

Notitie

Datum: 10 oktober 2019
Betreft: **Inventarisatie archiefgegevens en plan van aanpak
vervolgonderzoek bodemdaling Vogeldorp en Disteldorp,
definitief**
Kenmerk: 192219, NOT20191007
Bestemd voor: Commissie Toekomst Vogeldorp en Disteldorp
Ter attentie van: de heer G. Hieminga
Opgesteld door: mw. S. de Hilster, MSc

Aanleiding

De tuindorpen Vogeldorp en Disteldorp zijn in 1918 gebouwd en gefundeerd op een ongewapende betonnen plaat. Inmiddels zijn beide wijken beschermd als gemeentelijk monument. Gezien de zakkingsgevoelige bodem zijn de betonnen funderingsplaten verzakt met als gevolg scheefstand en scheurvorming in de gevels. Het is onbekend hoeveel de te verwachten zetting van de bodem daadwerkelijk is. De Commissie Toekomst Vogeldorp en Disteldorp heeft Wareco gevraagd een plan van aanpak (inclusief indicatieve raming van de kosten) op te stellen om de zetting van de bodem en woningen in beeld te krijgen, zodat de volgende vier onderzoeksvragen beantwoord kunnen worden:

- Hoe is de bodemsamenstelling in beide dorpen opgebouwd en is die gevoelig voor zettingen?
- Welke gegevens zijn er reeds bekend met betrekking tot zettingen in de dorpen?
- Hoe gedraagt het grondwaterpeil zich en is dat van invloed op de zettingen? Is het nodig om de grondwaterstand uitgebreider te monitoren?
- Hoe kunnen de zettingen en scheefstand van bouwblokken periodiek worden gemonitord? Wat is hiervoor de gewenste meetfrequentie?

Werkzaamheden

We inventariseren archiefgegevens en vatten beschikbare informatie samen (bouwkundig onderzoek, grondwaterstanden, bodemopbouw, historische onderzoeken, meetboutgegevens, bodemdaling gegevens) in een notitie. Daarnaast stellen we een plan van aanpak op waarin de methodiek en uit te voeren werkzaamheden om tot beantwoording van de bovenstaande onderzoeksvragen wordt beschreven.

Gebruikte gegevens

Bij de inventarisatie van archiefgegevens is gebruik gemaakt van de volgende documenten en bronnen:

1. Grondwaterstanden Waternet (<https://www.waternet.nl/ons-water/grondwater/>)
2. Dinoloket van TNO en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem)
3. Bodemdalingskaart Nederland (<https://bodemdalingskaart.nl>)
4. Gegevens meetbouten Amsterdam via Amsterdam City Data (<https://data.amsterdam.nl>)
5. Amsterdam Rainproof (<https://maps.amsterdam.nl/rainproof/?LANG=nl>)

De in de tekst vermelde cijfers tussen [] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

Inventarisatie archiefgegevens

Bodemopbouw

Algemeen

Bodemdaling heeft grote gevolgen voor de bovengrondse en ondergrondse inrichting van de stad. Er kunnen bijvoorbeeld grote hoogteverschillen ontstaan tussen gebouwen die gefundeerd zijn en de omgeving. Ondergrondse infrastructuur zoals de riolering kan beschadigen, de kans op (grond-)wateroverlast neemt toe, wegen moeten vaak worden opgehoogd, et cetera. Bodemdaling kan zorgen voor hoge onderhoudskosten voor wegen, riolering en groenvoorzieningen. Lage grondwaterstanden, zoals tijdens de droogte van 2018, kunnen daarnaast leiden tot oxidatie van het veen en daardoor een versnelling van de bodemdaling.

Niet alleen droogvallen en oxideren van veenlagen kan zorgen voor versnelde bodemdaling. Als de grondwaterstand verder dan normaal uitzakt neemt de korrelspanning in de ondergrond toe, waardoor ook zettingen optreden in andere zettingsgevoelige bodemlagen zoals klei.

De bodem in Vogeldorp en Disteldorp

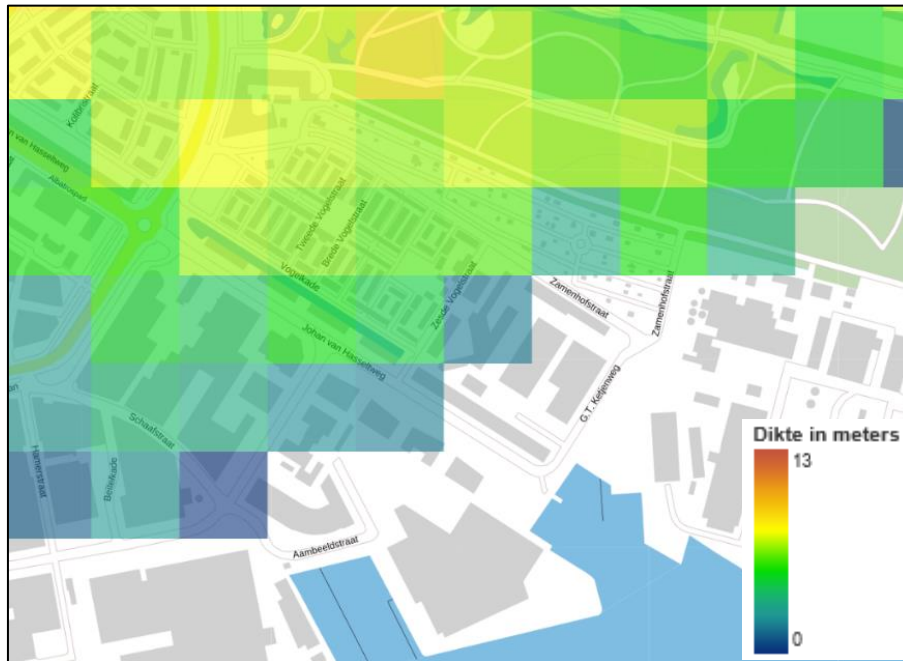
De bodemopbouw van Vogeldorp en Disteldorp is variabel, maar in de basis is de opbouw voor de beide wijken vergelijkbaar. In bijlage 1 zijn uitsneden van de bodemopbouw en boorprofielen opgenomen.

Geologisch gezien bestaat de bodem uit een antropogene (door de mens aangebrachte) deklaag van tussen de 0,5 en de 4 meter op een Holoceen pakket tot circa NAP -13,0 m. Dit pakket is aangebracht in de tijd (eind 19^e eeuw) dat de gemeente Amsterdam het gebied als stortlocatie voor onder meer bagger gebruikte. Dit bodempakket is daarom zeer heterogeen van opbouw. Onder dit pakket wordt het Holocene pakket aangetroffen, bestaande uit veen (Hollandveen) en klei met afwisselend enkele zandlaagjes. Daaronder wordt veelal het basisveen aangetroffen. Dit is een zeer ondoorlatende bodemlaag die vaak bepalend is voor de grondwaterhuishouding. De basisveenlaag is niet zettingsgevoelig. Onder het basisveen is Pleistoceen zand aanwezig tot een diepte van circa NAP -28 tot -32 m. Daaronder is de Eemklei gelegen, die in Amsterdam als geohydrologische basis (ondoorlatend voor grondwaterstroming) kan worden gezien.

Vogeldorp

Het Hollandveen in Vogeldorp bevindt zich op een diepte van circa NAP -4 m en neemt in zuidoostelijke richting in dikte af. In deze richting is de bodem ook kleiiger. Mogelijk is de Hollandveen laag in het zuidoostelijk deel van de wijk plaatselijk geheel afwezig. Zie ook figuur 1. Het basisveen is in de wijk Vogeldorp niet aaneensluitend aanwezig [2]. Plaatselijk worden ook dunne veen- en zandlaagjes aangetroffen in de bodem boven het Hollandveen, die veelal uit klei en zand bestaat. Deze bodemopbouw is gebaseerd op een diepe boring tot 21 m onder maaiveld en meerdere sonderingen die zijn geplaatst tussen 1987 en 2002 langs de Vogelkade.

Direct ten zuiden van Vogeldorp was het Johan van Hasseltkanaal gesitueerd. Dit kanaal is begin jaren '90 gedempt, ons is niet bekend welk (bodem)materiaal hiervoor is gebruikt.



Figuur 1: Inschatting dikte Hollandveen over onderzoeksgebied van Vogeldorp [2]

Disteldorp

De bodemopbouw ter plaatse van Disteldorp is kleiiger dan in Vogeldorp. Het Hollandveen wordt aangetroffen op een diepte van circa NAP -4 m en heeft een dikte van maximaal 1 m. Opgemerkt wordt dat de informatie gebaseerd is op één enkele boring uit 1981. Er is relatief weinig openbare informatie beschikbaar over de lokale opbouw, ook niet in de archieven van Wareco.

Grondwater

Als gevolg van (extreem) lage grondwaterstanden, bijvoorbeeld door de droogte van 2018, kan schade aan bebouwing en infrastructuur ontstaan. Niet alleen door droogstand van houten paalfunderingen, maar ook kunnen ongelijkmatige zettingen in de bodem zorgen voor scheefstand en scheuren. Met name veen is gevoelig voor fluctuatie van de grondwaterstanden en kan bij droogval oxideren en inklinken. Dit kan optreden wanneer grondwaterstanden lager zijn dan ooit, wat op veel plaatsen is gebeurd tijdens de droge zomer van 2018. Dit kan tot (plaatselijke) zettingen leiden en hierdoor kan schade worden ervaren. Ook klei is samendrukbaar en kan inklinken of uitzetten bij fluctuatie van de grondwaterstanden. De gevolgen voor zetting zijn hierbij doorgaans wel aanzienlijk kleiner.

De grondwaterstanden in zowel Disteldorp als in Vogeldorp worden gemeten door Waternet, als onderdeel van het grondwatermeetnet van Amsterdam [1]. De gemeente heeft een zorgplicht voor het grondwater, waarbij zij verantwoordelijk is voor het nemen van maatregelen op openbaar terrein indien het grondwater voor structureel nadelige gevolgen leidt en het doelmatig en effectief is om maatregelen te nemen (kosten wegen op tegen baten). Momenteel zijn er twee actieve peilbuizen in Disteldorp aanwezig en vier in Vogeldorp, zie [bijlage 2](#). Tabel 1 geeft een overzicht van de aanwezige peilbuizen en de statistieken van de actuele grondwaterstanden. De grondwaterstanden zijn eenvoudig in te zien via de website van Waternet [1] en zijn opgenomen in [bijlage 2a](#). In de grondwatergrafieken is te zien dat de grondwaterstand uniform fluctueert in de wijken.

Tabel 1: Peilbuisgegevens en grondwaterstatistieken

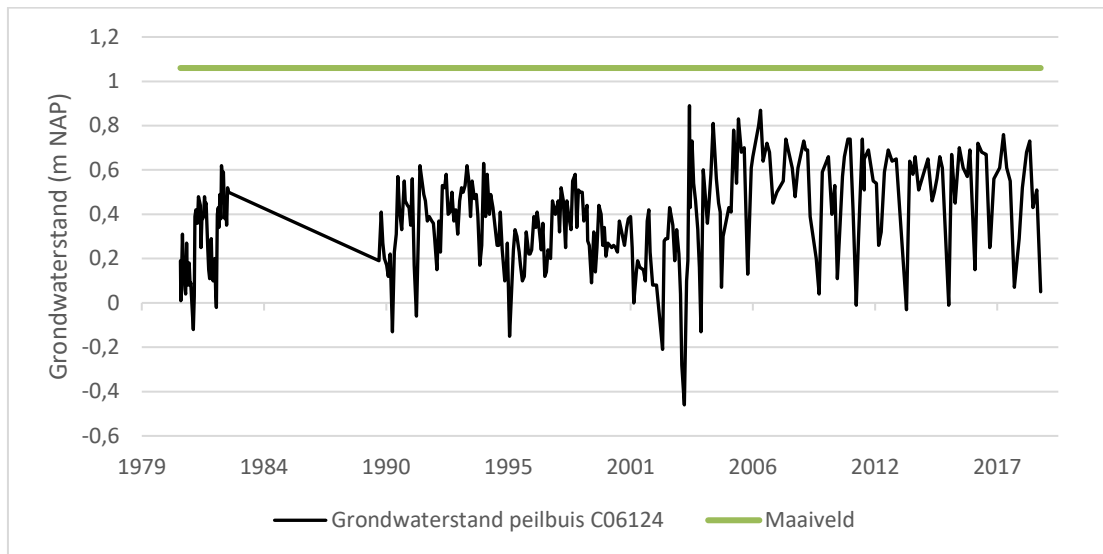
Meetpunt	X-coördinaat	Y-coördinaat	Laatste meting	Laagste gws (m NAP)	Hoogste gws (m NAP)	Maaiveld* (m NAP)	Meetperiode
Vogeldorp							
C07011	123623	488913	24-04-19	-0,54	0,65	0,76	1980-2019
C07012	123711	488857	03-07-19	-0,45	0,51	0,96	1980-heden
C07200	123549	489067	03-07-19	-0,28	0,28	1,01	1992-heden
C07281	123859	488926	30-04-19	-0,21	0,76	1,40	2009-heden
C07282	123672	489042	03-07-19	-0,31	0,32	0,94	2009-heden
Disteldorp							
C06124	122413	489475	01-07-19	-0,46	0,89	1,25	1981-heden
C06125	122487	489443	17-09-19	-0,07	0,93	1,06	1981-heden

* Maaiveldniveau ter plaatse van peilbuis (bovenkant straatpot)

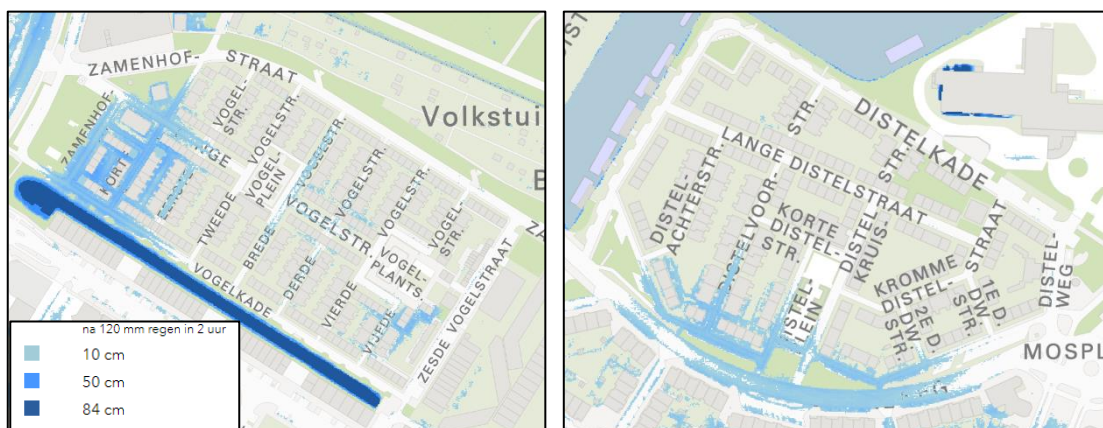
Het valt op dat de grondwaterstanden voor zowel Vogeldorp als Disteldorp altijd boven het niveau van de Hollandveen laag blijven (NAP -4 m). Ook in een situatie van extreme droogte (zomer 2018) zakten de grondwaterstanden niet tot aan de veenlaag. De kans dat oxidatie van het Hollandveen optreedt (of in de toekomst zal optreden) is daardoor nihil.

Daarnaast laten de grondwaterreeksen zien dat deze als gevolg van de droge zomer in 2018 geen lagere grondwaterstanden zijn gemeten dan voorheen (in het verleden zijn lagere grondwaterstanden gemeten dan in 2018, zie voorbeeld in figuur 2). Het lijkt dus dat het watersysteem voor beide wijken robuust is voor droogte extremen en daarom ook niet gevoelig is voor zettingen als gevolg van toenemende grondwaterfluctuatie bij klimaatsverandering. Opgemerkt wordt wel dat grondwaterstanden plaatselijk wel hoog zijn en in specifieke situaties zelfs tot dicht onder het maaiveld kunnen stijgen (peilbuizen C07011, C06124 en C06125). In combinatie met de reeds ontstane scheurvorming in de funderingsplaten van de bebouwing, kan dit mogelijk tot vochtoverlast in de woningen leiden. Door de kleine ontwateringsdiepte (afstand tussen de grondwaterstand en maaiveld) is de ruimte voor berging van regenwater beperkt. Door bodemdaling (zie volgende paragraaf) zal de ontwateringsdiepte in de toekomst nog verder afnemen. In figuur 3 is weergegeven waar het regenwater zich op straat verzameld na hevige neerslag (120 mm in 2 uur). Om de infiltratie van het regenwater de bodem in te verbeteren, zijn in het verleden grindpalen aangebracht in Vogeldorp.

Wij merken ook op dat de grondwaterstanden met een lage frequentie worden gemeten (circa 1 maal per maand). Door met een hoge frequentie te meten wordt het inzicht bij grondwaterextremen vergroot (pieken bij hevige neerslag en dalen bij droogte).



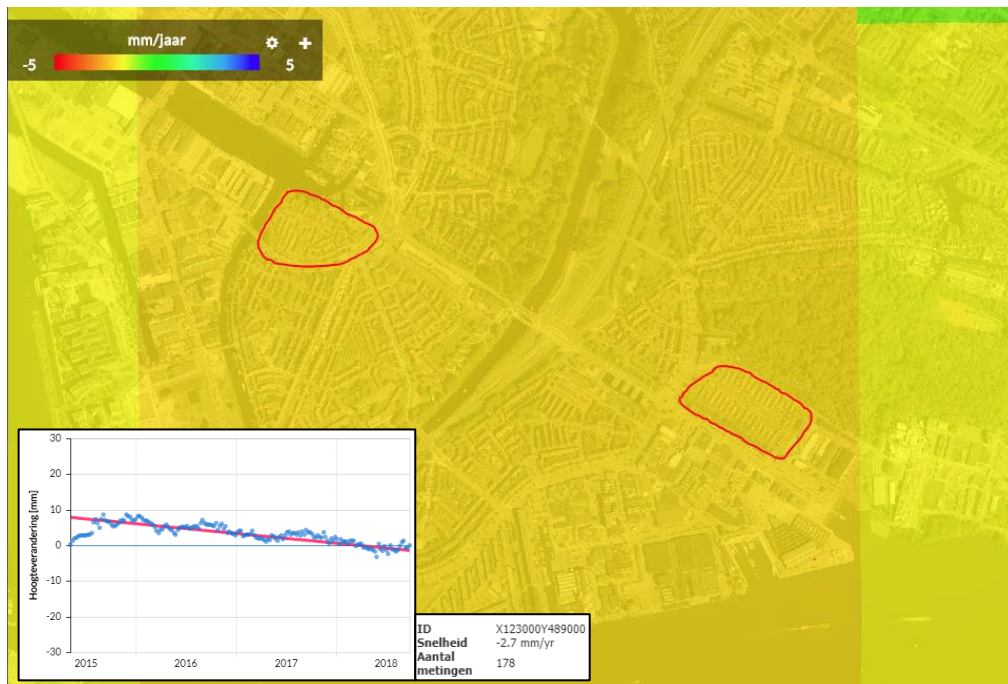
Figuur 2: Voorbeeld grondwaterreeks Disteldorp (peilbuis C06124)



Figuur 3: Waterdieptekaart bij hevige neerslag (120 mm in 2 uur) [5]

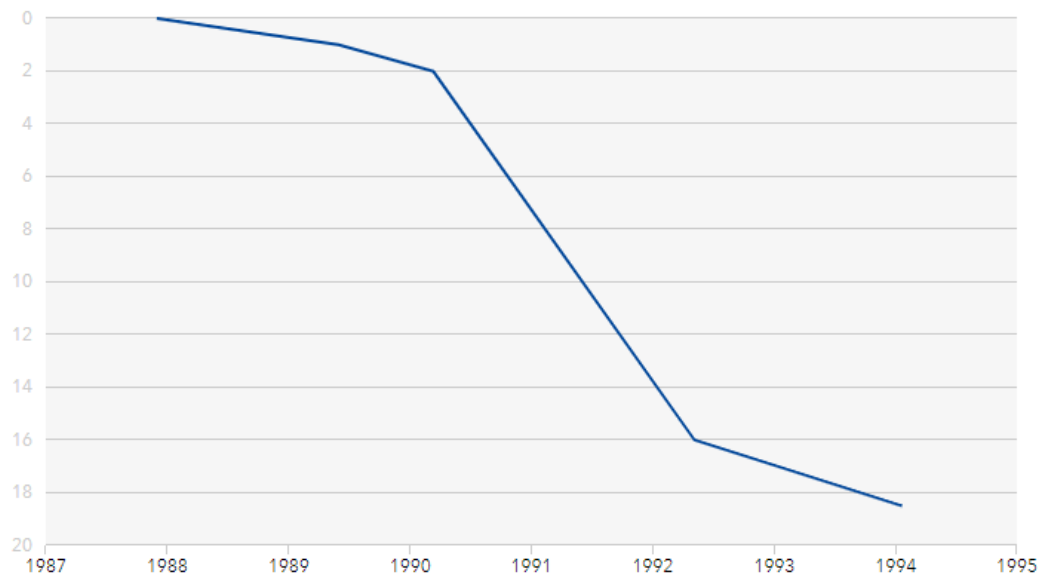
Zettingen

Inklinking van de bodem (zetting) vindt ook plaats als gevolg van een toename van de bovenbelasting (inrichting van de wijk, infrastructuur, panden et cetera). Dit is een proces wat zich in Amsterdam voordoet waarbij de bodem gestaag daalt. Uit de beschikbare databases zijn deze algemene zettingsgegevens beschikbaar voor Nederland. Uit deze gegevens volgt dat Amsterdam Noord met een gemiddelde van circa 3 mm/jaar daalt [3], zie ook figuur 4. Specifiek voor Vogeldorp en Disteldorp is geen actuele informatie beschikbaar. Wel zijn voor Vogeldorp zettingsmetingen beschikbaar in de periode dat het Johan van Hasseltkanaal is gedempt (metingen aan de Vogelkade) [4]. Als gevolg van de demping (wat neerkomt op de toevoeging van extra gewicht op de ondergrond) heeft een zakking tot circa 20 mm in één jaar plaatsgevonden. Dit geeft aan dat de verhoging van de belasting tot significante zetting kan leiden. Na circa twee jaar had de grootste restzetting als gevolg van het dempen plaats gevonden, waarna er weer natuurlijke bodemdaling van enkele mm per jaar plaats vond (zie figuur 5).



Figuur 4: Zettingsnelheid Vogeldorp en Disteldorp op basis van de bodemdalingskaart [3]

Zakking cumulatief (mm)



Figuur 5: Zettingsnelheid Vogelkade voor, tijdens en na de demping van het Johan van Hasselkanaal [4]

Conclusie en plan van aanpak

Conclusie

De bodemopbouw in zowel Vogeldorp als Disteldorp is zeer heterogeen. Dit heeft vooral te maken met de wijze waarop de bodem door menselijk handelen is opgehoogd (stort van bagger en grond). Ook de zettingsgevoeligheid van de wijk hangt hiermee samen. Sommige delen zullen door de heterogeniteit van de bodem gevoeliger zijn voor zettingen dan andere. Behalve de algemene zettingsgegevens via de Nederlandse Bodemdalingkaart, zijn er geen gedetailleerde zettingsgegevens beschikbaar voor Vogeldorp en Disteldorp.

De grondwaterstand in beide wijken blijft ten alle tijden boven de zettingsgevoelige Hollandveenlaag. De kans op oxidatie, en dus bodemdaling, als gevolg van extreem lage grondwaterstanden is hierdoor nihil. Het watersysteem in de wijken is robuust tegen droogte, daarentegen komen plaatselijk wel grondwaterstanden tot vlak onder het maaiveld voor.

Plan van aanpak

Om op detailniveau te kunnen bepalen welke delen van de wijken Vogeldorp en Disteldorp gevoelig zijn voor bodemzettingen, stellen wij voor om de onderstaande stappen te nemen. Vanwege de vergelijkbare gegevens op het gebied van bodemopbouw en grondwaterstand voor de twee wijken, hebben wij ervoor gekozen geen onderscheid in plan van aanpak te maken.

Stap 1

Wij adviseren om de zettingen en zettingssnelheid per wijk vlakdekkend in kaart te brengen. Dit kan bijvoorbeeld via SkyGeo (www.skygeo.com), waarbij satellietbeelden met hoge resolutie (3 x 3 m) worden gebruikt om zettingen in kaart te brengen. Aan de hand van de gedetailleerde zettingskaart kan een overzicht worden gemaakt van zettingssnelheid en ook daarmee ook gevoeligheid van locaties voor zetting. Onze voorkeur gaat uit naar het gebruik van SkyGeo boven het gebruik van meetboutjes in de gevels van woningen. Omdat al vele jaren aan zettingsdata beschikbaar is via SkyGeo, kan direct een gedetailleerde analyse gemaakt worden van de zettingen in de wijken. De informatie van SkyGeo kan worden ingezet om naderhand te bepalen waar het zinvol is om de bodemopbouw/ grondwaterstanden verder in kaart te brengen en waar/hoe maatregelen kunnen bijdragen om de situatie eventueel te verbeteren.

Stap 2

Wij adviseren de grondwaterstanden met hogere frequentie te gaan meten om de inzichten van extremen op de grondwaterstanden ook inzichtelijk te krijgen. Dit niet alleen vanuit het oogpunt van maaiveld daling, maar ook vanuit het risico voor grondwateroverlast. Wij stellen voor om minimaal in twee peilbuizen per wijk hoogfrequent te bemeten. In de onderstaande indicatieve kostenraming zijn we ervan uit gegaan dat de peilbuizen van Waternet niet bruikbaar zijn voor hoogfrequente grondwaterstandsmetingen, en daarom twee nieuwe peilbuizen per wijk worden geplaatst.

Stap 3

Als uit de gegevens van SkyGeo blijkt dat een deel van Vogeldorp of Disteldorp zeer gevoelig is voor bodemzettingen, kan er alsnog voor gekozen worden om in deze woningen meetboutjes te plaatsen. Na plaatsing en de nulmeting bevelen we aan om de meetboutjes na 1 kwartaal opnieuw in te laten meten. Afhankelijk van de zettingssnelheid kan de meetfrequentie dan worden aangepast. Bij een zettingssnelheid van minder dan 4 mm/jaar kan een meetfrequentie van 1 keer per half jaar worden aangehouden, bij een zettingssnelheid van meer dan 4 mm/jaar bevelen we een meetfrequentie van 1 keer per kwartaal aan. In de indicatieve kostenraming zijn we uitgegaan van het plaatsen van 50 meetboutjes per wijk. We bevelen aan een meetbout per bouwmuur te plaatsen bij de gevoelige bebouwing, een voorbeeld is opgenomen in figuur 6.



Figuur 6: Voorbeeld van te plaatsen meetboutjes in bouwmuren in Disteldorp.

Een indicatieve kostenraming voor het uitvoeren van de bovenstaande stappen is opgenomen in tabel 2.

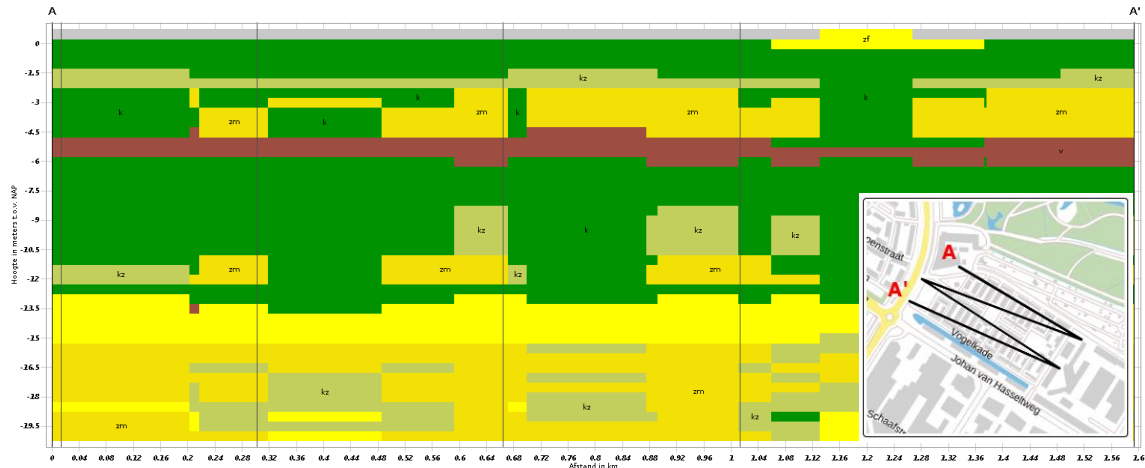
Tabel 2: Indicatieve kostenraming uitvoeren vervolgonderzoek Vogeldorp en Disteldorp

Onderdeel	Kosten in €, exclusief BTW**
Vogeldorp	
Zettingsanalyse via SkyGeo*	2.500,00
Plaatsen twee peilbuizen inclusief hoogtemeting	1.100,00
Hoogfrequente grondwatermonitoring in twee peilbuizen per jaar (exclusief plaatsen en verwijderen sensoren)	700,00
Plaatsen en nulmeting 50 meetboutjes	1.500,00
Herhalingsmeting meetboutjes (uitgaande van circa 1 dag werk)	800,00
Disteldorp	
Zettingsanalyse via SkyGeo*	2.500,00
Plaatsen twee peilbuizen inclusief hoogtemeting	1.100,00
Hoogfrequente grondwatermonitoring in twee peilbuizen per jaar (exclusief plaatsen en verwijderen sensoren)	700,00
Plaatsen en nulmeting 50 meetboutjes	1.500,00
Herhalingsmeting meetboutjes (uitgaande van circa 1 dag werk)	800,00
Totaal	€13.200,00
* 1 jaar toegang tot satelliet/zettingsgegevens van 2016 – heden, inclusief analyse	
** De kosten opgenomen in deze tabel zijn gebaseerd op kentallen van Wareco en zijn exclusief eventueel aanvullende project- en advieskosten	

BIJLAGEN

BIJLAGE 1: Bodemopbouw Vogeldorp en Disteldorp

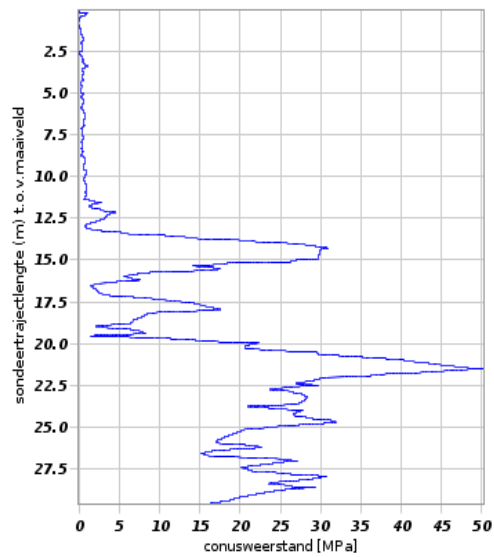
Bodemopbouw Vogeldorp



Figuur 1: Doorsnede bodemopbouw Vogeldorp op basis van GeoTOP [2]

Geotechnisch sondeonderzoek BRO

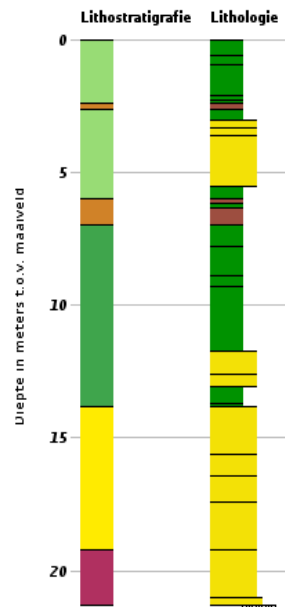
BRO-ID: CPT000000047646
Aangeleverde coördinaten: 123642.000, 488897.000 (RD)



- | Lithostratigrafie | Lithologie |
|-------------------|-----------------------|
| NAWA | Klei |
| NI | Zand midden categorie |
| NIHO | Veen |
| NAWO | |
| BX | |
| KR | |

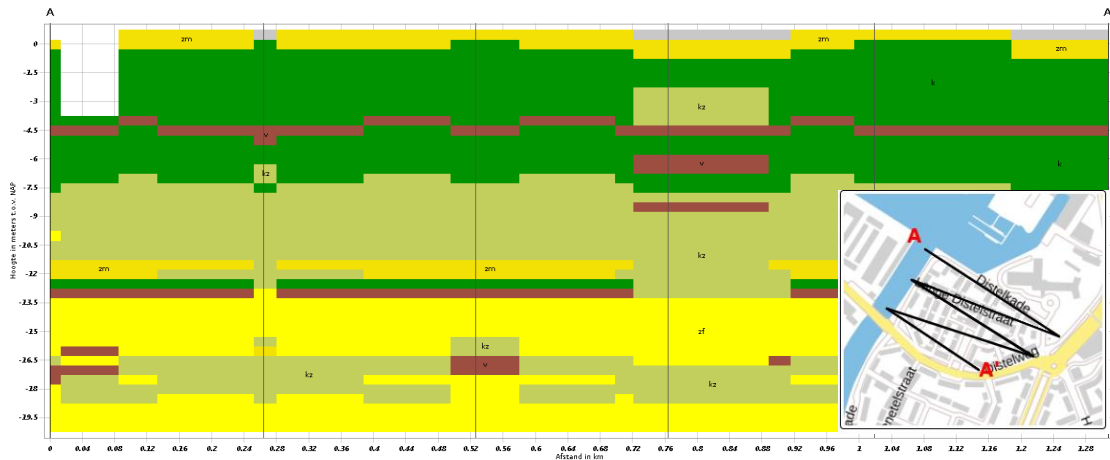
Boormonsterprofiel

Identificatie: B25E0260
Coördinaten: 123624, 488934 (RD)
Maaiveld: 1.14 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 21.30 m



Figuur 2: Boring en sondering uitgevoerd in Vogeldorp [2]

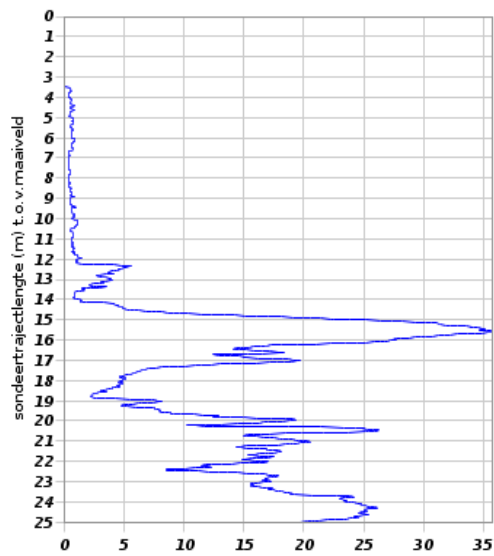
Bodemopbouw Disteldorp



Figuur 3: Doorsnede bodemopbouw Disteldorp op basis van GeoTOP [2]

Geotechnisch sondeonderzoek BRO

BRO-ID: CPT000000007603
Aangeleverde coördinaten: 122596.000, 489374.000 (RD)



Lithologie

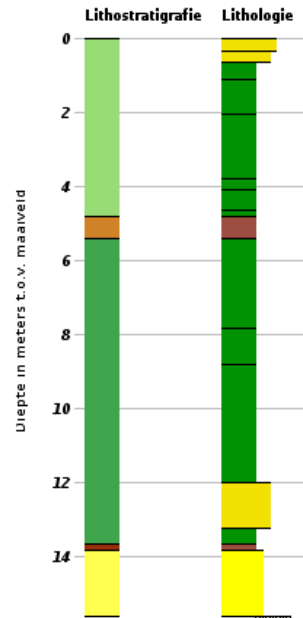
- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Veen

Lithostratigrafie

- NAWA
- NIHO
- NAWO
- NIBA
- BXWI

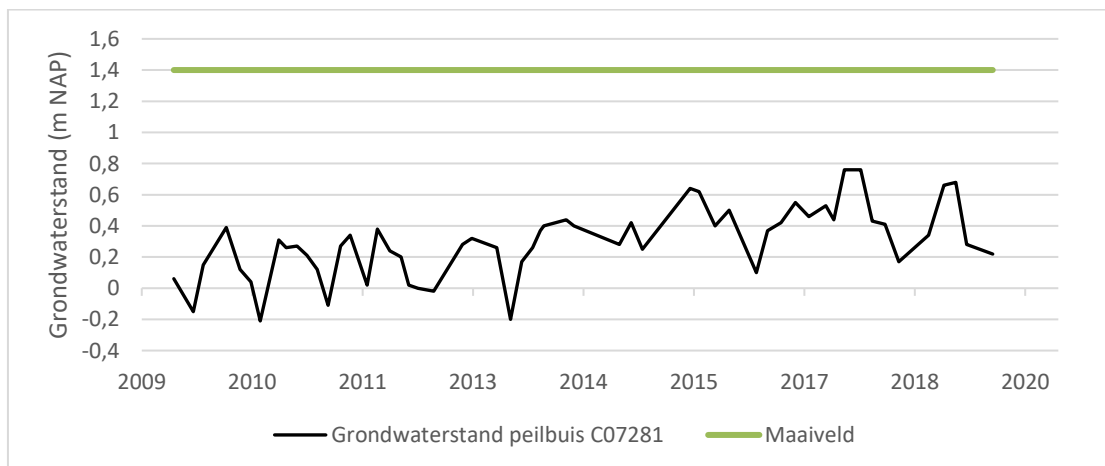
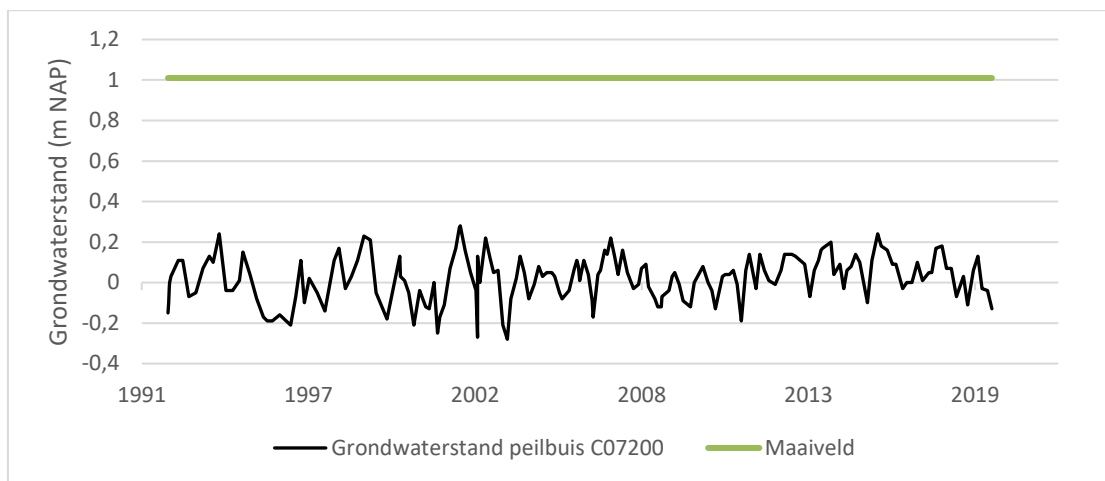
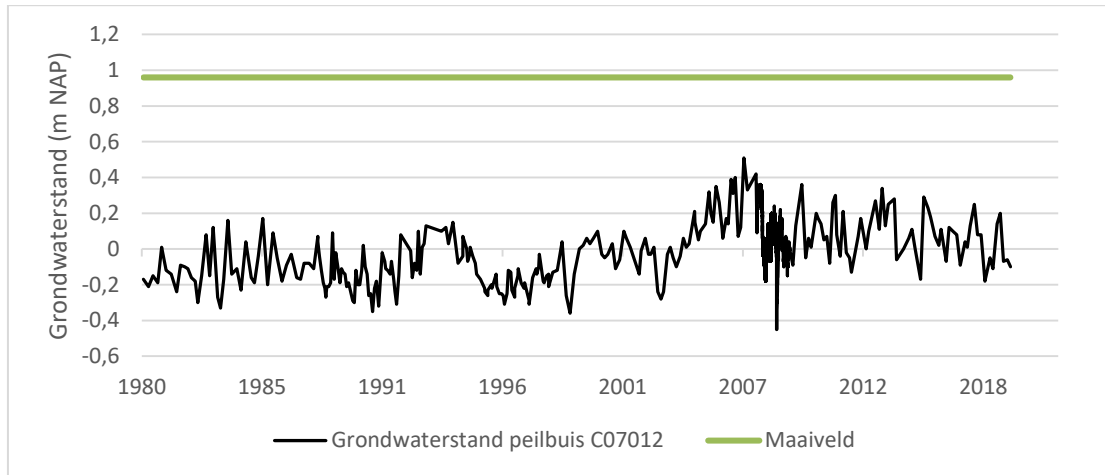
Boormonsterprofiel

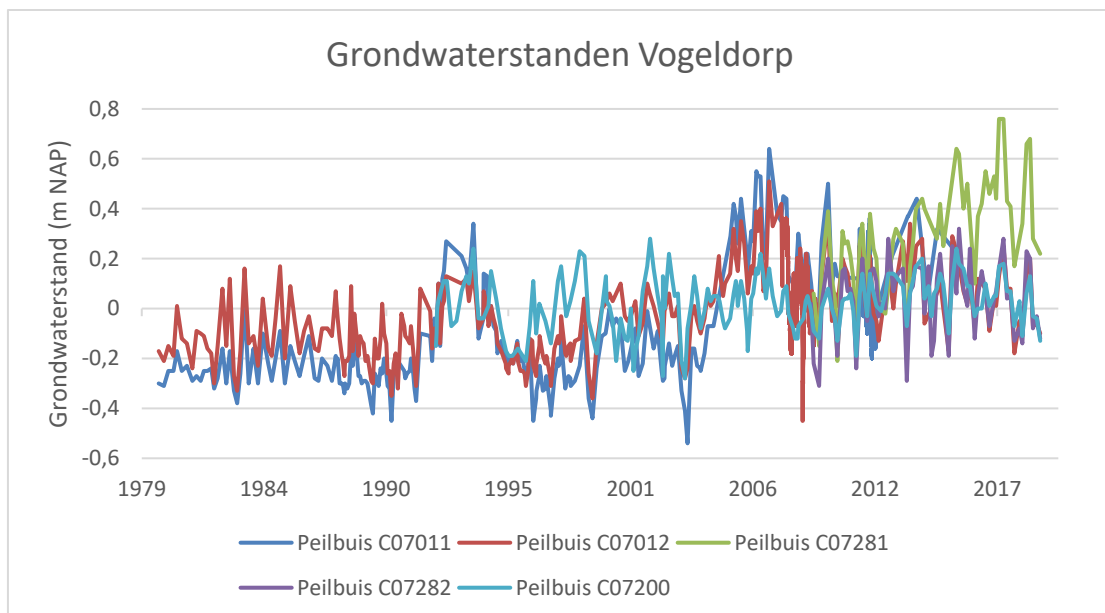
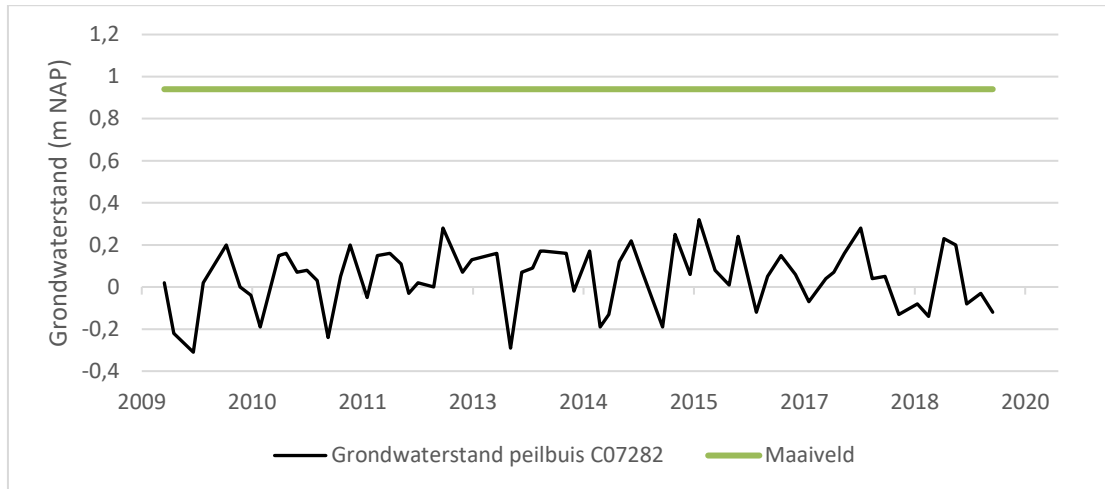
Identificatie: B25E0547
Coördinaten: 122400, 489460 (RD)
Maaiveld: 1.11 m t.o.v. NAP
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 15.60 m



Figuur 4: Boring en sondering uitgevoerd in Disteldorp [2]

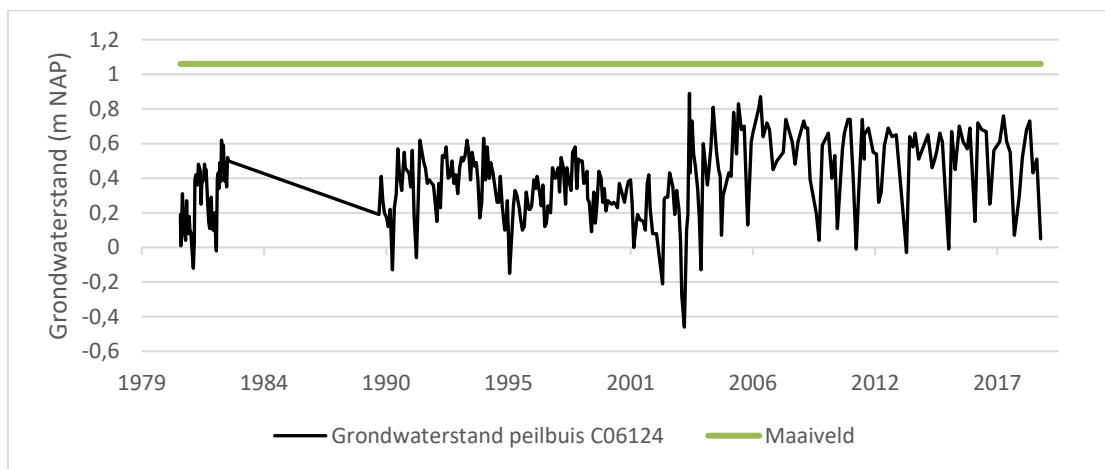


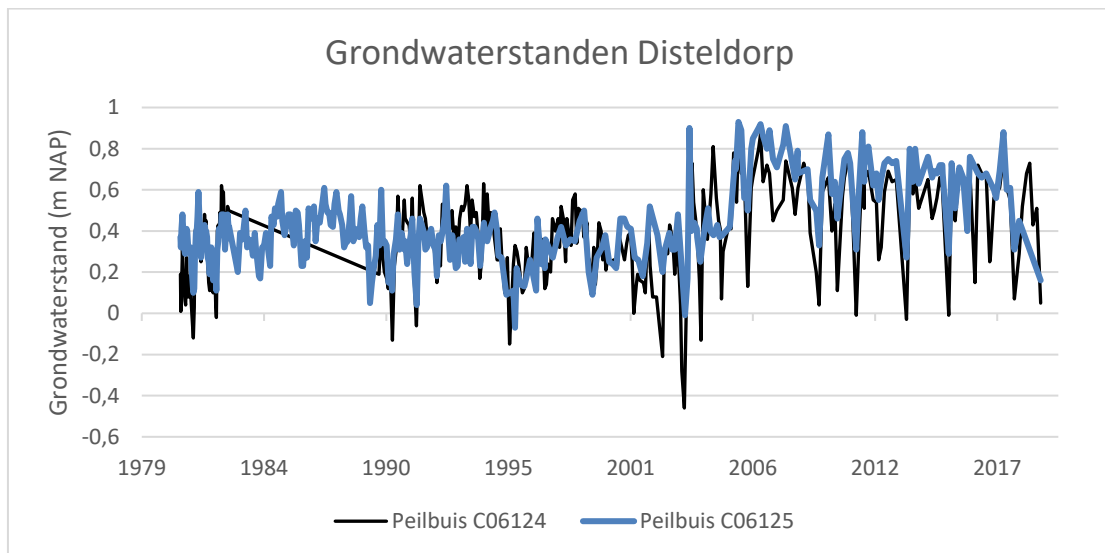
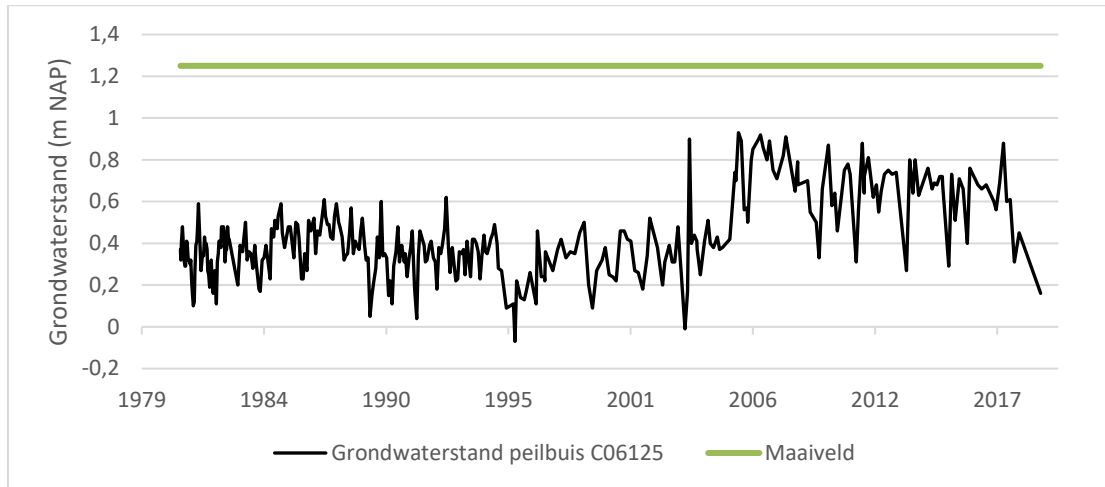




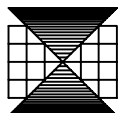
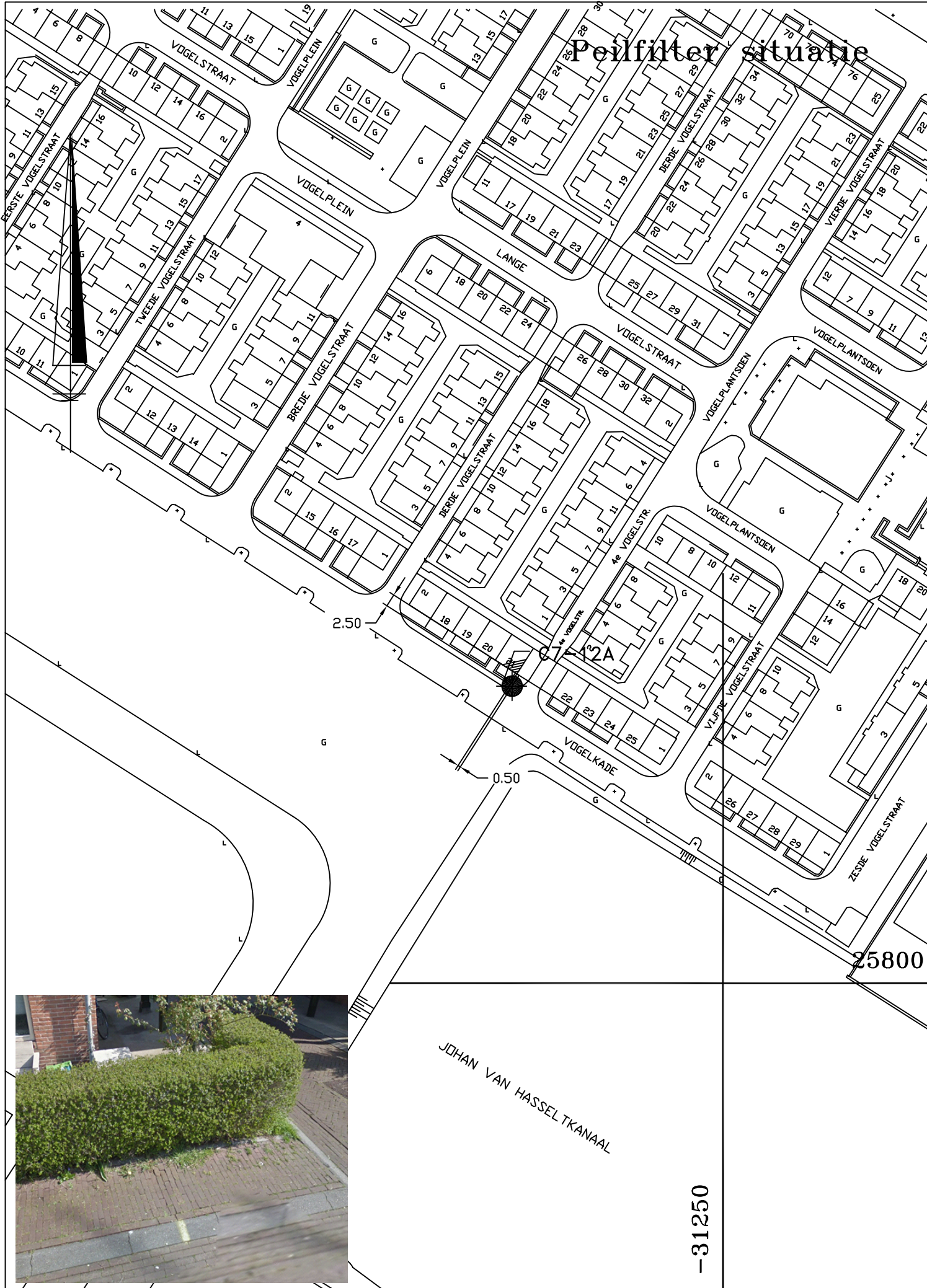


Figuur 2: Locatie actieve peilbuizen Disteldorp (in blauw)





Peilfilter situatie



OMEGAM

96/07/10

Rioleringen

Ad/Ab/Ma./RI

X=-31291

Y= 25858

C07012

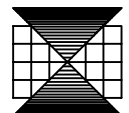
GEOTECHNIEK PEILFILTERNET

Schaal 1 : 1000

Pr.Nr. 2651

Doc. 6A

Peilfilter situatie



OMEGAM

96/07/10

Rioleringen

Ad/Ab/Ma/Ri

X = -31449

Y = 26066

C07200

GEOTECHNIEK PEILFILTERNET

Schaal 1 : 1000

Pr.Nr. 6507

Doc. 3A



Onderzoek & Projecten
Afdeling O&A

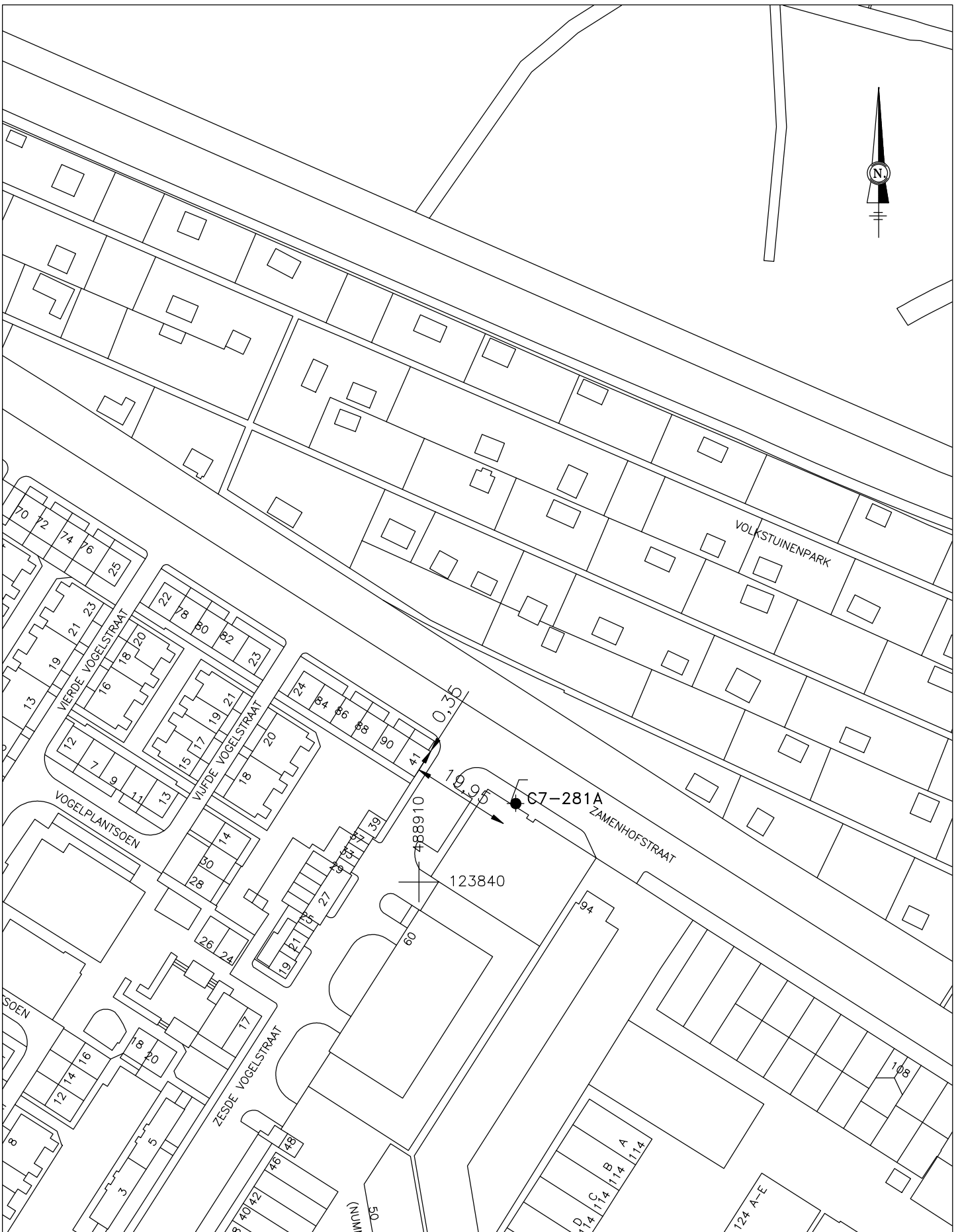


Korte Ouderkerkdijk 7
1096 AC Amsterdam

x: 123672
y: 489042

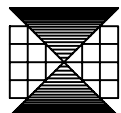
Situatie peilfilter C07282

proj. : Peilfilternet	project : 63988-3	
get. : R. Goderie	schaal : 1:1000	A4
dat. : 09-04-2009	Bijlage : 1	/V01
gew. : -	controle : proj. leider	



Peilfilter situatie

JOHAN VAN HASSELT KANAAL - WEST



OMEGAM

96/07/04
Omegam
 Ad/Ab/Ma/RI

X = -32587
Y = 26474

GEOTECHNIEK PEILFILTERNET

C06124

Schaal 1 : 1000
Pr.Nr. 3449
Doc. 40A