

Ongelijkvloerse Kruisingen en Haltes – DO

Bemalingsadvies

Project: Ombouw Amstelveenlijn

Opdrachtgever: OAVL

Documentnummer: VITAL-011775



Revisie: 2.0

Status: Definitief

Datum: 07-06-2018

Werkpakket: WP-00030



Opgesteld door		Gecontroleerd door		Gecontroleerd door		Vrijgegeven door	
Anne Spoor (Geohydroloog)		Coen te Boekhorst Specialist Geotechniek		Gerralt Partiman Teamleider Verdiepte Liggingen		Ralf van Leeuwen Ontwerpmanager	
Paraaf 		Paraaf		Paraaf		Paraaf	
Gerhard Winters Senior Specialist Water Paraaf 							
Datum	7-6-2018	Datum	07-06-18	Datum	07-06-2018	Datum	07-06-2018

Revisie	Datum	Toelichting
0.1	22-02-18	Interne controle binnen ontwerpteam
0.9	16-03-18	Interne controle buiten ontwerpteam
1.0	04-04-18	Eerste uitgave
1.1	25-5-18	Interne controle binnen ontwerpteam
2.0	7-6-18	Tweede uitgave

© Niets uit dit rapport en / of dit ontwerp mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt en / of overhandigd aan derden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VITAL

Beheer: de meest recente revisie in het DMS is de geldende revisie.

INHOUDSOPGAVE

0	Wijzigingen ten opzichte van versie 1.0	5
1	Inleiding	6
1.1	Scope en doelstelling	7
1.2	Leeswijzer.....	7
1.3	Toelichting op revisie	7
2	Referenties	8
2.1	Documenten opgesteld door Vital.....	8
2.2	Documenten verstrekt door opdrachtgever	8
2.3	Geraadpleegde Literatuur	8
3	Vraagspecificatie (VS1) en Eisen	9
3.1	Eisen	9
3.2	EMVI documenten	9
4	Geometrie	11
5	Ontwerpaanpak.....	13
5.1	Schematisering.....	13
5.1.1	<i>Pompproef.....</i>	<i>14</i>
5.2	Situatieschets	15
5.2.1	<i>Zonnestein en Kronenburg.....</i>	<i>15</i>
5.2.2	<i>Sportlaan</i>	<i>16</i>
5.2.3	<i>Haltes.....</i>	<i>17</i>
5.3	Uitvoeringswijze.....	18
5.3.1	<i>Algemeen.....</i>	<i>18</i>
5.3.2	<i>Kronenburg/Zonnestein.....</i>	<i>18</i>
5.3.3	<i>Sportlaan</i>	<i>18</i>
5.3.4	<i>Haltes.....</i>	<i>19</i>
6	Resultaten	20
6.1	Debiets en omgevingseffecten	20
6.2	Effect van retourbemaling	22
7	Raakvlakken / Omgevingseffecten	27
7.1	Fluctuatie grondwaterstanden	27
7.1.1	<i>Effecten van verlaging op gebouwen</i>	<i>28</i>
7.2	Effecten van verlaging op verontreiniging	29
7.3	Effecten op WKO bronnen	29
7.4	Effecten op waterkeringen	34
7.4.1	<i>Kronenburg / Zonnestein.....</i>	<i>34</i>
7.4.2	<i>Sportlaan</i>	<i>34</i>
7.4.3	<i>Uilenstede.....</i>	<i>34</i>
7.5	Effecten op ecologie/beplanting.....	34
7.6	Effecten op watersystemen Amstelveen.	37
8	Monitoring	38

9	Samenvatting en conclusies	43
9.1	Aandachtspunten voor het UO	44
9.2	Aandachtspunten voor uitvoering	44
Bijlage 1. Isohyphen Kronenburg / Zonnestein / Onderuit / oranjebaan / Uilenstede.....		45
Bijlage 2. Isohyphen Sportlaan.....		53
Bijlage 3. Isohyphen Halte Meent		59
Bijlage 4. Locatie monitoringspeilbuizen Kronenburg / Zonnestein / Sportlaan.....		61
Bijlage 5. Omgevingseffecten Kronenburg / zonnestein / Haltes		62
Bijlage 6. Omgevingseffecten Sportlaan		66
Bijlage 7. Overzicht (mogelijke) grondwaterverontreinigingen		71
Bijlage 8. Lijst WKO bronnen		74
Bijlage 9. Resultaten pompproef		80
Bijlage 10.	Locatie monitoringspeilbuizen Kronenburg / Zonnestein / Sportlaan.....	84
Bijlage 11.	Grondwaterstanden peilbuizen	86
Bijlage 12.	Grondwaterstanden peilbuizen van de gemeente Amstelveen	87
Bijlage 13.	Grondwaterkwaliteit (1^e WVP)	89
Bijlage 14.	Memo - verwachte omgevingsbeïnvloeding a.g.v. spanningsbemaling.....	91

0 WIJZIGINGEN TEN OPZICHTE VAN VERSIE 1.0

April 2018 is versie 1.0 van het DO bemalingsadvies vrijgegeven. Onderhavige rapportage is versie 2.0, de wijzigingen zijn:

1. Wijziging van de oppervlakte en locatie van het retourveld voor Kronenburg en Zonnestein. De retourvelden zijn van Laan Walcheren, Eleanor Rooseveltlaan en aan de Florence Nightingalelaan verplaatst naar Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg, Fritsmullerlaan en de Olympiadelaan. De uitbreiding van het retourveld zorgt voor een drukverlaging in het retourveld, waardoor het risico op opbarsten is grotendeels weggenomen.
2. Wijziging van de oppervlakte en locatie van het retourveld voor Sportlaan. De retourvelden zijn verplaatst van oppervlaktewater langs de Beneluxlaan naar het oppervlaktewater langs de Sportlaan, van der Hooplaan en de Beneluxlaan.
3. Bovenstaande wijzigingen (punt 1 en punt 2) hebben effect op de verlagingscontouren, verplaatsing verontreinigingen, effect op de grondwaterstandsverlaging nabij waterkeringen en invloed op de thermische verplaatsing van de WKO systemen.
4. De debieten van de verdiept liggingen zijn iets afgenomen ten opzichte van versie 1.0. De reden hiervoor is de toegenomen afstand van het retourveld ten opzichte van de verdiepte liggingen.
5. In de monitoring is onderscheid gemaakt tussen monitoring ten behoeve van beheersing van de omgevingseffecten waarbij de focus ligt op het monitoren van zetting van panden en kritische kabels en leidingen. Deze peilbuizen worden beheerd door Vital. Peilbuizen ten behoeve van het aanbrengen, inregelen en werking van de bemaling worden beheerd door Tjaden.

1 INLEIDING

De bemalingen van de bouwkuipen van de Amstelveenlijn zijn in de tenderfase door middel van een grondwatermodel (modflow) doorgerekend. Hierbij is de nadruk gelegd op de mogelijkheid tot bemalen, waterbezwaar en invloedsgebied.

In onderhavig rapport is een uitgebreide beschouwing van de effecten van de bemaling gemaakt voor de drie verdiepte liggingen Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan (Figuur 1). Daarnaast is de bemaling voor de verbouwing van de stijpunten van de haltes Meent, Oranjebaan, Onderuit en Uilenstede beschouwd. Deze zijn tezamen gerapporteerd.

Dit document beschrijft de bemaling en de effecten van de waterstand in de omgeving, waterstand op kleine en grote afstand van de bouwkuip, debiet, verlaging in freatische pakket en watervoerende pakket.

Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten voor de waterstanden en grondparameters afgeleid uit basis van RegisII 2.1 (2017), beschikbare sonderingen en boringen en is er informatie over de ondergrond toegevoegd op basis van de resultaten van de pompproeven die in november 2017 zijn uitgevoerd bij Zonnestein en Sportlaan.



Figuur 1. Overzicht verdiepte liggingen en haltes.

1.1 Scope en doelstelling

In dit rapport wordt verslag gedaan van de benodigde bemalingen voor de verdiepte liggingen en haltes (objectnummer obj-0059). De berekeningen zijn uitgevoerd in het werkpakket WP-00030.

Het doel van deze DO-berekeningen is het rapporteren van het definitieve ontwerp en de uitvoeringswijze. Verder dient dit rapport als bewijsdocument voor eisen die conform het verificatieplan in deze fase door middel van berekening dienen te worden aangetoond.

1.2 Leeswijzer

In deze rapportage wordt in hoofdstuk 2 verwezen naar relevante documenten en gebruikte literatuur. In hoofdstuk 3 worden de eisen en de maatregelen uit de EMVI gepresenteerd. Hoofdstuk 4 beschrijft de geometrie van de bouwkuipen en in hoofdstuk 5 de schematisatie van het grondwatermodel en de uitvoeringswijze. De resultaten worden beschreven in hoofdstuk 6. Vervolgens zijn in hoofdstuk 7 de raakvlakken en omgevingseffecten geanalyseerd. De monitoring en conclusies worden respectievelijk besproken in 8 en hoofdstuk 9.

1.3 Toelichting op revisie

Deze versie betreft de definitieve versie.

2 REFERENTIES

2.1 Documenten opgesteld door Vital

Onderstaande documenten zijn opgesteld door Vital en hebben een relatie met het onderhavige document.

- [1] VITAL-011411 DO Geotechnisch ontwerp grondkeringen – Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan.
- [2] VITAL-011375 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg
- [3] VITAL-011389 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Zonnestein
- [4] VITAL-011401 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Sportlaan
- [5] VITAL-011380 DO Pompkelder Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg
- [6] VITAL-011394 DO Pompkelder - Ongelijkvloerse Kruising Zonnestein
- [7] VITAL-011406 DO Pompkelder - Ongelijkvloerse Kruising Sportlaan
- [8] VITAL-011205 Halte Meent – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [9] VITAL-011139 Halte Onderuit – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [10] VITAL-011149 Halte Oranjebaan – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [11] VITAL-011129 Halte Uilenstede – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en Paalfundering
- [12] Dialoogproduct 1 – projectmanagementplan – EMVI document.
- [13] Omgevingsscan haltes vanuit geohydrologisch perspectief, d.d. 3 oktober 2016

2.2 Documenten verstrekt door opdrachtgever

Onderstaande documenten zijn verstrekt door opdrachtgever en hebben een relatie met het onderhavige document.

- [14] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4002 (Kronenburg)
- [15] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4003 (Zonnestein)
- [16] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4007 (Sportlaan)

2.3 Geraadpleegde Literatuur

De volgende literatuur is geraadpleegd.

- [17] Dinoloket (Bodemmodel en peilbuizen)
- [18] Hoogheemraadschap Rijnland (legger)
- [19] Waterschap Amstel Gooi en Vecht (legger)
- [20] Waternet
- [21] Omgevingsdienst ODNZKG
- [22] NEN9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: algemene regels, d.d. juni 2016
- [23] Bouwjaartallen woningen: <http://code.waag.org/buildings/>
- [24] Waterkwaliteit Amsterdam (<https://www.ois.amsterdam.nl/popup/1559>)

3 VRAAGSPECIFICATIE (VS1) EN EISEN

3.1 Eisen

In het DO bemalingsplan worden de effecten van de bemaling en het waarborgen van de waterhuishouding getoetst. Het gaat om onderstaande eisen VS1_0679 en VS1_0895.

VS1_0679	Bemaling	Bovenl. Eis	Onderl. Eis	Eiseigenaar
	Tijdens de realisatie van het Werk dient bemaling niet te leiden tot een verlaging van de grondwaterstand die schadelijk is voor de beplanting.	VS1_0358		Gemeente Amstelveen

VS1_0895	Waarborgen waterhuishouding	Bovenl. Eis	Onderl. Eis	Eiseigenaar
	Tijdens de realisatie van het Werk dient de waterhuishouding niet nadelig te worden beïnvloed.	VS1_0016		Waterschap
Toelichting	Door derden wordt bij de noordelijke kruisingen voorafgaand aan de Uitvoeringswerkzaamheden extra waterberging gerealiseerd conform bijlage I.10.02. Nabij Sportlaan wordt buiten de systeemgrenzen door derden extra waterberging gerealiseerd met een oppervlakte van 1.800 m ² .			

3.2 EMVI documenten

In het EMVI document [12] is de toepassing spanningsbemaling met (anaerobe) retourbemaling beschreven (maatregel 24).

In maatregel 24 worden drie uitdagingen beschreven voor de bemaling.

- De geologische opbouw van scheef gestelde lagen door opstuwing tijdens de ijstijden, waardoor een gelinjectie risicovol is.
- Het zoutgrens in het eerste watervoerend pakket ligt relatief hoog, waardoor de lozingsmogelijkheden met een hoog debiet beperkt zijn.
- Het ijzergehalte in het eerste watervoerend pakket is relatief hoog. In het geval van oxidatie van het ijzer ontstaan vlokken waardoor retourbronnen verstopt raken.

Gedurende de tenderfase is na een gedegen analyse besloten een robuust bronbemalingssysteem en anaeroob retoursysteem te installeren. In dit systeem worden de volgende risico's beschreven:

- Onttrekkingsdebiet is groter dan verwacht.
- Bemaling (onttrekkingsbronnen) functioneert onvoldoende.
- Retoursysteem functioneert onvoldoende.
- Bij hoge grondwaterdruk in het retourveld (hoge stijghoogte) kunnen wellen ontstaan in het oppervlakte water.

Om de bovenstaande risico's te verminderen worden de volgende maatregelen getroffen:

- Het retoursysteem wordt anaeroob uitgevoerd om het oxidatieproces tegen te gaan.
- De retourbemaling wordt van NAP -30 á -50 m NAP aangelegd om de capaciteit te vergroten en rondpompen te verminderen.
- Het valideren van debieten door middel van een pompproef (reeds uitgevoerd).
- Het bemalingssysteem wordt 4 weken voor de start TBGN. Naar aanleiding wordt het bemalings- en retoursysteem geoptimaliseerd. Tevens wordt de monitoring geoptimaliseerd.

- Het bemalingssysteem (pompsysteem) wordt over gedimensioneerd.
- Het retoursysteem wordt over gedimensioneerd.
- De retourleidingen zijn van HDPE en gespiegeld.

Door het over dimensioneren van het onttrekkingssysteem en retoursysteem kan bij ontstaan van bijvoorbeeld wellen het water in het retourveld worden herverdeeld.

Correctieve maatregelen

- Bij een te lage opnamecapaciteit van het retourveld, of bij het ontstaan van wellen wordt er gebruik gemaakt van de overcapaciteit in het retoursysteem voor herverdeling van water.

Terugvalscenario in geval van nood

- Bij de dimensionering van retourveld wordt rekening gehouden met eventuele capaciteitsuitbreiding.
- De herstelwerkzaamheden van retourleiding wordt binnen 4 uur herstelt, uitwerking van het terugvalscenario volgt in het bemalingsplan.

4 GEOMETRIE

Het DO bemalingsadvies bevat in-stationaire modelberekeningen voor 3 ongelijkvloerse kruisingen en voor 4 haltes. De ongelijkvloerse kruisingen zijn: Zonnestein, Kronenburg en Sportlaan. De haltes zijn: Onderuit, Oranjebaan, Meent en Uilenstede.

In de modelschematisatie zijn voor Zonnestein en Kronenburg dezelfde dimensies aangenomen. Tevens worden Zonnestein en Kronenburg ook gelijktijdig met de haltes Onderuit, Oranjebaan en Uilenstede bemalen. Tabel 1 geeft een overzicht van de dimensies en noodzakelijke waterniveaus. De beschreven dimensies in de tabel zijn de maximale breedte en diepte. Deze breedte is toegepast op de gehele bouwkuip waardoor een worst case scenario wordt berekend. Voor de diepte van de bouwkuip is rekening gehouden met een diepteverloop.

Vanuit hydrologisch oogpunt zijn de kopschermen niet benodigd, ze leveren een verwaarloosbare bijdrage aan het beperken van de toestroom van water.

De haltes (Tabel 2) zijn berekend in dezelfde grondwatermodellen als de verdiepte liggingen. De haltes zijn gemodelleerd zonder aanwezigheid van damwanden, omdat deze door de beperkte damwanddiepte geen waterkerend effect hebben.

Tabel 1. Uitgangspunten werkzaamheden ongelijkvloerse kruisingen

PARAMETER		ZONNESTEIN / KRONENBURG	SPORTLAAN
BREEDTE BOUWPUT	m	20 / 23,5	30,46
LENGTE BOUWPUT	m	316	324
ONTGRAVINGSDIEPTE	m NAP	-10,14	-11,04
DROOGLEGGINGSNIVEAU	m NAP	-10,51	-11,54
DAMWANDDIEPTE	m NAP	-17,5 / -23,0	-17,5 / -23,5
MAAIVELD	m NAP	-3,2 / -3,6	-3,9 / -4,5
GRONDWATERSTAND (GHG/GLG)	m NAP	-4,2 / -4,9	-4,6 / -5,3
STIJGHOOGTE	m NAP	-3,8 / -4,3	-4,2 / -4,7
BENODIGDE VERLAGING	m	6,71	7,34
LENGTE WATERKELDER	m	27	33,8
BREEDTE WATERKELDER	m	6	5
DROOGLEGGINGSNIVEAU WATERKELDER	m NAP	-14,5	-15,50
BENODIGDE VERLAGING (CIRCA)	m	10,5	11,0
DUUR TOTAAL	d	70	112
DUUR WATERKELDER	d	28 (vóór bouwkuip bemaling)	28 (tijdens bouwkuip bemaling)
DUUR VERDIEPTE LIGGING	d	42 (na waterkelder)	112 (inclusief waterkelder)

Tabel 2. Uitgangspunten werkzaamheden haltes.

PARAMETER		ONDERUIT	ORANJEBAAN	MEENT	UILENSTEDE
BREEDTE BOUWPUT (CIRCA)	m	9,5	10	10	4,5
LENGTE BOUWPUT (CIRCA)	m	14	17	17	4
BREEDTE NIEUWE LIFTPOT (CIRCA)	m	4	4	3,5	4
LENGTE NIEUWE LIFTPOT (CIRCA)	m	4	2,5	2,5	4
ONTGRAVINGSDIEPTE BOUWKUIP	m NAP	-6,95	-4,4	-5,4	n.v.t.
DROOGLEGGING BOUWKUIP	m NAP	-7,25	-4,7	-5,7	n.v.t.
ONDERZIJDE DAMWAND BOUWKUIP	m NAP	-14,0	-12,5	-13,0	n.v.t.
ONTGRAVINGSDIEPTE LIFTPOT	m NAP	-8,4	-6,7	-6,8	-5,8
DROOGLEGGING LIFTPOT	m NAP	-8,7	-7,0	-7,1	-6,1
ONDERZIJDE DAMWAND LIFTPOT	m NAP	-16,5	-16,0	-16,0	n.v.t.
MAAIVELD	m NAP	-2,8	-0,85	-1,2	-0,2
GRONDWATERSTAND (GHG/GLG)	m NAP	-4,3	-4,5	-4,7	-4,5
STIJGHOOGTE	m NAP	-3,6	-3,9	-4,2	-3,5
BENODIGDE VERLAGING BOUWPUT	m	2,9	0,2	1,0	n.v.t.
BENODIGDE VERLAGING LIFTPOT	m	4,4	2,5	2,4	1,6
BENODIGDE VERLAGING T.B.V. SPANNINGSBEMALING BOUWPUT	m	1,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
BENODIGDE VERLAGING T.B.V. SPANNINGSBEMALING LIFTPOT	m	3,0	1,0	0,8	n.v.t.
DUUR	d	42	42	70*	42

* halte Meent is onderdeel van tracé zuid, deze werkzaamheden vallen buiten de 6-weeks zomer TBGN

De stabiliteitsberekeningen i.r.t. de benodigde verlaging en spanningsbemaling zijn per halte berekent in de DO rapportages van het geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering [8 t/m 11].

5 ONTWERPAANPAK

5.1 Schematisering

De bodem onder Amstelveen wordt gekenmerkt door een dikke deklaag bestaande uit klei en veen die bij Kronenburg en met name bij Zonnestein lokaal onderbroken wordt door zandlaagjes. De deklaag ligt op watervoerende pakketten met een hoge doorlatendheid, zie Tabel 3 voor de modelopbouw. Het eerste watervoerend pakket wordt op de locatie Kronenburg in een aantal sonderingen op een diepte van omstreeks NAP -40 m een kleilaag aangetroffen. Een dikkere kleilaag heeft een reducerend effect op het debiet, maar kan een grotere verlaging net aan de buitenzijde van de damwanden teweeg brengen. In modelberekeningen is deze kleilaag niet meegenomen, omdat deze niet vlakdekkend aanwezig is. Het aantreffen van de klei in een aantal sonderingen was geen aanleiding om het gebied in geheel te vullen met klei.

Opgemerkt wordt dat de dieptes geografisch wisselen. De genoteerde dieptes zijn de dieptes in de omgeving van de projectlocatie.

De bodemopbouw is afkomstig van reeds uitgevoerd grondonderzoek, de bodemparameters zijn afkomstig van literatuurwaardes en een tweetal uitgevoerde pompproeven ter hoogte van Zonnestein en de Sportlaan. De onderstaande Tabel 4 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 3. geohydrologische bodemopbouw o.b.v. Regis2.1. De laagnummers komen niet overeen met het de nummering in model.

Laag	Diepte [m NAP]	Geohydrologische eenheid	Parameter K [m/dag]
1	-4 / -10.5	Deklaag, klei / veen ¹⁾	0.005 - 1
2	-10.5 / -17	Formatie van Bostel, Kreftenheye en Drenthe, matig grof tot zeer grof zand	26-38
3	-17 / -38	Gestuwde afzettingen	Afhankelijk van bodem
4	-38 / -49	Formatie van Urk, matig grof tot grof zand	14-27
5	-49 / -58	Formatie van Sterkstel, klei	0.10
6	-58 / -71	Formatie van Sterksel, zand	23
7	-71 / -75	Formatie van Waalre, klei	0.025
8	-75 / -198	Formatie van Peize Waalre, zand	29-38

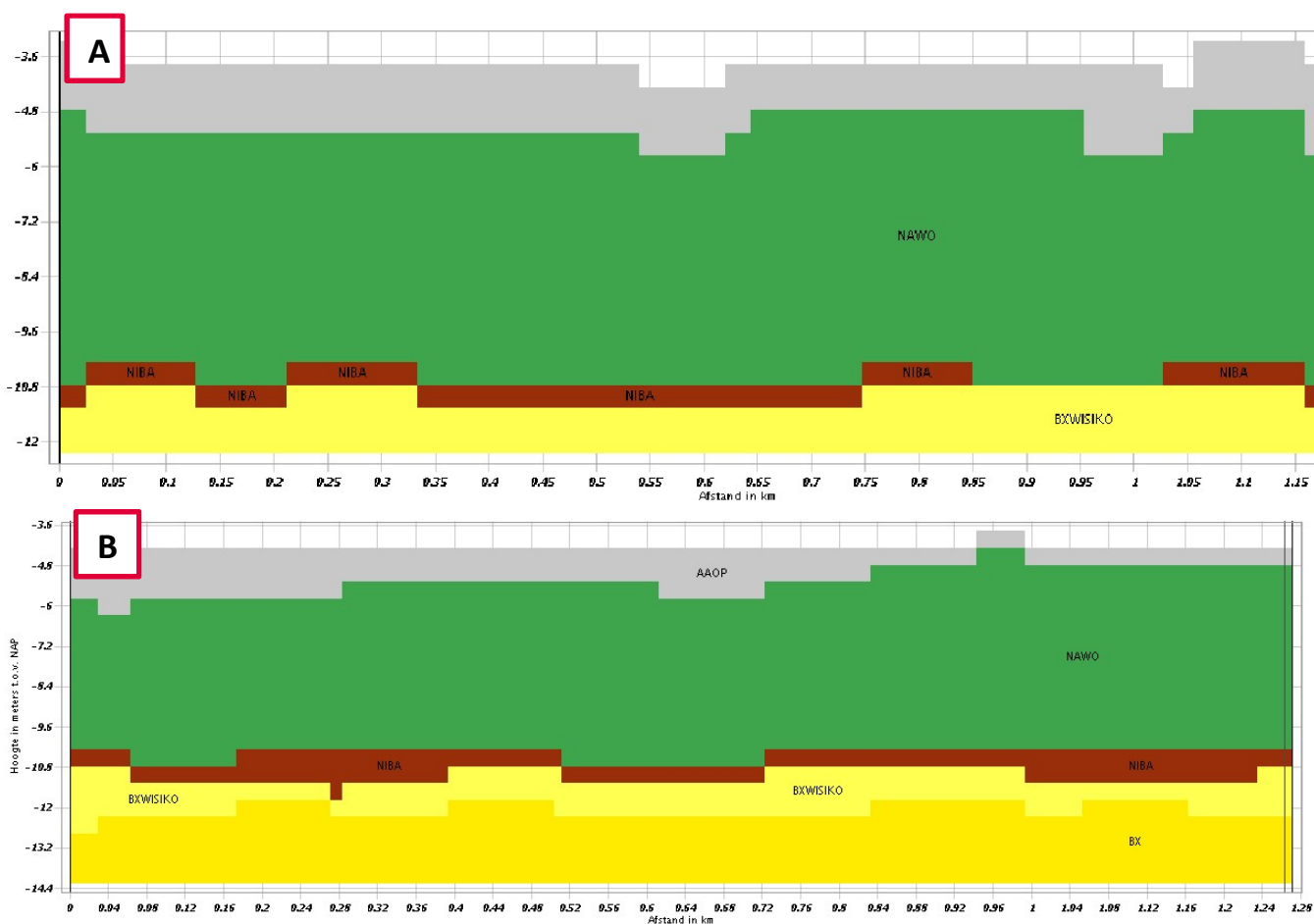
1) Regis2.1 maakt geen onderscheid in deze laag.

Tabel 4. Bodemopbouw model o.b.v. Regis2.1, sonderingen en pompproef. De laagnummers komen niet overeen met het de nummering in model. De reden hiervoor is dat verschillende geohydrologische lagen in het grondwatermodel in meerdere lagen zijn opgedeeld. Dit t.b.v. modelleringswerkzaamheden.

Laag	Diepte [m NAP]	Geohydrologische eenheid	Parameter		
			Kx [m/d]	Ky [m/d]	Kz [m/d]
1	-4 / -9,7	Deklaag, klei (incl. dunne lagen wadzand)	1,0	1,0	0,1
2	-9,7 / -10,5	Deklaag, veen	0,001- 0,005	0,001- 0,005	0,001- 0,005
3	-10.5 / -17	Formatie van Bostel, Kreftenheye en Drente, matig grof tot zeer grof zand	12,5 - 15,5	27,3 - 31,5	1,9 - 2,5
4	-17 / -38	Gestuwde afzettingen	13 -20	28,6 – 49,4	2 – 3.1
5	-38 / -49	Formatie van Urk, matig grof tot grof zand	13 -20*	28,6 – 49,4*	2 – 3.1*
6	-49 / -58	Formatie van Sterkstel, klei	16,5 - 21*	35,1 – 52*	2,5 – 3,2*
7	-58 / -71	Formatie van Sterksel, zand	17 - 23*	39 - 54*	2,7 – 3,2*
8	-71 / -75	Formatie van Waalre, klei	0,025	0,025	0,025
9	-75 / -198	Formatie van Peize Waalre, zand	29 - 38	29 - 38	4 - 6

* Uit de pompproeven volgt dat de anisotropie niet alleen in de laag 'gestuwde afzettingen' voorkomt maar ook in de lagen eronder (Urk en Sterksel).

In onderstaande GEOTOP doorsnede langs de bouwkuipen Kronenburg en Zonnestein [17] is zijn de AAOP (antropogene zanden), NAWO (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer), NIBA (formatie van Nieuwkoop, basisveenlaag) en BXWISIKO (Formatie van Boxtel) weergegeven. Hieruit blijkt dat de deklaag uit AAOP, NAWO en NIBA bestaat en dat de basisveenlaag is niet overal aanwezig is (dit is ook verwerkt in de grondwatermodellen). De Formatie van Naaldwijk wordt gekenmerkt door een sterke variatie in de lithologische samenstelling, die varieert van zand, tot klei. Het overgrote deel van de afzettingen vertoont een kleinschalige (cm-schaal) gelaagdheid; de kleien bevatten vaak zandige laagjes en de zanden vaak kleiige laagjes.



Figuur 2. A) Verticale doorsnede GEOTOP door Kronenburg en Zonnestein en B) Verticale doorsnede GEOTOP door Sportlaan.

5.1.1 Pompproef

Voor het definitieve ontwerp zijn pompproeven uitgevoerd ter hoogte van de verdiepte liggingen Kronenburg en Sportlaan. Gedurende twee dagen is het effect op de stijghoogte op een diepte van NAP – 15,0 m en NAP – 25,0 m gemeten. Op basis van de resultaten van de pompproeven (bijlage 9) is een anisotropie in de bodem waargenomen als hydrologische eigenschap van gestuwde lagen. Dit resulteert in een herziening van de doorlatendheid en de anisotropie in het model ten opzichte van de waarden in de VO fase.

Er dient opgemerkt te worden dat de anisotrope bevindingen weinig verandering van de grootte van de doorlatendheid laten zien ten opzichte van de VO rapportage. Daarentegen hebben de pompproef resultaten invloed op de verhouding van de doorlatendheden in de K_x (K_h), K_y (K_h) en K_z (K_v) richting. Bij een horizontaal gelaagde bodem is de doorlatendheid in de K_x en K_y richting gelijk en is de doorlatendheid in de K_z richting circa 5 tot 10 maal kleiner.

In het grondwatermodel voor de DO berekeningen is op basis van de pompproeven aangehouden dat de doorlatendheid in de Ky richting circa 2 tot 2,5 maal hoger is dan de doorlatendheid in de Kx richting. De aanwezigheid van gestuwde afzettingen is waarschijnlijk de natuurlijke oorzaak van deze anisotropie in x (≈ oost-west) en y (≈ noord-zuid) richting en dat heeft invloed op de bemaling. Deze scheef gestelde lagen zorgen voor ellipsvormige verlagingcontouren, in tegenstelling tot een bemaling bij een isotrope doorlatendheid waar de verlagingcontour cirkelvormig is. Het invloedsgebied zal dus groter zijn in de richting haaks op de scheefstelling en kleiner in de richting van de scheefstelling/dip.

5.2 Situatieschets

In totaal zijn 3 modelsituaties doorberekend, waarbij situatie 1 (Figuur 3) als basismodel dient. Ten opzichte van het VO grondwatermodel is de veenlaag opgedeeld in twee dunnere lagen. Hierdoor worden de verlagingen in de veen- en kleilaag representatiever. Situatie 2 (Figuur 4) representeert de afstemming in de DO fase, namelijk bronnen aan de buitenzijde van de verdiepte liggingen voor Zonnestein en Kronenburg. Situatie 3 representeert de bemaling voor de Sportlaan (Figuur 5) met bronnen aan de binnenzijde van de kuip.

5.2.1 Zonnestein en Kronenburg

De verdiepte liggingen Zonnestein, Kronenburg en haltes Onderuit, Oranjebaan en Uilenstede zijn tezamen in een grondwatermodel berekend. In het model is, in tegenstelling tot de VO berekeningen, uitgegaan van de aanwezigheid van waterkelders, retourvelden en de anisotropie. Voor het berekenen van de verlaging is rekening gehouden met een diepteverloop van de onderdoorgang. Hierbij neemt het diepteverloop (en droogleggingsniveau) in drie stappen toe richting het midden van de kuip.

De waterkelders worden uitgevoerd zonder onderwaterbeton en liggen in de lengterichting van de kuip aan de westkant.

De ontworpen bemalingswerkzaamheden zijn weergegeven middels een situatieschets in Figuur 4. In deze schets is ook aangegeven wat de aanwezigheid van anisotropie voor effect heeft op de bemaling. In de situatieschets is een zogenaamde 'spannende' laag weergegeven, dat wil zeggen dat door de aanwezigheid van scheefgestelde lagen en het buiten deze laag plaatsen van bronnen deze laag niet drooggelegd wordt. Als gevolg van een te hoge waterstand in de 'spannende' laag zal uit de bronnen extra worden onttrokken. Dit resulteert niet in drooglegging van de bouwput maar zorgt er wel voor dat meer grondwater uit een andere bereik wordt onttrokken en er andere (grotere) onbedoelde verlagingen ontstaan. De plaatsingsdiepte van de bronnen is daarom door de aanwezigheid van de scheefgestelde lagen een belangrijk onderdeel in het plaatsen van de bemaling en het monitoren van de bemalingseffecten.

In de situatieschets is voornamelijk weergegeven (Figuur 4) dat de bronnen met gelijke afstand en diepte geplaatst worden, tijdens uitvoering zal de diepte van de bronnen onderling verschillen. De reden hiervoor is dat de richting en locatie van de 'spannende laag' onbekend is. Daarnaast is er in het grondwatermodel geen rekening gehouden met eventuele aan- of afwezige kopschermen of tussenschermen.

De retourbemaling (Figuur 6) wordt uitgevoerd middels een tweetal retourvelden. Zonnestein en Kronenburg delen het retourveld langs het oppervlakte water aan de Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg, Fritsmullerlaan en de Olympiadelaan. Het retourveld bevindt zich tussen circa NAP -25 m en NAP -58 m. Er is uitgegaan van 95-100% retourbemaling

5.2.2 Sportlaan

De verdiepte ligging Sportlaan en de halte Meent zijn uitgerekend tezamen in één grondwatermodel. In het model is, ten opzichte van de VO berekeningen, uitgegaan van de aanwezigheid van waterkelders, retourvelden en de anisotropie (Figuur 5).

Voor het berekenen van de verlaging is rekening gehouden met een diepteverloop van de onderdoorgang. Hierbij neemt het diepteverloop in drie stappen toe richting het midden.

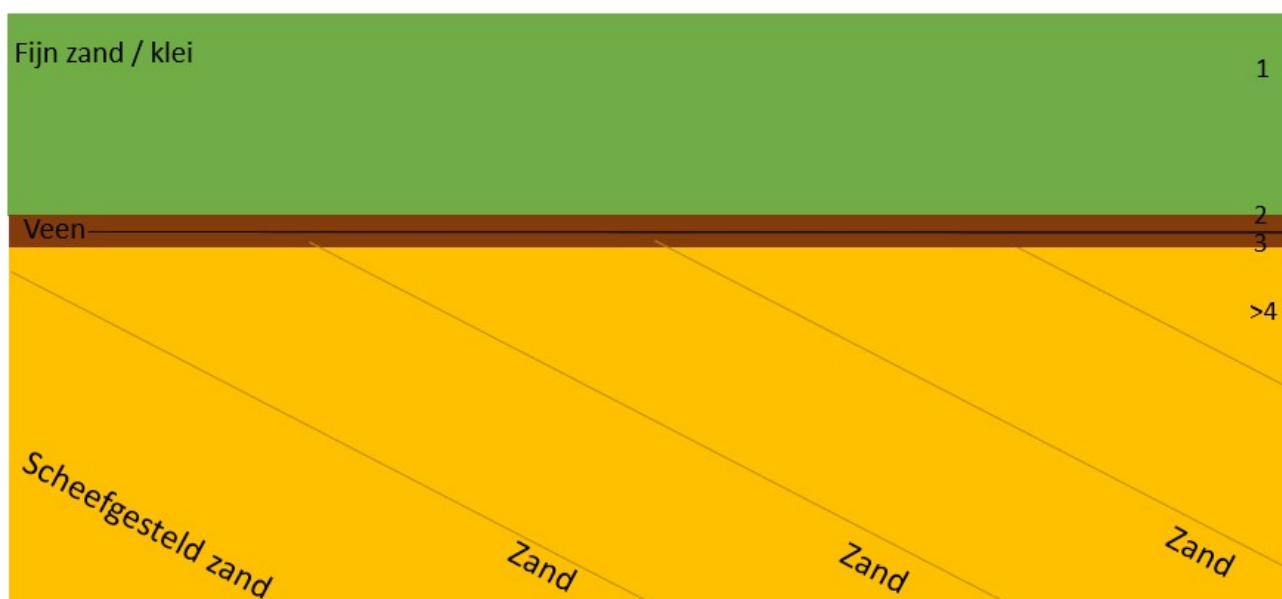
De waterkelder voor de Sportlaan ligt overdwers in het midden van de bouwkuip en wordt omrand door damwanden.

Middels de pompproef zijn bij de Sportlaan ook scheefgestelde zandlagen waargenomen (Figuur 5). Ook hier kan de zogenaamde 'spannende laag' voorkomen.

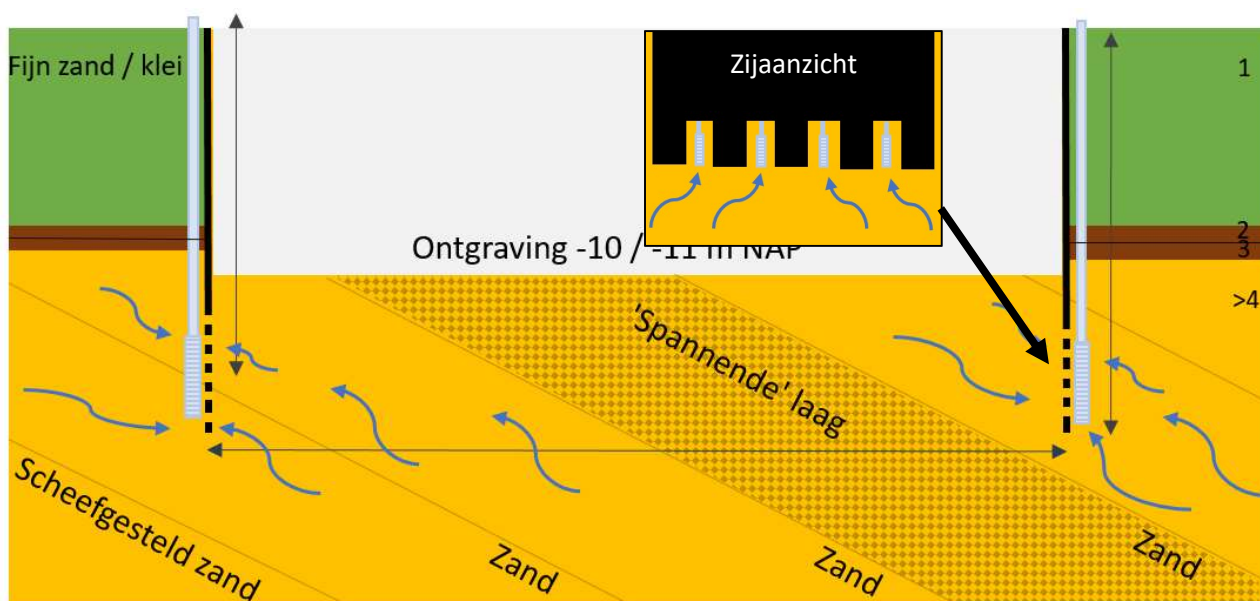
De bemaling is in-stationair berekend in 2 tijdvakken (in modflow "stressperiods"). Fase 1 bestaat uit 12 weken bemaling van de verdiepte ligging. De daaropvolgende fase 2 bestaat uit 4 weken bemalen van de verdiepte ligging inclusief de waterkelder. De gerapporteerde verlagingscontouren representeren deze fase, dit weergeeft een worst-case scenario met de grootste verlagingen.

Er dient opgemerkt te worden dat de bronnen ter hoogte van moot 2,3,8 en 9 (Sportlaan) onder de damwand uitkomen. Dit houdt in dat de bronnen niet meer aan de binnenkant van de damwand staan en dat de damwanden geen effect hebben op de toestroom van water.

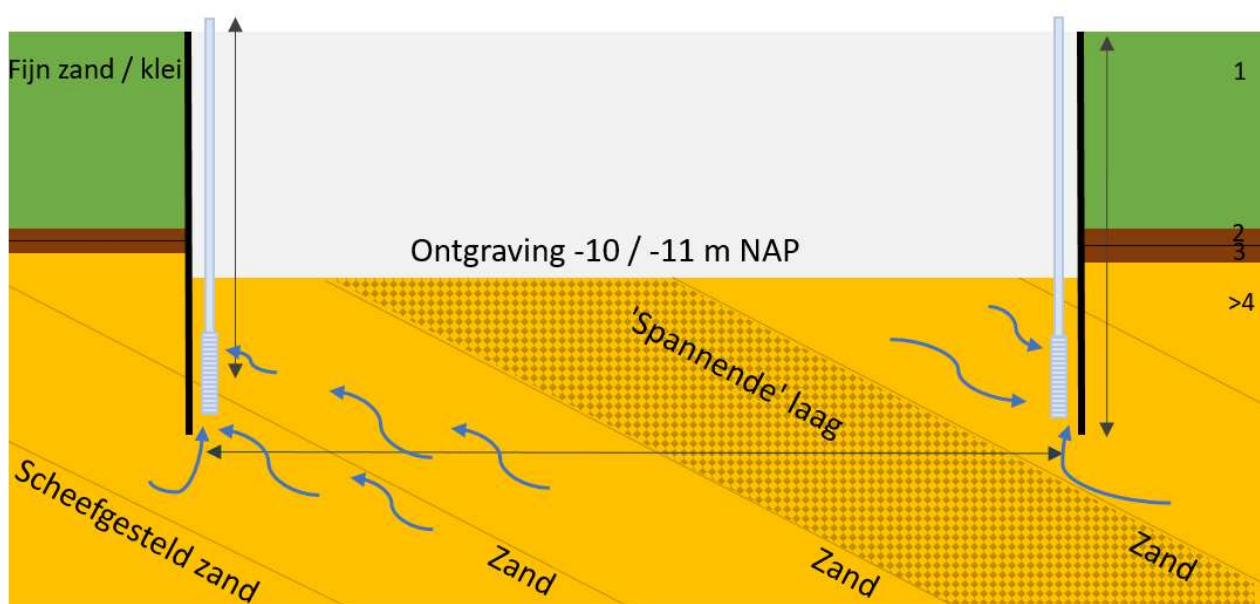
Voor de verdiepte ligging aan de Sportlaan is gerekend met een retourveld langs een oppervlakte water langs de Sportlaan, van der Hooplaan en de Beneluxlaan ten zuidwesten van de verdiepte ligging (Figuur 6). Tussen NAP -25 m en NAP -30 m worden met enige regelmaat siltige lagen aangetroffen, daarom is uitgegaan dat het retourveld zicht bevindt tussen circa NAP -30 m en NAP -50 m waarbij is uitgegaan van 95-100% retourbemaling.



Figuur 3. Basismodel 1: de lagen zijn aangegeven middels nummers. De veenlaag is opgedeeld in twee modellagen. Let op: nummering lagen komt niet overeen met de bodemopbouw in tabel hoofdstuk 5.



Figuur 4. Situatieschets 2: Kronenburg en Zonnestein inclusief anisotropie en bemaling aan de buitenzijde. De damwanden worden eerst lokaal gestaffeld aangebracht, de bronnen staan tussen de kortere damwanden, dit is afgebeeld in zwart omrand figuur. De bronnen (lichtblauw) worden t.h.v. de kortere damwanden (zwarte blokken) geplaatst. De 'spannende' laag is een laag die mogelijk o.i.v. de locatie van de bronnen niet bemalen wordt. Dit is een resultaat van anisotropie. Het niet kunnen droogleggen van deze laag dient ten alle tijde voorkomen te worden. Opgemerkt wordt dat de h.o.h. afstand tussen de bronnen is groter dan in de schets weergegeven.



Figuur 5. Situatieschets 3: Sportlaan inclusief anisotropie en bemaling aan de binnenzijde. De damwanden worden aangebracht op verschillende niveaus. Het niveau neemt toe richting het midden van de bouwkuip. De bronnen komen aan de uiteinden onder het damwandniveau uit. De 'spannende' laag is een laag die mogelijk o.i.v. de locatie van de bronnen niet bemalen wordt. Dit is een resultaat van anisotropie. Het niet kunnen droogleggen van deze laag dient ten alle tijde voorkomen te worden.

5.2.3 Haltes

De haltes zijn berekend in dezelfde grondwatermodellen als de verdiepte liggingen. De haltes zijn gemodelleerd zonder aanwezigheid van damwanden, omdat deze geen waterremmend effect hebben. De debieten zijn berekend zonder aanwezigheid van een retourveld.

5.3 Uitvoeringswijze

5.3.1 Algemeen

Er is een vooronderzoek geweest waarbij een pompproef is uitgevoerd. Uit de pompproef komt naar voren dat er sprake is van anisotropie door scheefstelling van de lagen. De opstelling van de pompproef met bijbehorende locatie en filterstelling van de bronnen is weergegeven in bijlage 9.

Door de anisotropie van de bodem is de locatie van een onttrekkingsbron niet eenduidig te bepalen. Met behulp van de pompproef is bepaald dat de bodemlagen naar het oosten dippen/hellen. Echter is het met de bestaande gegevens niet vast te stellen of dit noordoost of zuidoost is. Om de effectiviteit van de bronnen te verhogen wordt een dagproductie van bronnen geplaatst, getest, gemonitord en indien noodzakelijk opnieuw gemodelleerd. Met behulp van deze meetgegevens worden de locaties van de bronnen van de volgende dag bepaald. Deze worden vervolgens getest en gemonitord zodat de diepte van de bronnen opnieuw worden bepaald. Dit proces herhaald zich enkele malen tot voldoende data is verkregen

De eerste 2 dagen wordt een dagproductie aan bronnen geplaatst met een onderlinge afstand van circa 20 meter. Ter plaatse van de waterkelder zal een dichter stramien benodigd zijn. Vervolgens wordt de locatie en de onderlinge afstand bepaald aan de hand van de nieuwe gegevens.

Deze opzet houdt in dat de lozing, lozingsleiding en retourveld al aangelegd is voordat de bronnen geboord worden. De retourbronnen hebben filters tussen circa NAP -30 m en NAP -50 m. Deze worden niet meer tijdens de uitvoering aangepast.

5.3.2 Kronenburg/Zonnestein

De bemaling voor Kronenburg en Zonnestein wordt buiten de kuip aangebracht. Om de invloed van de bemaling op de bouwkuip niet te verminderen door de damwanden worden de damwand gestaffeld aangebracht. Dit houdt in dat naast de onttrekkingsbron, de damwand tot minder diep wordt aangebracht. Zo wordt de verbinding tussen de bouwkuip en de bron niet belemmert.

De onttrekkingsbronnen worden uitgevoerd met een diameter van minimaal 250 mm tot een diepte van -20 m NAP. De daadwerkelijke diepte en filterstelling zullen proefondervindelijk worden vastgesteld. Daarnaast zal de filterstelling t.b.v. de drooglegging van de waterkelder afwijkend zijn, deze zullen dieper geplaatst worden.

Het retourveld is reeds beschreven in paragraaf 2 van dit hoofdstuk. De retourbronnen op 100 meter afstand van de bemaling worden aangebracht met een diepte van de perforatie van -40 tot -50 m NAP. Verder gelegen retourbronnen worden aangebracht met een diepte van de perforatie -30 tot -50 m NAP. Op korte termijn worden sonderingen ter plaatse van de retourvelden uitgevoerd, de uitkomst van deze sonderingen bepaald de definitieve lengte van de filter. Dit in overleg met de uitvoerende partij.

De retourbronnen dienen afgedicht te worden met zweiklei (bv. Mikolit), welke met zijn zwelvermogen een afdichtende werking heeft. Mikolit heeft dichtheid van circa 1,8 t/m³ en is daarmee ongeveer even zwaar als zand

5.3.3 Sportlaan

De bemaling voor Sportlaan wordt binnen de kuip aangebracht. Door de damwanden wordt de invloed van de bemaling op de omgeving beperkt.

De onttrekkingsbronnen worden uitgevoerd met een diameter van minimaal 250 mm tot een diepte van -20 m NAP. De daadwerkelijke diepte en filterstelling zullen proefondervindelijk worden vastgesteld. Daarnaast zal de filterstelling t.b.v. de drooglegging van de waterkelder afwijkend zijn, deze zullen dieper geplaatst worden.

Het retourveld is reeds beschreven in paragraaf 2. De retourbronnen op 100 meter afstand van de bemaling worden aangebracht met een diepte van de perforatie -40 tot -50 m NAP. Verder gelegen retourbronnen worden aangebracht met een diepte van de perforatie -30 tot -50 m NAP. Op korte termijn worden

sonderingen ter plaatse van de retourvelden uitgevoerd, de uitkomst van deze sonderingen bepaald de definitieve lengte van de filter. Dit in overleg met de uitvoerende partij

De retourbronnen dienen afgedicht te worden met zweikleij (bv. Mikolit), welke met zijn zwelvermogen een afdichtende werking heeft. Mikolit heeft dichtheid van circa 1,8 t/m³ en is daarmee ongeveer even zwaar als zand.

5.3.4 Haltes

Voor de haltes wordt een freatische en spanningsbemaling aangebracht. De spanningsbemaling bestaat uit bronneringsfilters binnen de damwandkassen. Het gevolg van het gebruik van bronneringsfilters is dat het bemalingswater niet geretourneerd kan worden door menging van anaeroob en aeroob water. Echter is het debiet en waterbezwaar minder door het gebruik van korte filters. De filters worden geplaatst tot 2 meter onder de onderkant van de deklaag.

De freatische bemaling wordt uitgevoerd door middel van een open bemaling en heeft als doel het regenwater af te pompen. Mocht er een wadzand ter hoogte van de halte aanwezig zijn, zal het debiet iets toenemen. Door het gebruik van damwanden en aanwezigheid van voornamelijk klei zal weinig freatisch grondwater worden onttrokken uit de deklaag. Een aandachtspunt is de aansluiting van de bouwkuip met de bestaande constructie.

Het freatische bronneringswater kan geloosd worden op het oppervlaktewater of in het hemelwater riool. Het spanningswater kan geretourneerd worden, maar gezien de lage debieten (hoofdstuk 6) kan het spanningswater ook geloosd worden op het hemelwater riool. Lozing op het hemelwater riool is alleen mogelijk als het water voorbehandeld wordt met een zandfilter of een strobak.

De grondwaterkwaliteit van het spanningswater is getest tijdens de pompproef en bijgevoegd in bijlage 13. In Tabel 5 zijn de chloride en ijzerconcentraties weergegeven. IJzergehaltenes boven de 4 á 5 mg/L zorgen voor oranje/bruine verkleuring in oppervlaktewateren. In oppervlaktewater in Amsterdam worden gehaltenes tussen 53 en 500 mg/L gemeten als gevolg van zoute kwel [24]. Dat wil zeggen dat de gemeten concentratie chloride in het bronneringswater bij lozing niet zorgt voor een achteruitgang van kwaliteit.

Tabel 5. Grondwaterkwaliteit 1e WVP

STOF	ANALYSE KRONENBURG	ANALYSE SPORTLAAN
IJZER [MG/L]	5,7	8,1
CHLORIDE [MG/L]	24	30

6 RESULTATEN

6.1 Debieten en omgevingseffecten

De modelresultaten zijn in onderstaande tabellen weergegeven de invloedslijnen zijn weergegeven in de bijlages.

De berekende debieten zijn hoger dan in de tender en VO fase. Dit is een gevolg van de anisotropie en de exacte locatie van de retourbemaling.

Tabel 6. Modelresultaten verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein

	Debiet [m³/uur]	Debiet [m³/dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m³]
Zonnestein	610- 650	14.640 - 15.600	42	614.880 - 655.200
Kronenburg	660 - 680	15.840 - 16.320	42	665.280 - 685.440
Waterkelder Zonnestein	340 - 370	8.160 - 8.800	28	228.480 - 246.400
Waterkelder Kronenburg	340 - 390	8.160 - 9.300	28	228.480 - 260.400
Totaal				1.737.120 - 1.851.360

De waterkelders van Zonnestein en Kronenburg worden gerealiseerd vóór de verdiepte liggingen. Deze zullen apart bemalen worden. In de berekening is uitgegaan van een opeenvolging van werkzaamheden. Voor het retourdebiet dienen de debieten van beide verdiepte liggingen opgesteld te worden bij de debieten van de waterkelder.

Tabel 7. Modelresultaten verdiepte ligging Sportlaan

	Debiet [m³/uur]	Debiet [m³/dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m³]
Sportlaan	540 – 560	12.960 – 13.440	84	1.088.640 – 1.128.960
Waterkelder + bemaling Sportlaan	680 - 690	16.320 – 16.560	28	456.960 – 463.680
Totaal				1.545.600 – 1.592.640

De waterkelder en de verdiepte ligging Sportlaan wordt gelijktijdig gerealiseerd met de rest van de verdiepte ligging.

Tabel 8. Modelresultaten haltes, inclusief spanningsbemaling van overige haltes (zonder retourbemaling)

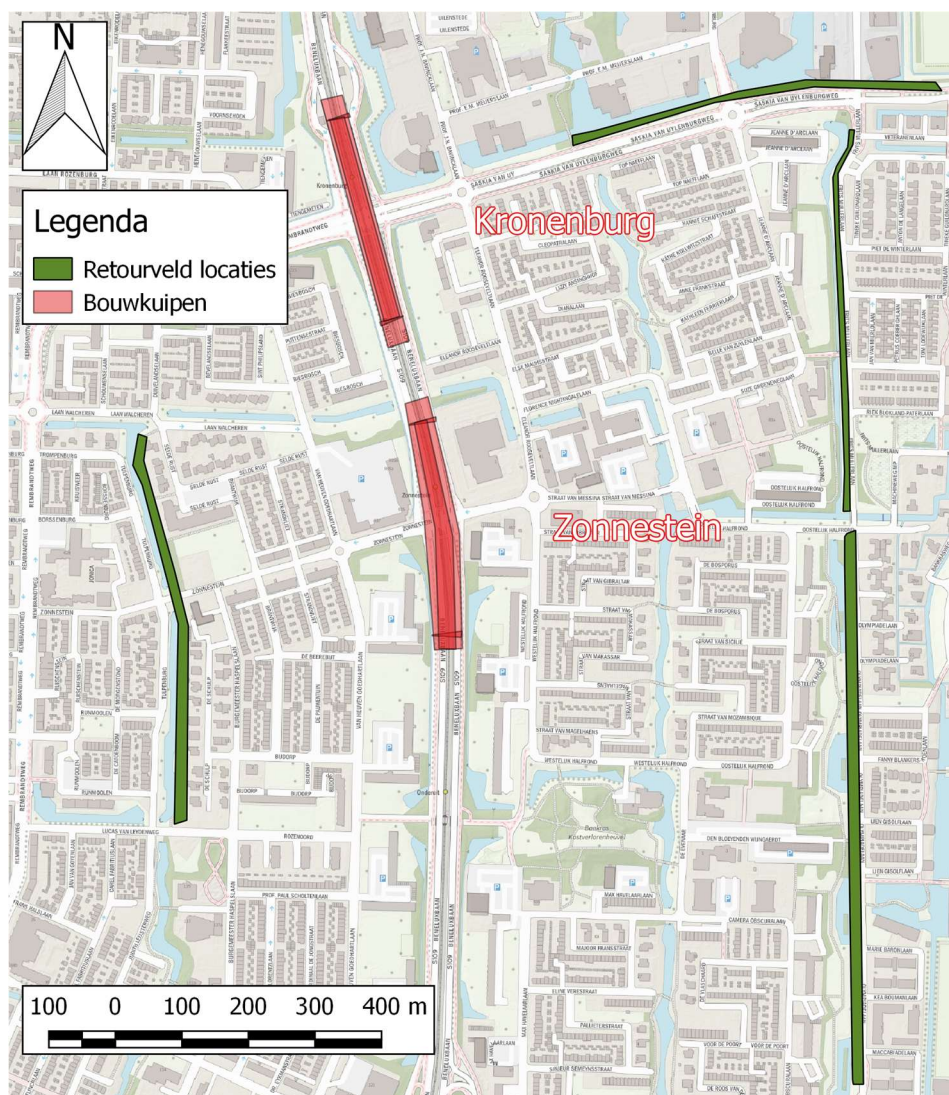
	Debiet [m³/uur]	Debiet [m³/dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m³]
Onderuit	9	216	42	9.072
Onderuit spanningsbemaling	35	825	42	34.650
Oranjebaan	5	125	42	5.250
Oranjebaan Spanningsbemaling	13	310	42	13.020
Meent	5	125	70	5.250
Meent Spanningsbemaling	13	310	70	13.020
Uilenstede	5	120	42	5.040
				85.302

De figuren tonen de verlaging aan het eind van de werkzaamheden. In deze verlagingscontouren zijn de benodigde verlagingen voor de waterkelders meegenomen. Na enkele dagen wordt een steady-state situatie bereikt. Door de gekozen bodemparameters laten de figuren een worst case situatie zien.

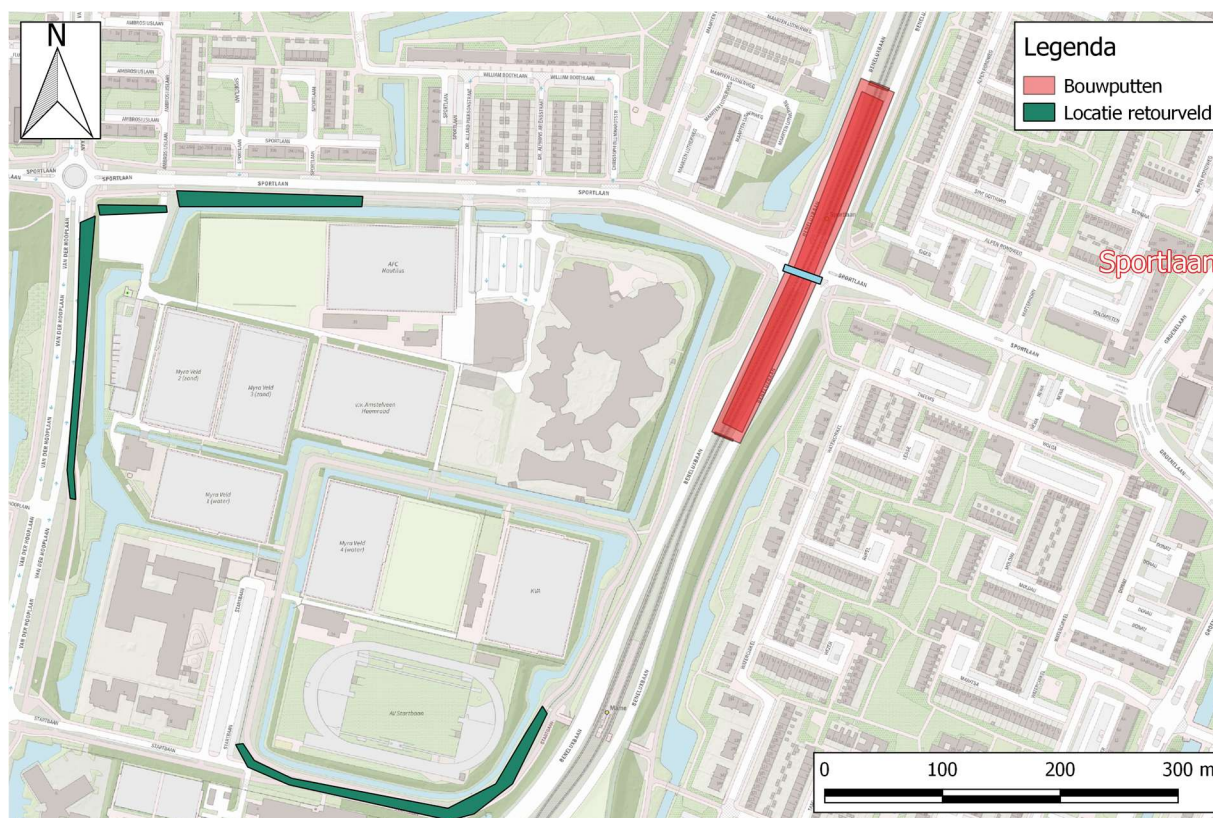
6.2 Effect van retourbemaling

Het effect van retourbemaling op het invloedsgebied is berekend voor de Zonnestein/Kroneburg en Sportlaan. Deze zijn weergegeven in bijlages 1 t/m 8. In onderstaand Figuur 6 en Figuur 7 zijn de locaties van de retourvelden weergegeven. De locaties zijn tezamen met de uitvoerende partij aangewezen i.v.m. praktische inpassing. In het bemalingsplan zijn ook enkele locaties aangegeven waar zo nodig meerdere retourbronnen geplaatst kunnen worden. Op deze locaties worden binnenkort sonderingen uitgevoerd om de geschiktheid en diepte vast te kunnen stellen.

De haltes Onderuit, Oranjebaan, Meent en Uilenstede zijn berekend zonder retourbemaling.



Figuur 6. Locatie retourveld Kroneburg en Zonnestein welke aangehouden is in de berekening.



Figuur 7. Locatie retourveld Sportlaan.

6.2.1.1 Retourbemaling Kronenburg / Zonnestein

De retourbemaling (Figuur 6) wordt uitgevoerd middels een tweetal retourvelden. Zonnestein en Kronenburg delen het retourveld langs het oppervlakte water aan de Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg, Fritsmullerlaan en de Olympiadelaan. Het retourveld bevindt zich tussen circa NAP -25 m en NAP -58 m. Er is uitgegaan van 95-100% retourbemaling.

De kans op opbarsten van de bodem als gevolg van de toenemende druk in het retourveld hangt af van de verhouding tussen grondopbouw(gronddruk) en waterdruk. Opwaartse druk wordt veroorzaakt door de waterstand (druk) onder scheidende lagen (klei of veen). In de natuurlijke situatie is de neerwaartse druk (gronddruk) van de scheidende laag en bovenliggende lagen hoger dan de opwaartse druk, er is dan geen risico op opbarsten. Door het retourneren van het bronneringswater zal de waterdruk onder de scheidende laag toenemen, oftewel de opwaartse druk neemt toe. Of er dan kans op opbarsten ontstaat is in onderstaande beschouwing getoetst.

Retourneren vindt plaats bij watergangen, deze zijn maatgevend. Bodemniveau van watergangen is op basis van inmetingen binnen de werkgrenzen ca. NAP -6,0 m. In onderstaande Tabel 10 is aangegeven wat de maximaal toelaatbare stijghoogte is in het retourveld. Deze is afhankelijk van de grondopbouw (Tabel 9). Hieruit volgt dat wanneer de stijghoogte hoger dan NAP -3,0 m komt er een risico tot opbarsten van de waterbodem van de watergangen ontstaat. Dit staat gelijk met een toename van 1,1m.

Tabel 9. Gebruikte parameters voor berekening gronddruk.

VAN [M NAP]	TOT [M NAP]	GRONDSOORT	VOLUMEGEWICHT [KN/M ³]	GEWICHT (90%)
-5,2	-6,0	Water	10	7,2
-6,0	-8,5	Sterk zandige klei	18	40,5
-8,5	-10,0	Zwak zandige klei	16	21,6
-10,0	-10,5	Veen	11	5,0
				74,3

- 1) Het volumegewicht van de deklaag (klei) zal lokaal hoger kunnen zijn door de aanwezigheid van wadzanden. Dit betekent dat de gronddruk toeneemt en dus de maximaal toelaatbare stijghoogte in het retourveld toeneemt.

Tabel 10. Berekende veilige en maximaal toelaatbare stijghoogte in retourveld

PARAMTERS		
GRONDDRUK	74,3	[kN/m ²]
MAXIMAAL TOELAARBARE WATERDRUK	74,3	[kN/m ²]
STIJGHOOGTE (AANGENOMEN ALS HUIDIGE SITUATIE)	-4,0	[mNAP]
STIJGHOOGTE (VEILIGE SITUATIE TIJDENS RETOUREN)	-2,9	[mNAP]

In Figuur 26 zijn de verhogingscontouren afgebeeld die in het model berekend zijn. Hieruit blijkt dat met de retourveld opstelling zoals in Figuur 6 deze waterdruk lokaal tot 1,5 m kan toenemen. Er bestaat in de huidige bemalingsconfiguratie dus lokaal een risico tot opbarsten van de waterbodem naast het retourveld (Figuur 8). De modeluitkomsten zijn middels een analytische benadering, de formule van Theiss, gecontroleerd. De drukverhoging in de analytische berekening en berekening uit het grondwatermodel komen globaal overeen. De marge in rekenuitkomsten wijst wel op een gevoeligheid in uitgangspunten, met name voor de laagdiktes en verticale weerstanden. Daarnaast is de gevoeligheid tot opbarsten afhankelijk van de diepte van de waterbodem, welke heeft plaats gevonden binnen de werkgrens. Deze waarde is niet 1 op 1 te vertalen naar diepte van de waterbodem nabij de retourvelden, maar komt globaal wel overeen met de gegevens uit de legger van het Waterschap nabij de retourvelden. Uit analyse blijkt dat wanneer de waterbodem een diepte heeft tot NAP -5,75 m er geen risico tot opbarsten meer is bij een verhoging tot 1,5 m waterkolom.

Uit de modelberekeningen blijkt dat deze hoogte (1,5 m verhoging) op enkele plekken het net niet voldoet. In de analyse is uitgegaan van een aantal conservatieve uitgangspunten. 3D effecten zijn niet meegenomen in de opbarstberekening.

Daarnaast is de marge in rekenuitkomsten (het grillige lensachtige patroon) van verhogingen >1,1 m in (Figuur 8) niet aannemelijk. Uit analyse blijkt dat de laagdikte en weerstand van de deklaag hierop van invloed zijn. Een dunne laag geeft door minder massa weliswaar minder tegendruk, maar de hydraulische weerstand van de (dunnere) laag zorgt voor een lagere drukopbouw. Dat wil zeggen dat een dunnere laag sneller waterdoorlatende reageert waardoor er minder drukopbouw plaatsvindt. De gemodelleerde combinatie van een dunne laagdikte en een hoge mate van waterdichtheid van de deklaag (en dus de waterbodem) leiden in het model tot hogere drukken. Deze modelschematisatie is conservatief en dient in het veld geverifieerd te worden.

6.2.1.2 Retourbemaling Sportlaan

De kans op opbarsten van de bodem o.i.v. de toenemende druk in het retourveld hangt af van de verhouding tussen grondopbouw(grondruk) en waterdruk. Opwaartse druk wordt veroorzaakt door de waterstand (druk) onder scheidende lagen (klei of veen). In de huidige situatie is de neerwaartse druk (grondruk) van de scheidende laag en bovenliggende lagen hoger dan de opwaartse druk, er is dus geen risico op opbarsten. Door het retourneren van het bronneringswater zal de druk onder de scheidende laag toenemen, oftewel de opwaartse druk neemt toe.

In onderstaande Tabel 12 is aangegeven wat de maximaal toelaatbare stijghoogte is in het retourveld. Retourneren vindt plaats bij watergangen, deze zijn maatgevend. Bodemniveau van watergangen is op basis van inmetingen ca. NAP -6,0 m. Wanneer de stijghoogte hoger dan NAP -3,1 m komt ontstaat er een risico tot opbarsten van de deklaag. Dit betekent een verhoging 1,1 m. Uit Figuur 50 blijkt dat de toename in druk niet hoger is dan 1,1 m, er zal in deze configuratie geen opbarstrisico ontstaan.

Tabel 11. Gebruikte parameters voor berekening gronddruk.

VAN [M NAP]	TOT [M NAP]	GRONDSOORT	VOLUMEGEWICHT [KN/M ³]	GEWICHT (90%)
-5.4	-6.0	Water	10	5.4
-6.0	-8.5	Sterk zandige klei	18	40.5
-8.5	-10.2	Zwak zandige klei	16	24.5
-10.2	-10.7	Veen	11	5.0
				75.3 (gronddruk)

- 1) Het volumegewicht van de deklaag (klei) zal lokaal hoger kunnen zijn door de aanwezigheid van wadzanden. Dit betekent dat de gronddruk toeneemt en dus de maximaal toelaatbare stijghoogte in het retourveld toeneemt.

Tabel 12. Berekende veilige en maximaal toelaatbare stijghoogte in retourveld

PARAMTERS		
GRONDDRUK	75.3	[KN/m ²]
MAXIMAAL TOELAARBARE WATERDRUK	75.3	[KN/m ²]
STIJGHOOGTE (AANGENOMEN ALS HUIDIGE SITUATIE)	-4,3	[mNAP]
STIJGHOOGTE (VEILIGE SITUATIE TIJDENS RETOUREN)	-3.1	[mNAP]

7 RAAKVLAKKEN / OMGEVINGSEFFECTEN

7.1 Fluctuatie grondwaterstanden

In bijlage 11 en bijlage 12 zijn de grondwaterreeksen geplot van de peilbuizen die geplaatst zijn door Vital en peilbuizen van de gemeente Amstelveen.

Uit deze reeksen is natuurlijke fluctuatie afgeleid (Tabel 13 en Tabel 14). De verlaging in stijghoogte bij Kronenbrug en Sportlaan door de pompproef zijn niet meegenomen in deze analyse. Er dient opgemerkt te worden dat de freatische waterstanden niet zijn beïnvloed door de pompproef.

Tabel 13. Minimale en maximale grondwaterstanden Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan: periode 22 september 2017 t/m 4 maart 2018.

KRONENBURG	B-OK-01 FREATISCH	B-OK-02 FREATISCH	B-OK-02 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-5,3 tot 6,3	5,12 tot -6,12	17,62 tot -18,62
MINIMALE WATERSTAND	-4,9	-5,1	-3,96 ¹⁾
MAXIMALE WATERSTAND	-4,7	-4,4	-3,62
VERSCHIL	0,2	0,7	0,35
ZONNESTEIN	B-OZ-01 FREATISCH	B-OZ-02 FREATISCH	B-OZ-01 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-7,61 tot -8,61	-6,38 tot -7,38	-17,61 tot -18,61
MINIMALE WATERSTAND	-4,9	-4,76	-4,0
MAXIMALE WATERSTAND	-4,4	-4,54	-3,7
VERSCHIL	0,5	0,22	0,35
SPORTLAAN	B-OS-01 FREATISCH	B-OS-02 FREATISCH	B-OS-01 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-5,65 tot -6,65	-5,73 tot -6,73 m)	-18,09 tot -19,09
MINIMALE WATERSTAND	-5,3	-5,3	-4,53 ¹⁾
MAXIMALE WATERSTAND	-4,9	-4,9	-4,33
VERSCHIL	0,4	0,4	0,33

1) Verlaging o.i.v. de pompproef zijn uitgesloten in de reeks.

Tabel 14. Statistieken van meetreeksen van gemeentelijke peilbuizen. Metingen zijn van de periode februari 2011 tot januari 2016.

Tabel 14: Statistieken van meetreeksen van gemeentelijke peilbuizen. Metingen zijn van de periode februari 2011 tot januari 2016.						
PEILBUIJS	FILTERSTELLING		STATISTIEKEN			Verschil percentiel [m NAP]
	Van [m NAP]	Tot [m NAP]	90 percentiel [m NAP]	Gemiddelde [m NAP]	10 percentiel [m NAP]	
KRONENBURG / ZONNESTEIN						
MPO1-0	-4,91	-5,91	-4,51	-4,68	-4,88	0,37
MPO1-2	-4,76	-5,76	-4,37	-4,49	-4,60	0,23
MPO1-4	-4,65	-5,65	-4,22	-4,38	-4,56	0,34
MPO2-0	-5,15	-6,15	-4,73	-4,87	-5,02	0,29
MPO5-1	-5,24	-6,24	-4,43	-4,67	-4,94	0,51
MPO5-2	-5,07	-6,07	-4,35	-4,59	-4,84	0,49
SPORTLAAN						
MPO8-0	-5,31	-6,31	-4,88	-5,10	-5,29	0,41
MPO8-3	-5,05	-6,05	-4,71	-4,84	-4,98	0,27
MPO8-4	-5,05	-6,05	-4,52	-4,67	-4,82	0,30
MPO9-0	-5,27	-6,27	-4,62	-4,75	-4,85	0,23
MPO9-1	-5,26	-6,26	-4,98	-5,30	-5,66	0,68
MPO9-2	-5,33	-6,33	-5,02	-5,13	-5,27	0,25

Peilbuizen MPO2-0, MPO5-2 en MPO1-0 zijn peilbuizen nabij Kronenburg/Zonnestein en peilbuizen MPO8-3 en MPO9-1 staan op enkele tientallen meters vanaf de Sportlaan.

De laagst gemeten grondwaterstand in de peilbuizen nabij Kronenburg/Zonnestein is NAP -5,1 m (zie Figuur 68) en voor de laagst gemeten grondwaterstanden nabij Sportlaan is NAP -5,9 m in peilbuis MPO9-1 (zie Figuur 70). Deze waterstand is 2 maal gemeten gedurende eind zomer – begin najaar 2013 en eind zomer – begin najaar 2015. In peilbuis MPO8-3 bedraagt de laagst gemeten freatische grondwaterstand NAP -5,5 m.

7.1.1 Effecten van verlaging op gebouwen

Een risico van de verlaging van de freatische grondwaterstand is de droogstand van houten palen. Een ander risico is de bemaling zorgt voor extra negatieve kleef belasting op palen door zetting.

Verlaging in de deklaag (klei en veen) kan droogstand van funderingen van de omringende bebouwing veroorzaken. Monitoring met de daarbij behorende beheersmaatregelen dienen ter voorkoming van negatieve effecten. In bijlage 14 is een memo bijgevoegd welke de te verwachte omgeving beïnvloeding als gevolg van de spanningsbemaling beschouwd.

7.2 Effecten van verlaging op verontreiniging

VOCl verontreiniging nabij Zonnestein

In een separate rapportage worden de actuele verontreinigingswaarden van de VOCl verontreiniging aan de Van Heuven Goedhartlaan gerapporteerd. Daarnaast is een verzamelrapportage opgesteld met in het verleden gemeten waarden.

Momenteel vindt er afstemming met het bevoegd gezag plaats ten behoeve van de beheersing van de VOCl verontreiniging. De beheersmaatregelen worden in een separate rapportage uitgewerkt.

Overige bodemverontreinigingen

In bijlage 7 is een overzicht (Tabel 17 en Figuur 53) bijgevoegd met potentieel ernstig tot urgente grondwaterverontreinigingen die bekend zijn bij de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied.

De effecten van de bemaling op mogelijke verontreinigingen zijn geanalyseerd aan de hand van de functie Modpath in het grondwaterprogramma Groundwatervistas. Modpath maakt de verplaatsing van het grondwater op locatie van de targets inzichtelijk, de verplaatsing (lijn) houdt rekening met de natuurlijke stroming en de invloed van de bemaling.

Er dient opgemerkt te worden dat de gemodelleerde verplaatsing rekening houdt met de verplaatsing van niet-verontreinigd grondwater. De verplaatsing van verontreinigingen is (vaak) trager dan grondwater, dit komt door retardatie. Daarnaast is aangenomen dat de verontreinigingen alleen voorkomen de deklaag. De reden hiervoor is dat gezien de dikte van de deklaag er een zeer kleine kans is dat de verontreiniging door deze klei en veenachtige lagen doorgedrongen is. De resultaten en interpretatie van de resultaten zijn bijgevoegd in bijlage 7.

In Figuur 54 en Figuur 55 (bijlage 7) is de verplaatsing (middels stroomlijnen) van grondwater weergegeven. Geconcludeerd wordt dat de verontreinigingen niet verplaatsen onder invloed van de bemaling.

7.3 Effecten op WKO bronnen

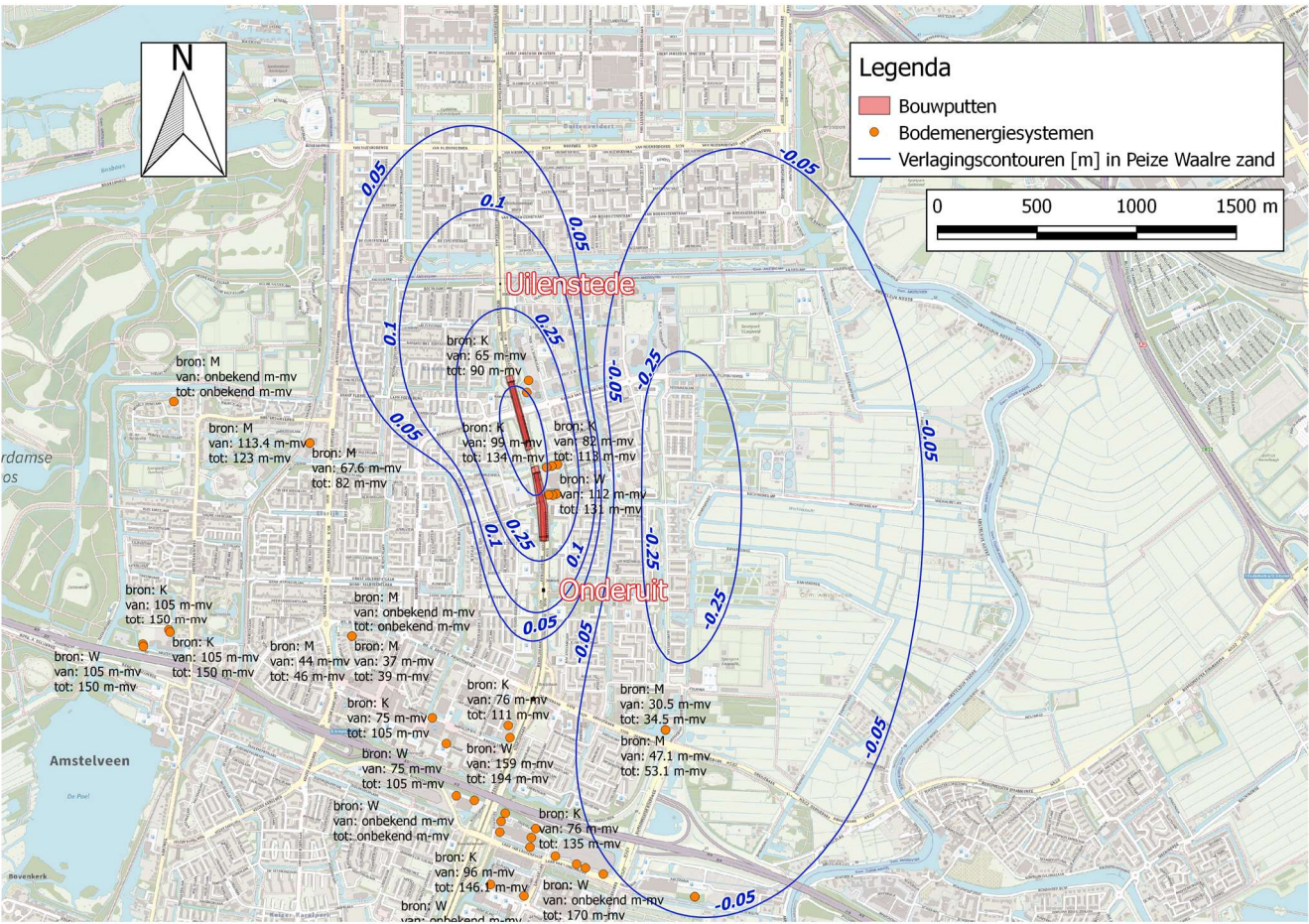
In bijlage 8 is een lijst (Tabel 18) en een afbeelding (Figuur 56) en Tabel 18 weergegeven van de aanwezige bodemenergiesystemen in Amstelveen [20], [21]. Onderstaande Tabel 15 bevat alleen de systemen die dichtbij de bouwkuipen aanwezig zijn.

Aan de diepte van de filters kan worden afgeleid dat de systemen onder de Waalre klei, dieper dan NAP -70 m, in de formatie van Peize Waalre gepositioneerd zijn. Er dient opgemerkt te worden dat de Waalre klei bij Zonnestein 55% dikker is dan bij de Sportlaan (o.b.v. Regis2.2). Het verschil in dikte van de kleilaag resulteert in geen effecten van de bemaling in de Peize Waalre zanden ter hoogte van de bouwkuipen Kronenburg en Zonnestein, daarentegen zorgt de retourbemaling wel voor een kleine tijdelijke verandering in de stijghoogte.

Er worden ook kleine effecten in het zandpakket waargenomen ter hoogte van de Sportlaan. In Tabel 16 zijn de systemen weergegeven die beïnvloed worden. Om de invloed van de bemaling op de mogelijke verplaatsing van de warmte/koude voorraden in beeld te brengen is ook hier gekeken naar het verschil in het verhang van het grondwater in de basis situatie en in de situatie wanneer de bemaling en retournering actief zijn. Vervolgens is de verplaatsing gedurende 16 weken bemaling bepaald uit het verschil in verhang. De maximale water verplaatsing is 14,9 m bij het systeem van Tulip Property. De thermische verplaatsing bedraagt uiteindelijk 11,5 m. Naar verwachting zal deze verplaatsing geen negatief effect hebben op de werking van de bodemenergie systemen. Deze invloed dient gemeld te worden bij de beheerder van het WKO systeem zodat, mocht het nodig zijn, het systeem anders ingeregeld kan worden.

Tabel 15. Bodemenergiesystemen nabij Kronenburg/Zonnestein/Sportlaan in 1e WVP

LOCATIE	BRON	FILTERDIEPTE VAN [M-MV]	FILTERDIEPTE TOT [M-MV]
INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45	Doublet, koud	onbekend	onbekend
	Doublet, warm	onbekend	onbekend
VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12	Doublet, koud	onbekend	170
	Doublet, warm	onbekend	170
KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30	Doublet, warm 1	onbekend	170
	Doublet, koud 3	onbekend	170
	Doublet, koud 4	onbekend	170
	Doublet, warm 2	onbekend	170
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA-ZUID GROENELAAN 2	Doublet warm 3	92	153.4
	Doublet koud 3	76	135
	Doublet warm 2	90.3	151.3
	Doublet koud 2	78.4	144
	Doublet warm 1	76.2	137.8
	Doublet koud 1	96	146.1
LANGS DE WERF 8-10	Koud	onbekend	onbekend
	Warm	onbekend	onbekend
KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7	Doublet, warm	onbekend	onbekend
	Doublet koud	onbekend	onbekend
CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1	Koud 1	82	109
	Koud 1	115	143
	Koud 1	146	151
	Koud 2	82	113
	Koud 2	117	120
	Koud 2	123	151
	Koud 3	67	75
	Koud 3	91	94
	Koud 3	99	134
	Koud 3	137	151
	Warm 1	111.8	175.4
	Warm 1	112	131
	Warm 1	134	175.5
	Warm 2	110	154
	Warm 2	159	172
	Warm 3	110.6	163.6
	Warm 3	168.2	173
TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1	Doublet koud	65	90
	Doublet warm	130	155
AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27	Monobron, Koud	onbekend	onbekend
	Monobron, Warm	81	83
	Monobron, Warm	86	89
	Monobron, Warm	92	98



Tabel 16. Effect van bemaling/retournering op de werking van de bodemenergie systemen. Het effect is bekeken middels de vergelijking van grondwater verhang in de basis situatie en tijdens de bemalingsperiode. Het verschil in verhang is hieronder weergegeven.

In de bodemenergie wordt een vuistregel gehanteerd, die stelt dat de verbreiding/invloedsgebied van geïnfiltreerd water (hydraulisch) een factor 1,3 groter is dan de thermische effecten. De reden hiervoor is dat de thermische overdracht van energie niet gelijk is aan de verplaatsing van water.

BODEM ENERGIE SYSTEEM (BES)	TYPE BRON	VERSCHIL IN VERHANG TUSSEN BASIS EN BEMALING [M]	EXTRA VERPLAATSING WATER IVM BEMALING (HYDRAULISCH) [M]	THERMISCHE VERPLAATSING [M]
ZWITSERLEVEN	Warme bron	-0.00008	-1.0	-0.8
ZWITSERLEVEN	Koude bron	-0.00008	-1.0	-0.8
VERPLEEGHUIS ZONNELAAN	Warme bron	-0.00011	-1.4	-1.1
VERPLEEGHUIS ZONNELAAN	Koude bron	-0.00011	-1.4	-1.1
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA	Warme bron	-0.00007	-0.9	-0.7
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA	Koude bron	-0.00007	-0.9	-0.7
INTERNATIONALE SCHOOL SPORTLAAN	Warme bron	0.00010	1.3	1.0
INTERNATIONALE SCHOOL SPORTLAAN	Koude bron	0.00037	4.9	3.8
KPMG	Warme bron	-0.00014	-1.8	-1.4
KPMG	Koude bron	-0.00013	-1.7	-1.3
AMSTELVEEN COLLEGE	mono bron	0.00007	0.9	0.7
TULIP PROPERTY	Warme bron	0.00086	11.2	8.6
TULIP PROPERTY	Koude bron	0.00114	14.9	11.5
CCA-NOORD	Warme bron	0.00045	5.9	4.5
CCA-NOORD	Koude bron	-0.00014	-1.9	-1.4
HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75	Warme bron	-0.00008	-1.1	-0.8
BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN	mono bron	0.00009	1.1	0.9

1) Verplaatsing is berekend middels de vergelijking van Darcy. Er is aangenomen dat $K = 35$ m/dag en de porositeit = 0,3.

7.4 Effecten op waterkeringen

7.4.1 Kronenburg / Zonnestein

De verlagingscontouren in de veenlaag (Figuur 42) laten zien dat er een grondwaterstandsverlaging van circa 5 cm is op aanwezige keringen en monumenten. Deze verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie, waardoor er geen nadelige effecten te verwachten zijn. De bemaling in het eerste watervoerende pakket (Figuur 43) zorgt voor 25 cm verlaging ter hoogte van een secundaire en een overige kering. Deze verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie, waardoor er geen nadelige effecten te verwachten zijn.

7.4.2 Sportlaan

De freatische (Figuur 47) verlaging, de verlaging in veenlaag (Figuur 48) en de verlaging van stijghoogte (Figuur 49) zijn weergegeven in bijlage 6. De afbeeldingen laten zien dat er een verlaging (freatisch en veen) kan optreden van circa 5 cm rondom de 'overige kering' aan de Ouderkerkerlaan. De stijghoogte laat een verlaging van circa 10 cm verlaging zien. De 5-10 cm verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie van de grondwaterstand (zie paragraaf 7.1). In het algemeen is een overige waterkering een kade of een andere (kleinere) waterkering die het achterliggende gebied tegen wateroverlast binnen het regionale watersysteem.

7.4.3 Uilenstede

De werkzaamheden voor de halte Uilenstede vinden plaats op enkele meters van een secundaire kering. De grondwaterstand wordt daardoor ook verlaagd in de secundaire kering, de overige kering en in de zonering van de secundaire kering (Figuur 41). Er geldt een zorgplicht voor de waterkeringen. Dat wil zeggen dat een ieder die een activiteit verricht die nadelige gevolgen kan hebben voor de goede staat en werking van de waterkering, is verplicht de negatieve effecten te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. De effecten die kunnen optreden zijn beschadiging grasmat, beplanting of andersoortige dijkbekleding en oeverbescherming. Erosie van de waterkering, het verstoren van de standvastigheid van het grondlichaam. In de keur van het waterschap is vermeldt dat daarvoor gewaarborgd dient te worden dat er geen verlaging van de grondwaterstand optreedt in het beperkingengebied van waterkerende dijklichamen en half-verholten waterkeringen.

Omdat het om een klein debiet gaat door middel van een open bemaling en een verlaging heeft van circa 25 cm dient de grondwaterstand gemonitord te worden. Daarnaast zijn beheersmaatregelen noodzakelijk. Dat kan zijn 1) het lokaal aanvullen van het grondwater uit de nabijgelegen watergang of 2) het plaatsen van een retourscherm.

7.5 Effecten op ecologie/beplanting

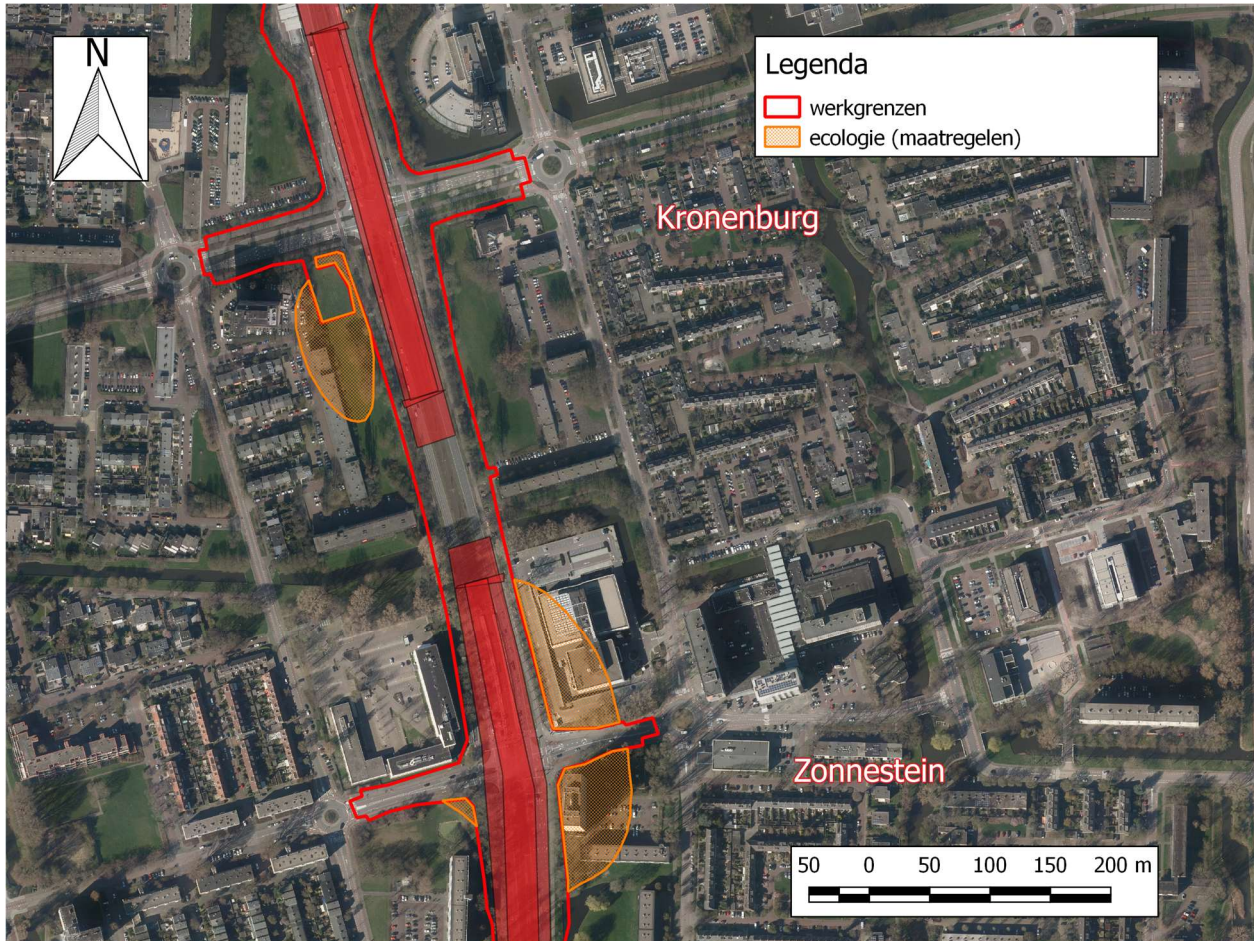
Aanleiding van maatregelen treffen voor ecologie/beplanting is dat de bemalingsperiodes van de verdiepte liggingen en haltes binnen het groeiseizoen plaats vindt en de bemalingsduur langer dan 2 weken bedraagt. Er zijn dus maatregelen noodzakelijk. De beplanting binnen de werkgrenzen wordt verwijderd, maatregelen zijn benodigd buiten de grenzen (Figuur 11 en Figuur 12).

Er is ingeschat dat maatregelen t.b.v. beplanting nodig zijn wanneer de freatische grondwaterstandsverlaging groter is dan 0,5 m ten opzichte van de gemiddelde freatische grondwaterstand. Exacte waterstanden dienen nog nader geverifieerd te worden bij een ecooloog. Maatregelen die genomen kunnen worden zijn het controleren van de grondwaterstand via peilbuizen (binnen het oranje gearceerde gebied) en waterbehoefte van de bomen en overige beplanting aanvullen met oppervlaktewater uit de omgeving.

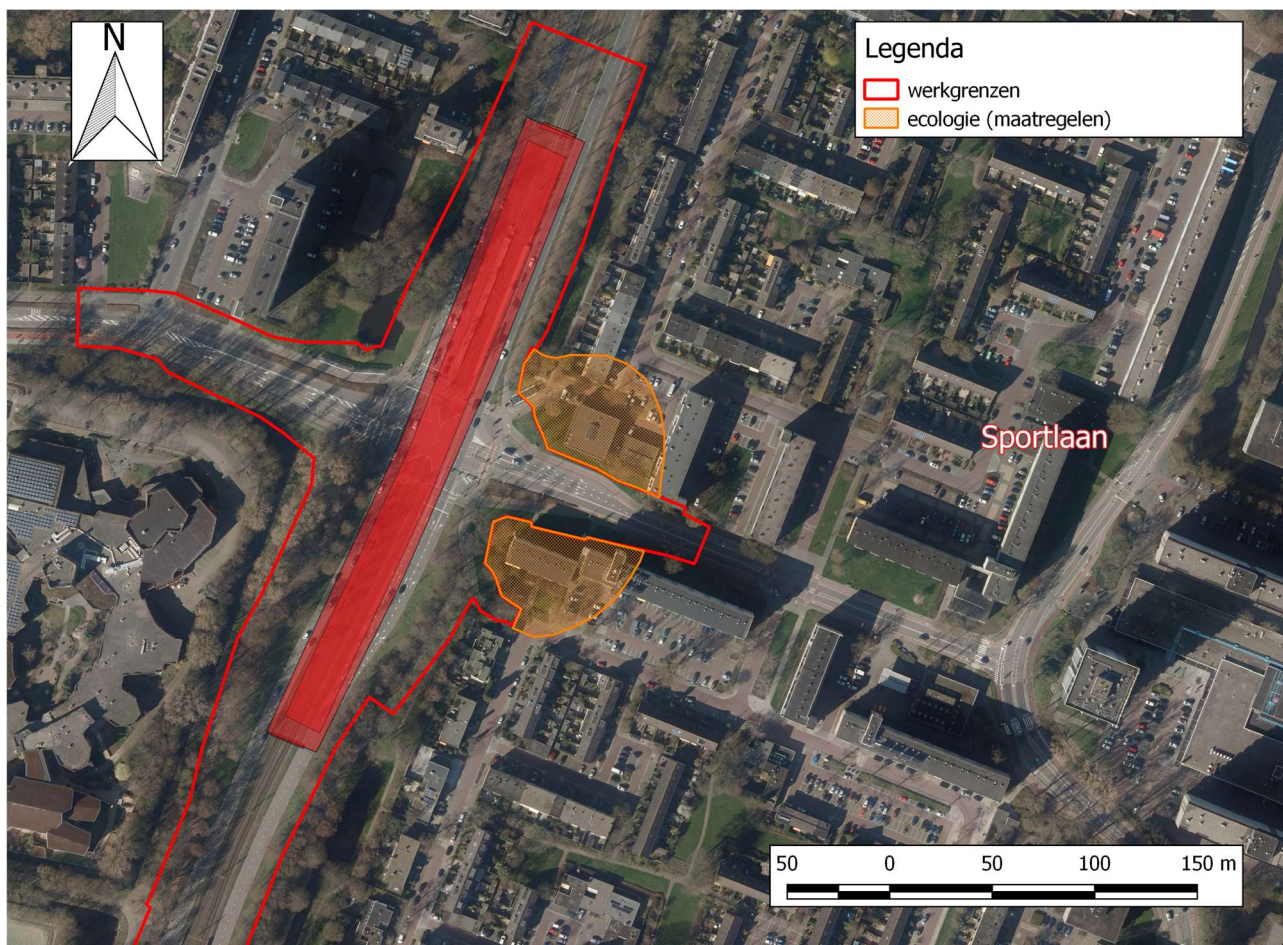
Mogelijke maatregelen die genomen kunnen worden zijn:

- Grondwaterstand via peilbuizen controleren; EN
- Waterbehoefte bomen aanvullen met oppervlaktewater (zuurstofrijk) uit de omgeving;

- De waterbehoefte van de bomen is afhankelijk van verschillende factoren. Hiervoor is nadere afstemming enkele weken voor aanvang bemaling noodzakelijk. Deze zal een signaalwaarde bepalen aan de hand van de grondwaterstand voor de start van de werkzaamheden.



Figuur 11. In het oranje gearceerde gebied zijn maatregelen voor ecologie benodigd. De bomen die binnen de rode werkgrenzen vallen worden verwijderd.

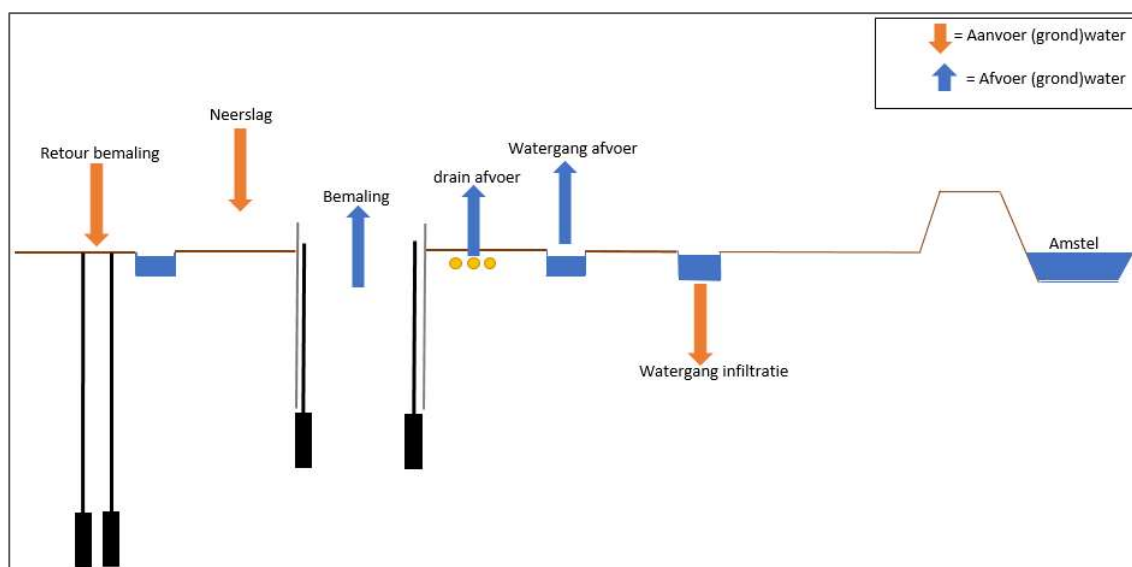


Figuur 12. In het oranje gearceerde gebied zijn maatregelen voor ecologie benodigd. De bomen die binnen de rode werkgrenzen vallen worden verwijderd.

7.6 Effecten op watersystemen Amstelveen.

Er is een analyse uitgevoerd naar de balans van het watersysteem onder invloed van de bemaling en de retourbemaling. Hierbij is de basis situatie vergeleken met de situatie tijdens de bemalingswerkzaamheden. Binnen het invloedsgebied zijn de effecten op de rivieren, drains, neerslag en de bemaling geanalyseerd (Figuur 13).

Uit de waterbalansanalyse blijkt dat de aanvoer van kwel ervoor zorgt dat de bemaling van Kronenburg/Zonnestein en Sportlaan geen verdroging van de deklaag veroorzaakt. Dat wil zeggen dat het gebied gevoed blijft met kwel. Watergangen in de omgeving van de retourvelden voeren deze extra kwel af. De hoeveelheid extra kwel bedraagt maximaal 2,53 L/s of 0,0024 L/S/ha. Deze watergangen zijn in staat deze extra kwel af te voeren. Ter vergelijking het gemaal Middelpolder voert 5,37 m³/s af. De effecten van de bemalingswerkzaamheden op oppervlaktewater vallen ruim binnen de normale maten van het waterbeheer in Amstelveen.



Figuur 13. Schets waterbalans

8 MONITORING

Gezien de omvang van de bemaling is monitoring van grondwaterstanden noodzakelijk. In de watervergunning zal het waterschap hierover vergunningvoorschriften opnemen. In navolgende tekst wordt een voorstel uitgewerkt voor de monitoring. De te verwachten verlaging is afhankelijk van de richting van de anisotropie en dus de scheef gestelde lagen. De pompproef heeft aangetoond dat er scheef gestelde lagen voorkomen wat resulteert in ellipsvormige verlagingcontouren. De exacte richting van de ellips dient nog vastgesteld te worden, omdat de pompproef alleen in een noord-oost opstelling is uitgevoerd. Het is van belang om de exacte richting te weten om de effecten van de bemaling te kunnen monitoren. Dit houdt in dat het voorschrijven van de locatie van de monitoringspeilbuizen nog niet voorgesteld is. Het definitieve monitoringsplan wordt na aanbrengen en testen van de bemaling vastgesteld.

In de monitoring wordt onderscheid gemaakt tussen monitoring ten behoeve van beheersing van de omgevingseffecten waarbij de focus ligt op het monitoren van zetting van panden en kritische kabels en leidingen. Deze peilbuizen worden beheerd door Vital (VITAL-012429), daar worden per verdiepte liggen 5 á 6 stuks peilbuizen geplaatst.

Peilbuizen ten behoeve van het aanbrengen, inregelen en werking van de bemaling worden beheerd door Tjaden. Deze peilbuizen dienen ook ter verificatie van de anisotropie

Peilbuizen die de anisotropie in kaart brengen worden gepositioneerd aan de kant van de bouwkuip waar als eerste de bronnen geplaatst worden. De locatie van deze peilbuizen is dus afhankelijk van de bemalingsconfiguratie. Vervolgens wordt dagelijks het effect (verlaging) van de bemaling in het watervoerend pakket geanalyseerd. Dat wil zeggen dat de waterstand in de peilbuizen in de richting van de anisotropie staan het snelst de grootste effecten aantonen. Hieruit wordt vervolgens de richting bepaald. Het plaatsen van de bemaling is hier ook van afhankelijk. In Tabel 19 zijn de verwachtingswaarde in verlaging weergegeven, die verwacht worden op basis van de modeluitkomsten, dit kan dus nog verschillen door de richting van anisotropie.

De signaalwaarde in de peilbuizen zal gelijk zijn aan de laagst gemeten grondwaterstand. Deze waarde zal op korte afstand van de bouwkuip al snel bereikt worden als gevolg van de bemaling. Een overschrijding van de signaalwaarde dient als waarschuwing om extra herhalingsmetingen uit te voeren. De overschrijding leidt niet direct het treffen van maatregelen, wanneer de grenswaarde van de panden nog binnen de vooraf gestelde grenswaarden zit.

Daarnaast wordt geadviseerd aan de bemalende partij om binnen de bouwkuip een aantal peilbuizen te plaatsen en ook een aantal peilbuizen nabij het retourveld ter controle van de stijghoogte en waterdruk (paragraaf 6.2).

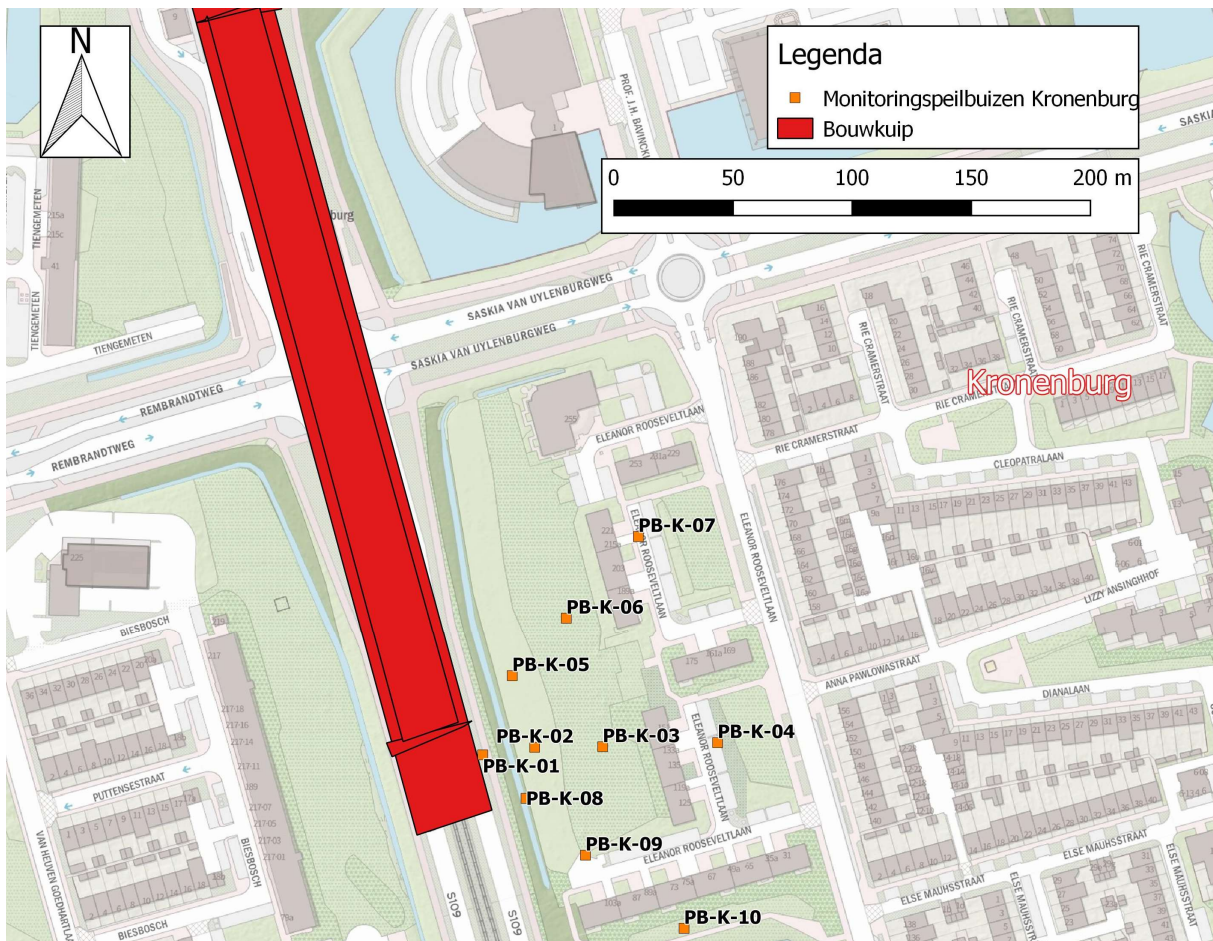
De metingen in de monitoringspeilbuizen dienen minimaal 1 tot 2 weken voor bemalingswerkzaamheden te starten om de nul-situatie te bepalen. De grondwaterstand dient middels divers gemeten te worden.

Beheersmaatregelen

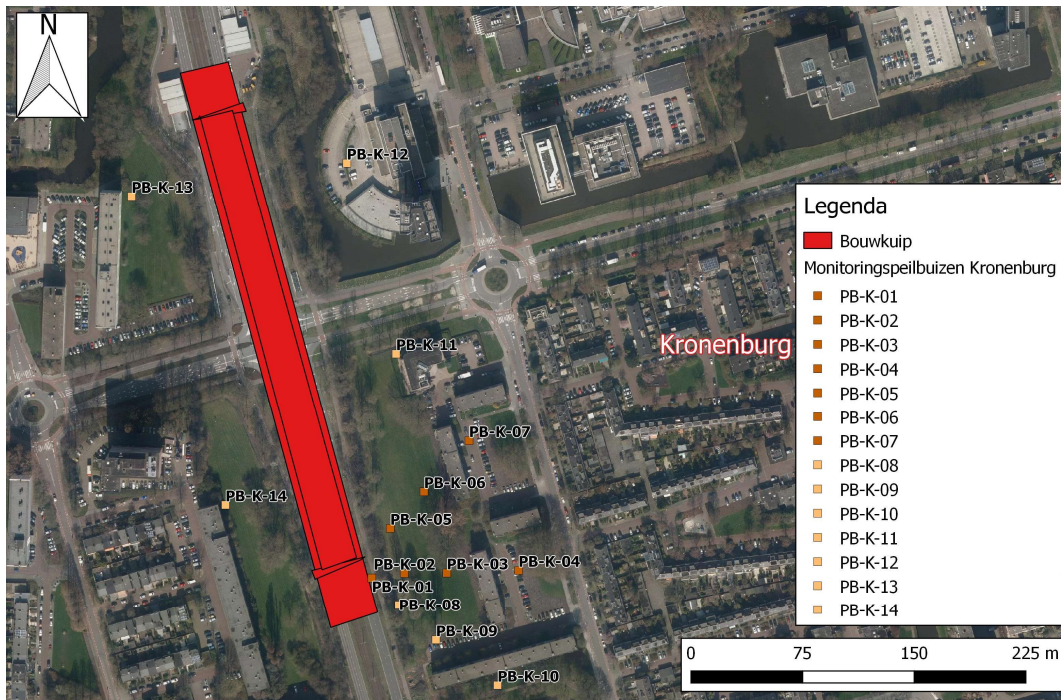
Als de gemeten grondwaterstand de interventiewaarde overschrijdt dienen de beheersmaatregelen direct geïmplementeerd te worden.

Het terugschroeven van de bemaling is niet mogelijk, dus bestaat het beheersplan uit het bewateren van de deklaag. De beheersmaatregelen kunnen bestaan uit: 1) het aanbrengen van zuurstofrijk water (uit de omgeving) op maaiveld middels besproeiing. 2) Het plaatsen van een ondiep retourveld in de deklaag nabij de bemaling. 3) Het plaatsen van drains of korte filters welke gevoed worden met lokaal grondwater/oppervlaktewater onder natuurlijk verloop. De drain/filter wordt gekoppeld aan het oppervlaktewater. Bij een lagere grondwaterstand op locatie zal het oppervlakte water via de drain/filter naar locatie stromen onder natuurlijk verloop.

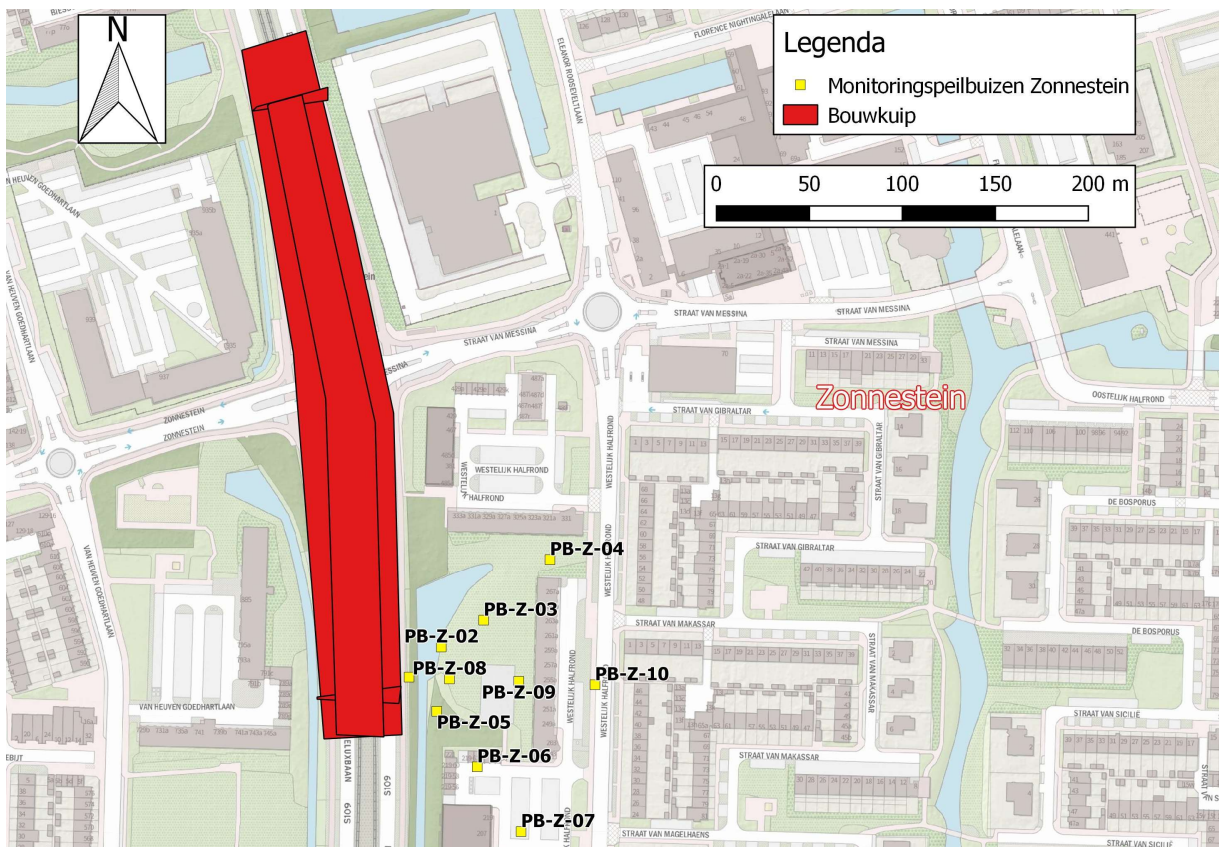
In Tabel 19 zijn de monitoringspeilbuizen ten behoeve van het inregelen van de bemaling weergegeven. Deze dienen ten behoeve van het monitoren van de gewenste verlaging en peilbuizen die dienen voor het inregelen van de bemaling.



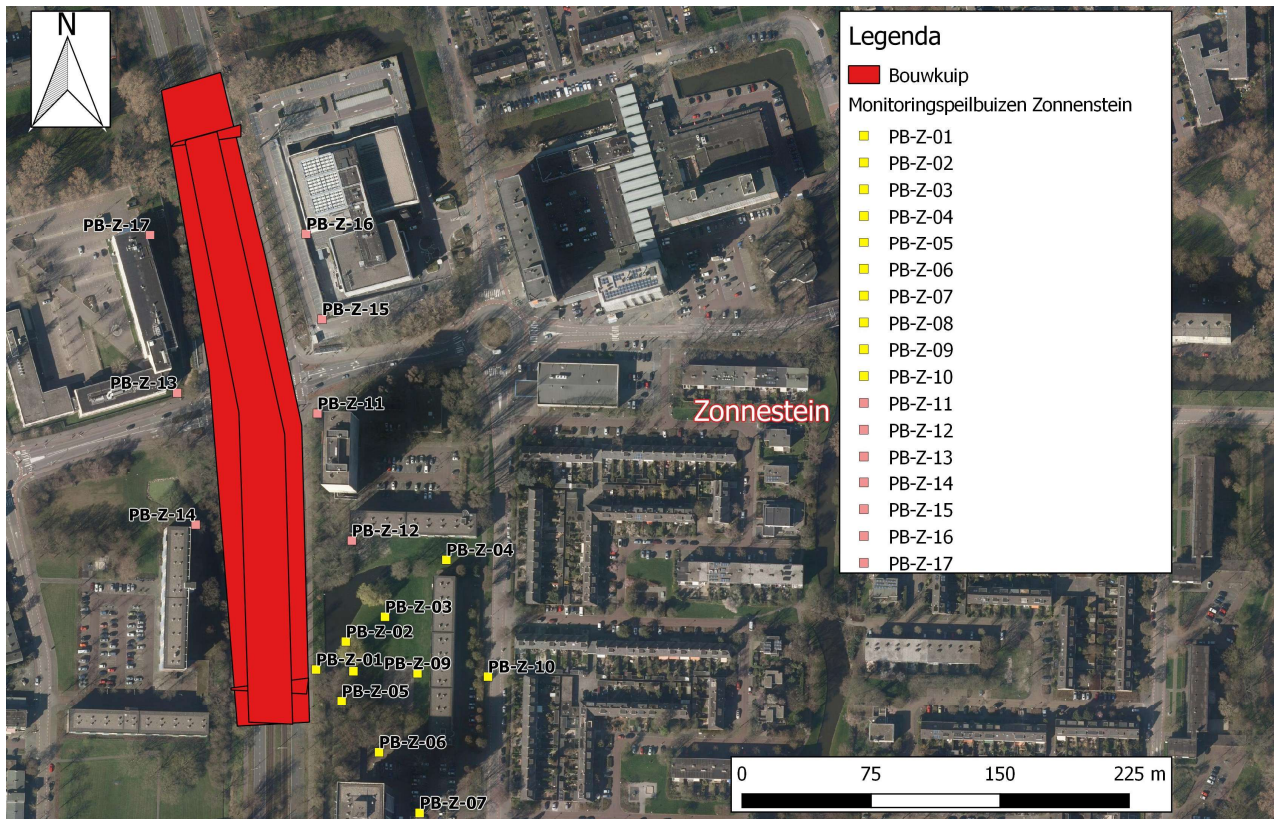
Figuur 14. Overzicht monitoringspeilbuizen Kronenburg gedurende aanbrengen van bemaling. Hiermee wordt de richting van de anisotropie bepaald. Wanneer deze duidelijk is kunnen de locaties waar verlaging verwacht wordt gemonitord worden.



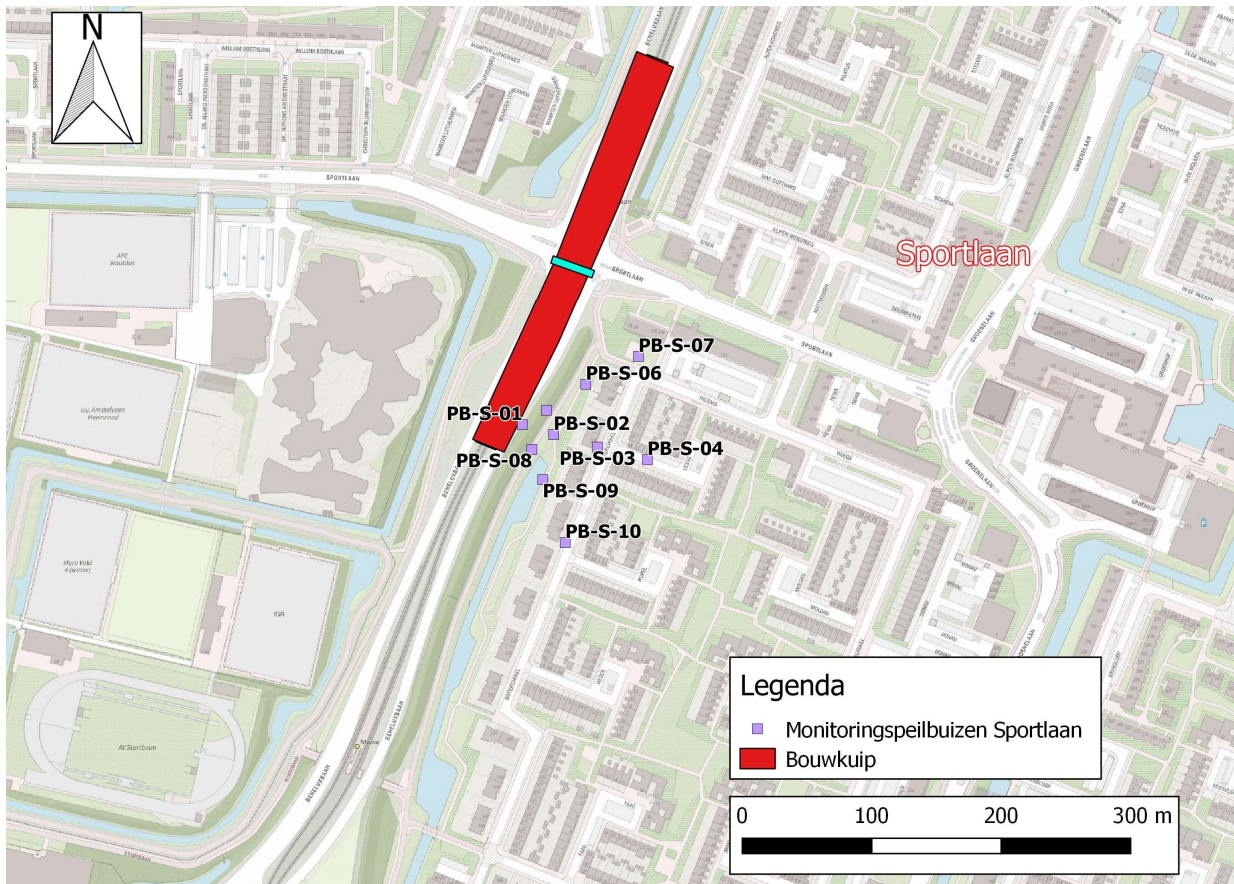
Figuur 15. Overzicht monitoringspeilbuizen. In donkeroranje de peilbuizen waarmee de richting van de anisotropie wordt bepaald en in licht oranje de peilbuizen die op basis van de berekende verlagingcontouren bij mogelijk kwetsbare gebouwen monitoren. De locaties van de peilbuizen worden definitief vastgesteld in het UO monitoringsplan.



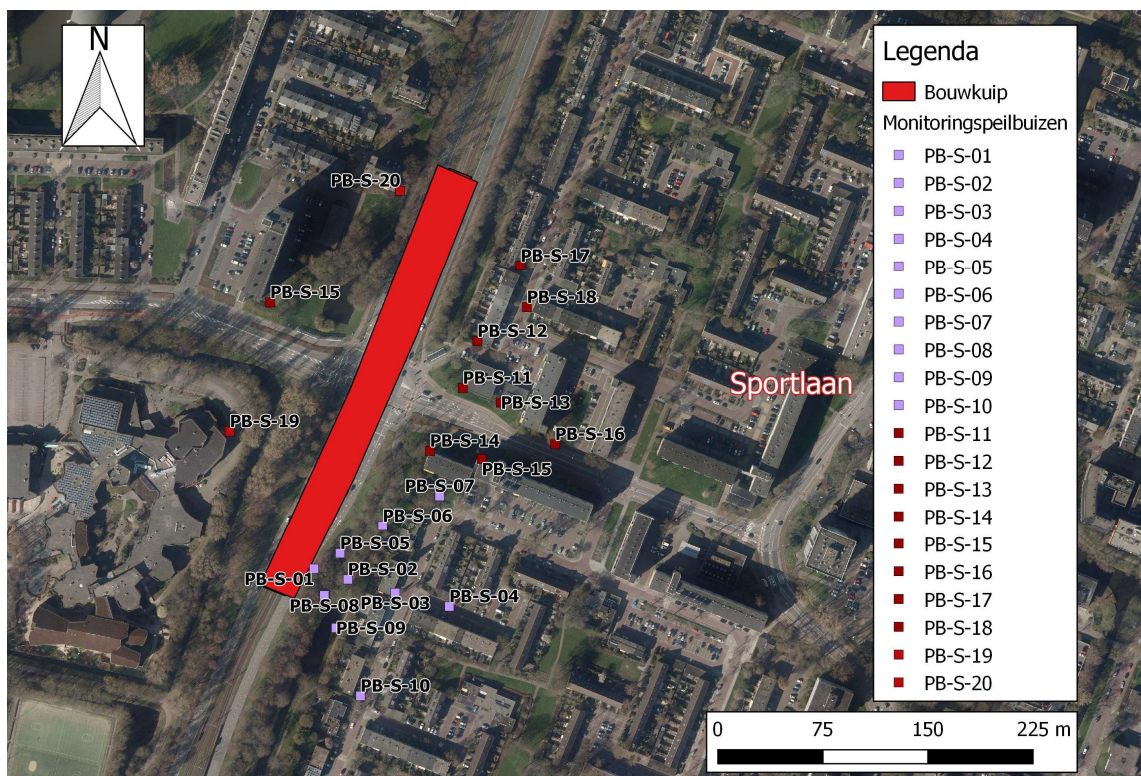
Figuur 16. Overzicht monitoringspeilbuizen Zonnestein gedurende aanbrengen van bemaling. Hiermee wordt de richting van de anisotropie bepaald. Wanneer deze duidelijk is kunnen de locaties waar verlaging verwacht wordt gemonitord worden.



Figuur 17. Overzicht monitoringspeilbuizen. In geel de peilbuizen waarmee de richting van de anisotropie wordt bepaald en in roze de peilbuizen die op basis van de berekende verlagingscontouren bij mogelijk kwetsbare gebouwen monitoren. De locaties van de peilbuizen worden definitief vastgesteld in het UO monitoringsplan.



Figuur 19. Locatie monitoringspeilbuizen Sportlaan. Hiermee wordt de richting van de anisotropie bepaald. Wanneer deze duidelijk is kunnen de locaties waar verlaging verwacht wordt gemonitord worden.



Figuur 18. Overzicht monitoringspeilbuizen. In paars de peilbuizen waarmee de richting van de anisotropie wordt bepaald en in bruin de peilbuizen die op basis van de berekende verlagingcontouren bij mogelijk kwetsbare gebouwen monitoren. De locaties van de peilbuizen worden definitief vastgesteld in het UO monitoringsplan.

9 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In dit advies zijn de definitieve configuraties van de uitvoering doorberekend en zijn de effecten beschouwd. De berekende debieten per bouwkuip/halte zijn berekend middels een diepteverloop en bevat ook de benodigde debieten voor de aanleg van de waterkelders. Bovendien is er uitgegaan van retourbemaling. Retourbemaling resulteert niet in grotere verlaging, maar genereert wel het rondpomp effect waardoor het debiet toeneemt. Nabij de retourbronnen zal de stijghoogte in het 1e watervoerend pakket toenemen. De maximaal toelaatbare stijghoogte in het retourveld is bepaald, deze mag niet overschreden worden.

Anisotropie

In onderhavig bemalingsadvies zijn ook de pompproef resultaten meegenomen en verwerkt in het grondwatermodel. Uit de pompproeven kwam naar voren dat er sprake is van anisotropie bij Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan. De doorlatendheden zijn ten opzichte van openbare data beperkt toegenomen, maar daarentegen zijn de doorlatendheden in de Kx, Ky en Kz richting sterk gewijzigd. Dit zorgt voor ellipsvormige verlagingscontouren waarbij isotrope doorlatendheid een cirkelvorm optreedt. Het invloedsgebied zal dus groter zijn in de richting haaks op de scheefstelling en kleiner in de richting van de scheefstelling/dip. De exacte richting van deze ellips dient nog vastgesteld te worden, dit zal nader onderzocht worden tijdens het aanbrengen van de bemaling.

Invloedsgebied

Het invloedsgebied is opgedeeld in drie lagen: de kleilaag (het freatisch pakket), het basisveen en de pleistocene zanden (watervoerend pakket). In de modelresultaten komt duidelijk naar voren dat de verlaging in de deklaag sterk wordt gereduceerd door de toestroom vanuit watergangen en regenwater.

Haltes

De bemalingen voor de haltes zijn in dit advies berekend. De bemaling is onderverdeelt in freatische bemaling en spanningsbemaling. De debieten zijn berekend zonder retourbemaling. Daarnaast zijn de effecten op de omgeving door de bemaling van deze bouwkuip en liftputten klein.

Het bronneringswater wat vrijkomt door de spanningsbemaling dient in de omgeving geloosd te worden te worden als gevolg van de keuze in bemalingswijze.

Omgevingseffecten/raakvlakken

Effecten op de omgeving (met name bebouwing), verontreinigingen, warmte- koudeopslag systemen, waterkeringen, ecologie en het totale watersysteem van Amstelveen zijn geanalyseerd in hoofdstuk 7.

De verlagingen in de deklaag nabij de bouwkuipen van de verdiepte liggingen zijn een aandachtspunt, het monitoringsplan en de daarbij behorende beheersmaatregelen dienen ter voorkoming van negatieve effecten. Er is een zeer gering effect (enkele meters verplaatsing) op de bodemenergie systemen gemodelleerd. Er zijn geen negatieve effecten te verwachten op de werking van deze systemen.

De bemalingswerkzaamheden van Uilenstede bevinden zich in de secundaire kering (Kalfjeslaan) en in de zonering van de secundaire kering. Het functioneren van deze kering mag niet negatief beïnvloed worden door de bemaling, er dient dus gemonitord te worden en beheersmaatregelen dienen getroffen te worden. Het totale watersysteem in Amstelveen wordt niet negatief beïnvloed door de bemaling. Amstelveen is een kwelgebied en zal gedurende de bemaling of een droge zomer aangevuld worden uit het 1^e watervoerend pakket.

Monitoring

De verlagingscontouren zijn afhankelijk van de richting in anisotropie. De locatie van de monitoringspeilbuizen is afhankelijk van deze richting. Tijdens het aanbrengen en testen van de bemaling worden in verschillende

richtingen peilbuizen in het 1^e WVP geplaatst waar vervolgens de richting van de verlaging wordt bepaald. In onderhavig rapport bevat een monitoringsplan. Blijkt dat de richting van de ellips anders is, dan zal het monitoringsplan herzien worden. Waar rekening wordt gehouden met risicobeheersing en het monitoren van de grondwaterstanden nabij zettingsgevoelige objecten.

Vergunningsprocedure

De vergunningsprocedure bestaat uit 2 onderdelen: de m.e.r. beoordelingsprocedure van 14 weken en de vergunningsaanvraag van minimaal 6 weken tot maximaal 6 maanden. Daarnaast zal bij de aanvraag van de vergunning rekening worden gehouden met een groter waterbezwaar dan berekend in hoofdstuk 6, om de tegenvallers in de uitvoering op te vangen.

9.1 Aandachtspunten voor het UO

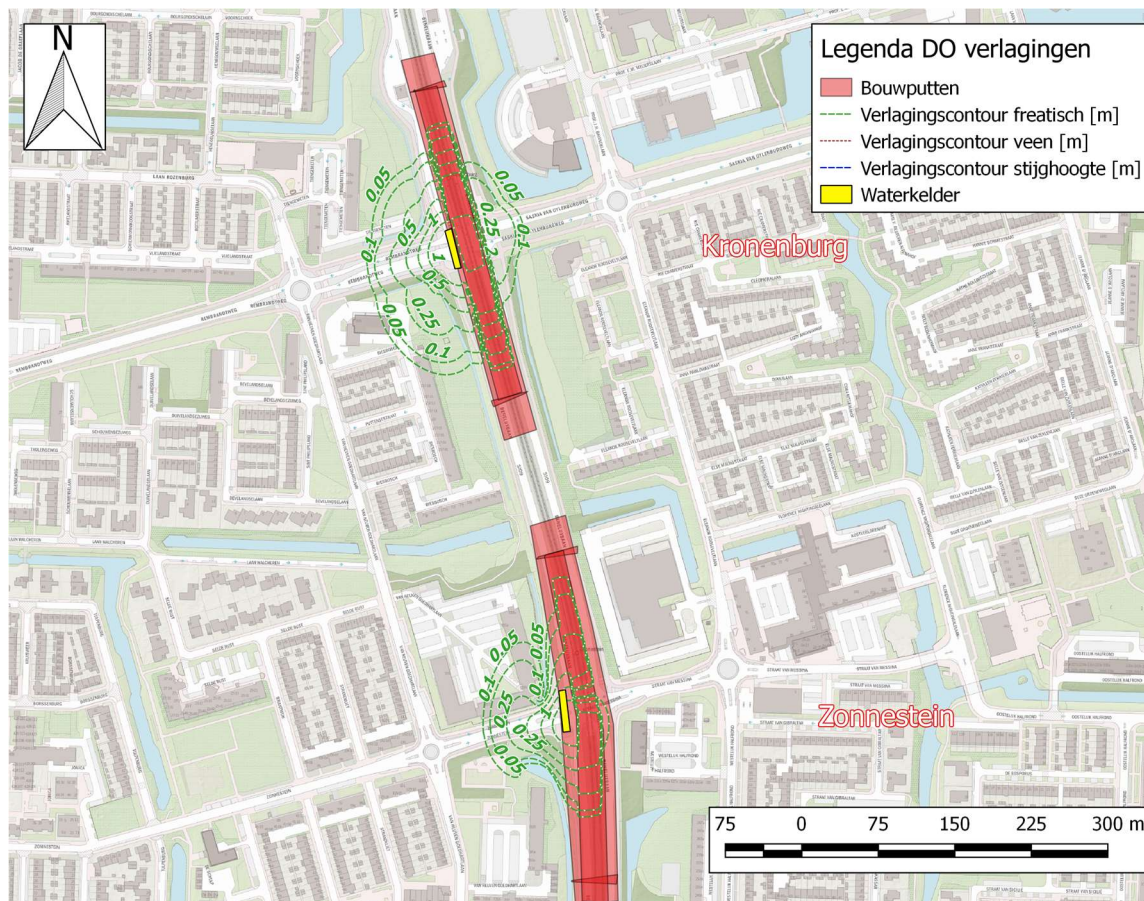
1. Opstellen monitoringsplan. Daarbij moet rekening gehouden worden dat deze peilbuizen zo ver mogelijk voor de start van de uitvoering, maar minimaal 2 maanden, geplaatst dienen te zijn.
2. Het uitvoeren van vooropnames van panden i.r.t. mogelijke zetting.
3. Nadere afstemming actiewaardes in monitoringsplan. Inclusief de monitoring bij Uilenstede.
4. Het proefondervindelijk plaatsen van de deepwells betreft niet in x,y maar in de diepte en de filterlengte.
5. De afstelling van de perforatie voor de deepwells voor de waterkelder en aanleg van de onderdoorgangen dienen op elkaar te worden afgestemd, waarbij het verlagen van de stijghoogte tot onder de perforatie van de deepwell voorkomen moet worden.
6. Nadere uitwerking van terugvalsscenario's als er toch zettingen optreden en/of debieten hoger zijn dan verwacht. Hiervoor wordt preventief een ondiep retourveld geïnstalleerd.
7. Contact opzoeken met de beheerder van het WKO systeem van Tulip Property of de berekende verplaatsing problemen geeft.

9.2 Aandachtspunten voor uitvoering

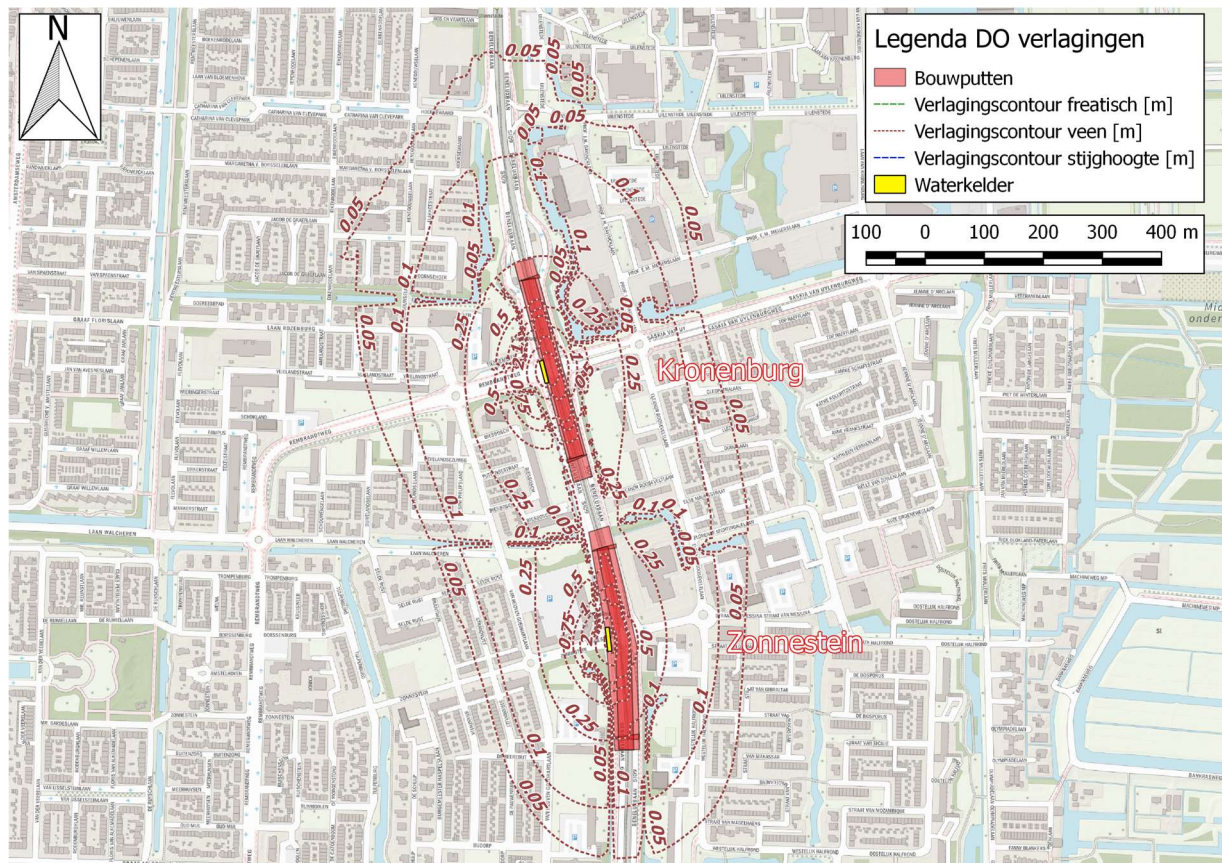
1. Enkele maanden voor start bemaling dient in overleg met ecooloog detailafstemming plaats te vinden over welke maatregelen met betrekking tot beplanting benodigd zijn.
2. De monitoringspeilbuizen dienen minimaal 2 maanden voor start bemaling geplaatst en gemonitord te worden. Dit is meegenomen in het document VITAL-012429.
3. Tijdens ontgraving grond zal de grond, ondanks de aanwezigheid van diepere bemaling, verzadigd zijn. Er dient rekening gehouden te worden met een aantal horizontale drains om droog te kunnen ontgraven.
4. Haltes: een aandachtspunt is de aansluiting van de damwanden van de bouwkuip met de bestaande constructie. De aansluiting dient in ieder geval grond dicht te zijn.
5. Retourveld uitbreiden en het retourveld toetsen en te monitoren tijdens het aanbrengen en testen van de bemaling.
6. Retourbronnen afdichten met zweiklei (bv. Mikolit) zodat er geen lekweg gecreëerd wordt.
7. Retourbronnen voorzien van een overloop opening die loost op openwater, om eventuele overdruk en risico op opbarsten van de deklaag te voorkomen.

BIJLAGE 1. ISOHYPSEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / ONDERUIT / ORANJEBAAN / UILENSTEDE

In bijlage 1 bevat de verlagingcontouren voor de verdiepte liggingen en de haltes. Figuur 20 t/m Figuur 22 laten de verlagingcontouren zien na 28 dagen bemalen voor de waterkelder. Figuur 23 t/m Figuur 26 laten de verlagingcontouren zien na 70 dagen bemalen. Dat wil zeggen de verlagingcontouren na het bemalen van de waterkelder en de verdiepte ligging. In bijlage 5 zijn de verhogingscontouren o.i. van het retourveld weergegeven.



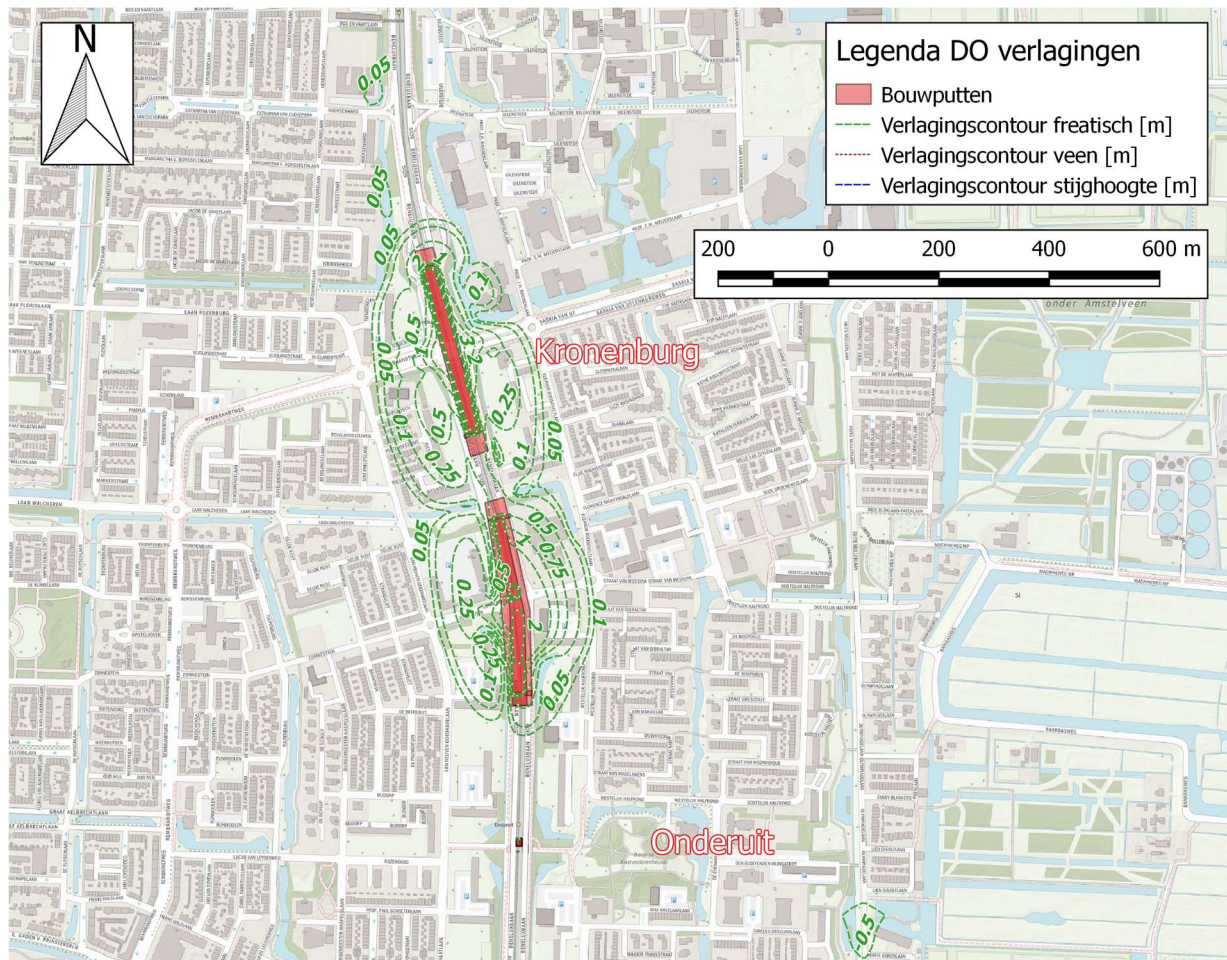
Figuur 20. Freatische verlagingcontouren [m] na 28 dagen bemalen voor de waterkelder.



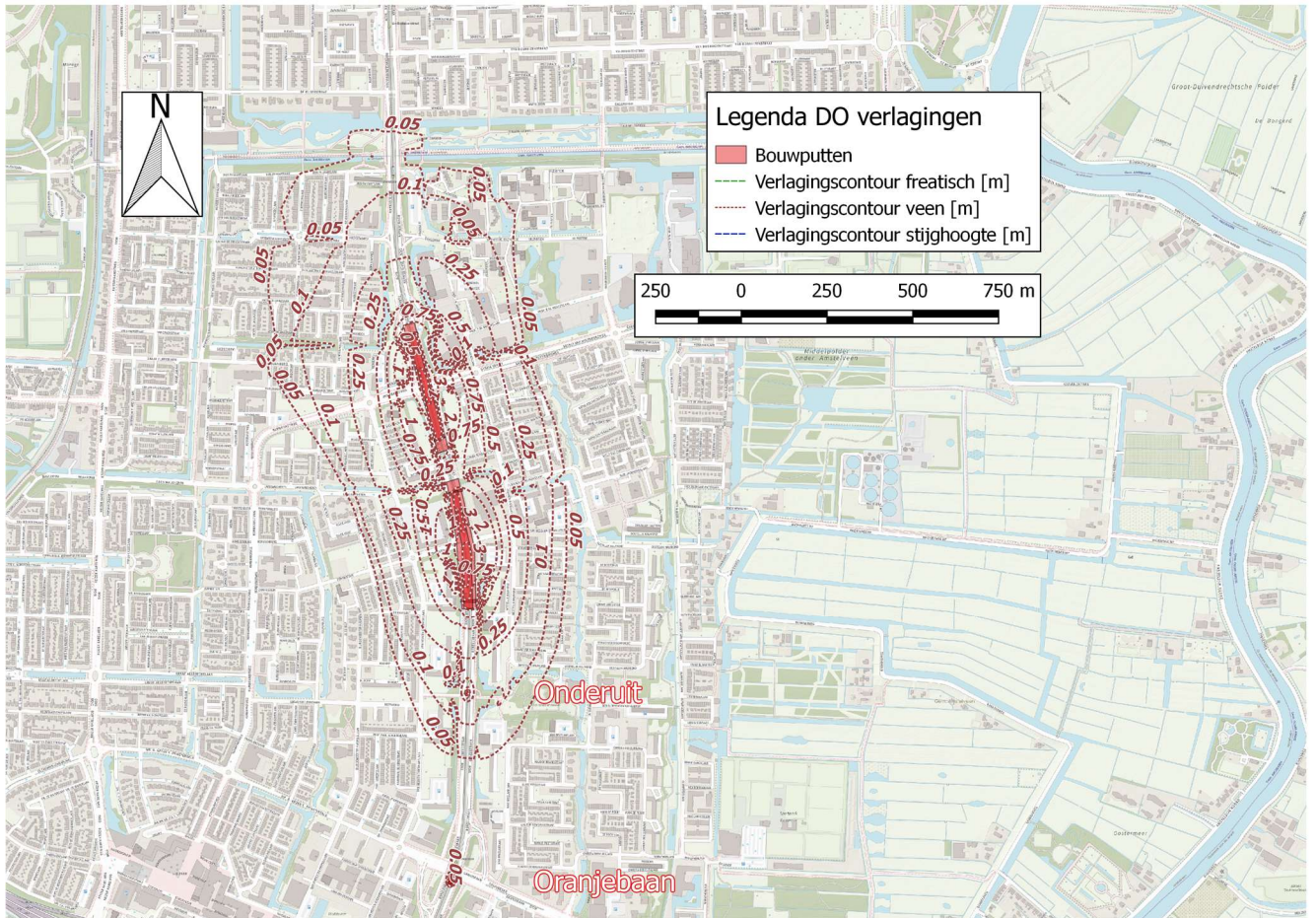
Figuur 21. Verlagingscontouren [m] in de veenlaag na 28 dagen bemalen voor de waterkelder.

Documentnummer: VITAL-011775

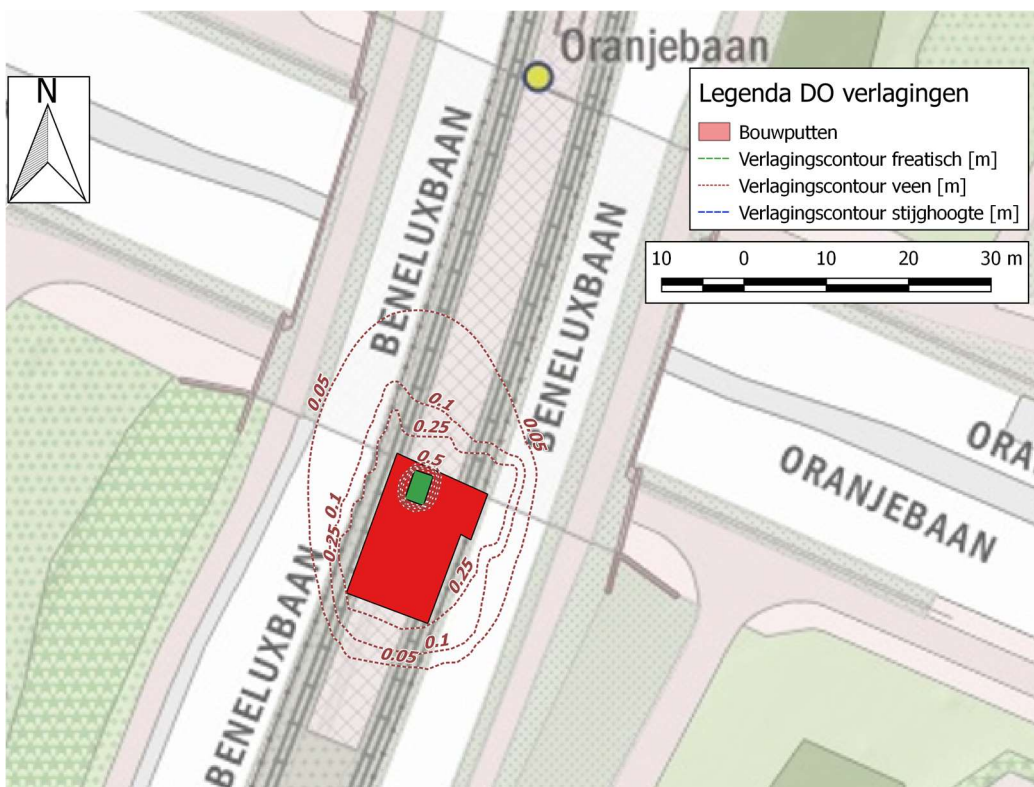
Onderstaande figuren weergeven de verlagingcontouren van de verdiepte liggingen na 70 dagen bemalen:



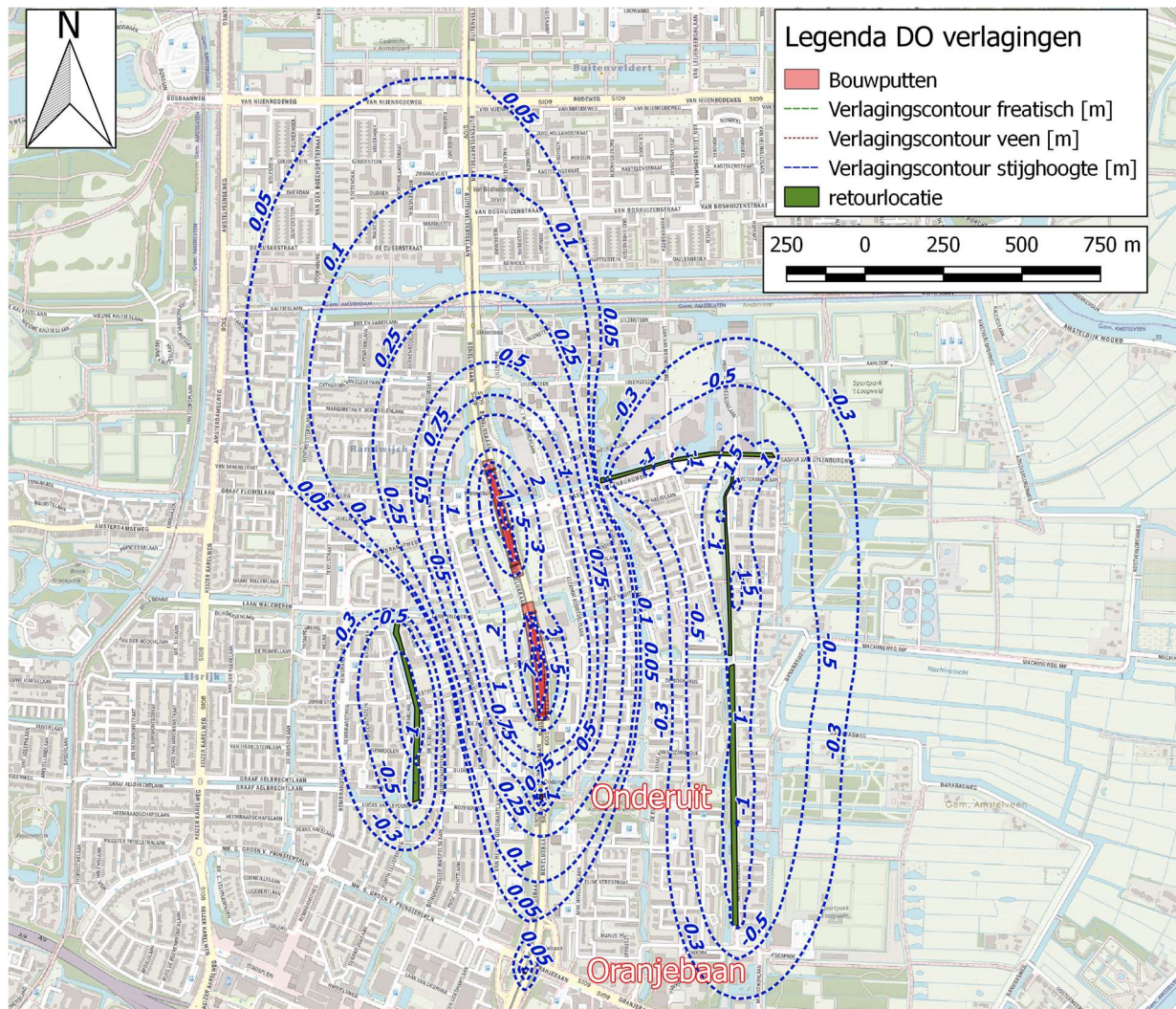
Figuur 23. Freatische verlagingcontouren.



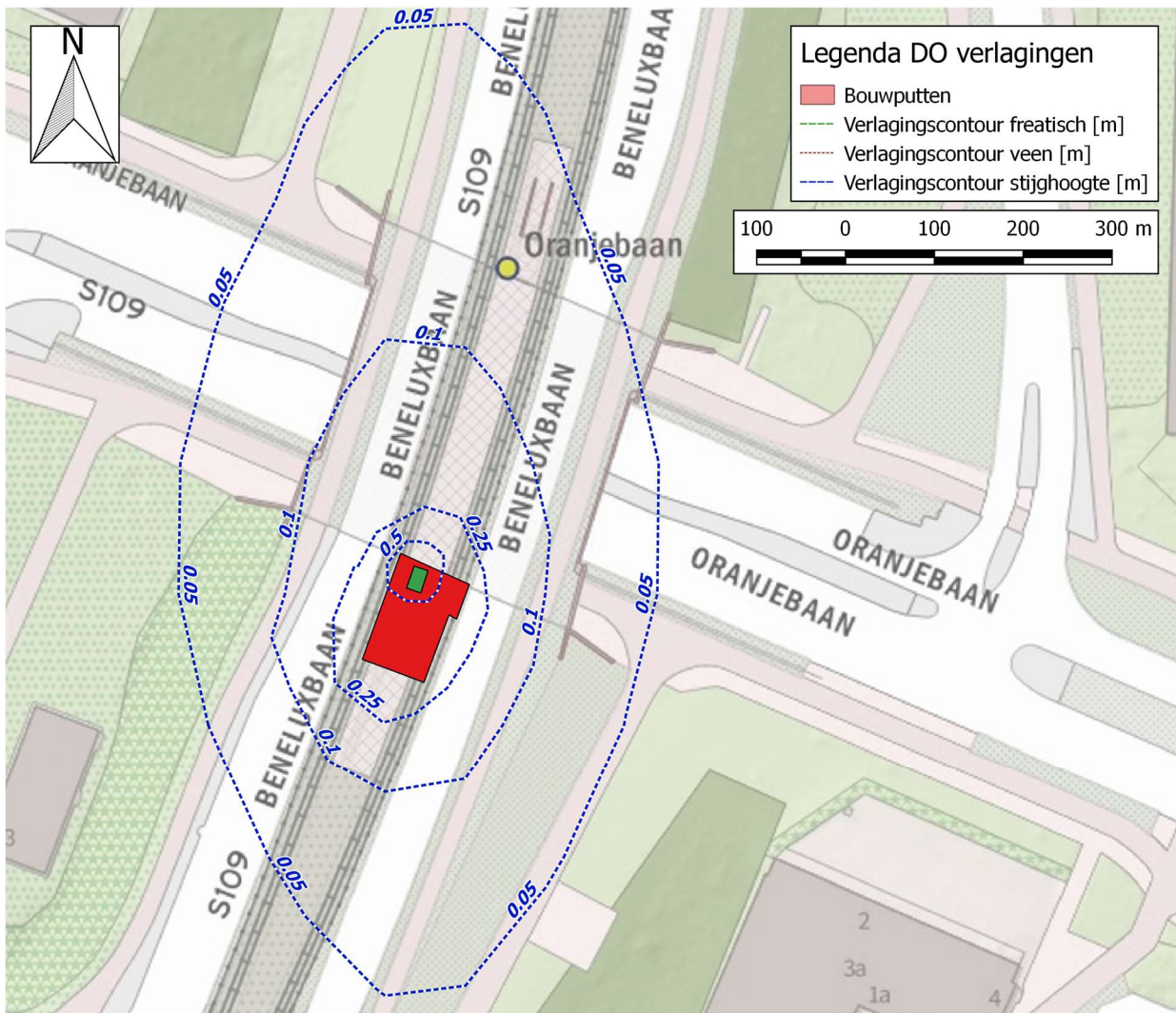
Figuur 24. Verlagsingscontouren veenlaag.



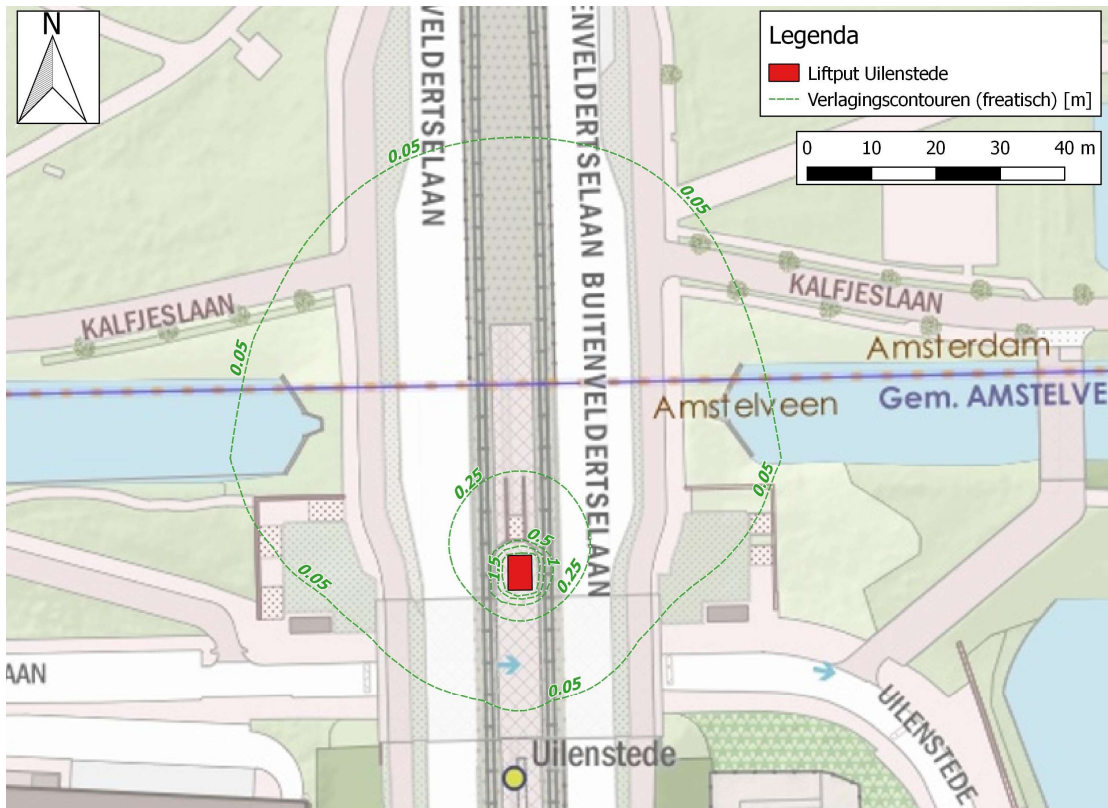
Figuur 25. Verlagsingscontouren veenlaag halte Oranjebaan.



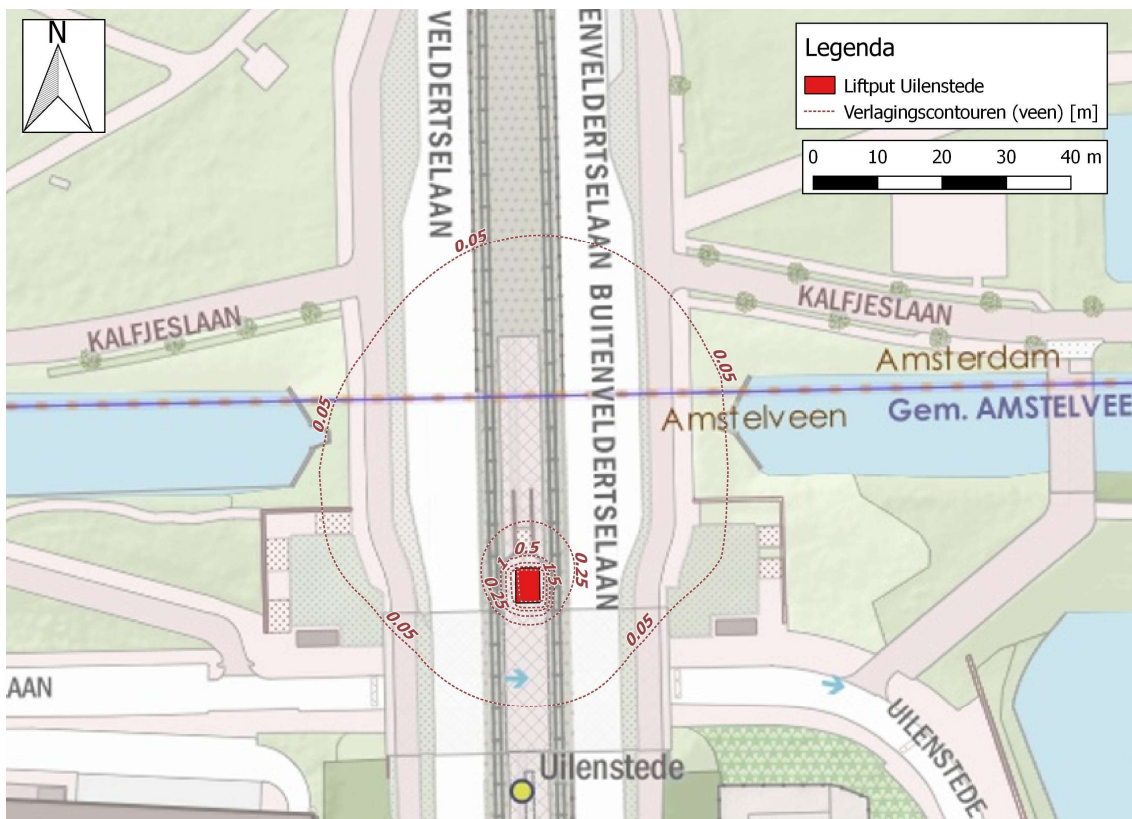
Figuur 26. Verlagsingscontouren 1e WVP (stijghoogte).



Figuur 27. Verlagingscontouren 1e WVP (stijghoogte) halte Oranjebaan.



Figuur 28. Freatische verlagingscontouren Uilenstede.



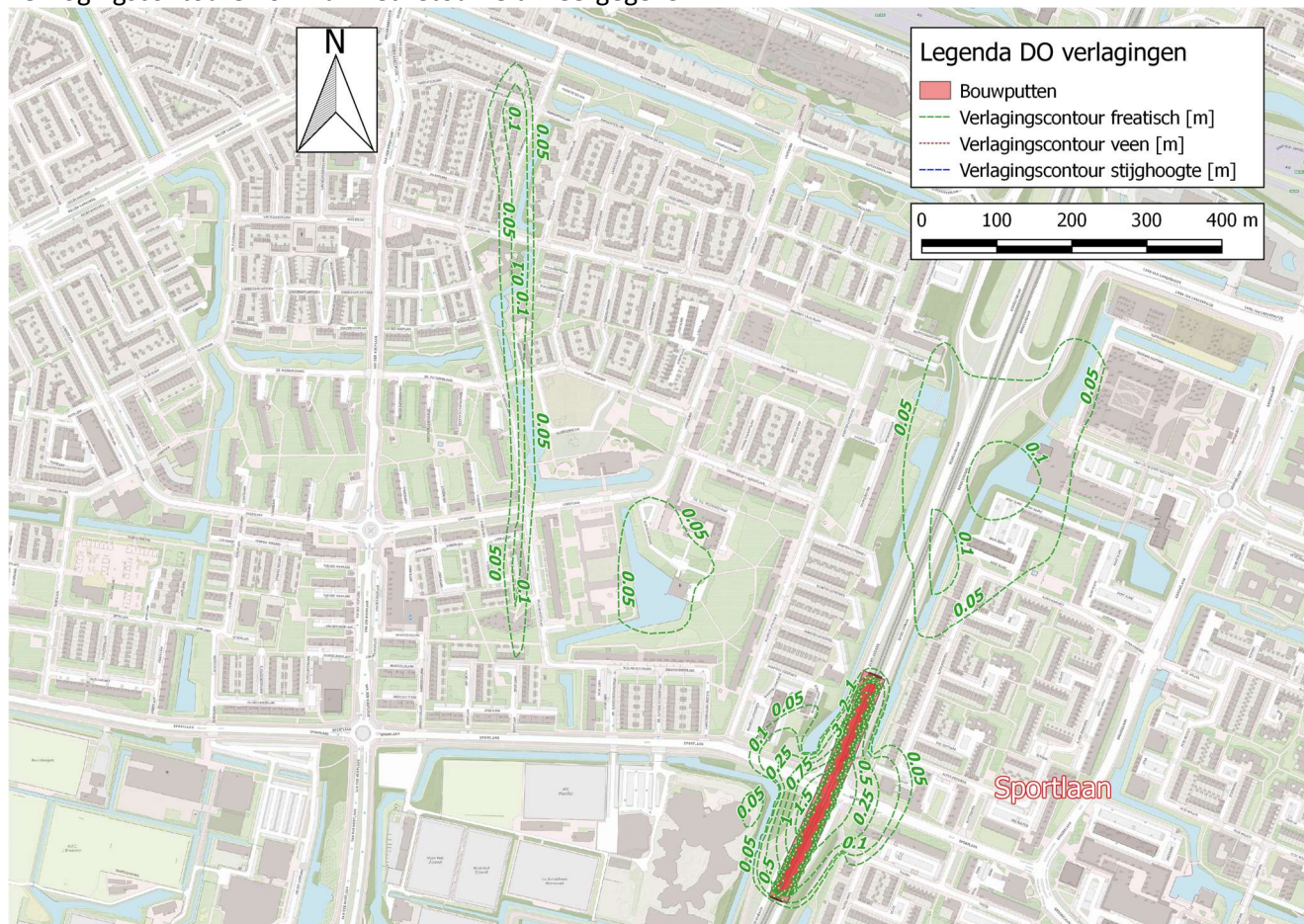
Figuur 29. Verlagingscontouren in de veenlaag tijdens liftwerkzaamheden halte Uilenstede.

BIJLAGE 2. ISOHYPSEN SPORTLAAN

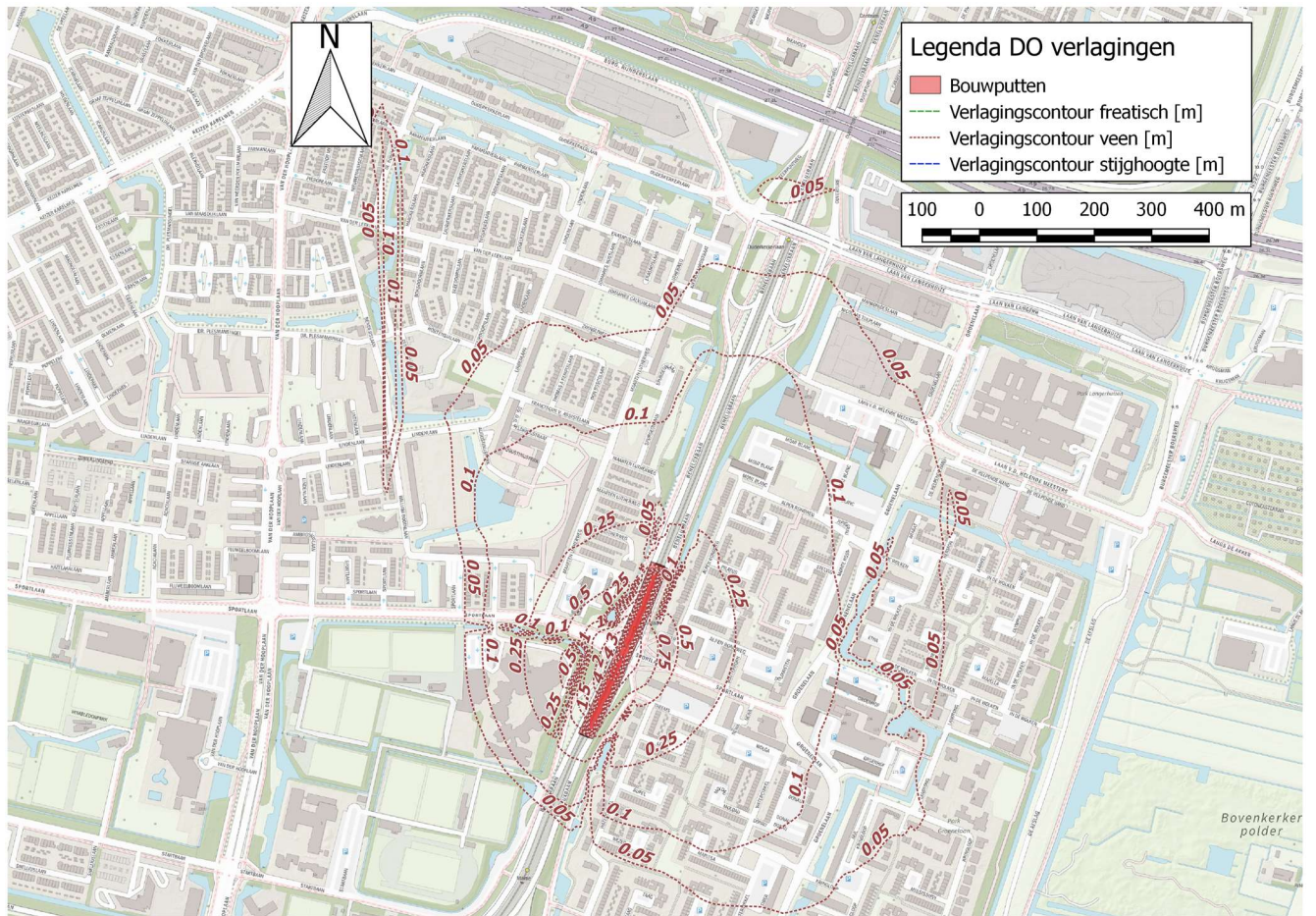
In bijlage 1 bevat de verlagingscontouren voor de verdiepte ligging en de halte.

Figuur 30 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** t/m Figuur 32 laten de verlagingscontouren zonder bemaling t.b.v. de waterkelder.

Figuur 33 t/m Figuur 36 laten de verlagingscontouren zien na 112 dagen bemalen. Dat wil zeggen de verlagingscontouren na het bemalen van de waterkelder en de verdiepte ligging. In bijlage 6 zijn de verhogingscontouren o.i. van het retourveld weergegeven.



Figuur 30. Freatische verlagingscontouren. Deze contouren weergeven het effect zonder bemaling van de waterkelder.

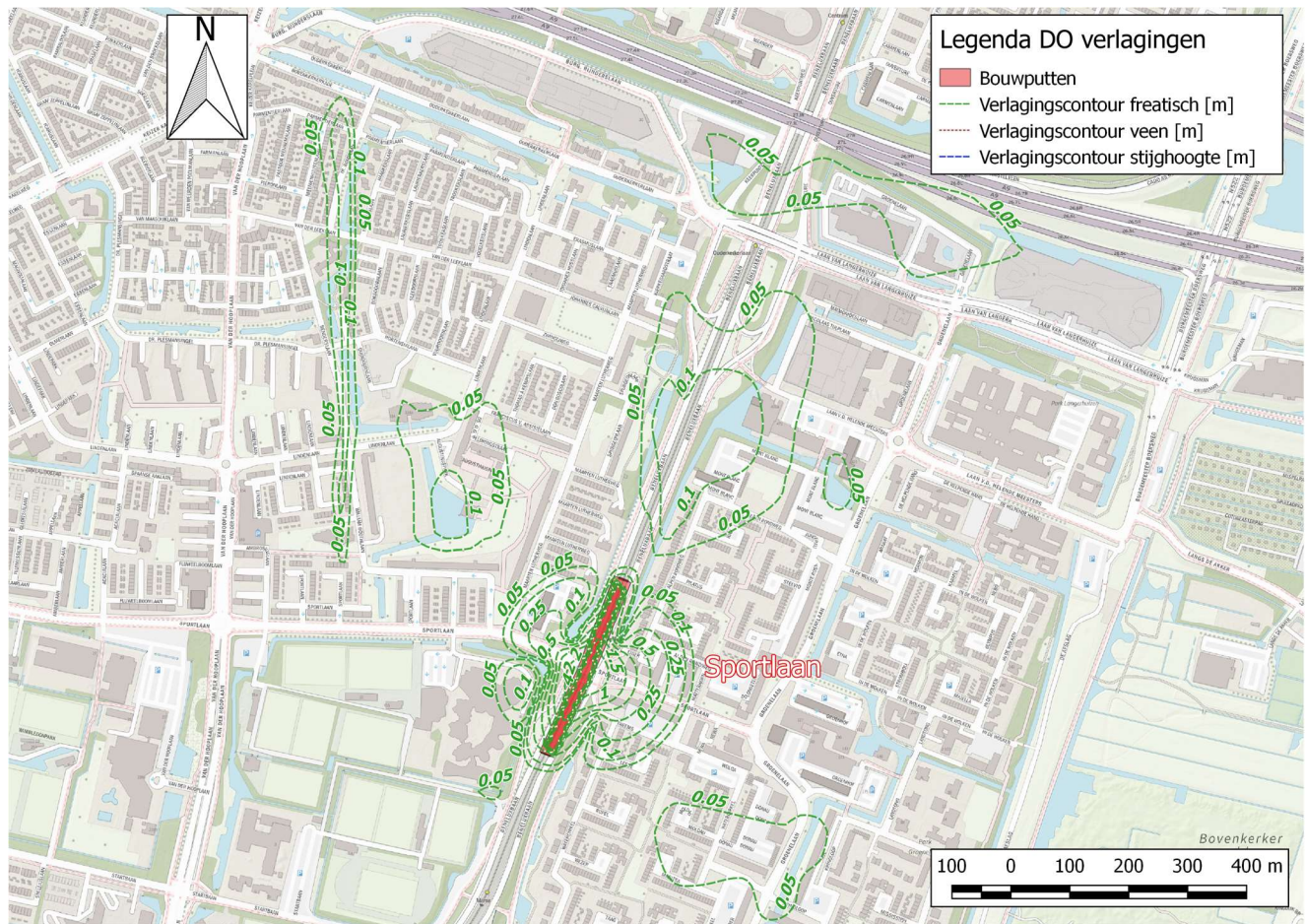


Figuur 31. Verlagsingscontouren in de veenlaag. De verlagsingscontouren beschrijven de verlaging zonder bemaling t.b.v. de waterkelder.

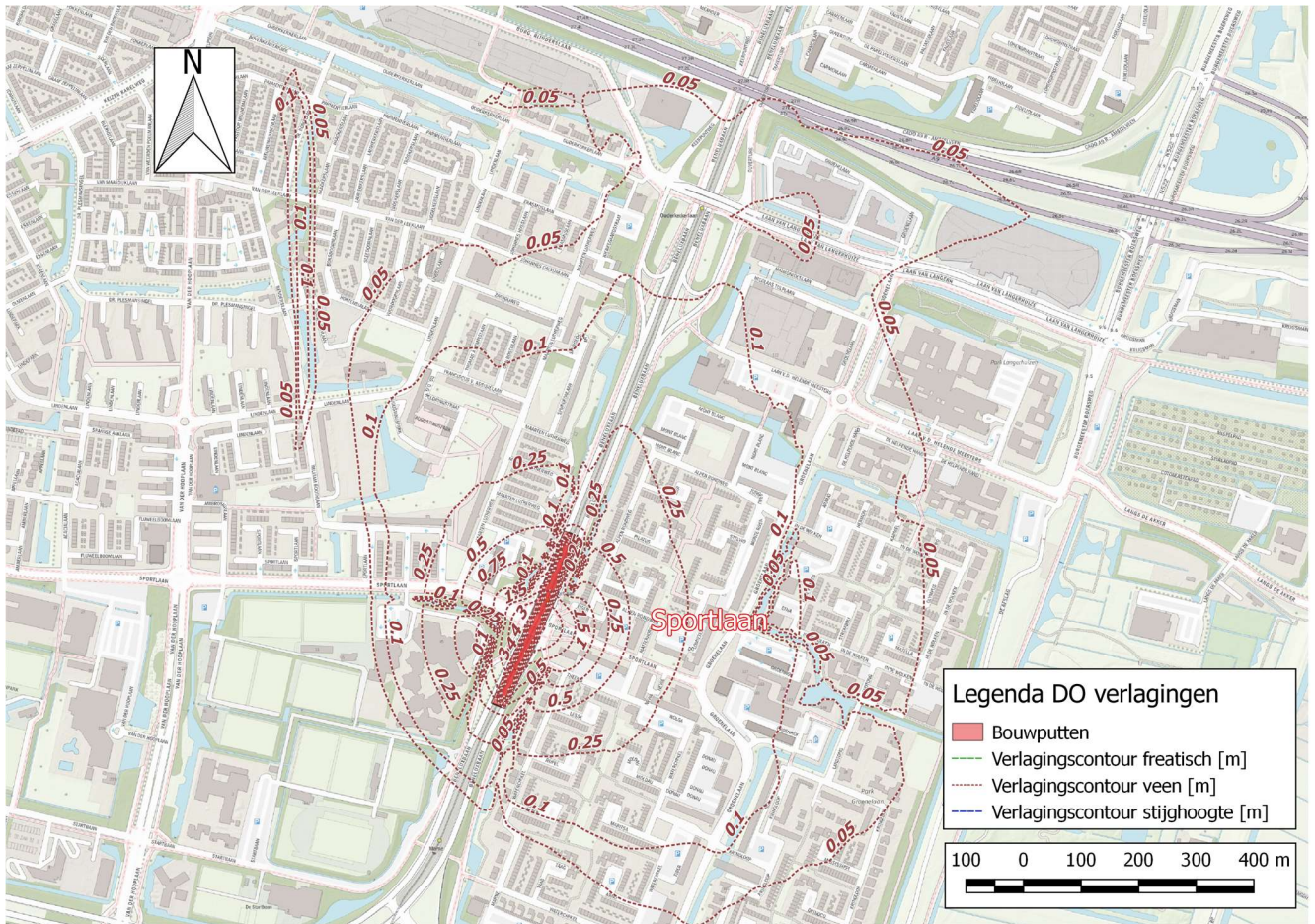
Legenda DO verlagenen

- Bouwputten
- Retourveld
- Waterkelder
- Verlagingscontour freatisch [m]
- Verlagingscontour veen [m]
- Verlagingscontour stijghoogte [m]

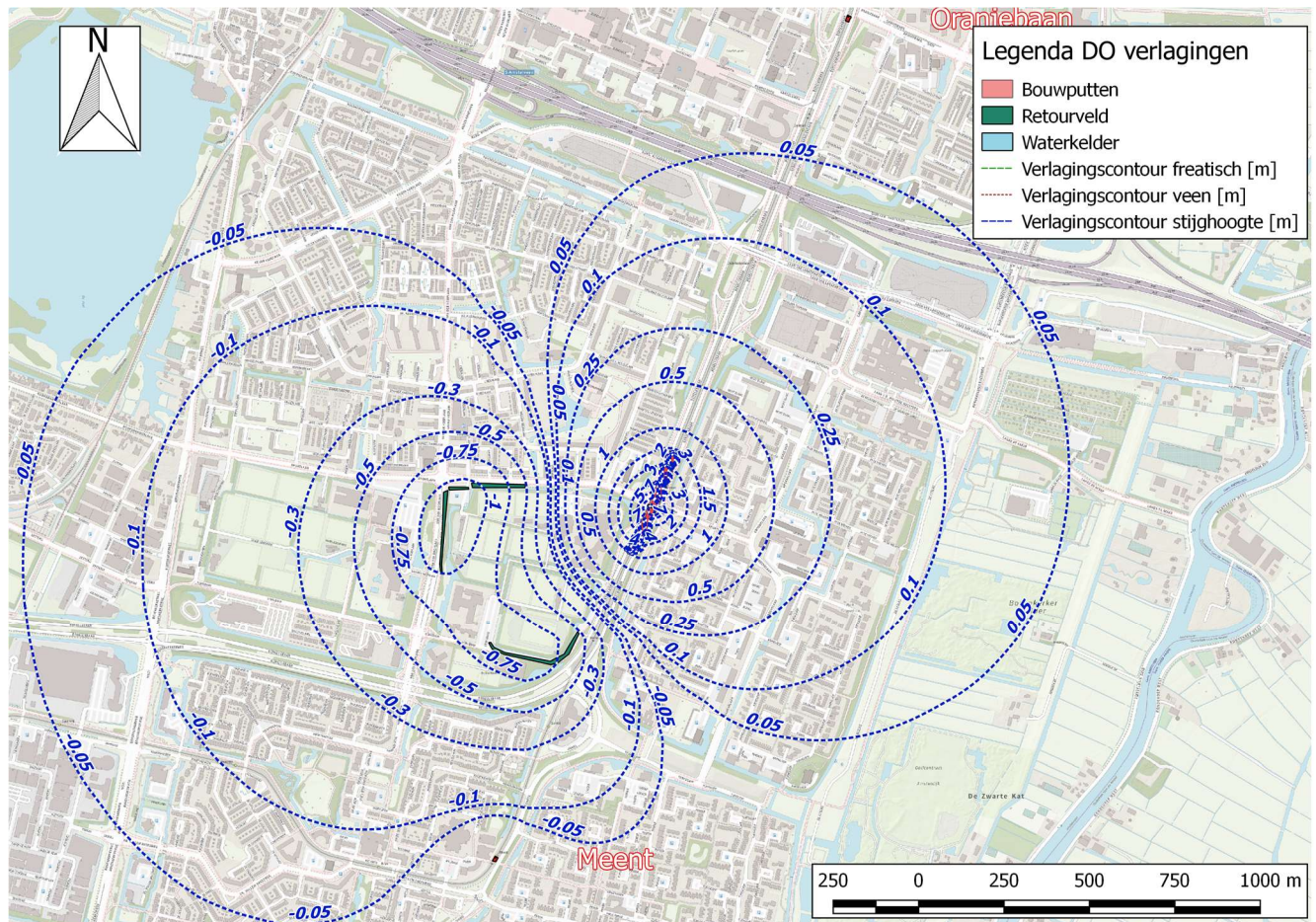
The map displays contour lines for DO variations in the Meent area. The legend indicates that the contours represent the lowering of the water table (Verlagingscontour stijghoogte [m]). The map shows a network of streets and green spaces, with a scale bar indicating distances up to 1000 meters. Key locations marked include Sportlaan and Meent.



Figuur 33. Verlagsingscontouren Sportlaan in de kleilaag (freatisch). Inclusief bemaling waterkelder.



Figuur 34. Verlagsingscontouren Sportlaan in de basisveenlaag. Inclusief bemaling waterkelder.



Figuur 35. Verlagsingscontouren Sportlaan in de pleistocene zanden onder de veenlaag. Inclusief bemaling waterkelder. Positief(+) = verlaging o.i.v. bemaling, negatief (-) = verhoging o.i.v. retourbemaling.

BIJLAGE 3. ISOHYPSEN HALTE MEENT



Figuur 36. Verlagsingscontour (Freatisch) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput.

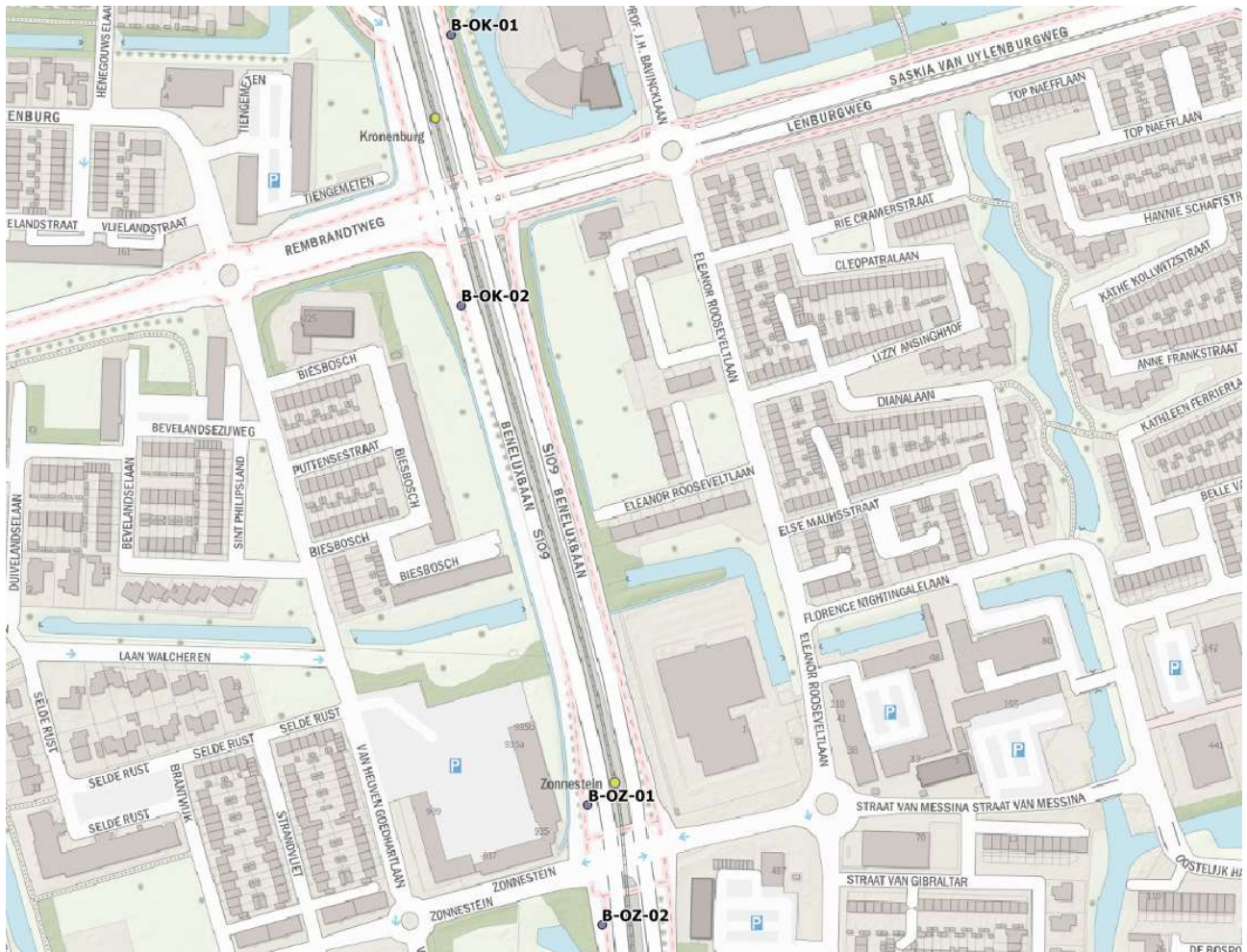


Figuur 37. Verlagscontour (Veen) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput

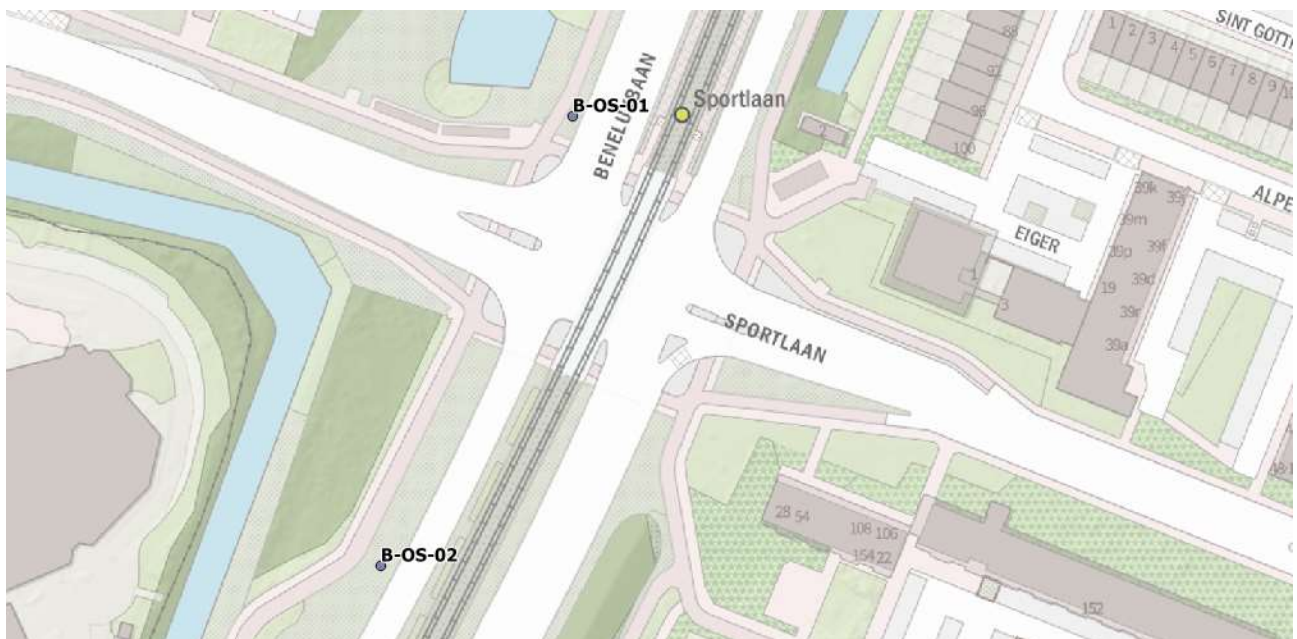


Figuur 38. Verlagscontour (stijghoogte, 1e WVP) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput.

BIJLAGE 4. LOCATIE MONITORINGSPEILBUIZEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / SPORTLAAN



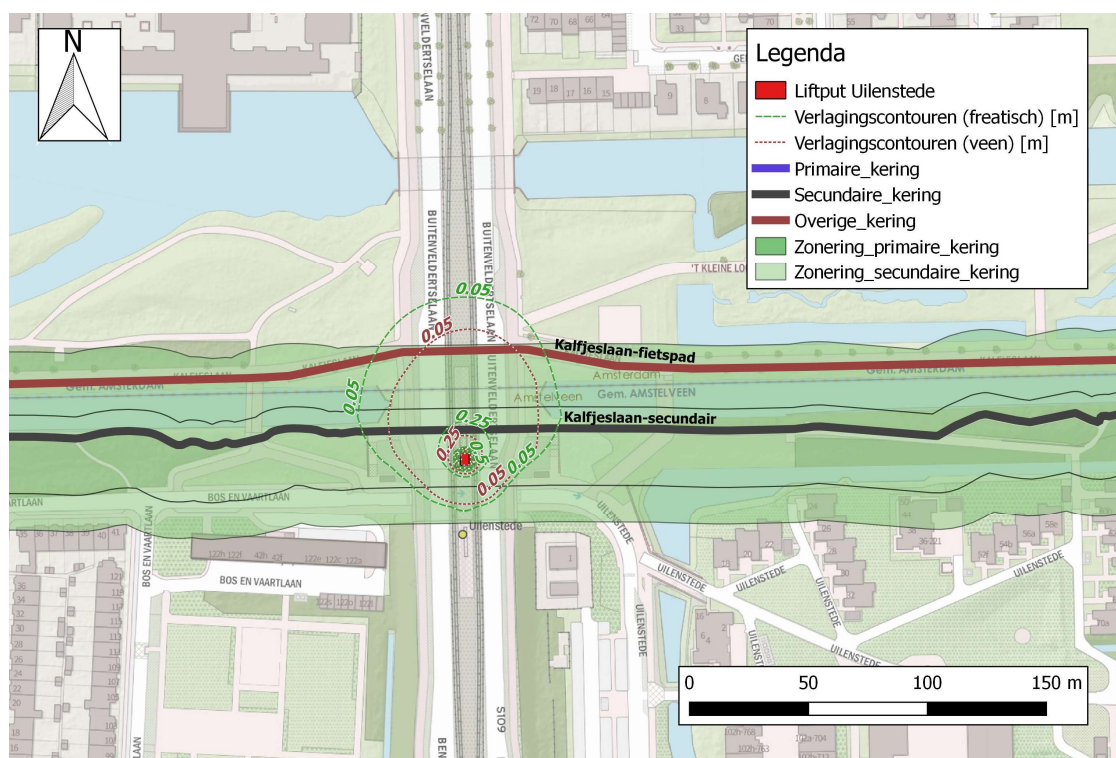
Figuur 39. Locatie peilbuizen Kronenbrug (OK) en Zonnestein (OZ).



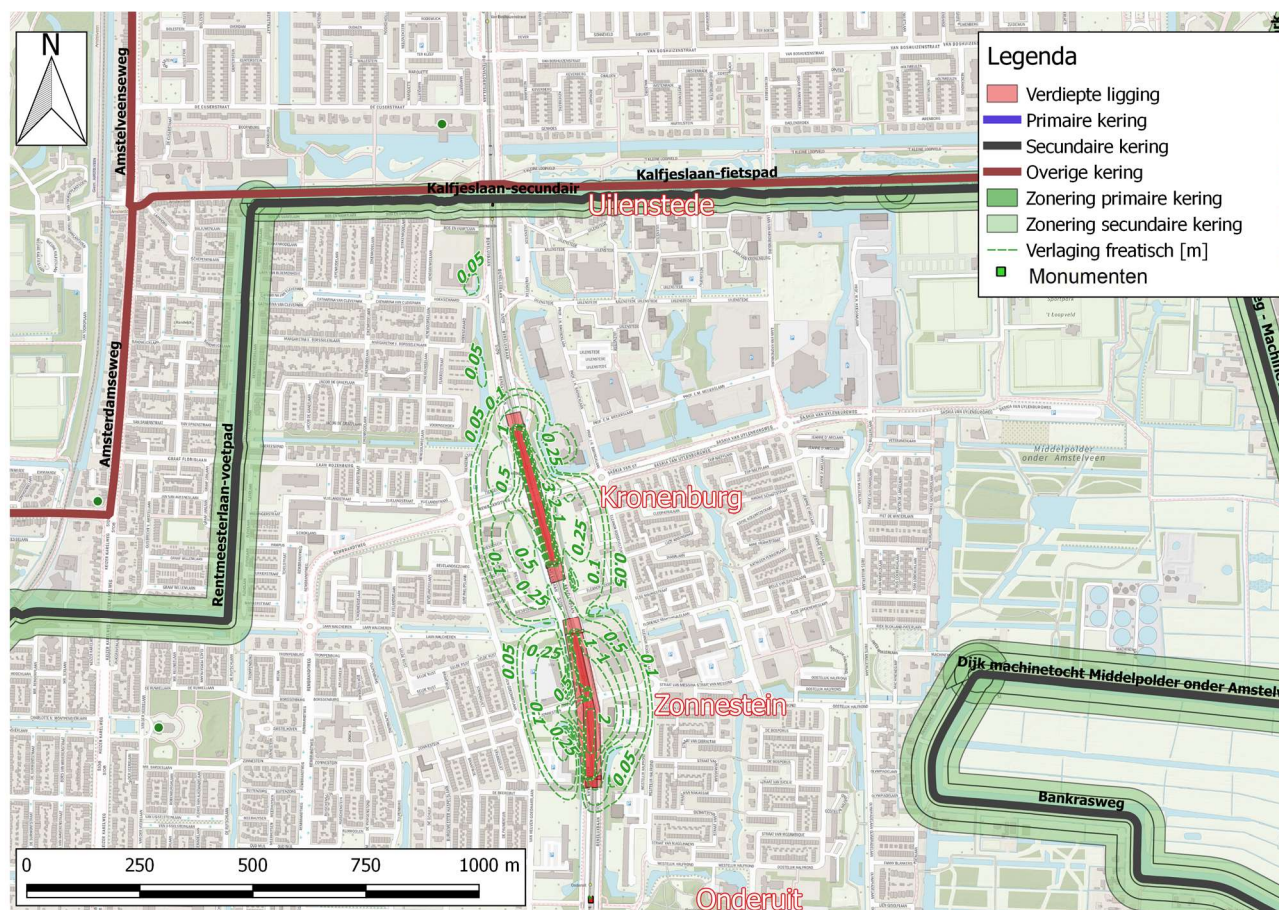
Figuur 40. Locatie peilbuizen Sportlaan.

BIJLAGE 5. OMGEVINGSEFFECTEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / HALTES

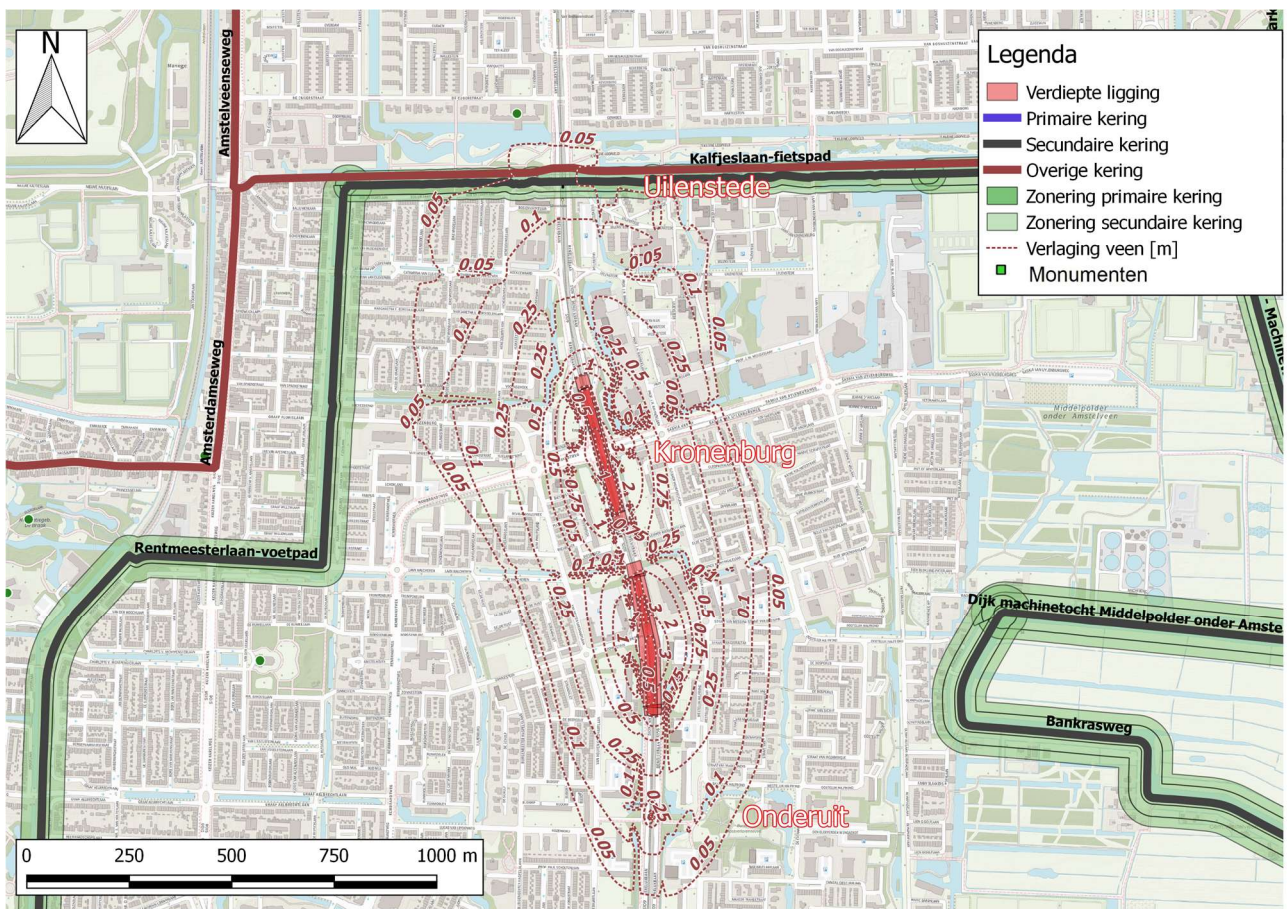
Onderstaande afbeeldingen repressenteren de verlagingcontouren van de bemaling en het eventuele effect op aanwezige keringen (primaire, secundaire en overig) en monumentale panden.



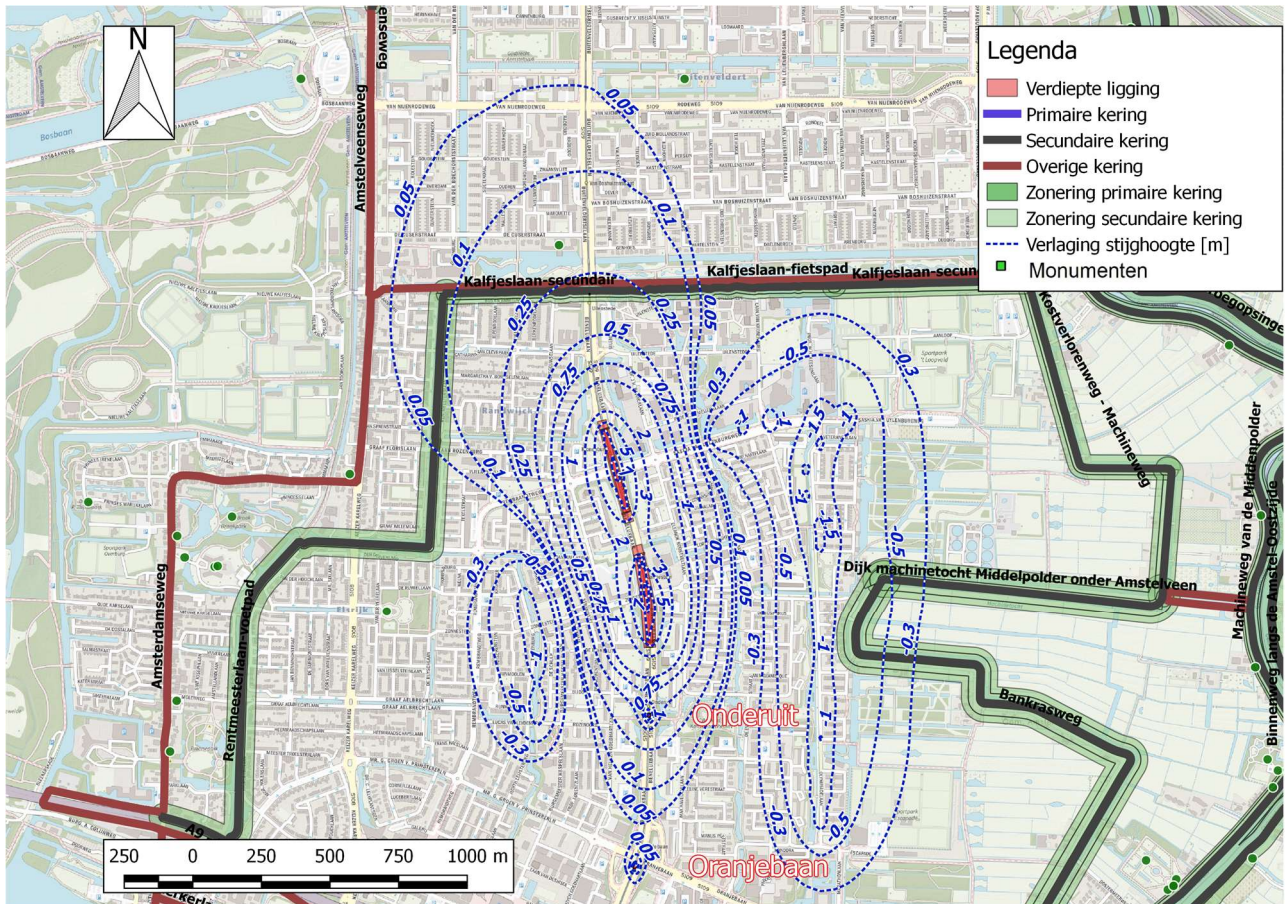
Figuur 41. Verlagingcontouren binnen secundaire en overige kering nabij Uilenstede.



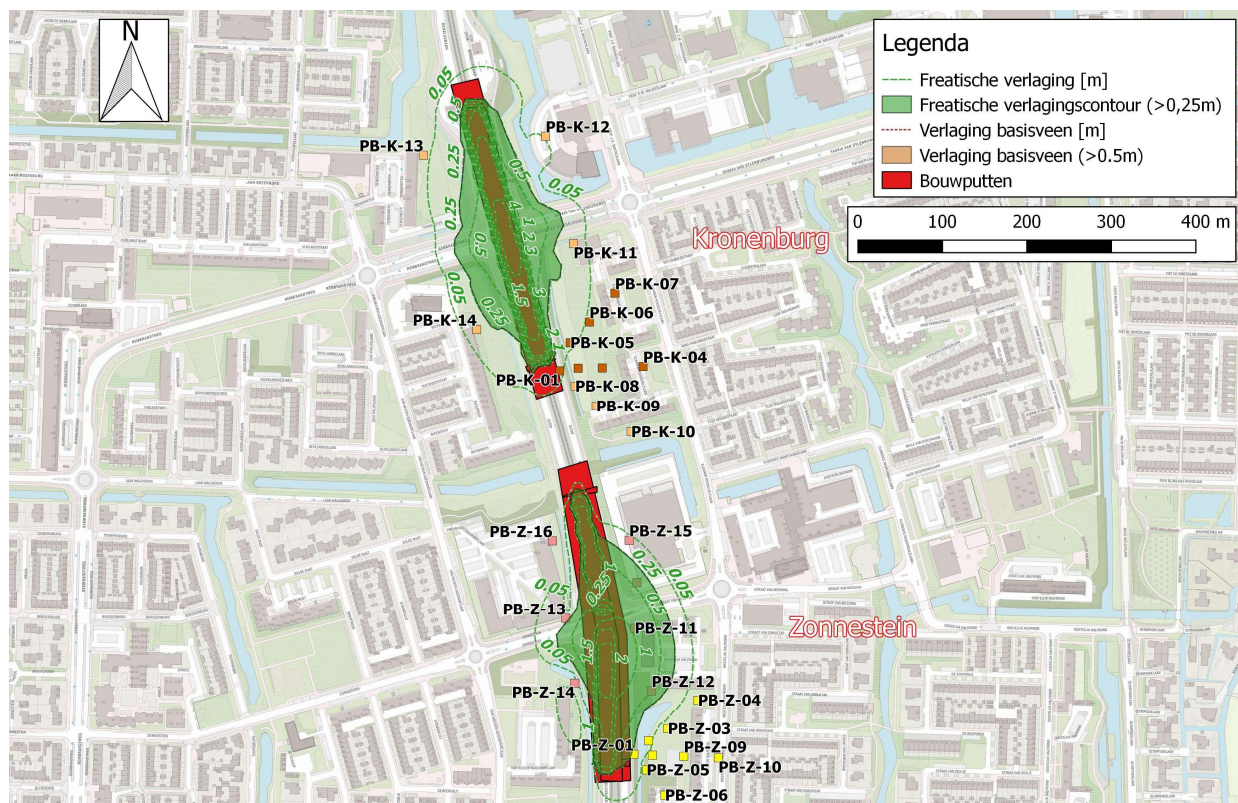
Figuur 42. Verlagingcontouren in veenlaag en omgevingseffecten



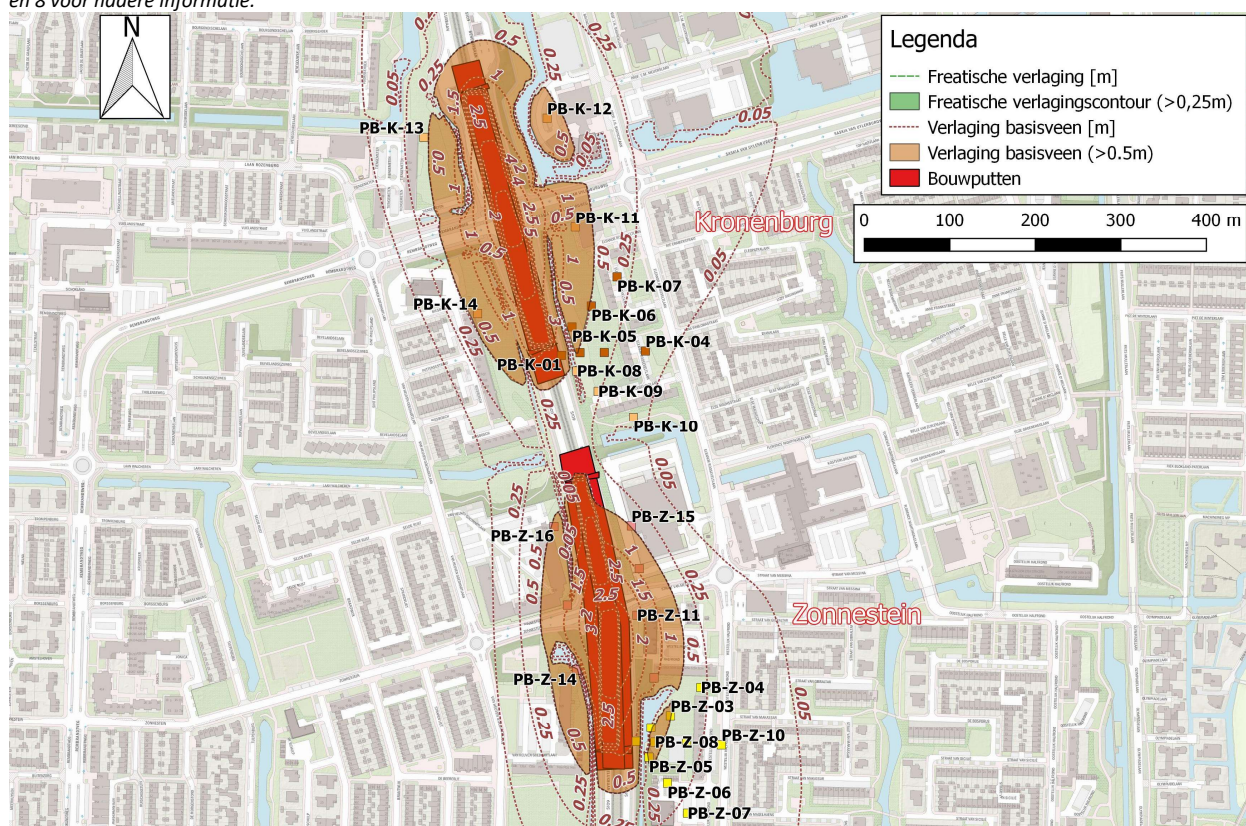
Figuur 43. Verlagingscontouren in veenlaag.



Figuur 44. Verlagingscontouren in 1^e WVP en omgevingseffecten. Let op: aanwezigheid van WKO bronnen.



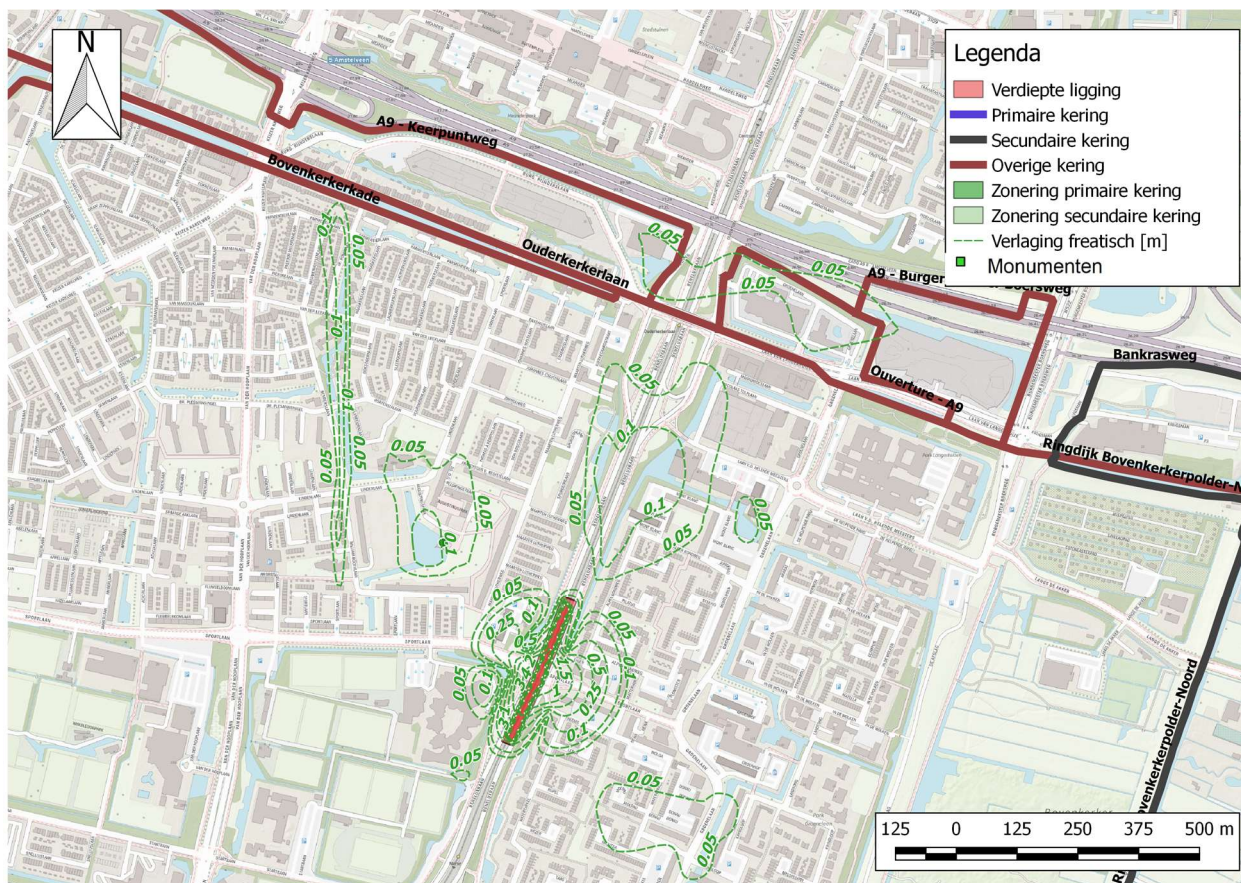
Figuur 45. Verlagscontouren (freatisch) en in groen de arcering waarbinnen mogelijk grondwaterstand verder verlaagd wordt dan de signaalwaarde. Hiervoor zijn monitoringspeilbuizen gezet om dit nader te monitoren (oranje/geel=locatie monitoringspeilbuizen). Zie hoofdstuk 7.1.1 en 8 voor nadere informatie.



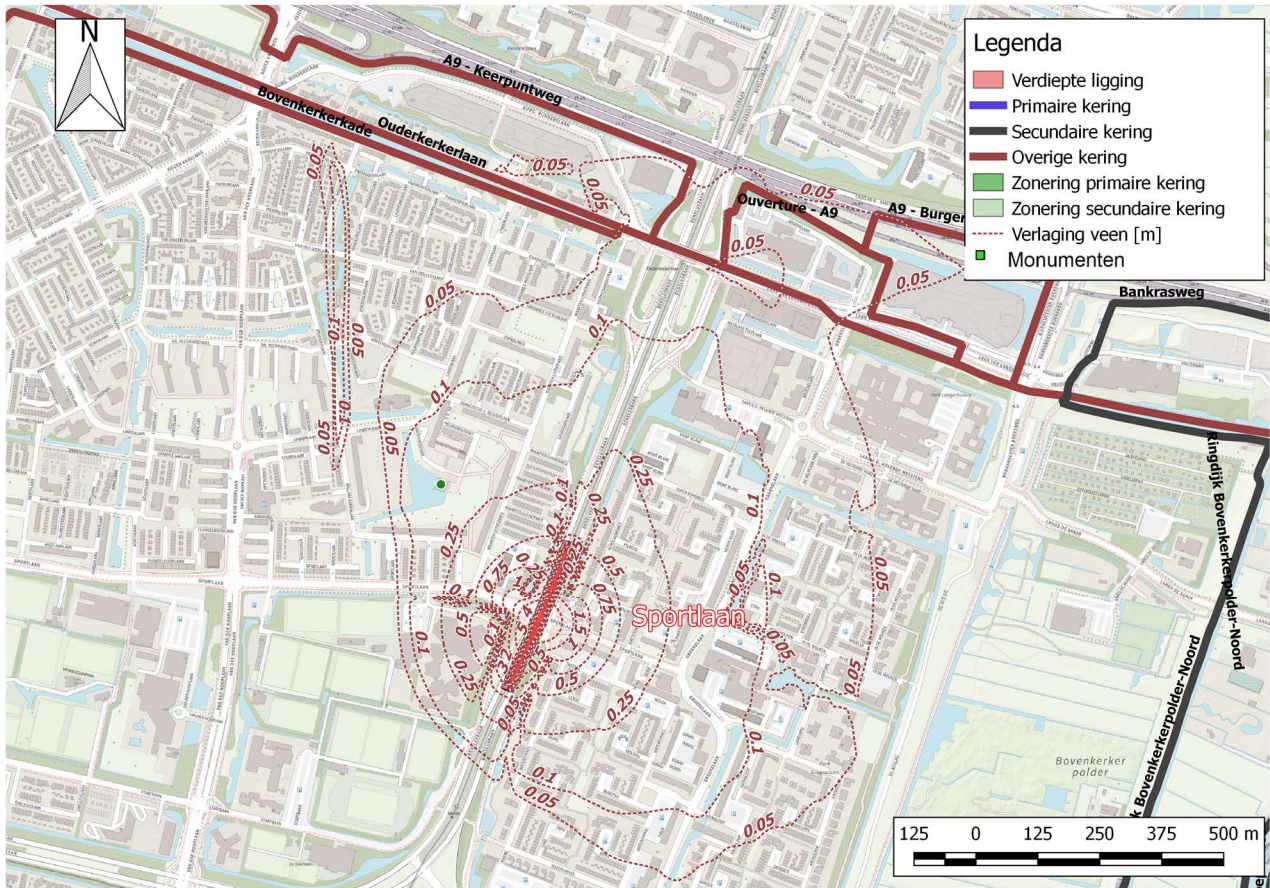
Figuur 46. Verlagscontouren (veen) en in bruin de arcering waarbinnen mogelijk grondwaterstand verder verlaagd wordt dan de signaalwaarde. Hiervoor zijn monitoringspeilbuizen gezet om dit nader te monitoren (oranje/geel=locatie monitoringspeilbuizen). Zie hoofdstuk 7.1.1 en 8 voor nadere informatie.

BIJLAGE 6. OMGEVINGSEFFECTEN SPORTLAAN

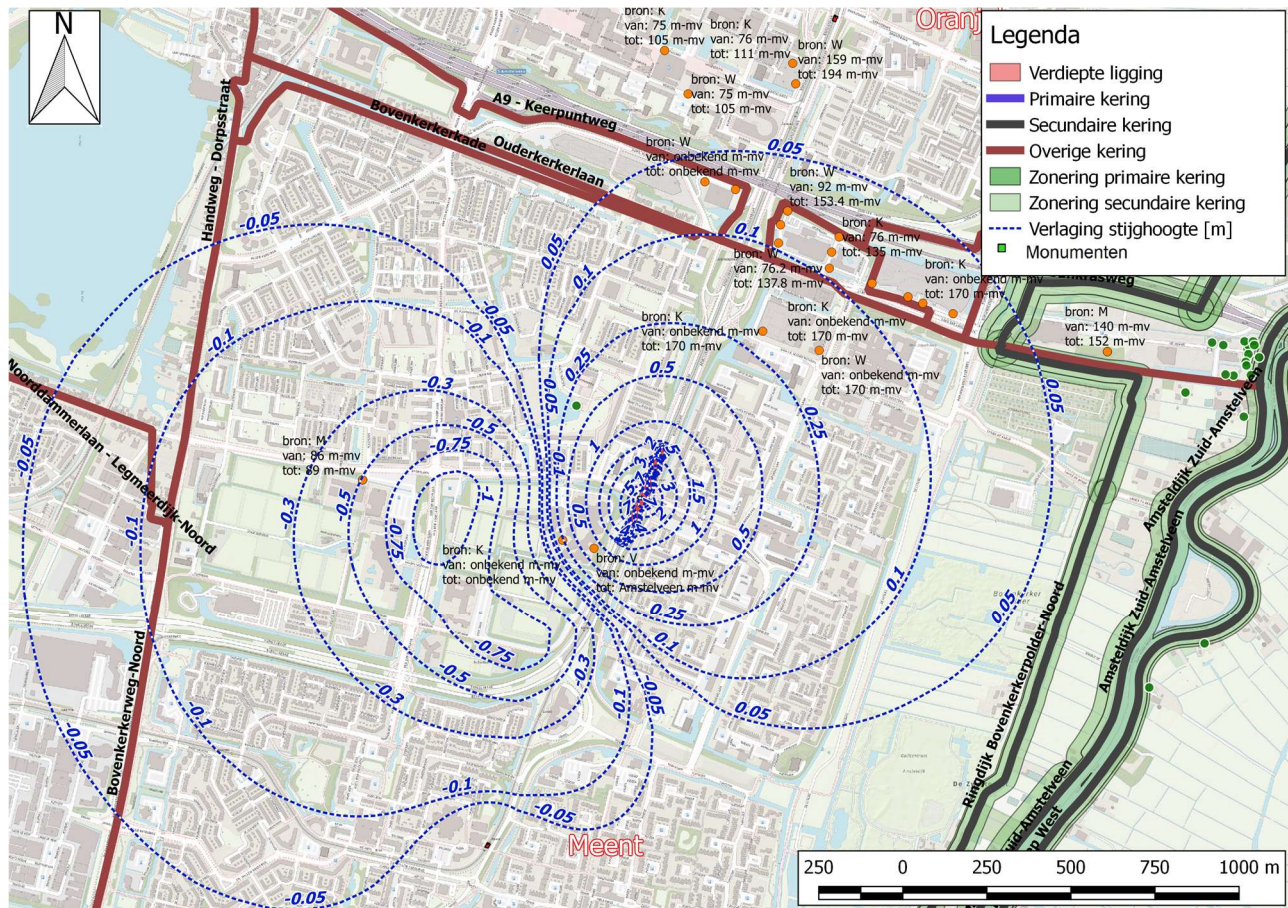
Onderstaande afbeeldingen reproducteren de verlagingcontouren van de bemaling en het eventuele effect op aanwezige keringen (primaire, secundaire en overige) en monumentale panden.



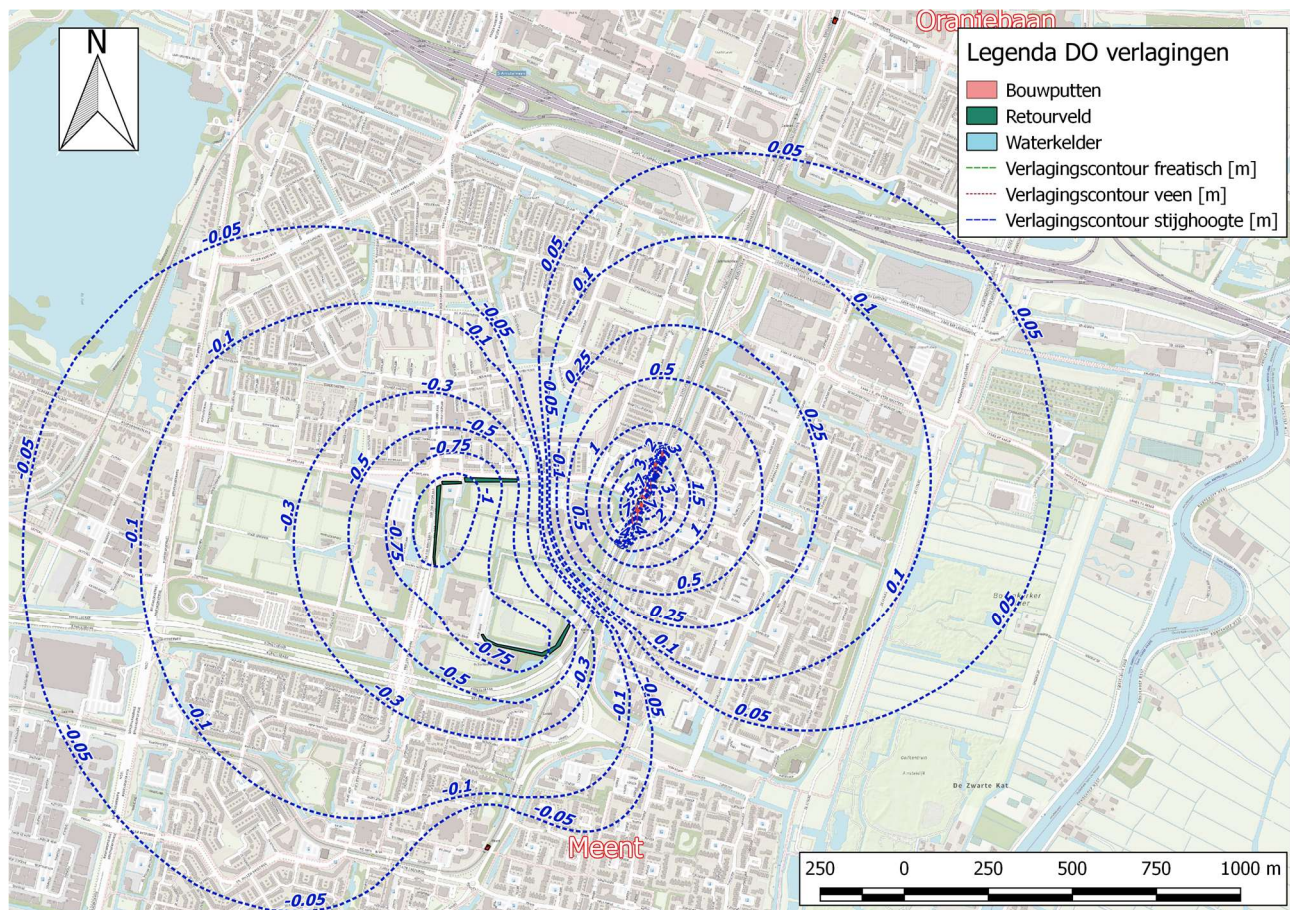
Figuur 47. Omgevingseffecten freatische verlaging.



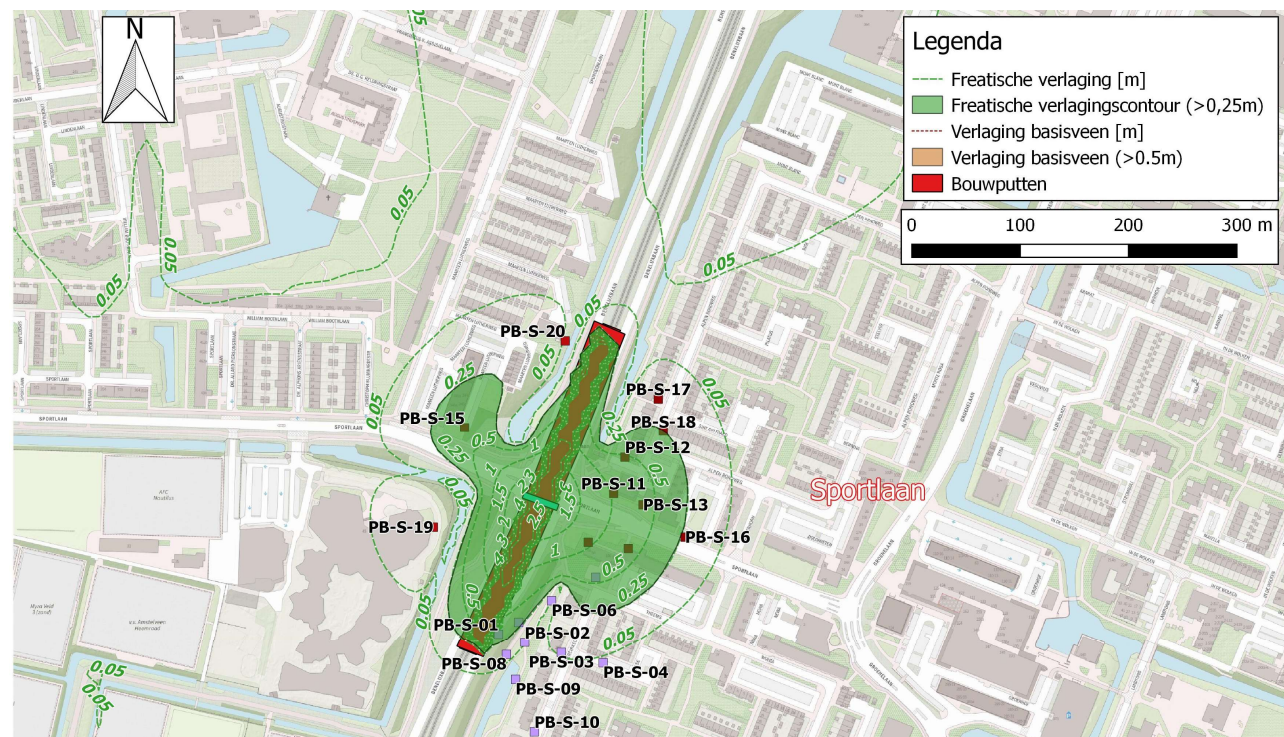
Figuur 48. Omgevingseffecten veenlaag, let op overige kering en aanwezigheid van monumentaal pand.



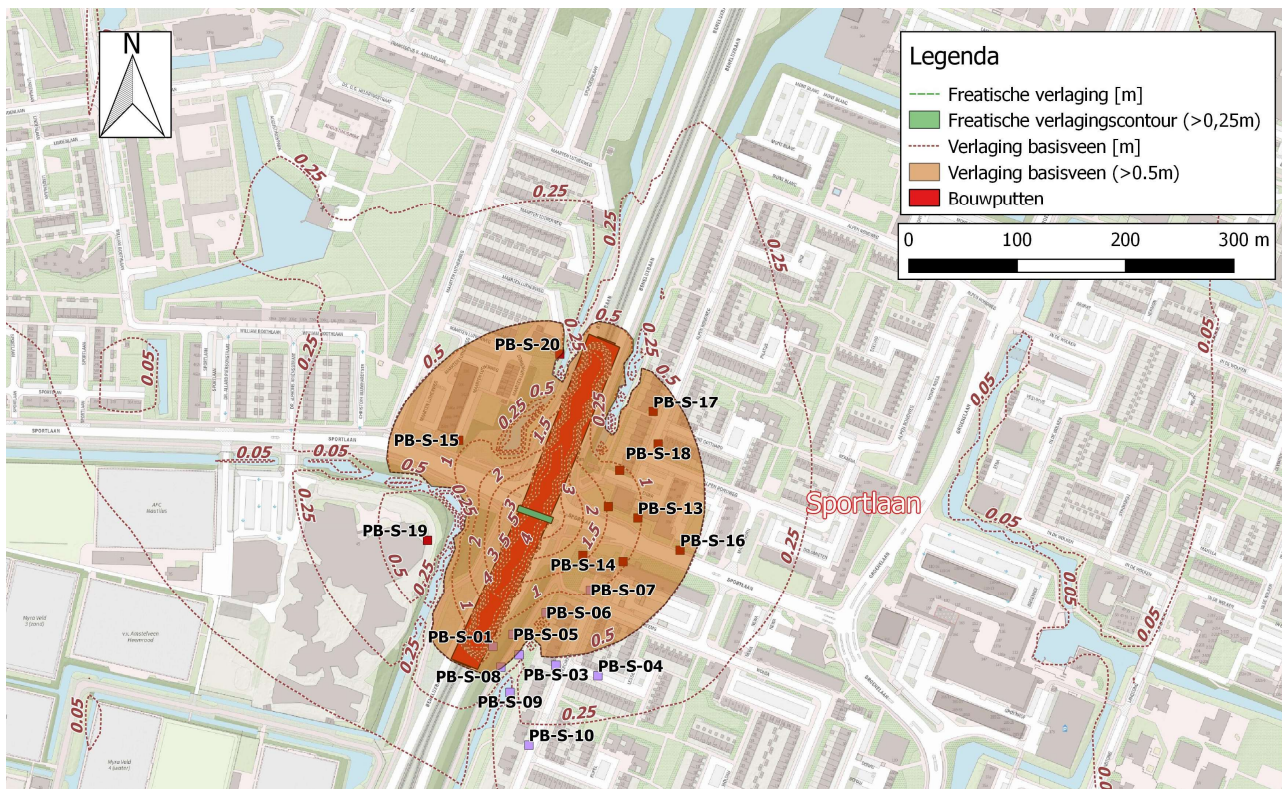
Figuur 49. Omgevingseffecten stijghoogte 1e WVP, let op aanwezigheid WKO systemen en keringen.



Figuur 50. Verlaging (+) door bemalingswerkzaamheden en verhoging (-) door retourveld van de stijghoogte in 1e WVP na 112 dagen bemalen.



Figuur 51. Verlagingcontouren (freatisch) en in groen de arcering waarbinnen mogelijk grondwaterstand verder verlaagd wordt dan de signaalwaarde. Hiervoor zijn monitoringspeilbuizen gezet om dit nader te monitoren (paars=locatie monitoringspeilbuizen). Zie hoofdstuk 7.1.1 en 8 voor nadere informatie.



Figuur 52. Verlagscontouren (veen) en in bruin de arcering waarbinnen mogelijk grondwaterstand verder verlaagd wordt dan de signaalwaarde. Hiervoor zijn monitoringspeilbuizen gezet om dit nader te monitoren (paars=locatie monitoringspeilbuizen). Zie hoofdstuk 7.1.1 en 8 voor nadere informatie.

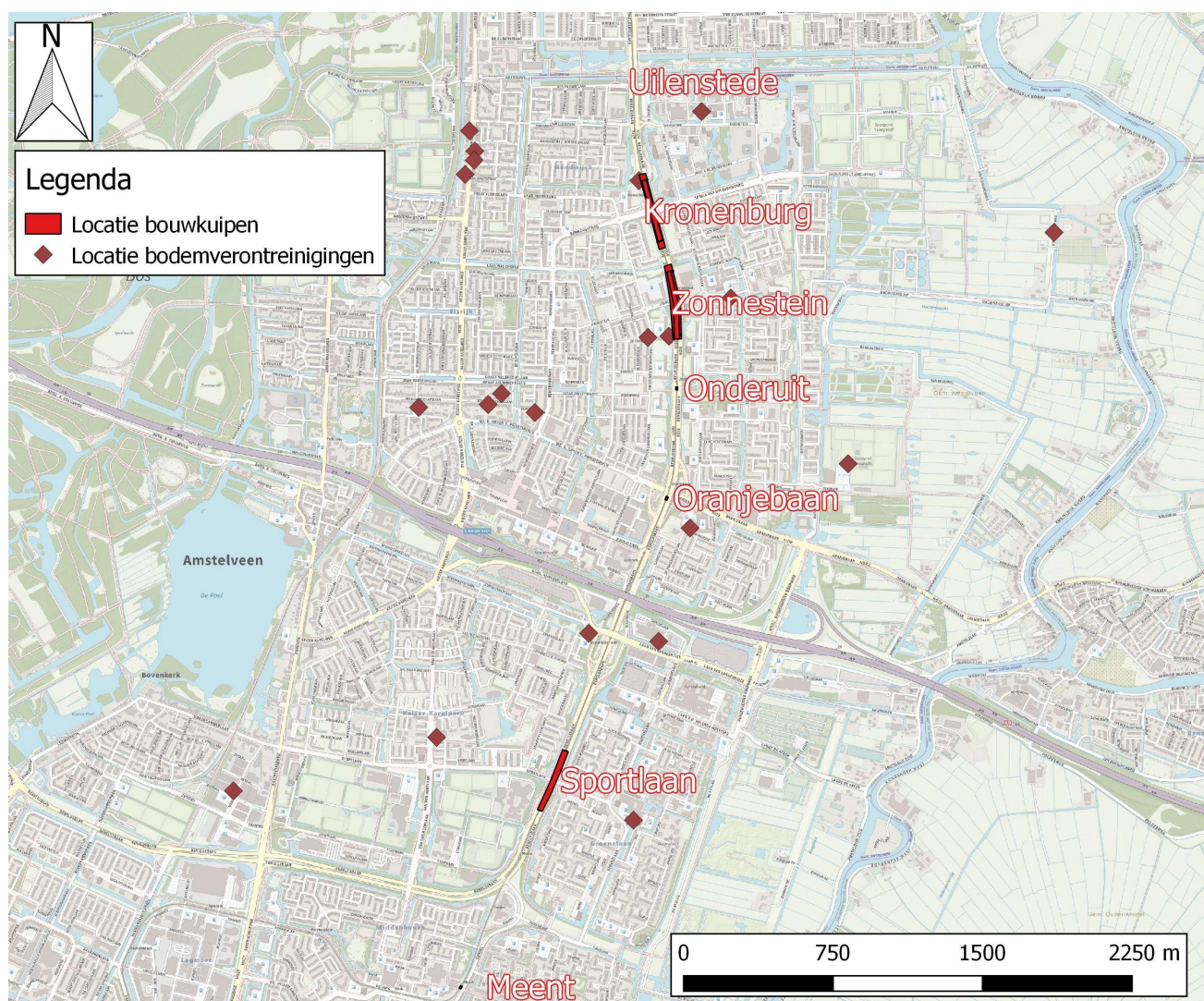
BIJLAGE 7. OVERZICHT (MOGELIJKE) GRONDWATERVERONTREINIGINGEN

In onderstaande Tabel 17 zijn de mogelijke grondwaterverontreinigingen opgesomd inclusief historie en ernst van de verontreiniging. De gegevens zijn opgevraagd bij omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied. In onderstaand figuur zijn de locaties van de verontreinigingen weergegeven.

Tabel 17. Overzicht (mogelijke) grondwaterverontreinigingen.

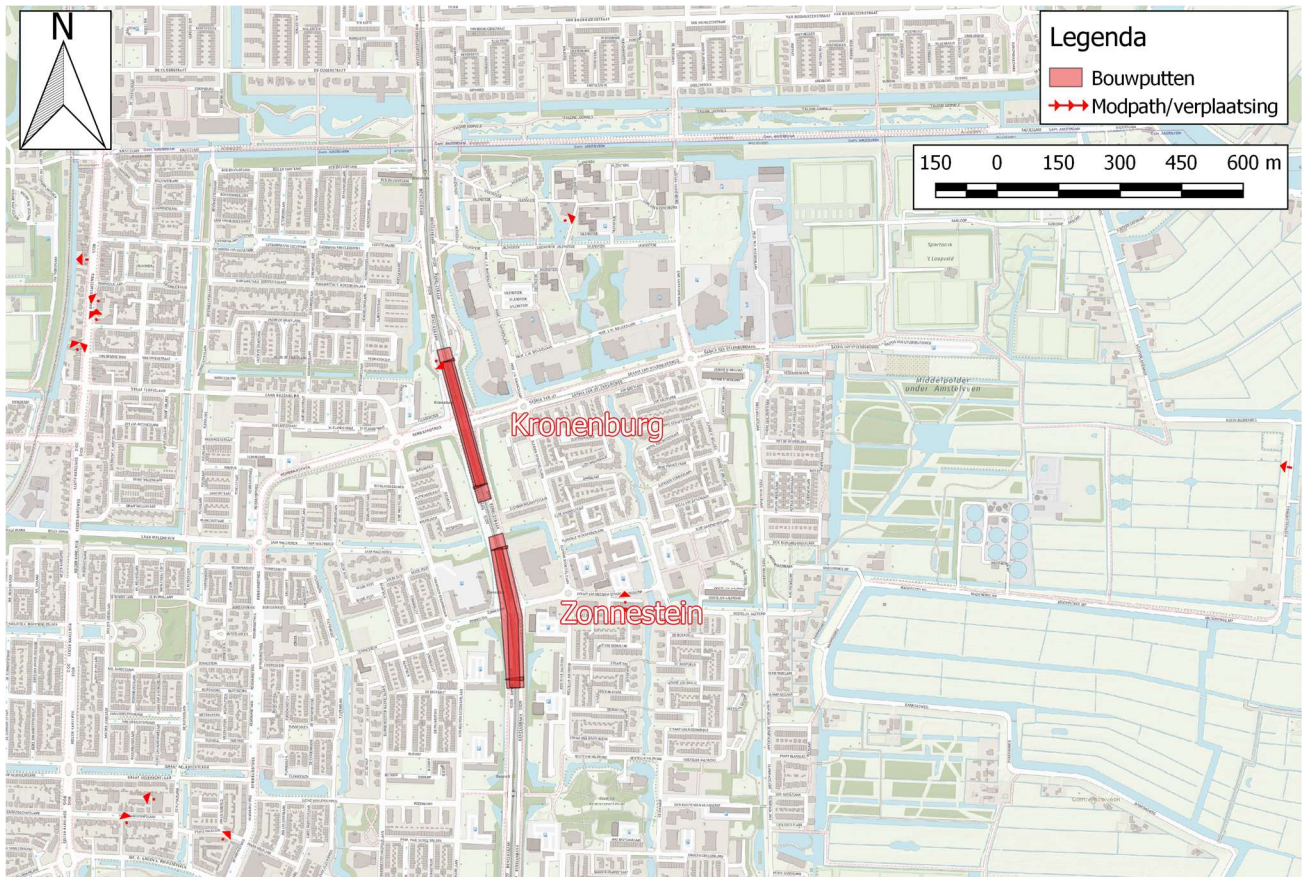
	LOC.CODE BEVOEGD GEZAG	LOC.CODE (NAZCA- CODE)	ADRES	HISTORIE	CONCLUSIE
ZONNESTEIN					
1	NH036200188	NH036200188	Amsterdamseweg 498	terpentinepompinstallatie	Potentieel ernstig
2		NZ036200056	Amsterdamseweg 488	benzine-service-station	urgent san binnen 4 jaar
3	NH036200092	NZ036201646	Amsterdamseweg 488	autoreparatiebedrijf	Potentieel Ernstig
4	NH036200232	NZ014800999	Amsterdamseweg 465A	benzine-service-station	Rest verontreiniging - ernstig
5	NH036200238	NZ014801062	Uilenstede	Demping met baggerspecie	niet ernstig, plaatselijk sterk verontreinigd
6	NH036200626	NZ036201693	Beneluxbaan 9	ESSO tankstation	ernstig, spoed, risico's wegnemen
KRONENBURG					
7	NH036200054	NZ036200142	De Beerebijt 16	hbo-tank (ondergronds)	Ernstig, niet urgent
8	NH036200094	NZ036200499	Van Heuven Goedhartlaan 789	chemische wasserij/stomerij	ernstig, geen spoed
9	NH036200053	NZ036201661	Straat van Messina	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
10	NH036200140	NZ036201748	Kostverlorenweg 8	fotografisch bedrijf	Pot. verontreinigd
ONDERUIT					
11	NH036200031	NZ036200171	Frans Halslaan naast nr. 21	dieselpompinstallatie	Ernstig, niet urgent
12	NH036200071	NZ036200818	Heemraadschapslaan 96-100	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
13	NH036200228	NZ036200713	Heemraadschapslaan 85	houtbe- en -verwerkende industrie	Ernstig, niet urgent
14	NH036200014	NZ036200265	Mr. S. van Houtenlaan	benzine-service-station	Ernstig, urgentie niet bepaald
15	NH036200215	NZ036200169	Escapade 5	dieseltank (bovengronds)	Ernstig, urgentie niet bepaald
ORANJEBAAN					
16	NH036200061	NZ036200485	Traviatastraat 2	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
17	NH036200603	NZ014801091	Groenelaan 2	stookolietank (ondergronds)	ernstig, geen risico's bepaald
SPORTLAAN					
18	NH036200065	NZ036200401	Ouderkerkerlaan 150	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
19	NH036200091	NZ036200677	Groenhof 153	chemische wasserij/stomerij	Pot. verontreinigd

20	NH036200012	NZ036200158	Van der Hooplaan 180	benzine-service-station	Ernstig, urgentie niet bepaald
21	NH036200087	NZ036200603	Maalderij 25	galvaniseerinrichting	Ernstig, niet urgent

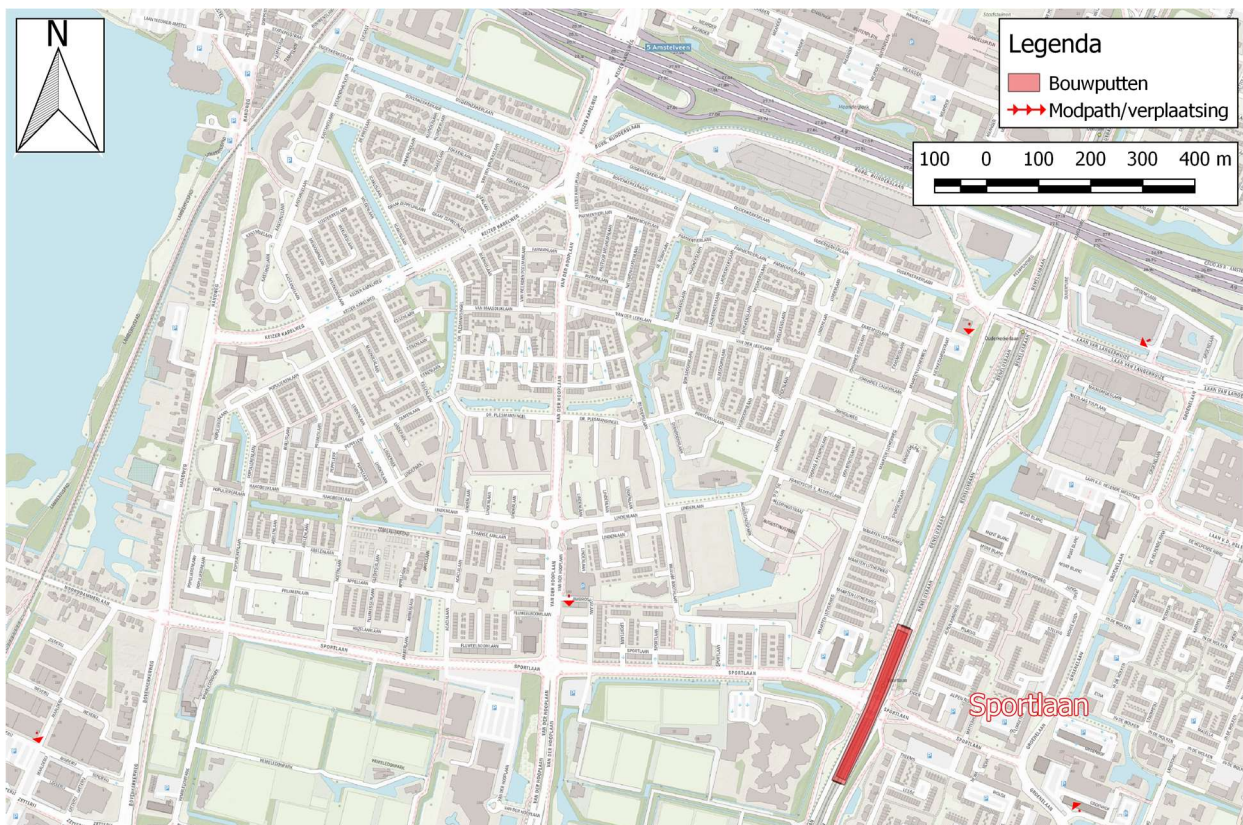


Figuur 53. Locatie (mogelijke) verontreiniging.

In onderstaande Figuur 54 en Figuur 55 is de verplaatsing van grondwater onder invloed van de grondwaterstroming en bemaling weergegeven. De rode lijnen geven de stromingsrichting van water aan op de locaties. Opvallend is de verplaatsing van het verontreinigde grondwater van de bouwkuip af. Dit heeft te maken met het peil in de zogenaamde 'peilgebieden'. Op deze locaties is er geen freatische invloed van de bemaling en waardoor de verschillen in waterstand in de peilgebieden bepalend zijn voor de verplaatsing. De verontreinigingen op de locaties nabij de bemaling verplaatsen nauwelijks, dit komt omdat de bemaling ook op deze locaties geen verlaging teweegbrengt.



Figuur 54. Verplaatsing verontreiniging. De peil geeft de richting van de verplaatsing aan. De verplaatsing is minimaal, tussen 1,2 en 5,0 m.



Figuur 55. Verplaatsing mogelijke verontreinigingen nabij Sportlaan. Verplaatsing is tussen 1,8 en 5,2 m. De freatische verlagingcontouren en de verlagingcontouren in de veenlaag reiken niet de locatie van de verontreinigingen. De verplaatsing is dus onder invloed van natuurlijke stroming.

BIJLAGE 8. LIJST WKO BRONNEN

Bij Waternet en de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is een lijst opgevraagd met (alle) aanwezige warmte-koude opslag systemen. De lijst is weergegeven in onderstaande Tabel 18. De locatie van de bronnen zijn afgebeeld in Figuur 56.

Tabel 18. Overzicht aanwezige bodemenergiesystemen (BES) Amstelveen

PROJECT	X	Y	BRONNAAM	FILTERDIEPTE VAN [M-MV]	FILTERDIEPTE TOT [M-MV]	VERGUND /JAAR
BES THE GARDEN STROOMBAAN 10 AMSTELVEEN	119721	479433	KOUDE BRON	76	111	752,000
BES THE GARDEN STROOMBAAN 10 AMSTELVEEN	119730	479372	WARME BRON	159	194	752,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST FASE 4 AMSTELVEEN	115906	476958	KOUD	onbekend	onbekend	1,160,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST FASE 4 AMSTELVEEN	116103	476865	WARM	onbekend	onbekend	1,160,000
BES KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7 AMSTELVEEN	119460	479081	DOUBLET, WARM	onbekend	onbekend	350,000
BES KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7 AMSTELVEEN	119551	479058	DOUBLET, KOUD	onbekend	onbekend	350,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	119957	478779	DOUBLET, WARM 1	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120064	478739	DOUBLET, KOUD 3	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120108	478720	DOUBLET, KOUD 4	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120198	478689	DOUBLET, WARM 2	onbekend	170	1,440,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST TE AMSTELVEEN GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK,JC V HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN	116020	476675	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	110	160	1,160,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST TE AMSTELVEEN GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK,JC V HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN	115809	476761	RECIRCULATIE, INJECTIE	110	160	1,160,000
BES LEGMEERDIJK 125 AALSMEER	115550	476550	ONBEKEND 1	onbekend	onbekend	40,000

VITAL-Amstelveenlij

BES LEGMEERDIJK 125 AALSMEER	115550	476550	ONBEKEND 2	onbekend	onbekend	40,000
BES WESTWIJK ZUIDOOST ZILVERSCHOONLAAN 121A AMSTELVEEN	117265	476535	RECIRCULATIE, INFILTRATIE	70	160	950,000
BES WESTWIJK ZUIDOOST ZILVERSCHOONLAAN 121A AMSTELVEEN	117492	476430	RECIRCULATIE, ONTREKKEN	70	160	950,000
BES VAN HATTUMWEG 114 AMSTELVEEN	115872	476600	ONBEKEND	25	30	25,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116474	475711	DOUBLET, KOUD 6	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116455	475675	DOUBLET, KOUD 7	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116438	475630	DOUBLET, KOUD 8	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116417	475587	DOUBLET, KOUD 9	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116389	475536	DOUBLET, KOUD 10	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116555	475465	DOUBLET, WARM 1	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116534	475427	DOUBLET, WARM 2	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116515	475391	DOUBLET, WARM 3	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116494	475334	DOUBLET, WARM 4	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116475	475291	DOUBLET, WARM 5	80	140	1,490,000
BES VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12 AMSTELVEEN	119632	478637	DOUBLET, KOUD	onbekend	170	500,000
BES VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12 AMSTELVEEN	119800	478580	DOUBLET, WARM	onbekend	170	500,000
BES J.C. VAN HATTUMWEG 112 AMSTELVEEN	115855	476638	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	65	80	30,000
BES J.C. VAN HATTUMWEG 112 AMSTELVEEN	115846	476620	RECIRCULATIE, INJECTIE	65	80	30,000

VITAL-Amstelveenlijn

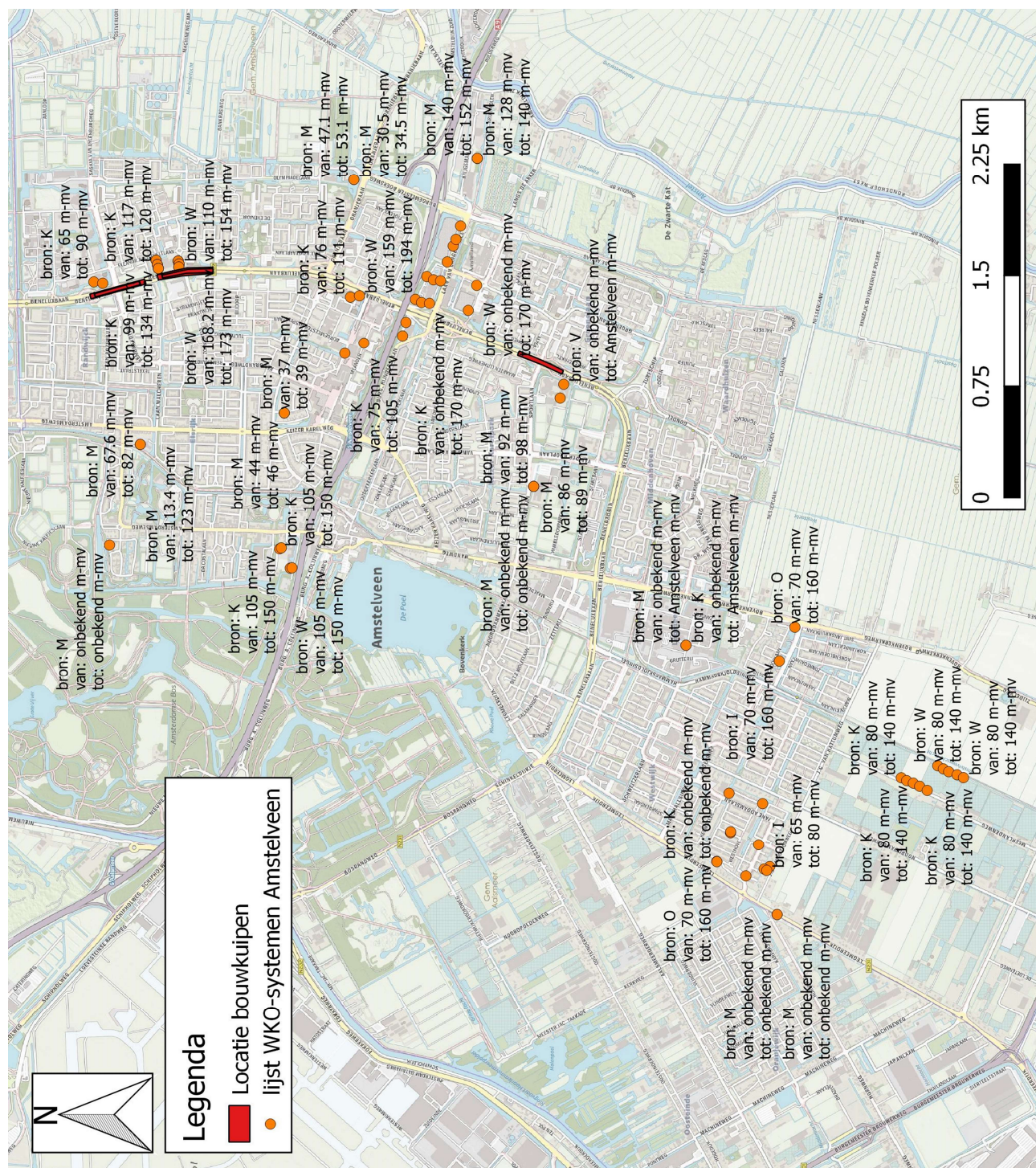
BES WOONWIJK WESTWIJK ZUIDWEST FASE II GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK J.C. HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN AMSTELVEEN	116370	476875	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	78	118	1,040,000
BES WOONWIJK WESTWIJK ZUIDWEST FASE II GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK J.C. HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN AMSTELVEEN	116300	476648	RECIRCULATIE, INJECTIE	70	133	1,040,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	118018	479912	DOUBLET, KOUD 3	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	118024	479900	DOUBLET, KOUD 4	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	117888	479840	DOUBLET, WARM 1	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	117890	479828	DOUBLET, WARM 2	105	150	775,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, KOUD	128	140	162,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, WARM	81	93	162,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, WARM	140	152	162,000
BES BELLA DONNA 2-4 AMSTELVEEN	118725	480853	mono koud 9.6m	113.4	123	146,000
BES BELLA DONNA 2-4 AMSTELVEEN	118725	480853	Mono warm 9.6m	67.6	82	146,000
BES WOONHUIS PRINSES MARGRIETLAAN 7 AMSTELVEEN	118043	481061	ONBEKEND	onbekend	onbekend	51,840
BES WESTWIJK ZUIDWEST 4 LEGMEERDIJK AMSTELVEEN	116110	476864	RECIRCULATIE, INJECTIE	70	160	1,205,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST 4 LEGMEERDIJK AMSTELVEEN	115904	476957	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	70	160	1,205,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, KOUD 12M	onbekend	onbekend	246,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	81	83	246,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	86	89	246,000

VITAL-Amstelveenlijn

BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	92	98	246,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	82	109	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	115	143	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	146	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	82	113	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	117	120	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	123	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	67	75	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	91	94	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	99	134	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	137	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	111.8	175.4	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	112	131	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	134	175.5	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119943	480591	WARM 2	110	154	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119943	480591	WARM 2	159	172	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119923	480593	WARM 3	110.6	163.6	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119923	480593	WARM 3	168.2	173	2,505,000
BES LANGS DE WERF 8-10 AMSTELVEEN	117371	477166	KOUD	onbekend	onbekend	
BES LANGS DE WERF 8-10 AMSTELVEEN	117371	477166	WARM	onbekend	onbekend	
BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF KOUD	onbekend	onbekend	44,200

VITAL-Amstelveenlijn

BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF WARM	37	39	44,200
BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF WARM	44	46	44,200
BES INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45 AMSTELVEEN	119037	478016	DOUBLET KOUDE BRON	onbekend	onbekend	97,100
BES INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45 AMSTELVEEN	119130	477992	DOUBLET WARME BRON	onbekend	onbekend	97,100
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119706	478994	doublet Warm 3	92	153.4	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119859	478917	doublet Koud 3	76	135	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119685	478953	doublet Warm 2	90.3	151.3	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119837	478872	doublet koud 2	78.4	144	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119679	478899	doublet Warm 1	76.2	137.8	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119830	478824	doublet koud 1	96	146.1	2,500,000
BES TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1 AMSTELVEEN	119823	481167	doublet koud	65	90	285,000
BES TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1 AMSTELVEEN	119814	481107	doublet warm	130	155	285,000
OBES HUDSON BAY BUITENPLEIN 101 AMSTELVEEN	119340	479471	doublet koud	75	105	302,000
OBES HUDSON BAY BUITENPLEIN 101 AMSTELVEEN	119410	479342	doublet warm	75	105	302,000
OBES BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN 1 AMSTELVEEN	120510	479410	monobron koud	47.1	53.1	17,000
OBES BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN 1 AMSTELVEEN	120510	479410	monobron warm	30.5	34.5	17,000

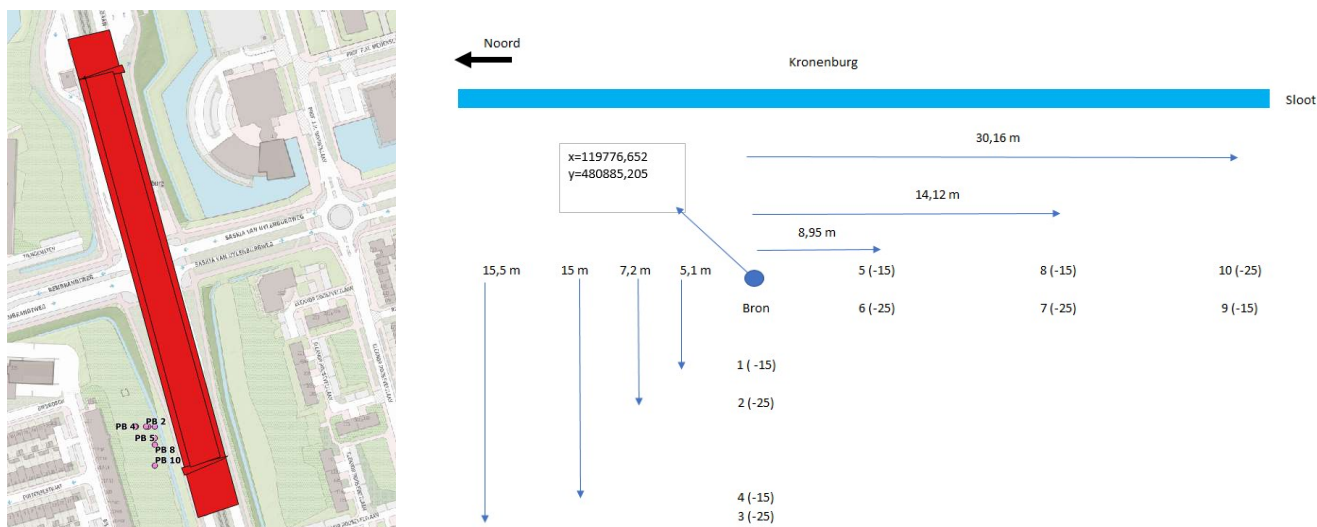


Figuur 56. Overzicht bodemenergiesystemen Amstelveen.

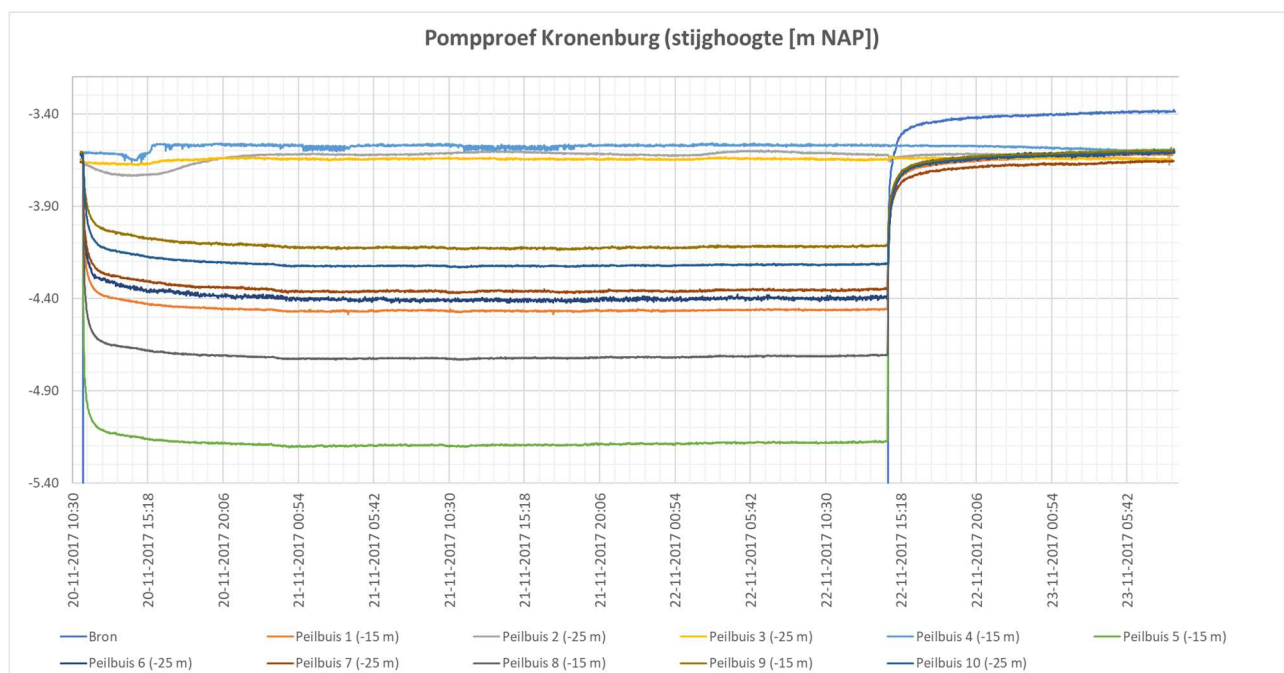
BIJLAGE 9. RESULTATEN POMPPROEF

In deze bijlage worden de opstelling en resultaten van de pompproeven aan de Kronenburg en Sportlaan gepresenteerd. De pompproef is uitgevoerd door Tjaden in november 2017.

Onttrekkingsdebiet bron Kronenburg	50	m ³ /uur
Onttrekkingsdebiet bron Sportlaan	50	m ³ /uur
Onttrekkingsduur Kronenburg	2,5	dagen
Onttrekkingsduur Sportlaan	3	dagen
Filterdieptes: zie onderstaande figuren.		

Pompproef Kronenburg

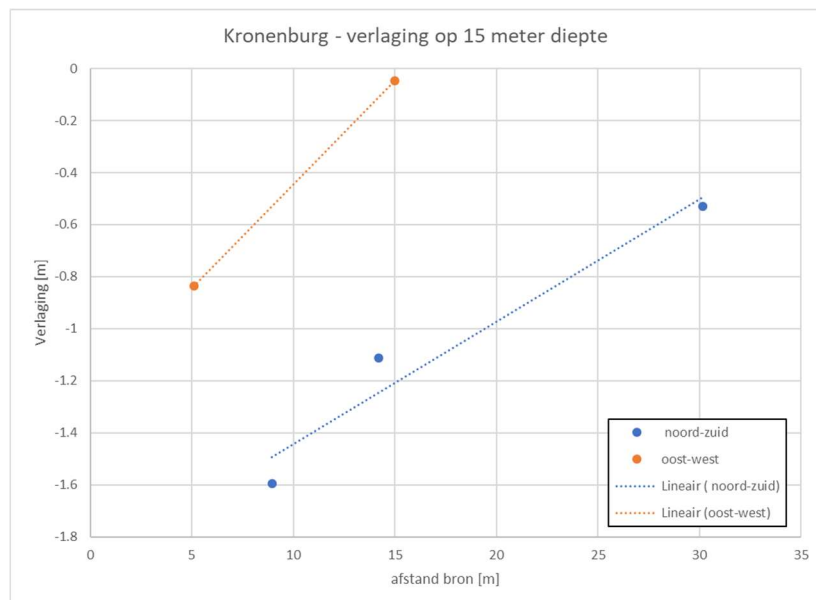
Figuur 57. Overzicht pompproef Kronenburg. Links: in roze de locatie van de peilbuizen, rechts: diepte [m-mv] en afstand van peilbuizen.



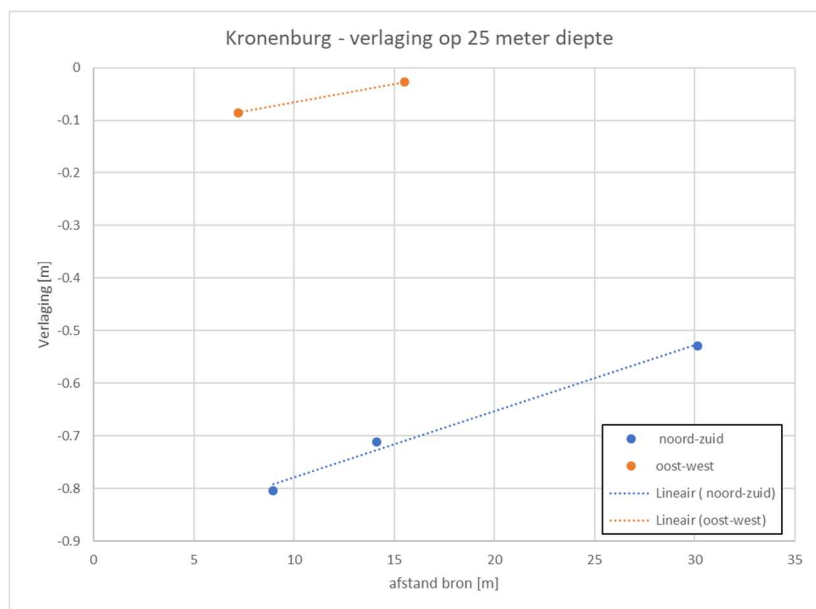
Figuur 58. Verlaging stijghoogte pompproef Kronenburg (stijghoogte in bron is NAP -8,3 m).

Bij een verlaging in een isotrope omgeving tonen de contouren een cirkelvormige patroon. Zoals vermeldt in paragraaf 5.1 heeft de pompproef aangetoond dat we te maken hebben met anisotropie wat resulteert ellipsvormige verlagingcontouren. Bij ellipsvormige verlagingen is de verlaging in de X-richting anders dan in de Y-richting en is de hoeveelheid verlaging anders. In

Figuur 59 en Figuur 60 is de anisotropie nabij Kronenburg aangetoond. Deze figuren laten de verschillen in verlagingrichting zien. Het is niet mogelijk om uit deze figuren de doorlatendheid te bepalen.

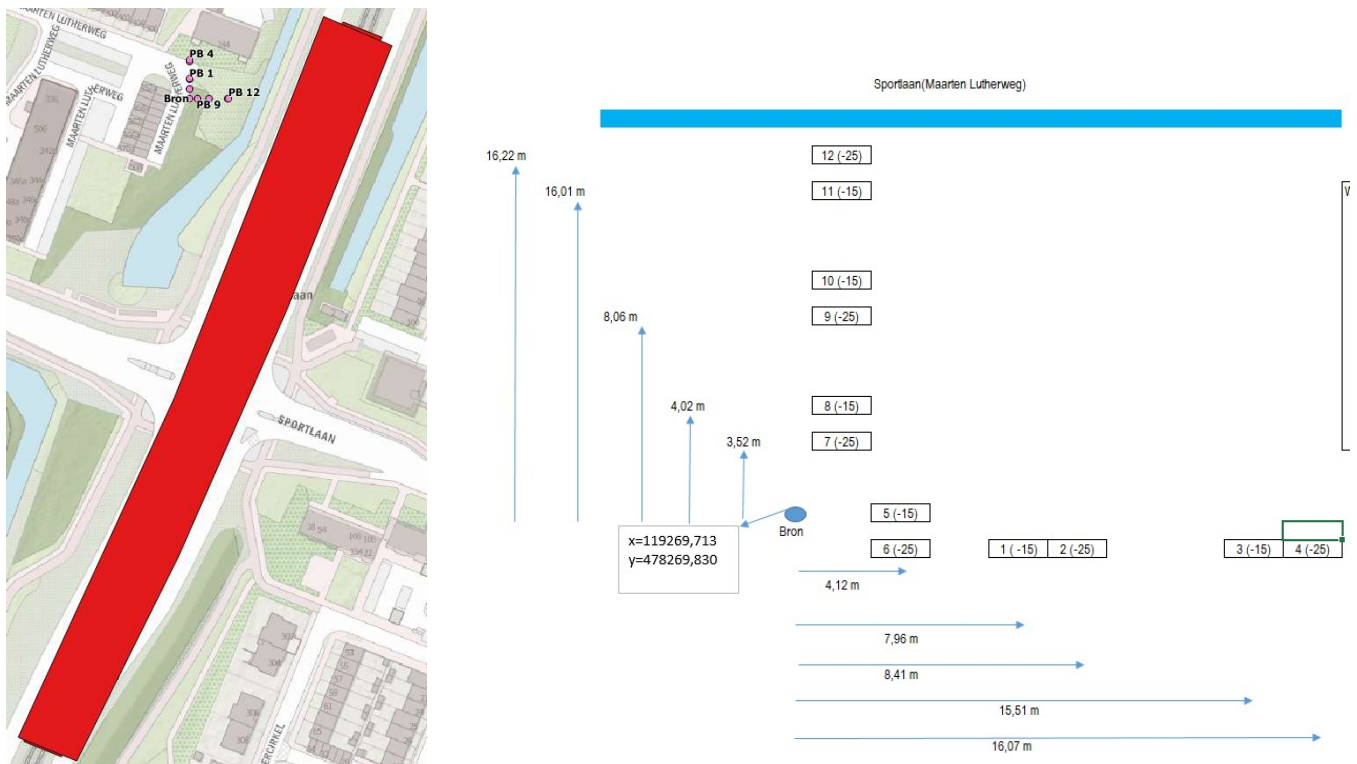


Figuur 59. Waarneming anisotropie op 15 m-mv nabij Kronenburg.

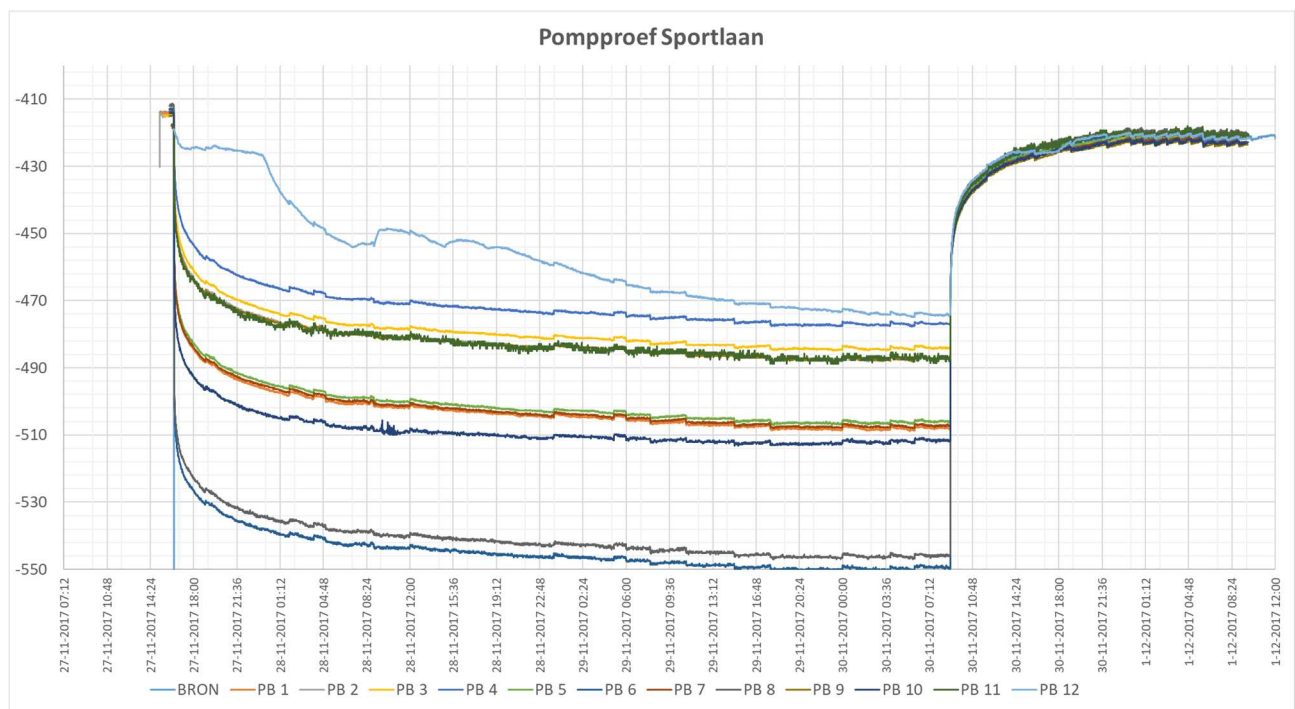


Figuur 60. Waarneming anisotropie op 25 m-mv nabij Kronenburg.

Pompproef Sportlaan



Figuur 61. Overzicht pompproef Sportlaan. Links: in roze de locatie van de peilbuizen, rechts: diepte [m-mv] en afstand van peilbuizen.

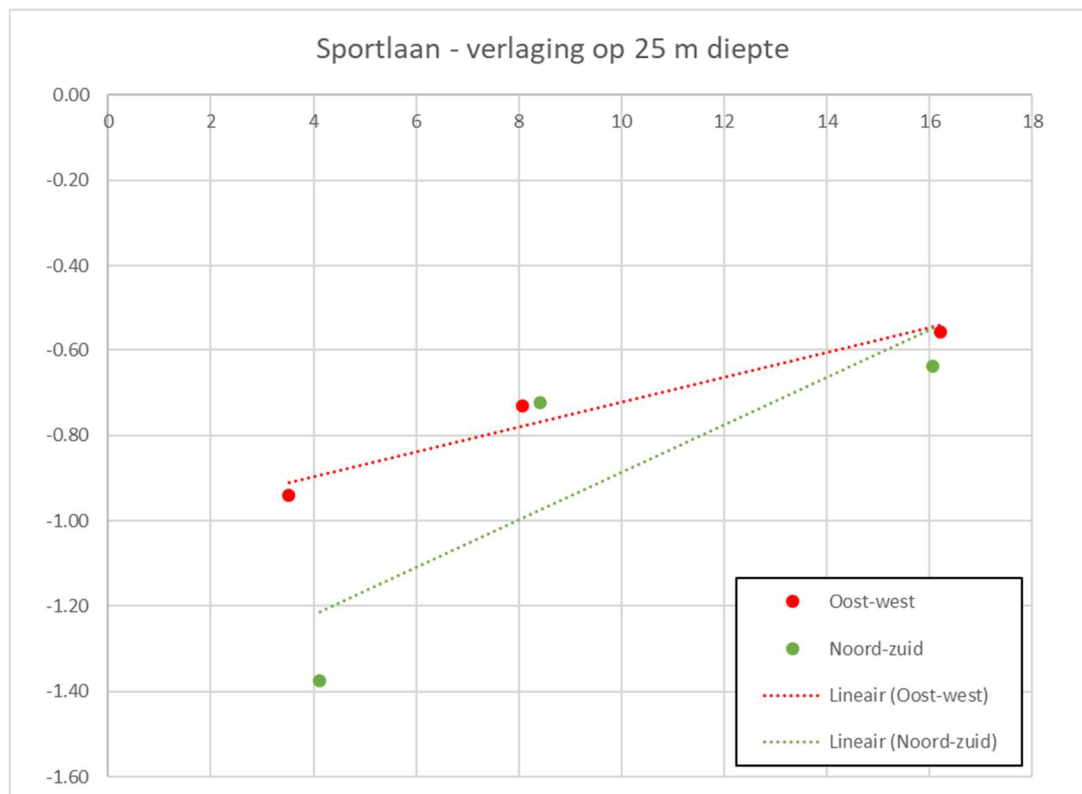


Figuur 62. Verlaging stijghoogte pompproef Sportlaan (stijghoogte in bron is NAP -7,5 m).

Ook bij de Sportlaan is anisotropie aangetoond door middel van de pompproef, zie Figuur 63 en Figuur 64.



Figuur 63. Waarneming anisotropie op 15 m-mv nabij Sportlaan.



Figuur 64. Waarneming anisotropie op 25 m-mv nabij Sportlaan.

BIJLAGE 10. LOCATIE MONITORINGSPEILBUIZEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / SPORTLAAN

In onderstaande tabel is een voorstel gedaan tot te plaatsen peilbuizen. Er is onderscheid gemaakt in peilbuizen die de anisotropie controleren welke gebruikt worden om de bemalingsconfiguratie te controleren. Daarnaast zijn er peilbuizen die de omgeving monitoren. De locaties van deze peilbuizen worden definitief vastgesteld in het UO.

Tabel 19. Monitoringspeilbuizen. K=Kronenburg, Z=Zonnestein en S= Sportlaan.

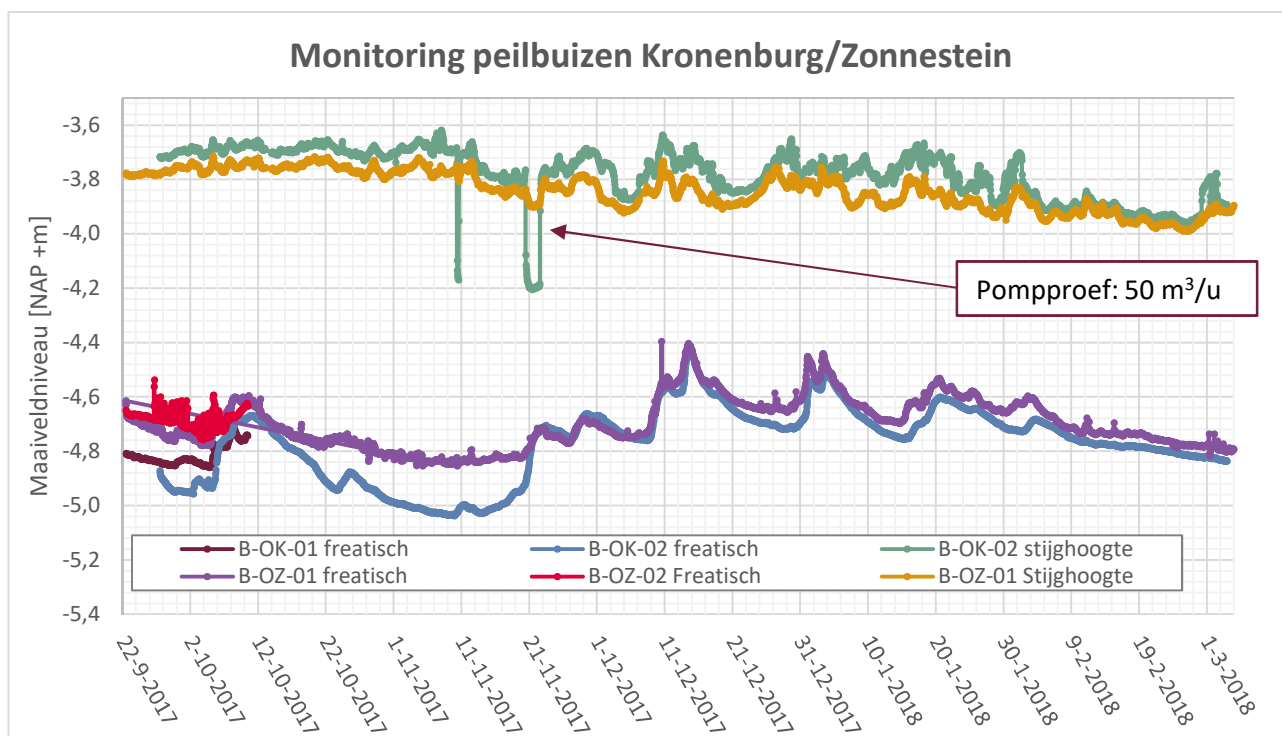
Peilbuis	Doel	X-coörd.	X-coörd.	Filterdiepte [m NAP] <i>*) filters plaatsen in zandlaag, diepte lokaal verschillend.</i>	Verwachtings- waarde = Verlaging [m]	Signaal- Waarde = GLG [m NAP]
PB-U-01	Freatische controle (kering)	119645.0	481650.3	-7 tot -8	0,05	-4,5
PB-U-02	Freatische controle (kering)	119713.4	481694.5	-7 tot -8	0,05	-4,5
PB-U-03	Freatische controle (kering)	119682.7	481656.0	-7 tot -8	1,0	-4,5
PB-K-01	Controleren richting van anisotropie	119837.7	480848.2	-20 tot -21	2.2	-4,3
PB-K-02	Controleren richting van anisotropie	119859.5	480851.4	-20 tot -21	1.5	-4,3
PB-K-03	Controleren richting van anisotropie	119888.0	480851.6	-20 tot -21	1.0	-4,3
PB-K-04	Controleren richting van anisotropie	119936.3	480853.3	-20 tot -21	0.45	-4,3
PB-K-05	Controleren richting van anisotropie	119850.1	480881.5	-20 tot -21	2.1	-4,3
PB-K-06	Controleren richting van anisotropie	119872.8	480906.0	-20 tot -21	1.5	-4,3
PB-K-07	Controleren richting van anisotropie	119903.0	480940.1	-20 tot -21	1.0	-4,3
PB-K-08	Controleren richting van anisotropie	119855.9	480829.9	-20 tot -21	1.4	-4,3
PB-K-09	Controleren richting van anisotropie	119880.8	480806.0	-20 tot -21	0.8	-4,3
PB-K-10	Controleren richting van anisotropie	119922.2	480775.2	-20 tot -21	0.35	-4,3
PB-Z-01	Controleren richting van anisotropie	119925.5	480393.8	-20 tot -21	2.5	-4,3
PB-Z-02	Controleren richting van anisotropie	119942.8	480410.0	-20 tot -21	2.1	-4,3
PB-Z-03	Controleren richting van anisotropie	119965.6	480424.4	-20 tot -21	1.5	-4,3
PB-Z-04	Controleren richting van anisotropie	120001.3	480457.4	-20 tot -21	0.9	-4,3
PB-Z-05	Controleren richting van anisotropie	119940.4	480375.4	-20 tot -21	1.8	-4,3
PB-Z-06	Controleren richting van anisotropie	119962.1	480345.6	-20 tot -21	1.1	-4,3

VITAL-Amstelveenlijn

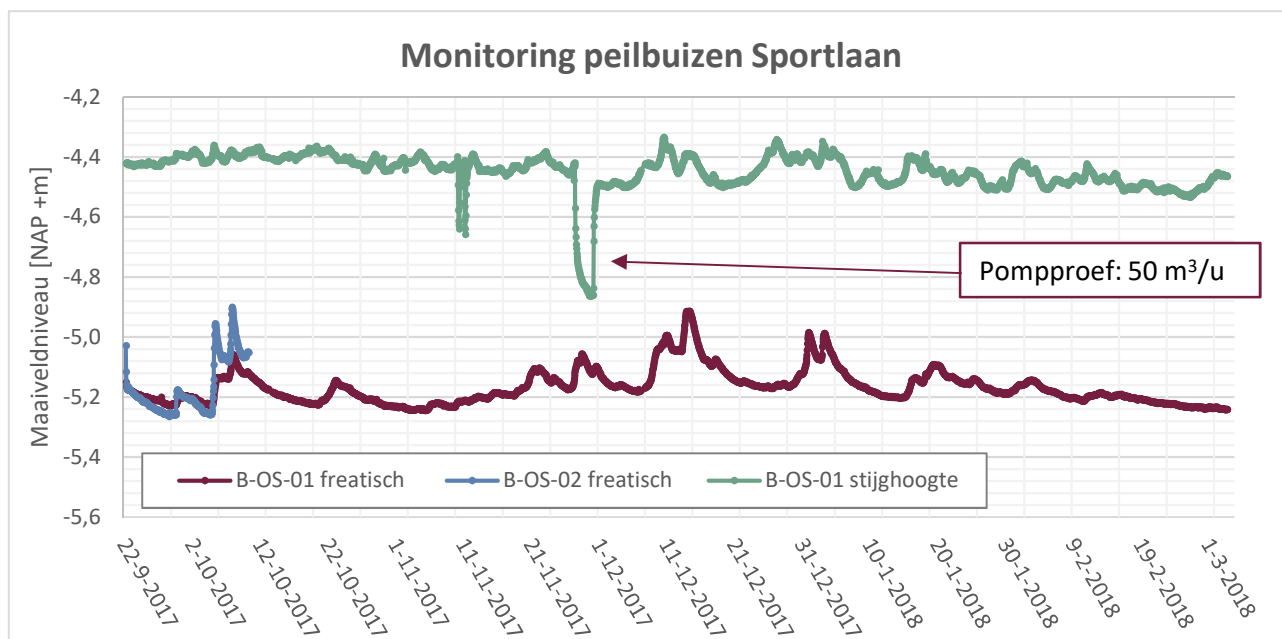
<i>PB-Z-07</i>	Controleren richting van anisotropie	119985.7	480310.8	-20 tot -21	0.7	-4,3
<i>PB-Z-08</i>	Controleren richting van anisotropie	119947.2	480392.8	-20 tot -21	1.8	-4,3
<i>PB-Z-09</i>	Controleren richting van anisotropie	119984.5	480391.5	-20 tot -21	1.0	-4,3
<i>PB-Z-10</i>	Controleren richting van anisotropie	120025.5	480389.7	-20 tot -21	0.6	-4,3
<i>PB-S-01</i>	Controleren richting van anisotropie	119237.1	478015.5	-20 tot -21	4.0	-4,6
<i>PB-S-02</i>	Controleren richting van anisotropie	119261.2	478007.9	-20 tot -21	1.6	-4,6
<i>PB-S-03</i>	Controleren richting van anisotropie	119295.0	477998.2	-20 tot -21	1.3	-4,6
<i>PB-S-04</i>	Controleren richting van anisotropie	119333.7	477988.5	-20 tot -21	1.2	-4,6
<i>PB-S-05</i>	Controleren richting van anisotropie	119255.7	478026.5	-20 tot -21	2.1	-4,6
<i>PB-S-06</i>	Controleren richting van anisotropie	119286.1	478046.5	-20 tot -21	2.0	-4,6
<i>PB-S-07</i>	Controleren richting van anisotropie	119326.8	478067.9	-20 tot -21	2.0	-4,6
<i>PB-S-08</i>	Controleren richting van anisotropie	119244.4	477996.4	-20 tot -21	1.5	-4,6
<i>PB-S-09</i>	Controleren richting van anisotropie	119252.8	477973.2	-20 tot -21	1.1	-4,6
<i>PB-S-10</i>	Controleren richting van anisotropie	119270.2	477924.7	-20 tot -21	0.7	-4,6

BIJLAGE 11. GRONDWATERSTANDEN PEILBUIZEN

In onderstaande Figuur 66 en Figuur 65 zijn grondwaterreeksen tussen september 2017 en maart 2018 weergegeven. Deze gegevens zijn van peilbuizen die geplaatst zijn door Vital. Uit deze korte reeksen kan geen fluctuatie worden afgeleid, daarom zijn middels de peilbuizen van de gemeente Amstelveen de laagste grondwaterstanden bepaald.



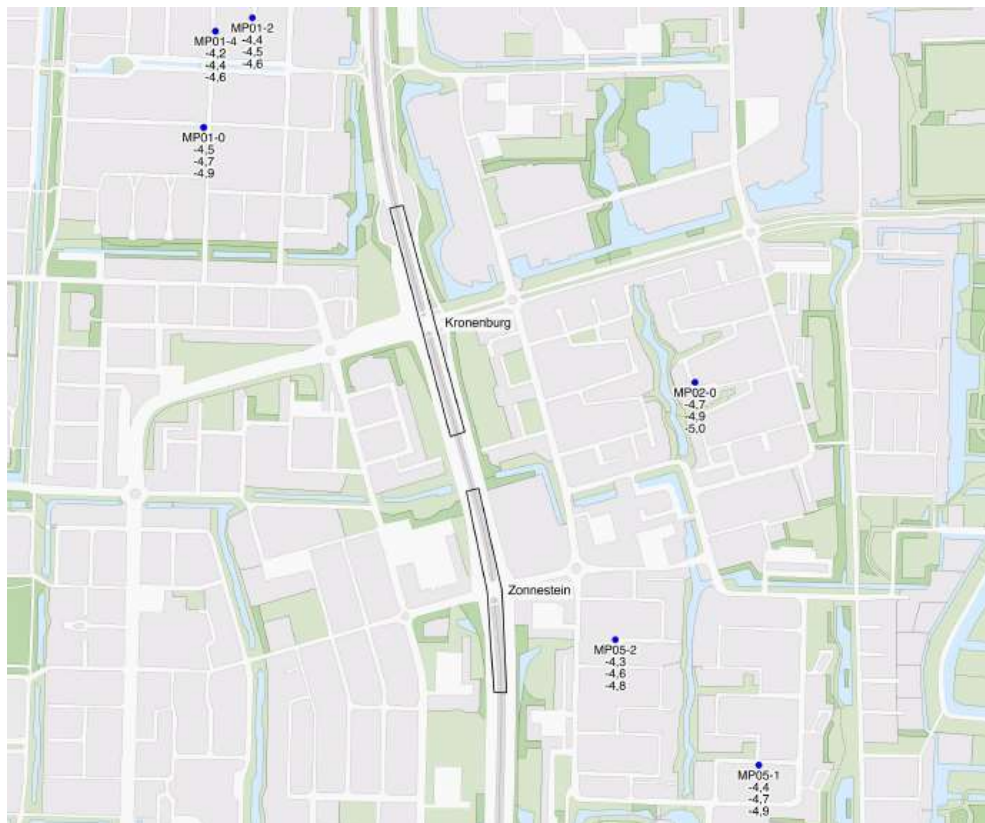
Figuur 66. Fluctuatie grondwaterstanden Kronenburg (OK) en Zonnestein (OZ) september 2017 – maart 2018



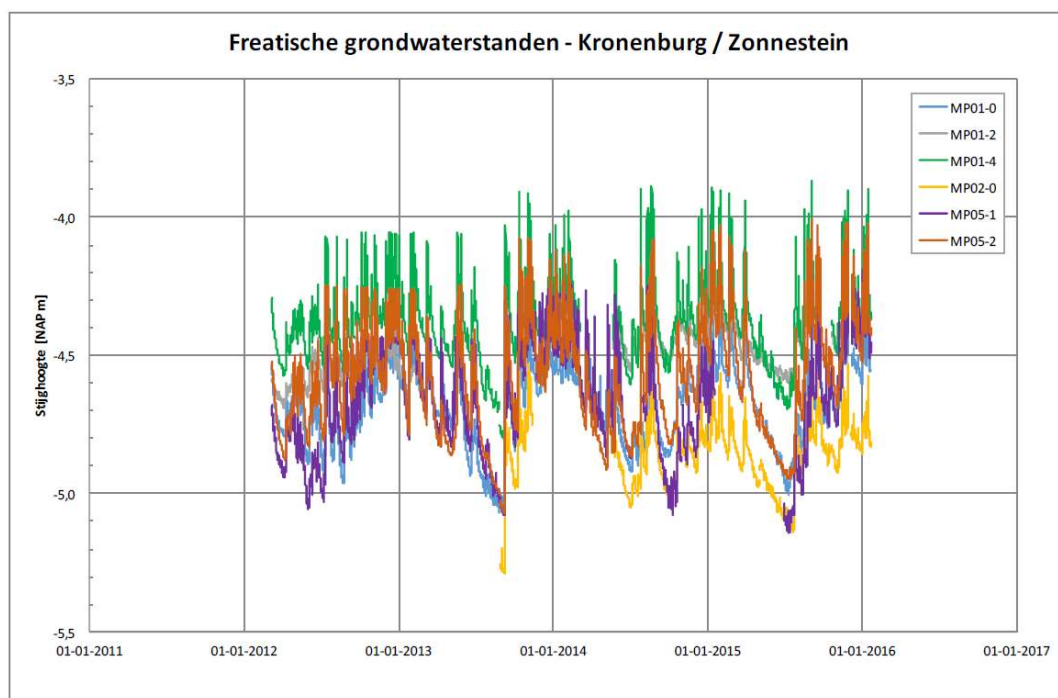
Figuur 65. Fluctuatie grondwaterstanden Sportlaan september 2017 – maart 2018.

BIJLAGE 12. GRONDWATERSTANDEN PEILBUIZEN VAN DE GEMEENTE AMSTELVEEN

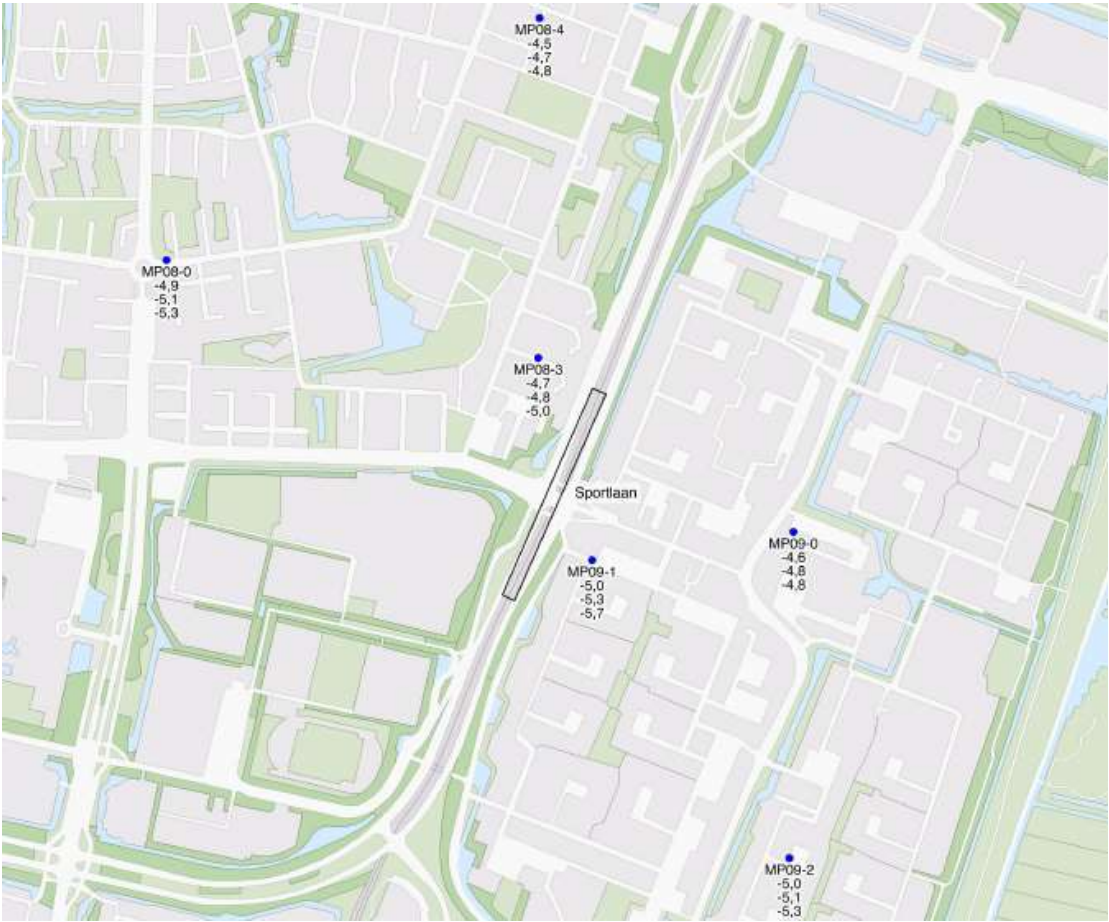
Hieronder zijn de locaties van de peilbuizen en grafieken van de freatische grondwaterstand van de gemeente Amstelveen weergegeven. De gegevens in Tabel 14 zijn afgeleid van onderstaande reeksen.



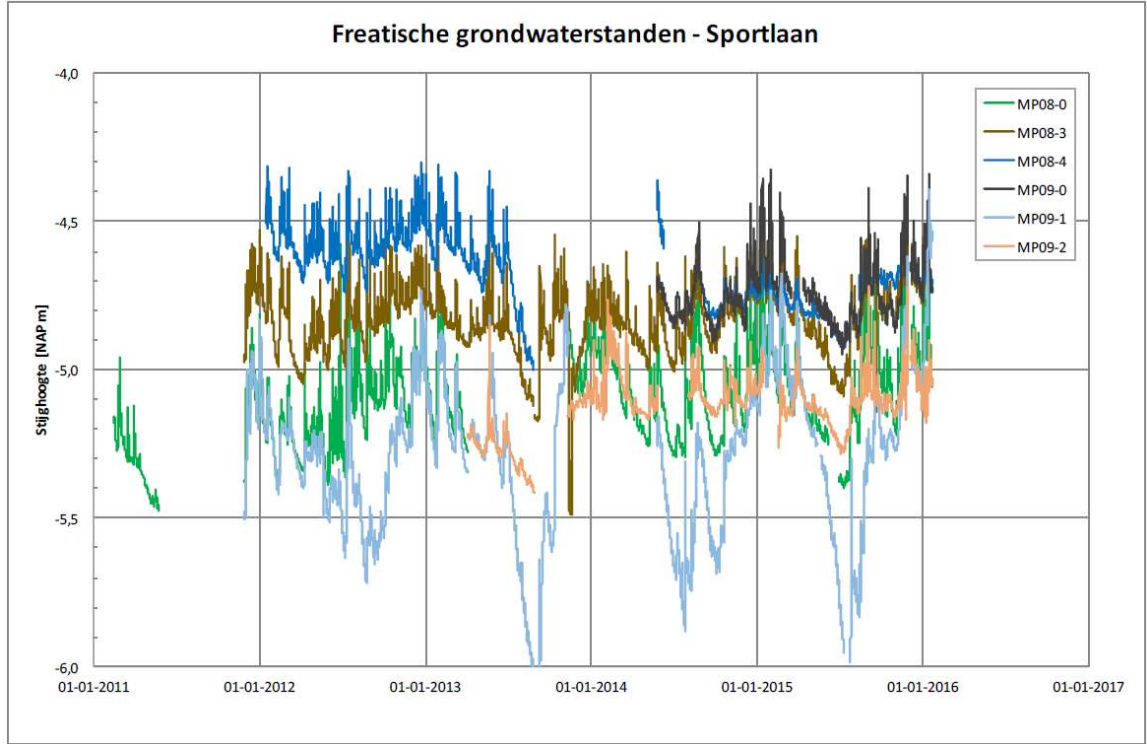
Figuur 67. Locatie peilbuizen gemeente Amstelveen.



Figuur 68. Grondwaterreeks Kronenburg/Zonnestein gemeente Amstelveen.



Figuur 69. Locatie peilbuizen gemeente Amstelveen.



Figuur 70. Grondwaterreeks Sportlaan gemeente Amstelveen.

BIJLAGE 13. GRONDWATERKWALITEIT (1^E WVP)

Hieronder zijn twee printscreens van de grondwaterkwaliteit weergegeven. De monsters zijn genomen tijdens de pompproef nabij Kronenburg en Sportlaan.



— analytico®

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer 1751-019
 Uw projectnaam Vital
 Uw ordernummer

Monsternemer
 Monstrematrix Grondwater

Certificaatnummer/Versie 2017156295/1
 Startdatum 21-Nov-2017
 Rapportagedatum 24-Nov-2017/09:54
 Bijlage A, C
 Pagina 1/1

Analyse	Eenheid	1
Metalen		
Q IJzer (Fe)	mg/L	5.7
Fysisch-chemische analyses		
Q Droogrest onopgel. bestand. (NEN6484)	mg/L	21
Q Meettemperatuur (pH)	°C	19.7
Q pH		6.8
Anorganische verbindingen		
Q Chloride	mg/L	24

Nr. Monsteromschrijving
 1 Kronenburg

Datum monstername 21-Nov-2017
 Monster nr. 9826512

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00
 3771 NS Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99
 P.O. Box 459 E-mail info-env@eurofins.nl
 3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
 IBAN: NL71BNP0227924525
 BIC: BNPANL2A
 KvK/CoC No. 09088623
 BTW/VAT No. NL 8043.14.863.801

Q: door RvA geaccrediteerde verichting
 A: BPA erkende verichting
 S: AS AXES erkende verichting
 V: VAREL erkende verichting
 M: M-CERTS erkend

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.
 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door TÜV
 en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)
 en door de overheid van Luxemburg (MEV).

Akkoord
 Pr.coörd.



VS

TESTEN
 RvA L010



— analytico®

**Analysecertificaat**

Uw project/verslagnummer 1751-019
 Uw projectnaam Vital
 Uw ordernummer
 Monsternemer
 Monstermatrix Grondwater

Certificaatnummer/Versie 2017162587/1
 Startdatum 05-Dec-2017
 Rapportagedatum 07-Dec-2017/09:53
 Bijlage A, C, D
 Pagina 1/1

Analyse	Eenheid	1
Metalen		
Q IJzer (Fe)	mg/L	8.1
Fysisch-chemische analyses		
Q Droogrest onopgel. bestand. (NEN6484)	mg/L	31
Meettemperatuur (pH)	°C	20.3
Q pH		7.3
Anorganische verbindingen		
Q Chloride	mg/L	30

Nr. **Monsteromschrijving**
 1 1751-019 Sportlaan

Datum monstername 01-Dec-2017
Monster nr. 9845327

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00
 3771 NB Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99
 P.O. Box 489 E-mail info-env@eurofins.nl
 3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
 IBAN: NL71BNPA0227924525
 BIC: BNPA122A
 KVK/Coc No. 09088623
 BTW/VAT No. NL 8043.14.863.801

Q: door RvA geaccrediteerde verichting
 A: AP04 erkende verichting
 S: AS QX0 erkende verichting
 V: VUAREL erkende verichting
 M: MERTS erkend

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.
 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV
 en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)
 en door de overheid van Luxemburg (MEV).

Akkoord
Pr.coörd.

VS



TESTEN
RvA L010

BIJLAGE 14. MEMO - VERWACHTE OMGEVINGSBEÏNVLOEDING A.G.V. SPANNINGSBEMALING

Memo

Aan : R. Visser
Van : C. te Boekhorst
Verificatie : S. Castellani
c.c. : R. van Leeuwen, A. Hoogcarspel, R. van den Heijden, A. Spoor
G. Winters, G. Partiman, S. Wolthuis (Tjaden) en H. de Paep (Tjaden)
Project : Ombouw Amstelveenlijn (C11021)
Documentnummer : VITAL-012387 v2.0
Datum : 4 juni 2018
Betreft : Verwachte omgevingsbeïnvloeding a.g.v. spanningsbemaling

1. Inleiding

Bij de verdiepte liggingen Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan is gekozen voor een spanningsbemaling om de bouwkuip inclusief waterkelder droog uit te kunnen voeren, en daarnaast om opbarsten van de bouwkuipbodem te voorkomen. De benodigde verlaging in deze bouwkuipen is maximaal 7 m, en lokaal ter plaatse van de waterkelder is ca. 11 m verlaging benodigd.

Bij Kronenburg en Zonnestein wordt de waterkelder 4 weken voorafgaand aan de verdiepte ligging gebouwd. Na de bouw van de waterkelder is de spanningsbemaling nog 6 weken in werking (excl. testfase) voor de ruwbouw van de rest van de verdiepte ligging. Dit vindt plaats tijdens de buitendienststelling in de zomer van 2019 (week 29 t/m 34). In deze periode gaan tramlijn 5 en 51 tijdelijk uit dienst.

Bij Sportlaan wordt de waterkelder gelijktijdig bemalen met de verdiepte ligging, wederom in een periode van maximaal 4 weken om de omgevingseffecten van de diepe onttrekking te minimaliseren. De totale duur van de bemaling bij Sportlaan is 16 weken (excl. testfase). In de testfase wordt gecontroleerd of de bemalingsbronnen op de gewenste diepte zijn geplaatst en of de vooraf ingeschatte richting van de anisotropie correct is geweest.

Om de invloed van de spanningsbemaling op de omgeving te beperken is naast het minimaliseren van de uitvoeringsduur bij de verdiepte liggingen een 100% retourbemaling voorzien. Kronenburg en Zonnestein maken gebruik van hetzelfde retourveld dat tussen twee verdiepte liggingen in is gepositioneerd. Bij Sportlaan ligt de retourbemaling aan de zuidwest zijde bij de sportvelden.

Ondanks deze maatregelen treden er verlagingen op in het freatische grondwater van de ca. 7 m dikke deklaag. Deze deklaag bestaat uit een zandige antropogene top laag van ca. 1 m, daaronder een matig tot sterk zandige kleilaag die lokaal is onderbroken door dunne laagjes wadzand, en de deklaag eindigt met een basisveenlaag van ca. 0,5 m. Daaronder ligt het 1^e watervoerend pakket dat bestaat uit zandlagen met een wisselende pakking die lokaal worden onderbroken door kleiige stoorlaagjes.

In de onderhavige memo worden de effecten van de freatische grondwaterstandsverlagingen bij de verdiepte liggingen als gevolg van de spanningsbemaling in het 1^e watervoerende pakket nader beschouwd. Deze memo dient beschouwd te worden als een aanvulling op het DO Bemalingsadvies, hierin was de omgevingsbeïnvloeding slechts summier beschreven [2]. Voor de beschouwing van de verwachte omgevingsbeïnvloeding zijn de gepresenteerde verlagingen uit dit advies in de deklaag en 1^e watervoerend pakket (hierna 1^e wvp genoemd) gehanteerd.

Als gevolg van een verlaging van de freatische grondwater neemt de korrelspanning in de samendrukbare deklaag toe waardoor er zettingen op kunnen treden die in de loop van de tijd voortschrijden. Afhankelijk van de grootte worden de onderstaande risico's geïdentificeerd.

- Schade aan nabijgelegen bebouwing door extra negatieve kleef belasting op de fundering
- Schade aan nabijgelegen bebouwing door droogstand van houten palen
- Hinder voor de bedrijfsvoering van tramlijn 5 en 51 door verzakking van het spoor tijdens de uitvoering van de waterkelders bij Kronenburg en Zonnestein
- Hinder voor het wegverkeer op de verlegde Beneluxbaan door verzakking van het weglichaam
- Schade aan nabijgelegen kabels en leidingen die gevoelig zijn voor (verschil)zettingen

Het gros van de bebouwing rondom de verdiepte liggingen dateert van na 1960, aan de westzijde bij Kronenburg en Zonnestein is enige bebouwing aanwezig dat dateert van na 1945. De verwachting is dat de bebouwing is gefundeerd op betonpalen [1]. Indien een aantal panden toch op houten palen is gefundeerd wordt het risico op schade als laag geclassificeerd, vanwege de beperkte bemalingsduur.

Tenslotte wordt een waardeoordeel gegeven over de invloed van de zettingen op de nabijgelegen panden en infrastructuur. Zijn ze acceptabel of zijn aanvullende maatregelen benodigd om de grootte te beperken.

Ten opzichte van versie 1.0 zijn de locaties en grootte van de retourvelden aangepast. Als gevolg hiervan zijn de verlaginglijnen rondom de bouwkuipen gewijzigd. In deze versie zijn deze aanpassingen meegenomen en het effect hiervan op de omgeving is opnieuw beschouwd.

2. Referenties

De gehanteerde referenties zijn hieronder puntsgewijs opgesomd.

- [1] VITAL-010057 Ontwerpbasis Geotechniek v2.0
- [2] VITAL-011775 DO Bemalingsadvies v2.0
- [3] VITAL-011375 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Kronenburg v1.0
- [4] VITAL-011389 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Zonnestein v1.0
- [5] VITAL-011401 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Sportlaan v1.0
- [6] SBR rapport "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsval op de bebouwing", 1998
- [7] GVB "Voorschriften en eisen voor werken langs- en/of in trambanen", d.d. 17 februari 2016

3. Uitgangspunten zettingsberekeningen

In de uitgevoerde zettingsberekeningen zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- Zettingsverloop ten gevolge van de bemaling is berekend met Plaxis 2D versie 2017.
- De verlagingen in de deklaag en 1^e watervoerend pakket zijn conform het berekeningsresultaat uit DO Bemalingsadvies [2].
- De representatieve grondparameters zijn weergegeven in Tabel 1. Voor meer informatie over de bepaling van de grondparameters wordt verwezen naar de Ontwerpbasis Geotechniek [1].

Tabel 1 – Gehanteerde representatieve grondparameters

Omschrijving [-]	$\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$ [kN/m ³]	$\phi'_{2\%}$ [°]	$c'_{2\%}$ [kN/m ²]	$E_{oed;ref}$ [MN/m ²]	$E_{50;ref}$ [MN/m ²]	$E_{ur;ref}$ [MN/m ²]	POP [kN/m ²]	K_v [m/s]
Ophoogzand	17 / 19	30	0	15	15	60	10	1,0 E-05
Sterk zandige klei	18 / 18	27	1	2,5	5	15	10	5,0 E-08
Zwak zandige klei	16 / 16	25	3	2	4	12	10	5,0 E-09
Stoorlaag klei/leem	17 / 20	28	1	6	6	18	10	1,0 E-06
Basisveen	11 / 11	22	1	1	2	6	20	2,0 E-09
Zand, matig	18 / 20	34	0	40	40	160	20	2,5 E-05

Waarin:

γ_{dr} = volumiek gewicht van de grond bij een natuurlijk watergehalte [kN/m³]

γ_{sat} = volumiek gewicht van verzadigde grond [kN/m³]

c' = effectieve cohesie bij 2% of 5% rek [kN/m²]

ϕ' = hoek van interne wrijving bij 2% of 5% rek [°]

$E_{oed;ref}$ = oedometer stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m²]

$E_{50;ref}$ = triaxiaal stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m²]

$E_{ur;ref}$ = ontlast-herbelast stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m²]

POP= initiële overconsolidatie [kN/m²]

K_v = verticale doorlatendheid [m/s]

- De aangehouden horizontale doorlatendheid is een factor 1,5 hoger dan de verticale doorlatendheid die gepresenteerd in Tabel 1 voor klei- en veenlagen. Voor zandlagen is een factor 10 aangehouden.
- De zettingen zijn in Plaxis gemodelleerd met het Hardening Soil Small Strain model waarbij het tijdsafhankelijke effect is meegenomen middels een consolidatie analyse. Opgemerkt wordt dat de kruipzetting niet meegenomen wordt in dit grondmodel. Gezien de korte bemalingsduur zal de kruipzetting naar verwachting verwaarloosbaar zijn.
- Voor de nulsituatie (i.e. situatie voor bemaling) is uitgegaan van een gemiddelde freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket. Op basis van de beschikbare peilbuisgegevens is bij Kronenburg en Zonnestein uitgegaan van een freatische grondwaterstand van NAP -4,6 m en een stijghoogte van NAP -3,8 m. Bij Sportlaan is uitgegaan van een gemiddelde freatische grondwaterstand van NAP -5,0 m en een stijghoogte van NAP -4,5 m [2].

- De gehanteerde bodemopbouw voor Kronenburg en Zonnestein is weergegeven in Tabel 2A, en voor Sportlaan is de bodemopbouw weergegeven in Tabel 2B.

Tabel 2A – Bodemopbouw Kronenburg en Zonnestein

Grondlaag	Nadere classificering	Modellering Drainage Plaxis	B.k. Grondlaag [NAP +m]
Zandige antropogene toplaag (gemodelleerd als ophoogzand)	Deklaag 1	Drained	-4,0 (= mv)
Sterk zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-5,0
Wadzand (gemodelleerd als stoorlaag klei/leem)	Deklaag 1	Undrained A	-7,5
Zwak zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-8,5
Basisveen	Deklaag 2	Undrained A	-10,5
Pleistoceen zand (gemodelleerd als zand, matig)	1 ^e Watervoerend pakket	Drained	-11,0

* mv = maaiveld

Tabel 2B – Bodemopbouw Sportlaan

Grondlaag	Nadere classificering	Modellering Drainage Plaxis	B.k. Grondlaag [NAP +m]
Zandige antropogene toplaag (gemodelleerd als ophoogzand)	Deklaag 1	Drained	-4,3 (= mv)
Sterk zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-5,3
Zwak zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-8,0
Basisveen	Deklaag 2	Undrained A	-10,5
Pleistoceen zand (gemodelleerd als zand, matig)	1 ^e Watervoerend pakket	Drained	-11,0

* mv = maaiveld

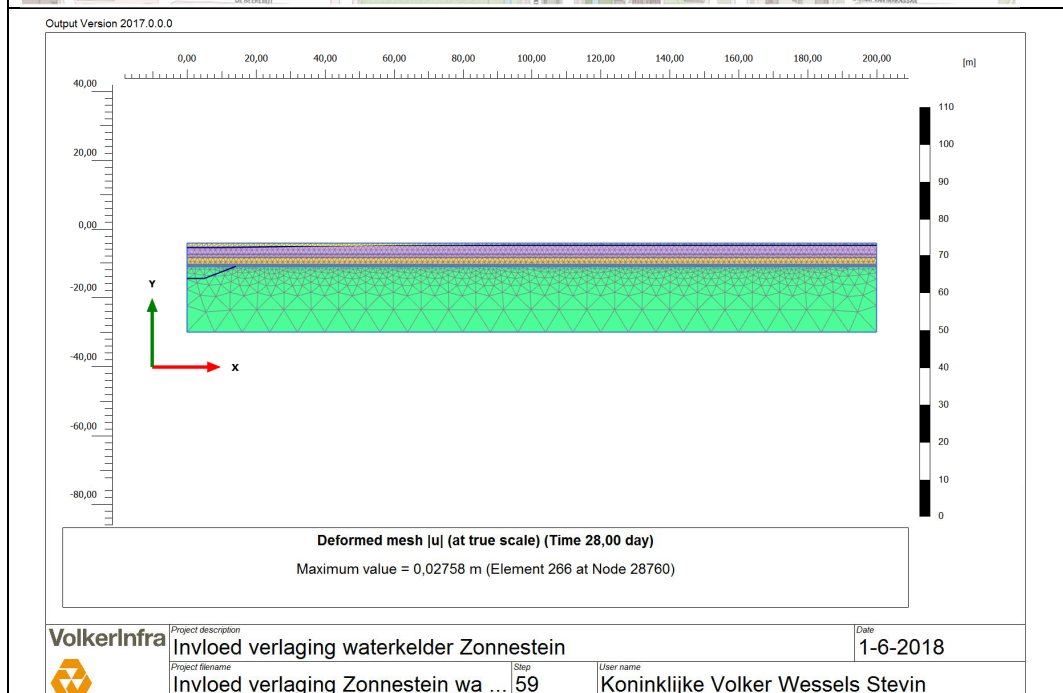
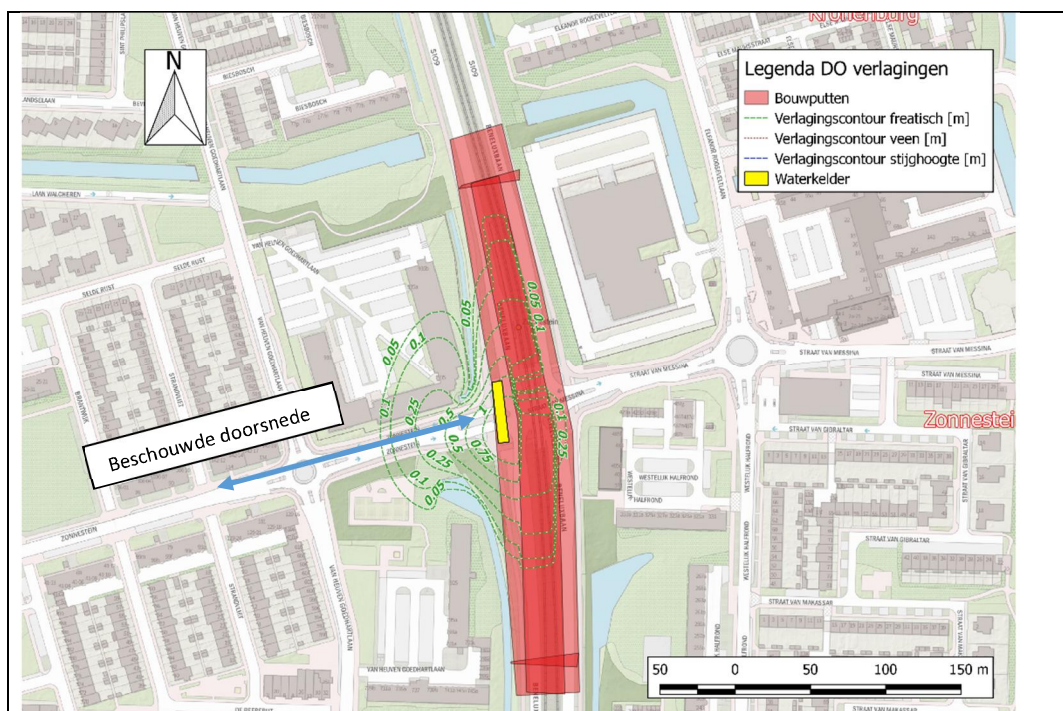
4. Beschouwde doorsneden

In totaal zijn er 4 doorsneden beschouwd om de maaiveldzettingen als gevolg van de spanningsbemaling te bepalen (zie Figuren 1 t/m 4). Het betreft de situatie met en zonder de bemaling van de waterkelder voor verdiepte liggingen Zonnestein en Sportlaan.

Er is bewust gekozen om Zonnestein en niet Kronenburg te beschouwen, omdat de bebouwing bij Zonnestein dicht bij de bouwkuip ligt. Bij Zonnestein wordt bij de bemaling van de waterkelder de grootste verlagingen verwacht aan de westzijde. Bij de bemaling van de rest van de verdiepte ligging zijn de verlagingen aan weerszijden van de bouwkuip gelijkwaardig.

Bij Sportlaan wordt bij de bemaling van de verdiepte ligging de grootste verlagingen berekend aan de oostzijde van de bouwkuip, omdat het retourveld aan de zuidwest van de verdiepte ligging is gepositioneerd. Bij de keuze van de beschouwde doorsneden is hier rekening mee gehouden. Opgemerkt wordt dat de consolidatie nagenoeg volledig is opgetreden na 84 dagen. Dat betekent dat de onzekerheid in doorlatendheid hiermee wordt afgedekt.

In de onderstaande figuren zijn tevens de gemodelleerde verlagingcontouren weergegeven voor de deklaag en het 1^e wvp, waarbij X=0 ter plaatse is van de bouwkuip. Tussen de punten is de waterstand lineair geïnterpoleerd.

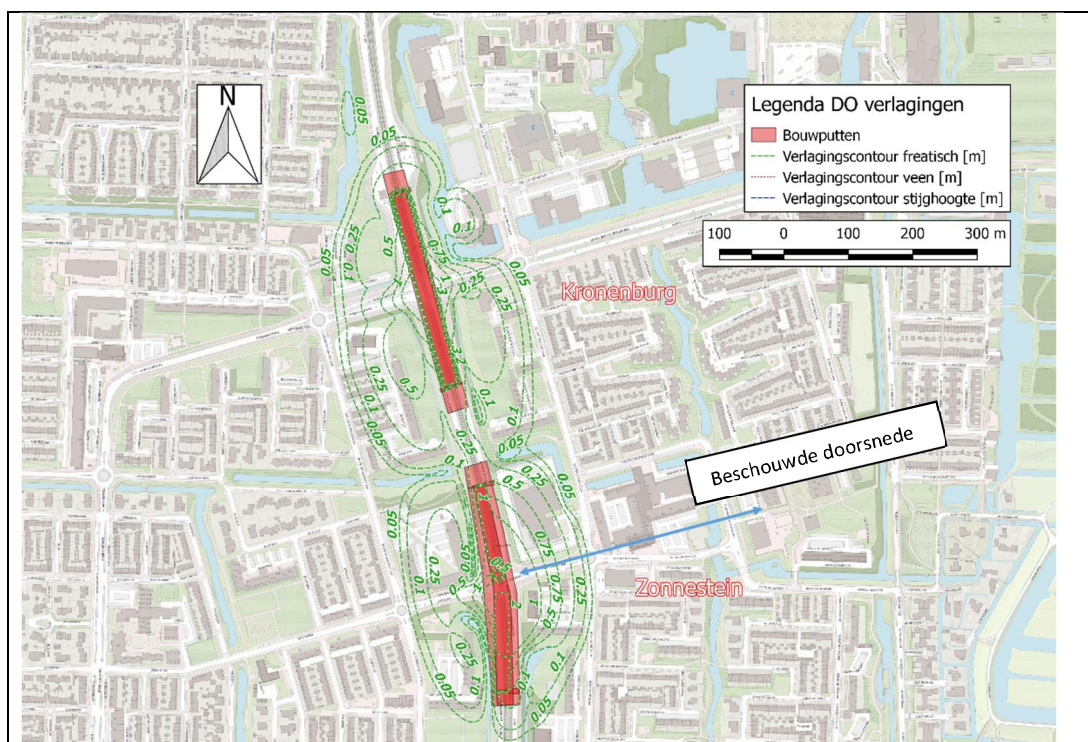


Deklaag 1: X=0 m NAP -5,6 m; X=10 m NAP -5,6 m; X=25 m NAP -5,35 m; X=40 m NAP -5,1 m; X=60 m NAP -4,85 m; X=75 m NAP -4,7 m; X=100 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

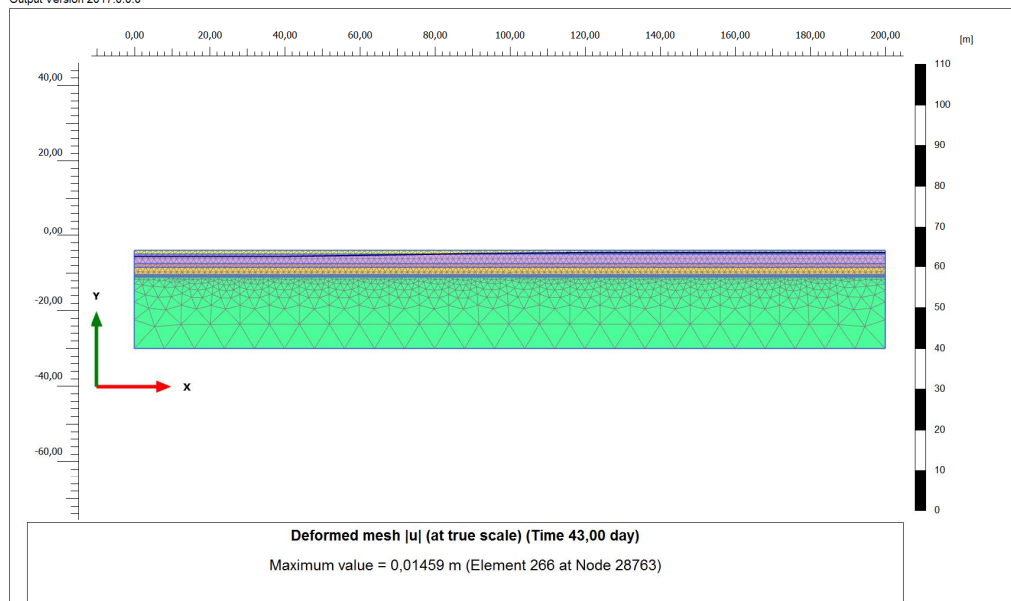
Deklaag 2: X=0 m NAP -7,6 m; X=5 m NAP -7,6 m; X=20 m NAP -6,6 m; X=45 m NAP -5,6 m; X=60 m NAP -5,35 m; X=75 m NAP -5,1 m; X=100 m NAP -4,85 m; X=150 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m


1^e WVP: X=0 m NAP -14,5 m; X=5 m NAP -14,5 m; X=20 m NAP -8,8 m; X=60 m NAP -5,8 m; X=100 m NAP -4,8 m; X=150 m NAP -4,3 m; X=180 m NAP -3,8 m; X=200 m NAP -3,8 m

Figuur 1 – Modellerings doorsnede waterkelder Zonnestein (na 28 dagen)



Output Version 2017.0.0.0



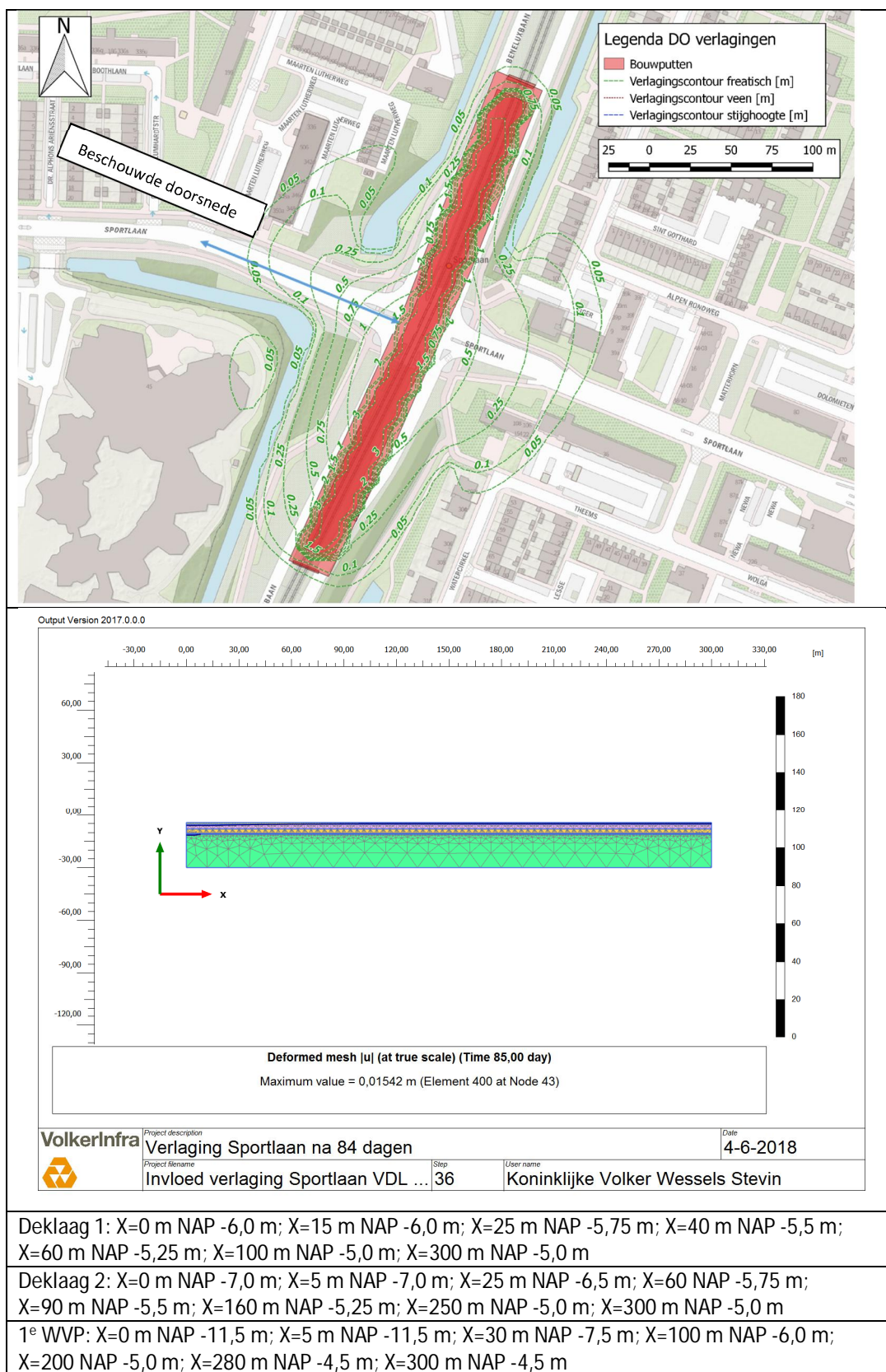
	Project description	Verlaging verdiepte ligging Zonnestein		Date	1-6-2018
	Project filename	Invloed verlaging Zonnestein VD ...	Step	User name	Koninklijke Volker Wessels Stevin

Deklaag 1: X=0 m NAP -5,6 m; X=40 m NAP -5,6 m; X=60 m NAP -5,35 m; X=75 m NAP -5,1 m; X=90 m NAP -4,85 m; X=120 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

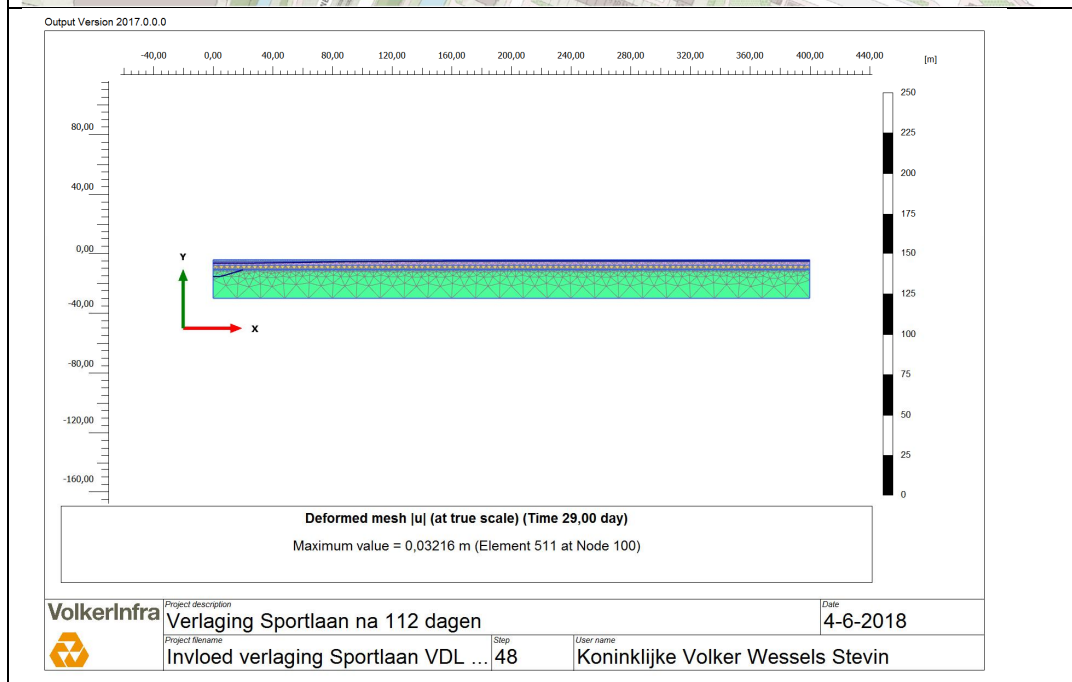
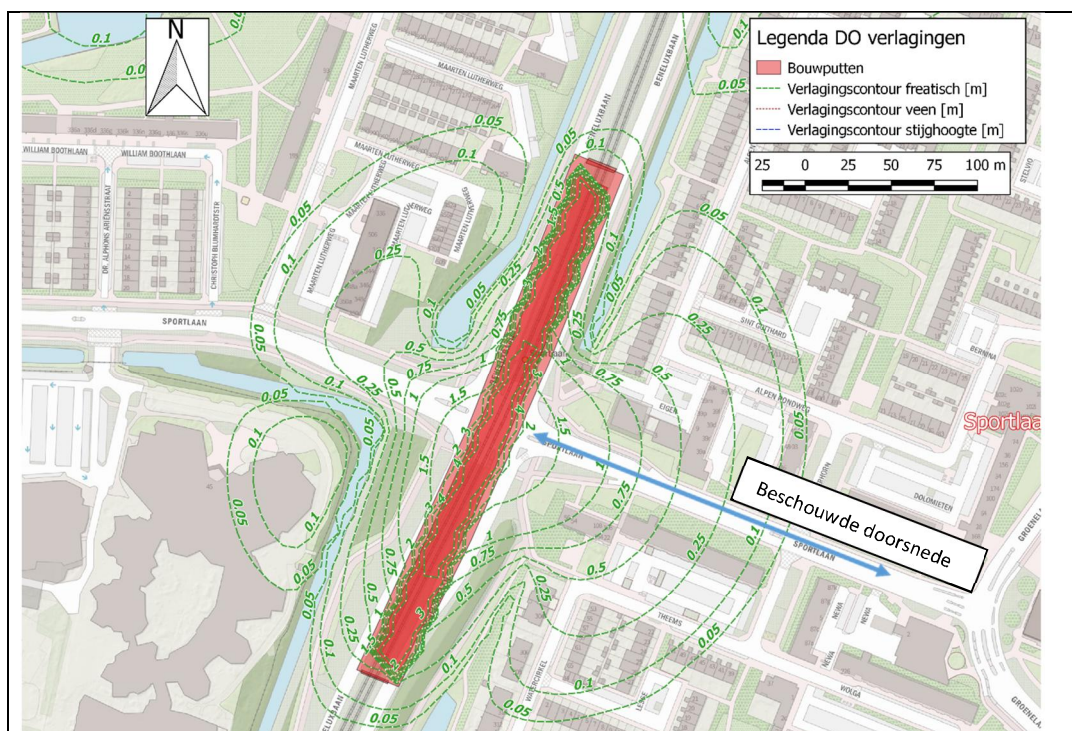
Deklaag 2: X=0 m NAP -6,6 m; X=20 m NAP -6,6 m; X=60 m NAP -5,6 m; X=120 m NAP -4,85 m; X=160 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

1^e WVP: X=0 m NAP -10,5 m; X=5 m NAP -10,5 m; X=40 m NAP -6,8 m; X=90 m NAP -4,8 m; X=180 m NAP -3,8 m; X=200 m NAP -3,8 m

Figuur 2 – Modellering doorsnede verdiepte ligging Zonnestein (na 42 dagen)



Figuur 3 – Modelling doorsnede verdiepte ligging Sportlaan excl. waterkelder (na 84 dagen)



Deklaag 1: X=0 m NAP -7,0 m; X=5 m NAP -7,0 m; X=30 m NAP -6,5 m; X=60 m NAP -6,0 m; X=90 m NAP -5,5 m; X=125 m NAP -5,25 m; X=170 m NAP -5,0 m; X=400 m NAP -5,0 m

Deklaag 2: X=0 m NAP -7,5 m; X=5 m NAP -7,5 m; X=25 m NAP -7,0 m; X=60 m NAP -6,5 m; X=90 m NAP -6,0 m; X=150 m NAP -5,5 m; X=250 m NAP -5,25 m; X=350 m NAP -5,0 m; X=400 m NAP -5,0 m

1^e WVP: X=0 m NAP -15,5 m; X=5 m NAP -15,5 m; X=25 m NAP -9,5 m; X=50 m NAP -7,5 m; X=90 m NAP -6,5 m; X=125 m NAP -6,0 m; X=200 m NAP -5,5 m; X=300 m NAP -5,0 m; X=380 m NAP -4,5 m; X=400 m NAP -4,5 m

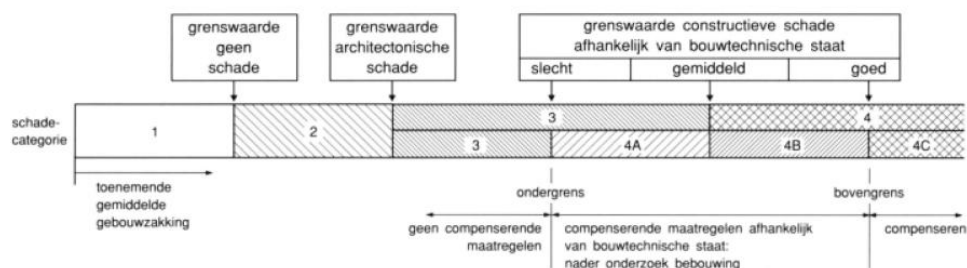
Figuur 4 – Modellerings doorsnede verdiepte ligging Sportlaan incl. waterkelder (na 112 dagen)

5. Aanpak omgevingsbeïnvloeding panden

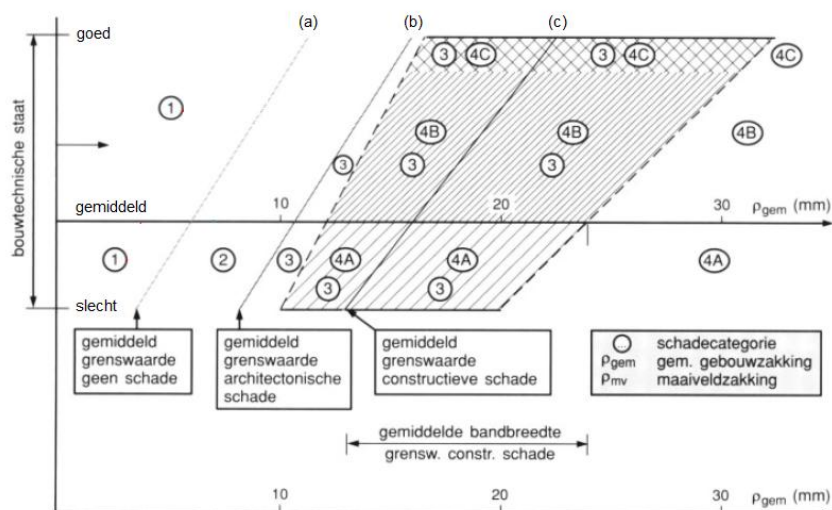
De invloed van maaiveldzettingen op de nabijgelegen panden is bepaald conform SBR rapport "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsdualing op de bebouwing". Deze leidraad houdt rekening met het feit dat in de praktijk door heterogeniteit van het bodemprofiel en variatie in de samendrukbaarheid binnen grondlagen pandzakkingen optreden die ongelijkmatiger kunnen verlopen dan verwacht op basis van het berekende zettingsverloop. Alle panden binnen het invloedsgebied van de spanningsbemaling worden aan deze grenswaarde getoetst.

Op basis van deze leidraad kan een inschatting van de schade gemaakt worden aan de hand van de bouwkundige staat van de bebouwing, het funderingstype en de omvang van de duur van de bemaling. Voor de classificatie (zie Figuren 5 en 6) van de panden zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Panden rondom de verdiepte liggingen bevinden zich in redelijke tot goede staat.
- Ervan uitgaande dat de panden op betonpalen zijn gefundeerd wordt aangenomen dat maximaal 50% van de rekenkundige maaiveldzettingen worden overgedragen aan de panden. Dit is een veilige aanname omdat een deel van de belasting mogelijk ook wordt afgedragen in de wadzandlaag/-lagen.
- De belendende panden liggen op een dusdanige afstand dat vervormingen ten gevolge van het ontgraven van de bouwkuip geen invloed hebben.



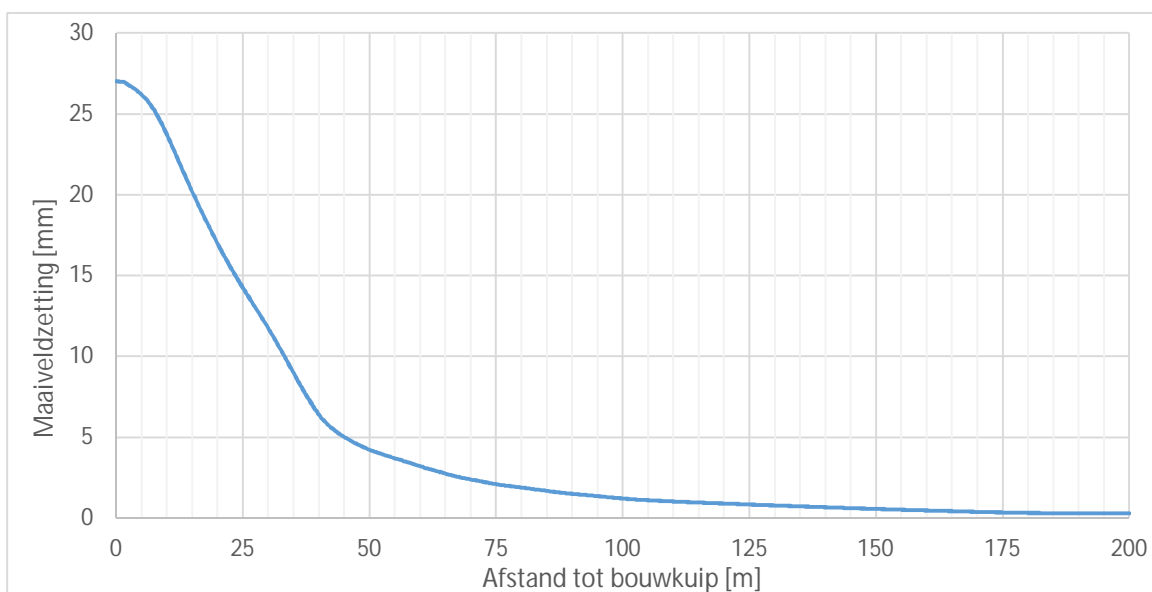
Figuur 5 – Weergave van grenswaarden en categorieën [6]



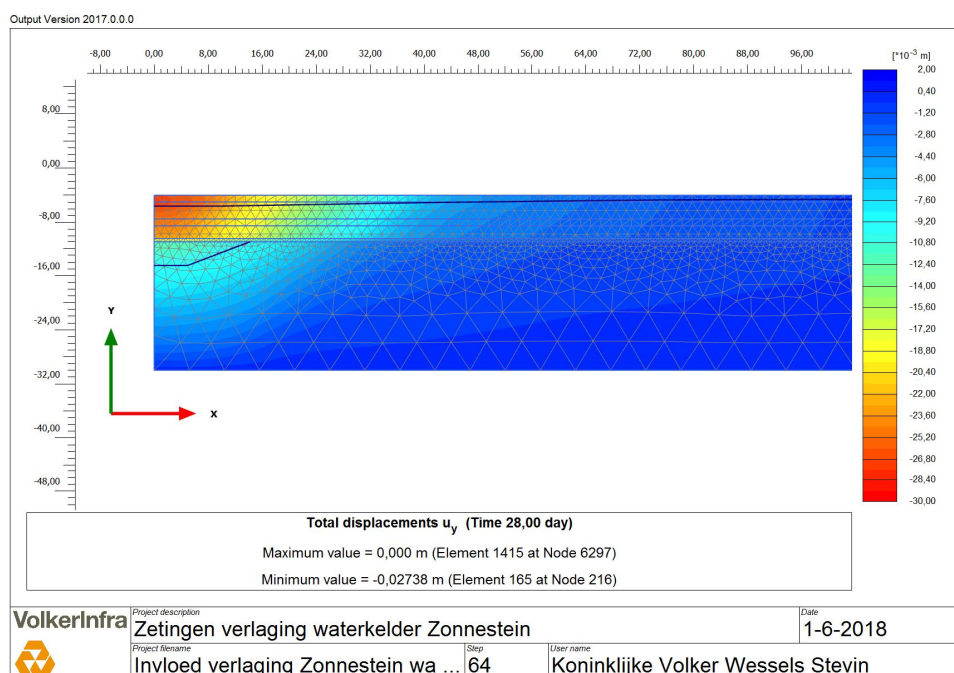
Figuur 6 – Grenswaarden gebouwzakking door grondwaterstandsdualing [6]

6. Resultaten

Het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 28 dagen bemalen van de waterkelder van de verdiepte ligging Zonnestein is weergegeven in Figuren 7 en 8. Het zettingsverloop is gebaseerd op de verwachte verlagingcontouren welke zijn opgenomen in Bijlage 1. Opgemerkt wordt dat het gepresenteerde zettingsverloop uitsluitend van toepassing is voor de westzijde in het centrale deel van bouwkuip Kronenburg en Zonnestein (i.e. ter hoogte van moten 4 t/m 7). Buiten deze zone wordt geen noemenswaardige zetting verwacht als gevolg van de spanningsbemaling van de waterkelder.

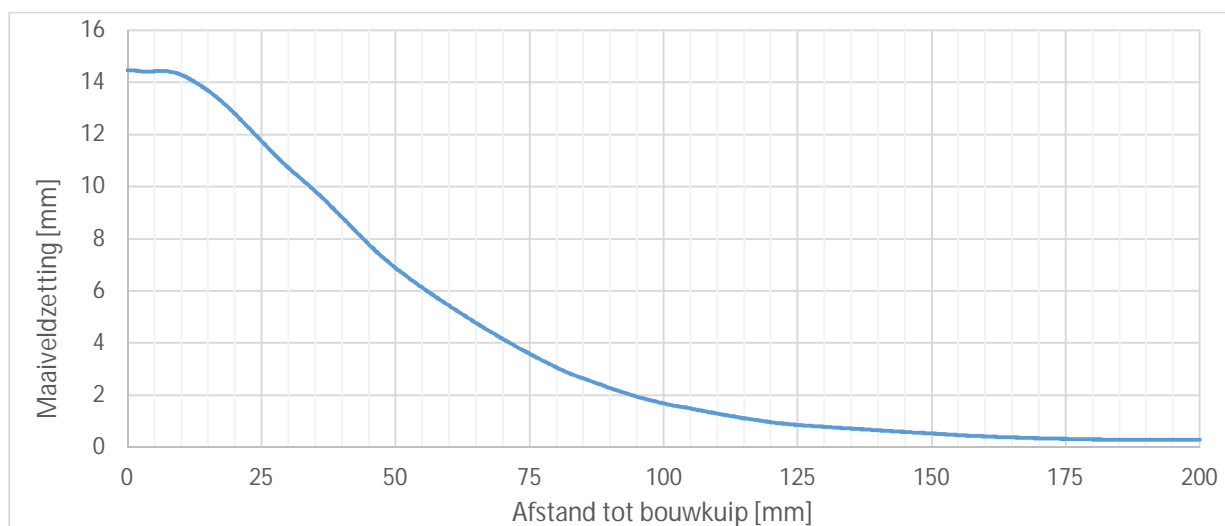


Figuur 7 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede waterkelder Zonnestein (na 28 dagen)



Figuur 8 – Plaxis uitvoer na 28 dagen bemalen waterkelder

In Figuur 9 is het verwachte zettingsverloop op maaiveld van verdiepte ligging Zonnestein na 42 dagen bemalen gepresenteerd, de bijbehorende verlagingscontouren zijn opgenomen in Bijlage 2. Dit zettingsverloop is van toepassing van de oostzijde van de bouwkuip Kronenburg en Zonnestein. Voor het verwachte zettingsverloop aan de westzijde ter hoogte van de waterkelder dienen Figuren 7 en 9 gecombineerd te worden.



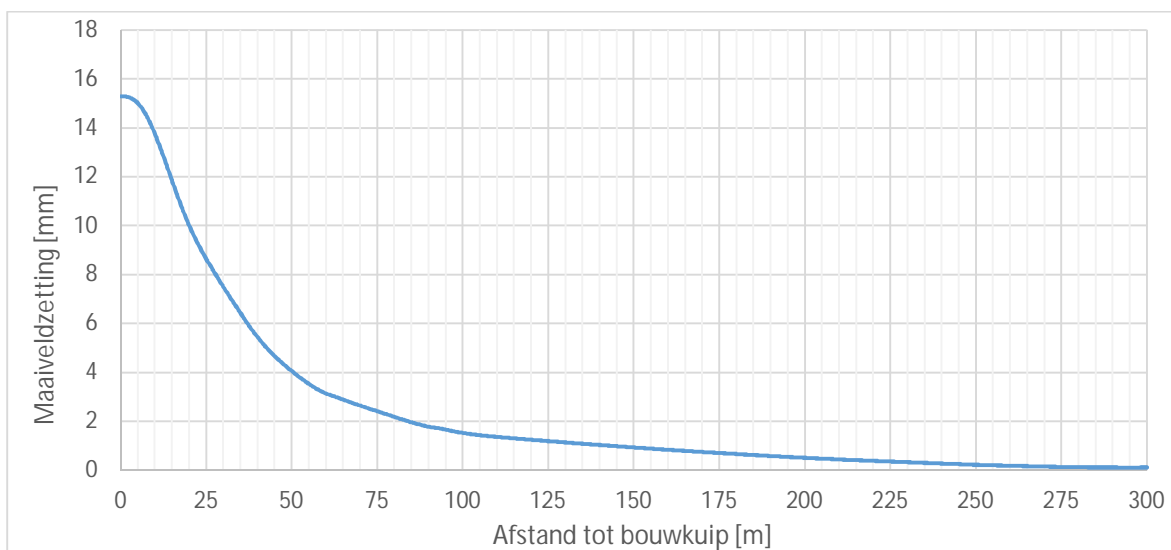
Figuur 9 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Zonnestein (na 42 dagen)

Dit betekent het volgende voor de nabijgelegen bebouwing en infrastructuur:

- Het kantoorpand aan de Van Heuven Goedhartlaan 935 aan de westzijde van Zonnestein ligt op ca. 25 m afstand van de waterkelder. Ter plaatse van dit belendende pand wordt 12 mm pandvervorming (i.e. 24 mm maaiveldzakking) verwacht. Dit gebouw verkeert in goede staat, op basis van de SBR leidraad wordt maximaal lichte architectonische schade verwacht (d.w.z. haarscheurtjes in het metsel- en/of stucwerk aan de buitenzijde van het pand).
- Voor de belendende panden op 25 á 30 m afstand aan de oostzijde van de bouwkuip, zoals het ABN kantoor CCA Noord en het flatgebouw aan het Westelijk Halfrond nr. 323-499, wordt 6 mm pandvervorming (i.e. 12 mm maaiveldzakking) verwacht. Ervan uitgaande dat deze gebouwen in redelijke tot goede staat verkeren wordt geen schade verwacht.
- De belendende panden bij Kronenburg liggen op dusdanige afstand dat geen schade wordt verwacht ten gevolge van de bemalingswerkzaamheden.
- Voor het tramspoor ter plaatse van de waterkelder wordt een gelijkmatige zetting van ca. 30 mm verwacht ten gevolg van de spanningsbemaling. Het GVB geeft in haar voorschriften aan dat een dergelijke zetting (boven de 10 mm) is toegestaan indien de zetting gelijkmatig optreedt, de afwatering van de trambaan in stand blijft en geen scheurvorming optreedt [7]. Tijdens de uitvoering zal het zettingsverloop van het tramspoor nauwlettend in de gaten worden gehouden. Op basis van de monitoring wordt beoordeeld of aanvullende maatregelen benodigd zijn.
- Het weglichaam van de verlegde Belenuxbaan ondergaat naar verwachting een gelijkmatige zetting van 20 mm aan de oostzijde en 40 mm aan de westzijde in het centrale deel van de bouwkuip. Aan de uiteinden van de bouwkuip wordt maximaal 5 mm zetting verwacht. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging van 1 jaar wordt deze gelijkmatige zetting geaccepteerd.

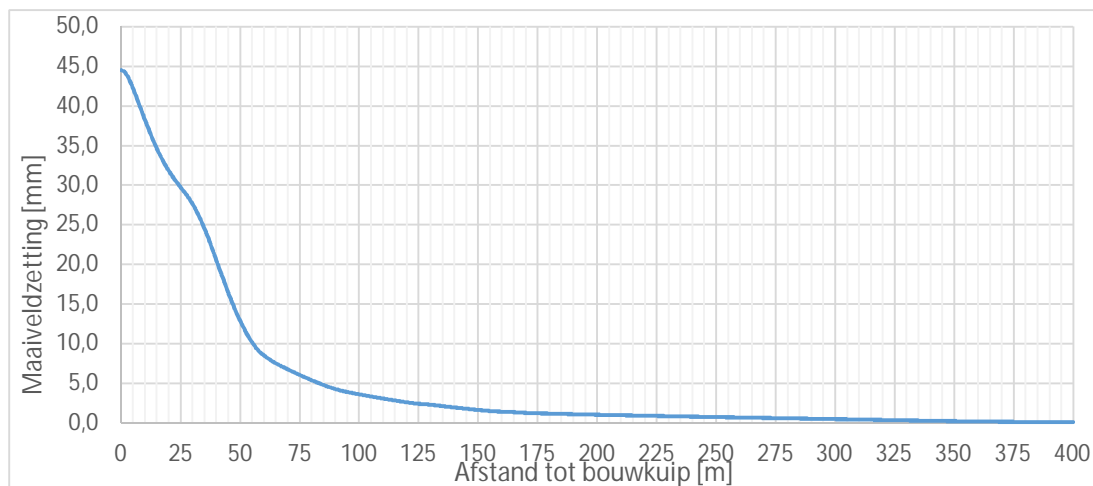
- De kabels en leidingen die in de samendrukbare deklaag op ca. 1 m -mv liggen op de kleinste afstand van de bouwkuip (ca. 10 m), deze ondervinden maximaal een gelijkmatige zetting van respectievelijk 15 mm aan de oostzijde en 30 mm aan de westzijde als gevolg van de spanningsbemaling. Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is dat een dergelijke zetting acceptabel is, aangezien deze zetting gelijkmatig optreedt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing van kabels en/of leidingen.

Het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 84 dagen bemalen voor de verdiepte ligging Sportlaan is weergegeven in Figuur 10. Opgemerkt wordt dat dit zettingsverloop van toepassing is aan weerszijden van de bouwkuip. De verlagingslijnen na 84 dagen bemalen zijn opgenomen in Bijlage 3.

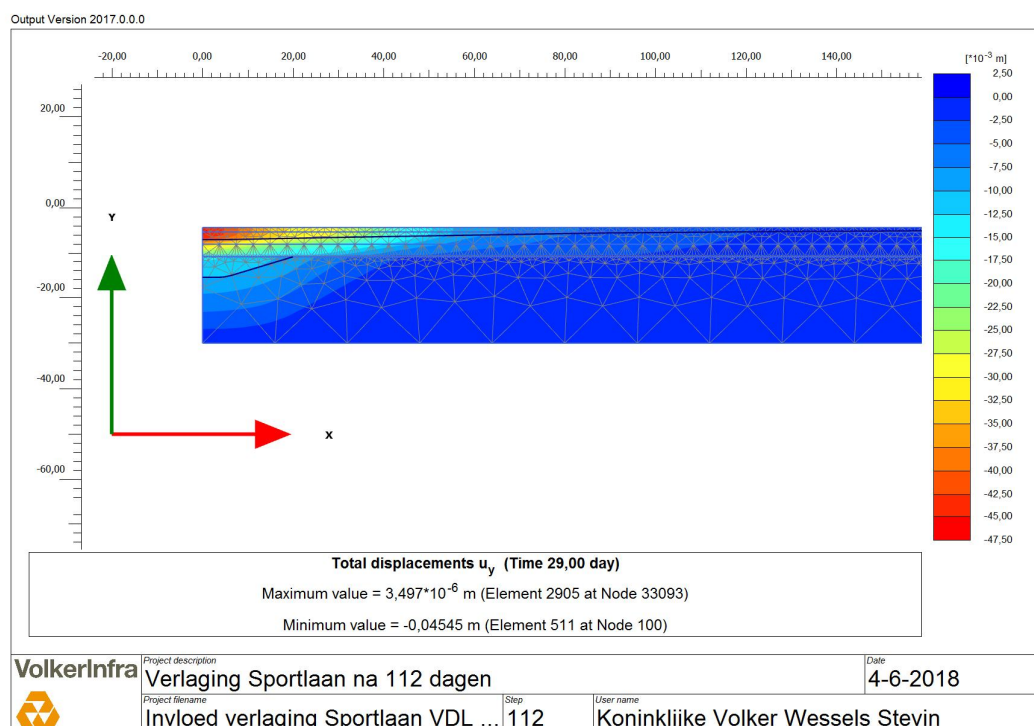


Figuur 10 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Sportlaan exclusief waterkelder (na 84 dagen)

Figuren 11 en 12 laten het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 112 dagen bemaalen zien, waarin de laatste 28 dagen de bemaling voor de waterkelder is meegenomen. De bijbehorende verlagingscontouren zijn opgenomen in Bijlage 4. Het onderstaande zettingsverloop is van toepassing aan weerszijden in centrale deel van de bouwkuip (i.e. ter hoogte van moten 4 t/m 7). Voor de westzijde is dit een overschatting, omdat de grootste verlagingen worden waargenomen aan de oostzijde. Dit komt door de positionering van het retourveld aan de zuidwest zijde van de bouwkuip.



Figuur 11 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Sportlaan inclusief waterkelder (na 112 dagen)



Figuur 12 – Plaxis uitvoer na 112 dagen bemaalen verdiepte ligging inclusief waterkelder

Dit betekent het volgende voor de nabijgelegen bebouwing en infrastructuur:

- Voor de belendende panden aan de oostzijde op ca. 40 m afstand, zoals een aantal rijtjeshuizen langs de Alpen Rondweg nr. 80-100 en Watercirkel nr. 302-304, wordt 10 mm pandvervorming (i.e. 20 mm maaiveldzakking) verwacht. Ervan uitgaande dat deze panden in redelijke tot goede staat verkeren wordt maximaal lichte architectonische schade verwacht (d.w.z. haarscheurtjes in het metsel- en/of stucwerk aan de buitenzijde van het pand).
- Voor de belendende panden op ca. 25 m aan de westzijde van de bouwkuip, zoals het flatgebouw langs de Maarten Lutherweg nr. 252-286, wordt 2 mm pandvervorming (i.e. 4 mm pandvervorming) verwacht. Opgemerkt wordt dat dit flatgebouw buiten het freatisch invloedsgebied valt van de waterkelder.
- Het tramspoor is ten tijden van de bemaling buiten dienst. Zettingen zijn om deze reden niet van toepassing.
- Het weglichaam van de verlegde Belenuxbaan ondergaat naar verwachting een gelijkmatige zetting van ca. 45 mm in het centrale deel van de bouwkuip en ongeveer 5 mm richting de uiteinden van de bouwkuip. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging van 1 jaar wordt deze relatief gelijkmatige zetting geaccepteerd.
- De kabels en leidingen die in de samendrukbare deklaag op ca. 1 m -mv liggen op de kleinste afstand van de bouwkuip (ca. 10 m), deze ondervinden maximaal een gelijkmatige zetting van ca. 35 mm als gevolg van de spanningsbemaling. Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is dat een dergelijke zetting acceptabel is, aangezien deze zetting gelijkmatig optreedt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing van kabels en/of leidingen.

7. Conclusie

Uit de berekeningen volgt dat de maaiveldzetting als gevolg van de spanningsbemaling geen negatieve invloed heeft op het gros van de belendende panden rondom de verdiepte liggingen. Echter voor een aantal panden ter hoogte van de waterkelder aan de westzijde van verdiepte ligging Zonnestein en weerszijden van Sportlaan is rekenkundig een kans op architectonische schade (d.w.z. een aantal haarscheurtjes in het metsel- en/of stucwerk aan de buitenzijde van het pand). Een dergelijk schadeprofiel wordt in de Nederlandse ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwwerkzaamheden als acceptabel schadeprofiel beschouwd. De verwachting is echter dat de gemeten pandvervormingen lager zullen zijn, omdat in de berekeningen uit is gegaan van veilige aannamen, zoals de overdrachtsfactor van 50% en het bepalen van zettingen met representatieve parameters (5% ondergrens waarden).

Voor het tramspoor wordt uitsluitend invloed van de spanningsbemaling verwacht tijdens de bouw van de waterkelder bij Kronenburg en Zonnestein. In deze periode dient de ligging van de spoor nauwlettend gemonitord worden. Tijdens de grote bemaling van de verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein, en bij Sportlaan gedurende de gehele bemalingsperiode zijn lijn 5 en 51 buiten bedrijf.

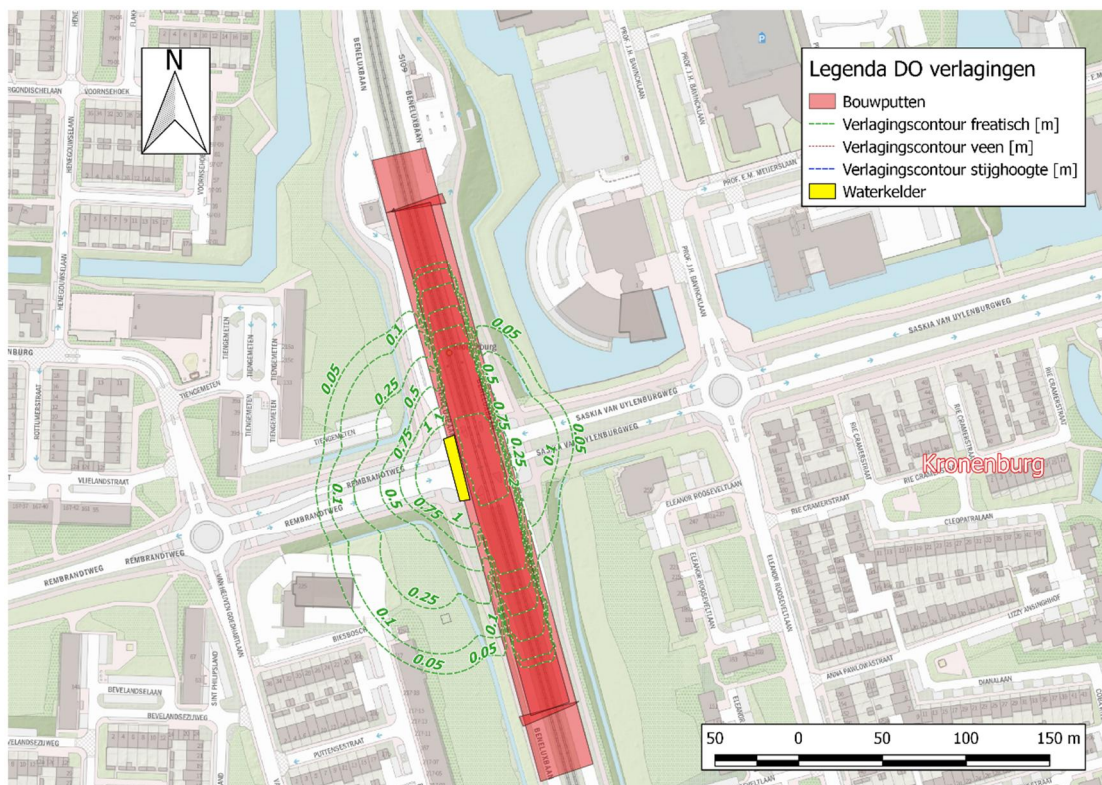
De Beneluxbaan voor het wegverkeer wordt tijdens de bouw van de verdiepte ligging voor een periode van ca. 1 jaar verlegd naar de buitenzijde tegen de tijdelijke systeemgrens. Na deze periode wordt de Beneluxbaan definitief verplaatst direct naast de verdiepte ligging. In de bouwfase dat er wordt bemalen wordt een maximale maaiveldzetting van 20 á 40 mm verwacht bij Kronenburg en Zonnestein, en 45 mm bij Sportlaan. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging en een relatief gelijkmatig verloopt wordt een dergelijke zetting geaccepteerd.

De aanwezige kabels en leidingen rondom de verdiepte ligging die in de samendrukbare deklaag zijn aangelegd kunnen ook een zetting ondervinden van maximaal 15 á 35 mm op ca. 10 m afstand uit de bouwkuip op 1 m onder bestaand maaiveld. Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is er geen schade optreedt aan deze kabels en leiding als gevolg van de zetting door de spanningsbemaling, omdat de zetting gelijkmatig verloopt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing.

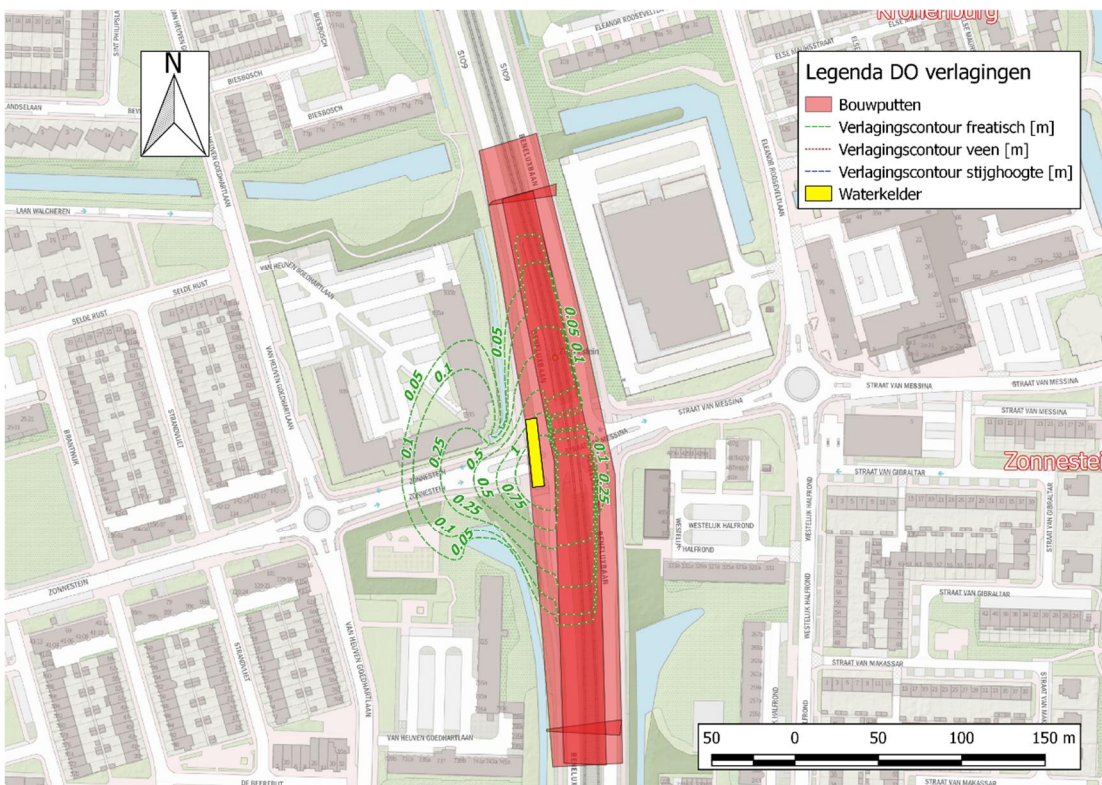
Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat vanuit het oogpunt van omgevingsbeïnvloeding bij een zorgvuldige uitvoering en bewaking van de spanningsbemaling de bouw van de verdiepte liggingen met behulp van een spanningsbemaling uitgevoerd kan worden. Gezien de strakke uitvoeringsplanning wordt voorgesteld om een extra ondiep retourveld te plaatsen met bronnen op ca. NAP -15,0 m in de buurt van de waterkelder ter plaatse van de tijdelijke systeemgrens, omdat in de uitvoering geen tijd is om bij te schakelen wanneer de metingen tegen blijken te vallen.



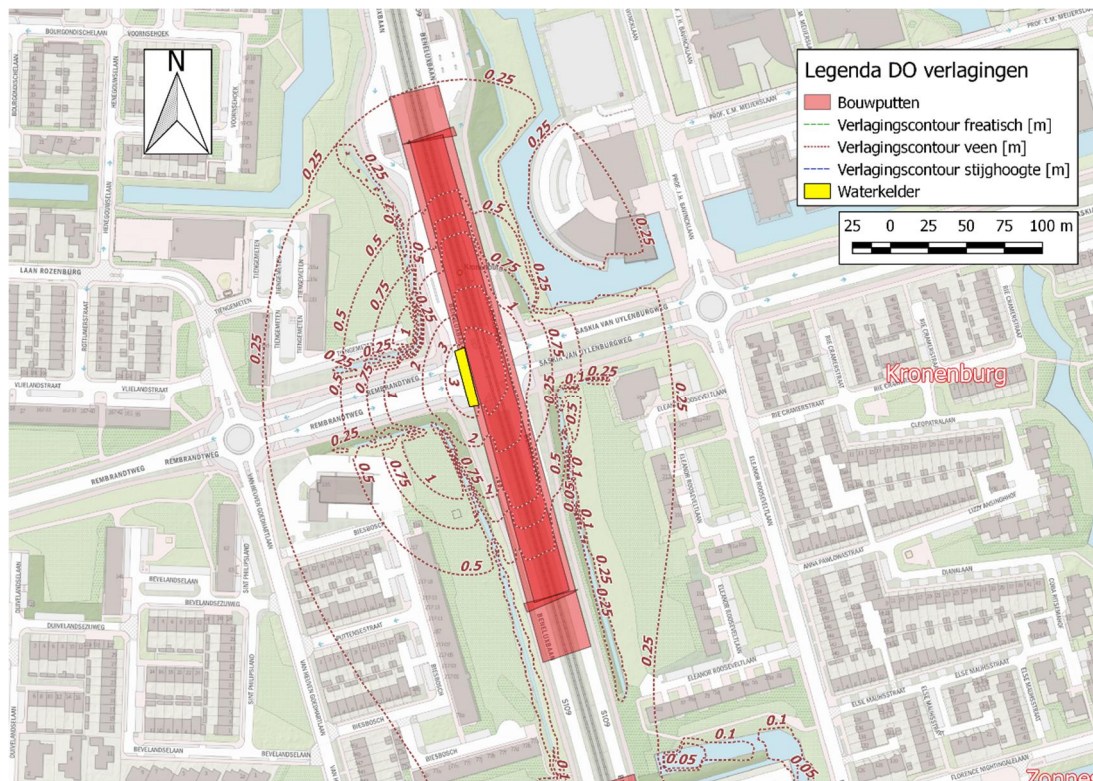
Bijlage 1 – Isohypsens bemaling waterkelder Kronenburg en Zonnestein (na 28 dagen)



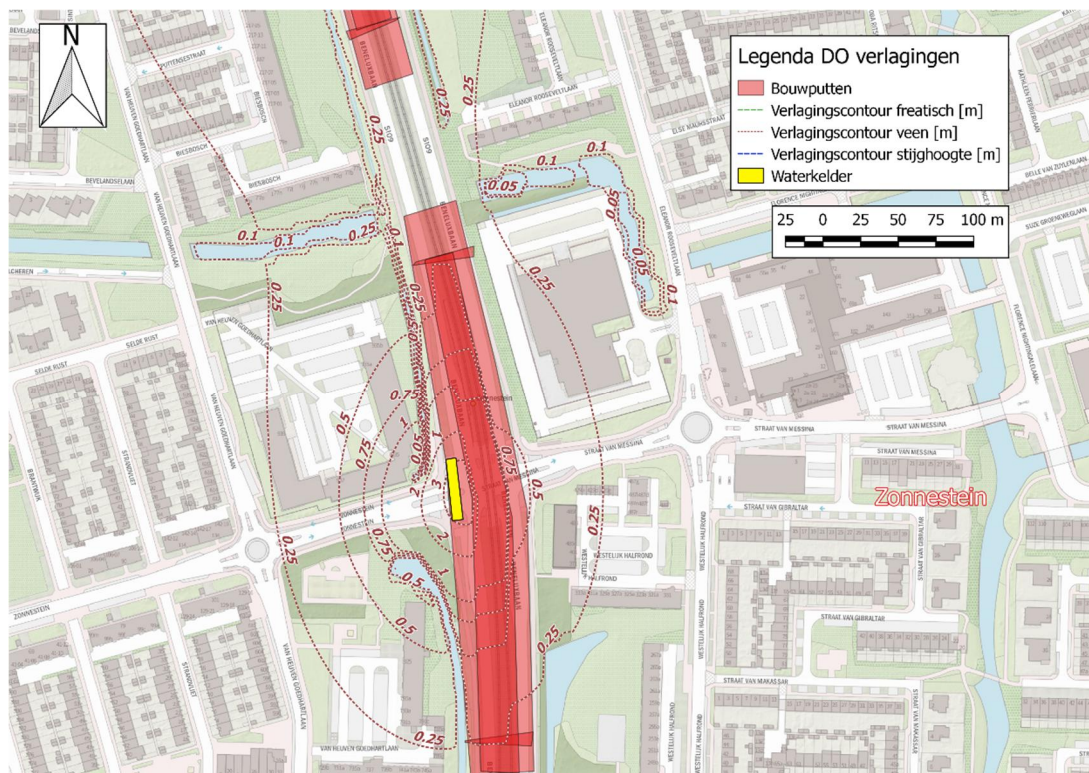
Kronenburg - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



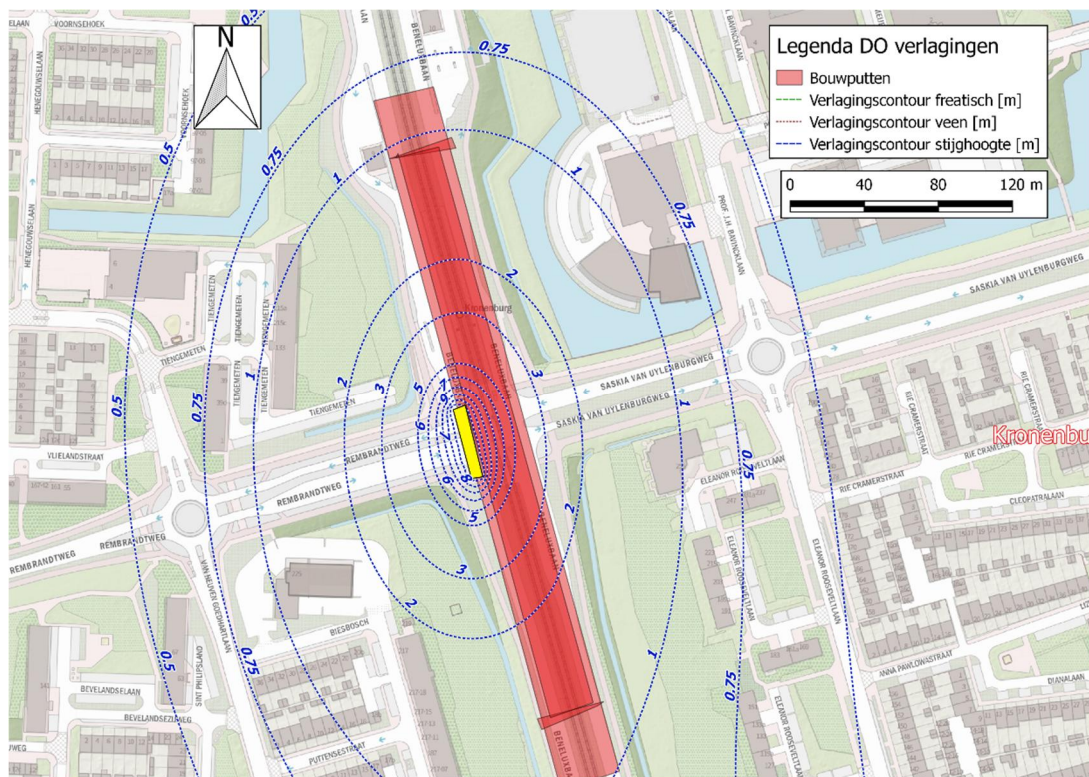
Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



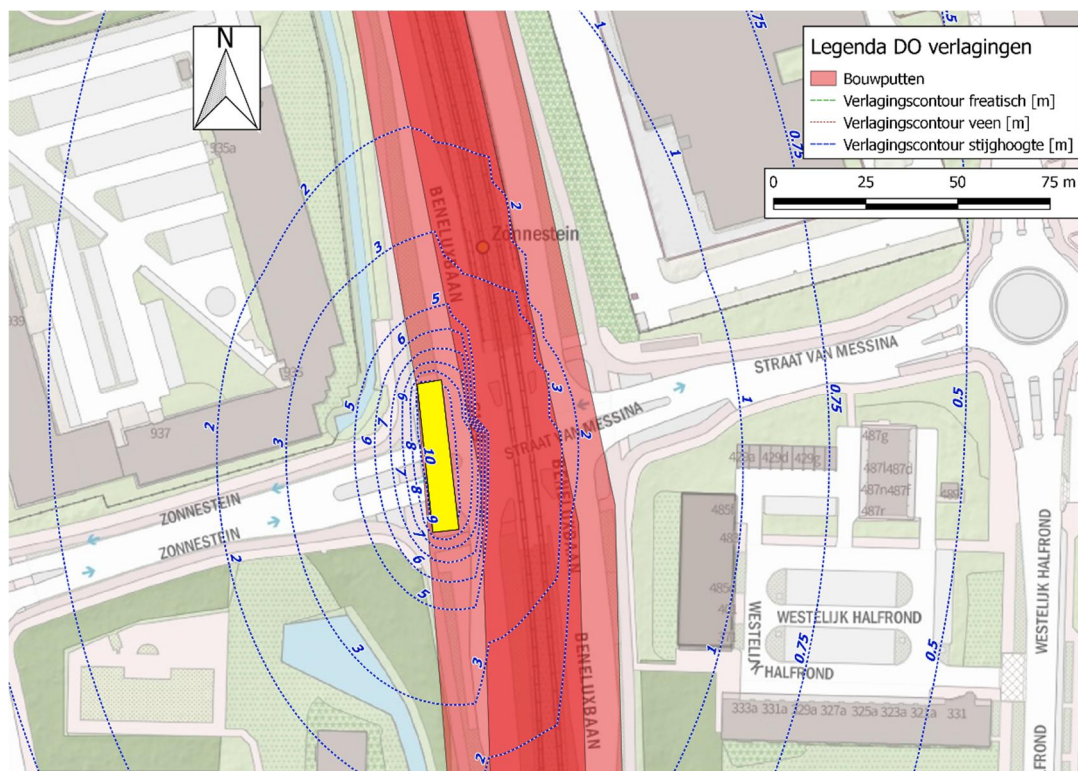
Kronenburg - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)



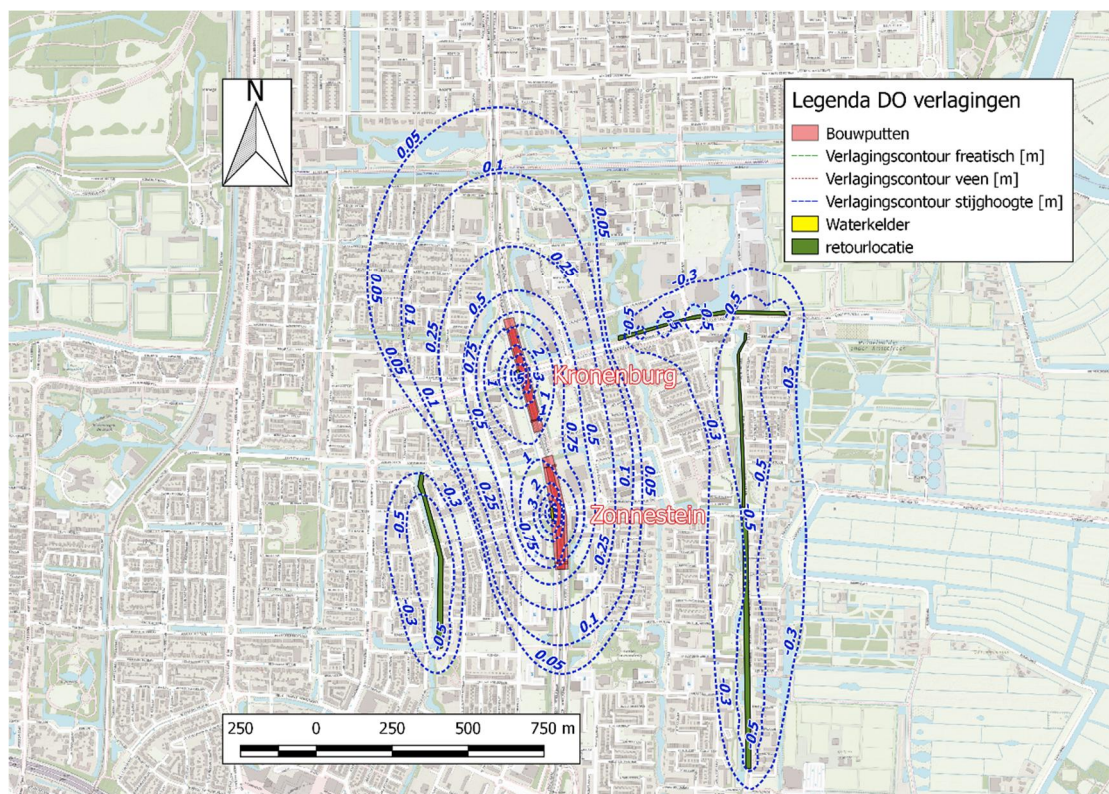
Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)



Kronenburg - verlaging stijghoogte in 1^e WVP



Zonnestein - verlaging stijghoogte in 1^e WVP



Kronenburg en Zonnestein - verlaging en verhoging stijghoogte in 1^e WVP



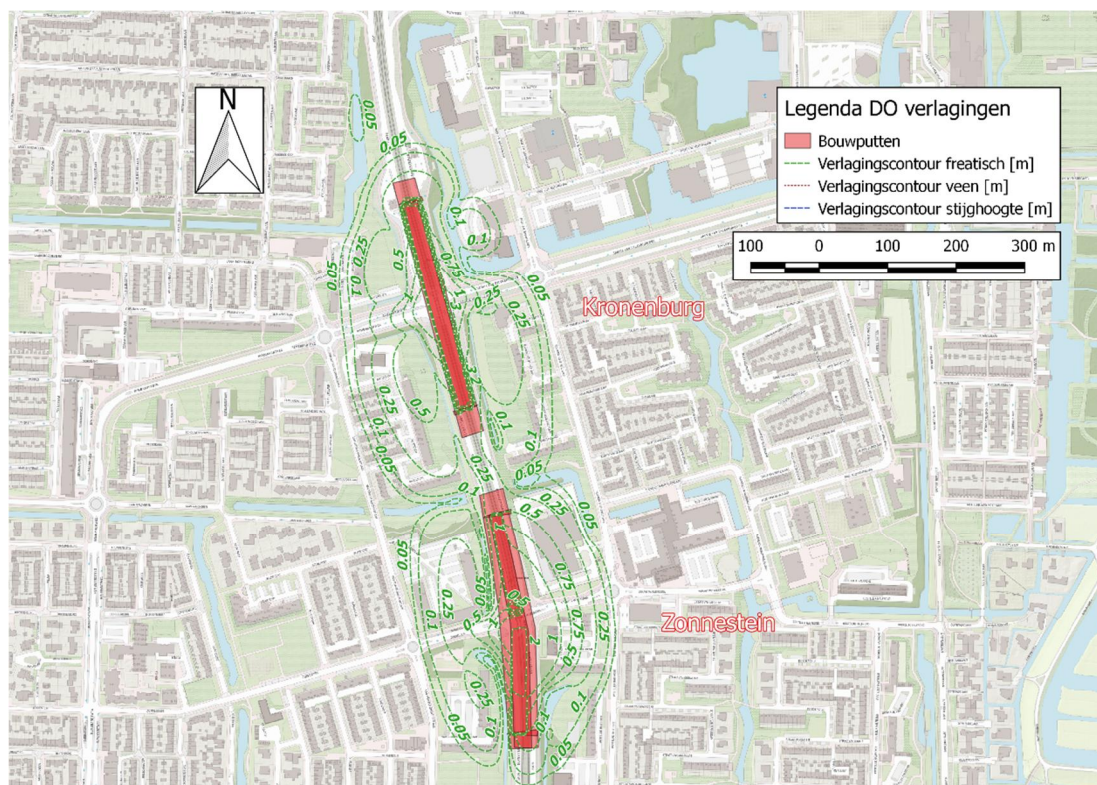
Bijlage 2 – Isohypsen bemaling verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein (na 70 dagen)

T=0 dagen – Start bemaling waterkelder (duur 4 weken)

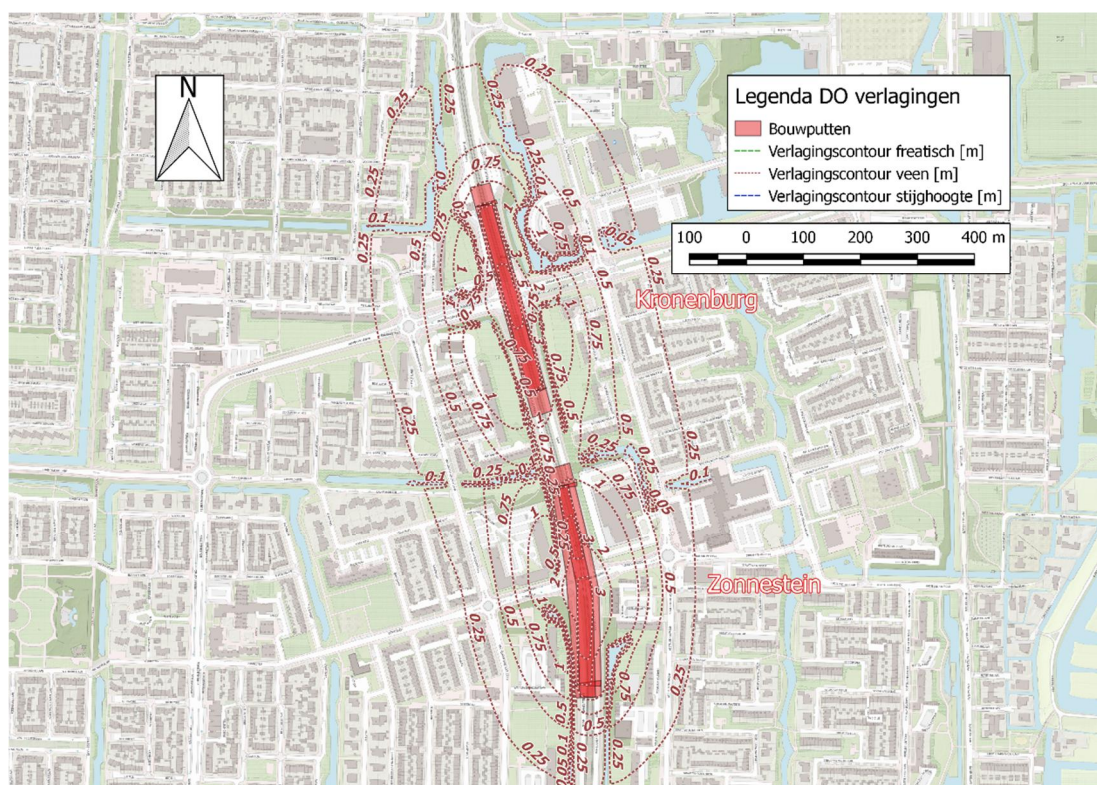
T=28 dagen – Einde bemaling waterkelder

T= 29 dagen – Start bemaling verdiepte ligging (duur 6 weken)

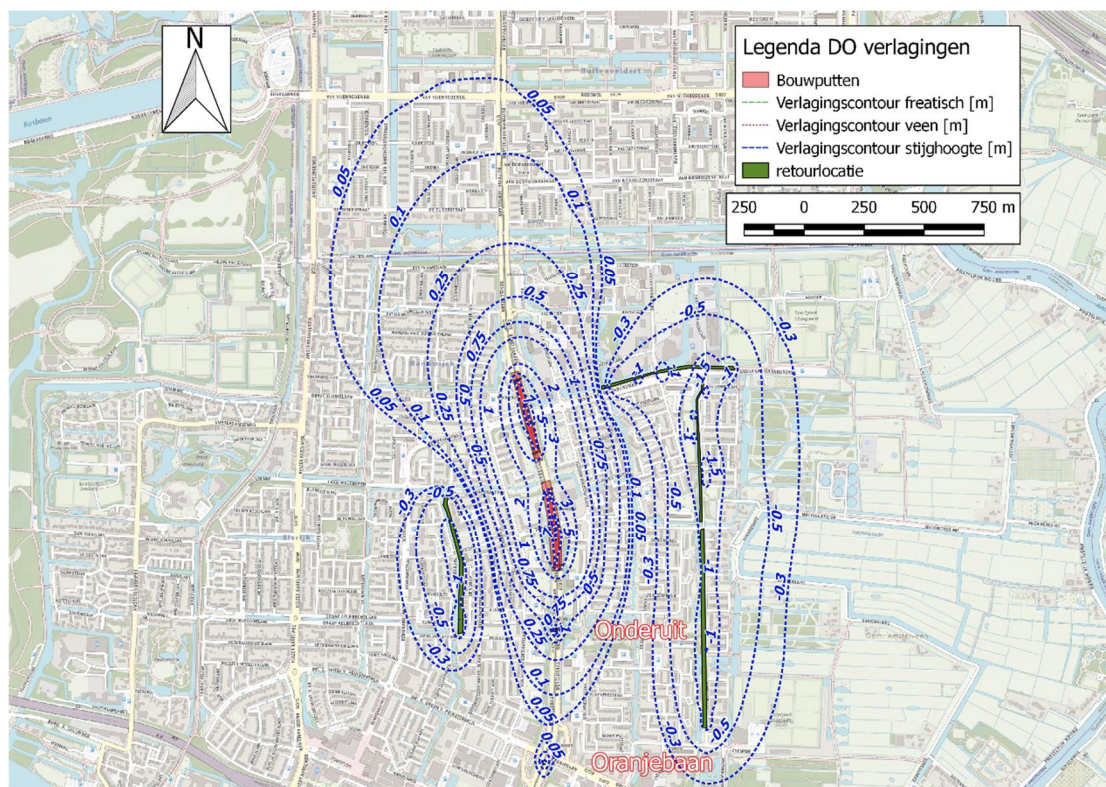
T=70 dagen – Einde bemaling verdiepte ligging



Kronenburg en Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



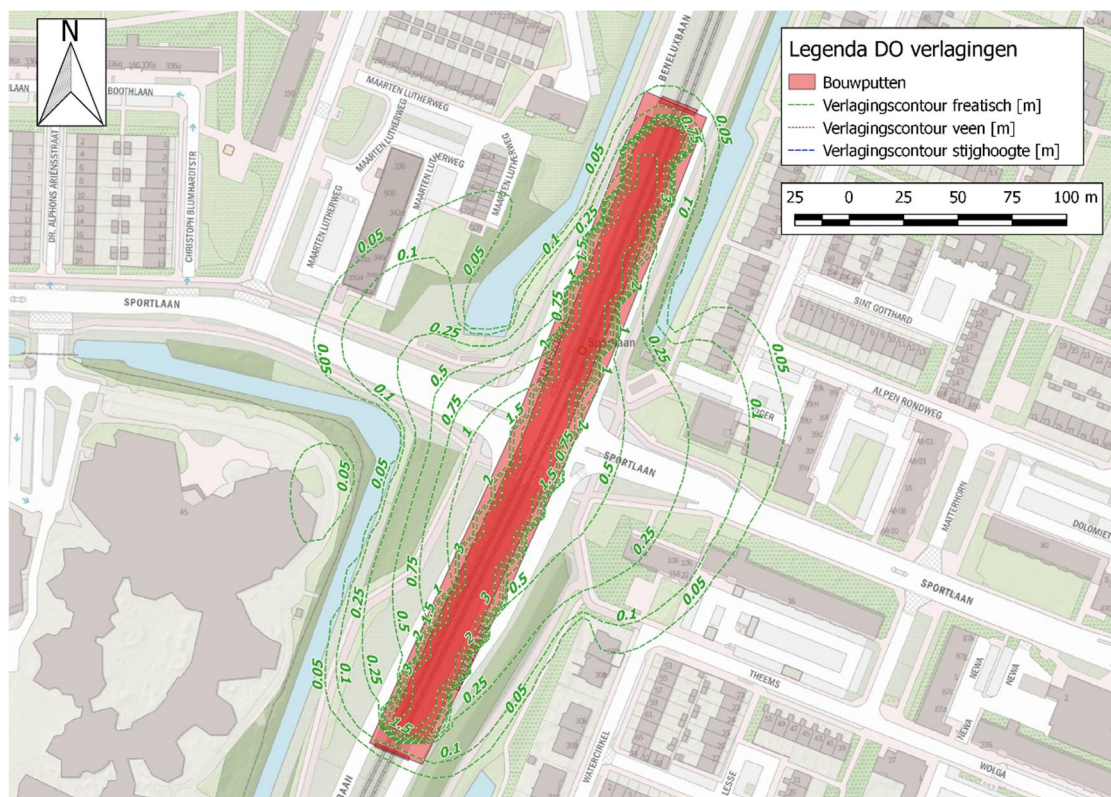
Kronenburg en Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)



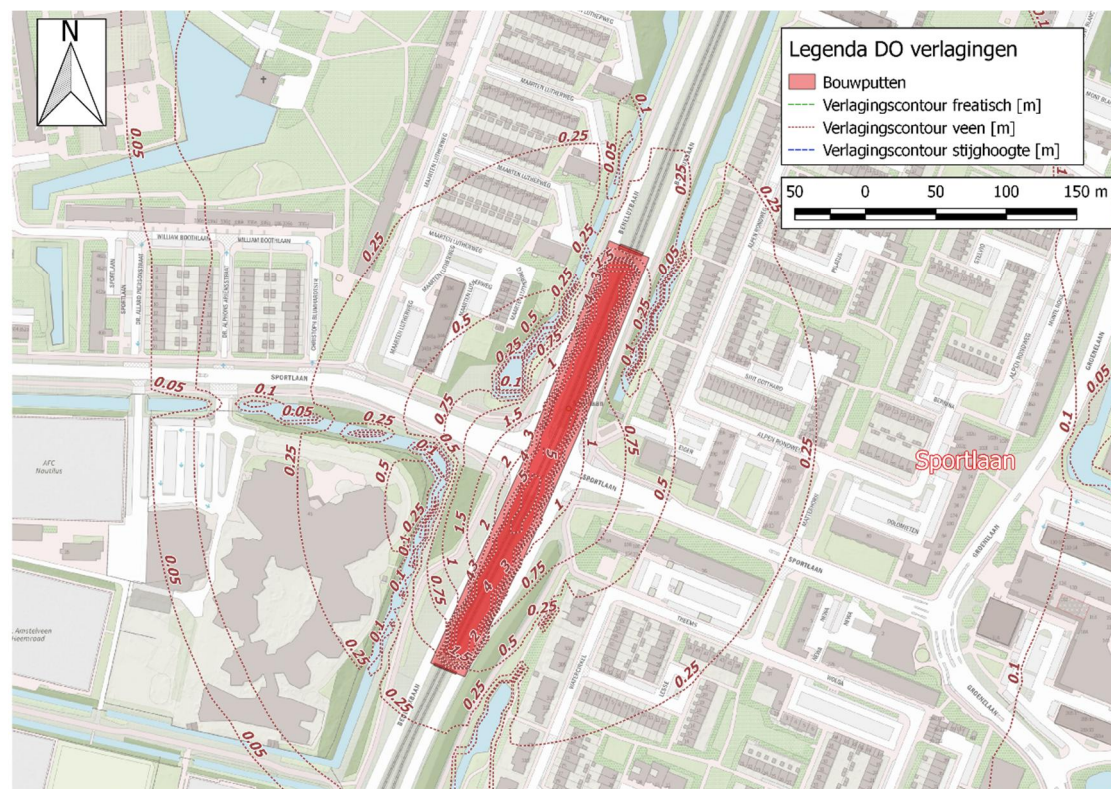
Kronenburg en Zonnestein – verlaging en verhoging stijghoogte in 1^e WVP



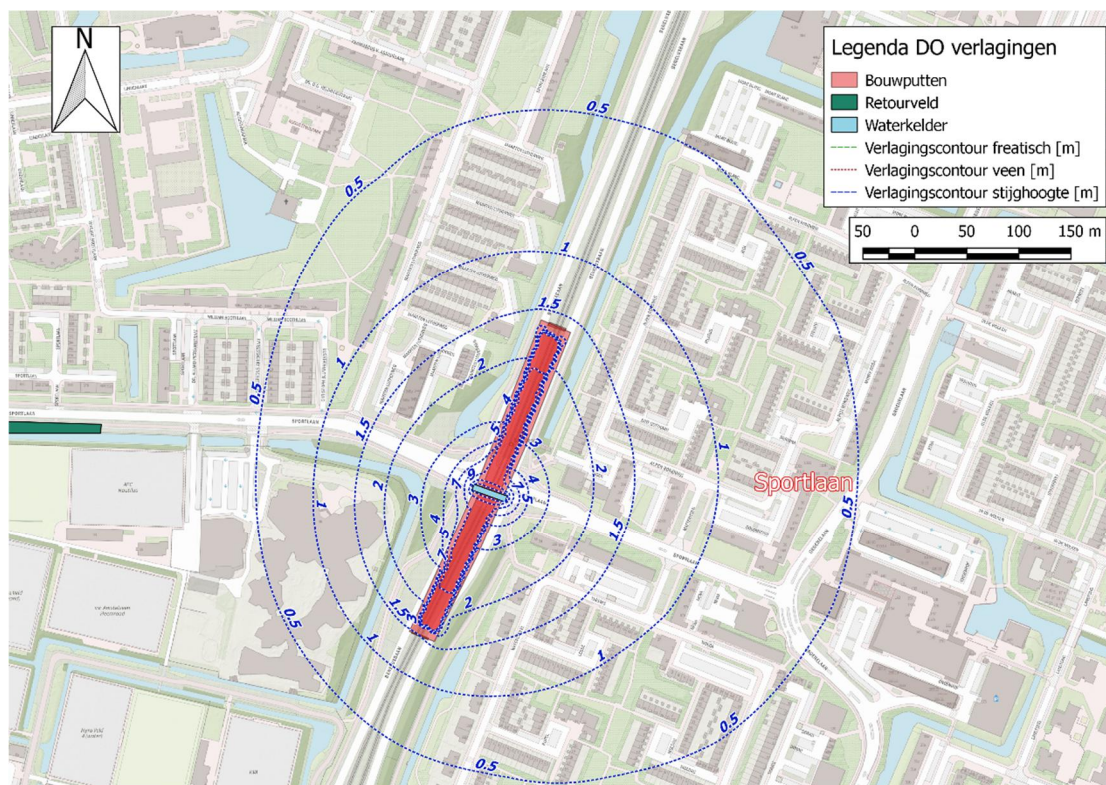
Bijlage 3 – Isohypsen bemaling verdiepte ligging Sportlaan excl. waterkelder (na 84 dagen)



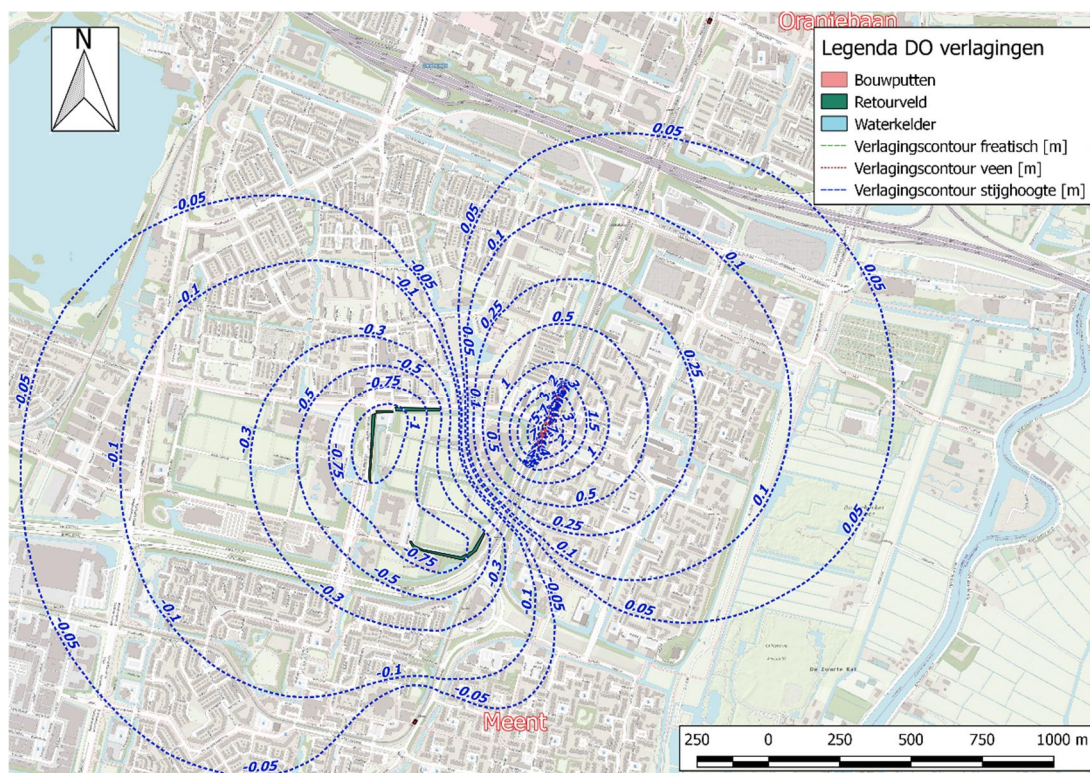
Sportlaan - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



Sportlaan - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)



Sportlaan - verlaging stijghoogte in 1^e WVP



Sportlaan – verlaging en verhoging stijghoogte in 1^e WVP

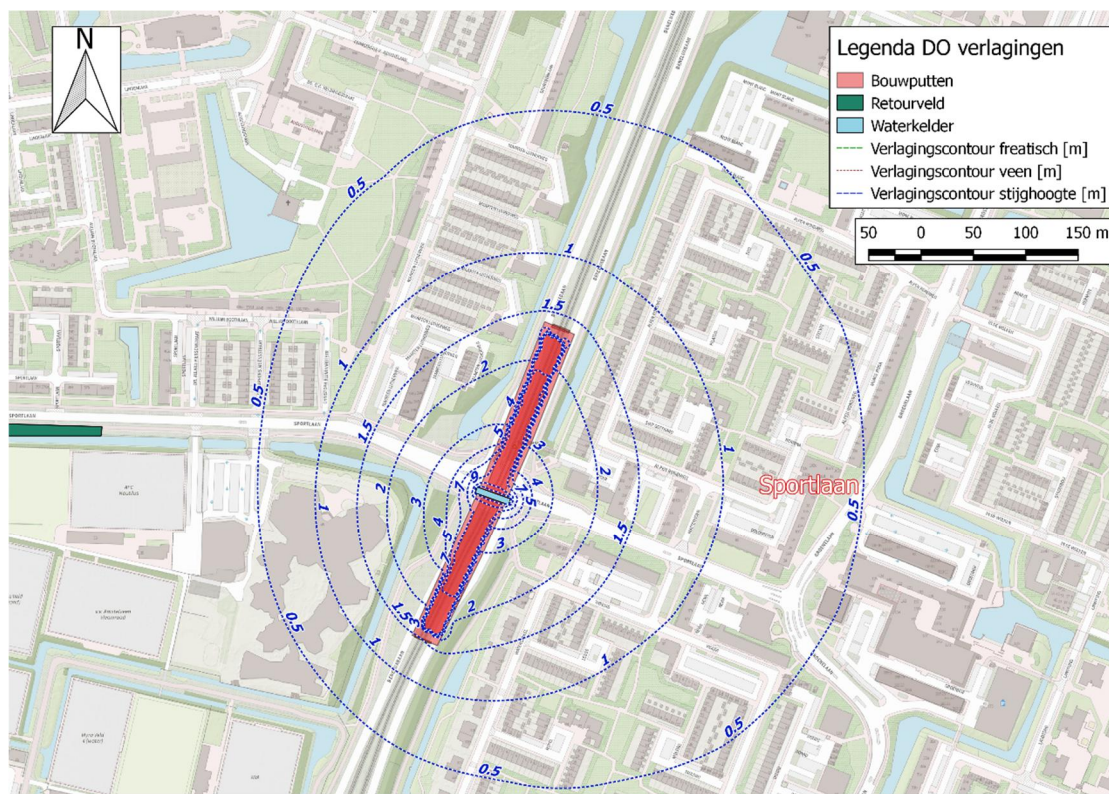


Bijlage 4 – Isohypsens bemaling verdiepte ligging Sportlaan incl. waterkelder (na 112 dagen)

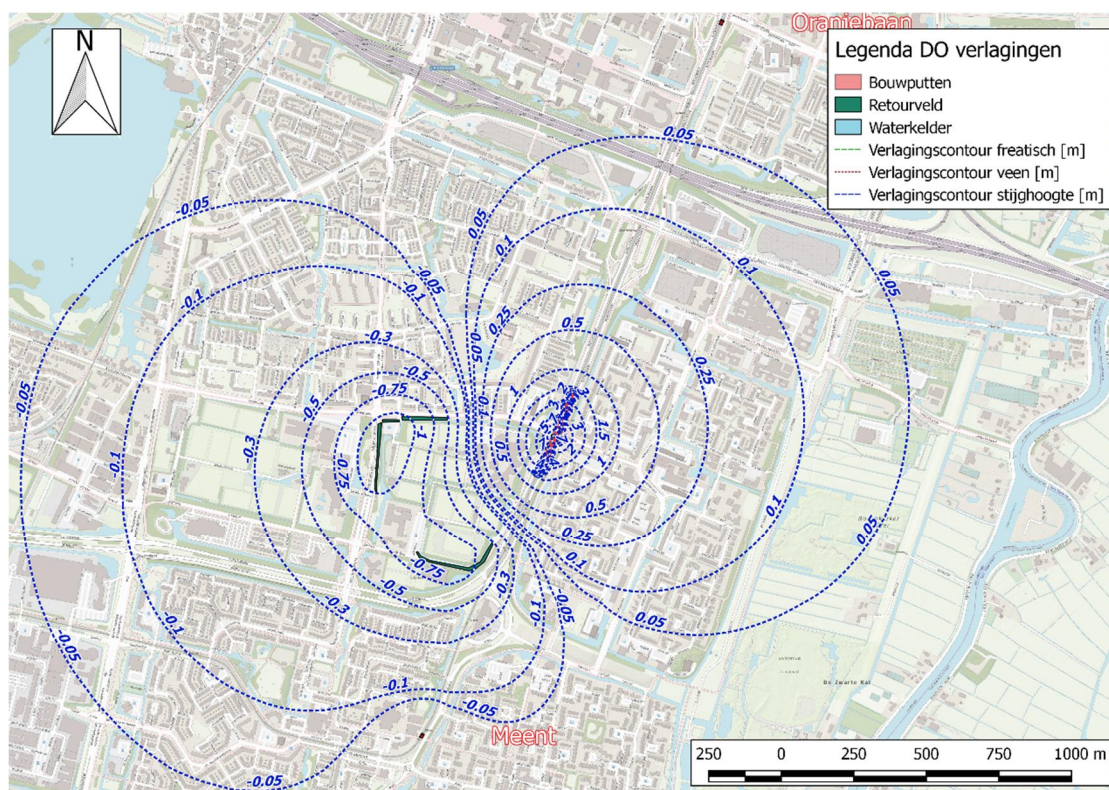
T=0 dagen – Start bemaling verdiepte ligging (duur 12 weken)

T= 85 dagen – Start bemaling verdiepte ligging + waterkelder (duur 4 weken)

T=112 dagen – Einde bemaling verdiepte ligging + waterkelder



Sportlaan - verlaging stijghoogte in 1^e WVP



Sportlaan - verlaging en verhoging stijghoogte in 1^e WVP