



Datum
8 december 2021

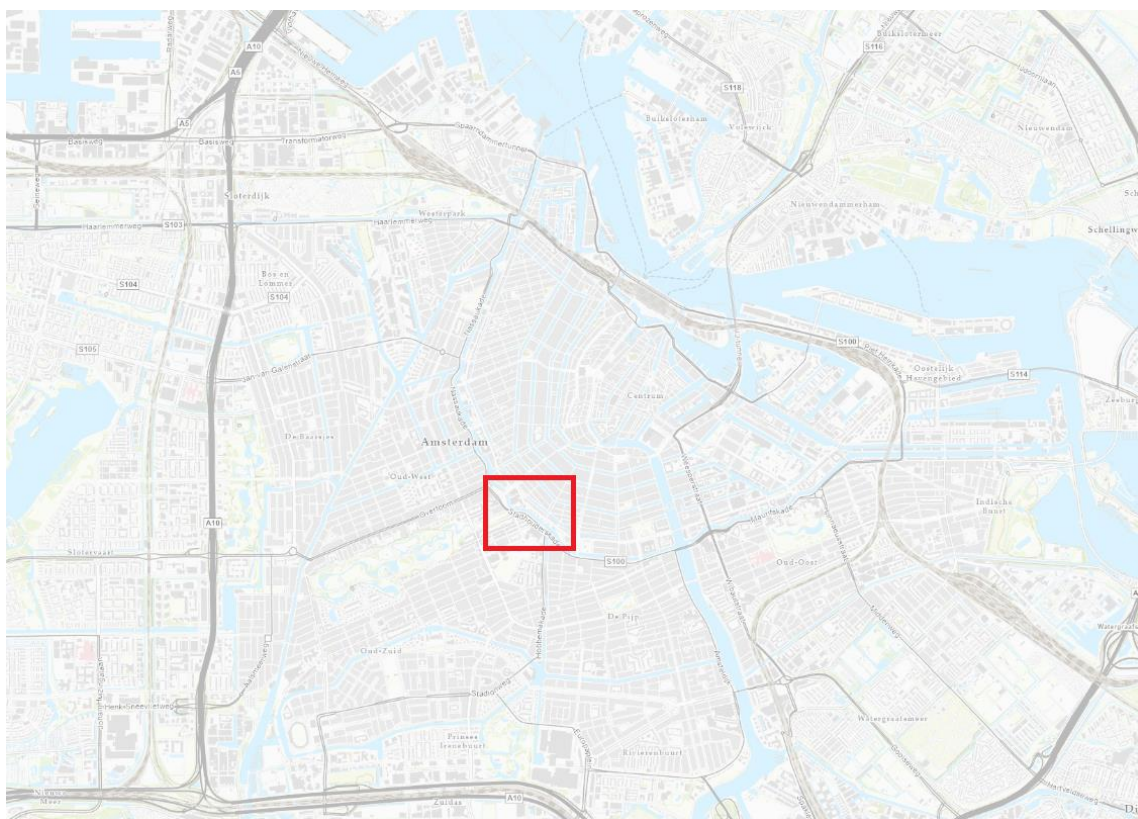
Ons kenmerk
21.026287

Projectnummer
01.2372-001

01.2372 Weteringschans - west

Bemalingsberekening en bemalingsadvies - aangevulde monitoringsparagraaf

H. Kuiphof



Colofon

Opdrachtgever	
Sector	Drinkwater en afvalwater
Afdeling	Leidingwerken
Projectleiding	M. Dasli
Projectnummer	01.2372-001

Opdrachtnemer	
Sector	Techniek, Onderzoek en Projecten
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleiding	J. Beemster
Projectnummer	01.2372-001

Rapport	
Rapportage	H. Kuiphof
Versie	1
Rapportnummer	21.026287
Trefwoorden	Grondwater, Hydrologie, Drinkwaterleiding

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Conclusies en aanbevelingen	6
2.1	Conclusies	6
2.2	Aanbevelingen	6
3	Achtergrondgegevens	6
4	Schematisering en modellering	9
4.1	Schematisering ondergrond	9
4.2	Modelopzet	10
5	Modelresultaten	11
5.1	Resultaten	11
5.2	Verlagingen	12
5.3	Beschrijving effecten en risico's	12
5.4	Melding of vergunning	13
5.5	Monitoring	13
	Bijlage 1: Bodemopbouw	16
	Bijlage 2: Grondwaterstanden freatisch en stijghoogte eerste watervoerend pakket	18
	Bijlage 3: Verlagingscontouren	20
	Bijlage 4: Funderingsgegevens langs de projectlocatie	23
	Bijlage 5: Onttrekkingen en bodemenergiesystemen	24

1 Inleiding

De afdeling Leidingwerken van Waternet start in het begin van 2022 met de vervanging van een drinkwaterleiding aan de Weteringschans - west in Amsterdam. Hiervoor wordt een nieuwe leiding met een diameter van 600 mm over een tracé van ca 450 meter lengte aangelegd, de oude leiding wordt verwijderd. De methode van verwijderen, volspuiten of trekken, is nog niet bekend. De exacte projectfasering/doorloop is nog niet bekend, daarom is voor de berekening uitgegaan van een scenario van 4 dagen per projectfase en een totale doorlooptijd van 64 dagen. Er wordt gewerkt in zuidoostelijke richting. De locatie is weergegeven op de situatietekening op figuur 1. Bij de aanleg wordt een sleufbemaling met sleufbekisting toegepast (zie hoofdstuk 3 en bijlage 1).

Deze rapportage is in december 2021 bijgewerkt; paragraaf 5.5 (Monitoring) is uitgebreid met een beschrijving van mitigerende maatregelen bij overschrijding van signaal-en/of actiewaarde. Daarnaast zijn twee aanvullende peilbuizen opgenomen in het monitoringadvies. Met uitzondering van paragraaf 5.5 is het rapport inhoudelijk ongewijzigd.

Doel

Om de plannen te kunnen realiseren is het volgende nodig:

- een bemalingsberekening met bijbehorend bemalingsadvies
- een beschrijving van de effecten van de bemaling op het omliggende gebied.

Aanpak

De afdeling Onderzoek & Advies (O&A) van de sector Techniek, Onderzoek en Projecten (TOP) heeft opdracht gekregen de bemalingsberekening en het bijbehorende bemalingsadvies te maken.

De conclusies van de bemalingsberekening en de aanbevelingen zijn te vinden in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 en 4 worden de uitgangspunten van de modellering beschreven. De resultaten van de modelberekeningen zijn te vinden in hoofdstuk 5, evenals een beschrijving van de effecten van de bemaling op het omliggende gebied.

Referenties

- 1) Weteringschans - indicatief bodemonderzoek DWR 00.0342, 11 augustus 2005
- 2) Werktekeningen Weteringschans thv Kleine Gartmanplantsoen en Weteringcircuit/Weteringstraat, maart 2021
- 3) Geoweb/GIS Waternet
- 4) DINO-loket: <https://www.dinoloket.nl/>
- 5) Bodemverontreinigingen: <https://odnzkq.nazca4u.nl/>
- 6) WKO-tool: <https://www.wkotool.nl>

2 Conclusies en aanbevelingen

2.1 Conclusies

- Het totale debiet van de bemaling van maximaal 64 dagen is ca 1.500 m³, waarbij geadviseerd wordt rekening te houden met een modelonzekerheid van 20%. Als de grondwaterstand bij aanvang van de bemaling lager is dan was aangenomen of als de bodemlaag waarin wordt gegraven minder zandig is dan was aangenomen, zal het debiet lager zijn.
- De maximale grondwaterstandsverlaging bedraagt ruim 2 meter binnen de sleuf-bekisting. Het maximale invloedgebied (0,05 meter grondwaterstandsverlaging of meer) van de bemaling bedraagt 120 meter aan weerszijden van de sleuf. Het invloedgebied loopt voor het grootste deel van het tracé tot de grachten aan weerszijden van de Weteringschans (Singelgracht en Lijnbaansgracht, op ca 35 meter afstand), alleen aan het beginpunt van de noordwestelijke sleuf en in het zuidoostelijk deel is het invloedgebied groter.
- De bemaling heeft geen significant effect (< 0,01 meter) op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket.
- Vanwege de geringe diepte van de ontgraving is in het eerste watervoerende pakket geen spanningsbemaling nodig. De kans dat de klei-/veenlaag boven het Wadzand zal opbarsten is niet aanwezig.
- Binnen het invloedgebied van de sleufbemaling bevindt langs het noordwestelijk deel bebouwing met houten fundering tot NAP -0,85m. In het zuidwestelijke deel staat bebouwing met houten funderingen tot NAP -0,75 en -0,8 m. Geadviseerd wordt de grondwaterstand bij de bebouwing te monitoren.

2.2 Aanbevelingen

Geadviseerd wordt om naast het monitoren van de bemaling zelf monitoringbuizen te plaatsen op een langs kwetsbare bebouwing. In paragraaf 5.5 wordt de geadviseerde monitoring verder toegelicht.

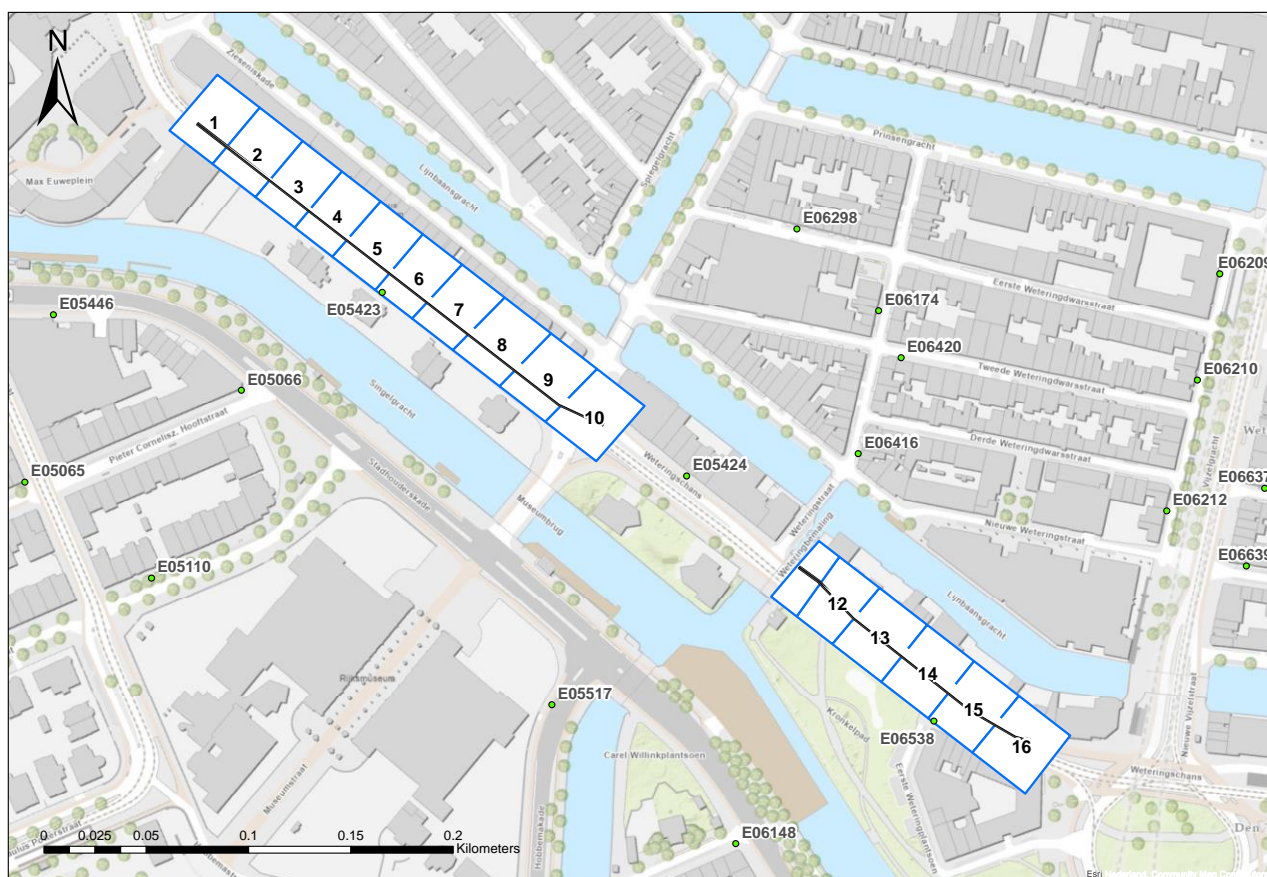
3 Achtergrondgegevens

De projectlocatie bestaat uit een straat met tramlijn aan de rand van het centrum van Amsterdam. Aan weerszijden van de Weteringschans staat bebouwing; aan de noordzijde gesloten blokken met woningen en winkels, aan de zuidzijde bestaat de bebouwing overwegend uit vrijstaande gebouwen met tuinen groen.

Binnen de projectlocatie worden op twee plaatsen leidingen vervangen. Het noordwestelijke leidingdeel heeft een lengte van ca 300 meter, het zuidoostelijke deel is ca 150 meter lang. De exacte projectfasering/doorloop is nog niet bekend, daarom is voor de berekening uitgegaan van een (conservatief) scenario van 4 dagen per projectfase. Tabel 1 toont de gebruikte achtergrondgegevens, figuur 1 toont de ligging van het tracé, de fasering en dichtstbijzijnde peilbuizen.

Tabel 1: Gebruikte achtergrondgegevens

Eigenschappen	Uitgangspunten
Omtrek totale werkzaamheden	Totale lengte sleuf ca 450 meter Fasering: 16 fases van 4 dagen (zie afbeelding)



Eigenschappen	Uitgangspunten
Bemalingsmethode	sleufbemaling met sleufbekisting
Bemalingsduur totaal	Ca 9 weken (64 dagen)
Maaiveldhoogte	Circa NAP +0,5 meter
Maximale diepte bouwsleuf	NAP -1,5 meter (2,0 meter diep)
Verlaging grondwaterstand	Tot maximaal NAP -2,5 meter (1,0 meter onder sleufbodem)
Verlaging stijghoogte 1 ^e wvp	Geen spanningsbemaling
Berekeningen	Transient (tijdsafhankelijk)
Peil oppervlaktewater	Peil Singelgracht en Lijnbaansgracht: NAP -0,40 meter (boezempeil)
Grondwaterstand	Hoogst: NAP ca 0,3 meter (0,2 meter -mv, peilbuis E06538) Laagst: NAP -0,55 meter (1,05 meter -mv, peilbuis E06538)
Stijghoogte 1 ^e watervoerend pakket	maximaal NAP -0,42 meter (peilbuis E051200B)
Bodemopbouw	zie bijlage 1

Figuur 1: Ligging projectgebied, projectfasering en actieve freatische peilbuizen
Waternet in het freatische pakket

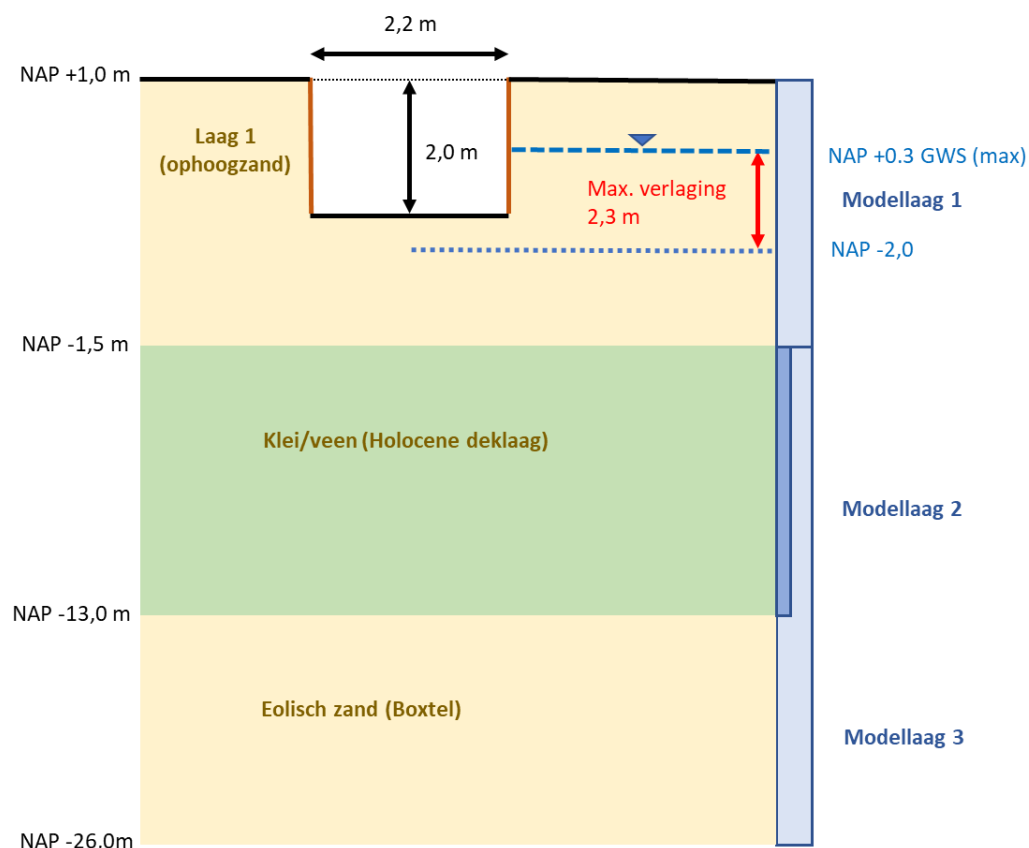
4 Schematisering en modellering

4.1 Schematisering ondergrond

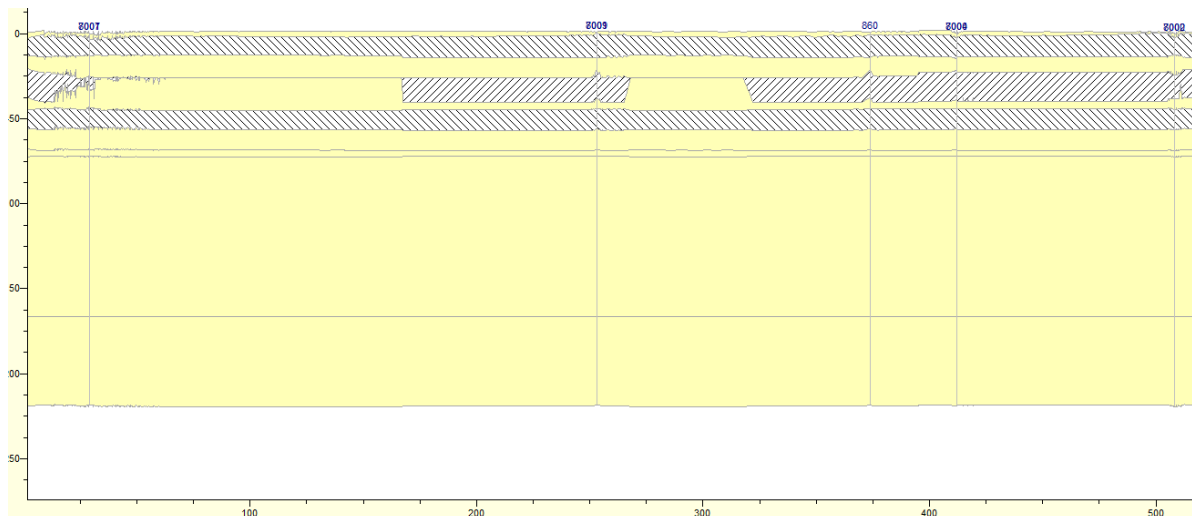
Het maaiveld langs het tracé ligt tussen de NAP +1,0 en 1,4 m. De ophooglaag in de omgeving van de projectlocatie varieert sterk in dikte, in het model is gerekend met een ophooglaag van ca 2,5 meter.

Voor de schematisering van de ondergrond is uit de beschikbare gegevens over de bodemopbouw (zie bijlage 1) het meest doorlatende (zandige) profiel gekozen. De kans is groot dat ter plaatse van de ontgraving de zandige ophooglaag dunner is dan aangenomen. De berekeningen representeren voor de berekende debieten een worst case-situatie.

Figuur 2 toont een schematische dwarsdoorsnede, figuur 3 een lengteprofiel langs het leidingtracé. Tabel 2 bevat de geohydrologische schematisering en gebruikte parameters.



Figuur 2: Schematische doorsnede projectlocatie voor de bovenste modellen



Figuur 3: Noordwest – zuidoost profiel met watervoerende lagen (geel) en aquitards (gearceerd)

Tabel 2: Geohydrologische schematisering en geohydrologische parameters

Laag	Bovenkant (m NAP)	Onderkant (m NAP)	Dikte (m)	Lithologie	Geohydrologische benaming	K (m/d)	c (d)
1	1,0	-1,5	2,5	Matig fijn zand, lokaal dun veenlaagje	Antropogeen, ophooglaag	5	-
2	-1,5	-13,0	6,0	Klei en veen	Holocene afzettingen	-	8.000 tot 11.000
3	-13,0	-26	11,5	Fijn zand	Boxtel	2	
4	-26	-40	27	Klei	Boxtel/Eem (lokaal afwezig)		5.000 tot 10.000
5	-26/-40	-45		Zand	Drente	50	
6	-45	-55		Klei	Drente		300 tot 500

4.2 Modelopzet

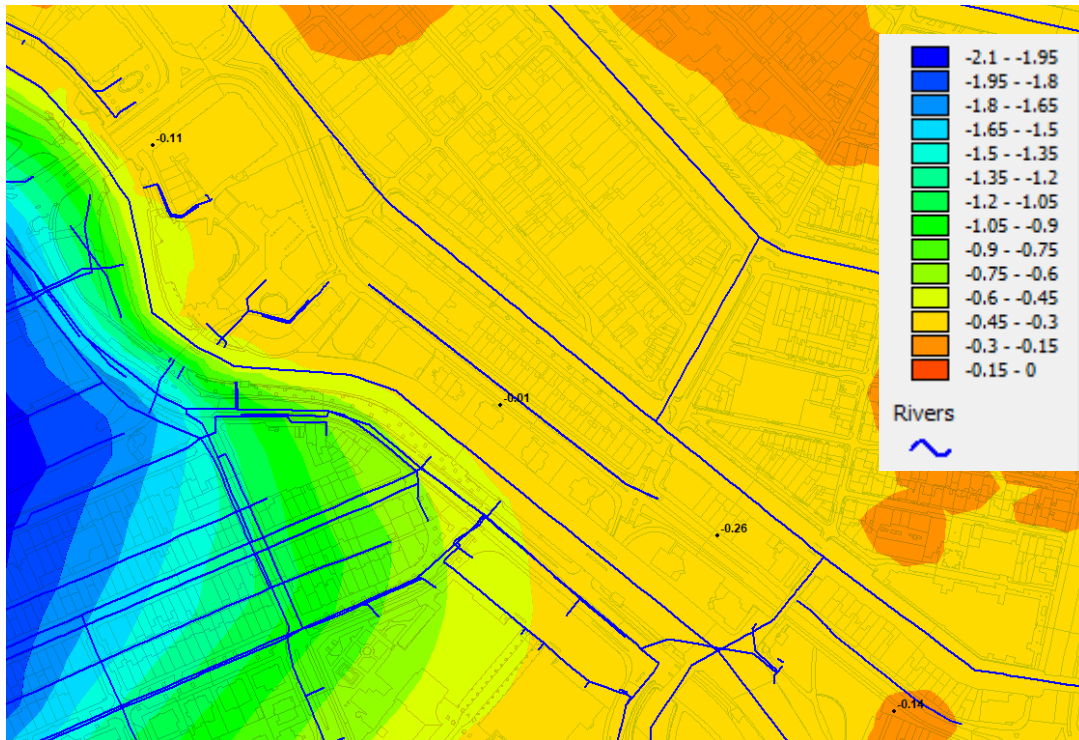
Voor de modellering zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Tabel 3: Uitgangspunten modelberekening

Eigenschappen	Uitgangspunten
Modelinstrumentarium	Triwaco 4.1.0.7
Modelgrootte	900 m x 650 m
Randvoorwaarden	<p>Grondwateraanvulling uit neerslag"</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 mm/d voor braakliggend onbegroeid terrein • 0,8 mm/d voor begroeid terrein • 0,5 mm/d voor verharding • 0 mm/d voor bebouwing en oppervlaktewater <p>Tijdsafhankelijk model, 16 projectfases van 4 dagen. Kadeweerstand 5 dagen (Singelgracht en Lijnbaansgracht) Oppervlaktewater conform peilen (zie tabel 1) Storativity: 0,15 freatisch, 0,0001 overig. Het uitgangspunt is dat binnen de sleufbekisting wordt onttrokken.</p>

Het model is gekalibreerd aan de hand van mediane waarden van gemeten grondwaterstanden uit de periode 2010-2021 uit het peilfilternet van Waternet. Hieruit

is een kalibratiebestand gegenereerd dat vergeleken is met de berekende grondwaterstanden voor de huidige situatie. Figuur 4 geeft de verschillen tussen modelberekening en kalibratiebestand weer.



Figuur 4: Resultaten kalibratie van het model voor het freatisch pakket, contouren grondwaterstand in meters tov NAP, de verschillen tussen meting en model in meters. Bij positieve waarden ligt de berekende grondwaterstand boven de gemeten waarde.

5 Modelresultaten

5.1 Resultaten

In het doorgerekende scenario moet een grondwaterstandsverlaging van 1,5 tot ca 2 meter worden gerealiseerd. Het totale debiet dat hiervoor moet worden weggepompt bedraagt maximaal 1500 m³ (afgerond) over de gehele periode van 64 dagen (zie tabel 4).

Te zien is dat de debieten kleiner zijn bij het begin- en eindpunt van de sleuven. De debieten nemen aan het meest zuidoostelijke deel van het tracé sterk af. Dit eerste komt omdat de sleuflengtes in de deze fases korter zijn. Daarnaast speelt mee dat de afstand naar de grachten, die een peil van NAP -0,4 m hebben, groter wordt. Ook wordt de (relatief goed doorlatende) ophooglaag in de schematisering naar het zuidoosten dunner.

Tabel 4: Overzicht van debieten per fase

Projectfase	Duur [d]	Debiet [m3]	Per dag [m3/d]
1	4	95	23.8
2	4	112	28.1
3	4	118	29.5
4	4	125	31.3
5	4	137	34.4
6	4	128	32.1
7	4	127	31.8
8	4	117	29.2
9	4	93	23.1
10	4	57	14.3
11	4	61	15.3
12	4	91	22.7
13	4	92	23.1
14	4	53	13.2
15	4	29	7.2
16	4	26	6.6
Totaal		1462	

5.2 Verlageningen

De verlagingen van zowel de grondwaterstand voor enkele tijdstappen zijn weergegeven in bijlage 4. Het maximale invloedgebied (0,05 meter grondwaterstandsverlaging of meer) van de bemaling bedraagt 55 meter aan weerszijden van de sleuf. Het invloedgebied loopt voor het grootste deel van het tracé tot de grachten aan weerszijden van de Weteringschans (op ca 35 meter afstand), alleen in het zuidoostelijk deel is het invloedgebied groter.

5.3 Beschrijving effecten en risico's

Droogstand houten palen

Binnen het invloedgebied van de sleufbemaling bevindt langs het noordwestelijk deel bebouwing met houten fundering tot NAP -0,85m. In het zuidwestelijke deel staat bebouwing met houten funderingen tot NAP -0,75 en -0,8 m. In bijlage 4 is de ligging en hoogte van aanwezige houten funderingen opgenomen.

Bodemverontreiniging

Langs het tracé bevinden zich enkele (niet-mobiele) verontreinigingen met zware metalen. In grondwater bij het Weteringplantsoen bevindt zich een verontreiniging met vinylchloride. Onbekend is of de verontreiniging in het freatisch pakket of dieper zit. Het invloedgebied van de laatste projectfases doorsnijdt de verontreinigingscontour.

Verdroging, natuurwaarden en groenvoorziening

In het gebied is geen sprake van ecologische waarden en staan geen monumentale bomen (<https://wkotool.nl/>).

Upconing van brak en/of zout grondwater

Omdat niet wordt onttrokken in het eerste watervoerende pakket, wordt geen extra upconing van brak en/of zout grondwater verwacht.

Archeologie

De projectlocatie ligt in de historische kern van Amsterdam. Dit gebied is aangemerkt als een gebied met hoge archeologische waarde. (<https://wkotool.nl/>).

Maaiveldaling/zetting

Gezien de verwachte grondwaterstandsverlagingen, de beperkte duur van de bemaling en de lokale bodemopbouw (ophooglaag) is er geen risico op maaiveldaling of zettingen.

Waterkering

In het invloedgebied van de bemaling bevindt zich de overige kering Weteringschans. Deze loopt over de kade langs de Singelgracht. Gezien de dikte van de ophooglaag en de duur van de bemaling wordt geen significante zetting verwacht.

Bodemenergiesystemen en onttrekkingen

In bijlage 5 is de ligging van bekende onttrekkingen en bodemenergiesystemen weergegeven. Omdat alleen in het freatisch pakket wordt onttrokken worden geen effecten op aanwezige bodemenergiesystemen verwacht.

5.4 Melding of vergunning

Voor de onttrekking moet een melding worden gedaan. Omdat het berekende debiet <15.000 m³ per maand, het maximale debiet < 50 m³ per dag is en de bemaling korter dan 6 maanden duurt hoeft geen vergunning aangevraagd te worden.

5.5 Monitoring

Aanvulling december 2021: Langs het tracé van de te vervangen drinkwaterleiding ligt gemengd riool wat deels gelijktijdig wordt vervangen. Deze riolering ligt ondieper dan de drinkwaterleiding. Zolang dit werk tegelijk met de te vervangen drinkwaterleiding wordt uitgevoerd en de dimensies van de te ontgraven sleuf gelijk blijven zal naar verwachting geen extra onttrekking nodig zijn en blijven uitgangspunten van dit rapport geldig. Deze monitoringsparagraaf is uitgebreid om er zeker van te zijn dat onder de uitgangspunten in dit rapport voldoende monitoring plaatsvindt tijdens de uitvoering van het project.

Langs het tracé bevindt zich bebouwing met houten funderingen (zie bijlage 4). Geadviseerd wordt om langs de kwetsbare bebouwing aan de Weteringschans de grondwaterstand te monitoren op de locaties die zijn aangegeven op figuur 5:

- Uitvoeren nulmeting, voorafgaand aan eerste fase bemaling
- Geldende signaalwaarde tijdens onttrekking is NAP -0,85 m (ongeveer 2 m-mv) voor de vier monitoringbuizen langs het noordwestelijk deel en -0,8 (ongeveer 1,8 m-mv) voor de drie monitoringbuizen langs het zuidoostelijk deel van het tracé.
- Geadviseerd wordt de actiewaarde gelijk te stellen aan de niveaus van de signaalwaarde, waarbij de actiewaarde overschreden wordt als de signaalwaarde meer dan 10 dagen overschreden wordt.

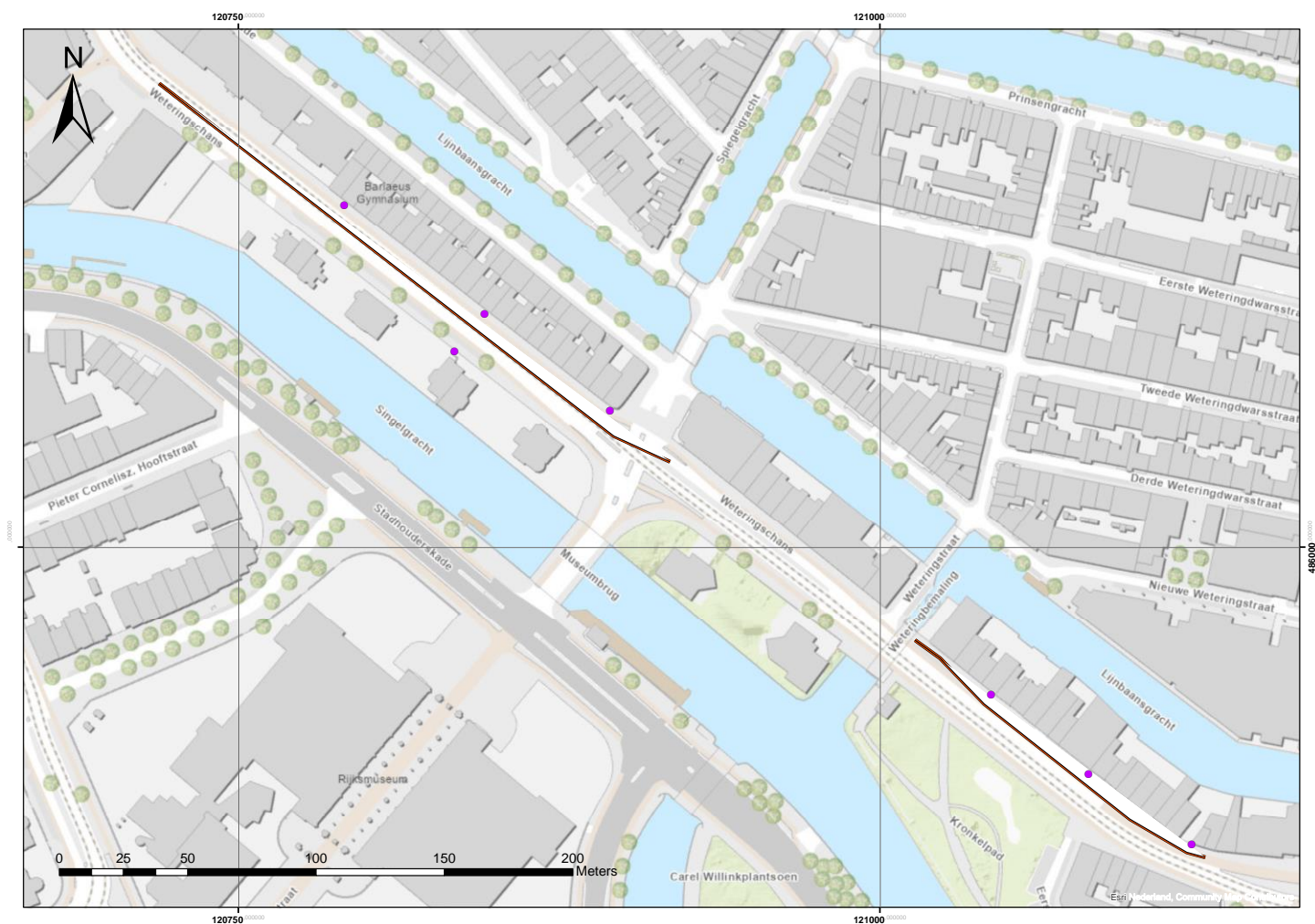
- Monitoring moet uitgevoerd worden met een geautomatiseerd (telemetrisch) systeem zodat direct ingegrepen kan worden bij overschrijding van de maximale stijghoogteverlaging/-periode. Geadviseerd wordt om een aantal medewerkers van Waternet toegang te geven tot dit systeem: in ieder geval de vergunningverlener, handhavers en de stedelijk hydroloog.

Omdat de projectfasering en totale doorloop van het project bij de uitvoering van de bemalingsberekening nog niet bekend was is voor de bemaling uitgegaan van vrij lange projectfases (4 dagen) en relatief lange sleuven per fase. Door bij de realisatie te werken met meerdere (kleinere) deelfases is de ingreep in de directe nabijheid van mogelijk kwetsbare bebouwing korter, en hoeft per deelfase minder water onttrokken te worden, wat het gebied dat onder invloed van de grondwaterstandsverlaging staat verkleint.

Langs het tracé van de te vervangen drinkwaterleiding ligt gemengd riool wat deels gelijktijdig wordt vervangen. Deze riolering ligt ondieper dan de drinkwaterleiding. Zolang dit werk tegelijk met de te vervangen drinkwaterleiding wordt uitgevoerd en de dimensies van de sleuf gelijk blijven zal naar verwachting geen extra onttrekking nodig zijn en belden uitgangspunten van dit rapport, inclusief de hier geadviseerde monitoring.

Mitigerende maatregelen die de vergunningverlener kan eisen bij overschrijding de actiewaarde:

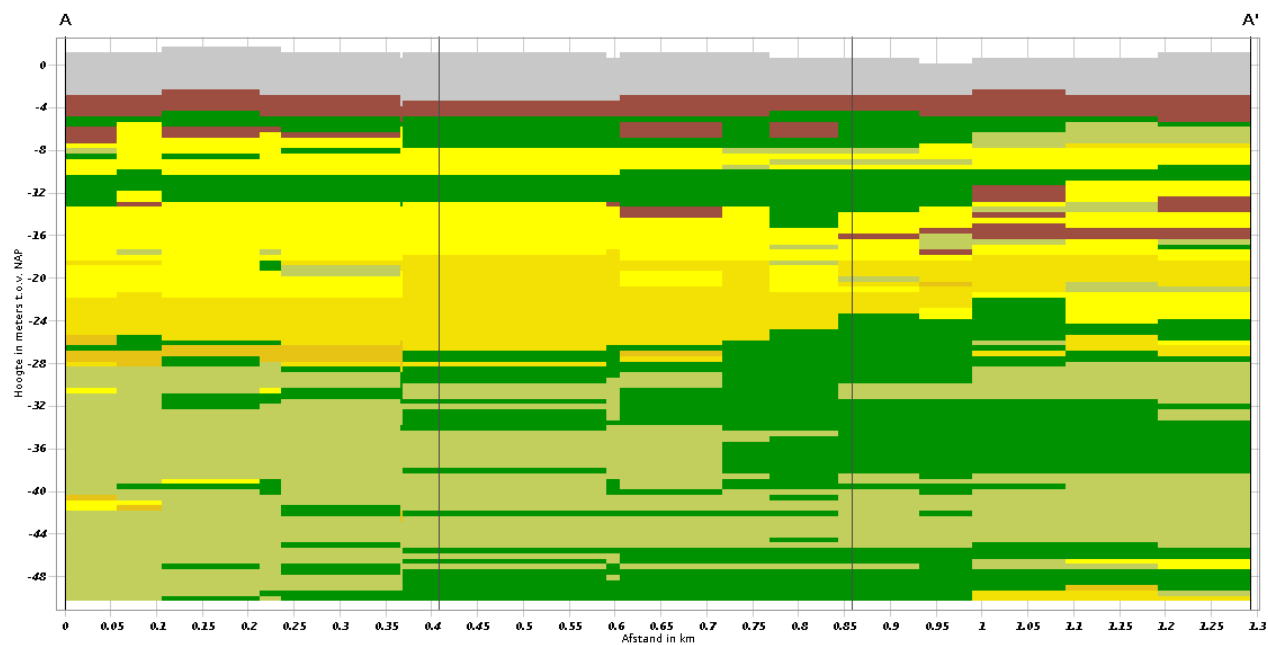
- De uitvoering op te knippen in kleinere projectfases, waarbij steeds een kortere sleuf wordt gemaakt en (korter) wordt drooggemalen. Op basis van andere eisen is de maximale sleuflengte sowieso al beperkt tot 35 meter.
- In het weekend de bemaling stop te zetten
- Als er voldoende werkruimte is:
 - Opgepompt water te laten infiltreren in het afgeronde deel van het tracé. Mogelijk dat dit deels al gedaan wordt in de uitvoering van het project, om de grond in de opgevulde sleuf te verdichten.
 - Opgepompt water aan de buitenzijde van de bouwsleuf te infiltreren



Figuur 5: Locatie monitoringpeilbuizen

Bijlage 1: Bodemopbouw

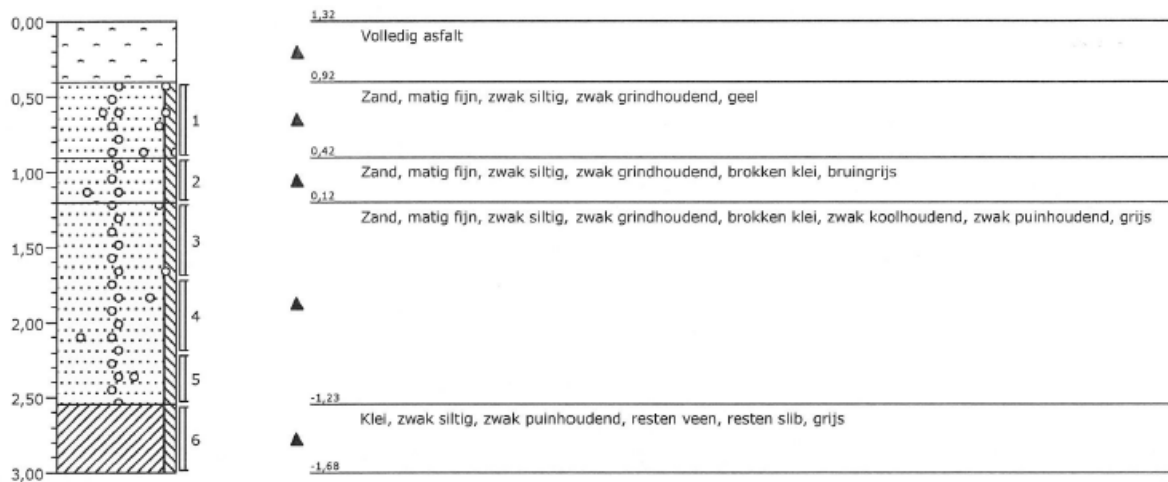
Bodemopbouw volgens GeoTOP



Lithoklasse	
	a Antropogeen
	v Veen
	k Klei
	kz Klei, zandig
	zf Zand, fijn
	zm Zand, matig fijn
	zg Zand, grof
	g Grind

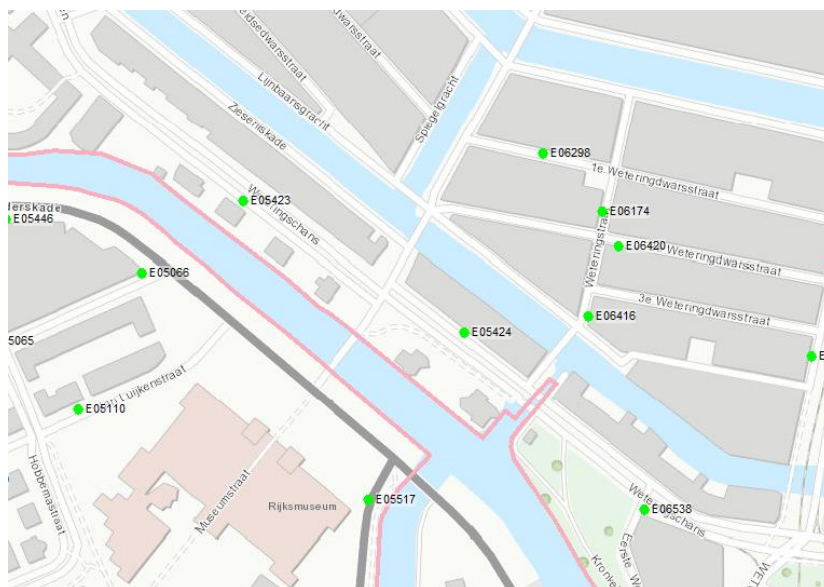
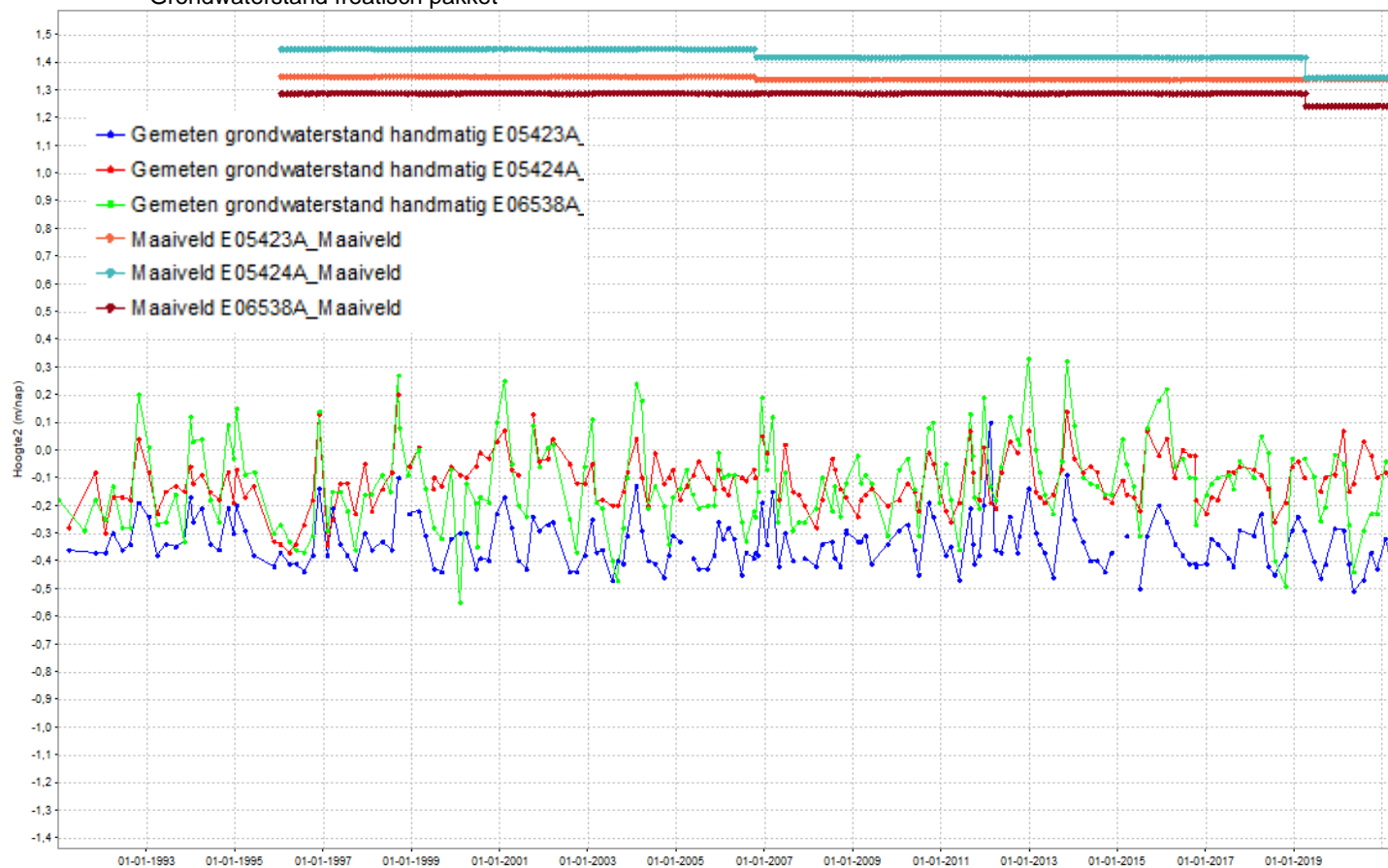


Representatieve ondiepe boring langs het geplande leidingtracé



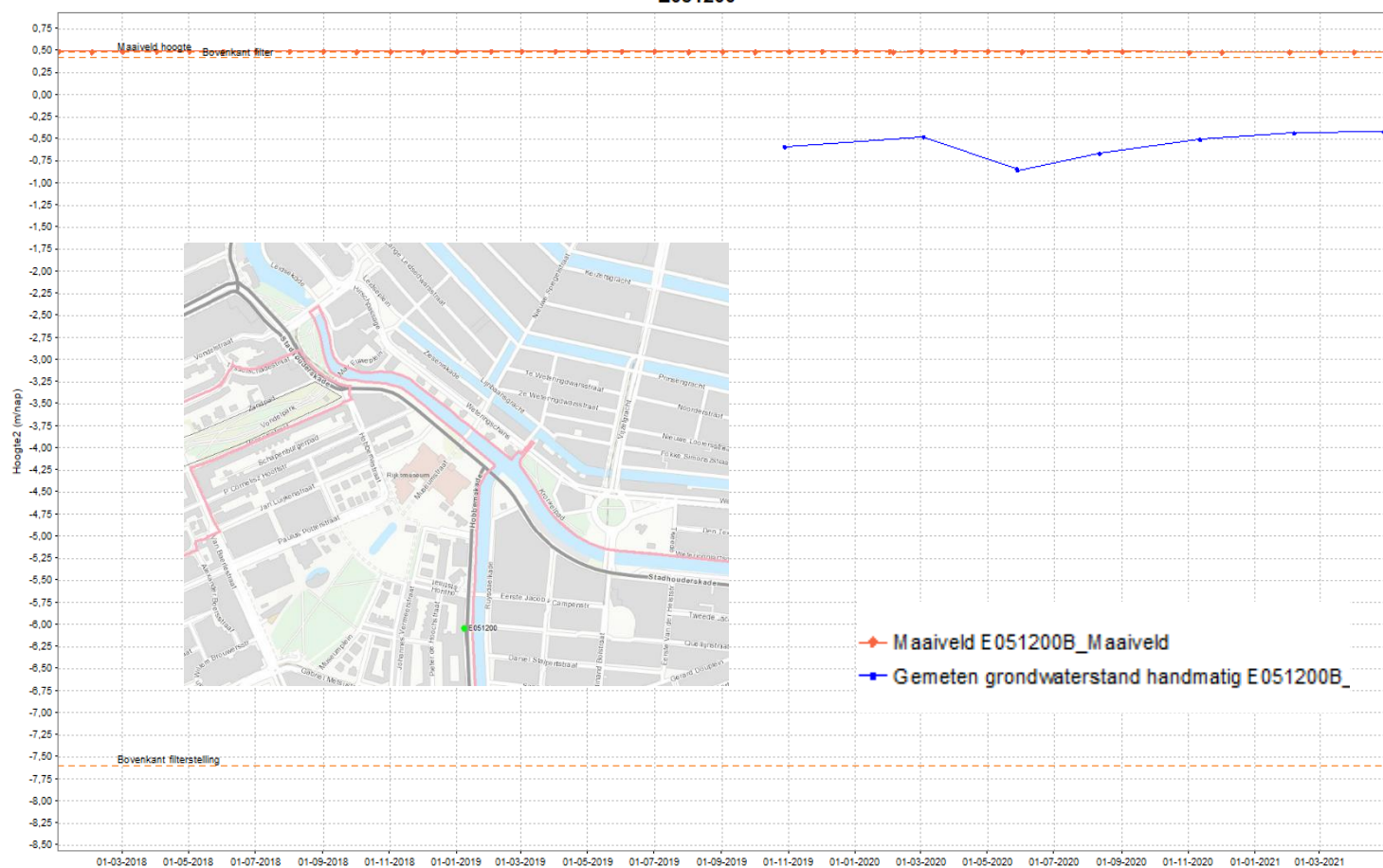
Bijlage 2: Grondwaterstanden freatisch en stijghoogte eerste watervoerend pakket

Grondwaterstand freatisch pakket



Stijghoogte eerste watervoerend pakket

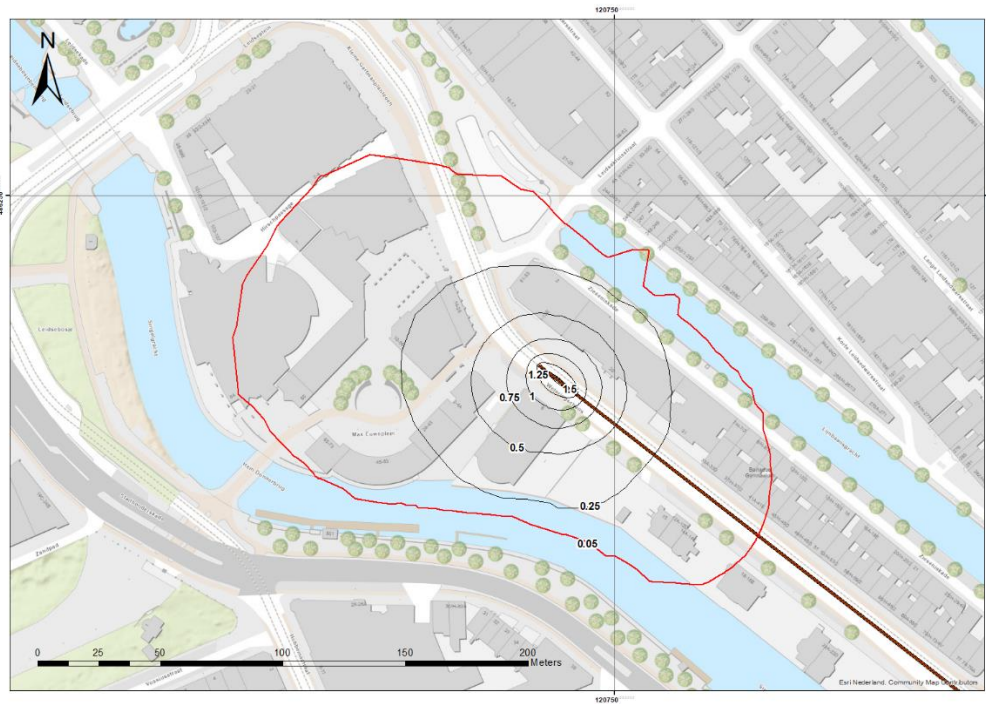
E051200



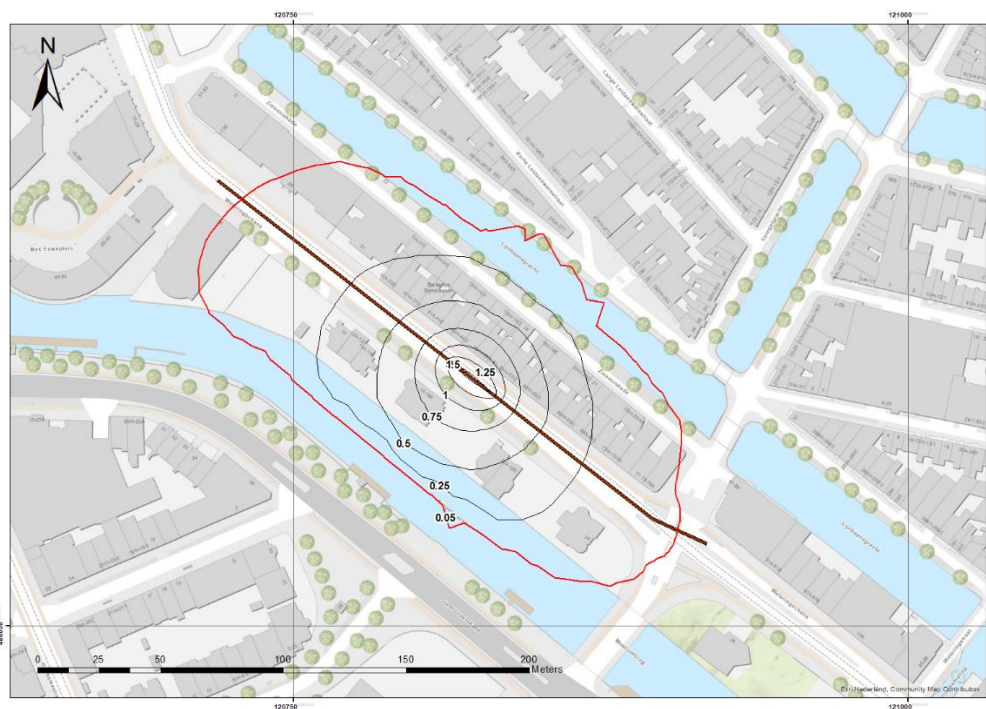
Bijlage 3: Verlagingscontouren

Representatieve verlagingscontouren langs het tracé (contourlijnen onder het oppervlaktewater zijn virtueel en treden in werkelijkheid niet op, omdat het ophoogzand hier ontbreekt.)

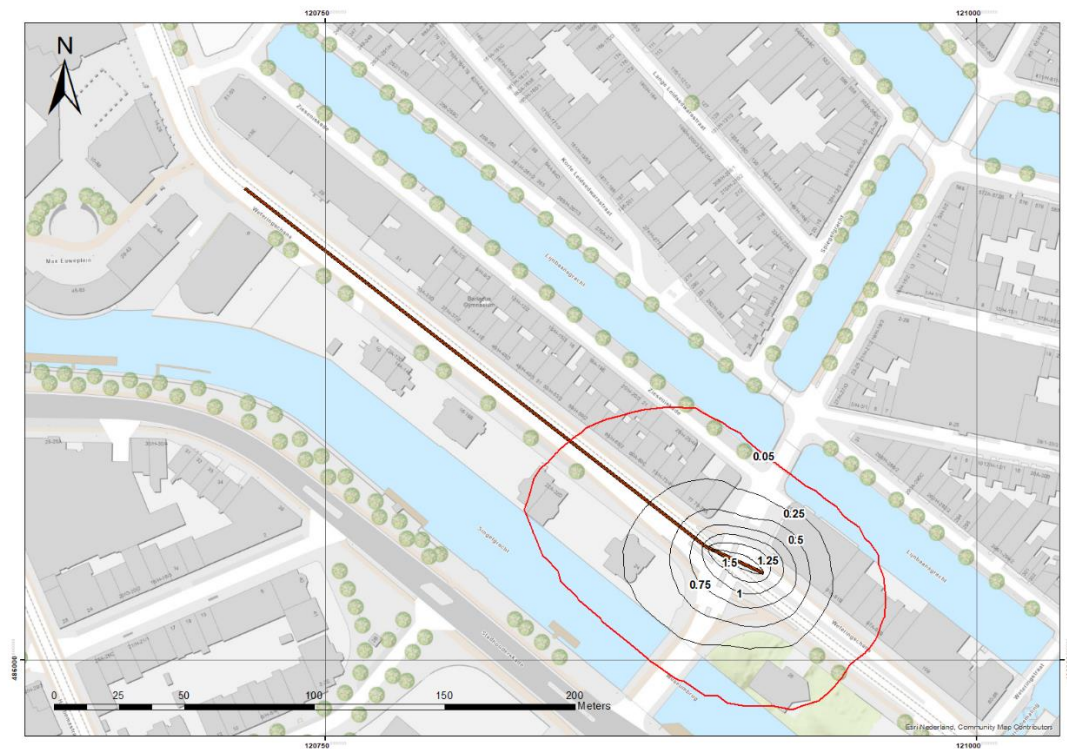
Fase 1 (dag 4)



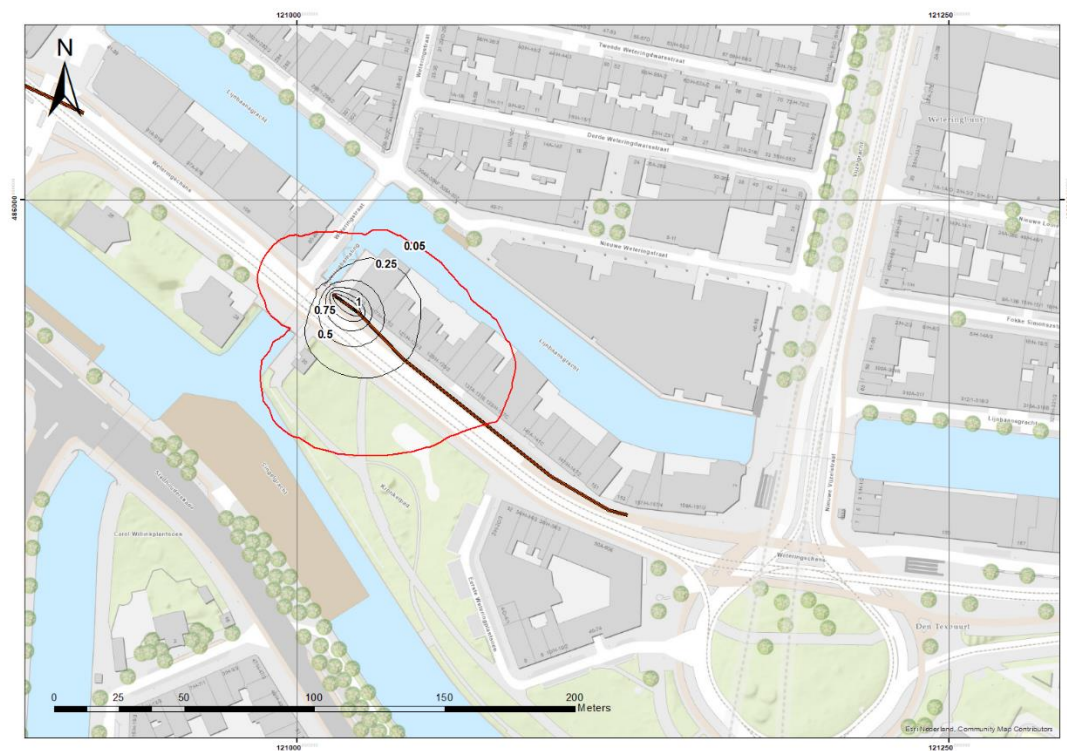
Fase 6 (dag 24)



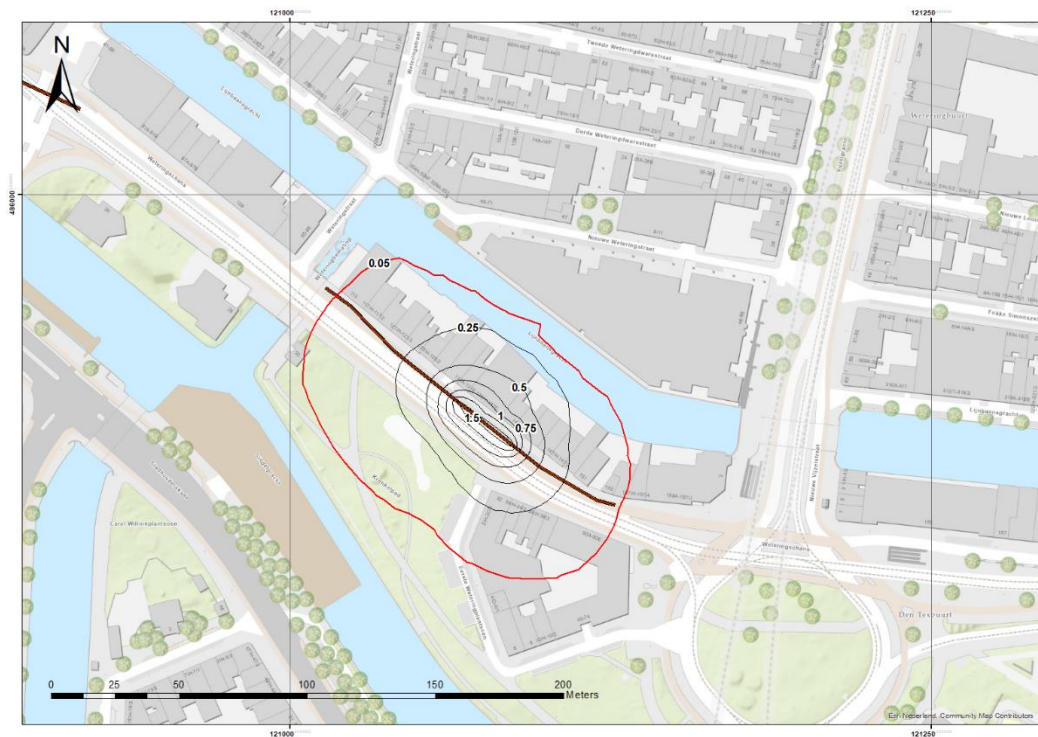
Fase 10 (dag 40)



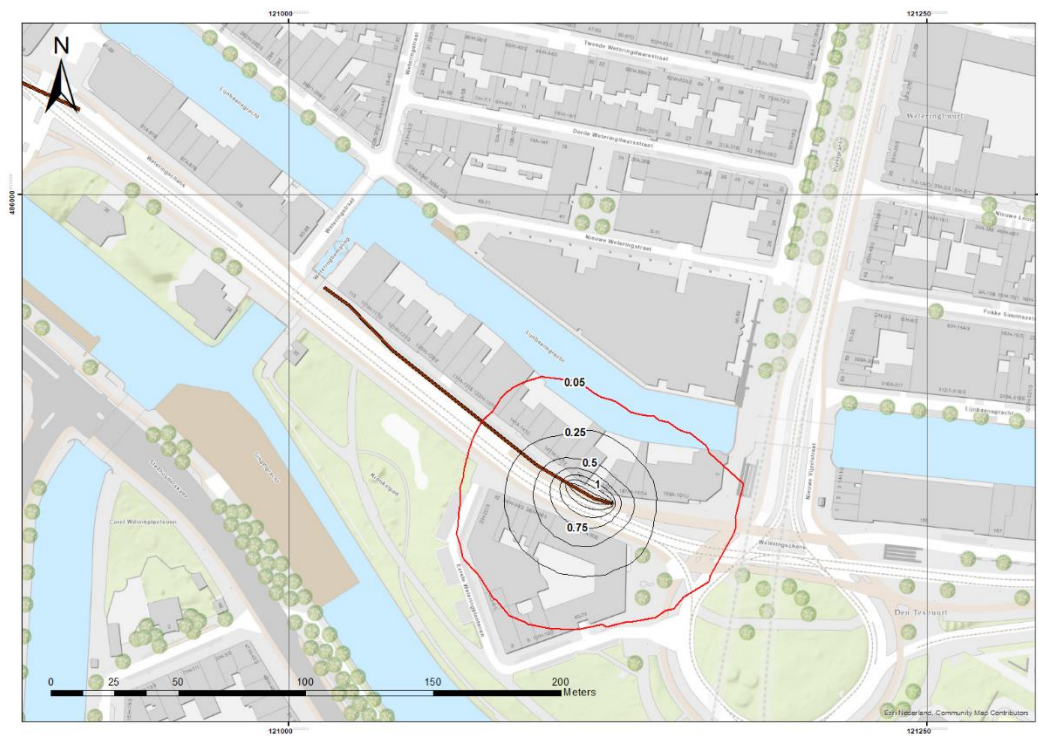
Fase 11 (dag 44)



Fase 14 (dag 56)

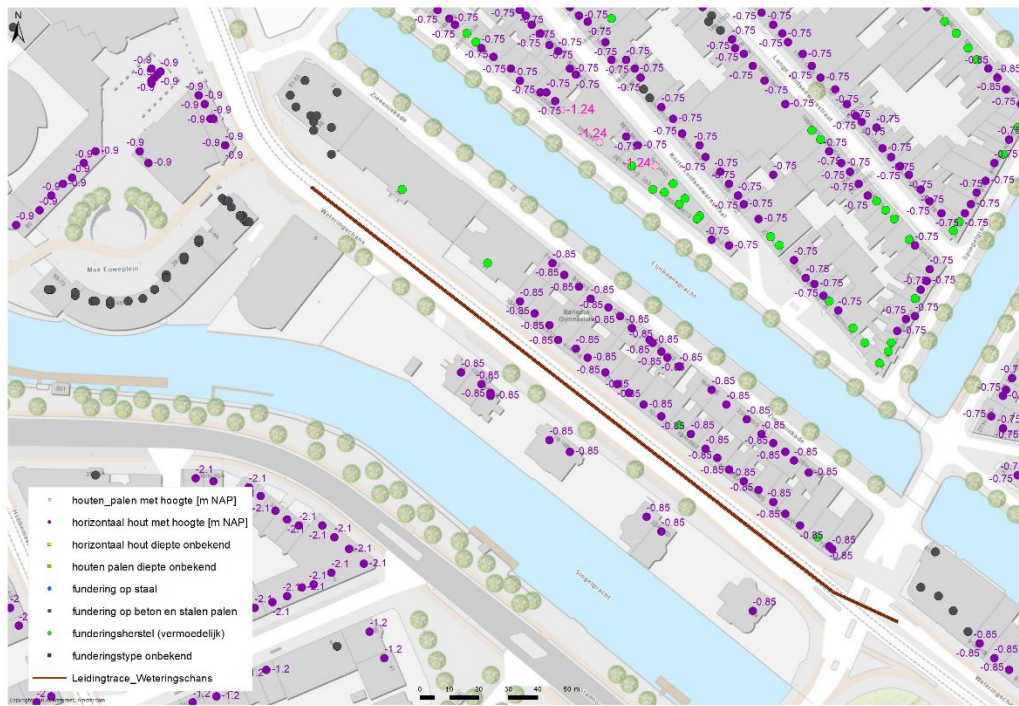


Fase 16 (dag 64)

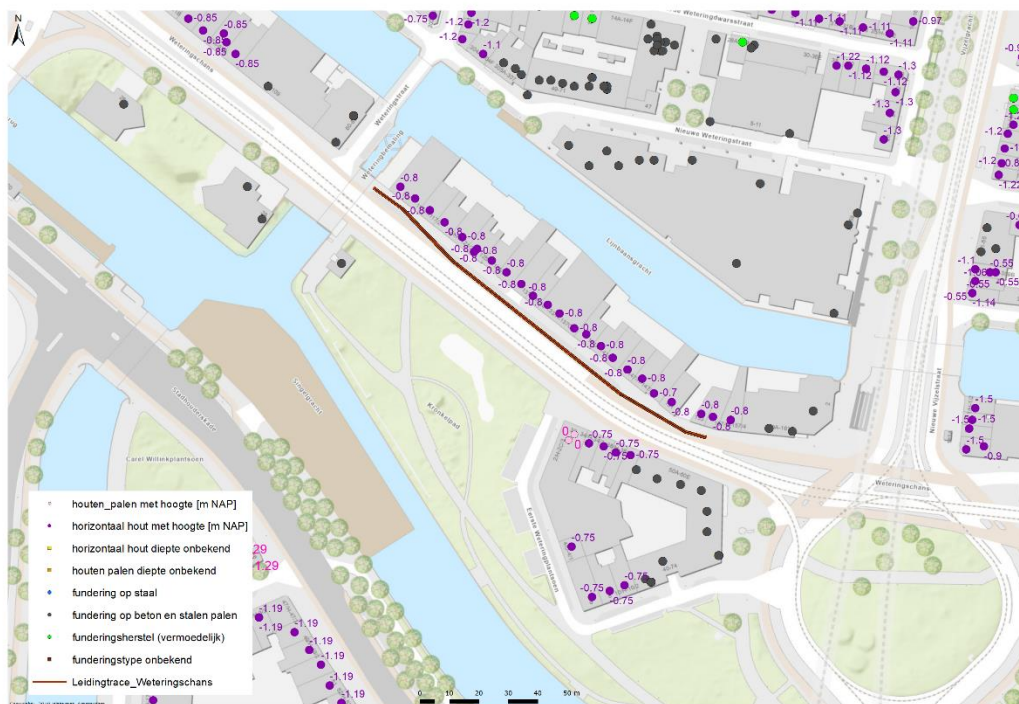


Bijlage 4: Funderingsgegevens langs de projectlocatie

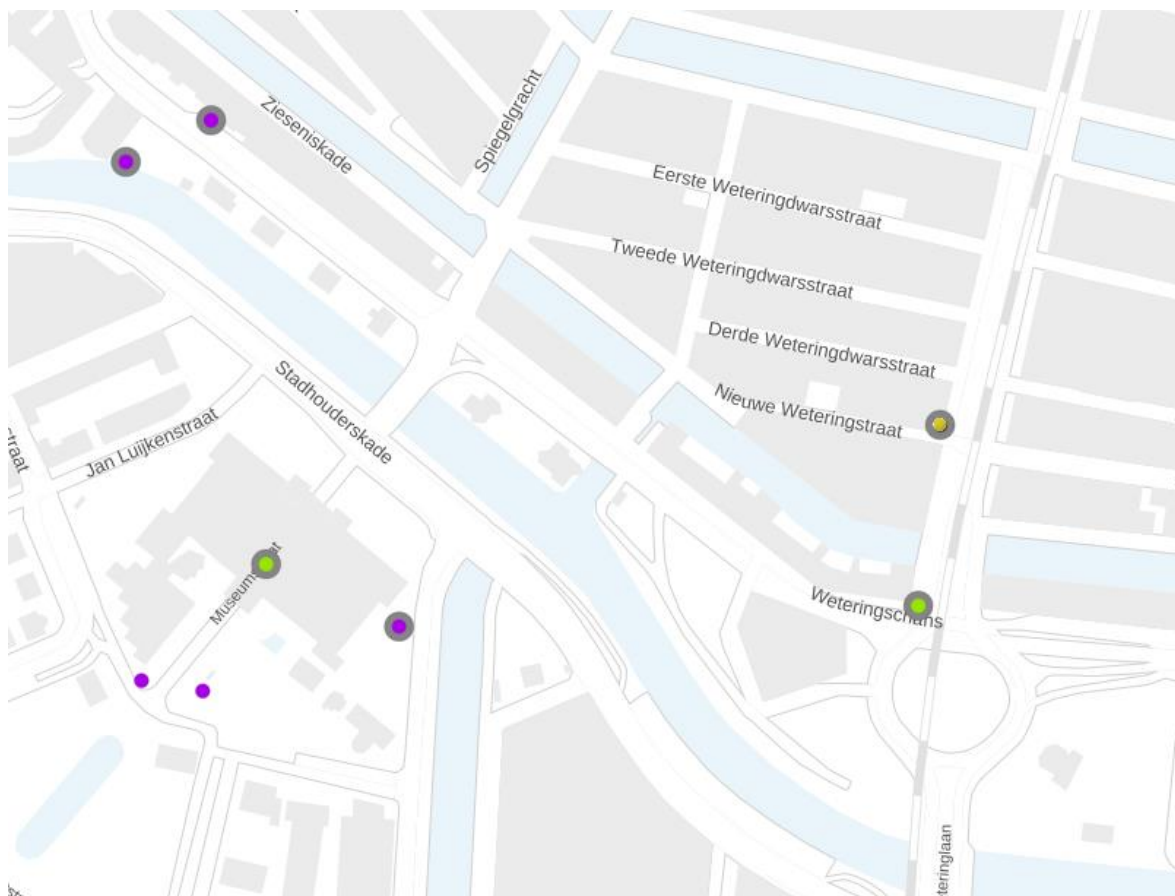
Gegevens funderingen noordwestelijke sleuf



Gegevens funderingen zuidoostelijke sleuf



Bijlage 5: Onttrekkingen en bodemenergiesystemen



▼ ☒ Open bodemenergiesystemen



▼ ☒ Gesloten bodemenergiesystemen

bodemzijdigvermogen

◆ > 70 kW

● 0 - 70 kW

● bodemzijdig vermogen onbekend.

▼ ☒ Grondwateronttrekking

