



**Gemeente
Amsterdam**

Concept
Versie 1
28 maart 2017

Duiker Lelylaan

Bemalingsadvies

Auteur(s)

A.R. Jongerius

Opdrachtgever

Grond & Ontwikkeling

Contactpersoon

A.R. Jongerius
Ingenieursbureau

Projectnummer

2980000850

| Opsteller | Goedgekeurd en vrijgegeven | Paraaf | Datum |
|----------------|----------------------------|---|---------|
| A.R. Jongerius | J. de Jong |  | 28-3-17 |

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 3 |
| 2 | Projectomschrijving | 4 |
| 3 | Geohydrologische inventarisatie | 6 |
| 3.1 | Grondonderzoek en bodemopbouw | 6 |
| 3.2 | Oppervlaktewaterpeil, grondwaterstand en stijghoogte | 7 |
| 4 | Bemaling | 10 |
| 4.1 | Benodigde verlagingen | 10 |
| 4.2 | Voorstel bemalingswijze | 12 |
| 4.3 | Waterbezwaar | 12 |
| 4.4 | Invloedsgebied | 13 |
| 4.5 | Effecten van de bemaling op de omgeving | 13 |
| 4.6 | Wet- en regelgeving | 14 |
| 5 | Bronvermelding | 16 |

1 Inleiding

De Gemeente Amsterdam werkt aan de herontwikkeling van het gebied tussen de Cornelis Lelylaan, de A10, de Schipluidenlaan en de spoorlijn. Onderdeel van de herontwikkeling is het doortrekken van het Koningin Wilhelminaplein tot aan de Cornelis Lelylaan met het uiteindelijke doel een betere aansluiting van het woon-werkgebied op de A10 te creëren.

Om het Koningin Wilhelminaplein geschikt te maken voor een hogere verkeersintensiteit is het noodzakelijk brug 691, op de hoek van het Koningin Wilhelminaplein en Schipluidenlaan te verbreden. Voorliggende rapportage heeft betrekking op de bemalingswerkzaamheden die benodigd zijn voor het verbreden van de brug en het verlengen van de duiker onder de brug. Doel is de grootte van de onttrekking, de omgevingsinvloed en lozingswijze in beeld te brengen om de benodigde (water)vergunningen te kunnen aanvragen.

2 Projectomschrijving

Het project heeft betrekking op de verlenging van de kokervormige duiker die ligt onder de te verbreden brug 691 aan het Koningin Wilhelminaplein te Amsterdam. Binnen het Rijksdriehoeknet heeft de duiker globaal de coördinaten $X = 117.450$ en $Y = 485.500$. De locatie van de duiker is in figuur 2-1 weergegeven op een luchtfoto.



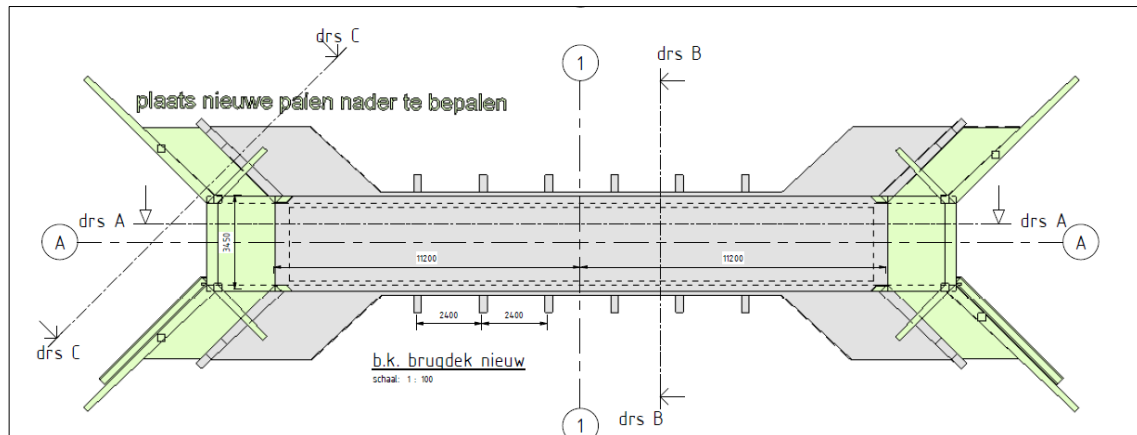
Figuur 2-1: Onderdoorgang duiker

Door de opdrachtgever is informatie verstrekt over de uitvoeringswijze van de werkzaamheden [1]. Uit deze informatie blijkt dat de watergang aan weerszijden van de duiker wordt afgedamd met een gronddam. Vervolgens wordt de watergang ter plaatse van de duiker leeggemalen, waarna de werkzaamheden aan de duiker in den droge worden uitgevoerd. De afmetingen en aanlegniveau van de duiker zijn in tabel 2-1 gepresenteerd. Een ontwerptekening van de duiker is gepresenteerd in figuur 2-1.

Tabel 2-1: Afmetingen en niveaus verlenging duiker

| Onderdeel | Afmetingen | Aanlegniveau | Ontgravingsniveau |
|----------------------|------------|--------------|-------------------|
| Verlenging westzijde | 6 m x 9 m | NAP -3,4 m | NAP -3,7 m |
| Verlenging oostzijde | 6 m x 9 m | NAP -3,4 m | NAP -3,7 m |

De opdrachtgever heeft aangegeven dat de exacte bemalingsduur nog niet bekend is. Naar verwachting bedraagt de bemalingsduur 6 tot 8 weken, maar deze kan oplopen tot maximaal 3 maanden.



Figuur 2-1: Ontwerptekening duiker

3 Geohydrologische inventarisatie

3.1 Grondonderzoek en bodemopbouw

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw op de projectlocatie zijn sonderingen gedownload uit DINOloket (TNO). Het betreft 20 sonderingen die binnen ca. 200 m afstand van de projectlocatie zijn uitgevoerd. Daarnaast is gebruik gemaakt van de resultaten van milieukundig bodemonderzoek dat door BK ingenieurs op de projectlocatie is uitgevoerd [2] (35 boringen tot een diepte van NAP -2 à -6 m).

Op basis van bovengenoemd grondonderzoek is de bodemopbouw geschematiseerd en in tabel 3-1 gepresenteerd.

Tabel 3-1: Bodemschematisering

| Niveau [m NAP] | | Grondsoort | Typering | Laag |
|----------------|----------------|----------------------|--------------------------------------|------|
| Bovenkant laag | Onderkant laag | | | |
| -1,0 | -2,3 à -5,3 | Zand | Watervoerende freatische topzandlaag | 1 |
| -2,3 à -5,3 | -4,1 à -4,8 | Veen | Waterremmende laag | 2 |
| -4,1 à -4,8 | -6,0 à -8,0 | Klei | | |
| -6,0 à -8,0 | -7,0 à -9,0 | Zand, fijn (Wadzand) | Watervoerende laag | 3 |
| -7,0 à -9,0 | -10,8 à -12,0 | Klei en veen | Waterremmende laag | 4 |
| -10,8 à -12,0 | -90* | Zand | Eerste watervoerend pakket | 5 |

* Op basis van REGIS II v2.1 (TNO)

Aan de schematisering zijn geohydrologische bodemparameterwaarden toegekend (tabel 3-2). Het betreft kD-waarden voor alle watervoerende pakketten en c-waarden voor alle waterremmende lagen. Voor de watergang wordt een c-waarde van 10 dagen aangehouden.

Tabel 3-2: Geohydrologische bodemparameterwaarden

| Laag | | Parameterwaarde | Worst-case | Verwachting | Best-case |
|------|---------------------------|-----------------|------------|-------------|-----------|
| 1 | Watervoerende topzandlaag | kD | 20 | 10 | 5 |
| 2 | Waterremmende laag | c | 250 | 500 | 1.000 |
| 3 | Watervoerende laag | kD | 10 | 5 | 2 |
| 4 | Waterremmende laag | c | 3.000 | 4.000 | 5.000 |
| 5 | Watervoerend pakket | kD | n.v.t. | | |

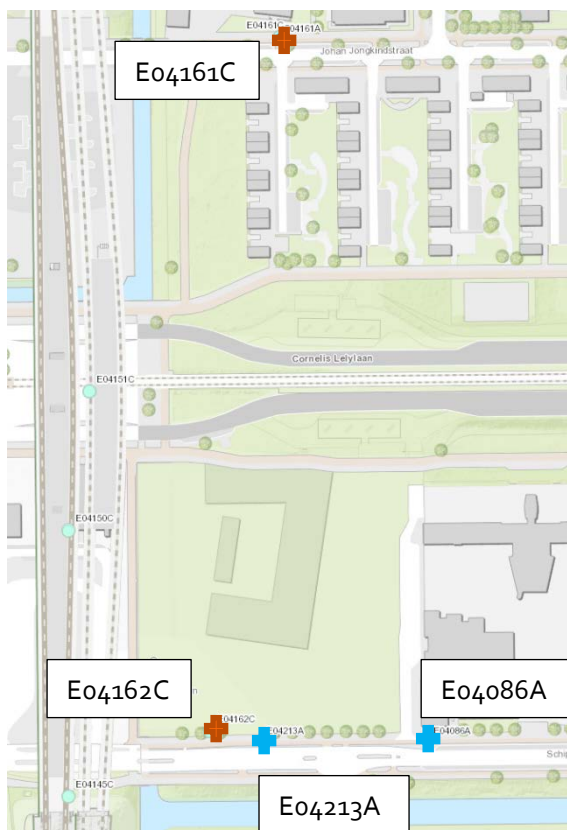
3.2 Oppervlaktewaterpeil, grondwaterstand en stijghoogte

Oppervlaktewaterpeil

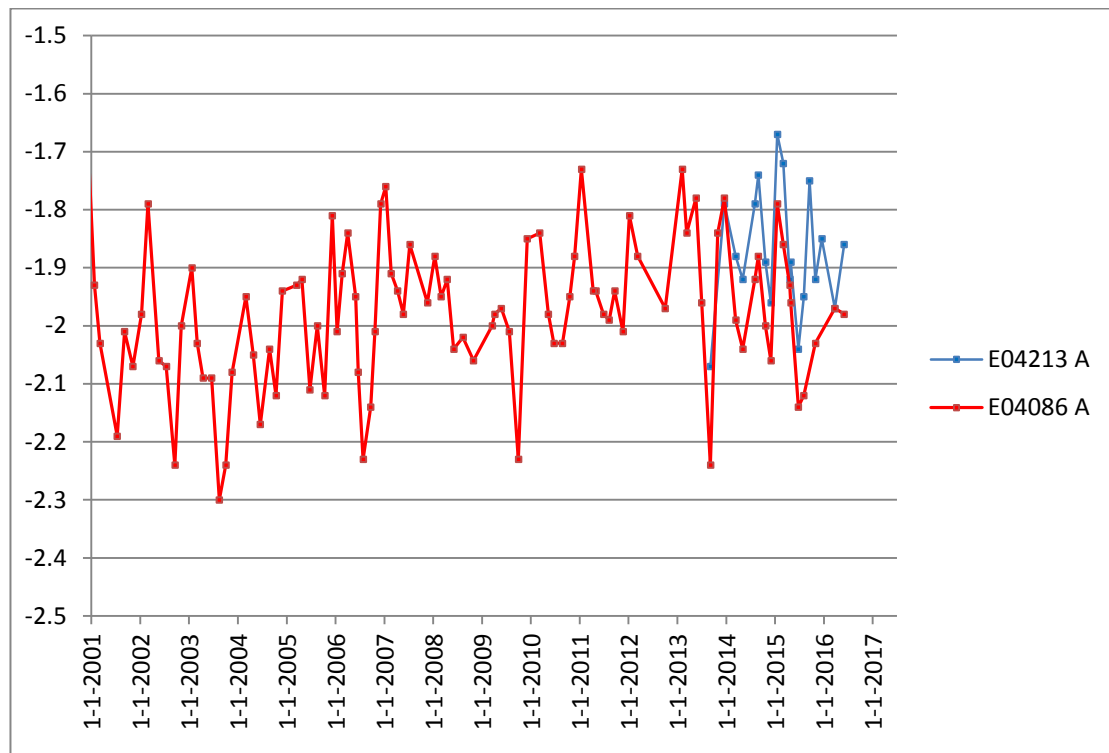
Het oppervlaktewaterpeil van de watergang waarin de werkzaamheden aan de duiker worden uitgevoerd, wordt door Waternet beheerst op NAP -2,10 m (Sloterbinnen en Middelveldse Polder). Uit de resultaten van het milieukundig bodemonderzoek blijkt dat de diepte van de watergang rondom de duiker varieert van ca. NAP -2,7 m tot NAP -3,6 m.

Grondwaterstand en stijghoogte

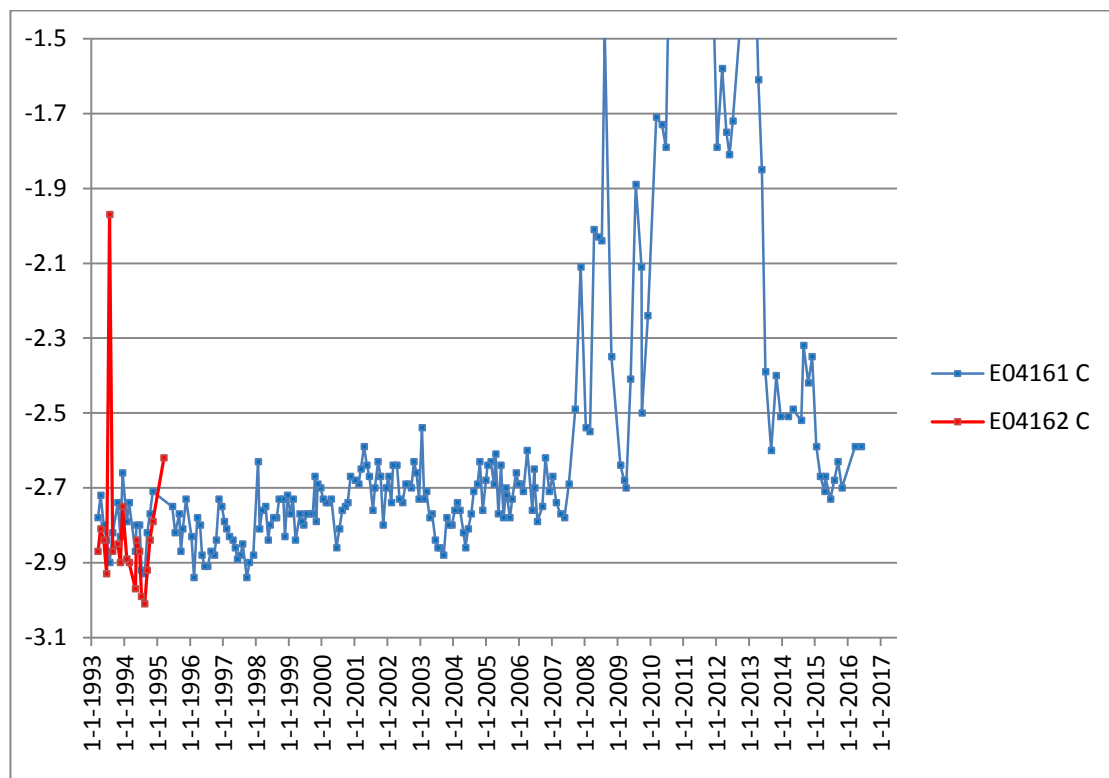
Om inzicht te krijgen in de grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie zijn stijghoogtegegevens gedownload uit de Waternet database. Het betreft stijghoogtedata van 2 freatische peilbuizen (beide op ca. 50 m afstand van de duiker) en 2 peilbuizen met filter in de 1^e zandlaag (op respectievelijk 80 en 360 m afstand van de duiker (figuur 3-1)). In figuur 3-2 en figuur 3-3 zijn tijd-stijghoogtegrafieken van de peilbuizen gepresenteerd.



Figuur 3-1: Locatie Waternet peilbuizen (freatisch: blauw; Eerste watervoerend pakket: bruin)



Figuur 3-1: Tijd-stijghoogtegrafiek van de gemeten grondwaterstand in de topzandlaag (Waternet peilbuizen)



Figuur 3-2: Tijd-stijghoogtegrafiek van de gemeten stijghoogte in de 1^e zandlaag (Waternet peilbuizen)

Op basis van de stijghoogtegegevens van Waternet zijn voor de bemaling maatgevende grondwaterstanden en stijghoogten bepaald, en gepresenteerd in tabel 3-2. De gepresenteerde grondwaterstanden en stijghoogten zijn niet met statistische analyses bepaald en mogen niet worden gebruikt als ontwerpwaarde.

Tabel 3-2: Maatgevende grondwaterstanden en stijghoogten (m NAP)

| | Hoog | Gemiddeld | Laag |
|------------------------------------|--------|-----------|------|
| Freatische topzandlaag | -1,8 | -1,9 | -2,1 |
| Wadzandlaag* | -1,8 | -1,9 | -2,1 |
| 1 ^e watervoerend pakket | -2,5** | -2,7 | -2,8 |

* Omdat geen metingen van de stijghoogte in de Wadzandlaag beschikbaar zijn, zijn voor de Wadzandlaag gelijke waarden aangehouden als voor de topzandlaag. Dit is een worst-case benadering.

** In de periode 2007-2014 zijn in peilbuis Eo4161C hogere stijghoogten gemeten. Naar verwachting zijn deze hogere waarden het resultaat van een meet- en/of registratiefout en zijn de waarden niet representatief voor de stijghoogte in het pakket. Dit wordt bevestigd door peilbuizen op grotere afstand van de projectlocatie.

4 Bemaling

4.1 Benodigde verlagingen

Om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren is een bemaling in de freatische topzandlaag benodigd. Doordat de watergang wordt drooggezet en wordt ontgraven neemt de neerwaartse grond-/waterdruk af waardoor een risico kan ontstaan voor het opbarsten van de ontgravingsbodem vanuit diepere watervoerende lagen (wadzandlaag en 1^e zandlaag). Dit risico dient conform de NEN 9997-1 met een stabiliteitsberekening te worden bepaald.

Verlaging topzandlaag

Bij de bemalingsberekeningen wordt uitgegaan van een grondwaterstandsverlaging tot 0,3 m beneden het aanlegniveau van de duiker. Dit komt overeen met de onderzijde van het aan te brengen zandbed op NAP -3,7 m.

Verlaging wadzandlaag

In tabel 4-1 is een stabiliteitsberekening gepresenteerd voor opbarsten vanuit de wadzandlaag.

Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Bodemopbouw zoals aangetroffen in sondering S25Doo407 (figuur 4-1) en boring B46 [2];
- Stijghoogte wadzandlaag: NAP -1,8 m;
- Volumieke gewichten geraamd op basis van ervaring;
- Partiële veiligheidsfactor van 0,9 (conform de NEN).

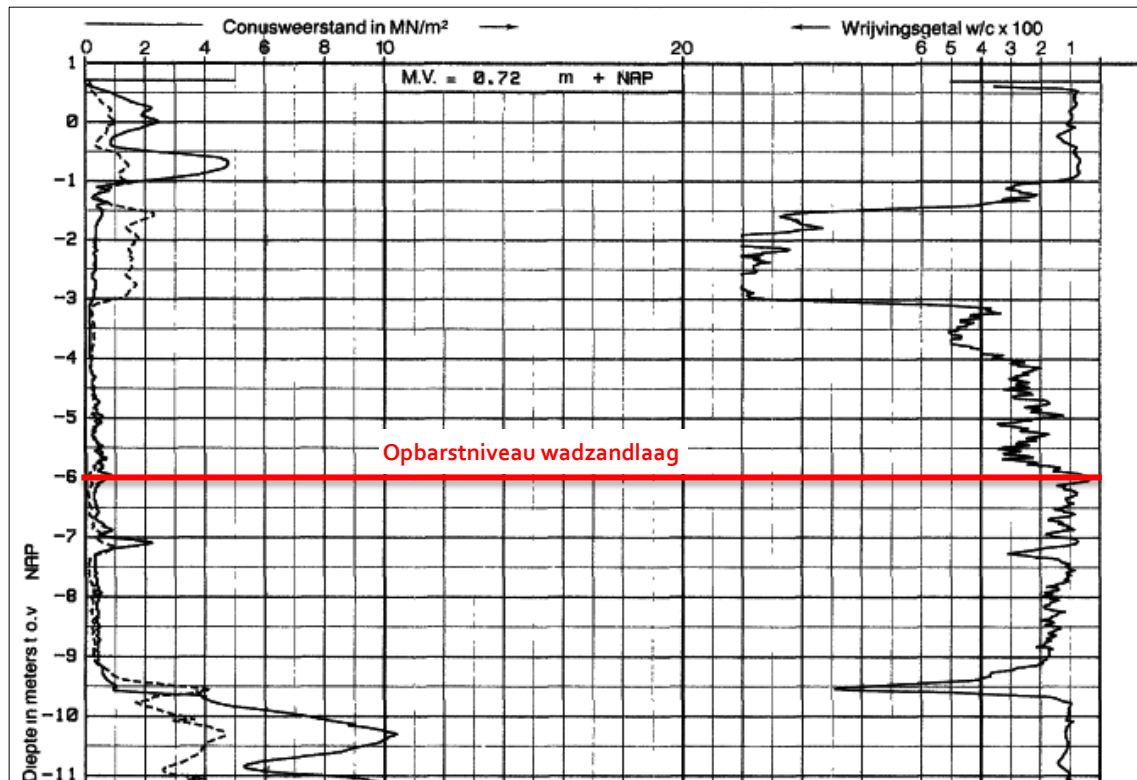
Tabel 4-1: Stabiliteitsberekening voor opbarsten van uit de wadzandlaag

| Niveau [m NAP] | Grondsoort | Dikte [m] | Volumiek gewicht [kN/m ³] | Neerwaartse gronddruk [kN/m ²] |
|--------------------------|------------|-----------|---|--|
| -3,7 (ontgravingsniveau) | | | | |
| -3,7 tot -4,0 | Veen | 0,3 | 11,0 | 3,3 |
| -4,0 tot -6,0 | Klei | 2,0 | 14,5 | 29,0 |
| -6,0 (opbarstniveau) | | | Totaal: | 32,3 |
| | | | Totaal (incl. veiligheidsfactor) | 29 |
| | | | Opwaartse waterdruk | 42 |

Uit de berekening blijkt dat de representatieve neerwaartse gronddruk (29 kN/m²) lager is dan de opwaartse waterdruk (42 kN/m²). Derhalve bestaat onvoldoende veiligheid tegen opbarsten van de ontgravingsbodem vanuit de wadzandlaag (0,69 waar minimaal 1,00 benodigd is). Om voldoende veiligheid tegen opbarsten te realiseren dient de stijghoogte in de wadzandlaag met een spanningsbemaling tot NAP -3,1 m te worden verlaagd. De verlaging dient te zijn gerealiseerd voordat met het leegmalen van de watergang wordt gestart.

Opgemerkt wordt dat vanwege de beperkte beschikbare informatie voor de stabiliteitsberekening worst-case uitgangspunten zijn gehanteerd. Op basis van sondeeronderzoek op de locatie,

volumieke gewichten bepaald op locatie en stijghoogtemetingen in de wadzandlaag kan de berekening worden geoptimaliseerd.



Figuur 4-1: sondering S25Doo407, inclusief opbarstniveau wadzandlaag

Verlaging eerste zandlaag

In tabel 4-1 is een stabiliteitsberekening gepresenteerd voor opbarsten vanuit het eerste watervoerend pakket. De uitgangspunten die bij de berekening zijn gehanteerd komen overeen met de uitgangspunten die bij de stabiliteitsberekening voor opbarsten vanuit de wadzandlaag zijn gehanteerd.

Tabel 4-2: Stabiliteitsberekening voor opbarsten van uit de 1^e zandlaag

| Niveau [m NAP] | Grondsoort | Dikte [m] | Volumiek gewicht [kN/m³] | Neerwaartse gronddruk [kN/m²] |
|--------------------------|------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------|
| -3,7 (ontgravingsniveau) | | | | |
| -3,7 tot -4,0 | Veen | 0,3 | 11,0 | 3,3 |
| -4,0 tot -6,0 | Klei | 2,0 | 14,5 | 29,0 |
| -6,0 tot -7,5 | Zand | 1,5 | 17,0 | 25,5 |
| -7,5 tot -9,2 | Klei | 1,7 | 15,0 | 25,5 |
| -9,2 tot -9,6 | Veen | 0,4 | 11,0 | 4,4 |
| -9,6 (opbarstniveau) | | | Totaal: | 87,7 |
| | | | Totaal (incl. veiligheidsfactor) | 79 |
| | | | Opwaartse waterdruk | 71 |

Uit de berekening blijkt dat de representatieve neerwaartse gronddruk (79 kN/m^2) hoger is dan de opwaartse waterdruk vanuit de 1^e zandlaag (71 kN/m^2). Derhalve bestaat er voldoende veiligheid tegen opbarsten van de ontgravingsbodem vanuit het 1^e watervoerend pakket (1,11 waar minimaal 1,00 benodigd is). Er is geen spanningsbemaling in het eerste watervoerend pakket benodigd.

4.2 Voorstel bemalingswijze

Voorgesteld wordt de bemaling in de topzandlaag uit te voeren met verticale filters die tot een diepte van ca. NAP -5,0 m worden aangebracht en over de volledige lengte zijn geperforeerd. De filters kunnen aan de bovenzijde van het talud van de watergang worden geplaatst. Tijdens de opstartfase van de bemaling kan gebruik worden gemaakt van klokpompen om de watergang leeg te malen. Na het leegmalen, ontgraven en aanbrengen van het zandbed kan een open bemaling met horizontale drains worden toegepast voor het afvangen van neerslag.

De bemaling van de topzandlaag kan worden uitgevoerd met verticale filters waarvan het filter staat afgesteld tussen ca. NAP -6 m en NAP -8 m. Opgemerkt wordt dat de stijghoogteverlaging in de Wadzandlaag dient te zijn gerealiseerd voordat de watergang wordt leeggemalen, vanwege het opbarstrisico. Mogelijk is het bij het in stand houden van de verlaging niet noodzakelijk de filters actief te bemalen. Door de bovenzijde van de filters af te stellen op het niveau van de ontgravingsbodem zullen deze gaan fungeren als ontlastbronnen (wellen) die overstromen in de ontgraving. Het water uit de ontlastbronnen kan vervolgens met de open bemaling worden afgevoerd. Na afloop dienen de filters te worden verwijderd en de gaten te worden opgevuld met zwelklei.

4.3 Waterbezwaar

Om inzicht te krijgen in het te onttrekken waterbezwaar zijn met MicroFEM instationaire bemalingsberekeningen uitgevoerd. Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Grondwaterstand en stijghoogte wadzand: NAP -1,8 m (maatgevend hoog);
- De gehele put (van grondnam tot grondnam) wordt gelijktijdig bemalen;
- Geohydrologische bodemparameters zoals weergegeven in tabel 3-2;
- Verlaging freatische grondwaterstand tot NAP -3,7 m;
- Verlaging stijghoogte in wadzand tot NAP -3,1 m;
- Bemalingsduur 1,5 maanden en 3 maanden (2 berekeningen).

De berekende waterbezwaren zijn in tabel 4-3 (onttrekking topzandlaag), tabel 4-4 (onttrekking wadzandlaag) en tabel 4-5 (totaal waterbezwaar) gepresenteerd. De gepresenteerde worst-case debieten vormen de verwachte bovengrens van het waterbezwaar en zijn gebaseerd op de worst-case bodemparameters zoals gepresenteerd in tabel 3-2.

Tabel 4-3: Berekende waterbezwaren bemaling topzandlaag (laag 1)

| Grondwaterstand (laag 1) | | Waterbezwaar m ³ /uur | | |
|--------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|
| Verlagen tot | Verlaging | Worst-case | Gemiddeld | Best-case |
| NAP -3,7 m | 1,9 m | 6 | 4 | 2 |

Tabel 4-4: Berekende waterbezwaren bemaling wadzandlaag (laag 3)

| Stijghoogte (laag 2) | | Waterbezwaar m ³ /uur | | |
|----------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|
| Verlagen tot | Verlaging | Worst-case | Gemiddeld | Best-case |
| NAP -3,1 m | 1,3 | 4 | 2 | 1 |

Tabel 4-5: Totaal waterbezwaar

| Waterbezwaar m ³ /uur | | |
|----------------------------------|-----------|-----------|
| Worst-case | Gemiddeld | Best-case |
| 10 | 6 | 3 |

4.4 Invloedsgebied

De bemaling op de projectlocatie leidt tot verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving. De instationair berekende verlaging ten opzichte van een maatgevend hoge grondwaterstand en stijghoogte na 1,5 en 3 maanden bemalen zijn in tabel 4-6 gepresenteerd. Het betreft de maximaal berekende verlagingen aan de zijde van de bemaling waar geen watergang ligt. Door de invloed van het oppervlaktewater zijn nabij de watergang kleinere verlagingen berekend. De bemaling heeft geen invloed op de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket.

Tabel 4-6: Berekende verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving

| Bemalings-duur | Laag | Verlaging [m] op .. m afstand van bemaling | | | | | |
|----------------|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|------|
| | | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 |
| 1,5 maanden | Topzandlaag (1) | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,05 |
| | Wadzandlaag (3) | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 |
| 3,0 maanden | Topzandlaag (1) | 1,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |
| | Wadzandlaag (3) | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,05 |

4.5 Effecten van de bemaling op de omgeving

Zettingen

Het verlagen van de grondwaterstand beneden de historisch lage grondwaterstand kan leiden tot zettingen in slappe bodemlagen. Op basis van de in tabel 4-6 gepresenteerde verlagingen van de grondwaterstand dient binnen ca. 75 m afstand van de bemaling rekening worden gehouden met het optreden van verlagingen beneden de historisch lage grondwaterstand en maaiveldzettingen. Binnen deze afstand is geen op staal gefundeerde bebouwing aanwezig. De spoor-/metrolijn ligt buiten de zone waarbinnen zettingen kunnen optreden.

Droogstand van houten paalfunderingen

Het is niet bekend of binnen het invloedsgebied van de bemaling op houten palen gefundeerde bebouwing aanwezig is. Op basis van het bouwjaar (1971) en de hoogte (tweelaags) zijn de panden aan het Koningin Wilhelminaplein 16 (ca. 20 m afstand van bemaling) mogelijk op houten palen gefundeerd. Indien deze panden op houten palen zijn gefundeerd bestaat een risico op droogstand van het funderingshout als gevolg van de bemaling. Dit risico is afhankelijk van het niveau van de bovenzijde van het funderingshout. Het Ingenieursbureau heeft de funderingsgegevens van het Koningin Wilhelminaplein 16 opgevraagd bij het stadsdeel. Zodra deze gegevens beschikbaar zijn, zal het risico op droogstand worden bepaald.

Het pand aan de Schipluidenlaan 18 (ca. 30 m afstand van bemaling) is mogelijk ook op houten palen gefundeerd (bouwjaar 1972 en 1 laags). Uit informatie van de BAG viewer van het kadaster blijkt dat voor dit gebouw echter al een sloopvergunning is verleend, waardoor tijdelijke droogstand van de paalfundering niet bezwaarlijk wordt geacht.

Grondwaterverontreinigingen

Via de website van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is een bodemrapportage gedownload met een overzicht van de resultaten van alle in het verleden binnen ca. 200 m afstand van de projectlocatie uitgevoerde milieukundige bodemonderzoeken. Uit de rapportage blijkt dat in deze zone op verschillende plekken lichte grondwaterverontreinigingen zijn aangetoond. Er zijn nooit ernstige grondwaterverontreinigingen aangetroffen.

Overige effecten

Binnen het invloedsgebied van de bemalingen zijn geen kwetsbare begroeiingen of archeologische vindplaatsen aanwezig. De bemaling heeft geen invloed op ondergrondse bodemenergiesystemen.

4.6 Wet- en regelgeving

Waterwet

De werkzaamheden worden uitgevoerd binnen het beheersgebied van Waternet. Hier geldt dat voor het tijdelijk afdammen van de watergang en aanpassen van de brug een watervergunning benodigd is. De doorlooptijd van de watervergunning bedraagt 3 maanden. Officieel dienen alle in het kade van de Waterwet vergunningplichtige en/of meldingplichtige onderdelen in een aanvraag te worden ingediend, waardoor ook voor de bemaling een doorlooptijd van 3 maanden geldt.

Waternet heeft voor onderhavige situatie echter aangegeven dat de bemaling separaat, maar ten minste 4 weken voor aanvang, mag worden gemeld wanneer aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- het bemalingsdebiet is maximaal 50 m³/uur;
- en maximaal 15.000 m³/maand (ca. 21 m³/uur);
- en de totale bemalingsduur bedraagt maximaal 6 maanden.

Op basis van bovenstaande voorwaarden, de berekende onttrekkingsdebieten en de verwachte bemalingsduur is de bemaling niet vergunningplichtig.

Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (BLBI)

Voorgesteld wordt het onttrokken water te lozen op de watergang. Voor de lozing dient te worden voldaan aan de BLBI-eisen dat het geloosde water minder dan 50 mg/l onopgeloste bestanddelen mag bevatten en niet visueel verontreinigd mag zijn. Op basis van ervaring wordt verwacht dat een zandvang en ook een ontijzeringsinstallatie benodigd is om aan deze eisen te voldoen.

5 Bronvermelding

- [1] Lelylaan brug 691, Verlenging brug. Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau, projectnummer 2980000850, tekeningnummer 001, d.d. 19-01-2017;
- [2] Verkennend (water)bodem- en verhardingsonderzoek Omgeving Station Lelylaan te Amsterdam. BK ingenieurs B.V., projectnummer 164136, d.d. 11 januari 2016;