

Opdracht : 1602511  
Plaats : Amsterdam  
Project : Nieuwbouw Suitsupply Kop Zuidas

---

Betreft : Vergunningsonderbouwend bemalingsadvies  
nieuwbouw Suitsupply kop Zuidas  
te  
AMSTERDAM

Opdrachtgever : Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Rotterdam  
T.a.v. Dhr. R.E. van Alphen  
Westblaak 5e  
3012 KC ROTTERDAM  
NL

Behandeld door : ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

Kenmerk : R1602511-08

Datum : 1 september 2017

**MOS GRONDMECHANICA B.V.**

Correspondentieadres :	Postbus 801, 3160 AA Rhoon	Centraal telefoonnummer :	+31(0)88-5130200
Hoofdkantoor Rhoon	Kleidijk 35	3161 EK	Rhoon
Vestiging Helmond	Vossenbeemd 90B	5705 CL	Helmond
Vestiging Almelo	Het Wendelgoor 13	7604 PJ	Almelo
Vestiging Amsterdam	Pleimuiden 8B	1046 AG	Amsterdam
Vestiging Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	Suriname Tel. +597-488188

## Inhoudsopgave

	Pagina
1. INLEIDING .....	4
2. PROJECTBESCHRIJVING .....	4
3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK .....	6
3.1 Sonderingen en boringen .....	6
3.2 Waterkwaliteit .....	6
4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND .....	8
4.1 Geotechnisch profiel.....	8
4.2 Geohydrologische schematisering.....	9
4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten .....	10
5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP .....	14
5.1 Diepste ontgravingsniveau zonder spanningsbemaling .....	14
5.2 Algemeen ontgravingsniveau .....	14
5.3 Poeren.....	15
5.4 Liftput .....	16
5.5 Na aanbrengen -2 vloer .....	16
5.6 Overzicht.....	17
6. BEMALINGSADVIES .....	18
6.1 Algemeen.....	18
6.2 Bemalingssysteem .....	19
6.3 Prognose van het debiet.....	20
6.4 Waterbezwaar .....	22
7. INVLOED OP DE OMGEVING .....	23
7.1 Algemeen.....	23
7.2 Verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte .....	23
7.3 Zettingen.....	24
7.4 Bebouwing en waterkering.....	25
7.5 Snelweg A10 en spoor .....	25
7.6 Landbouw, natuur en stedelijk groen.....	26
7.7 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen .....	26
7.8 Kwel en infiltratie.....	27
7.9 Invloed op het zoet/zout grensvlak .....	27

7.10	Overige grondwateronttrekkingen.....	27
7.11	Archeologie.....	28
8.	MONITORING.....	29
9.	REGELGEVING BOUWPUTBEMALING .....	30
9.1	Onttrekken van grondwater .....	30
9.2	Lozen van bronneringswater .....	31
10.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN .....	32

Bijlage A	Sonderingen
Bijlage B	Boring en volumegewichten
Bijlage C	Analysecertificaat
Bijlage D	Meetreeksen peilbuizen
Bijlage E	Verlagingslijnen
Bijlage F	Resultaten zettingsberekening
Bijlage G	Situatietekening

## 1. INLEIDING

Dit rapport betreft een vergunningsonderbouwend bemalingsadvies voor de aanleg van een kleder ter plaatse van de nieuwbouw voor SuitSupply op Kop Zuidas te Amsterdam. In eerste instantie is een bemalingsadvies opgesteld zonder retourbemaling (rapport R1602511-5, d.d. 18 juli 2017). Op verzoek van Waternet is in dit rapport uitgegaan van het retourneren van het water afkomstig van de spanningsbemaling.

In opdracht van Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Rotterdam BV is door Mos Grondmechanica B.V. een grondonderzoek uitgevoerd en is op basis daarvan een funderingsadvies opgesteld voor de nieuwbouw van Suitsupply op de Kop Zuidas te Amsterdam.

Van de resultaten van het uitgevoerde grondonderzoek is verslag gedaan in Mos Grondmechanica rapport R1602511-01, d.d. 20 februari 2017.

Rapport R1602511-02, d.d. 24 mei 2017, bevat het op de resultaten van het voornoemde grondonderzoek gebaseerde funderingsadvies voor de bovengenoemde nieuwbouw.

Rapport R1602511-03 bevat een eerste versie van het bemalingsadvies (nog exclusief extra verdiepte delen).

Rapport R1602511-04, d.d. 16 juni 2017 bevat het damwandadvies.

Als constructeur is Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Rotterdam BV betrokken bij dit project. De architect betreft Big Architects.

## 2. PROJECTBESCHRIJVING

Het project betreft de nieuwbouw van het hoofdkantoor van Suitsupply op kavel C2, gelegen aan de Europaboulevard te Amsterdam.

Ten behoeve van dit project zijn de volgende relevante documenten beschikbaar gesteld:

- Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Rotterdam BV,
  - tekening 'Plattegrond palenplan', kenmerk 9290 BAP1001, ongedateerd;
  - tekening 'Plattegrond kelder -2', kenmerk 9290 BAK2001, ongedateerd;
  - tekening 'Doorsnede A // as 2', kenmerk 9290 BA00S01, ongedateerd;
  - tekening 'Doorsnede B // as 3', kenmerk 9290 BA00S02, ongedateerd;
  - tekening 'Doorsnede C // as 4', kenmerk 9290 BA00S03, ongedateerd;
  - tekening 'Doorsnede D // as 5', kenmerk 9290 BA00S04, ongedateerd;
  - tekening 'Doorsnedes E en F', kenmerk 9290 BA00S05, ongedateerd;
- Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam,
  - projectnummer '70254', project 'Bouwlogistiek kavel C1', tekeningnr. '7133-10', bladnummer '01', onderdeel 'Beoogde situatie start bouw kavel C1, incl. bestaande situatie', fase 'ON', status 'Concept', d.d. 10-09-2012;

- projectnummer '70291', project 'Functievrij maken kavel C1 en C2', tekeningnr. '7133-08', bladnummer '01', onderdeel 'Bestaande kabels en leidingen, proefsleuven en principedoorsneden', fase 'ON', status 'Ter Info', d.d. 21-11-2012
- projectnummer '70345', project 'Bouwrijp maken Kavel C2 Kop Zuidas', tekeningnr. '7978-03', bladnummer '1', onderdeel 'Kabels en leidingen, inclusief bestaande situatie', fase 'Definitief', status 'DTA', d.d. 12-10-2016;
- Gemeente Amsterdam, kenmerk '20160347 Ic/BE, onderwerp 'BVLC-kader Zuidas', d.d. 25-02-2016.

Uit deze documenten en aanvullende informatie van Van Rossum Raadgevende Ingenieurs Rotterdam BV zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- Peil = NAP +0,95 m;
- De nieuwbouw zal op palen worden gefundeerd, waarbij de voorkeur van de constructeur uit gaat naar een fundering op trillingvrij en grondverdringend ingeschroefde, in de grondgevormde betonpalen, type Fundex (met groutinjectie) of gelijkwaardig;
- De oppervlakte van nieuwbouw bedraagt 64,0 m × 31,0 m;
- De nieuwbouw wordt onderkelderde, met een oppervlakte van circa 56,0 m × 31,0 m, met onderkant van de keldervloer Peil -6,77 m = NAP -5,82 m;
- Onderkant poeren komt op circa NAP -6,5 m; afmetingen poeren 0,8 m bij 2,6 m en 2,6 m bij 2,6 m. Afmetingen kernpoer globaal 20 m bij 25 m;
- Onderkant liftputten komt op circa NAP -8,3 m; liftputten zijn gesitueerd in de kernpoer.

Een uitvoeringsplanning is nog niet beschikbaar. Ten behoeve van de vergunningsaanvraag is in samenwerking met de constructeur een globale planning opgesteld.

### **3. UITGEVOERD GRONDONDERZOEK**

#### **3.1 Sonderingen en boringen**

Op 17 tot en met 21 februari 2017 zijn door Mos Grondmechanica de sonderingen 1 tot en met 7 en 9 tot en met 12 uitgevoerd tot een diepte van maaiveld -29,6 m à maaiveld -35,0 m (maximaal NAP -34,4 m). Sondering 8 is, wegens een obstakel in de ondergrond, niet dieper uitgevoerd dan circa maaiveld -0,4 m. Naast de conusweerstand ( $q_c$ ) is de plaatselijke wrijving ( $f_s$ ) gemeten. Uit de plaatselijke wrijving en de conusweerstand is het wrijvingsgetal ( $R_f$ ) berekend. Dit getal geeft nader inzicht in de aanwezige grondsoorten.

Ter plaatse van sondering 2 is op 16 februari 2017 een boring uitgevoerd tot een diepte van 15 m onder maaiveld (maximaal NAP -14,8 m). De boring is, conform NEN-EN-ISO 22475-1, als verbuisde puls boring uitgevoerd. Tijdens het boren zijn 15 ongeroerde monsters gestoken. De grondopbouw is, conform NEN 5104, in het veld beschreven en aansluitend, in de vorm van een veldboorstaat, geleverd aan ons laboratorium. In het laboratorium zijn de ongeroerde monsters nauwkeurig beschreven en zijn van 9 monsters de volumegewichten bepaald. De boring is afgewerkt met een freatische peilbuis en een peilbuis in het diepe watervoerende pakket (circa NAP -14 m).

De sondeer- en boorlocaties zijn door onze landmeetkundige afdeling in het terrein uitgezet en gewaterpast ten opzichte van NAP.

Voor de resultaten van dit grondonderzoek wordt verwezen naar Mos Grondmechanica rapport R1602511-01, d.d. 20-02-2017. Ter volledigheid zijn de sonderingen tevens in bijlage A en de boring met volumegewichten in bijlage B opgenomen.

#### **3.2 Waterkwaliteit**

Uit de geplaatste diepe peilbuis zijn op 14 maart 2017 grondwatermonsters genomen. De grondwatermonsters zijn door Alcontrol BV te Hoogvliet, ingeschreven in het Sterlab-register voor laboratoria onder no. L028, geanalyseerd op een aantal lozingsparameters. Het analyserapport (certificaatnummer 12493783) is in bijlage C opgenomen. De analyseresultaten van de lozingsparameters zijn tevens in tabel 3-1 opgenomen.

Tabel 3-1: Analyseresultaten lozingsparameters

parameter	concentratie peilbuis 2-diep	eenheid
Onopgeloste bestanddelen	11	mg/l
pH	6,9	-
meettemperatuur pH	20,3	°C
EC (gecorrigeerd voor 25°C)	2.600	µS/cm
Zuurstof (O <sub>2</sub> )	<0,5	mg O <sub>2</sub> /l
Arseen (As)	<5	µg/l
Aluminium (Al) (na ontsluiting)	0,43	mg/l
IJzer (Fe) (na ontsluiting)	5,6	mg/l
Opgelost fosfaat (PO <sub>4</sub> -P)	1,4	mg P/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	39	mg N/l
Biologisch Zuurstof Verbruik (BZV) <sup>(1)</sup>	<3	mg O <sub>2</sub> /l
Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)	70	mg O <sub>2</sub> /l
Chloride	220	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> )	<0,75	mg/l
Nitraat (NO <sub>3</sub> -N)	<0,17	mg N/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> )	<0,3	mg/l
Nitriet (NO <sub>2</sub> -N)	<0,1	mg N/l
Stikstof Kjeldahl (N-Kj)	41	mg/l
Sulfaat (SO <sub>4</sub> )	10	mg/l

<sup>(1)</sup> Biologisch Zuurstof Verbruik na 5 dagen

Bij het resultaat van de analyses van het grondwatermonster wordt opgemerkt dat het gehalte onopgeloste bestanddelen in het grondwatermonster uit de peilbuis niet representatief is voor het gehalte onopgeloste bestanddelen tijdens de bemaling. Dit gehalte is namelijk zeer afhankelijk van het bemalingssysteem en van de wijze (kwaliteit) waarop het bemalingssysteem is geplaatst.

In het algemeen is de concentratie van zuurstof in het grondwater te laag om direct op het oppervlakte water te mogen lozen. Het water kan worden belucht door middel van een beluchtungskist of door middel van het installeren van het lozingswerk boven het ontvangend oppervlaktewater, waarbij het lozingswerk voorzien is van een sproeistuk.

Verder wordt opgemerkt dat het ijzergehalte hoog is. Water met dit ijzergehalte zal moeten worden ontijzerd voordat het geloosd mag worden op open water.

Uit het chloridegehalte blijkt dat het water in het watervoerende pakket brak is.

Voor een toetsing van de overige parameters aan de lozingseisen, wordt geadviseerd om de analysecertificaten aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen.

## 4. SCHEMATISERING VAN DE ONDERGROND

### 4.1 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeerlocaties varieert van NAP +0,61 m tot NAP +0,27 m.

Aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek is het volgende geotechnische profiel opgesteld:

- Vanaf maaiveld tot circa NAP +0,5 m à NAP -0,2 m zijn, als gevolg van het uitvoeren van een kernboring, geen conusweerstand gemeten;
- Vanaf circa NAP +0,5 m à NAP -0,2 m tot circa NAP -4,0 m à NAP -5,6 m is silthoudend tot grindhoudend zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand ( $q_c$ ) zijn gemeten van 1,2 MPa tot 15,0 MPa;
- Vanaf circa NAP -4,0 m à NAP -5,6 m tot circa NAP -5,6 m à NAP -6,7 m is een zettingsgevoelig veenpakket aangetroffen. In dit pakket zijn veelal conusweerstand gemeten van 0,4 MPa tot 0,6 MPa;
- Vanaf circa NAP -5,6 m à NAP -6,7 m tot circa NAP -6,7 m à NAP -7,3 m is een gelaagd pakket aanwezig, dat geleet op de conusweerstand ( $q_c$ ) en wrijvingsgetallen ( $R_f$ ) bestaat uit een (silthoudend) kleipakket. In dit pakket zijn veelal conusweerstand gemeten van circa 0,4 MPa à 1,2 MPa;
- Vanaf circa NAP -6,7 m à NAP -7,3 m tot circa NAP -9,3 m à NAP -9,7 m is sterk silthoudend zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand ( $q_c$ ) gemeten van 1,0 MPa tot 4,4 MPa;
- Vanaf circa NAP -9,3 m à NAP -9,7 m tot circa NAP -11,0 m à NAP -11,5 m is een siltig en humeus kleipakket aangetroffen, waarin conusweerstand ( $q_c$ ) gemeten van 0,4 MPa tot 1,0 MPa;
- Vanaf circa NAP -11,0 m à NAP -11,5 m tot circa NAP -16,3 m à NAP -16,7 m is een zandpakket aangetroffen, welke wordt doorsneden door enkele leem- en/of kleilagen. In het zand zijn conusweerstand ( $q_c$ ) gemeten van 5,0 MPa tot 20,0 MPa en hoger. In de kleilagen valt de conusweerstand ( $q_c$ ) terug tot circa 1,0 MPa à 2,0 MPa. De dikte, het niveau van de kleilagen en de vastheid van het zand kan per sondering sterk variëren;
- Vanaf circa NAP -11,0 m à NAP -11,5 m tot circa NAP -19,8 m à NAP -20,0 m, is een sterk gelaagd pakket aangetroffen, dat afwisselend uit (silthoudend) zand en (zand- en silthoudend) klei bestaat. In de zandlagen bedraagt de conusweerstand 2,0 MPa tot 6,0 MPa. In de kleilagen valt de conusweerstand terug tot circa 1,6 à 3,0 MPa;
- Hieronder tot aan de maximaal verkende diepte van NAP -34,4 m is een matig tot zeer vast gepakt zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand zijn gemeten van 11 MPa tot 30 MPa en hoger.



## 4.2 Geohydrologische schematisering

Uit het uitgevoerde grondonderzoek, uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO) en uit RegisII.1 is de geohydrologische schematisering afgeleid.

De ondergrond bestaat uit vanaf maaiveld tot NAP -4,0 à -5,6 m uit een opgebrachte zandlaag. Daaronder ligt een Holocene deklaag tot circa NAP -11,0 m.

Tussen NAP -11 m en NAP -16 m is de eerste zandlaag aanwezig. Beneden de eerste zandlaag wordt een stoorlaag (Eemformatie / Alleröd) aangetroffen tot circa NAP -19 à -20 m, gevolgd door de tweede zandlaag (regionaal eerste watervoerend pakket).

Op basis van sonderingen uit diverse projecten in de omgeving is, op basis van de conuswaarde, een profiel van de ondergrond gemaakt (zie figuur 4-1). De sonderingen voor het huidige projecten liggen in de blauwe omkadering. De grondopbouw op locatie blijkt zeer goed vergelijkbaar met de grondopbouw van naburige projecten, waaronder het naastgelegen hotel NHOW.



Figuur 4-1 Doorsnede op basis van conusweerstand (verticale as diepte in m NAP)

Bij de extra diep uitgevoerde sondering 13 van NHOW-hotel zijn tussen NAP -49 m en NAP -53 m waterremmende kleilagen aangetroffen. In andere diepe sonderingen voor diverse projecten is deze laag wisselend wel en niet aangetroffen; de weerstand van deze laag is daarom laag aangenomen. Daaronder wordt het regionale tweede watervoerend pakket verwacht. De tweede scheidende laag wordt beschouwd als de geohydrologische basis.

De deklaag onder de zandige ophooglaag bestaat uit een veenpakket, een wadzandlaag en de basisveenlaag. Voor de deklaag zijn geen parameters beschikbaar in de literatuur. Hiervoor zijn parameters ingeschat aan de hand van het grondonderzoek.

Voor een nabijgelegen project van Mos Grondmechanica is een pompproef uitgevoerd. De gepresenteerde parameters zijn mede gebaseerd op de resultaten van die pompproef. Tevens is bij hotel NHOW een proefbemaling uitgevoerd waarvan de ervaring ook voor dit project is gebruikt.

Voor het tweede watervoerend pakket is uitgegaan van een geschat doorlaatvermogen van 1.000 m<sup>2</sup>/d. De tweede scheidende laag heeft volgens REGISII.1 een dikte van circa 12 m.

In tabel 4-1 is de gehanteerde geohydrologische schematisering aangegeven.

Tabel 4-1: Gehanteerde geohydrologische schematisering

grondlaag		geohydrologische eenheid	geohydrologische parameter	
Van [m + NAP]	tot [m + NAP]		doorlaatvermogen [m <sup>2</sup> /d]	weerstand [d]
+0,5 (=maaiveld)				700
	-3 à -5	ophooglaag	25	
-3 à -5	-5	deklaag		500
-5		wadzand	5	
	-11,5	onderzijde deklaag		1.500
-11,5	-15	eerste zandlaag	60	
-15	-17	Eemlaag / Alleröd		10 à 30
-17	-30	eerste watervoerend pakket	300	
-30	-30	fictieve scheidende laag		0,5
-30	-49	eerste watervoerend pakket	400	
-49	-53	eerste scheidende laag		20
-53	-69	tweede watervoerend pakket	1.000	
-69	-81	tweede scheidende laag <sup>(1)</sup>		∞

<sup>(1)</sup> Deze scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis

Om de voeding door neerslag te simuleren, is aan maaiveld een voedingsweerstand van 700 dagen gehanteerd.

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van algemene gegevens. Met name de weerstand op circa NAP -17 m is in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. De weerstand is naar verwachting laag ingeschat (voor berekeningen is 10 dagen gehanteerd), waardoor naar verwachting een te hoog debiet wordt berekend (worst case scenario).

Daarnaast is de aan- of afwezigheid van de kleilaag op circa NAP -50 m van belang. De kleilaag is op een naburige locatie verkend met een diepe sondering; ook bij andere projecten zijn diepe sonderingen uitgevoerd, hieruit blijkt dat de betreffende laag niet overal aaneengesloten aanwezig is.

### 4.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Tijdens het uitvoeren van boring 2 op 16 februari 2017 is grondwater aangetroffen vanaf NAP -1,09 m.

In het boorgat van boring 2 zijn peilbuizen afgesteld. De waterstand in de peilbuis is enkele keren gepeild. De resultaten van de metingen zijn in tabel 4-2 opgenomen.

Tabel 4-2: Gemeten grondwaterstanden/stijghoogten

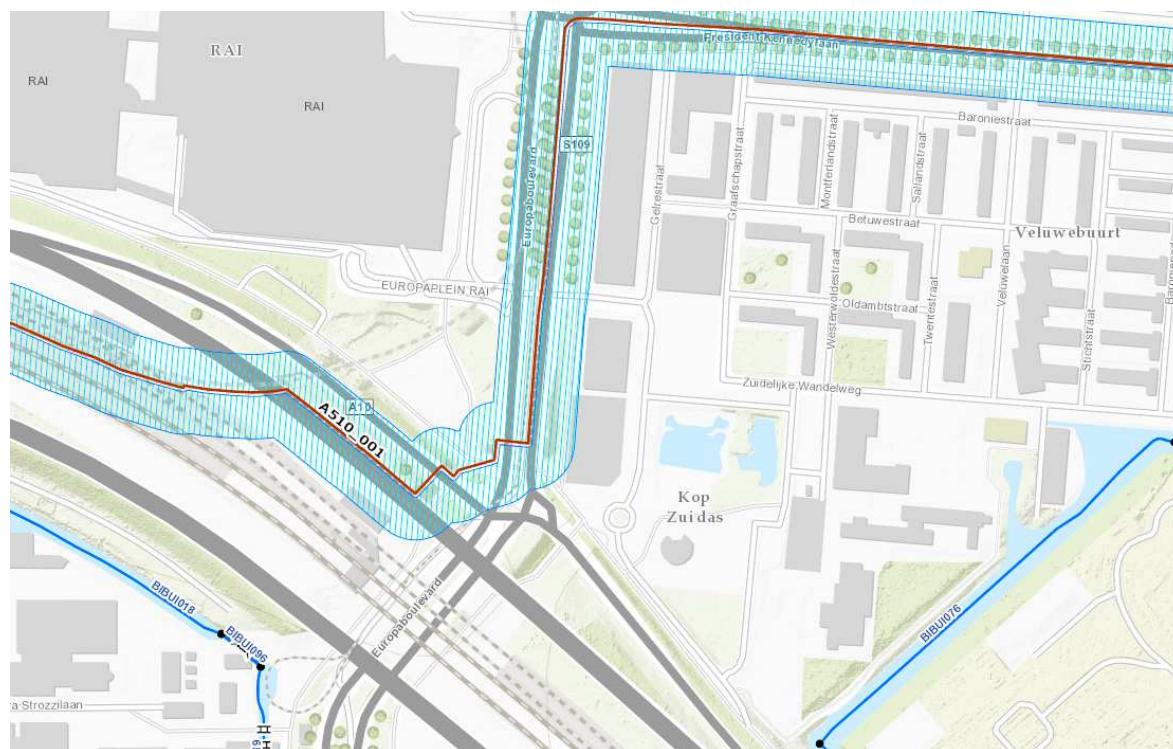
Peilbuisgegevens [m + NAP]			
nummer peilbuis	2-1	2-2	
maaiveld	+0,31	+0,31	
bovenkant peilbuis	+0,84	+0,80	
diepte filter	van	-1,69	-13,29
	tot	-2,69	-14,29

Grondwaterstanden en stijghoogten [m + NAP]		
16-02-2017 <sup>(1)</sup>	-1,15	-3,11
20-02-2017	-1,14	-3,06
14-03-2017	-	-3,64 <sup>(2)</sup>
31-03-2017	-1,01	-3,07

(1) Direct na plaatsing van de peilbuis opgenomen en daardoor mogelijk minder betrouwbaar

(2) Meting onder invloed van proefonttrekking bij NHOW-hotel

De locatie valt binnen de Binnendijkse en Buitenveldertse polder (streefpeil NAP -2,0 m). De grens loopt ter plaatse van de Europaboulevard en naar het westen toe ter plaatse van de A10 (zie figuur 4-1). Het gebied ten westen van de Europaboulevard en ten noorden van de A10 behoort tot de Amstellands Boezem (streefpeil NAP -0,4 m).



Figuur 3-1 Ligging waterkering

Aan de westzijde van de Europaboulevard wordt de kelder gerealiseerd voor NHOW-hotel; Mos Grondmechanica voert hiervoor de monitoring uit. Hieruit blijkt de gemeten stijghoogte op locatie op 14 maart 2017 (zie tabel 4-2) onder invloed staat van een proefonttrekking bij het NHOW-hotel. Buiten de periode van onttrekkingen worden stijghoogten van circa NAP -3,0 m gemeten.

Uit de grondwaterkaart van Nederland (TNO; 1979) is af te leiden dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket op 28 augustus 1977 en op 14 december 1977 respectievelijk NAP -4,3 m en NAP -4,0 m bedroeg.

Uit het grondwaterarchief van Waternet zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. Van enkele relevante peilbuizen zijn in het grondwaterarchief gegevens aanwezig. De locaties van de peilbuizen zijn in bijlage D op een topografische ondergrond aangegeven. Ook zijn in bijlage D de tijdstijghoogtelijnen van de peilbuizen opgenomen. In tabel 4-3 is een aantal kenmerken van de peilbuizen aangegeven. Tevens is in deze tabel een aantal statistische grootheden van de gemeten grondwaterstanden opgenomen.

**Tabel 4-3:** *Statistische uitwerking van een aantal peilbuizen van Waternet in de omgeving van het project*

peilbuis	maaiveld [m + NAP]	filter		statistische eigenschappen			
		van [m + NAP]	tot [m + NAP]	HG [m + NAP]	GHG [m + NAP]	Gemiddelde [m + NAP]	GLG [m + NAP]
freatische peilbuizen (ophooglaag)							
F05203A	+5,69	-4,28	-5,28	-0,07	-0,29	-0,42	-0,54
F06015A	+7,12	-3,74	-4,74	-0,20	-0,43	-0,55	-0,69
F06041A	-0,10	-1,52	-2,52	-1,57	-1,59	-1,67	-1,74
F06042A	-0,38	-1,64	-2,64	-1,22	-1,32	-1,49	-1,64
F06103A	+0,65	-1,84	-2,84	+0,03	-0,38	-0,54	-0,81
F06104A	+0,71	-1,78	-2,78	-0,28	-0,33	-0,52	-0,73
F06142A	+0,21	-2,45	-3,45	-0,25	-0,44	-0,66	-0,89
F06198A	+0,87	-2,13	-3,13	-0,23	-0,29	-0,56	-0,74
F06199A	+0,68	-2,25	-3,25	-0,35	-0,47	-0,67	-0,90
F06263A	-0,59	-2,56	-3,56	-1,66	-1,75	-1,78	-1,82
F06267A	+0,35	-1,75	-2,75	-0,53	-0,66	-0,89	-1,09
stijghoogten in het watervoerend pakket							
F05203C	+5,69	-13,77	-14,77	-3,07	-3,12	-3,24	-3,38
F06015C	+7,12	-13,75	-14,75	-3,10	-3,15	-3,24	-3,35
F06198C	+0,87	-12,52	-13,52	-3,07	-3,10	-3,22	-3,32
F06199C	+0,68	-12,42	-13,42	-3,09	-3,15	-3,24	-3,36
F05203D	+5,69	-24,76	-25,76	-3,08	-3,13	-3,23	-3,36
F06015D	+7,12	-24,13	-25,13	-3,10	-3,13	-3,22	-3,30
F06198F	+0,87	-23,14	-24,14	-3,05	-3,10	-3,20	-3,29

De GHG en GLG worden benaderd met de representatieve hoogste grondwaterstand (RHG) en representatief laagste (RLG) grondwaterstand. De RHG is de 90 percentielwaarde van de gemeten reeks grondwaterstanden, dit betekent dat 10% van de metingen een hogere waarde heeft dan de RHG. De representatieve laagste grondwaterstand (RLG) is gedefinieerd op de 10 percentielwaarde.

Uit de definitie van de representatieve hoogste en de representatieve laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd. En de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten grondwaterstand (HG) kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

In de bovenstaande tabel is de 90-percentiel gebruikt als benadering van de GHG en de 10-percentiel als benadering van de GLG.

Ten behoeve van de berekeningen voor het maximale debiet wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -1,0 m (GHG). Voor de lage grondwaterstand wordt uitgegaan van NAP -2,0 m (polderpeil).

Ten behoeve van de berekeningen voor het maximale debiet wordt in dit advies uitgegaan van een maatgevend hoge stijghoogte (GHS) van NAP -3,0 m in de eerste zandlaag en het eerste watervoerend pakket. Voor de lage stijghoogte (GLS) wordt uitgegaan van NAP -3,4 m.

## 5. STABILITEIT VAN DE BODEM VAN DE BOUWKUIP

### 5.1 Diepste ontgravingsniveau zonder spanningsbemaling

Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -3,0 m is beoordeeld tot welk niveau zonder spanningsbemaling kan worden ontgraven, dit is NAP -4,9 m.

Maatgevende sondering: 12 / 11  
Ontgravingsniveau: NAP -4,9 m;  
Evenwichtsniveau: NAP -11,0 m;

Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-4,9 tot -6,0	1,1 m veen ( $\gamma=11 \text{ kN/m}^3$ )	12,1 kN/m <sup>2</sup>
-6,0 tot -6,8	0,8 m klei ( $\gamma=15 \text{ kN/m}^3$ )	12,0 kN/m <sup>2</sup>
-6,8 tot -9,4	2,6 m klei/wadzand ( $\gamma=17 \text{ kN/m}^3$ )	44,2 kN/m <sup>2</sup>
-9,4 tot -10,1	0,7 m klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	9,8 kN/m <sup>2</sup>
-10,1 tot -11,0	0,9 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	10,8 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		88,9 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 80 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -3,0 m.

Vanuit de tweede zandlaag is geen risico op opbarsten aanwezig, ook niet bij de diepere ontgravingsniveaus.

### 5.2 Algemeen ontgravingsniveau

De onderkant van de keldervloer is voorzien op NAP -5,82 m. Aangezien op deze diepte veen en of humeuze klei wordt verwacht, wordt uitgegaan van een circa 0,5 m diepere ontgraving ten behoeve van een grondverbetering van zand. Indien de bouwput in den droge wordt ontgraven tot NAP -6,3 m bestaat mogelijk het gevaar dat de voor water slecht doorlatende laag tussen ontgravingsniveau en NAP -11 m opbarst. Aan de hand van sondering 12 is een berekening gemaakt ten behoeve van de stabiliteit van de bouwputbodem. Allereerst wordt de neerwaartse gronddruk bepaald. Vervolgens kan de maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau worden bepaald.

Maatgevende sondering: 12  
Ontgravingsniveau: NAP -6,3 m;  
Evenwichtsniveau: NAP -11,0 m;

Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-6,3 tot -6,8	0,5 m klei ( $\gamma=15 \text{ kN/m}^3$ )	7,5 kN/m <sup>2</sup>
-6,8 tot -9,4	2,6 m klei/wadzand ( $\gamma=17 \text{ kN/m}^3$ )	44,2 kN/m <sup>2</sup>
-9,4 tot -10,1	0,7 m klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	9,8 kN/m <sup>2</sup>
-10,1 tot -11,0	0,9 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	10,8 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		72,3 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk 65 kN/m<sup>2</sup>. De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -4,5 m. Als de stijghoogte in het watervoerende pakket tijdens de uitvoering hoger is dan NAP -4,5 m bestaat er gevaar dat de bouwputbodem opbarst.

Na het aanbrengen van de 0,5 m grondverbetering bedraagt de maximaal toelaatbare stijghoogte NAP -3,7 m.

### 5.3 Poeren

Ten behoeve van de poeren zal dieper moeten worden ontgraven. Onderkant poeren is voorzien op NAP -6,5 m, aangenomen wordt dat een werkvloer van zand van maximaal 0,3 m dikte voldoet. De maximale ontgraving reikt daarmee tot NAP -6,8 m. Indien de ontgraving plaats vindt vanaf het algemene ontgravingsniveau onder een talud van 1:1 en een maximale bodembreedte van 4,0 m mag 38% van de naastgelegen grond worden meegeteld:

Maatgevende sondering: 12  
 Algemeen ontgravingsniveau: NAP -5,8 m;  
 Verdiept ontgravingsniveau: NAP -6,8 m (bodembreedte 4,0 m; talud 1:1);  
 Evenwichtsniveau: NAP -11,0 m;  
 Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-5,8 tot -6,3	0,5 m zand ( $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ) * 38%	3,4 kN/m <sup>2</sup>
-6,3 tot -6,8	0,5 m klei ( $\gamma=15 \text{ kN/m}^3$ ) * 38%	2,9 kN/m <sup>2</sup>
-6,8 tot -9,4	2,6 m klei/wadzand ( $\gamma=17 \text{ kN/m}^3$ )	44,2 kN/m <sup>2</sup>
-9,4 tot -10,1	0,7 m klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	9,8 kN/m <sup>2</sup>
-10,1 tot -11,0	0,9 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	10,8 kN/m <sup>2</sup>
totale neerwaartse gronddruk:		71,1 kN/m <sup>2</sup>

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk  $64 \text{ kN/m}^2$ . De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -4,6 m.

Voor de kernpoer zijn de afmetingen dermate groot, dat geen rekening mag worden gehouden met spanningsspreiding. De neerwaartse gronddruk, gecorrigeerd met partiële materiaalfactor, bedraagt  $58 \text{ kN/m}^2$ . De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -5,2 m.

## 5.4 Liftput

Ten behoeve van de liftput zal dieper moeten worden ontgraven. Onderkant liftput is voorzien op NAP -8,3 m, aangezien op dit niveau zandige klei tot wadzand wordt aangetroffen, volstaat een werkvloer van zand van 0,1 m dikte. De maximale ontgraving reikt daarmee tot NAP -8,4 m.

De liftput is gesitueerd midden in de kernpoer. De breedte bedraagt circa 3,2 m. In de breedte van de ontgraving voor de liftput 4,0 m bedraagt, mag 18% van de naastgelegen grond worden meegeteld:

Maatgevende sondering: 12  
Algemeen ontgravingsniveau: NAP -6,8 m;  
Verdiept ontgravingsniveau: NAP -8,4 m (bodembreedte 4,0 m; talud 1:1);  
Evenwichtsniveau: NAP -11,0 m;  
Neerwaartse gronddruk:

van tot [m NAP]	dikte en aard grondlaag	neerwaarts
-6,8 tot -8,4	1,6 m klei/wadzand ( $\gamma=17 \text{ kN/m}^3$ ) * 18%	4,9 $\text{kN/m}^2$
-8,4 tot -9,4	1,0 m klei/wadzand ( $\gamma=17 \text{ kN/m}^3$ )	17,0 $\text{kN/m}^2$
-9,4 tot -10,1	0,7 m klei ( $\gamma=14 \text{ kN/m}^3$ )	9,8 $\text{kN/m}^2$
-10,1 tot -11,0	0,9 m basisveen ( $\gamma=12 \text{ kN/m}^3$ )	10,8 $\text{kN/m}^2$
totale neerwaartse gronddruk:		42,5 $\text{kN/m}^2$

Gecorrigeerd met de partiële belastingfactor van 0,9 (NEN 9997-1: partiële factor voor weerstandbiedende, gunstig werkende blijvende belasting) bedraagt de rekenwaarde van de neerwaartse gronddruk  $38 \text{ kN/m}^2$ . De maximaal toelaatbare stijghoogte onder het evenwichtsniveau bedraagt NAP -7,2 m.

## 5.5 Na aanbrengen -2 vloer

Na het aanbrengen van poeren, liftput en het storten van de -2 vloer, bedraagt op basis van gewicht de maximaal toelaatbare stijghoogte NAP -3,0 m.



## 5.6 Overzicht

De resultaten van de beoordeling van de stabiliteit van de bodem van de bouwkuip zijn in tabel 5-1 samengevat.

*Tabel 5-1: Samenvatting stabiliteit van de bodem van de bouwkuip*

fase	ontgravingsniveau [m + NAP]	maximaal toelaatbare stijghoogte [m + NAP]	opmerkingen
ontgraven zonder spanningsbemaling	-4,9	-3,0	
ontgraven bouwput	-6,3	-4,5	
na voltooiing grondverbetering	-5,8	-3,7	
poeren (excl. kernpoer)	-6,8	-4,6	bodembreedte maximaal 4,0 m; talud 1:1
kernpoer (excl. liftput)	-6,8	-5,2	
liftput	-8,4	-7,2	bodembreedte maximaal 4,0 m; talud 1:1
na aanbrengen -2 vloer	-5,52	-3,0	

## 6. BEMALINGSADVIES

### 6.1 Algemeen

Om het benodigd te onttrekken debiet en daarmee de invloed van de bemaling op de omgeving te beperken, wordt geadviseerd om rondom de bouwkuip een damwand toe te passen tot minimaal NAP -17 m (geohydrologisch uitgangspunt). De damwand wordt in dit geval geplaatst tot in de waterremmende Eem / Allerödlag. Op deze manier wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de van nature aanwezige waterremming. In het damwandadvies wordt uitgegaan van een inheinniveau van NAP -20 m.

Verder wordt uitgegaan van het retourneren van water van de spanningsbemaling.

#### *Benodigde verlaging freatische grondwaterstand*

Het algemeen ontgravingsniveau voor de aanleg van de kelder bedraagt circa NAP -5,8 m (onderkant keldervloer) à NAP -6,3 m (onderkant grondverbetering). Ten behoeve van een goed begaanbare bodem van de bouwput dient de grondwaterstand circa 0,5 m onder de bouwputbodem te worden verlaagd (tot NAP -6,3 m). Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -1,0 m bedraagt de benodigde freatische verlaging circa 5,3 m.

Tijdens de aanleg van de liftput en poeren wordt geadviseerd de grondwaterstand lokaal te verlagen tot NAP -8,5 m. Dit betekent een tijdelijke (lokale) verlaging met 7,5 m.

#### *Benodigde verlaging eerste zandlaag*

Als de bouwput dieper dan NAP -4,9 m wordt ontgraven, bestaat het risico dat de bodem van de bouwput opbarst. Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -3,0 m zal de stijghoogte tijdens aanleg liftputten (maatgevende situatie) met 4,2 m moeten worden verlaagd tot NAP -7,2 m.

De per fase benodigde verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte zijn in tabel 6-1 opgenomen.

Tabel 6-1: Benodigde verlagingen grondwaterstand en stijghoogte

onderdeel	Ontgravings-niveau [m + NAP]	maximaal toelaatbare stijghoogte [m + NAP]	Benodigde verlaging [m]		opmerkingen
			freatisch <sup>1)</sup>	eerste zandlaag <sup>2)</sup>	
ontgraven zonder spanningsbemaling	-4,9	-3,0	4,4	0,0	
ontgraven bouwput	-6,3	-4,5	5,3	1,5	
na voltooiing grondverbetering	-5,8	-3,7	5,3	0,7	
poeren (excl. kernpoer)	-6,8	-4,6	5,0	1,6	bodembreedte: 4,0 m, talud 1:1
kernpoer (excl. liftput)	-6,8	-5,2	5,0	2,2	
liftput	-8,4	-7,2	7,5	4,2	bodembreedte: 4,0 m, talud 1:1
na aanbrengen -2 vloer	-5,52	-3,0	4,8	0,0	

<sup>1)</sup> Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -1,0 m.

<sup>2)</sup> Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -3,0 m.

## 6.2 Bemalingssysteem

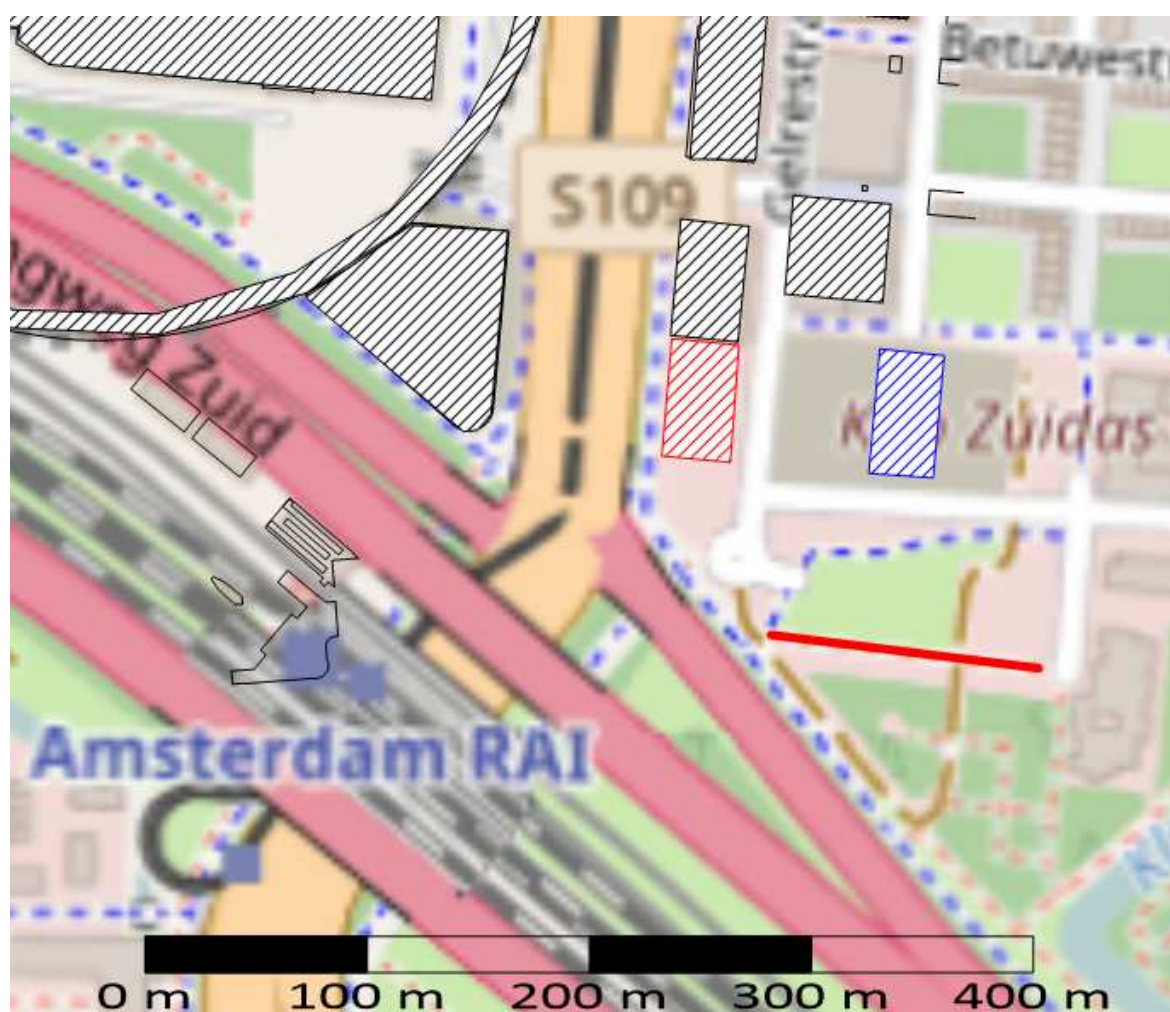
De **spanningsbemaling in de eerste zandlaag** kan plaatsvinden door middel van een bronbemaling in de zandlaag tussen NAP -11 m en NAP -16 m. Hierbij is er vanuit gegaan dat de damwanden tenminste tot NAP -17 m worden geplaatst. De spanningsbemaling dient te worden uitgevoerd met bronnen voorzien van onderwaterpompen. In dit advies is ervan uitgegaan dat er 6 bronnen aan de binnenzijde van de bouwkuip worden geplaatst (rekening houdend met positie liftput). Iedere bron dient een capaciteit te hebben van minimaal 10 m<sup>3</sup>/u. De filters van de bronnen dienen te worden afgesteld tussen circa NAP -11,5 m en NAP -15,5 m. De laag onder deze diepte mag niet verstoord worden. Indien dit wel gebeurt, kan dit nadelige gevolgen hebben voor het benodigde onttrekkingsdebiet. Verder dienen de bronnen te voldoen aan de BRL2100 (mechanisch boren); dit houdt feitelijk in dat de bronnen door middel van zuigboren moeten worden aangebracht.

Voorafgaand aan het ontgraven dieper dan NAP -4,9 m dient de spanningsbemaling in de eerste zandlaag in bedrijf te worden genomen. Met het ontgraven mag worden aangevangen nadat de stijghoogte voldoende is verlaagd. Dit kan worden aangetoond met peilbuiswaarnemingen. Aanbevolen wordt om een redelijk aantal peilbuizen in de bouwput toe te passen (minimaal 2) op strategische plaatsen. Bij verlies van de peilbuizen dienen deze te worden herplaatst.

Naast de spanningsbemaling is een **bouwputbemaling** noodzakelijk. Tijdens het ontgraven van de bouwkuip kan een klokpomp in een verdiept gedeelte worden toegepast. Indien een betere ontwatering tijdens het ontgraven is gewenst, kan aanvullend een filterbemaling bestaande uit filters tot NAP -9 m h.o.h. 3 à 4 m worden toegepast. Om hiermee ook de topzandlaag te ontwateren, dient een omhulling/omstorting tot minimaal NAP -3 m (dus over 6 m lengte) te worden toegepast; in de filters dienen inhangars te worden toegepast. In verband met de maximale opvoerhoogte wordt met de pompen op maaiveld waarschijnlijk onvoldoende verlaging behaald voor de algemene ontgraving; door het verdiept plaatsen van de pompen en ringleiding (ophangen aan damwand) kan dit worden verholpen.

Ondanks het toepassen van een filterbemaling (tijdens het ontgraven) blijft een open bemaling noodzakelijk. Eventueel kunnen op einddiepte in sleuven onder de grondverbetering horizontale drains worden toegepast voor de bouwputbemaling. De drains moeten worden ingepast in het palenplan. Het water uit de bouwputbemaling is niet geschikt om te retourneren en zal moeten worden geloosd (op open water of riolering).

Op verzoek van Waternet wordt uitgegaan van een **retourbemaling** voor het water afkomstig uit de spanningsbemaling. De retourbemaling kan op korte afstand van de locatie plaatsvinden. Gezien de huidige en geplande gebiedsinrichting zal de retourbemaling ten zuidoosten van de locatie plaatsvinden. Over de exacte locatie is overleg gevoerd met gemeente Amsterdam. De retourbronnen kunnen worden geplaatst tot bijvoorbeeld NAP -30 m met 10 m filter. Verwacht wordt dat per retourbron 10 tot 15 m<sup>3</sup>/u kan worden geretourneerd. Naar verwachting zijn 3 tot 4 retourbronnen voldoende op onderlinge afstanden van 15 tot 20 m. De globale locatie van de retourbemaling is in figuur 6-1 weergegeven als dikke rode lijn. De rood gekleurde rechthoek betreft het project SuitSupply.



Figuur 6-1 Geplande locatie retourbemaling

### 6.3 Prognose van het debiet

Met behulp van het eindige elementenprogramma MicroFEM is een model voor de grondwaterstroming gemaakt waarin de parameters uit paragraaf 4.2 zijn verwerkt. De straal van het model bedraagt circa 5 km. Met dit model zijn stationaire berekeningen uitgevoerd.

Voor de bouwputbemaling wordt na het eenmalig leegmalen een debiet van circa  $2 \text{ m}^3/\text{u}$  afgeleid. Dit water kan niet worden geretourneerd. Gelet op het beperkte debiet hiervan wordt uitgegaan van lozing op de riolering. Het water afkomstig van de spanningsbemaling wordt op korte afstand van de bouwput in het regionale 1<sup>e</sup> watervoerende pakket geretourneerd. Door het toepassen van de retourbemaling ontstaat een gering rondpompeffect waardoor de berekende debieten voor de spanningsbemaling lichtelijk hoger worden dan in de situatie zonder retourbemaling.

Op basis van de genoemde uitgangspunten en de nu bekende projectgegevens is het noodzakelijke debiet berekend. In tabel 6-2 zijn de berekeningsresultaten opgenomen.

Tabel 6-2: Prognose stationair debiet

onderdeel	Ontgravings- niveau [m + NAP]	maximaal toelaatbare stijghoogte [m + NAP]	Benodigde verlaging [m]		prognose debiet [m³/u]	retour debiet [m³/u]
			freatisch <sup>1)</sup>	1e zandlaag <sup>2)</sup>		
ontgraven zonder spanningsbemaling	-4,9	-3,0	4,4	0,0	<2	0
ontgraven bouwput	-6,3	-4,5	5,3	1,5	20	18
na voltooiing grondverbetering	-5,8	-3,7	5,3	0,7	15	13
poeren (excl. kernpoer)	-6,8	-4,6	5,0	1,6	20	18
kernpoer (excl. liftput)	-6,8	-5,2	5,0	2,2	25	23
liftput	-8,4	-7,2	7,5	4,2	40	38
na aanbrengen -2 vloer	-5,52	-3,0	4,8	0,0	<2	0

<sup>1)</sup> Uitgaande van een maatgevend hoge grondwaterstand van NAP -0,5 m.

<sup>2)</sup> Uitgaande van een maatgevend hoge stijghoogte van NAP -3,1 m.

Daarnaast dient eenmalig de verlaging in de bouwkuip te worden gerealiseerd. Het waterbezwaar is mede afhankelijk van de snelheid van ontgraven na start bemaling. Naar verwachting dient voor het verlagen maximaal 2.500 m³ te worden verpompt.

Opgemerkt wordt dat deze prognoses hoofdzakelijk afhangen van de verticale weerstand van de Eem / Allerödlag tussen circa NAP -16 m en NAP -17 m. De werkelijke grootte van deze weerstand (en dus van het debiet) kan afwijken. Naar verwachting is de weerstand laag ingeschat (worst case scenario). Het is mogelijk dat in de praktijk minder dan het berekende debiet optreedt. Bij het naastgelegen Nhow-hotel is een proefbemaling uitgevoerd waarbij conform verwachting een weerstand van 10 dagen of hoger is herleid. Op de huidige locatie is de betreffende laag mogelijk minder doorlatend; in de berekeningen is echter uitgegaan van 10 dagen.

## 6.4 Waterbezwaar

Een uitvoeringsplanning is op dit moment nog niet beschikbaar. Samen met de constructeur is een realistische overall planning opgesteld voor de diverse onderdelen. Op basis van de geschatte planning is aan de hand van de berekende debieten het waterbezwaar bepaald. Het waterbezwaar is in tabel 6-3 weergegeven.

Tabel 6-3: *Prognose waterbezwaar*

onderdeel	duur [weken]	prognose debiet [m <sup>3</sup> /u]	retourdebiet [m <sup>3</sup> /u]	waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]
eenmalig waterbezwaar	-	-	-	2.500
ontgraven zonder spanningsbemaling	2	2	-	700
ontgraven en aanbrengen grondverbetering t.b.v. keldervloer	2	20	18	6.700
liftput en poeren	8	40	38	54.000
aanleg keldervloer -2	6	15	13	15.000
na aanleg keldervloer -2	20	2	-	6.700
totaal:	34			85.600

Geadviseerd wordt een vergunning aan te vragen voor het in tabel 6-4 waterbezwaar:

Tabel 6-4: *Aan te vragen waterbezwaar*

Tijdseenheid	Waterbezwaar onttrekking	Waterbezwaar retour	Waterbezwaar Lozing
Per uur	40 m <sup>3</sup> /u	38 m <sup>3</sup> /u	2 m <sup>3</sup> /u
Per dag	960 m <sup>3</sup> /dag	912 m <sup>3</sup> /dag	48 m <sup>3</sup> /dag
Per week	6.720 m <sup>3</sup> /week	6.380 m <sup>3</sup> /week	340 m <sup>3</sup> /week
Per maand	29.000 m <sup>3</sup> /maand	27.500 m <sup>3</sup> /maand	1.500 m <sup>3</sup> /maand
Per kwartaal	68.000 m <sup>3</sup> /kwartaal	62.000 m <sup>3</sup> /kwartaal	6.000 m <sup>3</sup> /kwartaal
Totaal	85.600 m <sup>3</sup>	74.200 m <sup>3</sup>	11.400 m <sup>3</sup>

## 7. INVLOED OP DE OMGEVING

### 7.1 Algemeen

Ten gevolge van de bemaling kunnen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld)zettingen, invloed op bebouwing, snelweg A10, waterkering, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak. In onderstaande paragrafen worden deze zaken behandeld.

### 7.2 Verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte

De verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving is berekend met behulp van hetzelfde grondwatermodel in MicroFEM waarmee ook het debiet is berekend (zie ook paragraaf 6.3). In het model is tevens rekening gehouden met lek door de damwanden en het effect van de retourbemaling.

Met het model zijn de diverse fasen doorgerekend. Voor de maatgevende situatie zijn de verlaginglijnen opgesteld. Dit betreffen de verlagingen die optreden aan het einde van de aanleg poeren en liftputten. In bijlage E zijn de verlaginglijnen opgenomen.

In tabel 7-1 zijn de maximale verlagingen vermeld, in tabel 7-2 de maximale verhogingen.

*Tabel 7-1: Maximale verlagingen*

Afstand [m]	verlaging freatisch [m]	verlaging 1 <sup>e</sup> zandlaag [m]	verlaging 2 <sup>e</sup> zandlaag [m]
binnen bouwkuip	7,50	4,20	0,40
5	0,10	0,20	0,30
20	0,08	0,15	0,20
65	0,05	0,10	0,10
150	<0,05	0,05	0,05

*Tabel 7-2: Maximale verhogingen*

Afstand [m]	verhoging freatisch [m]	verhoging 1 <sup>e</sup> zandlaag [m]	verhoging 2 <sup>e</sup> zandlaag [m]
tussen retourbronnen	<0,05	0,20	0,40
10	<0,05	0,20	0,25
45	<0,05	0,15	0,15
85	<0,05	0,10	0,10
175	<0,05	0,05	0,05

### 7.3 Zettingen

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

Ten aanzien van de zettingen is de situatie met de grootste bemaling voor de diepe onderdelen maatgevend. De verlagingen bij het algemene ontgravingsniveau zijn dermate gering dat ten gevolge van deze bemaling geen additionele zettingen zullen optreden.

Aangenomen wordt dat de GLG circa NAP -2,0 m bedraagt en de GLS circa NAP -3,4 m. In onderstaande beschouwing wordt ervan uitgegaan dat de opbouw van de ondergrond op de projectlocatie eveneens representatief is voor de opbouw van de ondergrond in de omgeving van het project.

Ten behoeve van de zettingsberekeningen is, aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek, de ondergrond geschematiseerd tot de in tabel 7-3 vermelde grondopbouw. Vervolgens zijn voor iedere laag de grondeigenschappen ingeschat aan de hand van het sondeerbeeld (gemeten conusweerstand) en tabel 2.b van NEN 9997-1.

Tabel 7-3: Geotechnische schematisering en grondeigenschappen

laag nr.	ok. laag [m + NAP]	grondsoort	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [-]	$C_s$ [-]	$C'_p$ [-]	$C'_s$ [-]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
	+0,9	maaiveld						
1	-5,0	zand	18 / 20	1.800	$\infty$	600	$\infty$	gedraineerd
2	-6,0	veen	11 / 11	40	160	10	40	$1 \cdot 10^{-7}$
3	-6,8	klei	15 / 15	40	160	10	40	$5 \cdot 10^{-8}$
4	-10,2	klei, zandig	16 / 16	80	320	20	80	$5 \cdot 10^{-8}$
5	-11,2	basisveen	12 / 12	40	160	10	40	$1 \cdot 10^{-7}$
6	-16,2	eerste zandlaag	18 / 20	3.000	$\infty$	1.000	$\infty$	gedraineerd
7	-16,6	klei (stijf)	17 / 17	100	400	25	100	$5 \cdot 10^{-8}$

Hierin is:

$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$	=	aardvochtig/verzadigd volumegewicht
$C_p / C'_p$	=	primaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
$C_s / C'_s$	=	secundaire samendrukkingsconstanten voor/na grensspanning
$c_v$	=	consolidatiecoëfficiënt

De onderliggende lagen (dieper dan NAP -16,6 m) worden als niet zettingsgevoelig beschouwd.

Aangenomen wordt dat de ondergrond is aangepast aan een grondwaterstand en stijghoogte gelijk aan de GLG c.q. GLS; deze is aangenomen op circa NAP -2,0 m respectievelijk NAP -3,4 m.

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd met het programma D-Settlement, versie 14.1. Als berekeningsmethode is de methode ontwikkeld door "Koppejan" aangehouden, waarbij rekening is gehouden met consolidatie en seculaire effecten.



In tabel 7-4 staan de verlagingen ten opzichte van NAP direct nabij de bouwkuip vermeld voor een gemiddelde uitgangssituatie.

*Tabel 7-4: Verlagingen ten opzichte van NAP*

	Gemiddelde uitgangssituatie [m + NAP]	verlaging [m + NAP]
freatisch (en deklaag)	-1,50	-1,65
eerste zandlaag	-3,20	-3,55
tweede zandlaag	-3,20	-3,70

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat het verschil tussen de grondwaterstand en de stijghoogte lineair wordt overbrugd over de basisveenlaag tussen NAP -10,2 m en NAP -11,2 m, en het verschil in stijghoogte tussen de eerste en tweede zandlaag over de kleilaag tussen NAP -16,2 m en NAP -16,6 m.

De berekende zetting direct nabij de bouwkuip na 10 weken met maximale capaciteit bemalen bedraagt circa 1 mm. Opgemerkt wordt dat de berekende zetting is gebaseerd op de in tabel 7-3 ingeschatte grondparameters. Afwijkingen zijn goed mogelijk; de nauwkeurigheid bedraagt circa 50%.

De resultaten van de berekeningen van de maaiveldzetting zijn gepresenteerd in bijlage F.

Opgemerkt wordt dat in dit advies alleen de zetting als gevolg van de bemaling is beschouwd. Ook zonder bemaling kunnen zettingen optreden ten gevolge van bijvoorbeeld zwaar bouwverkeer of het intrillen van damwanden.

## **7.4 Bebouwing en waterkering**

In de directe omgeving is nieuwbouw aanwezig. De nieuwbouw is gefundeerd op betonpalen. De freatische verlagingen zijn zeer beperkt (maximaal 0,1 m direct langs de bouwkuip). Schade aan bebouwing ten gevolge van de bemaling (bijvoorbeeld droogvallen houten palen) wordt niet verwacht.

De waterkering is direct langs het project gelegen. Hier kunnen dus de maximaal optredende zettingen zoals berekend bij paragraaf 7.3 optreden (circa 1 mm). Opgemerkt wordt dat dit een bovengrens is aangezien aan de andere zijde van de Europaboulevard het project NHOW is/wordt gerealiseerd waarbij ter plaatse van de waterkering lichtelijk grotere verlagingen zijn opgetreden. Eventuele zettingen zijn naar verwachting al opgetreden tijdens de uitvoering van het project NHOW.

## **7.5 Snelweg A10 en spoor**

De snelweg A10 en de spoorlijn lopen op korte afstand aan de zuidwestzijde langs het project. De hoogteligging van de snelweg en het spoor is aanzienlijk hoger dan het maaiveld op de projectlocatie (hoogteligging tot NAP +6 à +7 m), waardoor de heersende korrelspanningen onder de A10 en het spoor aanzienlijk groter zijn. Door de retourbemaling treden hier ook nauwelijks verlagingen op. Ten gevolge van de bemaling worden hier geen meetbare zettingen verwacht.

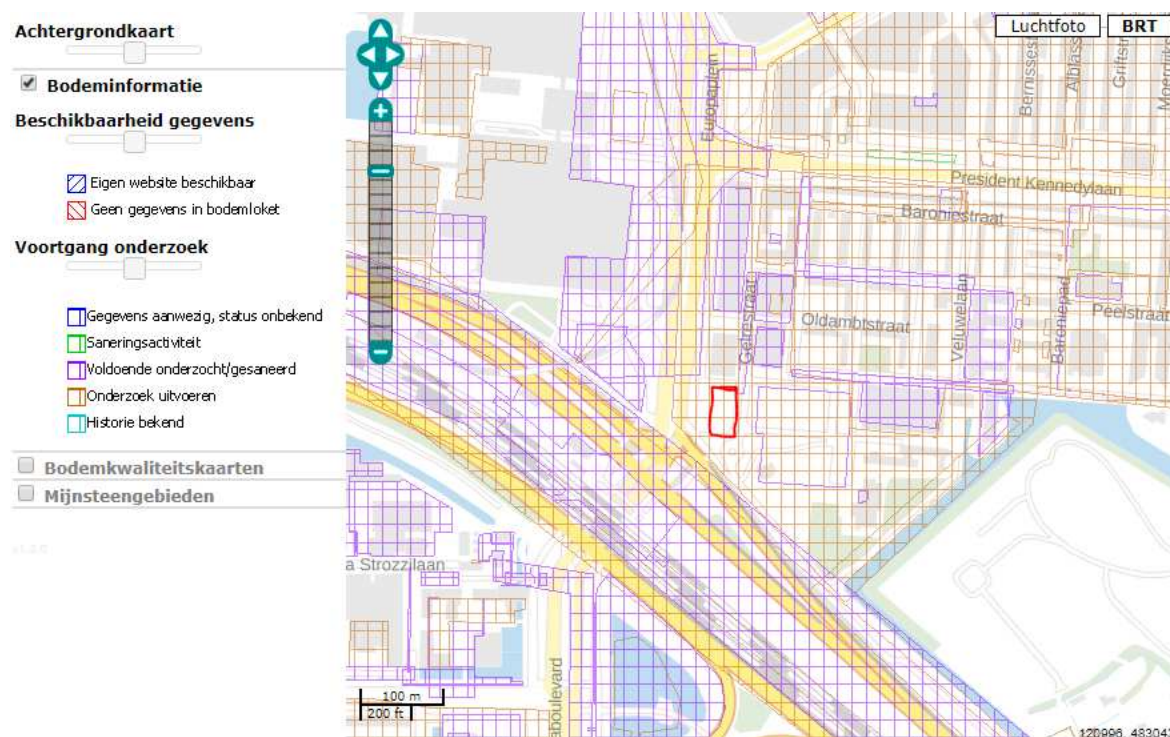
## 7.6 Landbouw, natuur en stedelijk groen

In de omgeving van de projectlocatie zijn geen Natura2000 gebieden aanwezig. Verder zijn binnen het freatische invloedsgebied geen landbouwgebieden aanwezig. Gelet op de beperkte verlaging van de freatische grondwaterstand zal voldoende grondwater beschikbaar blijven voor bomen en ondiep wortelend groen, zodat geen schade als gevolg van de bemaling zal optreden.

## 7.7 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen

In het algemeen mag een grondwateronttrekking geen (negatieve) invloed hebben op bekende verontreinigingen. Indien binnen het invloedsgebied grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn, dienen mogelijk aanvullende maatregelen te worden genomen of dient de bemalingswijze te worden aangepast.

Ten aanzien van mogelijke verontreinigingen is BodemLoket geraadpleegd. In figuur 7-1 is de situatie nabij de bouwput weergegeven, de globale bouwput is rood omlijnd.



Figuur 7-1 Gegevens BodemLoket (globale bouwput rood omlijnd)

Uit BodemLoket blijkt dat in de ophooglaag slakken en puin voor kan komen. Naar verwachting heeft dit geen negatieve effecten op het grondwater of betreft dit een diffuus effect waardoor een geringe stroming geen negatief effect heeft. Direct nabijgelegen nader onderzochte locaties zijn voldoende onderzocht zonder noodzaak tot vervolgstappen.

Voor NHOW, tussen RAI en de A10, is in 2016 nader onderzoek gedaan naar mobiele verontreinigingen in het watervoerende pakket. Mogelijke locaties lagen op 2.000 m of meer afstand. Het huidige invloedsgebied in het watervoerende pakket bedraagt 1.200 m.

## **7.8 Kwel en infiltratie**

Op basis van de heersende grondwaterstanden en stijghoogten op de projectlocatie is sprake van een situatie waarin infiltratie optreedt. Tijdens de bemaling wordt ter plaatse van het project het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket groter. Gezien de grote weerstand tussen deklaag en watervoerende lagen heeft dit nauwelijks effect. Wel blijft op beide locaties sprake van infiltratie. Na beëindiging van de bemaling zal de oorspronkelijke situatie zich snel herstellen.

## **7.9 Invloed op het zoet/zout grensvlak**

Volgens de grondwaterkaart is het water in de eerste en tweede zandlaag brak.

Uit de peilbuis op de projectlocatie (met filter in de eerste zandlaag) is een grondwatermonster uit het watervoerende pakket genomen waarvan een chloridegehalte van 220 mg/l is bepaald. In de directe omgeving (Zuidas) zijn ten behoeve van diverse projecten grondwatermonsters uit het watervoerende pakket genomen. Hierbij zijn chloridegehalten gemeten van 100 mg/l tot 310 mg/l. Het water in de eerste zandlaag is dus zoet tot lichtbrak.

Het niveau van het brak/zout grensvlak op de projectlocatie is onbekend maar wordt verondersteld in het tweede watervoerend pakket, op een diepte van circa NAP -70 m. Aangezien tot grote diepte mogelijk slechts weinig waterremmende lagen aanwezig zijn, bestaat de mogelijkheid dat het brak/zout grensvlak door de bemaling minimaal wordt beïnvloed. Ter plaatse van de bouwkuip kan het brak/zout grensvlak enigszins omhoog komen. Na afloop van de bemaling zal het evenwicht zich herstellen.

## **7.10 Overige grondwateronttrekkingen**

In het kader van deze opdracht is geen actuele navraag gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in het gebied. Gezien de geringe verlagingen buiten de damwanden zal niet of nauwelijks interactie optreden met eventueel andere aanwezige onttrekkingen. Aan de andere zijde van de Europaboulevard is op moment van opstellen van deze rapportage het project NHOW actief; verwacht wordt dat de spanningsbemaling hiervoor is beëindigd voordat dit project start.

In het kader van het naastgelegen project NHOW is wel een inventarisatie gemaakt van onttrekkingen van derden. Hieruit blijkt dat in de omgeving van het project een groot aantal WKO-systemen aanwezig is. De filters van deze WKO-systemen staan afgesteld in het derde watervoerend pakket (tussen NAP -80 m en NAP -175 m). Gezien de grote diepte van deze systemen en de geringe verlagingen ten gevolge van de bemaling van het huidige project, treedt hier geen negatieve beïnvloeding op.

## **7.11 Archeologie**

De effecten van de onttrekking op eventueel aanwezige archeologische monumenten is beoordeeld met behulp van informatie op de website van de gemeente Amsterdam ([maps.amsterdam.nl/archeologie/](https://maps.amsterdam.nl/archeologie/)). Hieruit blijkt dat nabij de projectlocatie geen archeologische vindplaatsen bekend zijn. De dichtstbijzijnde archeologische vindplaats is op 1.100 m ten zuiden van de projectlocatie (in het Amstelpark). Dit betreft twee 19<sup>e</sup>-eeuwse boerderijen (Pingelenburg en Weltevrede). Deze locaties liggen ruim buiten het invloedsgebied van de verlagingen.

## 8. MONITORING

### Waterbezwaar

De hoeveelheid water die wordt onttrokken, moet worden bijgehouden. Hiervoor dienen één of meer goedgekeurde en geijkte watermeters te worden gebruikt. Uit de metingen moet kunnen worden herleid hoeveel freatisch en uit het watervoerend pakket wordt onttrokken, hoeveel wordt geretourneerd en hoeveel wordt geloosd. De standen (inclusief datum en tijdstip) van de watermeters dienen te worden afgelezen en geregistreerd, volgens onderstaand schema:

- Voor aanvang van de bemaling het nummer en de nulstand van de watermeter;
- Gedurende de eerste week van de onttrekking dagelijks (op werkdagen);
- Vervolgens minimaal twee keer per week, tot het beëindigen van de onttrekking, en bij elke verandering in debiet;
- Bij vervanging van de watermeter: datum en tijdstip, eindstand van de oude watermeter en beginstand van de nieuwe.

De hoeveelheid onttrokken water per tijdseenheid dient te worden getoetst aan de prognose van het debiet volgens het bemalingsadvies. Bij een afwijking dient contact met de adviseur te worden opgenomen, zodat de consequenties van de afwijking kunnen worden beoordeeld.

### Grondwaterstanden en stijghoogten

In de bouwkuip dienen twee peilbuizen te worden geplaatst met filters in de eerste zandlaag. De peilbuizen dienen voor de controle van het niveau van de stijghoogte ter plaatse van de bouwkuip. De bovenkant van de peilbuis dient te worden gewaterpast ten opzichte van NAP. De waterstand in deze twee peilbuizen dient volgens onderstaand schema te worden gepeild:

- week 1 en 2: drie maal per week (op maandag, woensdag en vrijdag);
- week 3 tot en met einde: tweemaal per week en bij elke verandering in debiet.

Daarnaast wordt aanbevolen in de directe omgeving (op enige afstand tot de damwand) één peilbuis te plaatsen (met freatisch filter en in de eerste zandlaag); eventueel bestaande peilbuizen kunnen hiervoor worden gebruikt.

De waterstand in deze peilbuis dient volgens onderstaand schema te worden gepeild:

- 1 week voor de start van de bemaling;
- week 1 en 2: drie maal per week (op maandag, woensdag en vrijdag);
- week 3 tot en met einde: één maal per week;
- 1 week na beëindiging van de bemaling.

## 9. REGELGEVING BOUWPUTBEMALING

### 9.1 Onttrekken van grondwater

Volgens de artikelen 6.4 en 6.5 van de Waterwet is het onder andere verboden zonder vergunning grondwater te onttrekken. Voor industriële onttrekkingen boven 150.000 m<sup>3</sup>/jaar, voor openbare drinkwatervoorziening en bodemenergiesystemen is de provincie het bevoegd gezag. Voor de overige onttrekkingen, waaronder bouwputbemalingen, worden vergunningen verleend door het bestuur van het waterschap. De regelgeving is per waterschap vastgelegd in de Keur. Voor beperkte inrichtingen zijn voor verschillende categorieën algemene regels opgesteld. Indien de inrichting binnen deze algemene regels valt, hoeft geen vergunning te worden aangevraagd. In dat geval dient de inrichting bij het waterschap te worden gemeld.

In het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (vertegenwoordigd door Waternet) zijn grondwateronttrekkingen in het algemeen niet vergunningsplichtig (Keurbesluit Vrijstellingen, geldig vanaf 1 augustus 2013) indien:

- Het debiet kleiner is dan 10 m<sup>3</sup>/u;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 4.000 m<sup>3</sup>/maand (= gemiddeld 5 m<sup>3</sup>/u);
- De grondwaterstand als gevolg van de onttrekking niet verder wordt verlaagd dan tot aan de oppervlaktewaterstand in het gebied waarin de onttrekking plaats vindt, met uitzondering van de hogere gronden

Tevens geldt dat bemalingen uitsluitend ten behoeve van bronbemaling, grondwatersanering of bodemsanering ook niet vergunningsplichtig zijn, indien:

- Het debiet kleiner is dan 50 m<sup>3</sup>/u;
- De onttrekkingshoeveelheid kleiner is dan 15.000 m<sup>3</sup>/maand (= gemiddeld 20 m<sup>3</sup>/u);
- De onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden.

Bij waterkeringen is de onttrekking altijd vergunningsplichtig, indien:

- De onttrekking plaats vindt in de kernzone en/of binnenbeschermingszones van waterkerende dijklichamen en waterkerende constructies.
- Indien de onttrekking in de buitenbeschermingszone van dijklichamen en waterkerende constructies plaatsvindt en de grondwaterspiegel verder dan tot 2 m onder het maaiveld wordt verlaagd.

De onttrekking vindt volgens de verstrekte gegevens plaats buiten een buitenbeschermingszone.

Indien niet aan de voorwaarden kan worden voldaan, dient een vergunning worden aangevraagd voor de voorgenomen onttrekking. De behandelingstermijn na indienen van een onderbouwde aanvraag bedraagt bij het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht 13 weken.

Gezien de berekende debieten in combinatie met de voorlopige planning wordt de grens van 15.000 m<sup>3</sup>/maand overschreden en dient een vergunning te worden aangevraagd.

#### *Provinciale heffingen*

Op grondwateronttrekkingen zijn 'provinciale heffingen' van toepassing. In het algemeen is sprake van een heffingsvrije voet. Ook bij projecten die onder een melding vallen, kunnen provinciale heffingen van toepassing zijn. Voor de aanvraag van een vergunning zijn meestal apart legeskosten verschuldigd. De grondwaterheffing blijft een verantwoordelijkheid van de provincie. Ook in de Waterwet is deze bevoegdheid exclusief voor de provincie.

## **9.2 Lozen van bronneringswater**

### *Algemeen*

Op verzoek van Waternet wordt voor het water afkomstig van de spanningsbemaling uitgegaan van een retourbemaling. Het water afkomstig van de bouwputbemaling is minder geschikt om te retourneren; gezien het beperkte waterbezwaar hiervan zal dit worden geloosd.

### *Waterkwantiteit*

De afvoercapaciteit van het open water en van het riool is gelimiteerd. Met name het debiet dat op het riool mag worden geloosd, is in veel gevallen beperkt. Het debiet dat op het open water mag worden geloosd is onder andere afhankelijk van de grootte van het open water, de afvoermogelijkheden en de functie van het oppervlaktewater. In de meeste gevallen mag op het open water een duidelijk groter debiet worden geloosd dan op het riool. In veel gevallen gaat de voorkeur van het bevoegd gezag uit naar het lozen van het bronneringswater op het open water boven het lozen op het riool. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat in de (directe) omgeving van het project een geschikte locatie aanwezig moet zijn voor het lozen op het open water.

### *Waterkwaliteit*

Zowel bij een lozing op het open water als bij een lozing op het riool wordt naast het debiet ook de kwaliteit van het bronneringswater beoordeeld. Als de kwaliteit van het bronneringswater niet direct aan de lozingseisen voldoet, dient in veel gevallen een waterzuivering te worden geplaatst. Geadviseerd wordt om de analysecertificaten ter beoordeling aan de waterkwaliteitsbeheerder voor te leggen.

### *Regelgeving ten aanzien van de lozing*

De voorgenomen bronbemaling wordt niet gezien als een inrichting in de zin van de Wet Milieubeheer. Derhalve valt de bij de bronbemaling behorende lozing onder het Besluit Lozen buiten inrichtingen. Dit besluit is per 1 juli 2011 in werking getreden. Dit besluit geldt voor zowel voor lozing op riolering als voor lozing op oppervlaktewater. Bevoegd gezag voor lozing op oppervlaktewater is het waterschap. Voor lozing op de riolering zijn zowel de gemeente (kwantiteit) als het waterschap (kwaliteit) bevoegd gezag. De proceduretijd voor het verkrijgen van toestemming om het bronneringswater te mogen lozen bedraagt volgens het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen 4 weken.

### *Kosten lozen bronneringswater*

Aan het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.

## 10. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Langs de Europaboulevard te Amsterdam zal een gebouw met 2-laags parkeerkelder voor Suitsupply worden gerealiseerd. Ten behoeve van de aanleg van de kelder zal een bemaling worden toegepast. De bemaling dient te bestaan uit een bouwkuipbemaling, een spanningsbemaling in de eerste zandlaag en een retourbemaling. De spanningsbemaling vindt plaats binnen een gesloten damwandkuip waarvan de damwanden tot in de tweede zandlaag reiken. Door het toepassen van een grond- en waterremmende damwandkuip tot in de Alleröd / Eemlaag in combinatie met een retourbemaling is het verwachte effect op de omgeving beperkt en wordt geen schade verwacht.

Gelet op de prognoses van het te onttrekken debiet en de voorlopige planning wordt de grens van 15.000 m<sup>3</sup>/maand overschreden en dient een vergunning voor de onttrekking te worden aangevraagd bij het waterschap.

Opgesteld door:

ir. H.W. Thijssen (088-5130239)

Rhoon, 1 september 2017

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : d.o.



---

# Bijlage A

## Sonderingen

---

# Bijlage B

## Boring en volumegewichten

---

# Bijlage C

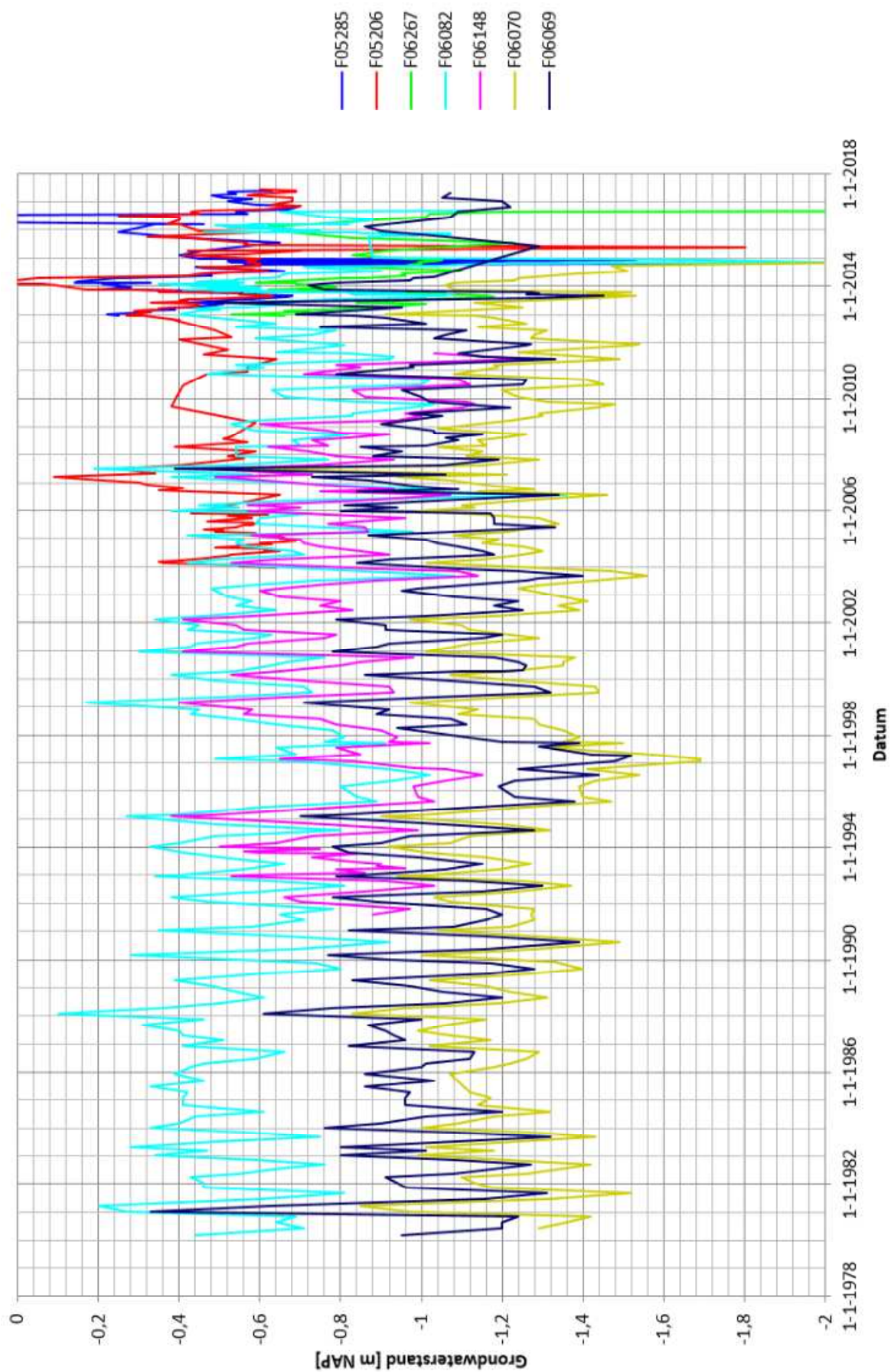
## Analysecertificaat

---

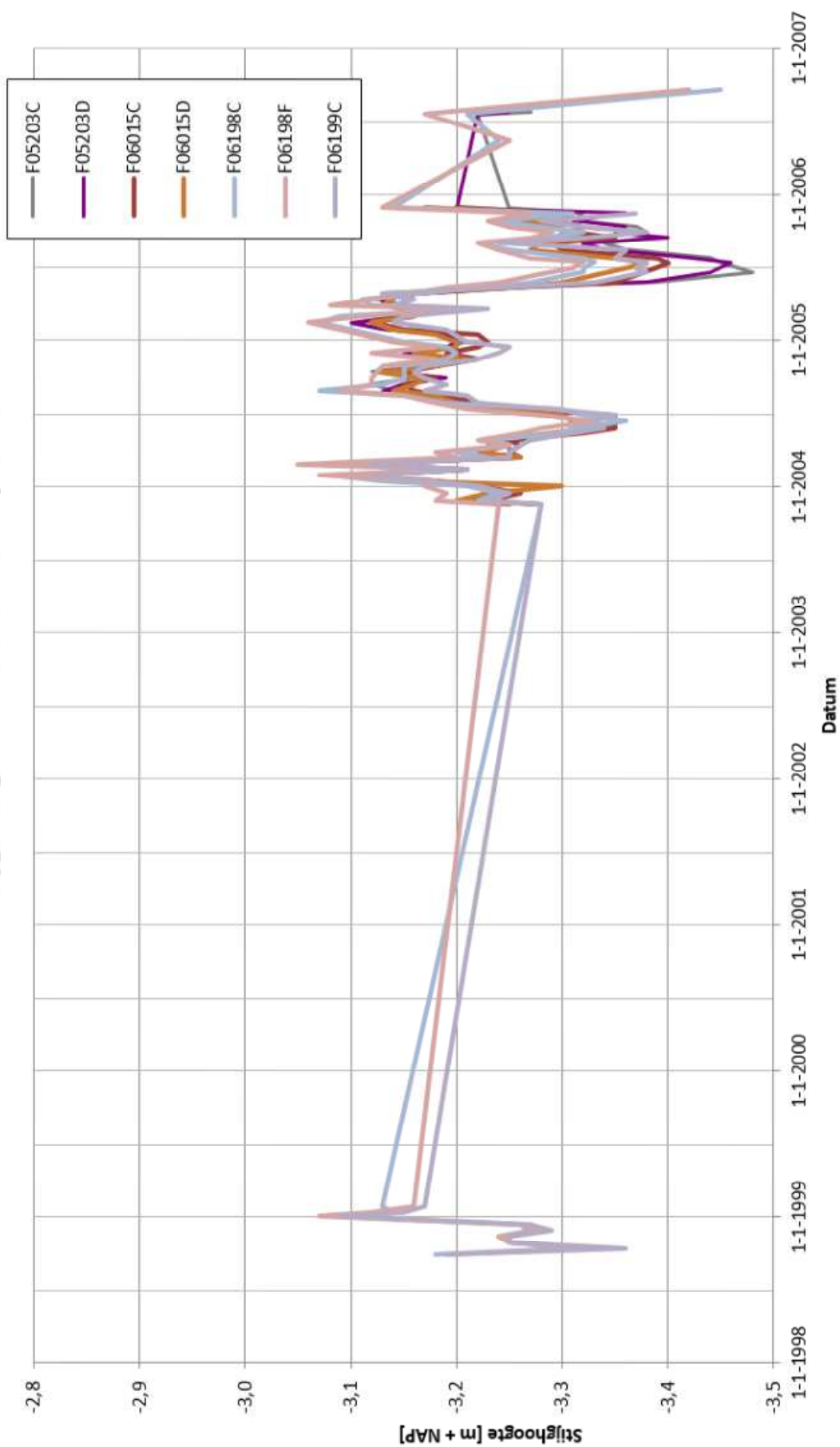
## Bijlage D

# Meetreeksen peilbuizen





## Waternet - Stijghoogten watervoerend pakket





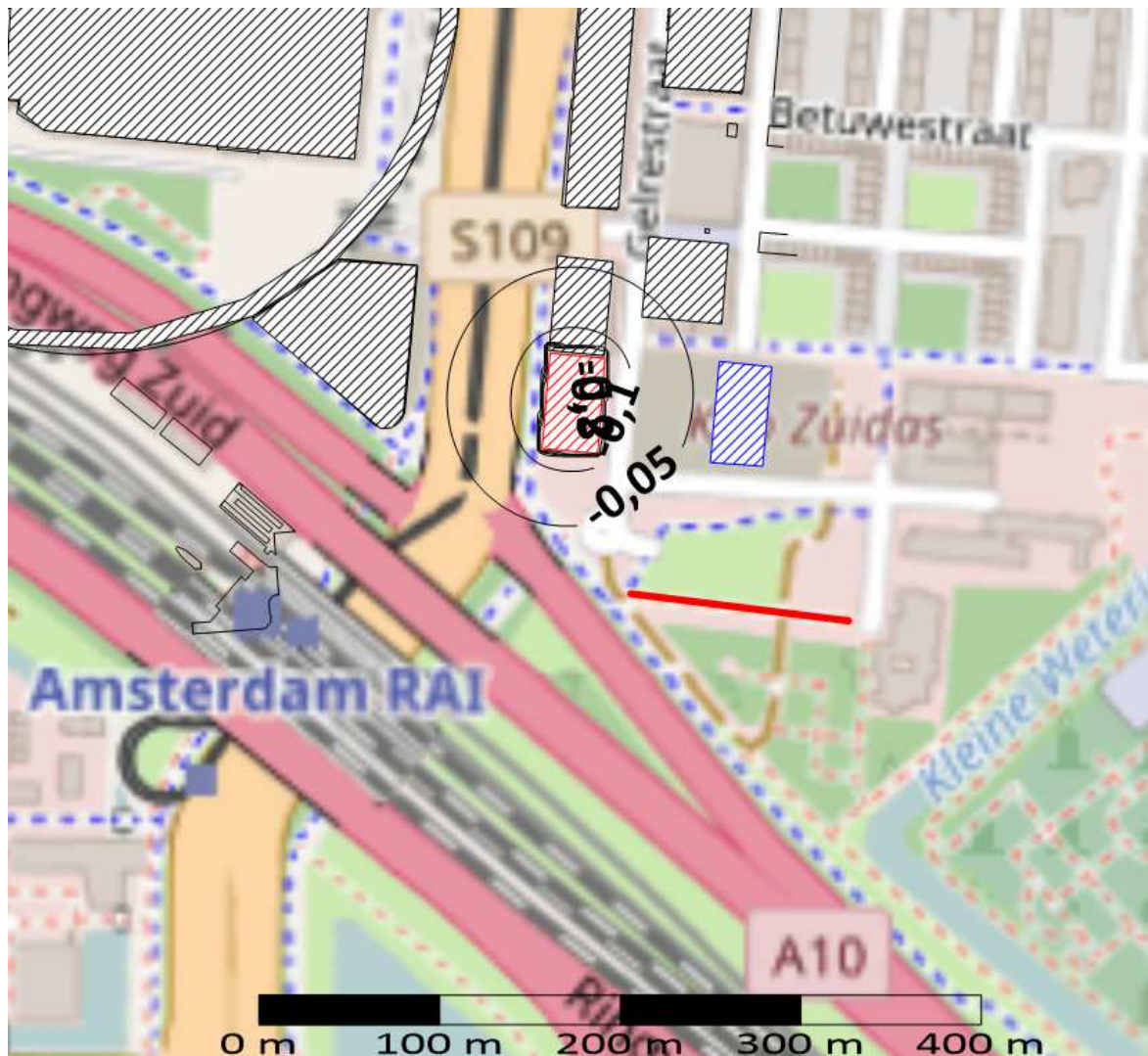
---

# Bijlage E

## Verlagingslijnen



Freatische verlagingen [m]



Verhogingen en verlagingen [m] 1<sup>e</sup> zandlaag





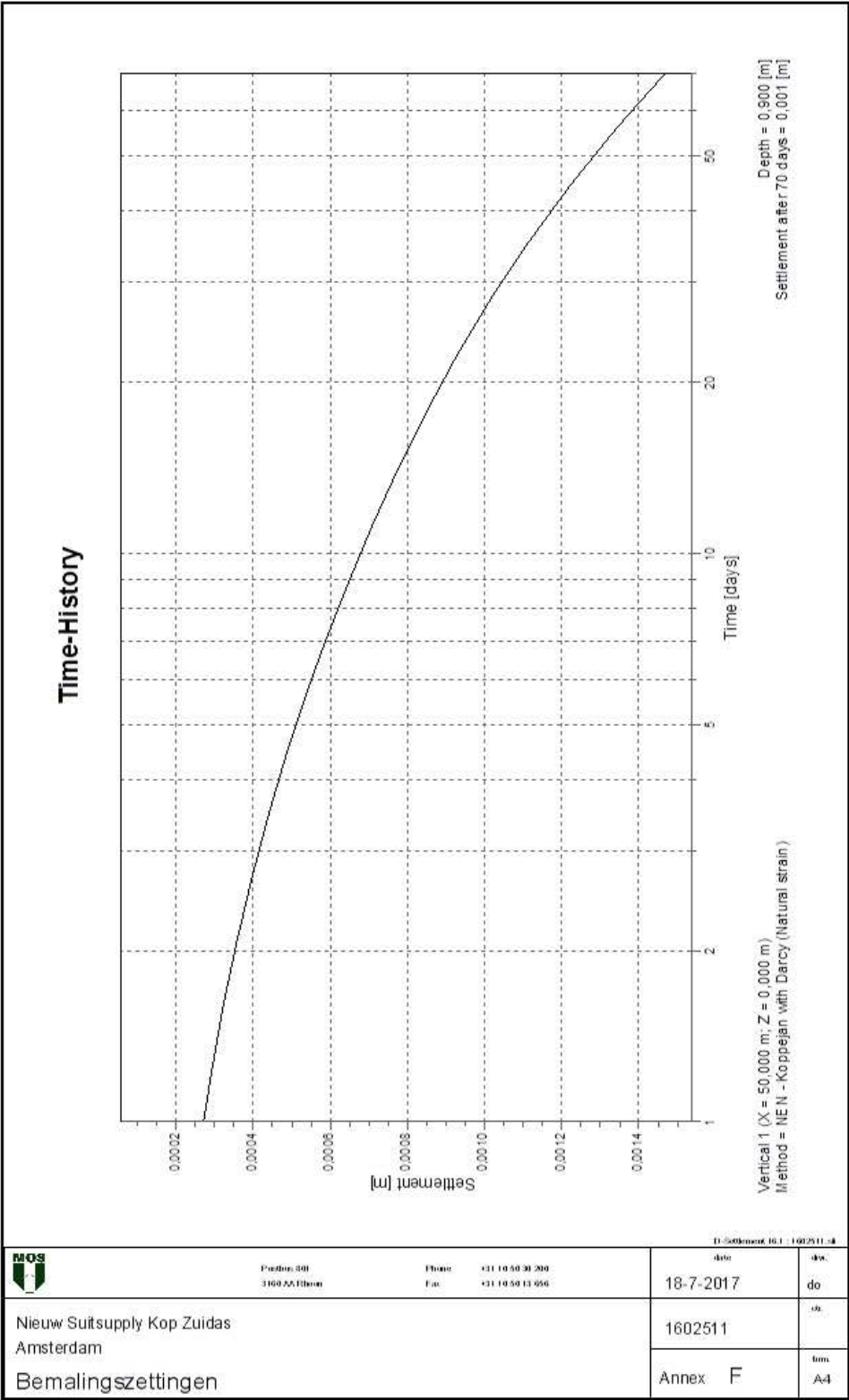
Verhogingen en verlagingen [m] 2<sup>e</sup> zandlaag



---

# Bijlage F

## Resultaten zettingsberekening



---

# Bijlage G

## Situatietekening