

BOUWPUTADVIES  
betreffende

**NIEUWBOUW A/D AMSTERDAMSE  
STRAATWEG TE ABCOUDE**

Opdrachtnummer: 4011-0233-000

Opdrachtgever : Interven  
Enghweg 1  
3828 CJ HOOGLAND

Constructeur : Van Rossum Raadgevende Ingenieurs  
Postbus 37290  
1030 AG AMSTERDAM

Datum grondonderzoek : 1 december 2011

Projectleider : ir. M.J. Profittlich  
Hoofd Geo-Advies Noord-West Nederland

Opgesteld door : ing. M.M. Eijking  
Adviseur Hydrologie

ing. R.D. Kemble  
Adviseur Geotechniek

Gecontroleerd door : ing. V. Lubbers  
Groepshoofd Adviesafdeling Hydrologie

| VERSIE | DATUM         | OMSCHRIJVING WIJZIGING      | PARAAF<br>PROJECTLEIDER |
|--------|---------------|-----------------------------|-------------------------|
| 1      | 20 maart 2012 | Concept (exclusief bijlage) |                         |
| 2      |               |                             |                         |

FILE: 4011-0233-000.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden ALV 2012 van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten

## INHOUDSOPGAVE

|  |    |
|--|----|
| 1. INLEIDING   | 4  |
| 2. PROJECTOMSCHRIJVING   | 5  |
| 2.1 Algemeen   | 5  |
| 2.2 Omgeving   | 6  |
| 3. GRONDONDERZOEK  | 10 |
| 3.1 Uitzetten en waterpassen   | 10 |
| 3.2 Sonderen   | 10 |
| 3.3 Mechanische boring en peilbuis                                   | 11 |
| 4. BODEMGESTELDHEID  | 12 |
| 4.1 Bodemopbouw  | 12 |
| 4.2 Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil                   | 12 |
| 4.3 Grondwaterkwaliteit  | 13 |
| 5. BEMALING  | 14 |
| 5.1 Bouwputbegrenzing  | 14 |
| 5.2 Aanbrengen grondverbetering                                      | 14 |
| 5.3 Verticale stabiliteit bouwputbodern                              | 14 |
| 5.4 Benodigde verlagingen  | 16 |
| 5.5 Berekeningsmethodiek   | 16 |
| 5.6 Waterbezwaar   | 17 |
| 5.7 Conceptueel bemalingsplan  | 17 |
| 5.8 Toetsen regelgeving  | 18 |
| 5.9 Verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving | 18 |
| 5.10 Effecten van de bemaling op de omgeving                         | 19 |
| 5.11 Lozing  | 19 |
| 6. DAMWANDADVIES   | 21 |
| 6.1 Berekeningsmethode   | 21 |
| 6.2 Uitgangspunten   | 21 |
| 6.3 Resultaten damwandberekeningen                                   | 25 |
| 6.4 Aanbevelingen ten aanzien van de uitvoering                      | 27 |
| 7. RISICOBEHEERSING EN MONITORING                                    | 28 |
| 8. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNTEN                                  | 29 |
| 8.1 Algemeen   | 29 |
| 8.2 Noodzaak keurvergunning  | 29 |

## BIJLAGEN

|   |                |
|---|----------------|
| • Situatietekening  | 1              |
| • "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"                        |                |
| • "Continu Elektrisch Sonderen"                                   |                |
| • Sondeergrafieken  | DKM1 t/m DKM13 |
| • Boorstaat   | B1             |
| • Rapportage laboratoriumonderzoek                                |                |
| • "Kwaliteitswaarborging Laboratorium voor Infra- en Geotechniek" |                |
| • "Toelichting Laboratoriumproeven"                               |                |
| • Locatieoverzicht en locaties peilbuizen TNO                     | 2              |
| • Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen TNO                        | 3              |
| • Berekeningen verlaging grondwaterstanden                        | 6              |
| • Invoer en resultaten DSheetPiling                               | 7              |

## 1. INLEIDING

Op 30 juni 2011 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van Intervenit te Hoogland, de opdracht voor het uitvoeren van een grond- en laboratoriumonderzoek, alsmede het uitbrengen van een bouwput- en funderingsadvies voor het project "Nieuwbouw aan de Amsterdamse Straatweg te Abcoude" te Abcoude

Het grond- en laboratoriumonderzoek is in december 2012 uitgevoerd en gepresenteerd in voorliggend rapport. Het funderingsadvies wordt separaat, onder hetzelfde opdrachtnummer uitgebracht.

Voorliggend bouwputadvies bevat in hoofdlijnen de volgende onderdelen:

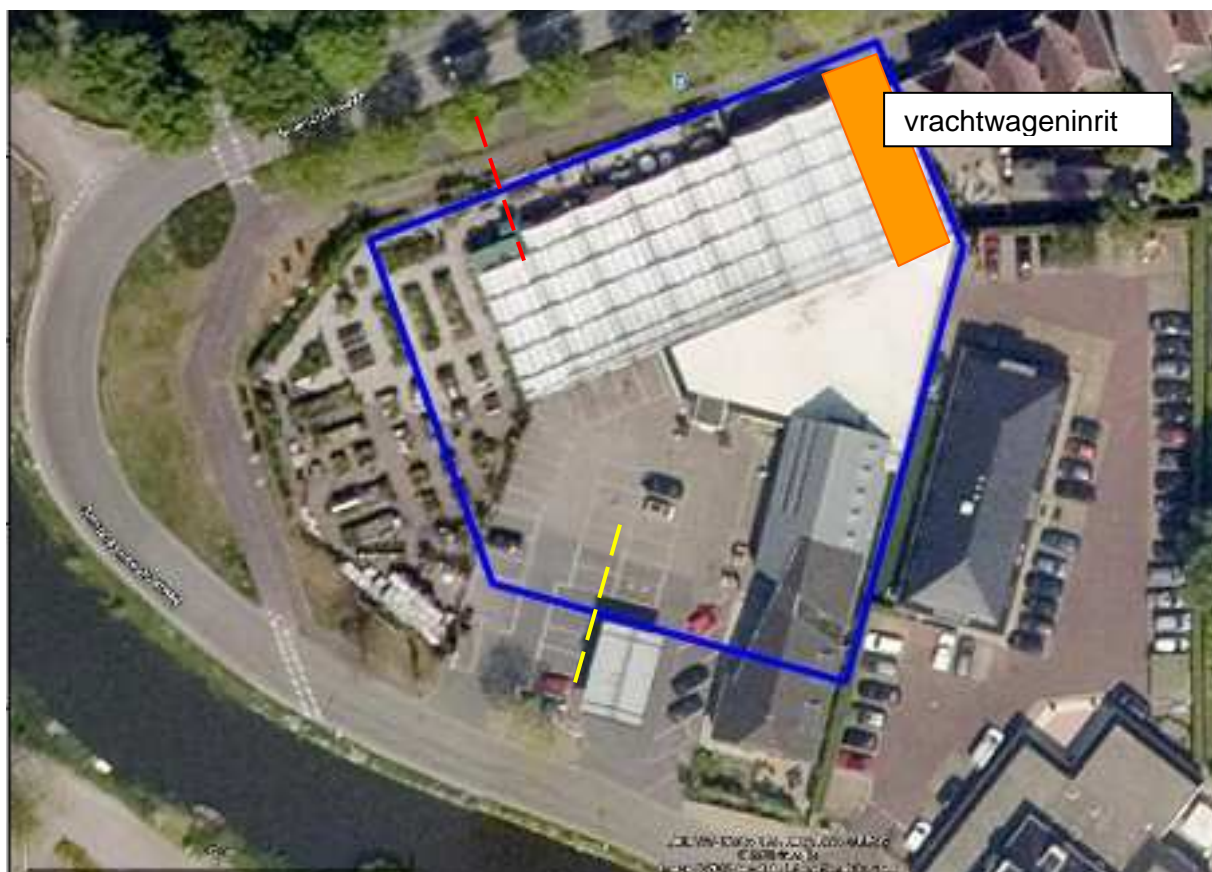
- Inventarisatie bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid;
- Beoordeling stabiliteit bouwputbodem en vaststellen benodigd type bemaling;
- Raming van het te onttrekken waterbezwaar en van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving;
- Voorstel voor de wijze van bouwputbegrenzing;
- Berekening van de benodigde zwaarte en installatiediepte van de grondkerende constructie;
- Berekening van de uitbuiging van de grondkerende constructie en krachten in eventuele verankeringen/stempels;
- Signalering van mogelijke knelpunten bij de uitvoering en mogelijke gevolgen hiervan voor de omgeving;
- Monitoring van de werkzaamheden zowel in de bouwput als in de omgeving.

De doelstelling van deze rapportage is het berekenen van het waterbezwaar en de effecten/risico's van de bemaling. Tevens wordt een voorstel voor de uitvoeringswijze van de bemaling gegeven. Voor de bouwputbegrenzing worden de damwandberekeningen gepresenteerd en de effecten/risico's van het aanbrengen van de damwanden op de belendingen. Vervolgens wordt een voorstel gegeven voor de uitvoeringswijze van de bemaling en damwanden inclusief een voorstel om de effecten hiervan te kunnen monitoren.

## 2. PROJECTOMSCHRIJVING

### 2.1 Algemeen

Het project betreft de nieuwbouw van een supermarkt aan de Amsterdamse straatweg en Broekzijdselaan te Abcoude. Onder de nieuwbouw is een parkeerkelder voorzien. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten  $X = 126.600$  m en  $Y = 476.325$  m. De projectlocatie is in figuur 2.1 en bijlage 2 op een topografische ondergrond weergegeven.



Figuur 2-1: Bovenaanzicht projectlocatie (bron: Google Maps)

- — — — — doorsnede A: doorsnede langs te liftput
- — — — — doorsnede B: doorsnede langs de openbare weg rekeninghoudend met 20 kN bouwverkeer

Voor het vervullen van de opdracht is door de constructeur de volgende informatie ter beschikking gesteld:

- Structuurschets kelder (voorlopig), Van Moort en Partners Architecten bv., 1102-S002, datum onbekend;
- Plus Abcoude, keldervloer, Van Rossum Raadgevende Ingenieurs, 7667, 9 juni 2011;
- Plus Abcoude, doorsnede, Van Rossum Raadgevende Ingenieurs, 7667, 9 juni 2011;
- Schets Vrachtwagen losplaats, titel en afzender onbekend, 23 februari 2012.

Met deze gegevens zijn de afmetingen en niveaus afgeleid zoals is weergegeven in tabel 2-1. Hierbij is uitgegaan van een bouwpeil van NAP +0,6 m.

Tabel 2-1: Afmetingen en ontgravingsniveaus

| Onderdeel         | Afmetingen                       | Aanlegniveau |             | Ontgravingsniveau         |
|-------------------|----------------------------------|--------------|-------------|---------------------------|
| Keldervloer       | 65,5 m x 28<br>21 m x 50 m x 0,5 | PEIL -3,3 m  | NAP -2,7 m  | NAP -2,7 m à NAP -3,2 m   |
| Vrachtwagen inrit | 5 m x 25 m                       | PEL -4,35 m  | NAP -3,75 m | NAP -3,75 m à NAP -4,25 m |
| Randbalk          | 0,6 m                            | PEIL -3,6 m  | NAP -3,0 m  | NAP -3,0 m à NAP -3,3 m   |
| Poeren            | 2,5 m                            | PEIL -4,2 m  | NAP -3,6 m  | NAP -3,6 m à NAP -3,9 m   |
| Liftput           | 2,5 m x 5,0 m                    | PEIL -4,8 m  | NAP -4,2 m  | NAP -4,2 m à NAP -4,5 m   |

Lokaal zal een grondverbetering noodzakelijk zijn, waarbij voor de vloer is uitgegaan van 0,5 m en voor de overige onderdelen van 0,3 m. In hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan. De doorlatendheid van het zandbed dient zodanig te zijn dat grond- of regenwater eenvoudig kan worden afgevoerd zonder wateroverlast te veroorzaken.

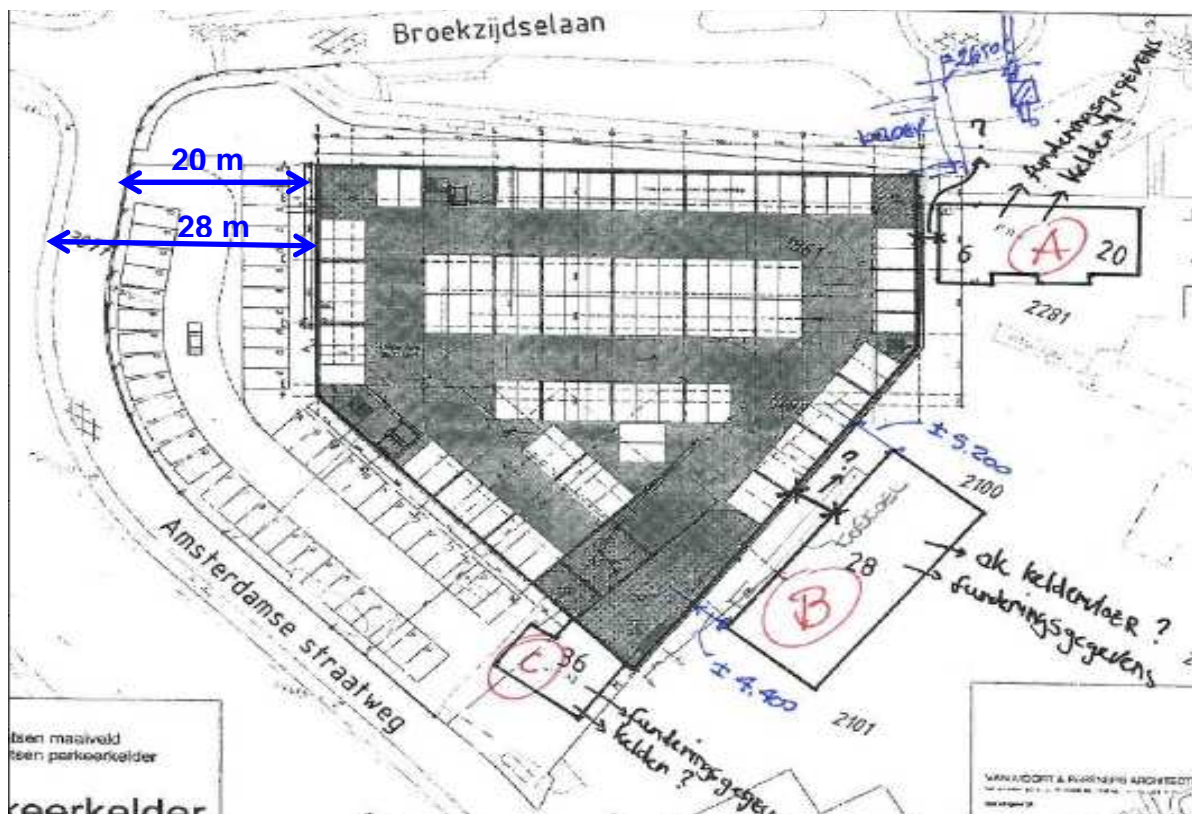
## 2.2 Omgeving

Op korte afstand van de bouwput zijn drie gebouwen aanwezig. Op 5 januari 2012 heeft Fugro een locatiebezoek gedaan en is de huidige staat van de belendende woningen geïnspecteerd.

De door de constructeur beschikbaar gestelde gegevens en de resultaten van het locatiebezoek zijn hieronder beschreven:

- Gebouw A: Rijtjeshuizen gefundeerd op betonnen palen.
- Gebouw B: Kantoor gefundeerd op betonnen palen, inclusief een kelder en koekoek constructie.
- Gebouw C: wordt gesloopt.

In figuur 2.2 is de locatie van de bouwput en zijn de afstanden van de bovengenoemde gebouwen tot de damwand weergegeven. Ervan uitgaand dat de damwand ca. 1 m uit de bouwput wordt geplaatst bedraagt de afstand tussen de damwand en de waterkering ca. 20 m. De afstand tussen de damwand en watergang bedraagt ca. 28 m. Het waterpeil van de boezemwatergang de Angster wordt beheerst op NAP -0,4 m.



Figuur 2-2: Locatie bouwput met afstanden tot de belending



Foto 2-1: Voorgevels rijtjeshuizen (blok A)



Foto 2-2: Achtergevel rijtjeshuizen (blok A)



Foto 2-3: Voorgevel kantoorgebouw (blok B)



Foto 2-4: Achtergevel kantoorgebouw (blok B)



Foto 2-5: Achtergevel kantoorgebouw met trap naar de kelder (blok B)



Foto 2-6: Zijgevel kantoorgebouw met koekoekconstructie (blok B)





*Foto 2-7: Zijgevel te slopen gebouw (blok C)*

Vanwege de beperkt beschikbare ruimte en de afstand tot de belendingen wordt de ontgraving uitgevoerd binnen grond- en waterkerende damwanden. Omdat de ontgravingsniveaus zich beneden de grondwaterstand bevinden moet deze, om de werkzaamheden in den droge uit te voeren, door middel van een bemaling worden verlaagd.

Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

### 3. GRONDONDERZOEK

Op 1 december 2012 is op de projectlocatie door Fugro GeoServices B.V. de eerste fase van het grondonderzoek uitgevoerd. Het grondonderzoek heeft bestaan uit:

- 9 kleefmantelsonderingen (code DKM) tot ca. NAP -20 m;
- 1 mechanische boring (code B) tot ca. NAP -10 m, waarbij op 5 niveaus een ongeroerd monster is genomen;
- Laboratoriumonderzoek bestaande uit het bepalen van volumiek gewicht, water- en poriëngehalte en de verzadigingsgraad en korrelverdeling;
- Het plaatsen van een diepe peilbuis.

Na sloop van de huidige bebouwing zal het resterende grondonderzoek worden uitgevoerd.

#### 3.1 Uitzetten en waterpassen

De onderzoekslocaties zijn door Fugro GeoServices B.V. uitgezet en gewaterpast (ten opzichte van NAP) en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als ondergrond gediend.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek. Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

#### 3.2 Sonderen

Het aantal en de locaties van de sonderingen zijn door constructeur vastgesteld.

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies, dienen de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan art. 8.4.1. van NEN 6740, 1991, gecorrigeerd in september 2006.

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform norm NEN 5140, klasse 2. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De conus is voorzien van een hellingmeter. In de sondeergrafieken is de diepte gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

De resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken DKM1 t/m DKM13, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Op de grafieken van de sonderingen is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

De sonderingen zijn uitgewerkt met een interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. Deze identificatie is uitgevoerd volgens Robertson (1990), die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Voor achtergronden en beperkingen wordt verwezen naar de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie.

### **3.3 Mechanische boring en peilbuis**

De mechanische boring is uitgevoerd conform NEN 5119. De boring is verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis is verwijderd met behulp van een puls (niet cohesieve gronden, zand, grind) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden, klei, veen).

Op verschillende diepten zijn ongeroerde monsters genomen. De ongeroerde monsternamen heeft plaatsgevonden door met een slaghamer (Ackermann) een steekbus te slaan. De steekbussen zijn dunwandige metalen bussen met een diameter van 70 mm en een lengte van 400 mm.

De resultaten van boringen zijn weergegeven in de bijlage "Laboratoriumrapportage". De resultaten van boring is weergegeven op de boorstaat B1, waarbij de diepte is uitgezet ten opzichte van NAP. Tevens zijn op de boorstaat, de diepten van de (on)geroerde monsters en de op de dag van plaatsen gemeten grondwaterstand weergegeven.

In het boorgat is tussen NAP -9,3 m en NAP -10,3 m een peilbuis geplaatst. De peilbuis is ingetekend op de betreffende boorstaten en de locatie ervan is aangegeven op de situatietekening.

Het geotechnisch laboratoriumonderzoek is uitgevoerd door het RvA geaccrediteerd Laboratorium voor Infra- en Geotechniek van Fugro GeoServices B.V. (zie bijlage "Kwaliteitsborging Laboratorium voor Infra- en Geotechniek").

De classificatie van alle geroerde en ongeroerde monsters staat vermeld op de boorstaat B1.

## 4. BODEMGESTELDHEID

### 4.1 Bodemopbouw

Op basis van het grondonderzoek en de literatuur kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 4-1 is weergegeven.

Tabel 4-1: Globale bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid

| Diepte [ca. NAP m]            | Bodembeschrijving          | Geohydrologische typering (laagnummer) |
|-------------------------------|----------------------------|--|
| -0,06 à -0,51                 | Maaiveld                   | Infiltratieoppervlak (0)               |
| -0,06 à -0,51 tot -0,1 à -1,8 | ZAND, ophooglaag           | Watervoerende toplaag (1)              |
| -0,1 à -1,8 tot -2,0 à -3,2   | KLEI/VEEN                  | Waterremmende laag (2)                 |
| -2,0 à -3,2 tot -5,1 à -5,5   | ZAND, met lokaal kleilagen | Watervoerende laag (3)                 |
| -5,1 à -5,5 tot -6,5 à -6,8   | VEEN                       | Waterremmende laag (4)                 |
| -6,5 à -6,8 tot -30*          | ZAND                       | Eerste watervoerend pakket (5)         |

\* Maximaal door Fugro verkende diepte: NAP -20 m.

Op ca. NAP -30 m wordt een kleilaag aangetroffen, die in deze rapportage als geohydrologische basis wordt beschouwd.

### 4.2 Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil

In het kader van het milieukundig bodemonderzoek zijn diverse peilbuizen, PB101 t/m PB103 en PB9 op de projectlocatie geplaatst, waarvan de kenmerken in tabel 4-2 zijn opgenomen. In deze tabel staan eveneens de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten opgenomen.

Tabel 4-2: Gemeten grondwaterstand/stijghoogte in peilbuizen op de locatie

| Peilbuis        | Bovenkant peilbuis | Filterafstelling [m t.o.v. NAP] | Laag | Grondwaterstand/stijghoogte |              |
|-----------------|--------------------|---------------------------------|------|-----------------------------|--------------|
|                 |                    |                                 |      | 13 januari 2012             | 8 maart 2012 |
| B1 (Fugro)      | NAP +0,38 m        | -9,3 tot -10,3                  | 5    | niet gemeten                | -2,84        |
| PB 101 (derden) | NAP -0,33 m        | Niet bekend                     |      | -1,33                       | -1,45        |
| PB 102 (derden) | NAP -0,15 m        | Niet bekend                     |      | -1,35                       | -1,44        |
| PB 103 (derden) | Niet bekend        | Niet bekend                     |      | -1,25                       | niet gemeten |
| PB9 (derden)    | NAP +0,42 m        | Niet bekend                     |      | -                           | -1,07        |

Om (meer) inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving van de locatie zijn grondwaterstandsgegevens opgevraagd uit de DINO-database van TNO. De locaties van de TNO-peilbuizen zijn weergegeven op bijlage 2. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn uitgewerkt op bijlage 3.

Op ca. 30 m ten zuiden van de projectlocatie is open water gelegen en betreft een boezemwater. Het peil van dit open water is op 2 december 2012 door Fugro ingemeten op NAP -0,45 m. Door het Hoogheemraadschap wordt het peil beheerst op NAP -0,4 m.

Op basis van bovenstaande informatie, het Fugro-archief en de Grondwaterkaart van Nederland zijn de maatgevende grondwaterstand en stijghoogte(n) op de projectlocatie afgeleid en weergegeven in tabel 4-3.

Tabel 4-3: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie in m. t.o.v. NAP

| Laag | Hoog | Gemiddeld | Laag |
|------|------|-----------|------|
| 1    | -1,0 | -1,3      | -1,5 |
| 2    | -2,4 | -2,7      | -3,0 |

De **vetgedrukte** waarden worden als maatgevend beschouwd voor de berekening van de bemaling en het damwandontwerp maar mogen niet zonder meer worden gebruikt voor andere (ontwerp)doeleinden. De aangenomen, voor de bemaling maatgevende, waarden zijn niet tot stand gekomen met behulp van een statistische analyse.

### 4.3 Grondwaterkwaliteit

Voor de uitvoering van het bodemonderzoek zijn door Back Adviseurs in 2009 grondwatermonsters genomen uit 5 peilbuizen waarvan het filter is afgesteld tussen ca. MV -1,5 en MV -2,5 m. Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat het grondwater lokaal (PB5) licht verontreinigd is met barium (PB5) en naftaleen (PB9) en in peilbuis 9 is eens sterke verontreiniging met minerale olie aangetroffen. De onderzoeksresultaten zijn volgens Back Adviseurs geen aanleiding tot het uitvoeren van nader onderzoek of de conclusie dat sprake is van een spoedeisend geval van bodemverontreiniging. De onderzoeksresultaten kunnen wel beperkingen opleveren voor de lozing.

## 5. BEMALING

In dit hoofdstuk worden alle noodzakelijke, binnen de opdracht vallende bemalingsberekeningen gepresenteerd. Tevens wordt op basis van de berekeningen (kort) stilgestaan bij de effecten van de bemaling op de omgeving. Indien noodzakelijk wordt advies gegeven over een mogelijk alternatieve uitvoeringswijze.

### 5.1 Bouwputbegrenzing

Vanwege de korte afstand tot de belendingen en de nabij gelegen wegen is beperkt ruimte beschikbaar en om de effecten van de ontgraving en bemaling op de omgeving te beperken wordt de kelder binnen grond- en waterkerende damwanden uitgevoerd. Uit de damwandberekeningen volgt een inheinniveau van ca. NAP -10,0 à 10,5 m. In hoofdstuk 6 wordt nader ingegaan op de damwandberekeningen (profiel en wijze van aanbrengen).

### 5.2 Aanbrengen grondverbetering

Het aanlegniveau van de keldervloer is NAP -2,7 m. Om een droge bouwput te verkrijgen dient een zandbed van ca. 0,5 m beneden de keldervloer aanwezig te zijn. Per sondering is gekeken naar de bodemopbouw tussen ca. NAP -2,7 m en NAP -3,2 m. Ter plaatse van de sonderingen DKM3 en DKM11 is onvoldoende zand aanwezig en dient een grondverbetering te worden toegepast. Nadat de overige sonderingen zijn uitgevoerd dient per sondering te worden beoordeeld of een grondverbetering benodigd is.

### 5.3 Verticale stabiliteit bouwputbodem

Volgens NEN 6740 dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving met voldoende veiligheid. Onvoldoende veiligheid kan leiden tot het opbarsten van de bouwputbodem en welvorming.

Op basis van de aangetroffen bodemopbouw, het ontgravingsniveau en de maatgevende stijghoogte zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. De gehanteerde bodemopbouw en volumieke gewichten zijn weergegeven in tabel 5-1 en 5-2. De volumieke gewichten zijn bepaald op basis van ervaring en de resultaten van het laboratoriumonderzoek. Opgemerkt wordt dat de aangehouden volumieke gewichten vanuit geohydrologisch oogpunt maatgevend zijn ingeschat. Dit kan betekenen dat ze af kunnen wijken van de waarden die voor het damwandadvies zijn gebruikt.

#### Keldervloer

De bodemopbouw zoals aangetroffen ter plaatse van sondering DKM1 is hierbij als maatgevend beschouwd

Tabel 5-1: Uitgangspunten stabiliteitsberekening

| Niveau<br>[ca. m NAP] | Bodemsoort    | Dikte laag<br>[ca. m]                  | Volumiek gewicht $\gamma$<br>[ca. kN/m <sup>3</sup> ] | Neerwaartse<br>belasting (grond)<br>[ca. kN/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|---------------|--|---|--|
| -2,7                  | Aanlegniveau  |  |   |  |
| -2,7 tot -4,0         | ZAND          | 1,4                                    | 18  | 23,4   |
| -4,0 tot -5,2         | KLEI          | 1,2                                    | 16  | 20,6   |
| -5,2 tot -6,5         | VEEN          | 1,3                                    | 11  | 14,3   |
|                       | Opbarstniveau | TOTAAL:                                |   | 49,3   |
|                       |               | Bij toepassing materiaalfactor van 1,1 |   | 44,8   |

Bij een stijghoogte van NAP -2,4 m bedraagt de opwaartse waterdruk op het opbarstniveau 41 kN/m<sup>2</sup>. De representatieve neerwaartse belasting van de grond bedraagt 44,8 kN/m<sup>2</sup>. Derhalve is voldoende veiligheid tegen opbarsten aanwezig en hoeft de stijghoogte niet te worden verlaagd om opbarsten te voorkomen.

#### Vrachtwagen inrit

Ter plaatse van de laadruimte voor de vrachtwagen is nog geen sondering uitgevoerd. Sondering DKM3 is als maatgevend beschouwd.

Tabel 5-2: Uitgangspunten stabiliteitsberekening

| Niveau<br>[ca. m NAP] | Bodemsoort    | Dikte laag<br>[ca. m]                  | Volumiek gewicht $\gamma$<br>[ca. kN/m <sup>3</sup> ] | Neerwaartse<br>belasting (grond)<br>[ca. kN/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|---------------|--|---|--|
| -3,75                 | Aanlegniveau  |  |   |  |
| -3,75 tot -4,5        | ZAND          | 0,75                                   | 18  | 13,5   |
| -4,5 tot -5,2         | KLEI          | 0,7                                    | 16  | 11,2   |
| -5,2 tot -6,7         | VEEN          | 1,5                                    | 11  | 16,5   |
|                       | Opbarstniveau | TOTAAL:                                |   | 41,2   |
|                       |               | Bij toepassing materiaalfactor van 1,1 |   | 37,5   |

Bij een stijghoogte van NAP -2,4 m bedraagt de opwaartse waterdruk op het opbarstniveau 41 kN/m<sup>2</sup>. De representatieve neerwaartse belasting van de grond bedraagt 37,5 kN/m<sup>2</sup>. Derhalve is onvoldoende veiligheid tegen opbarsten aanwezig en dient de stijghoogte te worden verlaagd om opbarsten te voorkomen.

#### Verdiepte onderdelen

De breedte van de ontgraving voor de randbalken, poeren en liftputten is beperkt en daardoor dragen de grondlagen aan weerszijden bij aan de neerwaartse gronddruk. Dit heeft een gunstig effect op de veiligheid tegen opbarsten. In dit geval kan het effect van spanningsspreiding (boog-/taludwerking) mee worden genomen. Uitgangspunten voor de ontgraving en aanleg van deze onderdelen zijn:

- integraal ontgravingsniveau aan weerszijden van NAP -2,7 m;
- maximale ontgravingsbreedte van 3 m bij een ontgraving onder talud (1:1).

De resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn per onderdeel samengevat in tabel 5.3.

Tabel 5-3: Resultaten stabiliteitsberekeningen

| Onderdeel        | Ontgraving<br>sniveau | Sondering | Toegestane stijghoogte bij veiligheidsfactor van: |               |            |
|------------------|-----------------------|-----------|---|---------------|------------|
|                  |                       |           | 1,1   | 1,05          | 1,0        |
| Keldervloer      | -2,7                  | DKM1      | NAP -2,0 m  | Niet berekend |            |
| Vrachtwageninrit | -3,75                 | DKM3      | NAP -2,95 m                                       | NAP -2,8 m    | NAP -2,4 m |
|                  |                       |           | Rekeninghoudend met taludwerking                  |               |            |
| Randbalk         | -3,0                  | DKM1      | NAP -1,6 m  | Niet berekend |            |
| Poer             | -3,6                  | DKM1      | NAP -2,2 m  | Niet berekend |            |
| Liftput          | -4,2                  | DKM6      | NAP -3,1 m  | NAP -3,0 m    | -2,8       |

### Conclusies stabiliteitsberekeningen

- Voor de aanleg van de keldervloer is voldoende veiligheid tegen opbarsten. Voor de aanleg van de randbalken en de poeren is, rekeninghoudend met taludwerking voldoende veiligheid tegen opbarsten. Voor de aanleg van de liftputten en de vrachtwageninrit is onvoldoende veiligheid tegen opbarsten;
- Voor de aanleg van de vrachtwageninrit is alleen bij een veiligheidsfactor van 1,0 voldoende veiligheid tegen opbarsten. Dit is volgens de NEN niet toegestaan, mogelijk dat het in de praktijk net goed gaat. Geadviseerd wordt een beperkte spanningsbemaling toe te passen. Op basis van het nog uit te voeren grondonderzoek dienen de stabiliteitsberekeningen worden geverifieerd;
- Voor de aanleg van de liftputten is onvoldoende veiligheid tegen opbarsten. Geadviseerd wordt een beperkte spanningsbemaling toe te passen. Als alternatief kunnen prefab liftputten worden gebruikt of aanvullende maatregelen toe worden gepast om de neerwaartse belasting te verhogen;
- Om meer inzicht te verkrijgen in de fluctuatie van de stijghoogte wordt geadviseerd de stijghoogte tot aan de start van de bouwwerkzaamheden regelmatig (tweewekelijks) te monitoren om de fluctuatie inzichtelijk te krijgen.

In de berekeningen wordt uitgegaan van een beperkte spanningsbemaling van maximaal ca. 1 m voor de aanleg van de liftputten en de vrachtwagen inrit. Op basis van de resultaten van de nog uit te voeren sonderingen en de peilbuismetingen kunnen de stabiliteitsberekeningen worden geverifieerd en de meest geschikte uitvoeringswijze worden bepaald.

### **5.4 Benodigde verlagingen**

Voor de aanleg van de keldervloer en vrachtwageninrit dient de grondwaterstand tot ca. 0,5 m beneden het aanlegniveau te worden verlaagd en voor de verdiepte onderdelen (randbalken, poeren en liftputten) tot ca. 0,3 m. Op basis van bovenstaande zijn in tabel 5-4 de benodigde verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte opgenomen. Hierbij is uitgegaan van de maatgevende grondwaterstand en stijghoogte zoals vermeld in tabel 4-3.

Tabel 5-4: Benodigde verlagingen van grondwaterstand en/of stijghoogte

| Onderdeel        | Grondwaterstand (laag 1 + 3) |           | Stijghoogte (laag 5) |           |
|------------------|------------------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                  | Verlagen tot                 | Verlaging | Verlagen tot         | Verlaging |
| Keldervloer      | NAP -3,2 m                   | 2,2 m     |                      |           |
| Vrachtwageninrit | NAP -4,25 m                  | 3,25 m    | NAP -2,95 m          | 0,55 m    |
| Randbalk         | NAP -3,3 m                   | 2,3 m     |                      |           |
| Poer             | NAP -3,9 m                   | 2,9 m     |                      |           |
| Liftput          | NAP -4,5 m                   | 3,5 m     | NAP -3,1 m           | 0,7 m     |

### **5.5 Berekeningsmethodiek**

Om inzicht te verkrijgen in het waterbezwaar en de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn analytisch en met het softwarepakket MicroFEM berekeningen uitgevoerd. In de onderhavige situatie worden de volgende waterbezwaren onderscheiden:

- éénmalig leegmalen damwandkuip;
- lekkage door de damwandsloten (doorlatendheid damwandslot: 0,01 m/d);
- kwel door waterremmende lagen onder de bouwputbodem;
- spanningsbemaling.



Voor de berekeningen zijn de geohydrologische parameterwaarden gehanteerd zoals weergegeven in tabel 5-5. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming door een waterremmende laag weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde.

Tabel 5-5: Geohydrologische schematisering\*

| Laag    | Typering  | Parameterwaarden  |
|---------|---|---|
| 0       | Drainageweerstand                               | c = 250 dagen   |
| 1 t/m 3 | Watervoerende laag<br>(ter plaatse van damwand) | kD = 10 à 25 m <sup>2</sup> /dag<br>kD = 0,01 m <sup>2</sup> /dag |
| 4       | Waterremmende laag                              | c = 500 dagen   |
| 5       | Watervoerende laag                              | kD = 250 m <sup>2</sup> /dag                                      |

\* Voor bodemopbouw zie tabel 4-1.

De gehanteerde geohydrologische parameters zijn geraamd op basis van ervaring en uit gegevens van TNO niet met geohydrologisch onderzoek ter plaatse vastgesteld. Indien meer zekerheid omtrent het te verwerken waterbezwaar gewenst is wordt geadviseerd een pomp-, of bemalingsproef uit te voeren.

## 5.6 Waterbezwaar

De berekende waterbezwaren zijn opgenomen in tabel 5-6 opgenomen. Bij deze berekeningen is uitgegaan van goed in het slot zittende damwandplanken.

Tabel 5-6: Berekende stationaire waterbezwaren

| Onderdeel                  | Waterbezwaar                |
|----------------------------|-----------------------------|
| Eenmalig leegmalen bouwput | 1.500 m <sup>3</sup>        |
| Kwel + lekkage             | 1 à 2 m <sup>3</sup> /uur   |
| Spanningsbemaling          | 10 à 20 m <sup>3</sup> /uur |

In de instationaire beginfase van de bemaling dient voor de spanningsbemaling rekening te worden gehouden met een groter waterbezwaar (20 à 30%).

Als gevolg van neerslag kan het waterbezwaar bij maatgevende buien van 10 mm/uur of 20 mm/dag toenemen met respectievelijk 25 m<sup>3</sup>/uur of 50 m<sup>3</sup>/dag. Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie dient met dit extra waterbezwaar rekening te worden gehouden. Fluctuaties in de grondwaterstand hebben eveneens consequenties voor het waterbezwaar.

## 5.7 Conceptueel bemalingsplan

In deze paragraaf wordt een voorstel voor de benodigde bemalingsinstallatie gegeven. Voor de aanleg van de kelder wordt voorgesteld een filterbemaling te plaatsen in combinatie met een open bemaling. Voor de spanningsbemaling kan eveneens gebruik worden gemaakt van verticale filters.

### *Filterbemaling in de bouwput*

Voor het leegmalen van de bouwput wordt geadviseerd een verticale filterbemaling toe te passen. De verticale bronnering kan bestaan uit Ø 2" filters die worden bemalen met Ø 1" inhangers. Het geperforeerde deel van de filters dient te worden afgesteld tussen ca. NAP -4 m en NAP -6 m. De filters kunnen met een hart op hart afstand van ca. 3 à 5 m aan de binnenzijde van de damwand, in de damwandkassen worden geplaatst.

Nadat de bouwput is leeggemalen kan de verticale filterbemaling worden gebruikt voor het in stand houden van de verlagings door extensief te bemalen. Als alternatief kan een open bemaling worden gebruikt voor het in stand houden van een droge bouwput. Deze kan bestaan uit drains die onder een licht verhang in met goed doorlatend zand gevulde sleuven direct onder, of op de bodem van het zandbed zijn aangebracht. De met zand gevulde sleuven dienen in direct contact te staan met het aan te brengen zandbed.

### *Spanningsbemaling*

De benodigde verlagings van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket kan worden gerealiseerd door het plaatsen van verticale filters nabij de vrachtwagen inrit en rondom de liftputten. De verticale bronnering kan bestaan uit Ø 2" filters die worden bemalen met Ø 1" inhangers. Het geperforeerde deel van de filters dient te worden afgesteld tussen ca. NAP -8 m en NAP -9 m. Het plaatsen van 1 streng nabij de vrachtwageninrit en enkele filters rondom de liftputten is voldoende om de benodigde verlagings te realiseren. De filters kunnen met een hart op hart afstand van ca. 2 à 3 m worden geplaatst.

### *Algemeen*

De bemaling dient zo te worden ingeregeld dat niet meer wordt verlaagd dan strikt noodzakelijk is. De uitvoering van de bemaling dient te worden overgelaten aan de bemaler, die voldoende lokale ervaring moet hebben. Wij adviseren in het bestek een resultaatverplichting voor de bemaler op te nemen voor het realiseren van de verlagings.

## **5.8 Toetsen regelgeving**

De projectlocatie bevindt zich in het beheersgebied van Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht (Waternet). Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd als:

- meer dan 50 m<sup>3</sup> grondwater per uur wordt onttrokken;
- meer dan 15.000 m<sup>3</sup> grondwater per maand (gemiddeld ca. 21 m<sup>3</sup>/uur) wordt onttrokken;
- of als langer dan 6 maanden wordt bemalen.

Op basis van het berekende waterbezwaar is de bemaling **niet vergunningplichtig, mits korter dan 6 maanden wordt bemalen**. Voorliggend rapport is niet geschikt voor het aanvragen van een onttrekkingsvergunning.

De bemaling dient ca. 1 maand voor aanvang bij Waternet te worden gemeld. Na afloop van de werkzaamheden dient de bemaling ook weer te worden afgemeld. Voorts wijzen wij u erop dat het waterschap voorschriften zal verbinden aan de bemaling. Door deze voorschriften nauwkeurig op te volgen kunnen problemen tijdens de uitvoering van de bemaling worden voorkomen.

## **5.9 Verlagings van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving**

Omdat de ontgraving en freatische bemaling in een bouwput wordt uitgevoerd zullen de freatische verlagings buiten de bouwput beperkt zijn tot enkele decimeters. Als gevolg van de spanningsbemaling zullen in de directe omgeving verlagings van de stijghoogte optreden.

Voor een maatgevende verlaging tot NAP -3,2 m zijn berekeningen uitgevoerd, waarvan de stationaire berekende verlagingen ten opzichte van de uitgangsstijghoogte van NAP -2,4 m in tabel 5-7 zijn weergegeven.

Tabel 5-7: Berekende stationaire verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte

| Afstand tot bouwput [m] | laag  | 10  | 25  | 50  | 100 | 250 |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Freatische bemaling     | 1 + 3 | 0,2 | 0,1 |     |     |     |
| Spanningsbemaling       | 5     | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,1 |

### 5.10 Effecten van de bemaling op de omgeving

Het verlagen van de grondwaterstand en stijghoogte kan ongewenste gevolgen hebben voor o.a. zakkingsgevoelige objecten, houten (paal)funderingen, grondwaterverontreinigingen, archeologie en/of kwetsbare begroeiing binnen het invloedsgebied van de bemaling. De opdrachtgever van de bemaling is in principe altijd aansprakelijk voor schade, in welke vorm dan ook, die optreedt als gevolg van een bemaling.

Door het toepassen van een grond- en waterkerende damwandconstructie zullen de effecten van de freatische bemaling op de omgeving minimaal zijn. Als de damwandplanken op één of meer plaatsen uit het slot zijn gelopen kunnen lekkages ontstaan die moeten worden gedicht.

Als gevolg van de spanningsbemaling kunnen nadelige effecten in de omgeving optreden. Omdat slechts een beperkte spanningsbemaling benodigd is, wordt de stijghoogte niet verder verlaagd dan de natuurlijke fluctuatie van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket.

Als gevolg van de spanningsbemaling worden minimale tot geen (maaiveld)zakkingen verwacht. Binnen het invloedsgebied van de bemaling dient wel rekening te worden gehouden met het verplaatsen van eventueel aanwezige grondwaterverontreinigingen, interferentie met eventueel aanwezige permanente grondwateronttrekkingen en/of upconing. Om deze gevolgen in te kunnen schatten, wordt geadviseerd de aanwezigheid van grondwaterverontreinigingen en permanente grondwateronttrekkingen binnen een straal van ca. 250 m rondom de projectlocatie te inventariseren.

### 5.11 Lozing

De wijze van lozen, op open water of op het riool, dient nader te worden bepaald en is afhankelijk van de hoeveelheid te lozen water en van de waterkwaliteit. Tijdens het bodemonderzoek is door derden de kwaliteit van het grondwater bepaald voor het NEN-pakket. De lozingsparameters van Waternet zijn niet bepaald. Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het grondwater in het eerste watervoerend pakket, wordt geadviseerd een watermonster uit B1 te nemen.

Over het algemeen bestaat de voorkeur voor het lozen van het bemalingswater op open water. Op een afstand van ca. 30 m is open water gelegen, hiervoor dient wel een doorgaande weg te worden gekruist. Voor lozen op open water dient contact te worden opgenomen met Waternet. Voor lozing van het bemalingswater op het riool dient contact op te worden genomen met de gemeente. Op basis van analyseresultaten van grondwatermonsters kan worden beoordeeld of voor de lozing beperkingen kunnen worden verwacht en of het water voor lozing moet worden behandeld.

Voor de lozing kunnen significante kosten verschuldigd zijn aan de waterontvangende instantie. Bovendien kan de waterontvangende instantie waterzuiverende maatregelen eisen als de

gehalten van lozingsparameters te hoog zijn. Voorgesteld wordt in een vroeg stadium toestemming te vragen voor de lozing.

## 6. DAMWANDADVIES

Gezien de beperkte ruimte om de bouwput, dient een grond- (en waterkerende) damwand te worden toegepast. Door gebruik te maken van grond- en waterkerende schermen wordt een gesloten bouwput gevormd.

Stalen damwanden zijn het meest toegepaste systeem voor grondkeringen van bouwputten. Dit systeem is verder gedimensioneerd in onderstaande paragrafen.

### 6.1 Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 6740 en CUR-Publicatie 166 "Damwandconstructies" (5<sup>e</sup> druk), waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden 1A en 1B (berekeningen 6.1 t/m 6.4 volgens CUR 166) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (berekening 6.5 volgens CUR 166) ook wel grenstoestand 2 genoemd.

Voor de dimensionering van de damwand zijn berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma DSheetPiling. Dit is een ééndimensionaal eindig elementenprogramma voor de berekening van momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een verticale grondkerende wand, al dan niet (meervoudig) verankerd. De druk van de grond op de constructie wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de horizontale verplaatsing van de wand. Met het programma kan het effect van opeenvolgende bouwstadia worden onderzocht.

### 6.2 Uitgangspunten

Ten behoeve van de damwandberekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

#### *Bodemparameters*

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 1 uit NEN 6740, CUR-publicatie C166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabel 6-1 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

Tabel 6-1: Bodemopbouw en -parameters, sondering DKM5

| bovenkant laag<br>[m NAP] | grondlaag                         | $\gamma/\gamma_{\text{sat}}$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | $c'$<br>[kPa] | $\phi'$<br>[°] | $\delta$<br>[°] | horizontale<br>beddingconstante [kN/m <sup>3</sup> ] |           |           |
|---------------------------|-----------------------------------|--|---------------|----------------|-----------------|--|-----------|-----------|
|                           |                                   |  |               |                |                 | $k_{h,1}$  | $k_{h,2}$ | $k_{h,3}$ |
| +0,3                      | ZAND, toplaag                     | 18/20  | 0             | 30             | 20              | 12.000   | 6.000     | 3.000     |
| -1,25                     | VEEN                              | 11/11  | 2             | 15,0           | 0               | 1.000  | 500       | 250       |
| -2,25                     | ZAND, los gepakt                  | 18/20  | 0             | 30             | 20              | 12.000   | 6.000     | 3.000     |
| -4,0                      | ZAND, kleilig                     | 16/16  | 0             | 25,0           | 16,7            | 4.000  | 2.000     | 800       |
| -5,0                      | VEEN, basis<br>holocene afzetting | 12/12  | 3             | 15             | 0               | 2.000  | 800       | 500       |
| -6,75                     | ZAND, matig vast<br>gepakt        | 19/20  | 0             | 32,5           | 21,7            | 20.000   | 10.000    | 5.000     |

#### Opmerkingen bij tabel 6-1:

- $\gamma$  en  $\gamma_{\text{sat}}$  = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- $c'$  = effectieve cohesie
- $\varphi'$  = effectieve hoek van inwendige wrijving
- $\delta$  = wandwrijvingshoek
- voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met  $k_{h,1}$  t/m  $k_{h,3}$ , waarin:  
 $k_{h,1}$  t/m  $k_{h,3}$  = lage waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 1, 2 en 3

In de damwandberekeningen is uitgegaan van een freatische grondwaterstand van NAP -1,0 m en een stijghoogte in het zandpakket van NAP -2,4 m. Deze waarden zijn ontleend op basis van de opgevraagde TNO informatie en de door Fugro gemeten peilbuiswaarnemingen.

#### *Veiligheidsklasse*

De rekenwaarden voor de geotechnische parameters worden gevonden door deling van de representatieve waarden ( $X_{\text{rep}}$ ) uit tabel 6-1 door materiaalfactoren conform de tabel 3.7 van CUR-Publicatie 166. Bij de geometrische parameters wordt de rekenwaarde gevonden door toepassing van een additionele veiligheidsmarge, waarvoor een minimum geldt van  $\Delta$ .

Conform CUR-Publicatie 166 is de constructie, gezien de aanzienlijke schade bij falen en het geringe persoonlijke veiligheidsrisico, ingedeeld in veiligheidsklasse II.

#### *Geometrische gegevens*

Er zijn twee verschillende dwarsdoorsneden berekend. Een dwarsdoorsnede langs de straatzijde rekening houdend met bouwverkeer (doorsnede 1) en een dwarsdoorsnede ter plaatse van de liftput (doorsnede 2).

Voor de aanleg van de kelder zal tot ca. NAP -2,7 m en ter plaatse van de liftput tot NAP -4,2 m worden ontgraven. Ter plaatse van de vrachtwageninrit zal tot NAP -3,3 m worden ontgraven. Langs deze zijn de kan hetzelfde en inheinniveau worden toegepast als langs de liftput.

Uitgaande van een gemiddelde maaiveldhoogte van ca. NAP -0,30 m bedraagt de totale maximale kerende hoogte ca. -2,7 m en ter plaatse van de liftput 3,9 m 3,2 m (exclusief de ontgraving van de grondverbetering). Ter plaatse van de poeren en keldervloer zal respectievelijk ca. 0,3 en ca. 0,5 m dieper moeten worden ontgraven ten behoeve van het aanbrengen van grondverbetering.

In de damwandberekeningen is rekening gehouden met het aanbrengen van de 0,5 m dikke grondverbetering onder de keldervloer en 0,3 m onder de aan te leggen poeren. Echter, omdat het ontgravingsniveau is gelegen in een los gepakte zandlaag, is het aanbrengen van een grondverbetering wellicht niet overal noodzakelijk. Dit dient afhankelijk van de toegankelijkheid van de bouwput nader in het werk te worden bepaald. Alle grondverbeteringen dient vaksgewijs / strooksgewijs te worden uitgevoerd.

In de damwandberekeningen is de volgende bouwfaserings aangehouden bij de doorsnede A (liftput).

#### *Bouwfase 1*

- Aanbrengen van de damwand;
- Ontgraven tot NAP -0,8 m;
- Aanbrengen en voorspannen ankers op NAP -0,5 m.

#### *Bouwfase 2*

- Installeren ontlastbronnen en spanningsbemaling;
- Verlagen van de grondwaterstand in de bouwput tot NAP -4,5 m en de stijghoogte in de eerste zandlaag (laag 5), gelijktijdig in vakken/stroken ontgraven tot maximaal NAP -4,5 m en direct grondverbetering aanbrengen tot NAP -4,2 m;

#### *Bouwfase 3*

- Damwand afstempelen op keldervloer;
- Verwijderen anker op NAP -0,5 m;

Opgemerkt dient te worden dat doordat er groutankers worden toegepast, een grotere inbeddingsdiepte nodig is dan bij een stempelraam in verband met het opnemen van de verticale component van de ankerkracht

In de berekeningen is de volgende geometrie aangehouden:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Maaiveld buiten bouwput        | : NAP -0,3 m;  |
| Grondwaterstand buiten bouwput | : NAP -1,0 m;  |
| Ontgravingsniveau bouwput      | : NAP -0,8 m (Bouwfase 1);   |
|                                | : NAP -4,5 m (Bouwfase 2);   |
| Grondwaterstand binnen bouwput | : NAP -1,0 m (Bouwfase 1);   |
|                                | : NAP -4,5 m (Bouwfase 2);   |
| Bovenkant damwand              | : NAP +0,0 m;  |
| Bovenbelasting                 | : 20 kN/m <sup>2</sup> , van 1 m tot 3,5 m uit de damwand,<br>overeenkomend met bouwverkeer. |

In de damwandberekeningen is de volgende bouwfaserings aangehouden bij doorsnede B (langs de openbare weg).

#### *Bouwfase 1*

- Aanbrengen van de damwand;
- Ontgraven tot NAP -0,8 m;
- Aanbrengen voorspannen ankers op NAP -0,5 m.

#### *Bouwfase 2*

- Installeren ontlastbronnen en spanningsbemaling;
- Verlagen grondwaterstand in de bouwput tot NAP -3,9 m;
- Gelijktijdig ontgraven in stroken van maximaal 4 m breed haaks op de damwand tot NAP -3,3 m en tot NAP -3,9 op ca. 2,7 m uit de damwand en direct aanvullen met zand tot NAP -3,0 m tot NAP -3,6 m uit de damwand en verdichten voordat de volgende strook wordt ontgraven;

*Bouwfase 3:*

- Damwand afstempelen op keldervloer;
- Verwijderen anker op NAP -0,5 m;

In de berekeningen is de volgende geometrie aangehouden:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Maaiveld buiten bouwput        | : NAP -0,3 m;  |
| Grondwaterstand buiten bouwput | : NAP -1,0 m;  |
| Ontgravingsniveau bouwput      | : NAP -0,80 m (Bouwfase 1);  |
|                                | : NAP -3,0 m (Bouwfase 2);   |
| Grondwaterstand binnen bouwput | : NAP -1,0 m (Bouwfase 1);   |
|                                | : NAP -3,9 m (Bouwfase 2);   |
| Bovenkant damwand              | : NAP +0,0 m;  |
| Bovenbelasting                 | : 20 kN/m <sup>2</sup> , van 1 m tot 3,5 m uit de damwand,<br>overeenkomend met bouwverkeer. |



### 6.3 Resultaten damwandberekeningen

In tabel 6-2 en 6-3 zijn de berekeningresultaten voor de uiterste grenstoestand 1A en de bruikbaarheidstoestand 2 samengevat. In de tabel zijn voor de beschouwde doorsneden een damwandprofiel en geadviseerde lengte opgenomen. Het profiel is bepaald op basis van het maximaal uitgeoefende buigend moment. De berekeningsresultaten van bruikbaarheidsgrenstoestand GT 2 zijn maatgevend voor de vervormingen van de damwandconstructie. De resultaten van de uiterste grenstoestand GT 1A, zijn maatgevend voor de sterkte van de damwand en de ankerkracht.

Tabel 6-2: Samenvatting resultaten damwandberekeningen; doorsnede A (liftput)

| Uitvoeringswijze                | Verankerd / gestempeld |
|---------------------------------|------------------------|
| Bovenkant damwand               | NAP +0,0 m             |
| Bovenbelasting                  | 20 kN/m <sup>2</sup>   |
| Damwandprofiel / staalkwaliteit | AZ18 / S270            |
| lengte                          | 10,5 m                 |
| inbeddingsdiepte                | NAP -10,5 m            |
| maximum uitbuiging              | 23 mm                  |
| buigend moment                  | 236 kN/m               |
| maximum stempel/anker kracht    | 139 kN/m <sup>1</sup>  |

Tabel 6-3: Samenvatting resultaten damwandberekeningen; doorsnede B (langs openbare weg)

| Uitvoeringswijze                | Verankerd / gestempeld |
|---------------------------------|------------------------|
| Bovenkant damwand               | NAP +0,0m              |
| Bovenbelasting                  | 20N/m <sup>2</sup>     |
| Damwandprofiel / staalkwaliteit | AZ18 / S270            |
| lengte                          | 10,0 m                 |
| inbeddingsdiepte                | NAP -10,0 m            |
| maximum uitbuiging              | 12 mm                  |
| buigend moment                  | 211 kNm                |
| maximum stempel/anker kracht    | 129 kN/m <sup>1</sup>  |

Een grafische weergave van bovenstaande tabel is in bijlage 4 en 5 gepresenteerd.

Voor de damwanden geldt:

$$M_{s;d} \leq M_{r;d}$$

AZ 18; (staalkwaliteit S270)

$$M_{r;d} = 1,0 \times 1.800 \times 270 = 486 \text{ kNm/m}$$

Uit de berekeningsresultaten voor dit project kan worden geconcludeerd dat een verankerde damwandconstructie ter plaatse van de liftput (doorsnede A) en langs de openbare weg (doorsnede B) voldoet qua sterkte. De maximale uitbuigingen bedragen respectievelijk 23 en 12 mm. Er zal nader geanalyseerd moeten worden wat de effecten van het aanbrengen van deze damwand en van de uitbuiging zijn op de bestrating, kabels en leidingen en dergelijke.

Bij de berekeningen is uitgegaan van een verankerde damwand. Opgemerkt wordt dat de ankers gedeeltelijk onder de belendingen dienen te worden geïnstalleerd en dat hier rekening mee gehouden dient te worden en daarom nauwkeurig te werk moet worden gegaan.

#### **6.4 Aanbevelingen ten aanzien van de uitvoering**

De wijze waarop de damwandplanken kunnen worden aangebracht en eventueel verwijderd is sterk afhankelijk van de bodemopbouw, de kwaliteit van de belendende bebouwing en de wijze waarop deze is gefundeerd, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bereikbaarheid van de locatie van bouwmaterieel.

##### *Straatzijde*

Aan deze zijde kan het op diepte brengen van de damwand mogelijk worden uitgevoerd met behulp van hoogfrequent trilblok, voorzien van een variabel instelbaar moment. Toepassing van een variabel moment op het trilblok reduceert in aanzienlijke mate de laag frequente trillingen die opgewekt worden door het opstarten en afslaan van het trilblok. Genoemde trillingen zijn in de regel veruit maatgevend, indien geen variabel moment wordt toegepast. Dit systeem mag daarom als relatief trillingsarm worden omschreven. De damwanden aan straatzijde kunnen eventueel in een later stadium worden getrokken.

Tijdens het aanbrengen van de damwand moeten de trillingen aan de beleningen en de eigen gevel worden gemeten. De trillingsniveaus mogen tijdens het aanbrengen en trekken van de damwanden niet te hoog zijn. Is dit wel het geval, dan moet de damwand verder trillingvrij worden aangebracht of getrokken.

Door het in- en uittrillen van de damwanden zullen los gepakte zandlagen in de directe omgeving worden verdicht, waardoor maaiveldzakkingen optreden (trechtersvorming). Dit zal negatieve gevolgen hebben voor de bestrating en eventueel binnen het invloedsgebied aanwezige beleningen. Indien tijdens het trekken ontoelaatbare maaiveldzakkingen nabij de belending optreden, dienen de damwanden als verloren te worden beschouwd.

Desgewenst kan door Fugro een trillingsprognose worden opgesteld, waarmee een redelijk inzicht kan worden verkregen in de te verwachten trillingsniveaus en de invloed hiervan op gebouwen, personen en apparatuur.

##### *Belendingen*

De damwand langs de belending moet op diepte worden gedrukt en als verloren worden beschouwd. Het bekendste systeem op de markt voor drukken van de damwand is de Silent Piler. Een systeem waarbij de damplanken hydraulisch de grond in worden gedrukt. Systemen met een drukkracht tot 150 ton zijn beschikbaar. Het drukken van de damplanken kan ook goed worden uitgevoerd met behulp van een geleide drukmachine.

Gezien de benodigde ontgraving, de doorbuiging van de damwand tijdens het ontgraven en de geringe afstand tot aan de belendingen, is zelfs bij het indrukken van damplanken enige zakking van de directe belendingen nooit geheel uit te sluiten. Daarom verdient het aanbeveling om voor aanvang van de werkzaamheden door middel van hoogteboutjes de eventuele zakking van deze belendingen te monitoren, zie ook hoofdstuk 7.

## 7. RISICOBEBEERSING EN MONITORING

Om de invloed van de werkzaamheden tijdig te bemerken en zo veel mogelijk te beperken wordt aanbevolen de invloed van de bouwput op de omgeving te monitoren. Tevens kunnen de resultaten van deze monitoring in geval van conflicten uitkomst bieden doordat tijdens de werkzaamheden gegevens zijn verzameld omtrent de invloed van de bouwput op de omgeving. Door monitoring kunnen vertragingen tijdens de bouw worden voorkomen. Daarnaast is onze ervaring dat monitoring geruststellend werkt voor bevoegd gezag en bewoners in de directe omgeving.

Op basis van een risico-analyse, waarbij alle informatie in kaart wordt gebracht en geanalyseerd, kan een gedetailleerd monitoringsplan worden opgesteld. Hierin worden de metingen, de meetfrequenties en grenswaarden nader omschreven. Een monitoringsplan moet in overleg met alle betrokken partijen worden opgesteld. Bij monitoring is het verzamelen van gegevens van de nulsituatie van groot belang. Het opstellen van een monitoringsplan opstellen, het uitvoeren van de monitoring en de analyse meetwaarden analyseren.

Wij adviseren om de volgende monitoringswerkzaamheden, inclusief nulmetingen en herhalingsmetingen tijdens de bouw, in ieder geval in dit plan op te nemen en/of uit te (laten) voeren:

- Plaatsen van hoogteweboutjes op belendingen;
- Uitvoeren trillingsmetingen tijdens het installeren van de damwanden;
- Plaatsen van (extra) peilbuizen voor de monitoring van grondwaterstanden en stijghoogten rondom de bouwput;
- Regelmatig (en met name in de beginfase) meten van de grondwaterstand en stijghoogte in alle peilbuizen;
- Controleren van het functioneren van de bemalingsinstallatie en het registreren van de hoeveelheden onttrokken grondwater

Geadviseerd wordt de huidige staat van de zakkingsgevoelige objecten in de (directe) omgeving op te nemen in een expertise-rapport en vóór, tijdens en na de ontgraving en bemaling deformatiemetingen te verrichten aan deze objecten (bij) te plaatsen hoogteweboutjes. Zodoende kan bij een voldoende hoge meetfrequentie worden ingegrepen als schade dreigt te ontstaan als gevolg van de werkzaamheden.

Desgewenst kan Fugro genoemde werkzaamheden voor u verrichten

## 8. AANBEVELINGEN EN AANDACHTSPUNTEN

### 8.1 Algemeen

Op basis van de hiervoor beschreven hoofdstukken zijn hieronder enkele aanbevelingen opgenomen.

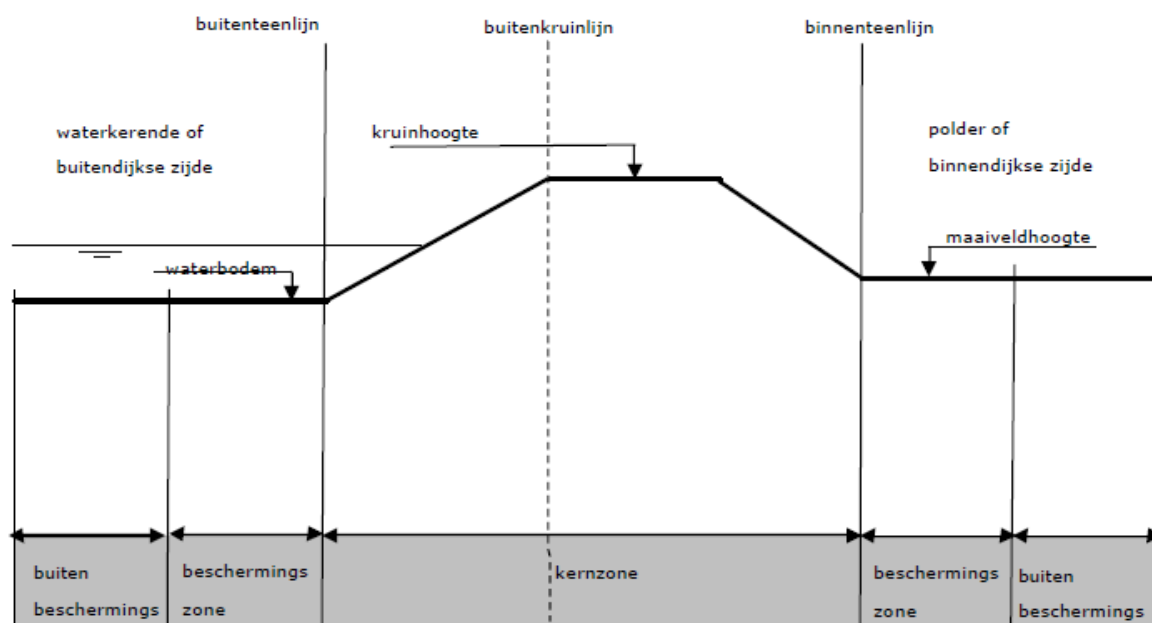
- Geadviseerd wordt de stijghoogte in de aanwezige peilbuis B1 tot aan de start van de bemaling tweewekelijks te monitoren. Zodoende ontstaat inzicht in de fluctuatie van de stijghoogte op de projectlocatie;
- Nadat het resterende grondonderzoek is uitgevoerd en de peilbuismetingen beschikbaar zijn, dienen de stabiliteitsberekeningen te worden geverifieerd met name voor de vrachtwagen inrit en de liftputten.
- Afhankelijk van de uitvoeringsperiode en de resultaten van het aanvullend grondonderzoek kan mogelijk een spanningsbemaling worden voorkomen. Om deze haalbaarheid te kunnen bepalen zijn aanvullende gegevens (grondonderzoek, peilbuismetingen en tijdsplanning) benodigd;
- De aanwezigheid van grondwaterverontreinigingen en/of permanente grondwateronttrekkingen dient te worden geïnventariseerd.
- Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van het grondwater in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket, wordt voorgesteld een watermonster uit B1 te nemen. Met de resultaten van het bodemonderzoek en aanvullend te bepalen kwaliteitsgegevens kan het lozingspunt worden bepaald. Voorgesteld wordt de mogelijkheden voor het lozen op het boezemwater te lozen.

### 8.2 Noodzaak keurvergunning

Ten behoeve van een beoordeling van de noodzaak voor een keurontheffing van het Waterschap Amstel Gooi en Vecht (AGV) zijn de keur en keurbesluit-vrijstellingen van dit waterschap doorgenomen.

#### *Type waterkering*

De basis van een beoordeling of een werk in- of nabij- een waterkering mag worden uitgevoerd vormt de indeling in keurzones:



*Figuur 8-1: Indeling in keurzones, bron Keur AGV*

De omvang van de keurzones is vastgelegd in de Keur van AGV. Om de keurgrenzen te bepalen dient allereerst vastgesteld te worden of sprake is van een verholen kering of een waterkering. Van een verholen kering is sprake als deze gelegen is in een in zijn geheel hoger gelegen gebied. Een waterkering die aan 1 kant verholen is wordt beschouwd als een waterkerend dijklichaam. In dit geval is hier sprake van (secundaire waterkering).

#### *Vaststelling keurgrenzen*

Vervolgens dienen de keurgrenzen vastgesteld te worden. Deze worden over het algemeen zichtbaar gemaakt in de legger van AGV. Ten aanzien van dit project is contact gezocht met AGV/Waternet. De huidige legger voor boezemwateren is ingetrokken.

Bij Waternet is gevraagd of zij kunnen aangeven binnen welke grenzen de kern- en beschermingszones van de huidige boezemwaterkering gelegen zijn. Hierop wordt door de heer M. van Vendum terug gekomen.

Teneinde in dit stadium reeds enig inzicht in de grenzen te kunnen geven zijn de regels uit de keur van Waternet gevolgd voor de vaststelling van de begrenzingen. Deze grenzen zijn weergegeven in de Keur 2011 van AGV, artikel 1.2, lid 8.

De kernzone bevat de kering vanaf de beschoeiing tot aan de binnendijkse teen van de kering. De beschermingszone binnendijks bedraagt  $8 \cdot H$  (kerende hoogte, verschil maatgevend boezempeil met maaiveld achterland), met een minimum van 10 m uit de grenzen van de kernzone. De buitenbeschermingszone bedraagt 50 m uit de grenzen van de beschermingszone.

De kernzone is in dit geval niet eenduidig vast te stellen, als gevolg van een zeer flauw verlopend binnentalud. Op basis van de Keur 2011 wordt afgeleid dat de kernzone een minimale breedte van 3 m heeft (Artikel 1,2, lid 6).

Het maaiveld binnendijks is op het laagste punt dicht achter de kering gelegen op minimaal NAP -0,5 m. Het maatgevend boezempeil bedraagt NAP 0 m.  $8 \cdot H$  levert 4 m op, er dient derhalve gerekend te worden met een minimale beschermingszone van 10 m (=13 m uit de beschoeiing). De buitengrens van de buitenbeschermingszone komt hiermee op 63 m uit de beschoeiing.

#### *Beoordeel noodzaak keurvergunning*

De damwand is op dit moment voorzien op ca. 28 m uit de beschoeiing van de boezemkade. De ankers komen op ca. 14 m uit de damwand, dus op circa 14 m uit de beschoeiing. Hiermee vallen de damwand en de ankers in de beschermingszone.

Voor het beoordelen van de noodzaak voor een vergunning zijn eerst de vrijstellingen op de Keur beschouwd. Dit zijn werkzaamheden waarbij met een melding kan worden volstaan. De werkzaamheden vallen onder het graven in of nabij waterkeringen. Hierbij kan met een melding worden volstaan indien deze in de buitenbeschermingszone zijn gelegen, en niet dieper zijn dan 2 m. De graafwerkzaamheden zijn dieper dan 2 m. Er kan derhalve niet met een melding worden volstaan.

Hieruit blijkt dat voor de werkzaamheden een keurvergunning aangevraagd dient te worden bij AGV/Waternet.

*Traject aanvraag keurvergunning*

Dit vereist een geotechnische rapportage waarin wordt aangetoond dat de waterkerende functie van de boezemkade niet in geding komt als gevolg van de werkzaamheden. Hierbij dient o.a. te worden gedacht aan:

- beschouwing zettingen en resulterende afname kerende hoogte;
- beschouwing buitenwaartse stabiliteit waterkering als gevolg van (hei)trillingen en wateroverspanning.

Wij stellen voor voorafgaand aan het opstellen van een vergunningonderbouwend rapport in overleg te treden met de projectadviseur van Waternet voor de regio Abcoude (dhr. Van Vendum) teneinde de vergunningseisen te bespreken

---

**INVOER EN RESULTATEN DSHEETPILING**

Nieuwbouw a/d Amsterdamse straatweg te Abcoude

Opdr. : 4011-0233-000  
Bijl. : 1