dat met de aanleg van AGWP-systemen het mogelijk is om ophoging van maaiveld en vervanging van (ondergrondse) infrastructuur uit te stellen. Dit leidt tot een kostenbesparing voor de gemeente.

Het huidige RWA- en drainagesysteem worden in 2025 hiertoe omgebouwd tot een AGWP-systeem.

Het TKI-project AGWP is om te leren van de ervaringen bij het uitvoeren van deze pilot door het drainage- en grondwatersysteem te monitoren. Dit is dat relevant omdat:

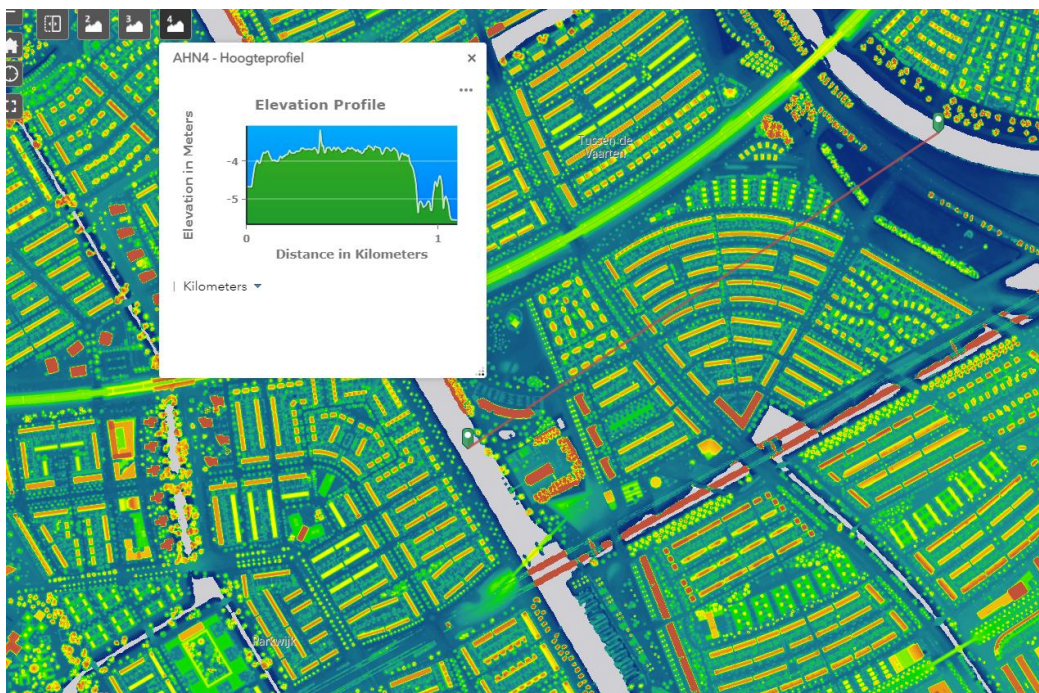
- Het voorgestelde AGWP-systeem vernieuwend is doordat het is ontworpen op basis van een bestaand drainage en riolering systeem. Als deze pilot succesvol is zijn er meerdere bestaande systemen in Almere die op een vergelijkbare wijze kunnen worden aangepast wat tot een kostenbesparing op lange termijn kan lijden.
- Het actief sturen van grondwaterdrainage middels een pomp is relatief nieuw. Het drainagesysteem kan indien noodzakelijk ook innovatief stuurbaar worden gemaakt middels Real Time Control op basis van meteorologische en/of hydrologische voorspellingen.
- Levert inzicht op in de onderhoudbaarheid van het systeem. Treedt er verstopping op, hoe snel, hoe vaak moet gereinigd worden
- Inzicht in watervraag van het systeem. Dit lijkt minder relevant voor de gemeente Almere en het waterschap omdat er voldoende water aanvoer mogelijkheden zijn, maar is relevant voor andere locaties in Nederland waar deze aanvoermogelijkheid beperkt is. Voor de gemeente kan de watervraag wel inzicht geven in eventuele lekkage.

Doel van de monitoring is om vast te stellen wat:

- Het effect van het AGWP-systeem is op grondwaterstand. Hoeveel stijgt de grondwaterstand en hoe groot is de reikwijdte?
- Watervraag van het AGWP-systeem. Hoeveel water verbruikt het systeem en met name in droge perioden?
- Het effect is van de grondwaterstand stijging op de bodemdaling/restzetting. Hoeveel neemt de bodemdaling systeem af door implementatie van AGWP?
- Langjarige effectiviteit van AGWP-systeem en met name verstopping. Hoelang verwachten we dat het systeem blijft functioneren en welk onderhoud is noodzakelijk?

3.2 Projectgebied

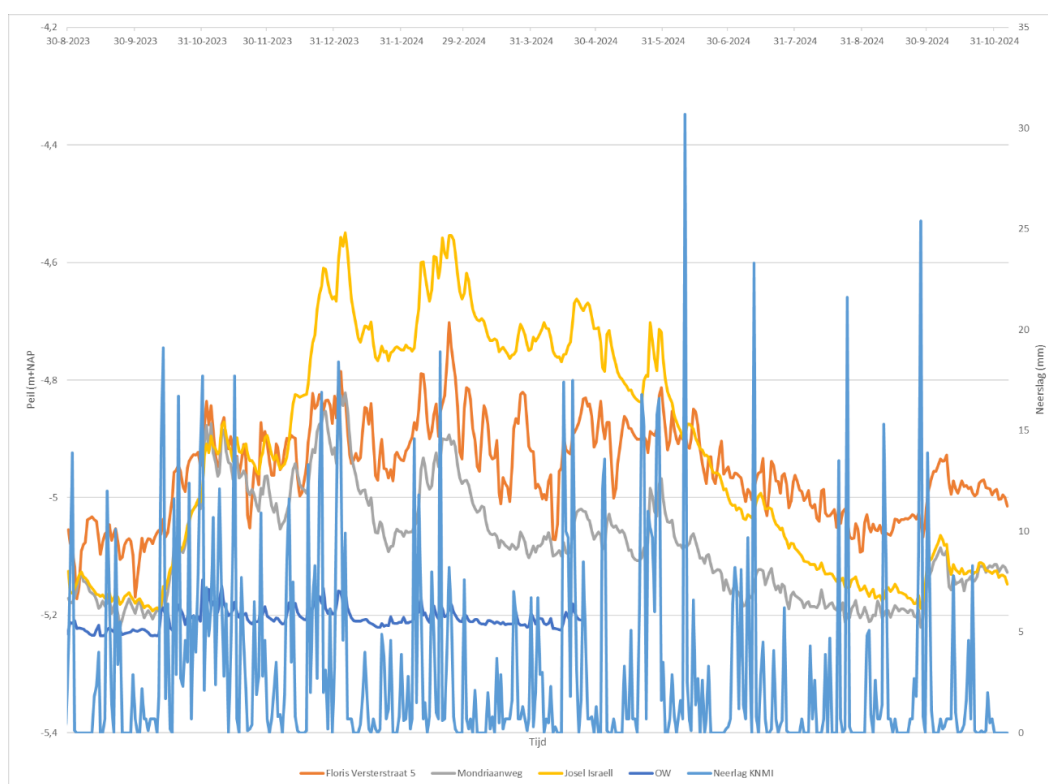
De wijk tussen de Vaarten ligt tussen de Hoge Vaart en sloten $-5,20$ m NAP (west) en Lage vaart $-6,2$ m NAP (oost). Het maaiveld in de wijk varieert tussen $-3,70$ m tot $-3,95$ met een gemiddelde ongeveer $-3,75$ m NAP (Figuur 3-1).



Figuur 3-1: Hoogte wijk Tussen-de-Vaarten, Bron: AHN.

3.2.1 Grondwater

De grondwaterstand wordt sinds 30 augustus 2023 in de wijk gemeten op 7 locaties. De grondwaterstanden variëren in deze korte tijdperiode (die overeenkomt met het natte seizoen) tussen globaal -4,6 m en -5,2 m (Figuur 3-2). In verband met de korte tijdseries zijn geen GHG en GLG bekend. Op basis van een gemiddeld maaiveld van -3,75 m NAP komt dit overeen met een ontwateringsdiepte die varieert tussen 0,8 en 1,4 m NAP.



Figuur 3-2: Grond- en oppervlaktewaterpeilen en neerslag.

3.2.2 Landgebruik

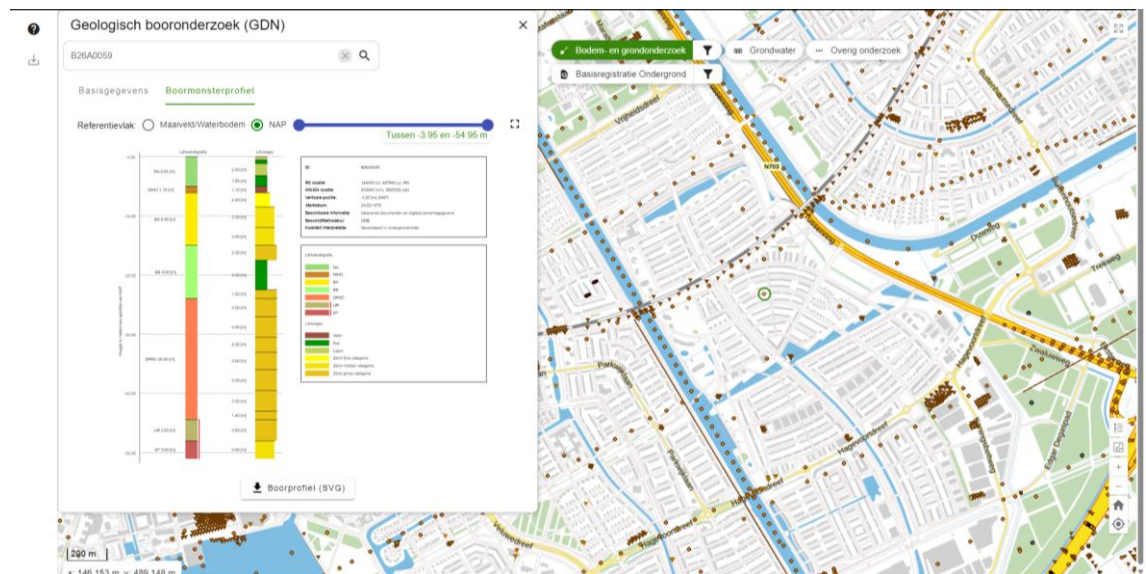
De wijk is sterk verhard. Binnen het bebouwde gebied in de wijk, daar waar ook de schade gevoelige infrastructuur ligt, is veel verharding, en met name ook privaat terrein. Hierdoor is de infiltratie en daarmee de grondwateraanvulling in de wijk naar verwachting laag.

3.2.3 Ondergrond

Er zijn beperkt ondergrondgegevens bekend in de wijk.

Centraal in de wijk is wel 1 diepere boring bekend. Deze boring laat een 1,1 m dikke veenlaag zien op ongeveer -10 m NAP en een 5 m dikke kleilaag op ongeveer -21 m NAP.

De wijk is opgehoogd met de cunetten-methode. Voor de wegcunetten is afhankelijk van de locatie ca. 1.2 – 1.5 m zand opgebracht. Daaronder ligt met name kleipakket en op een enkele plek een veenlaag binnen 3 m onder het maaiveld.

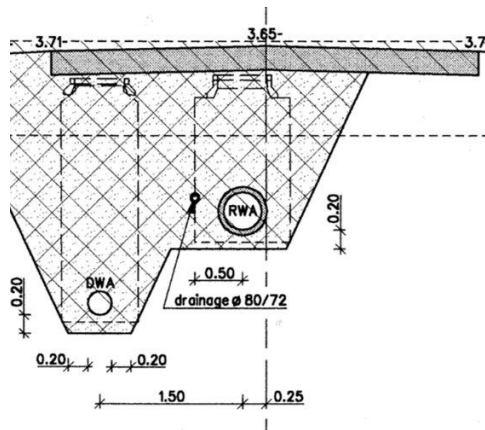


Figuur 3-3: Boorprofiel centraal in Tussen-de-Vaarten. De boring dateert van voor de ophoging van de wijk. Bron: Dinoloket.

3.2.4 AGWP, riool en drainagesysteem

Het regenwater wordt afgevoerd middels een RWA-stelsels onder de straten met elementenverharding en door een VGS onder de asfaltwegen (Figuur 3-4). Het RWA voert via drie lozingspunten af op het oppervlaktewater aan de zuidoostzijde. De diameters van het DWA-stelsel variëren tussen de 250 mm en de 600 mm. Onder de drukke straten, zoals Hendrik Werkmanstraat, is een VGS aangelegd. De status van het DWA, VGS en RWA is onbekend. De meest recente inspectie was 9 jaar geleden en de volgende staat gepland voor 2025.

Het huidige RWA- en drainagesysteem wordt omgebouwd tot een AGWP-systeem. Dit gebeurt door het aanbrengen van muurtjes en een stuw bij de drie uitstroompunten van het RWA-stelsel. Hiermee kan het peil in het RWA- en drainagesysteem worden opgezet. De maximale peilopzet is op basis van de benodigde afvoer capaciteit voor neerslag tijdens extreme buien ongeveer 60 cm.

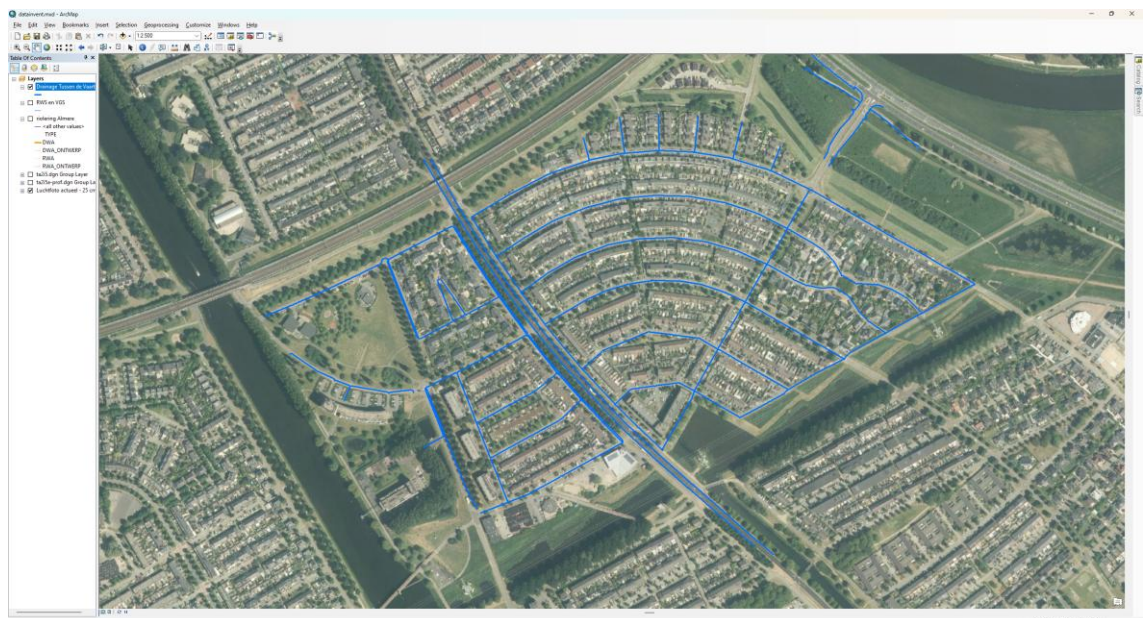


Figuur 3-4 Doorsnede van wegcunet met RWA, DWA en drainage buis.

Grondwaterdrainage is aangelegd onder alle straten in de wijk. De grondwaterdrainage is aangesloten op de RWA-putten. De drainage is zo ontworpen dat deze een deel van het jaar boven het grondwater ligt. In praktijk ligt de drainage (mogelijk door zetting) deels boven en deels onder het grondwaterniveau (afhankelijk van locatie en periode). De drainage is aangesloten op het RWA-stelsel. Door de relatief hoge diameter van het RWA (ten opzichte van drainage buizen) kan een relatief grote hoeveelheid water worden aangevoerd.

Tabel 3-1: Samenvatting niveaus water- en ondergrondsysteem

Item	Hoogte	Referentie
Maaiveld huidig	-3,75	m NAP
Grondwater maximum (meetreeks 1 jaar)	-4,50	m NAP
Grondwater minimum (meetreeks september 2023-oktober 2024)	-5,2	m NAP
Ontwateringsdiepte	0,80-0,90	m-maaiveld
Oppervlaktewaterpeil	-5,20	m NAP



Figuur 3-5: Drainagestelsel in Tussen-de-Vaarten.

3.2.5 Bodemdaling/Restzetting

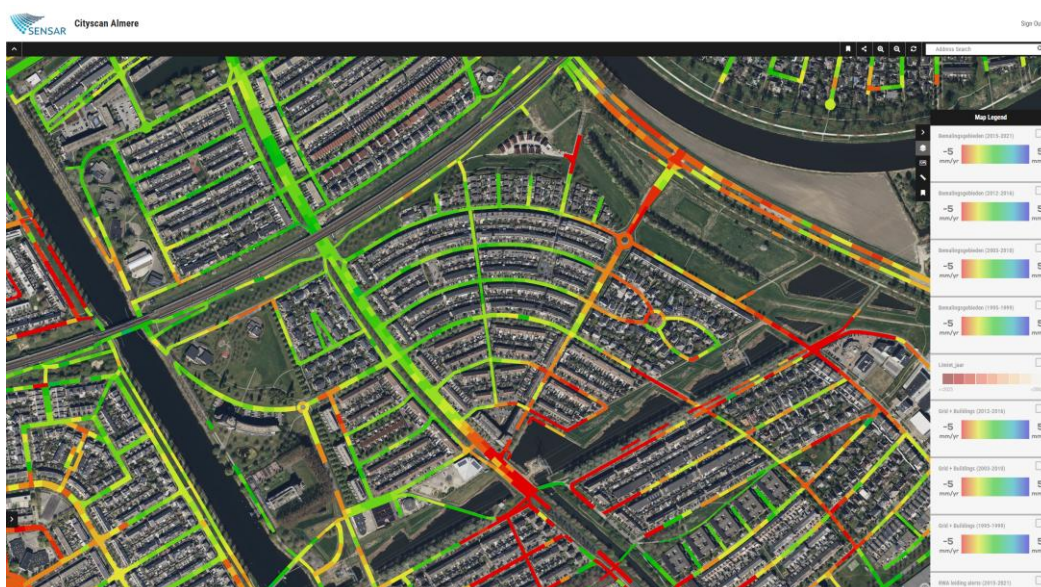
De huidige bodemdalingssnelheid varieert binnen het gebied tussen: 0 mm tot 5 mm/jaar op basis van de Bodemdalingskaart 2.0 (Figuur 3-6).

De verwachting is dat in deze wijk met name restzetting/compactie de oorzaak is van de bodemdaling. Op basis van eerdere boringen tot 3 meter wordt veen aangetroffen op een diepte van meer dan 2 m onder het maaiveld. Dit is dieper dan de verwachte laagste grondwaterstanden.



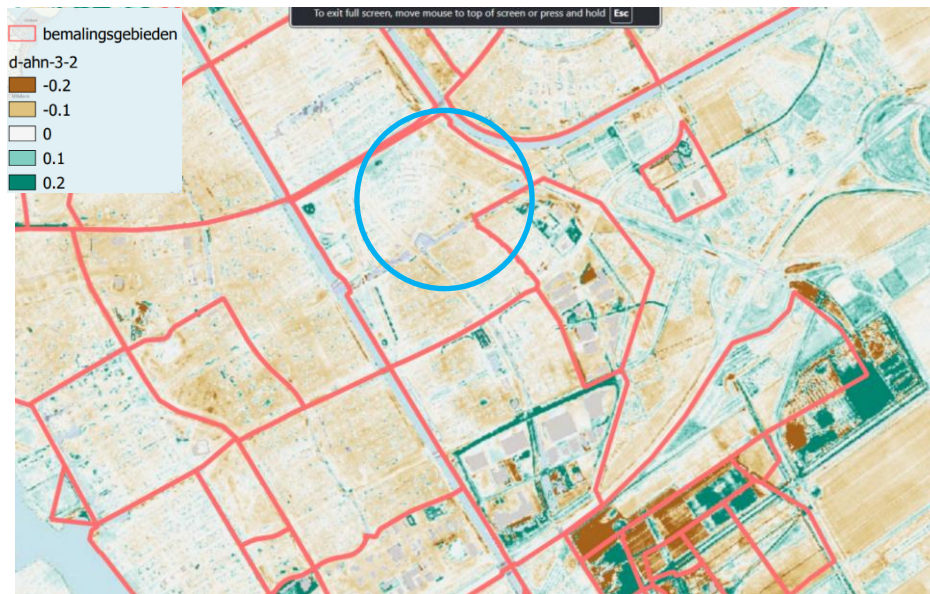
Figuur 3-6 Bodemdaling in de wijk Tussen-de-Vaarten. Bron: Bodemdalingskaart 2.0

Op basis van analyse door Sensor varieert de huidige bodemdalingssnelheid binnen het gebied tussen: 0 mm tot 6 mm/jaar op (Figuur 3-1). Hieruit blijkt dat met name het zuiden en oosten van de wijk relatief hard dalen. De uitbreiding van het monitoringsnetwerk zal daarom met name daar plaatsvinden.



Figuur 3-7: Bodemdaling op basis van InSAR data voor de wijk Tussen-de-Vaarten aan. (Bron: Sensor)

De bodemdalingskaart die verkregen is door bepaling van het verschil tussen AHN2 en AHN3 geeft vooral een ruimtelijk beeld van verschillen in bodemdalingssnelheid. Hieruit komen hoge bodemdalingssnelheden aan de zuid- en oostkant naar voren. Dit is waar de afstand tot oppervlaktewater het kortst is en verwacht wordt dat de grondwaterpeilen het laagst zijn.



Figuur 3-8: Bodemdaling op basis van AHN. Verschil tussen AHN2 en AHN3. Blauwe cirkel geeft de wijk Tussen-de-Vaarten aan.

3.3 Voorbereidende verkenningen

3.3.1 Bodemdaling

De grondwaterstand (ontwateringsdiepte) en de bij bouwrijp maken opgebrachte grond bepaalt voor een belangrijk deel de belasting van grondlagen en daarmee de restzetting(snelheid). Voorafgaand aan de pilot worden eenvoudige verkennende berekeningen uitgevoerd om te bepalen wat het effect van een peilopzet van 20, 40 en 60 cm is op de zettingsnelheid. De intrinsieke onzekerheid van dit type modellen blijkt in de praktijk groot te zijn.

3.3.2 Waterbalans en DWA lekkage

Het is onbekend hoeveel grondwater wordt afgevoerd door lekkage van het DWA-stelsel. Een snelle analyse aan de hand van de draaiuren kan meer inzicht geven in de afvoer van het DWA-stelsel.

Voorstel is om in een droge periode (bijvoorbeeld 2018) de dagafvoer te analyseren en te zien in welke mate deze in deze droge periode afneemt. Dit leidt tot een soort minimumwaarde aan debiet aan het einde van de periode. Het verschil tussen maximum (weekgemiddelde) waarde aan het begin van de periode en de minimum (weekgemiddelde) waarde aan het einde van de periode geeft een indicatie van de lekkage/grondwaterafvoer.

3.4 Beschikbare gegevens

Onderstaande data zijn beschikbaar voor de wijk Tussen-de-Vaarten in Almere.

Watersysteem:

- Grondwater meetnet, gemeente met 8 peilbuizen, sinds oktober 2023
- Boorprofielen grondwatermeetpunten

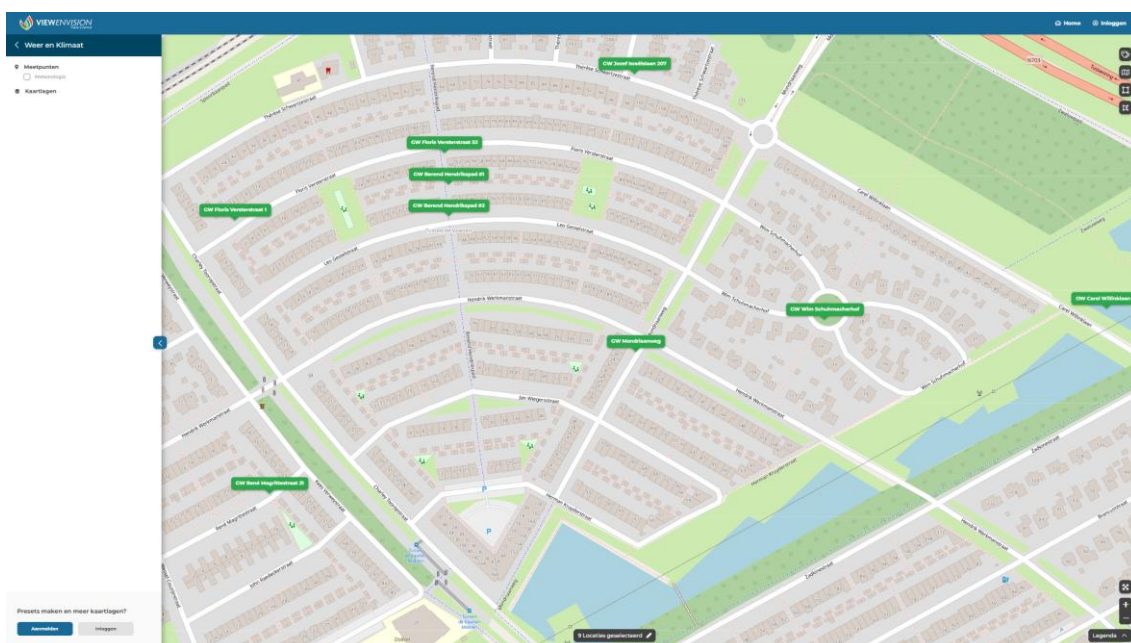
- Oppervlaktewater meetnet gemeente, 1 meetpunt, sinds oktober 2023
- Debieten/Draaiuren riolgemaal, in ieder geval sinds februari 2022
- Ontwerptekeningen RWA en DWA-riolering en drainage
- GIS bestanden RWA en DWA-riolering en drainage uit riolmodel/beheerpakket
- Voorgesteld ontwerp aangepast systeem – Concept ontwerp is beschikbaar

Ondergrond en maaiveld:

- Bouwrijp maak tekeningen
- Informatie over wat er onder de ophooglaag zit, BRO
- Geschiedenis - bouwrijp maken – Bouwrijp-maak-tekeningen
- Type ophoging: Cunetten – Bouwrijp-maak-tekeningen
- Bodemdalingsdata INSAR, bodemdalingskaart 2.0
- Bodemdalingsdata INSAR, ingekocht door Almere
- Putdeksel hoogtemetingen, **deze moet nog worden aangeleverd alsmede beschrijving van de meetmethode**

Niet beschikbaar zijn:

- Kwel – infiltratie kaart
- Grondwatermodel
- Peilbouden, puthoogtes



Figuur 3-9: Huidige meetpunten in wijk (Bron: Viewvision)

3.5 Deelvragen

In deze paragraaf is zijn voor de overkoepelende onderzoeksvragen (1, 2,11) aangegeven welke deelvragen (a, b, c,) in Almere worden onderzocht.

1. Wat is de watervraag en/of lozingsbehoefte van AGWP-systemen in bebouwd gebied?
 - a. Wat is (het verloop van) de watervraag van het AGWP-systeem in Tussen de Vaarten?
2. Wat is de hydraulische en hydrologische werking in en rondom de buizen van AGWP-systemen?
 - a. Hoeveel water kan maximaal infiltreren vanuit de Drainagebuis?

3. Hoe verloopt verstopping en regeneratie bij AGWP-systemen in bebouwd gebied?
 - a. Wat is het verstoppingsrisico op basis de waterkwaliteit in het oppervlakte water en in de drainagebuis?
- ~~4. Hoe verloopt het operationeel beheer, onderhoud en monitoring van AGWP-systemen?~~
5. Wat is de invloed en reikwijdte van AGWP-systemen in bebouwd gebied voor het afvlakken van grondwaterfluctuaties?
 - a. Hoe verandert het grondwaterpeil na de realisatie van het AGWP-systeem?
 - b. Wat is de reikwijdte van effect van het AGWP-systeem?
 - c. Hoe ziet de interactie eruit tussen het waterpeil in drainage en het grondwaterpeil?
6. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op bodemdaling?
 - a. Wat is het van effect van grondwater peilopzet op de bodemdalingssnelheid van tuinen?
7. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op zetting van infrastructuur zoals wegen en riolering?
 - a. Wat is het van effect van grondwater peilopzet op de bodemdalingssnelheid van inspectieputten?
 - b. Wat is het van effect van grondwater peilopzet op de bodemdalingssnelheid van straten?
- ~~8. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op schade aan houten paalfunderingen?~~
- ~~9. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op stedelijk groen, zoals private tuinen en openbaar groen?~~
10. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater?
 - a. Wat is de waterkwaliteit van het oppervlaktewater?
 - b. Wat is de waterkwaliteit van het in de drainageleiding, en hoe verandert die waterkwaliteit na de realisatie van het AGWP-systeem?
 - c. Wat is de waterkwaliteit van het grondwater, en hoe verandert die waterkwaliteit na de realisatie van het AGWP-systeem?

Onderzoeksvragen 4,8,9 en 10 worden niet onderzocht in dit Living-lab.

3.6 Methode

Om de monitoringsdoelen voor de Living-lab Almere te bereiken wordt de volgende monitoring voorgesteld:

1. Watervraag
2. Infiltratiesnelheid van het systeem
3. Grondwaterstanden
4. Bodemdaling
5. Waterkwaliteit

3.6.1 Watervraag

De watervraag van het systeem wordt bepaald in verband met de mogelijk beperkte waterbeschikbaarheid in droge perioden. Hoewel de waterbeschikbaarheid in deze wijk niet beperkend lijkt, is het bepalen van het waterverbruik voor andere locaties waar dit wel speelt relevant. Op basis hiervan weet het waterschap hoeveel water dient te worden aangevoerd.

Er wordt aangeraden om de debietmeter te combineren met de pompinstallatie. Hierdoor kan de debietmeter gebruikmaken van dezelfde elektriciteit en datacommunicatie apparatuur.

Metingen

Uit te voeren metingen:

- Debietmetingen op leiding pompsysteem als onderdeel van de pompinstallatie.
- Draaiuren pomp (en specificaties pomp)

3.6.2 Infiltratiesnelheid van het systeem

Het bepalen van de infiltratiesnelheid van het systeem heeft tot doel om vast te stellen wat de potentie is voor infiltratie, ofwel hoeveel water er maximaal kan infiltreren vanuit de drainagebuis.

Metingen

Afsluiten RWA-leidingen in inspectieputten, falling-head proef door vol laten lopen van RWS via tankwagen, en waterhoogte meting met loggers.

Deze worden uitgevoerd op 2-3 locaties. De metingen worden aan het begin van de meetperiode uitgevoerd. Afhankelijk van de benodigde inspanning wordt ook een meetronde aan het einde van het project voorzien.

Reiniging van het systeem in de wijk Tussen-de-Vaarten staat gepland voor 2025 wordt in de loop van het jaar uitgevoerd door de gemeente. De reiniging vormt geen onderdeel van het project.

Uitvoering aan het begin van de monitoring: Q1 2025

3.6.3 Grondwaterstanden

De grondwaterstanden worden gemeten voor het bepalen van:

- Effect van AGWP-systeem op grondwaterstand
- Reikwijdte van effect van AGWP-systeem
- Interactie waterpeil in drainage en grondwaterpeil

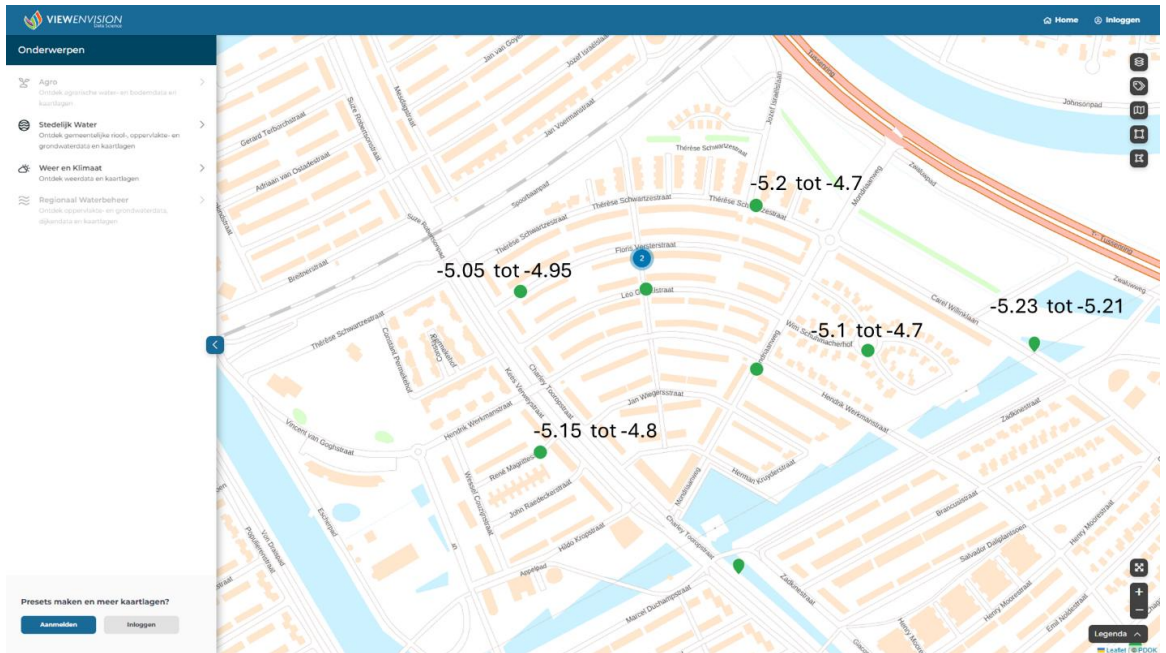
De monitoring vindt plaats op basis van het huidige meetnet en een aanvullend meetnet voor de duur van het project.

De metingen zullen starten in Q1 2025 en zullen worden uitgevoerd voor een periode van 1.5 jaar.

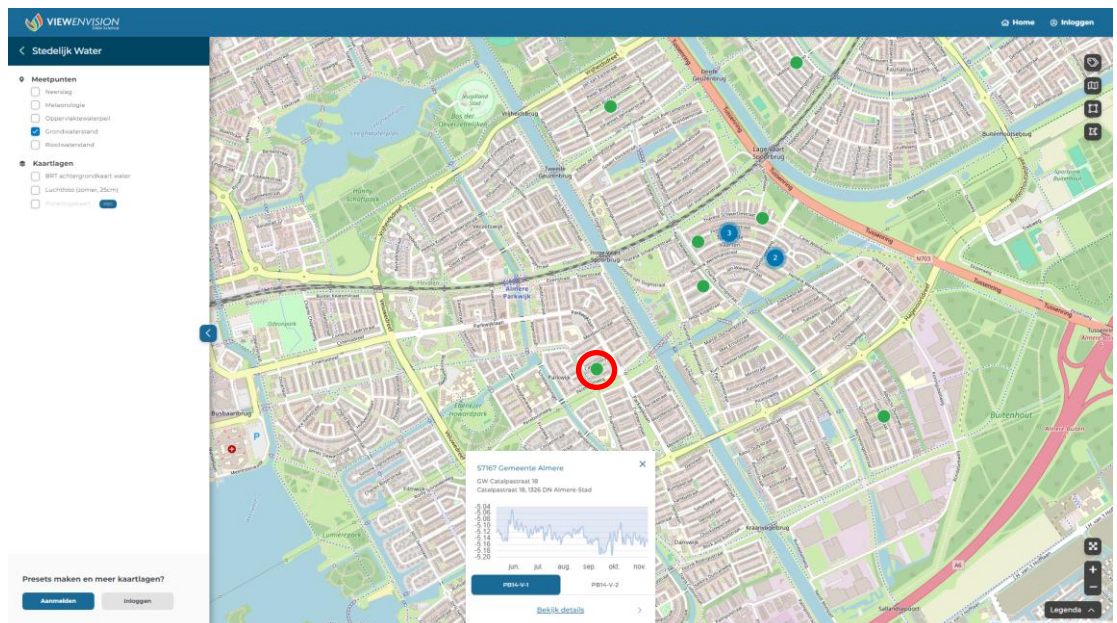
Hierdoor zijn data beschikbaar voor 2 relatief droge perioden (lente/zomer) waardoor de watervraag en effectiviteit van het systeem kan worden bepaald. Na de eerste zomer kan op basis van de metingen eventueel besloten worden het systeem iets aan te passen.

Huidig meetnet

Het huidige meetnet is gericht op het inzicht verkrijgen in het huidige systeem om zo de veranderingen te kunnen kwantificeren. Daarnaast is er 1 transect van peilbuizen gemaakt loodrecht op het huidige drainagesysteem om zo de reikwijdte te kunnen bepalen. Het huidige systeem biedt een goede basis.



Figuur 3-10: Bestaande meetpunten in wijk Bron: ViewEnvision.



Figuur 3-11 Locatie bestaande diepe peilbuis WVP1 buiten de wijk Tussen-de-Vaarten, Bron: ViewEnvision.

Aanvullende grondwatermetingen

Voorgesteld wordt om het bestaande grondwater meetnet uit te breiden met:

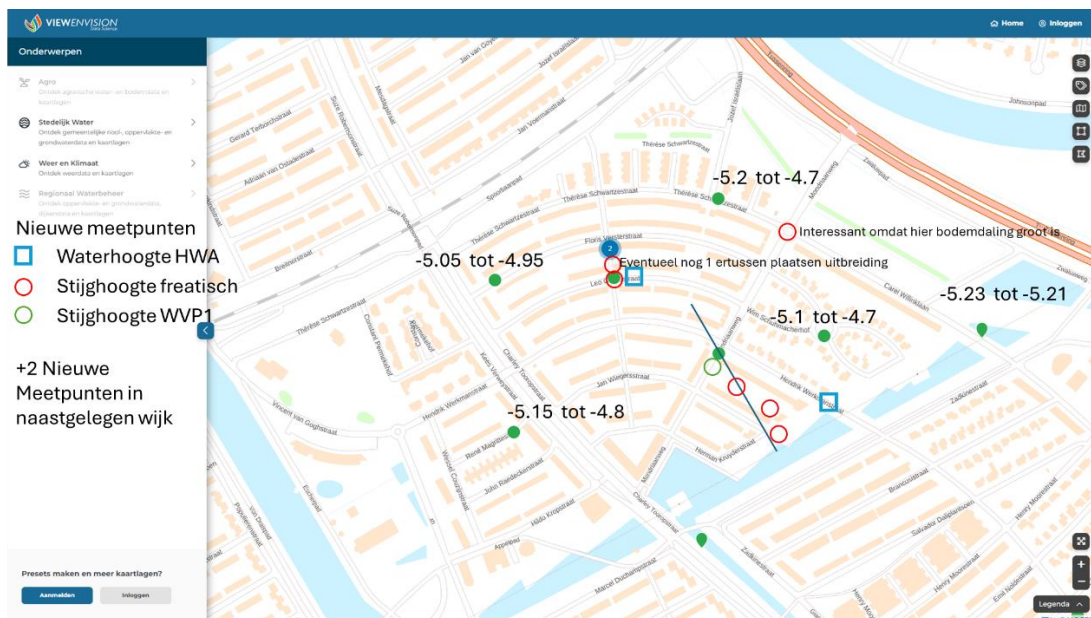
- Uitbreiding bestaande transect met 1 meetpunt direct naast de drainage buis om te bepalen hoe snel het systeem reageert op schommelingen in waterhoogte in het RWA/drainage stelsel en tweede meetpunt tussen bestaande meetpunten - **2 peilbuizen**
- Tweede transect richting het oppervlaktewater aan de zuidzijde met 3 meetpunten in het cunet van verschillende straten. Dit levert inzicht in het drainerende effect van het oppervlaktewater waar het peil hetzelfde blijft en ten opzichte van de infiltrerende werking van het AGWP-systeem

(bodemdaling is nu het grootste dicht bij het oppervlaktewater, wordt dit tegengegaan door AGWP?) – **3 peilbuizen**.

- 1 Extra peilbuis op locatie met meeste bodemdaling – **1 peilbuis**.
- Twee peilbuizen ter referentie in wijk ten zuiden van Tussen-de-Vaarten – **2 peilbuizen**

Daarnaast wordt voor het bepalen van de kwel/infiltratie in de wijk:

- Een diepe peilbuis in het eerste watervoerende pakket (ca -11 tot -15 NAP) om kwel/wegzijging in beeld te hebben – **1 diepe peilbuis**



Figuur 3.-3-12 Nieuw in te richten meetpunten

3.6.4 RWA meetpunten

Doel van het meten van de waterhoogte in het RWA-stelsel is het bepalen van de waterhoogte in daaraan gekoppelde drainagestelsel. Door metingen van de waterhoogte in het RWA-stelsel kan de interactie tussen het water in het drainage-stelsel en het grondwater worden bepaald. Daarnaast wordt in de buurt van de pomp voor de drainage een telemetrische waterhoogte meter geplaatst om eventuele complicaties als opstuwung, te detecteren. Het wordt niet noodzakelijk geacht op een derde punt te meten omdat de grote diameter van het RWA-stelsel naar verwachting tot een klein verhang leidt.

Op in totaal twee locaties de waterhoogte in het RWA-stelsel bepalen:

- 1 RWA meetlocatie als meetpunt telemetrisch voor sturing in en uitslagpeil
- 1 RWA meetlocatie ter hoogte van bestaande grondwater transect (1x)

Planning

- Start monitoring: Q1 2025

3.6.5 Bodemdaling

Bepalen van effect van grondwater peilopzet op afname bodemdalingssnelheid.

Huidig meetnet

De huidige informatie

- INSAR data in bezit gemeente Almere

- INSAR data Bodemdalingsskaart2.0
- Metingen puthoogte voor alle putten in de wijk. Herhaling door gemeente gepland 2025

Aanvullende hoogtemetingen

De verandering in maaiveldhoogte kan alleen over langere periode betrouwbaar bepaald worden (5-10 jaar). Dit komt doordat de snelheid van de daling van het maaiveld varieert over het jaar en tussen jaren.

Het monitoringsnetwerk kan worden ingericht om te starten met metingen en te herhalen aan het einde van het project en deze kunnen dan worden voortgezet na afloop van het project.

Allereerst wordt de daling gemeten van de inspectieputten. Deze referentie wordt gebruikt omdat de (ongelijke) daling van het rioelstelsel als veroorzaker van schade wordt gezien. Daarnaast zijn de inspectieputten al eerder (5 jaar geleden) ingemeten waardoor een langjarige trend bepaald kan worden.

Het is te verwachten dat de riolering en de rest van het maaiveld niet met gelijke snelheid dalen. Daarom wordt ook de daling van het maaiveld in een aantal transecten loodrecht op het rioelstelsel gemeten. Hiermee is het verschil in daling van de riolering, straat en tuinen te meten. Dit zal worden gedaan met behulp van referenties in de vorm van meetspijkers en mini-zakbaken.

Standaard meetspijkers kunnen gevoelig zijn voor verstoring door bijvoorbeeld belasting door zware voertuigen. Fugro heeft daarom voorgesteld om naast meetspijkers ook mini-zakbaken te plaatsen. Hiertoe wordt een plaat ingegraven met daaraan een pin die aan het oppervlak als referentiepunt kan worden gebruikt. Er wordt voorgesteld om in de buurt van de aan te brengen meetspijkers ook zakbaken te plaatsen waardoor een vergelijk gemaakt kan worden tussen beide type referentiepunten.

Om de meetdata te kunnen interpreteren wordt bij iedere mini-zakbaak een sondering uitgevoerd. De sondering geeft inzicht in de (variatie) van de bodemopbouw/slappe lagen ter plaatse mini-zakbaken en moet helpen om de variatie in bodemdalingssnelheden verkregen vanuit de INSAR data te kunnen duiden.

Voor de meting van de bodemdaling wordt voorgesteld:

- Plaatsing van 10 mini-zakbaken
- Plaatsing van 3 transecten van 6 meetspijkers/zakbouten (18 in totaal)
- Meten van bodemdaling door te meten van de bodemhoogte aan het begin en aan het einde van het project aan de hand van de hoogte van de putten, de meetspijkers en mini-zetbaken.
- Deze kunnen eenvoudig worden ingemeten en vergeleken met oudere metingen van puthoogte (als het goed is gemeten bij aanleg en bij vorige inspectieronde). Dit wordt standaard gemeten bij riool inspectie die nu voor 2025 is voorzien.
- Na afloop van het project kunnen na 1-5 jaar de metingen herhaald worden en kan worden bepaald of de bodemdalingssnelheid is afgenomen.

Voor het begrijpen en voorspellen van de bodemdaling wordt voorgesteld om:

- Een diepe boring (10 meter) uit te voeren om de bodemopbouw in detail te beschrijven. Nemen van kernen van de slappe lagen om samendrukkingproeven uit te voeren.
- Sonderingen (15 meter) uit te voeren om een ruimtelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Dit gebeurt op basis van sonderingen op 8 locaties in de wijk Tussen-de-Vaarten en 2 in de wijk ten zuiden die als referentie dient.

3.6.6

Waterkwaliteit

De waterkwaliteit wordt gemonitord voor:

- Vaststellen waterkwaliteit in relatie tot verstoppingsrisico
- Vaststellen waterkwaliteit in relatie tot grondwaterkwaliteit

Metingen

De volgende metingen worden voorgesteld:

- Watermonsters oppervlaktewater (kwaliteit)
- Watermonsters grondwater (kwaliteit) – 0-meting en laatste jaar project
- Watermonsters water in leiding (kwaliteit) – 0-meting en laatste jaar project?

De te onderzoeken water- en slibparameters worden nader bepaald door KWR.

3.7 Overzicht

Tabel 3-2 Overzicht monitoringsactiviteiten Tussen de Vaarten

Hoofdactiviteit	Uitvoering	Frequentie	Nice /Must have	Locaties	Plaatsing/ uitvoering/ ontmanteling	Controle functioneren	Herstel bij uitval/ schade	Data verwerking
Systeem status								
Infiltratieproef	Vorbereiding, Proef	1 keer tijdens project (t=0)	Must	1 of 2 keer afhankelijk van benodigde inspanning	vandervalk+degroot, Deltares	n.v.t.	n.t.b.	Deltares
Verkenning								
Bodemdaling	Eenvoudige verkennende berekeningen uitgevoerd om te bepalen wat het effect van een peilopzet	1 keer	Must	1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Deltares
Waterbalans en DWA- lekkage	Snelle analyse te doen aan de hand van de draaiuren om de afvoer van het DWA- stelsel te bepalen. De DWAAS methode is veel gebruik maar iets te uitgebreid.	1 keer	Must	1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Deltares
Bodemdaling								
Hoogtemeting - Bodemdaling	Hoogtemetingen inspectieputten	1 keer tijdens project	Must	20 putten	Fugro	Fugro, tijdens herhalingsmeting	Afschrijven	Deltares
Hoogtemeting - Bodemdaling- meetspijkers	Hoogtemetingen zakbouten	2-3 keer tijdens project (t=0 en einde project)	Must	18	Fugro	Fugro, tijdens herhalingsmeting	Afschrijven	Deltares
Hoogtemeting - Bodemdaling- Mini Zakbaken	Hoogtemetingen zakbaken	2-3 keer tijdens project (t=0 en einde project)	Must	11	Fugro	Fugro, tijdens herhalingsmeting	Afschrijven	Deltares
Diepte grondboring (10 meter)	Mechanisch	1 keer	Must	1	Fugro	n.v.t.	Fugro	Fugro, Deltares
Waterkwantiteit								
Waterhoogte Loggers - (HWA)	Veldverkenning, aanschaf en plaatsing dataloggers	Continu	Must	1 ter hoogte van grondwater transect (bestaand)	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Waterhoogte telemetrisch meetpunt - HWA	Veldverkenning, aanschaf en plaatsing dataloggers	Continu	Must	1 Nabij pompsysteem	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Debietmeter	Veldverkenning, ontwerp en plaatsing debietmeter op buis van pomp	Continu	Must	1 bij innamepomp	Gemeente Almere	Deltares, via online portal	Gemeente Almere	Deltares
Grondwaterstand freatisch	Plaatsing peilbuizen + waterhoogte logger	Continu	Must	2 in bestaand transect 3 meetpunten in nieuw transect 1 losse extra 2 in naastgelegen wijk	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Grondwaterstand WVP1	Plaatsing peilbuis + waterhoogte logger	Continu	Must	1 diepe peilbuis	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Waterkwaliteit								
WK Bemonstering - Oppervlaktewater	Monsternamen en lab analyse	2 keer, begin en einde project	Nice to have/ must	Bemonstering oppervlaktewater aan zuidzijde wijk	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR

WK Bemonstering - Grondwater	Monsternamen en lab analyse	2 keer, begin en einde project	Nice to have/must	Bestaande peilbuis op afstand van leiding	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - Water in leiding	Monsternamen en lab analyse	2 keer, begin en einde project	Nice to have/must	Verschillende putten	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR

3.8 Planning

De installatie van het monitoringsnetwerk is gepland voor het eerste kwartaal van 2025. De monitoring zal plaatsvinden voor de periode van 18 maanden (twee zomers) en zal voor het project eindigen in het derde kwartaal van 2026.

3.9 Risico's

Met de volgende risico's wordt rekening gehouden:

- Verstopping van systeem en daardoor, afname drainerende werking en grondwateroverlast in winter. Signaleren op basis van grondwaterstanden en eventuele reiniging. Restrisico op onomkeerbare verstopping blijft.
- Door peilopzet kan de grondwaterstand te ver stijgen waardoor wortels van bomen in het grondwater terechtkomen en verdrinken wat sterfte van bomen kan veroorzaken. Beperken van dit risico door peil beperkt te verhogen
- Door verhoging van het waterniveau door de aan te brengen muurtjes en stuw in het regenwater riool wordt de afvoercapaciteit beperkt en kan wateroverlast ontstaan bij extreme neerslag. De gemeente Almere hydraulische berekeningen uitgevoerd waaruit blijkt dat dit niet zou moeten optreden.
- Door netcongestie kan mogelijk de pomp niet op het elektriciteitsnet worden aangesloten. In noodgevallen kunnen aggregaten of zonnepanelen worden geplaatst. Als alternatief kan alleen peilopzet in het drainagesysteem zonder plaatsing van pomp ervoor zorgen dat het grondwaterpeil stijgt.
- Verdwijnen/molesteren van maaiveldhoogte meetpunten (mini zakbaken, meetspijkers). Deze meetpunten komen dan te vervallen.
- Drainerende werking van DWA stelstel kan leiden tot grote afvoer van grondwater en aangevoerd oppervlaktewater. Daarnaast kunnen de wegcunetten mogelijk voor afvoer richting het oppervlaktewater zorgen. Beiden kunnen de beoogde grondwaterstand verhoging tenietdoen. Deze risico's wordt geaccepteerd en een directe oplossing is niet beschikbaar.
- Mogelijke kortsluitingen tussen het RWA en DWA. Deze zijn ooit aangelegd als noodoverstort maar zijn niet meer wenselijk. Deze zijn dus als het goed is (maar niet zeker) dichtgezet. De draaiuren van het DWA-gemaal hebben altijd een indicatie op kortsluiting met oppervlaktewater gegeven.

4 Monitoringsplan in Land van Valk Dordrecht

4.1 Inleiding

Het Land van Valk is een stedelijke wijk in Dordrecht. Het gebied wordt ontsloten door het treinspoor en de Twintighoevenweg. De naam "Land van Valk" heeft zijn oorsprong te danken aan de vorige grondeigenaren "Familie Valk".

In de jaren negentig werd een gedeelte van de riolering vervangen. Rond deze tijd, tijdens de werkzaamheden, werden er verschillende klachten over grondwateroverlast gemeld. Naar aanleiding van deze klachten is er in de jaren 90 een onderzoek uitgevoerd door Wareco (later overgenomen door Aveco de Bondt). Uit dit onderzoek is de meekoppelkans voorgesteld om een infiltratie/ drainage systeem aan te leggen. Het systeem had als doel om het hele gebied te beschermen voor overtollig grondwater door het water af te voeren en tijdens droge periodes water aan te voeren zodat bodemdaling en funderingsschade voorkomen kan worden.

In het gebied bevinden zich woningen met verschillende funderingstypen (houten paalfunderingen en funderingen op staal). In 1998 is het systeem aangelegd en in 2001 is onderzocht of het systeem naar verwachting presteerde.

Doordat het systeem geruime tijd in de bodem ligt leent de casus in Dordrecht zich uitstekend om de onderhoudbaarheid (verstopping) van het systeem te meten. Daarnaast kan onderzocht worden hoe het systeem functioneert op de lange termijn. In 2001-2002 is er door Wareco ook al onderzoek gedaan naar het functioneren en effectiviteit van het AGWP-systeem. In huidig onderzoek kunnen de resultaten van 20 jaar geleden en nu worden vergeleken.

4.2 Beschikbare gegevens

De volgende gegevens zijn reeds beschikbaar en geraadpleegd:

Gemeente

- Rapport: Grondwateronderzoek en funderingsonderzoek (tussentijds) door Gemeente Dordrecht Dienst Openbare Voorzieningen en Dienst Stadsontwikkeling (1995)
- Rapport: Effectiviteit drainage-/ infiltratiesysteem Land van Valk te Dordrecht (Definitief) door Gemeente Dordrecht (2002)
- Hoogtemetingen inspectieputten (CAD tekening)
- Tekening: pompput
- Powerpoint: Aanleg infiltratie in achtertuinen Aanleg infiltratie in achtertuinen.pptx
- Tekening: bouwjaar panden
- Tekening: daling panden
- Tekening: eigendom woningbouw
- Grafiek: gemaal 20 hoeven
- Rapport: Infiltratie/drainage systeem in het Land van Valk – onderzoeksstage vanuit Hogeschool Rotterdam (2020)
- Dwg: ReelandRIO_ drain
- Microfem Map
- Pompkelder info (e-mail)

Wim Vijfwinkel (bewoner)

- Analyse grondwaterproblemen Krommedijk
- Grondwaterstanden beide zijden Krommedijk

- Grondwaterstanden 13 april 2024

Fugro

- Bodemopbouw in Fugro Archief
- Funderingsinspectie
- Briefrapport 7014-0124-000.B02/GB, van 7 juli 2014 "Funderingsinspectie Heysterbachstraat 72-92 Dordrecht"

Aveco de Bondt/ Wareco:

- Brief: Revisie drainagesysteem Land van Valk, d.d. 1 mei 2000
- Brief: Herstelwerkzaamheden drainagesysteem Land van Valk, 1 mei 2000
- Rapport: Functioneren drainage/infiltratiesysteem Land van Valk te Dordrecht, d.d. 14 maart 2001;
- Rapport: 'Effectiviteit drainage-/ infiltratiesysteem Land van Valk te Dordrecht' definitief, Wareco, kenmerk, d.d. 4 juni 2002.
- Brief:Tussenrapportage optimalisatie infiltratiesysteem Land van Valk
- Brief: 2e Tussenrapportage optimalisatie infiltratiesysteem Land van Valk
- Brief: 3e Tussenrapportage optimalisatie infiltratiesysteem Land van Valk
- Rapport: Monitoringsplan grondwaterbeheersysteem Land van Valk
- Rapport: Gebiedsgericht drainageontwerp Land van Valk te Dordrecht, 6 april 2009
- Tekening: overzicht bovenste funderingshout
- Tekening: drainageontwerp
- 71307_01: DWG-Bestand met ligging drainage en peilbuizen

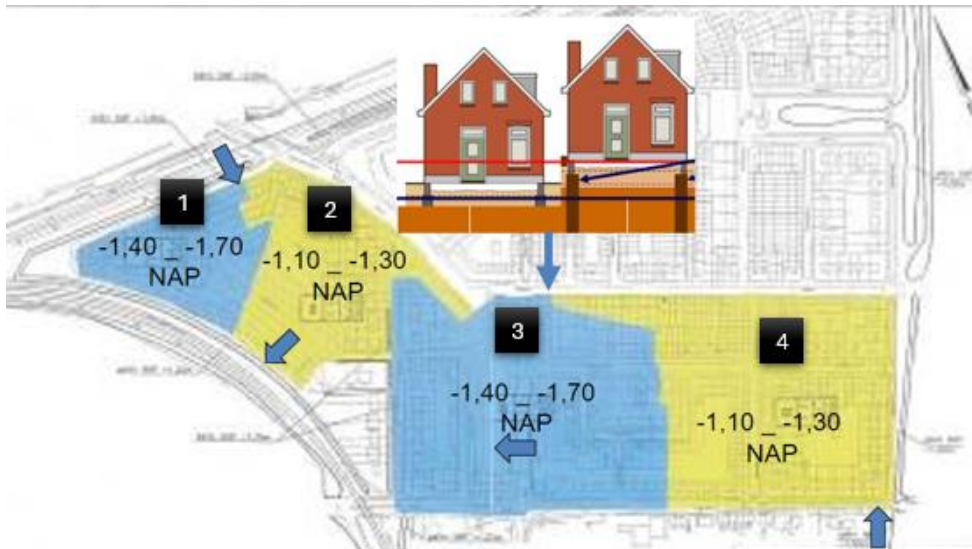
Uitgevoerde onderzoeken (rapport niet aanwezig)

- 'Grondwateronderzoek Land van Valk te Dordrecht', Wareco, kenmerk 5617/ek.713, d.d. 18 oktober 1991
- 'Grondwateronderzoek Eerste watervoerende pakket te Dordrecht', Wareco, kenmerk 5888/ek.724, d.d. 13 december 1991
- 'Grondwateronderzoek en funderingsonderzoek Land van Valk, Dordrecht', Wareco, kenmerk 71301/016ek, d.d. 16 juni 1995

4.3 Projectgebied

Het AGWP-systeem is aangelegd tussen 1998 en 1999. Het gebied is verdeeld in 4 peilvakken. Kleischermen zijn aangebracht ter hydrologische begrenzing. Figuur 5.1 geeft het totale projectgebied weer. In 2000 heeft er een verkenning van het AGWP-systeem plaatsgevonden door Wareco om te onderzoeken of de werkelijke situatie met betrekking tot ligging, aansluitingen, aanleg - en instelniveaus overeenkomt met het ontwerp.

In huidig monitoringsplan wordt ingezoomd op peilvak 3 en 4. In de onderstaande paragrafen wordt het projectgebied en de monitoring verder besproken.



Figuur 5.1 Overzichtkaart projectgebied Land van Valk te Dordrecht (bron: gemeente Dordrecht). De gele vlakken staan woningen met houten palen en de blauwe vlakken staan de staalgefundeerde woningen. Verder geven de korte blauwe peilen de stroming van infiltratie en drainagewater aan.

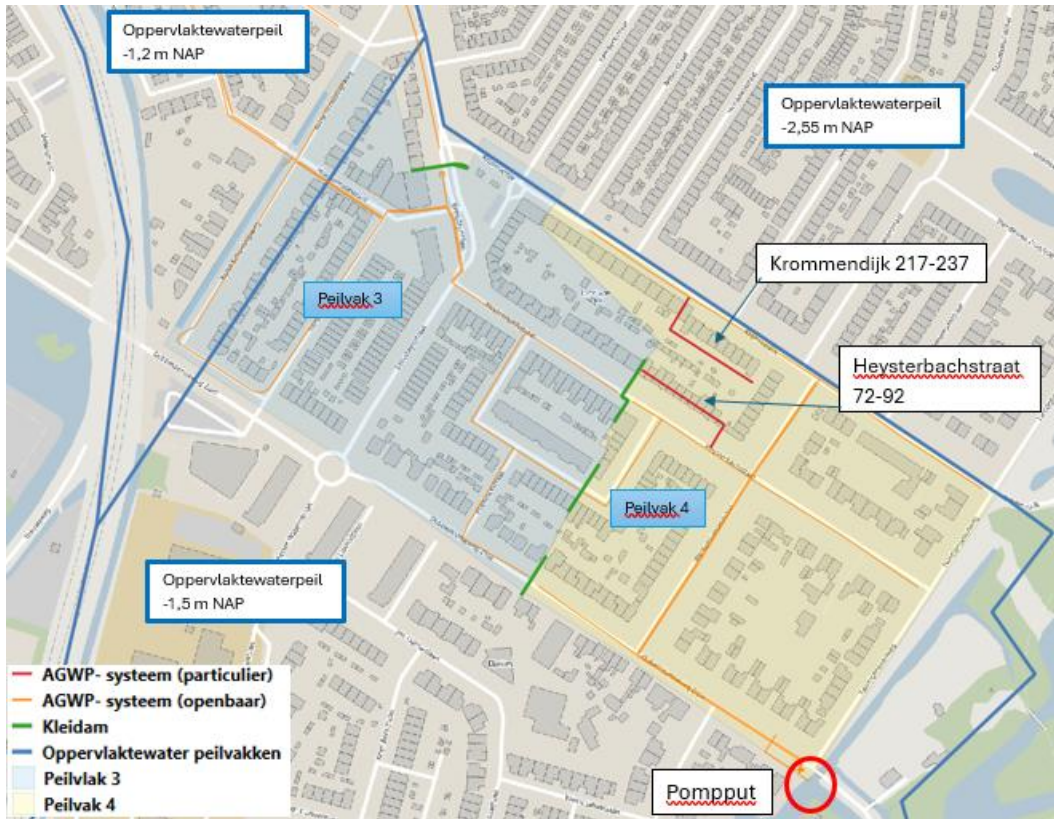
4.3.1 AGWP- systeem

Peilvak 1 en 3, waarin de huizen op staal gefundeerd zijn, functioneert het aangelegde AGWP-systeem enkel als drainage. Dit drainagestelsel is aangesloten op pompput 3-11.24 op de hoogte van de kruising van de Hoekenessestraat en de Korte Scheidingsweg. Het water wordt gepompt in de watergang langs de Korte Scheidingsweg. Peilvak 2 is in open verbinding met het oppervlaktewater. De drainage-/infiltratieleiding ligt in de Erkenstrudenstraat. Ter plaatse van peilvak 4 is een drainage- infiltratie systeem aanwezig. Het drainageniveau bedraagt $-1,1$ m NAP. De pomp staat aan de Dubbeldamseweg/ Twintighoevenweg waarbij het oppervlaktewater het systeem inpompt, indien de grondwaterstand in de monitoringspeilbuis 52 daalt tot beneden $-1,2$ m NAP (figuur 5.2). De pomp heeft een capaciteit van 6 l/s. De ligging van het AGWP- systeem is weergegeven in figuur 5.2.

Op 11 tot en met 13 september 2000 is het drainagesysteem van het onderzoeksgebied grotendeels doorgespoten. Verder ligt er een gemengde riolering in de ondergrond. Het AGWP-systeem heeft een blinde bypassleiding die tot achterin het systeem loopt om zo de aanvulling achterin het systeem goed te krijgen.

Verder blijkt uit onderzoek naar de effectiviteit van het AGWP-systeem (Wareco 2002) dat er een stijging van het infiltratiepeil in het leidingsysteem resulteert in een stijging van het grondwater bij de woningen. Een modelstudie die gebaseerd is op metingen toont aan dat een verhoging van het infiltratiepeil van 20 cm resulteert in een verhoging van de grondwaterstand met ca 12 -16 cm aan de voorzijde van de gebouwen en 8-12 cm aan de achterzijde van de woningen. Geconcludeerd wordt dat droogstand van de houten paalfunderingen zowel voor als achter de woningen worden voorkomen.

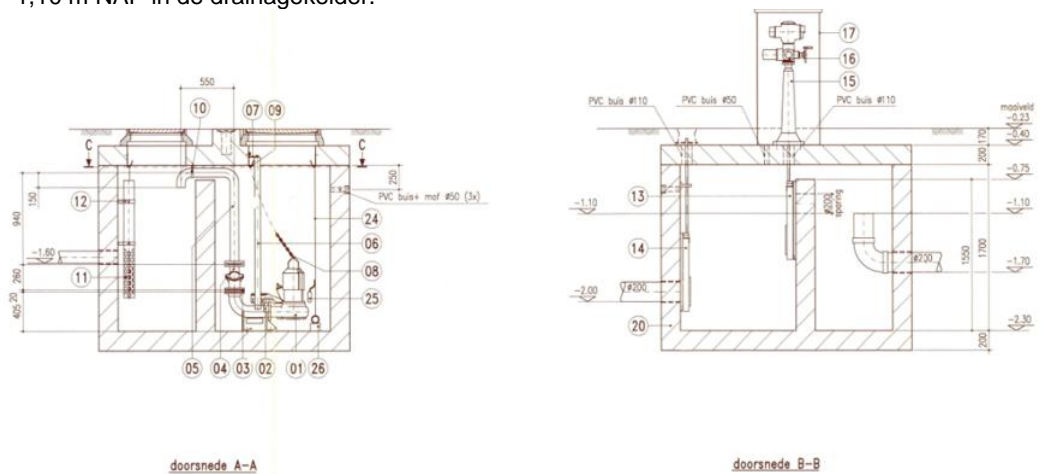
Naast het AGWP- systeem dat in de openbare ruimte ligt, hebben bewoners een particulier AGWP-systeem aangelegd in hun eigen achtertuin (figuur 5.2). De leiding ligt bij de bewoners in de achtertuin aan de Krommendijk 217-237 en onder de woningen aan de Heysterbachstraat 72-92. Aan de Heysterbachstraat 231 is een peilbuis aanwezig in de kelder. Verder is Hysterbachstraat 69-71 2 putten een kleidam aanwezig op de grens van gebouwen met staal en houten fundering. Hier is het grondwatersverschil duidelijk zichtbaar.



Figuur 5.2 Overzichtskaart projectgebied en ligging van het AGWP- systeem Land van Valk te Dordrecht ingezoomd op peilvak 3 en 4.

4.3.2 Pompkelder

Figuur 5.6 geeft het zijaanzicht van de pompkelder weer. De locatie ligt aan de kruising van de Twintighoevenweg en de Dubbeldamseweg Zuid. Met een geopende tussenschuif stagneert het peil rond -1,10 m NAP in de drainagekelder.



Figuur 5.6: Schematische zijweergave van de pompkelder die het AGWP- systeem in Dordrecht voedt.

4.3.3 Oppervlaktewater (waterpeil)

Peilvak 3 en 4 hebben een oppervlaktewaterpeil van -1,5 m NAP. De beheermarge is $\pm 0,1$ m. Het oppervlaktewater heeft een chloridegehalte van minder dan 250 mg/L en is daarmee licht brak⁶.

⁶Infiltratie/drainage systeem in het Land van Valk - een onderzoeksrapport naar de prestaties, beleid en werking van een systeem (Janson, 2020)

4.3.4 Bodemopbouw

In het onderzoeksgebied is de gemiddelde maaiveldhoogte $-0,5$ m NAP. De Krommendijk is hiervan een uitzondering met een maaiveldhoogte van $+0,5$ m NAP. De oorspronkelijke Klei en veengronden in de straten zijn in Land van Valk afgegraven en aangevuld met Zand. De wijk is integraal opgehoogd met fijn zand en puin. In de binnenterreinen is een dunne zandige ophooglaag. In de straten gaat het om een relatief dikke ophooglaag van ca. $1,5$ m en de binnenterreinen een dunne ophooglaag van ca. $0,7$ m.

Tabel 5.1 Bodemopbouw Land van Valk (Bron: rapport Effectiviteit drainage- infiltratie Land van Valk (71310.007job.rap.doc ; 4 juni 2002)

Laag	Lithologie	Dikte (m)	Onderzijde toplaag (m NAP)
Ophooglaag	matig fijn, soms puihoudend zand	0,5 tot 2,0 0,7 Binnenterrein 1,3 openbaar terrein	-1,3
Holoceen klei-veenlaag	klei op veen op klei	12,5	-14
Pleistoceen Zand	Fijne tot grove zanden		-16,5 tot $-20,5$

4.3.5 Grondwaterstanden

Er worden 4 grondwaterpeilvakken gedefinieerd in het onderzoeksgebied, waarvan peilvak 3 en 4 vallen in het huidige onderzoeksgebied (figuur 5.1). De peilvakken zijn door middel van een kleidam hydrologisch van elkaar gescheiden. In de zone met houtenpalen is het instelniveau gebaseerd op het voorkomen van droogstand bij de houten palen. In de andere zone wordt voornamelijk voorkomen dat er overlast is van te hoge grondwaterstanden. Uit de verkregen informatie worden de streefpeilen gehaald.

Tabel 5.2 Instelniveau grondwaterstand per peilvak (bron: 71307.006job.rap.doc)

Peilvak	Funderingstype	Instelniveau (m t.o.v. NAP)
1	Staal	-1,5
2	Houten paalfundering	-1,2
3	Staal	-1,7
4	Houten paalfundering	-1,1

4.3.6 Bebouwing

In de periode tussen 1920-1960 zijn de meeste huizen gebouwd. Het zijn voornamelijk rijtjeswoningen. Figuur 5.3 laat de bouwjaren van de woningen zien. De meeste woningen zijn voor 1950 gebouwd. Het funderingstype in de wijk is gelijk verdeeld, waarbij huizen op houten palen staan en waarbij huizen op staal zijn gefundeerd.



Figuur 5.3: Bouwjaar woningen kaart

4.3.7 Zetting

De bodemdalingskaart 2.0 geeft een ruimtelijk beeld van verschillen in bodemdalingsnelheid in het projectgebied (Figuur 5.4). In het gebied speelt voornamelijk bodemdaling door zetting een rol. Hierbij lijkt het dat het gebied met woningen met fundering op staal een grotere dalingsnelheid heeft dan het gebied met woningen op houten palen (zowel de openbare omgeving als woningen zelf). Er moet onderscheid gemaakt worden tussen funderingsschade (verzakking door aangetaste funderingen en bodemdaling). De hogere grondwaterstanden zijn voornamelijk gerealiseerd om de woningen op houten palen te beschermen tegen funderingsschade. Dit kan verder ook als gewenst neveneffect hebben dat ook de openbare omgeving (wegen en infrastructuur) minder hard zakt. In het gebied met de funderingen op staal waarbij niet het peil wordt opgezet zal de bodemdaling sneller zakken. Figuur 5.5 toont een foto van twee woningen met de 2 verschillende fundatie typen die naast elkaar staan. Hierbij is de linker woning niet gefundeerd met houten palen, deze is gezakt ten opzichte van het rechterhuis dat op houten palen is gefundeerd.



Figuur 5.4: Bodemdalingskaart 2.0



Figuur 5.5: Twee gebouwen waarvan het linker huis op staal is gefundeerd en het rechter huis op houten palen.

4.4 Deelvragen

In deze paragraaf is zijn voor de overkoepelende onderzoeksvragen (1, 2,10) aangegeven welke deelvragen (a, b, c, etc.) in Land van Volk worden onderzocht.

1. ~~Wat is de watervraag en/of lozingsbehoefte van AGWP-systemen in bebouwd gebied?~~
2. Wat is de hydraulische en hydrologische werking in en rondom de buizen van AGWP-systemen?
 - a. Hoe is de hydraulische en hydrologische werking van het systeem ten opzichte van 25 jaar geleden?
3. Hoe verloopt verstopping en regeneratie bij een bestaand AGWP-systeem?
 - a. Zijn er verstoppingen aanwezig in het bestaande systeem?
 - b. Werkt de huidige doorspuitmethode voor verbeterd functioneren?
 - c. In hoeverre functioneert het systeem beter na doorspuiten?
 - d. Welk materiaal verstopt het AGWP-systeem?
 - e. Wat is de regeneratie snelheid voor en na doorspuiten?
 - f. Infiltrereert het water de bodem in?
 - g. Is een cameraproef van toegevoegde waarde?
4. Hoe verloopt het operationeel beheer, onderhoud en monitoring in Dordrecht en kunnen andere AGWP systemen dit overnemen?
 - a. Hoe wordt het huidige AGWP systeem beheert en onderhouden (frequentie), is dit voldoende en hoe kan dit beter gemonitord worden in de toekomst?
 - b. Wat is de ervaring van bewoners over de werking van het AGWP systeem?
 - c. Hoe onderhouden de bewoners het particuliere stuk AGWP systeem?
5. ~~Wat is de invloed en reikwijdte van AGWP-systemen in bebouwd gebied voor het afvlakken van grondwaterfluctuaties?~~
6. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op bodemdaling?
 - a. Is er bodemdaling in het gebied?
 - b. Heeft AGWP gezorgd voor een afname van funderingsschade in het gebied?
 - c. Heeft AGWP gezorgd voor een afname van zetting van infrastructuur in het gebied?
7. ~~Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op zetting van infrastructuur zoals wegen en riolering?~~

8. ~~Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op schade aan houten paalfunderingen?~~
9. ~~Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op stedelijk groen?~~

10. Wat is de invloed van AGWP in bebouwd gebied op de waterkwaliteit van grond- en oppervlakte water?
- Wat is de waterkwaliteit van het oppervlaktewater en grondwater?
 - Zijn er risico's van het infiltreren en draineren van oppervlaktewater en grondwater?
 - Zijn er richtlijnen die AGWP dwingen tot uitzetten tijdens een verontreiniging?

Onderzoeksvragen 1, 5, 7,9 en 10 worden niet onderzocht in Living-lab Land van Valk.

4.5 Methode

4.5.1 Hydraulische en hydrologische werking

Om de hydraulische en hydrologische werking van het AGWP-systeem in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van sensoren die de waterdruk in het AGWP-systeem meten en peilbuizen die de grondwaterstand op verschillende afstanden van het AGWP-systeem meten. Hiervoor worden twee meetraaien gerealiseerd die bestaan uit ieder 2 peilbuizen (Figuur 5.7). Hiervoor worden zowel bestaande peilbuizen gebruikt, als vier nieuwe peilbuizen bijgeplaatst. Daarnaast zullen er op twee locaties meetpunten in het AGWP-systeem geplaatst worden. Uit analyse van deze metingen moet blijken of de werking van het drainage-/ infiltratiesysteem nog voldoet aan de ontwerpuitgangspunten van 25 jaar geleden.

Hoeveelheid nieuw aan te leggen peilbuizen

2 raaien met 2 peilbuizen per raai in peilgebied 4.

Hoeveelheid loggers

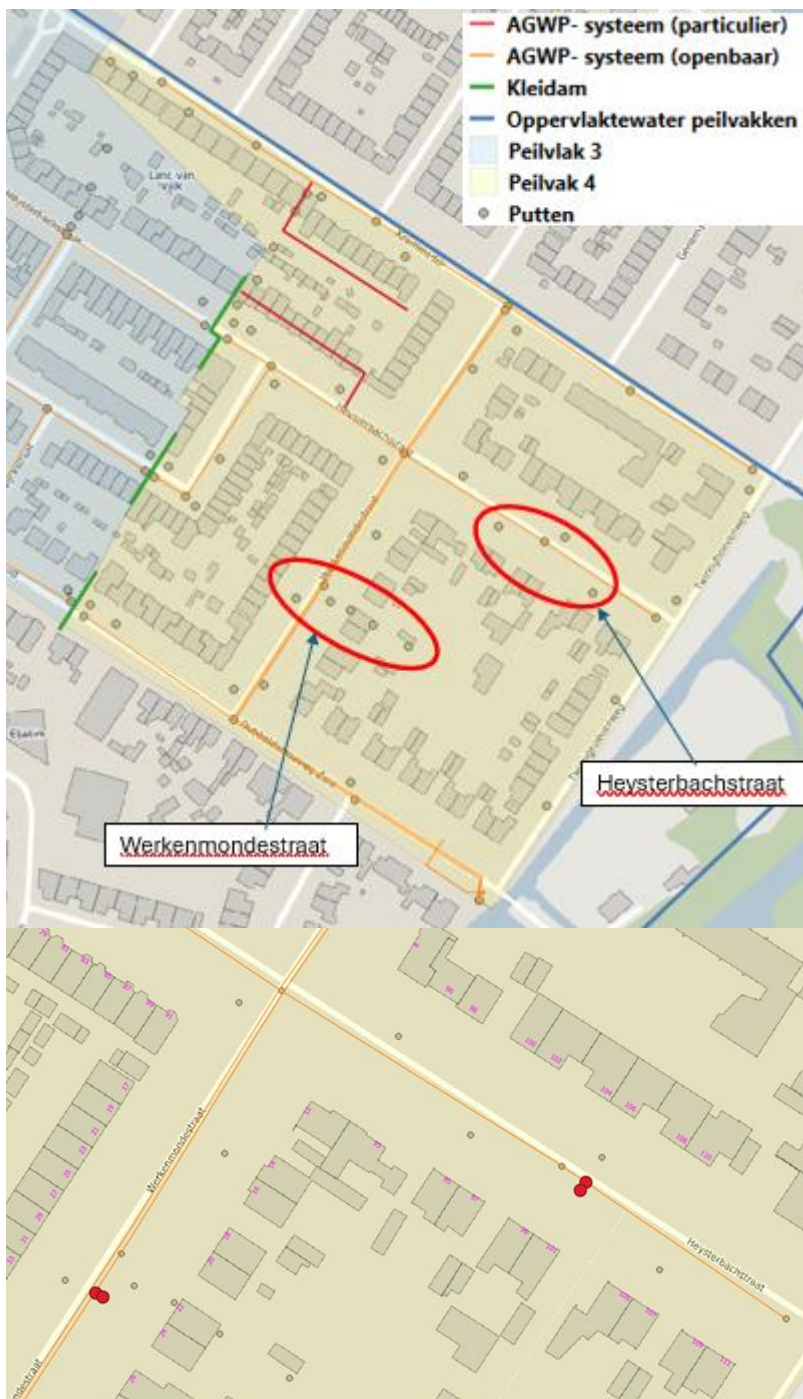
1 logger (druk, temperatuur) per peilbuis (4)

1 logger (druk, temperatuur per segment in AGWP-buis (2)

Totaal 6 loggers (druk, temperatuur)

Periode monitoring

De monitoring van de grondwaterstand duurt een half jaar startend rond maart 2025 tot en met september 2025.



Figuur 5.6: Locatie monitoring peilbuizen, nieuw aan te leggen peilbuizen zijn in rood aangegeven.

4.5.2 Verstopping en regeneratie

De verstopping en regeneratie wordt door middel van de infiltratieproef geanalyseerd. Het doel van de infiltratieproef is om de infiltratiesnelheid en de verspreidingssnelheid van het water in de omgeving te meten. Daarnaast kan de infiltratieweerstand uitgerekend worden. De infiltratieweerstand is van belang om modelmatig de werking van het AGWP-systeem te kunnen simuleren.

Voordat de infiltratieproef wordt uitgevoerd wordt er een camera inspectie gedaan. Vervolgens wordt de buis doorspooten waarna de infiltratieproef uitgevoerd gaat worden. Het doel is om te meten wat het doorspuiten voor effect heeft op de mate van regeneratie van het systeem. Verwacht wordt dat voor het schoonspuiten de weerstand hoger is dan na het schoonspuiten. Door middel van de camera inspectie wordt vervuiling opgespoord. Uit de test wordt de vraag beantwoord of een camera inspectie van toegevoegde waarde is en of de levensduur en onderhoud bepaald kan worden. Na het doorspuiten wordt opnieuw een camera inspectie uitgevoerd.

Methode

- Infiltratieproef
 - Na het doorspuiten van de twee te onderzoeken segmenten wordt de infiltratieproef uitgevoerd. Een segment van het AGWP systeem wordt door middel van afsluiters/ ballonnetje dichtgezet. Ook de straat dient afgezet te worden.
- Doorspuiten (2 mogelijke manieren)
 - Conventioneel: Spuitkop stuwt zichzelf door de buis 50 BAR
 - Aangepaste methode: minder BAR
- Camera inspectie
 - Voor en na het doorspuiten

Hoeveelheid (infiltratieproef, doorspuiten en camera inspectie)

Doorspuiten: 2x

Infiltratieproef: 2x (1 per gebied; na doorspuiten)

Camera inspectie: 4x (2 per gebied uitvoeren; voor en na doorspuiten)

Locatie (infiltratieproef, doorspuiten en camera inspectie)

De uitvoering van de infiltratieproef, schoonspuiten en camera inspectie wordt uitgevoerd op de locatie waar gemonitord wordt door middel van de nieuw geplaatste peilbuizen (Figuur 5.6). De infiltratieproef wordt beide locaties uitgevoerd.

Aandachtspunten

- De Infiltratieproef mag niet uitgevoerd worden indien het tussentijds hard regent.
- De druk die tijdens de infiltratieproef gebruikt wordt moet worden afgestemd met de gemeente.
- Het water dat gebruikt wordt tijdens de infiltratieproef dient voldoende schoon te zijn. De gemeente geeft aan welk water geschikt is.

Periode uitvoering

Zomer 2025

2 dagen benodigd om twee segmenten schoon te spuiten.

Er kunnen op 1 dag twee infiltratieproeven uitgevoerd worden.

4.5.3 Onderhoud en beheer particulier AGWP-systeem

Interview actieve bewoners: De vragenlijst wordt ter zijne tijd opgesteld. Vragen geven inzicht over het gebruik, onderhoud en werking van het Particuliere AGWP systeem. Naast het interview met actieve bewoners gaan wij de data van de bestaande peilbuizen die bij de particulieren staan analyseren.

4.5.4 Waterkwaliteit

Methode (Waterkwaliteitsbemonstering)

Het zoutgehalte en waterkwaliteit worden gemeten om het risico op verzilting en verstopping van het AGWP-systeem te bepalen. De metingen worden eenmalig uitgevoerd tijdens een droge periode, waarin naar verwachting oppervlaktewater via het AGWP-systeem in de bodem wordt geïnfiltreerd om de grondwaterstand aan te vullen

Hoeveelheid & locatie (Waterkwaliteitsbemonstering op verstopping)

1x oppervlaktewater bij pompput (waterkwaliteit)

2x water in de leiding bij voorkeur voor en achter in het systeem (waterkwaliteit)

2x slibophoping in leiding (bij voorkeur voor en achter in het systeem)

1x in alle peilbuizen (4)

Hoeveelheid & locatie (EC meting)

1x oppervlaktewater bij pompput

1x in alle peilbuizen (4)

1x in bestaande peilbuis in de wijk ten noorden zonder AGWP- systeem

1x in de AGWP- leiding bij meetpunt per segment (2)

Periode

1 dag in de zomer

4.5.5 Zetting maaiveld en zetting stalen fundering

Bodemdaling

Om bodemdaling te meten worden 2 gebieden met elkaar vergeleken.

Dit onderzoek kan alleen uitgevoerd worden als er niet te veel werkzaamheden zijn uitgevoerd in de openbare ruimte. Ruimtelijke ingrepen zoals het ophogen van de openbare weg en dergelijke moeten in kaart worden gebracht, zodat deze mee genomen kunnen worden in de Insar analyse.

Hiervoor moet wel de horizontale resolutie van Insar of Lidar voldoende zijn om dat onderscheid te kunnen maken.

De gemeente geeft aan dat de riolen allemaal opgehoogd zijn waarna geen werkzaamheden meer is uitgevoerd. Het uiteindelijke doel is om het verschil in bodemdaling tussen het gebied met houten palen en het gebied met stalen fundering te analyseren.

Benodigde informatie:

- Bodemopbouw tussen gebied houten paalfundering en stalen fundering
- Insar/ lidar data
- Informatie Sonderingen
- Informatie werkzaamheden in openbare ruimte.
- Informatie over ingemeten putdeksels
- Dataset bodemdaling van huizen (Zit in Fundermaps niet los leverbaar)

4.6 Overzicht

Hoofdactiviteit	Uitvoering	Frequentie	Nice /Must have	Locaties	Plaatsing/ uitvoering/ ontmanteling	Controle functioneren	Herstel bij uitval/ schade	Data verwerking
Systeem status								
Camera-inspectie	Uitvoering plannen met gemeente en vandervalk+degroot	4 keer (voor en na doorspuiten per segment)	Nice to have	(2) Beide segmenten met nieuwe peilbuizen	vandervalk+degroot	n.v.t.	n.t.b.	vandervalk+degroot
Doorspuiten	Uitvoering plannen met gemeente en vandervalk+degroot	2	Must	(2) Beide segmenten met nieuwe peilbuizen	Vandervalk+degroot	n.v.t.	n.t.b.	vandervalk+degroot
Infiltratieproef	Voorbereiding, Proef	2 keer, na het door spuiten per segment	Must	(2) Beide segmenten met nieuwe peilbuizen	vandervalk+degroot, Deltares	n.v.t.	n.t.b.	Deltares
Waterkwantiteit								
Waterhoogte Loggers - (AGWP systeem)	Veldverkenning, aanschaf en plaatsing dataloggers	Continu	Must	2	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Grondwaterstand freatisch	Plaatsing peilbuizen + waterhoogte logger	Continu	Must	4 (2 per raai)	Asset Insight	Deltares, via online portal	Asset Insight	Deltares
Waterkwaliteit								
WK Bemonstering - Oppervlaktewater	Monstername en lab analyse	1	Nice to have	Bemonstering oppervlaktewater bij innamepunt	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - Grondwater	Monstername en lab analyse	4	Nice to have	1 keer Bestaande peilbuis wijk ten noorden van projectlocatie, 4 in nieuwe peilbuizen	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK Bemonstering - Water in leiding	Monstername en lab analyse	2	Nice to have	2 in leiding	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
WK bemonstering slib (tijdens doorspuiten)	Monstername en lab analyse	2	Nice to have	Leiding die wordt doorgespoten	KWR	n.v.t.	n.v.t.	KWR
Bodemdaling								
Bodemdaling	Vergelijken 2 peilgebieden door middel van inmeten bestaande putten	1	Nice to have	Peilgebieden 3 en 4	Gemeente Dordrecht	n.v.t.	n.v.t.	Deltares
Onderhoud en beheer								

Onderhoud en beheer	Interview actieve bewoners	1	Nice to have	Gemeente Dordrecht	Deltares en Aveco de Bondt	n.v.t.	n.v.t.	Deltares
---------------------	----------------------------	---	--------------	--------------------	----------------------------	--------	--------	----------

4.7 Planning

De installatie van het monitoringsnetwerk is gepland voor het eerste kwartaal van 2025. De monitoring zal plaatsvinden voor de periode van 6 maanden.

Tijdslijn	2024		2025				2026	
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
Camera-inspectie 4								
Doorspuiten 2								
Infiltratieproef 4								
Camera-inspectie 4								
Plaatsen peilbuizen								
Loggers		Bestellen	Plaatsing peilbuizen					
Oppervlaktewater monster 1x								
Grondwater monster (peilbuizen)					zonnet- meter			
Water in leiding monster 2x								
interviews								
Putdeksels inmeten								

4.8 Risico's

-

A Afweging debietmeter

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl