



## Monitoringsplan Realisatiefase (zettingen / grondwater)

### Ondertitel

Dijkversterking Steyl - Maashoek

**Documentcode**  
1903557-01119

**Status**  
Definitief

**Datum**  
11-04-2023

**Versie**  
1.0

**Object**  
SBS-00001 - Systeem  
Steyl - Maashoek

**Werkpakket**  
WP 5 - Realisatie

Opgesteld:		Co-auteur:		Gecontroleerd:	
Specialist geotechniek		Specialist geohydrologie		Ontwerpleider geotechniek	
Paraaf:		Paraaf:		Paraaf:	
Datum:		Datum:		Datum:	

Gecontroleerd:		Vrijgegeven:		Geautoriseerd	
Ontwerpleider geohydrologie		Realisatiemanager		Projectmanager	
Paraaf:		Paraaf:		Paraaf:	
Datum:		Datum:		Datum:	

## Wijzigingen

Versie	Omschrijving wijzigingen
1.0	1 <sup>e</sup> definitieve versie, ter informatie ingediend bij WL.

## Distributielijst

Organisatie	Projectrol	Aantal	Analoog (ja/nee)
Waterschap Limburg	Opdrachtgever	1	Nee

## Projectgegevens:

Contactgegevens Opdrachtnemer:  
Combinatie Dijkzone Alliantie (Steyl-Maashoek)

Griekenweg 25  
5342 PX Oss  
Tel. 0412 455 450  
[steylmaashoek@duravermeer.nl](mailto:steylmaashoek@duravermeer.nl)

Contactgegevens Opdrachtgever:  
Waterschap Limburg

Zaaknummer Waterschap Limburg 2019/Z9325  
Maria Theresialaan 99  
6043 CX Roermond  
[steyl@waterschaplimburg.nl](mailto:steyl@waterschaplimburg.nl)

## Inhoud

1.	Inleiding	3
1.1	Algemeen	3
1.2	Aanleiding en doel	3
1.3	Versiebeheer en wijzigingen	3
1.4	Leeswijzer	4
2.	Zettingen	5
2.1	Bodemopbouw	5
2.2	Zettingsprognose	5
2.3	Aantal en locaties van zakkaken	6
2.4	Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie	8
2.5	Meetinstrumenten en meetnauwkeurigheid	8
2.6	Aandachtspunten tijdens de uitvoering	9
2.7	Beoordeling zettingsverloop	9
2.8	Taken en verantwoordelijkheden	9
2.9	Actieplan bij afwijken van zettingsmetingen	9
3.	Grondwaterstand	11
4.	Referenties	13

## 1. Inleiding

### 1.1 Algemeen

Het kloosterdorp Steyl is als beschermd dorpsgezicht aangewezen. De dijk bij Maashoek, gelegen aan de zuidkant van Steyl, is een kleine maar belangrijke schakel in het dijktraject Venlo en vormt op dit moment een zwakke plek in dit traject. De dijk bestaat uit een groene dijk afgewisseld met een keermuur. Op een groot deel van de keermuur wordt bij hoogwater een demontabele wand gezet van 1.75 meter hoog.

Op dit moment is de dijk niet hoog en sterk genoeg meer om Steyl ook in de toekomst goed te beschermen tegen hoogwater. Zo brak de dijk in 2003 al eens door. De groene dijk en keermuur moeten aanzienlijk verhoogd worden om Steyl ook de komende 100 jaar te beschermen tegen hoogwater.

Vanwege het bijzondere beschermde karakter van het dorp, de ligging van de kering (bij Venlo, waardoor een overstroming veel mensen zou raken) én het feit dat het plein een publieke plek is, kon het waterschap kijken naar een unieke oplossing: **een zelfsluitende kering**. Dat is een kering die zonder enig menselijk ingrijpen 'uit zichzelf' omhoog komt bij hoogwater. De zelfsluitende kering ontleent het bijzondere uitzicht vanaf én naar het openbare plein straks alleen op het moment dat het ook echt nodig is: bij hoogwater<sup>1</sup>.

Voor deze opgave heeft Dijkzone Alliantie (DZA), bouwcombinatie Ploegam, Hollandia Infra en Dura Vermeer, het product "Vlotterkering@"<sup>2</sup> door ontwikkelt. Dit product is het prijswinnend ontwerp van en , is sterk in zijn eenvoud en bestaat uit een opdrijvende vlotter, een scharnierende stalen klep met rubberen waterafdichtingen op een betonnen bak met in-/ en uitstroomopeningen. Bij hoogwater stroomt de bak vol en drukt het water de vlotter en de klep als vanzelf omhoog. Na deze zelfsluiting ontstaat een waterkerende constructie. De Vlotterkering@ wordt verder in dit document aangeduid als 'zelfsluitende kering'.

### 1.2 Aanleiding en doel

Monitoring tijdens de realisatiefase van projecten wordt uitgevoerd om ofwel de effecten van de werkzaamheden op de omgeving te beheersen ofwel predicties voorafgaand aan de werkzaamheden te verifiëren. In dit monitoringsplan zijn onderstaande monitoringswerkzaamheden opgenomen die tijdens de realisatiefase van het project worden uitgevoerd. Dit betreft:

- Zettingen (zakbaken)
- Grondwaterstanden (peilbuizen)

De wijze van monitoring van bestaande objecten tijdens de realisatie is uitgewerkt in een separaat plan, zijnde **1903557-01120 "Monitoringsplan bestaande objecten"**

### 1.3 Versiebeheer en wijzigingen

Deze versie betreft de eerste vrijgegeven versie 1.0. In deze paragraaf worden eventuele toekomstige wijzigingen beschreven indien van toepassing. Wanneer deze zijn verwerkt in het document worden de wijzigingen met **blauwe** tekst weergegeven.

<sup>1</sup> bron: [www.waterschaplimburg.nl](http://www.waterschaplimburg.nl)

<sup>2</sup> [www.vlotterkering.com](http://www.vlotterkering.com)

## 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat verder in op de wijze van monitoring van de zettingen welke tijdens de realisatie optreden. Hoofdstuk 3 geeft de monitoring weer van de grondwaterstanden tijdens de realisatie.

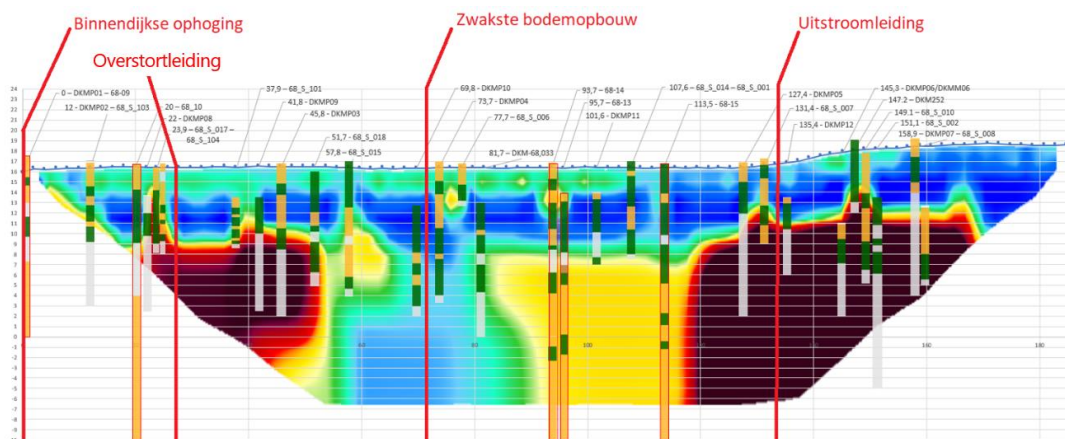
## 2. Zettingen

Door de grondophogingen tijdens de uitvoeringsfase zullen zettingen optreden. In de DO-fase zijn de te verwachten zettingen op maatgevende locaties berekend; zie het Berekeningsrapport DO Dijk [1]. Om te bepalen hoe groot de daadwerkelijk optredende zettingen zijn, worden deze gemonitord en vergeleken met de zettingsprognoses. Voor het meten van de zettingen worden zakkaken gebruikt.

In dit hoofdstuk worden de aantallen en locaties voor de te plaatsen zakkaken vastgelegd. Tevens wordt een uitvoeringsplan van de metingen en de monitoring beschreven. Als laatst is er een actieplan beschreven indien de gemeten zettingen te veel afwijken van de waarden uit de zettingsprognose.

### 2.1 Bodemopbouw

Ter plaatse van Steyl is er aan de hand van grondonderzoek en geofysisch onderzoek een gecombineerd lengteprofiel opgesteld (Berekeningsrapport DO Dijk – Bijlage A [1]) dat is weergegeven in figuur 2.1. Aan de hand van het gecombineerde lengteprofiel en met behulp van historische kaarten [2] is verondersteld dat zich in het midden van het tracé zich een oude restgeul bevindt. De bodemopbouw bestaat hier uit meerdere gelaagde zand en kleilagen die daarmee zettingsgevoelig is.



Figuur 2.1: Gecombineerd lengteprofiel inclusief doorsnedes zettingsprognose

### 2.2 Zettingsprognose

Om de aanleghoogte te bepalen van de waterkering zijn er in het Berekeningsrapport DO Dijk [1] voor de doorsnedes zoals weergegeven in figuur 2.1 zettingsberekeningen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 2.1. In de zettingsberekeningen is gerekend met een maatgevende bodemopbouw.

**Tabel 2.1: Resultaten zettingsberekeningen (verwachtingswaarden)**

Doorsnede	Maximale zetting maaiveld [m]	Ophoging bij maatgevende zetting [m]
Binnendijkse ophoging (noordelijke poort)	0,08	1,66
Overstortleiding (binnendijkse plein)	0,16	1,73
Zwakste bodemopbouw (zettingen fietspad)	0,14	1,79
Uitstroomeiding (zuidelijke poort)	0,09	1,45
Doorgangen keermuur (trappen en hellingsbaand)	In bewerking	In bewerking.

### 2.3 Aantal en locaties van zakbaken

Om de zettingen te monitoren worden voorafgaand aan het aanbrengen van de verschillende ophogingen zakbaken geplaatst. Er is daarom voor gekozen om op basis van de zettingsprognose verschillende locaties aan te wijzen waar zakbaken dienen te worden geplaatst. Er wordt daarom geadviseerd op de volgende locaties zakbaken te plaatsen:

- Ter plaatse van het fietspad. Uit de zettingsprognose volgt voor het fietspad een maximale zetting van 0,14 m. Er wordt daarom geadviseerd een zakbaak te plaatsen op de plek waar de maximale zetting zal optreden, namelijk in het midden van de oude restgeul waarin de bodemopbouw maatgevend is. Ook ten noorden en ten zuiden van de middelste zakbaak dienen zakbaken te worden geplaatst, op een afstand van circa 30 m vanaf de middelste zakbaak.
- Ten noorden van de zelfsluitende kering. Hier wordt er buitendijks opgehoogd. Op deze opgehoogde grond zal een fietspad worden aangelegd.
- Binnendijks ter plaatse van de noordelijke poort en het plein. Hier wordt opgehoogd, waarbij met name bij de ophoging van het plein kunnen de zettingen significant zijn (0,16 m). Er wordt daarom geadviseerd hier twee zakbaken te plaatsen, één bij de noordelijke poort en één tussen de zelfsluitende kering en het plein.
- Ter plaatse van de zuidelijke poort. Hier wordt er binnendijks opgehoogd met verwachte zettingen van 0,08 m als gevolg.
- **Ter plaatse van de doorgangen in de keermuur (trappen en hellingsbaan) wordt nog een voorstel gemaakt qua locatie en aantal zakbakens.**

In figuur 2.2 is een voorbeeld van de locaties van de zakbaken opgenomen. De indicatieve zakbaaklocaties inclusief coördinaten zijn weergegeven in tabel 2.2.

**Tabel 2.2: RD-Coördinaten van de te plaatsen zakkaken (indicatief)**

Locatie	X-coördinaat	Y-coördinaat
Fietspad noord	206004	371588
Fietspad midden	206007	371555
Fietspad zuid	206010	371523
Buitendijkse ophoging noord	206012	371653
Binnendijkse ophoging noord	206021	371624
Binnendijkse ophoging plein	206021	371602
Binnendijkse ophoging zuid	206035	371494

Bij het bepalen van de locaties van de zakkaken is er rekening mee gehouden dat de zakkaken tijdens de uitvoering zo min mogelijk in de weg staan. Daarnaast worden de zakkaken niet in een talud gepositioneerd. Tevens dient er aandacht te zijn voor bouwverkeer. De zakkaken moeten zo worden geplaatst dat het risico op aanrijden niet onnodig wordt vergroot.



**Figuur 2.2: Overzicht indicatieve locaties zakkaken**



## 2.4 Nulmeting, herhalingsmetingen en meetfrequentie

Ten aanzien van het uitvoeren van de metingen geldt het onderstaande voor de nulmeting en herhalingsmetingen.

### Nulmeting

Na het plaatsen van de zakbaken en kort voor het aanbrengen van de eerste ophoogslag dient een nulmeting uitgevoerd te worden. Tijdens de nulmeting dienen onderstaande gegevens geregistreerd te worden:

- Nummer van de betreffende zakbaak
- Datum en tijd van de meting
- RD-coördinaten van de zakbaak t.o.v. NAP.
- De hoogte van de bovenkant van de zakbaakbuis t.o.v. NAP
- De hoogte van de voetplaat van de zakbaak t.o.v. NAP
- Lengte van de zakbaakbuis gemeten van de voetplaat (aantal oplengbuizen maal buislengte).

### Herhaalmetingen

Tijdens de herhaalmetingen dienen onderstaande gegevens geregistreerd te worden

- Nummer van de betreffende zakbaak
- Datum en tijd van de meting
- De hoogte van de bovenkant van de zakbaakbuis t.o.v. NAP
- Verlenging van de zakbaakbuis.
- De hoogte van het maaiveld naast de zakbaak t.o.v. NAP
- Datum van aanbrengen ophoogslag, indien van toepassing
- Soort ophoogmateriaal (waarde van natuurlijk volumegewicht) indien van toepassing
- Eventuele scheefstand van de zakbaak

### Meetfrequentie

De zakbaken dienen minimaal te worden ingemeten middels onderstaand meetschema:

- Nulmeting (bij plaatsing van de zakbaak voorafgaand aan de werkzaamheden).
- Voorafgaand aan elke ophoogslag (= nulmeting de eerste keer)
- 1 dag na de ophoogslag
- 3 dagen na de ophoogslag
- 7 dagen na de ophoogslag
- Daarna nog 3x wekelijks (= tot 4 weken na de ophoogslag)
- Daarna nog tot 2x tweewekelijks (= tot 8 weken na de ophoogslag)
- Daarna maandelijks

Afhankelijk van de uitkomsten van de metingen kan de meetfrequentie bij het op hoogte komen van de ophoging door de geotechnisch adviseur worden aangepast naar 1x per 2 maanden.

## 2.5 Meetinstrumenten en meetnauwkeurigheid

Om te zorgen voor voldoende nauwkeurigheid tijdens het monitoren van de zettingen, dient het meetinstrument een minimale nauwkeurigheid van +/- 1 cm te behalen. Het gekozen meetinstrument dient aan deze nauwkeurigheidseis te voldoen.

## 2.6 Aandachtspunten tijdens de uitvoering

Tijdens de plaatsing en gedurende de uitvoering dienen onderstaande punten in acht te worden genomen:

- De voetplaat dient op het oorspronkelijke maaiveld te staan (na verwijdering van de toplaag)
- Om zo betrouwbaar mogelijk meetgegevens te krijgen, dient extra aandacht besteed te worden aan het plaatsen en onderhoud en voorkomen van schade van de zakbaken (Dit kan bijvoorbeeld door de zakbaak opvallend te markeren). De uitvoerder is gedurende de uitvoering verantwoordelijk voor het in stand houden van de geplaatste zakbaken. Indien zakbaken tijdens de uitvoering ernstig worden verstoord (onacceptabele scheefstand uit de verticaal), verloren gaan of verdwijnen, zal in overleg met de geotechnisch adviseur een vervangende zakbaak worden geplaatst.

## 2.7 Beoordeling zettingsverloop

Voor de meetgegevens van de zakbaken zijn geen grenswaarden vastgesteld. Bij elke inmeting controleert DZA of de zetting kleiner is dan 130% van de maximale zetting.

In afstemming met DZA voert de geotechnisch adviseur een analyse uit vóór afwerking van het maaiveld om te bepalen of er significante restzettingen worden verwacht. Wanneer de gemeten zettingen meer dan 30% afwijken van de voorspelde zettingen, wordt een analyse van de mogelijke oorzaken gemaakt door een geotechnisch adviseur en worden correctieve maatregelen voorgesteld.

## 2.8 Taken en verantwoordelijkheden

De Realisatiemanager is verantwoordelijk voor het verkrijgen, archiveren en doorsturen van de meetgegevens naar (Fugro), die als Senior adviseur waterveiligheid verantwoordelijk is voor het uitvoeren van de zettingsmonitoring. De Realisatiemanager is ook degene die het initiatief neemt tot een zakbaakanalyse. Hij bespreekt dit met de contactpersoon van Fugro.

De meetgegevens verkregen uit de zettingsmonitoring worden verwerkt in een lijst (bijvoorbeeld Excel-bestand). Dit bestand wordt na elke meting ge-update, opgeslagen in het DMS van DZA en gedeeld met Fugro.

Aan de hand van de gegevens en de monitoringsrapportages kunnen beslissingen worden genomen ten aanzien van de uitvoeringswerkzaamheden, de planning, het risicoprofiel van de werkzaamheden en de invloed op de omgeving. De personen die hierover worden geïnformeerd zijn:

- Realisatiemanager
- Projectmanager

## 2.9 Actieplan bij afwijken van zettingsmetingen

Als na monitoring blijkt dat de zettingsresultaten afwijken ten opzichte van de opgestelde zettingsprognoses dan wordt onderzocht of actie noodzakelijk is. De verantwoordelijke voor de monitoring signaleert wanneer de zettingsresultaten afwijken van de zettingsprognose. Mogelijke acties zijn opgenomen in onderstaande tabel. Daar meerdere criteria gelden zal in eerste instantie van de acties moeten worden uitgegaan die volgen uit de hoogste stap die van toepassing is. Op basis van de bevindingen kan dan nader worden beoordeeld worden welke acties inderdaad volledig moeten worden uitgevoerd.

**Tabel 2.3: Afwijkingen van de zettingsmetingen en mogelijke vervolgacties**

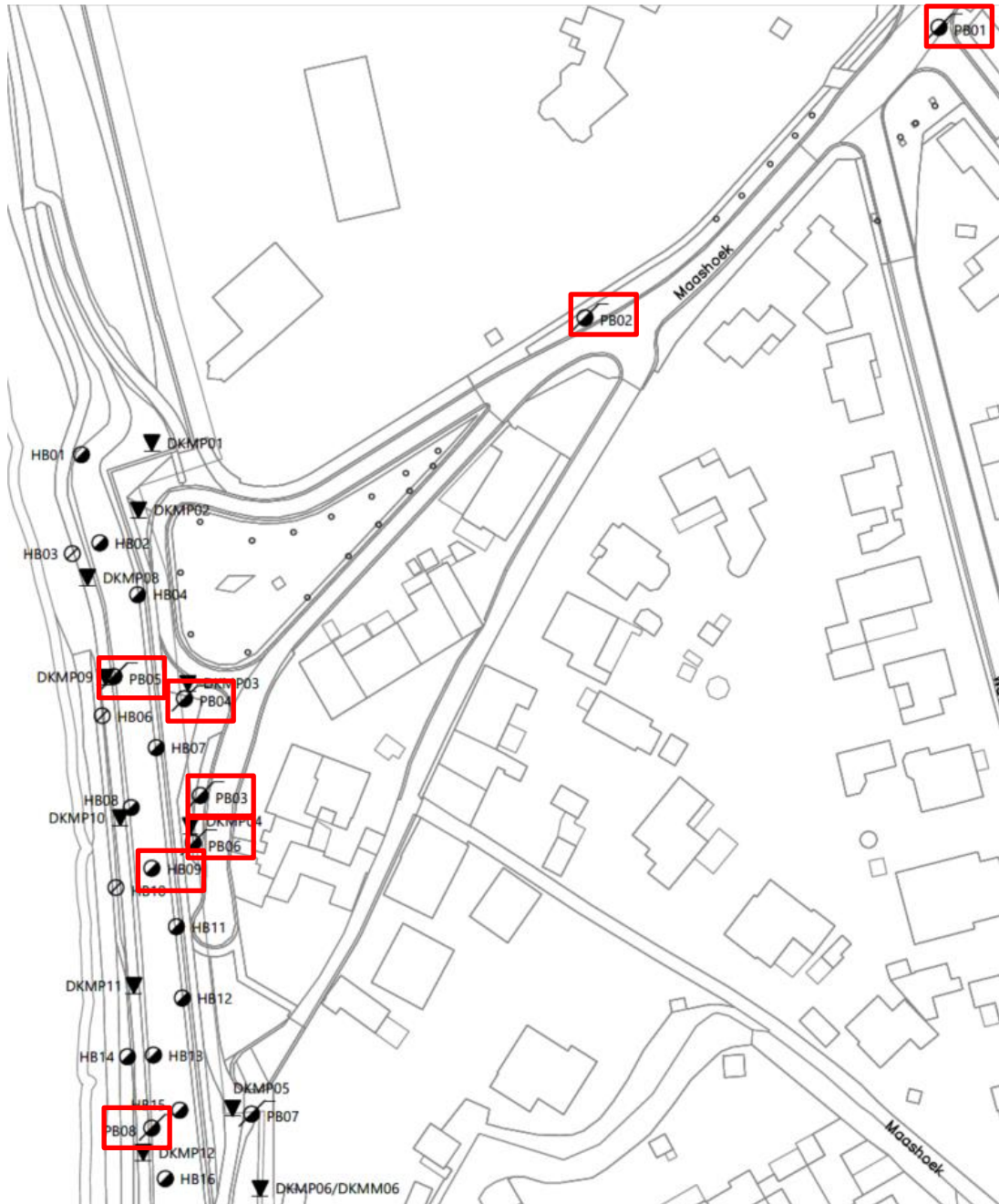
Afwijking	Mogelijke acties
Kleinere zetting dan verwacht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overleg met betrokkenen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wachten tot volgende meetronde en resultaten opnieuw beschouwen</li> </ul> </li> <li>• Meetfrequentie aanpassen</li> <li>• Heroverwegen fasering aanbrengen grond.</li> </ul>
Grotere zetting dan verwacht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overleg met betrokkenen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wachten tot volgende meetronde en resultaten opnieuw beschouwen</li> </ul> </li> <li>• Meetfrequentie aanpassen</li> <li>• Heroverwegen fasering aanbrengen grond.</li> </ul>

Verder dient bij de volgende gebeurtenissen deskundig advies te worden ingewonnen bij de geotechnisch adviseur:

- Afschuivingen;
- Wegpersingen;
- Extreme toename van de zettingen;

### 3. Grondwaterstand

In april 2022 zijn er door Fugro peilbuizen geplaatst rondom de zelfsluitende kering ten behoeve van het monitoren van de effecten van de kering op de grondwaterstand tijdens zowel de bouwfase en de gebruiksfase. Het betreft een 8-tal peilbuizen PB01 t/m PB09, m.u.v. PB07 die uiteindelijk niet is geplaatst. De locaties van de peilbuizen is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: Peilbuislocaties (rood omlijnd)

#### Bemaling

De werkzaamheden zullen plaatsvinden buiten het hoogwaterseizoen. De werkzaamheden van de te bemalen onderdelen zijn te verdelen in twee fases. De planning is weergegeven in

tabel 3.1. De noodzaak en de omvang van de bemaling van de WBL-leiding is afhankelijk van de grondwaterstand ter plaatse van de WBL-leiding op dat moment. Het is mogelijk dat er alleen bemaling benodigd is in het dieper gelegen deel in het noorden of zelfs helemaal niet. De bemaling

van de putten wordt deels binnen damwanden uitgevoerd waardoor een beperkt effect in de omgeving wordt verwacht.

**Tabel 3.1: Planning bemalingswerkzaamheden**

Onderdeel	Bemalingsperiode
Fase 1	
Aanbrengen van de buitendijkse overstortleiding put en deel overstortleiding	Mei 2023 - Juni 2023 **
Aanleggen WBL-leiding*	Juni 2023 – Juli 2023**
Fase 2	
Aanbrengen van de Binnendijkse overstortleiding put en overige deel overstortleiding	April 2024 – Mei 2024**
* De noodzaak en de omvang van de bemaling is afhankelijk van de grondwaterstand ter plaatse van de WBL-leiding op dat moment. Het is mogelijk dat er alleen bemaling benodigd is in het dieper gelegen deel in het noorden of zelfs helemaal niet.	
** Data conform detailplanning realisatie DZA; (planning is een levend document)	

Voordat de bemalingsactiviteiten starten wordt geadviseerd de grondwaterstand een aantal keren handmatig in te meten om een nulmeting te krijgen en inzicht te krijgen in de fluctuaties van de grondwaterstand. Hiertoe dienen de peilbuizen rondom de bemalingswerkzaamheden in fase 1 (PB05, PB04, PB09 en PB08) te worden gebruikt. Met deze handmatige metingen kan ook de omvang van de bemaling ten behoeve van de WBL-leiding worden ingeschat.

Ca. 2 weken voor aanvang van de bemaling dient de grondwaterstand in de peilbuizen (PB01, PB02, PB04, PB05 en PB08) 2x per week te worden afgelezen. Na start van de bemaling dient de grondwaterstand elke werkdag in deze peilbuizen te worden gemeten. Na 2 weken kan de meetfrequentie worden afgebouwd naar 1x per week en 4 weken na start bemaling naar 1x per 2 weken. Voorwaarde voor het reduceren van de meetfrequentie is dat de grondwaterstanden stabiel zijn. Dit dient door een geohydroloog te worden beoordeeld.

Voor de bemaling zijn de metingen in de peilbuizen PB03, PB04, PB05 en PB08 voornamelijk van belang om de noodzaak van een grondwaterstandverlaging te bepalen en/of niet meer verlaagd wordt dan noodzakelijk. Op basis van de metingen in de overige peilbuizen kan worden gecontroleerd of de bemaling niet leidt tot ontoelaatbare effecten op de omgeving.

Gedurende de gehele bemalingsperiode dient de grondwaterstand in de overige peilbuizen (PB03, PB06 en PB07) dienen 1x per 2 weken te worden gemeten. Na afloop van de bemaling dient de grondwaterstand in alle peilbuizen 1x per 2 weken tot aan de oplevering te worden gemeten. Zodoende wordt geborgd dat de grondwaterstanden binnen de te verwachte/toelaatbare bandbreedte fluctueren. Daarnaast kan, in het onverhoopte geval van klachten en/of meldingen over wateroverlast, op basis van de meetdata worden beoordeeld of deze door de werkzaamheden zijn veroorzaakt.

Een overzicht van het geadviseerde monitoringsplan m.b.t. de grondwaterstand in weergegeven in

tabel 3.2.

**Tabel 3.2: Overzicht monitoringsplan peilbuizen**

Peilbuizen	Periode	Locatie
Fase 1		
PB05, PB04 en/of PB09	Ca. 1 week voor aanvang werkzaamheden tot einde bemalingswerkzaamheden	Directe omgeving
PB02 en/of PB01		Op afstand
Fase 2		
PB05, PB04 en/of PB03	Ca. 1 week voor aanvang werkzaamheden tot einde bemalingswerkzaamheden	Directe omgeving
PB02 en/of PB01		Op afstand
Alle peilbuizen	Na eind bemaling tot aan de oplevering	

#### Fundex palen

Het is zeer onwaarschijnlijk dat de tot dusver gemeten grondwaterstanden een belemmering vormen voor het maken van Fundex palen. Palen maken bij hoogwater (of een snel veranderend peil in de Maas) dient zoveel mogelijk vermeden worden omdat dan laterale grondwaterstromingen kunnen ontstaan. Zekerheidshalve kunnen voorgaand en tijdens aanbrengen fundexpalen de peilbuizen PB05 en PB04 handmatig worden ingemeten om te controleren of er een grote horizontale stroming aanwezig is. Resultaten worden ter beoordeling voorgelegd worden aan een geohydroloog van Fugro en de leverancier/installateur van de palen.

## 4. Referenties

1. Berekeningsrapport DO Dijk Zelfsluitende kering Steyl-Maashoek, 6422-207955-R02, Combinatie Dijkzone Alliantie v.o.f., 8 december 2022
2. Topotijdreis, geraadpleegd op 17 februari 2023 via <https://www.topotijdreis.nl/>