# Bemalingsadvies

Tracé Donkerbroek – Oosterwolde

SWECO

# Lijst met aanpassingen

| Versie | Datum | Beschrijving van de wijziging | Herzien | Vrijgegeven door |
|---|---|---|---|---|
| D1 | 16-09-2024 | | | |
| D2 | 28-10-2024 | Toevoeging mastlocaties | | |
| D3 | 27-11-2024 | Aanpassing bemalingsduur | | |


| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sweco Nederland B.V.** | Handelsregister 30129769 | | |
| **Onderwerp** | Bemalingsadvies Tracé Donkerbroek – Oosterwolde | | |
| **Projectnummer** | 51016842 | **Gecontroleerd door** | Harrie Gielen |
| **Klant** | Qirion | | |
| **Versie** | D3 | | |
| **Auteur** | Bas Huver | | |
| **Datum** | 27-11-2024 | **Vrijgegeven door** | Robin Opdam |
| **Documentreferentie** | NL24-648800269-108341 | | |

# Inhoudsopgave


1 Inleiding ..... 6
1.1 Algemeen ..... 6
1.2 Doelstelling ..... 7
1.3 Normen en richtlijnen ..... 7
1.4 Leeswijzer ..... 7

2 Achtergrondinformatie ..... 8
2.1 Algemeen ..... 8
2.2 Maaiveldhoogten ..... 8
2.3 Bodemopbouw ..... 10
2.4 Grondwater ..... 12
2.5 Oppervlaktewater-/leggergegevens ..... 13

3 Bemalingsaspecten ..... 15
3.1 Algemeen ..... 15
3.2 Uit te voeren werkzaamheden ..... 15
3.3 Uitgangspunten ..... 15
3.4 Berekeningsmethoden ..... 16
3.5 Verwachte debieten en waterbezwaar ..... 16
3.6 Verlagingen ..... 18
3.7 Bemalings- en lozingswijze ..... 20

4 Vergunningsaspecten en heffingen ..... 22
4.1.1 Onttrekking ..... 22
4.1.2 Lozing – kwantitatief ..... 22
4.1.3 Lozing – kwalitatief ..... 24

5 Effecten en risico’s ..... 25
5.1 Algemeen ..... 25
5.2 Zetting(schade) ..... 25
5.3 Ondergrondse constructies ..... 25
5.4 Verontreinigingen ..... 26
5.5 Onttrekkingen van derden ..... 26
5.6 Archeologische waarden en objecten ..... 26
5.7 Natuurgebieden, groen en landbouw ..... 26

6 Monitoring ..... 27
6.1 Algemeen ..... 27
6.2 Monitoring ..... 27
6.3 Samenvatting monitoringsplan ..... 28

## Checklist BRL12010

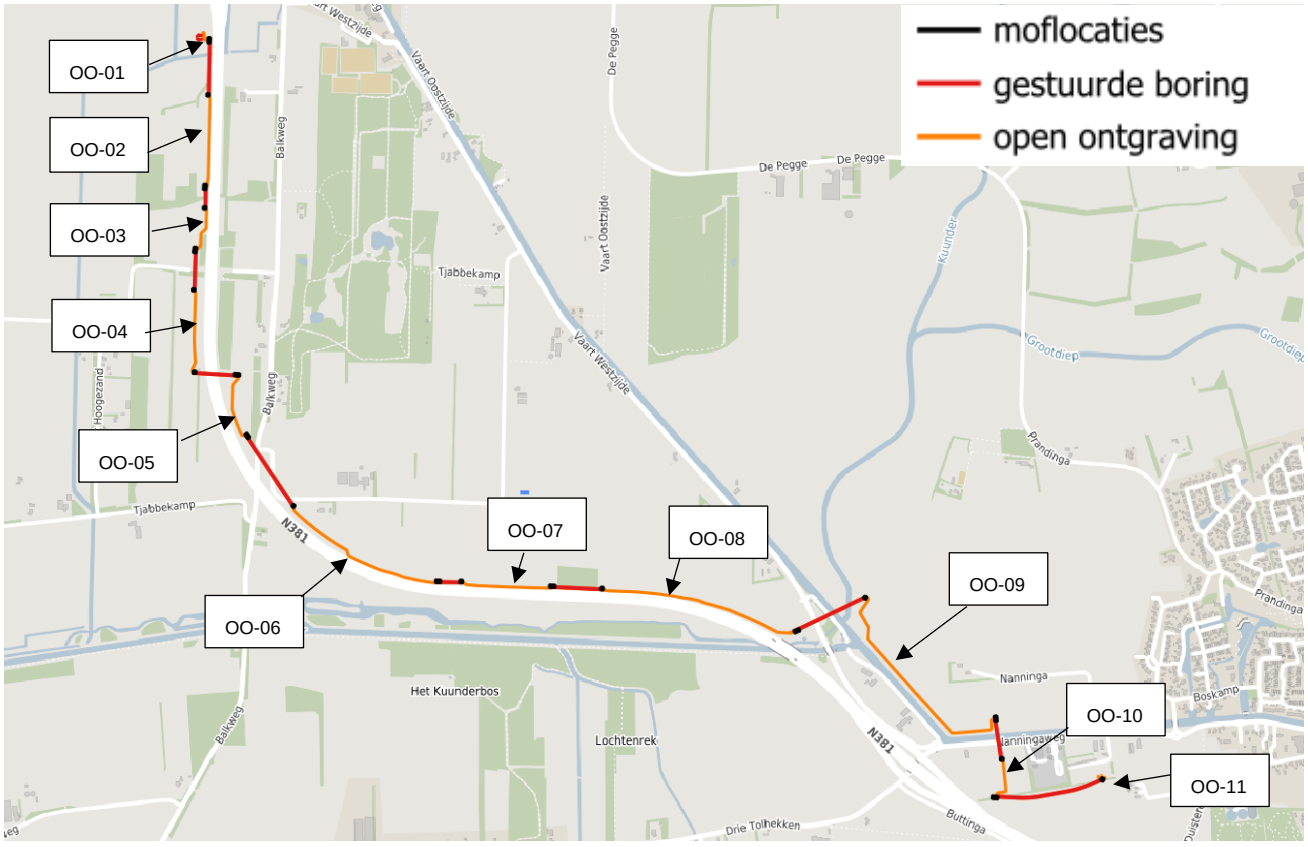
| Onderdeel | Van toepassing? | | Geschiktheid beschikbare gegevens | | Aanvullende gegevens nodig? | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ja | Nee | Acceptabel | Onvoldoende | Ja | Nee |
| **1. Overzicht realisatieplan** | | | | | | |
| Meest recente realisatieplan, inclusief bouwputbegrenzing en funderingsplan | X | | X | | | X |
| Status van het realisatieplan. Hoe zeker is de uitvoering? Zijn er alternatieven met mogelijke consequenties voor de omvang van de bemaling? | X | | X | | | X |
| Diepte en omvang benodigde verlaging van de grondwaterstand | X | | X | | | X |
| De meest waarschijnlijke uitvoeringsmethode(n), inclusief planning. Hou hierbij ook rekening met eventuele onzekerheden in het bouwplan | X | | X | | | X |
| De meest kritische uitvoerings-methode(n), inclusief planning. Hou hierbij ook rekening met eventuele onzekerheden in het bouwplan | X | | X | | | X |
| **2. Karakterisering/schematisering van de ondergrond** | | | | | | |
| Geologie | X | | | X | X | |
| Geohydrologie | X | | X | | | X |
| Grondmechanische aspecten | X | | X | | | X |
| Bodemkundige aspecten | X | | X | | | X |
| **3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten** | | | | | | |
| Grondwaterstanden | X | | | X | | X |
| Stijghoogten | X | | | X | | X |
| **4. Oppervlaktewatersysteem** | | | | | | |
| Ligging, diepte en peil oppervlaktewater | X | | | X | | X |
| **5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en/of te infiltreren water** | | | | | | |
| Parameters in relatie tot milieuverontreinigingen (PAK's, min. olie, metalen, enz.) | | X | | X | | X |
| Parameters in relatie tot lozingseisen waterschap (minimaal eisen BLBI: zuurstof, ijzer, onopgeloste bestanddelen, temperatuur en zuurgraad) | X | | | X | X | |
| Parameters in relatie tot eisen eventuele lozing op riolering (bijv. ijzer, ammonium, kalk. pH). Neem contact op met waterschap voor specifieke eisen. | | X | | X | | X |
| **6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water** | | | | | | |
| Lozingseisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur) | X | | X | | X | |
| Lozingsmogelijkheden, inclusief wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling | X | | X | | X | |

| Onderdeel | Van toepassing? | | Geschiktheid beschikbare gegevens | | Aanvullende gegevens nodig? | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ja | Nee | Acceptabel | Onvoldoende | Ja | Nee |
| **7. Aanwezige verontreinigingen en explosieven** | | | | | | |
| Aanwezigheid, ligging en aard bodem- en grondwaterverontreinigingen | | X | | | | |
| Aanwezigheid explosieven | X | | | X | X | |
| **8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbare) (bodem)gebruiksfuncties** | | | | | | |
| Landbouw, natuur, groenvoorzieningen, kwetsbare bomen, kwetsbare beplantingen e.d. | X | | X | | | X |
| Grondwaterbeschermingsgebieden | X | | X | | | X |
| Oppervlaktewater (KRW-, Natura 2000-doelen, etc.) | X | | X | | | X |
| Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen, drainage, waterkeringen e.d. | X | | | X | | X |
| Zettingsgevoelige bebouwing en fundering Opbarsten (water)bodems | X | | X | | | X |
| Houten palen | X | | | X | | X |
| Kelders en overige verdiepte bebouwing | | X | | X | | X |
| Zoet/brak en brak/zout grensvlak | X | | X | | | X |
| Andere onttrekkingen/retourneringen | X | | X | | | X |
| Archeologie en aardkundige waarden | X | | X | | | X |
| Strategisch zoet grondwatergebied | | X | X | | | X |
| **Collegiale toets** | | | | | | |
| Opgesteld door: Bas Huver<br>Datum: 13-09-2024 | Collegiale toets door: Harrie Gielen<br>Datum: 13-09-2024 | | | | | |

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

In opdracht van Qirion heeft Sweco een bemalingsadvies opgesteld voor de geplande aanleg van een nieuw 110kV kabelverbinding. Het kabeltracé wordt gerealiseerd tussen het huidige onderstation Oosterwolde en een nieuw beoogd opstijgpunt nabij mast 110 ten westen van de N381 en Zuidelijk van 't West in Donkerbroek.




*Figuur 1-1 Ligging kabeltracé op een uitsnede van de topografische kaart van Nederland*

De kabelverbinding wordt deels in een open ontgraving en deels met gestuurde boringen uitgevoerd. Om de kabelverbinding in de open ontgravingen aan te leggen en de in- en uittredepunten van de gestuurde boringen, is een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand noodzakelijk.

Deze rapportage betreft het bemalingsadvies voor de uit te voeren bronneringswerkzaamheden ter plaatse van de open ontgravingen en de in- en uittredepunten van de gestuurde boringen. De in- en uittredepunten van de gestuurde boringen vallen samen over het tracé van de open ontgravingen.

De aannemer kan dit bemalingsadvies informatief gebruiken als eerste opzet voor zijn technisch bemalingsplan. Hij dient eventuele onzekerheden met betrekking tot de uitvoering te verkleinen met zijn (gebieds-)ervaring of door aanvullende werkzaamheden te (laten) verrichten.

## 1.2 Doelstelling

De doelstellingen van dit advies zijn tweeledig:

- het inzicht geven in het te verwachten waterbezwaar en de effecten van de bemaling op de omgeving;
- het kunnen aanvragen van de noodzakelijke vergunning of verrichten van een melding in het kader van de Omgevingswet.

Daarnaast vormt het bemalingsadvies een informatieve basis voor het op te stellen technisch bemalingsplan door de aannemer.

## 1.3 Normen en richtlijnen

Bij het opstellen van het bemalingsadvies is uitgegaan van de normen en aanbevelingen, zoals vermeld in tabel 1.1.

***Tabel 1.1 Normen en richtlijnen***

| Kenmerk | Titel | Uitgave |
|---|---|---|
| BRL 12010 | SIKB Tijdelijke grondwaterverlaging | 2017 |
| NEN 9997-1:2016/C2:2017nl | Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels | 2017 |
| CROW-CUR Handboek 4:2020 | Bemaling van bouwputten en sleuven | 2020 |

## 1.4 Leeswijzer

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de bodemkundige en water-huishoudkundige gegevens. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en het oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 komen de bemalingsaspecten aan bod (onttrekkingsdebiet, waterbezwaar en verlagingen). De vergunningsaspecten en heffingen zijn in hoofdstuk 4 genoemd. De effecten van de bemaling op de omgeving zijn beschreven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 is tot slot ingegaan op de uitvoeringsaspecten (monitoring).

# 2 Achtergrondinformatie

## 2.1 Algemeen

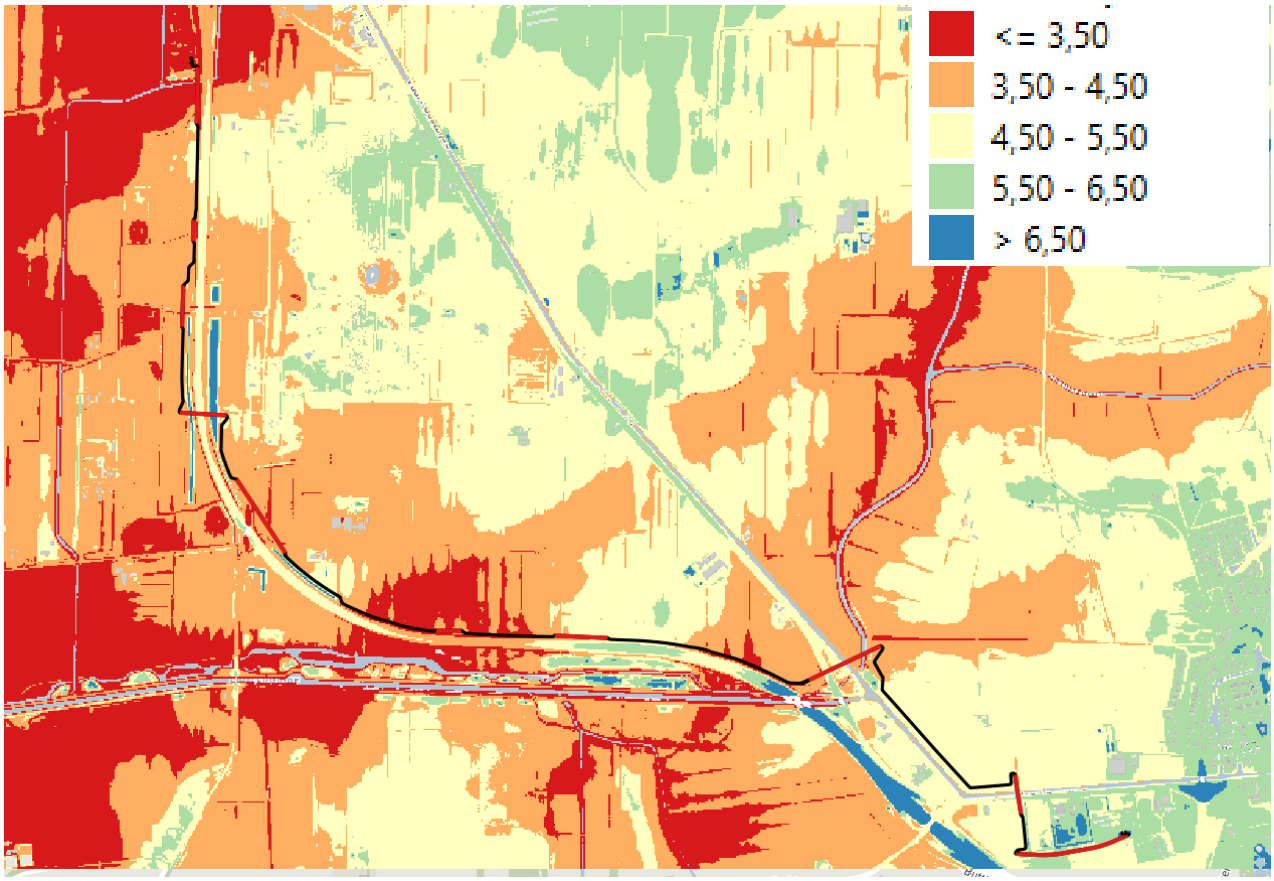
Om inzicht te krijgen in de te verwachten debieten, verlagingen en effecten in de omgeving, is inzicht noodzakelijk in de opbouw van de bodem, optredende grondwaterstanden en oppervlaktewater(peilen). In dit hoofdstuk is ingegaan op deze aspecten. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

1. Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4, Rijkswaterstaat, 2021);
2. Gegevens over de ondergrond van Nederland uit REGIS II.2 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO);
3. Grondwatertools (www.grondwatertools.nl, Geologische Dienst Nederland);
4. Verontreinigingen in de ondergrond: https://www.bodemloket.nl/kaart ;
5. WKO-bodemenergie tool : www.wkotool.nl ;
6. Informatie over archeologische objecten: https://rce.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Archeologie%2Din%2DNederland# ;
7. Informatie over natura-2000 gebieden: https://www.natura2000.nl/gebieden.

De achtergrondinformatie dient als basis voor de berekeningen in hoofdstuk 3.

## 2.2 Maaiveldhoogten

Een eerste indicatie van het maaiveldverloop is gebaseerd op het AHN4, zoals weergegeven in figuur 2-1. Het huidige maaiveldniveau binnen de verschillende open ontgravingen varieert tussen NAP +3,6 m en NAP +4,8 m [1].




*Figuur 2-1: Maaiveldhoogte t.o.v. NAP [1]*

In onderstaande tabel 2.1 is de maaiveldhoogte van de verschillende open ontgravingen en mastlocaties volgens de AHN4 weergegeven.

***Tabel 2.1 Gemiddelde maaiveldhoogte per open ontgraving***

| Open ontgraving | Gemiddeld Maaiveldhoogte AHN4 [m NAP] |
|---|---|
| OO-01 | +2,8 |
| OO-02 | +4,2 |
| OO-03 | +4,2 |
| OO-04 | +4,2 |
| OO-05 | +4,1 |
| OO-06 | +3,8 |
| OO-07 | +3,6 |
| OO-08 | +4,5 |
| OO-09 | +4,6 |
| OO-10 | +5,0 |
| OO-11 | +6,0 |

| Open ontgraving | Gemiddeld Maaiveldhoogte AHN4 [m NAP] |
|---|---|
| Mastlocatie 111 | +3,5 |
| Mastlocatie 112 | +4,0 |
| Mastlocatie 113 | +4,5 |
| Mastlocatie 114 | +5,4 |
| Mastlocatie 115 | +5,6 |
| Mastlocatie 116 | +5,8 |
| Mastlocatie 117 | +5,7 |
| Mastlocatie 118 | +4,7 |
| Mastlocatie 119 | +4,9 |

## 2.3 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

In de periode van 5-12-2022 tot 21-12-2022 zijn ter plaatse van het tracé en de in- en uittredepunten mechanische boringen en sonderingen uitgevoerd [2]. Over het algemeen bestaat de ondiepe bodem uit een zandlaag die in dikte varieert van circa 0,5 tot 2 meter. Onder de zandlaag is bijna overal klei/keileem terug gevonden.

Diepe bodemopbouw

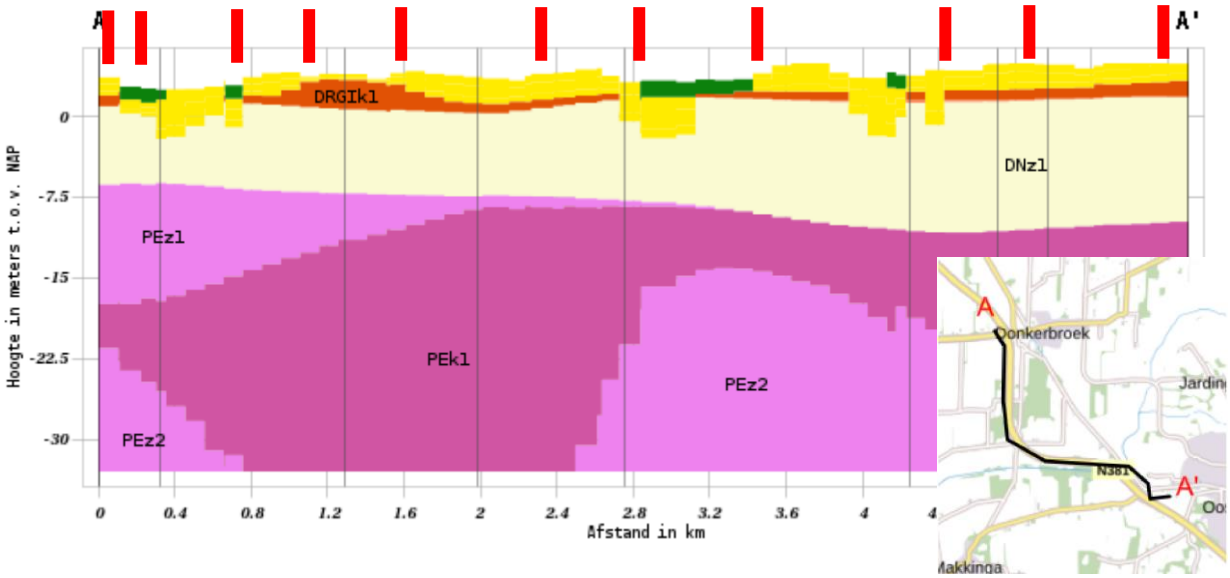
Door middel van een geohydrologische schematisatie, in tabel 2.2, wordt een interpretatie gegeven van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in $m^2$/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m).

Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In figuur 2-3 is een geohydrologisch dwarsprofiel weergegeven ter plaatse van het tracé. Deze is gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG [3].

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1




*Figuur 2-2 Dwarsdoorsnede ondergrond (REGIS II.2) inclusief globale ligging open ontgravingen (rode lijnen)*

In onderstaande tabel 2.2 is een geohydrologische schematisatie weergegeven op basis van de lokale boringen/sonderingen en het landelijk ondergrond model REGIS II.2.

***Tabel 2.2 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters (REGIS II.2)***

| Bovenkant (m NAP) | Onderkant (m NAP) | Samenstelling | Formatie | Doorlaatfactor (m/dag) | | Weerstand (dagen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | minimaal | maximaal | |
| Maaiveld | +1,5 / +0,5 | Klei/veen/zand | Boxtel/Holoceen | 5 | 10 | |
| +1,5 | +0,5 | Klei/Keileem | Drente | | | 0 – 500* |
| +0,5 | -7,5 | Zand | Drachten | 2,5 | 10 | |
| -7,5 | -8 / -18 | Zand | Peelo | 5 | 10 | |
| -14 / -18 | -16 / -46 | Klei | Peelo | | | 500 – 10.000 |

** Deze weerstand wordt veroorzaakt door het laagpakket van Gieten (kans op keileem voor de open ontgravingen*

Op de mastlocaties 111 tot en met 119 zijn er op dit moment nog geen boringen en sonderingen uitgevoerd. Op basis van openbare bronnen [2] + [3] wordt onderstaande tabel de geohydrologische schematisatie weergegeven voor de mastlocaties. De bodemschematisatie in tabel 2.3 zien wij als representatief voor alle mastlocaties.

***Tabel 2.3 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters (REGIS II.2)***

| Bovenkant (m +NAP) | Onderkant (m +NAP) | Samenstelling | Formatie | Doorlaatfactor (m/dag) | | Weerstand (dagen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | minimaal | maximaal | |
| Maaiveld | +1,5 | Kleiig zand | Drente | 1 | 5 | 0 – 50 |
| +0,5 | -12 | Zand | Drachten | 2,5 | 10 | |
| -12 | -13 / -18 | Zand | Peelo | 5 | 10 | |
| -13 / -18 | -16 / -46 | Klei | Peelo | | | 500 – 10.000 |

## 2.4 Grondwater

Grondwaterstanden

Als gevolg van seizoenfluctuaties veranderen de freatische grondwaterstand. Dit kan vertaald worden naar een klasse-indeling: grondwatertrappen (Gt).

Het projectgebied ligt in een gebied met grondwatertrap klasse III en Vbo [3]. Hieruit is op te maken dat een GHG van 30 tot 40 cm – mv voor komt in dit gebied en bij alle mastlocaties. De GLG wordt in dit gebied geschat op 90 – 160 cm – mv.

Er zijn lange meetreeksen van de freatische grondwaterstanden in de omgeving van het plangebied beschikbaar. De gemeten grondwaterstanden van de verschillende peilbuizen worden weergegeven in tabel 2-5.

***Tabel 2.4 Karakteristieken grondwaterstanden***

| Open ontgraving | Grondwatertrap | GHG (m-mv) | GLG (m-mv) |
|---|---|---|---|
| 1 | IIIb | 0,4 | 1,2 |
| 2 | Vbo | 0,4 | 1,6 |
| 3 | Vbo | 0,2 | 1,6 |
| 4 | Vbo | 0,3 | 1,6 |
| 5 | VI0 | 0,4 | 1,5 |
| 6 | IVu | 0,5 | 0,9 |
| 7 | IIIb | 0,4 | 1,0 |
| 8 | VId | 0,5 | 1,4 |
| 9 | Vbo | 0,3 | 1,6 |
| 10 | Vbo | 0,3 | 1,6 |
| 11 | Vbo | 0,4 | 1,6 |

***Tabel 2.5 Gemeten grondwaterstanden***

| Open ontgraving (-) | Afstand (meter) | Peilbuis (-) | Maaiveld (m NAP) | Laagste gws (m NAP) | Hoogste gws (m NAP) |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | ~50 | B11H0339-001 | 4,1 | 2,8 | 4,0 |
| 10 | ~70 | GLD000000038347 | 5,6 | 3,2 | 4,5 |
| 11 | ~350 | B11H0341 | 5,7 | 3,6 | 5,3 |

Regionale stijghoogten

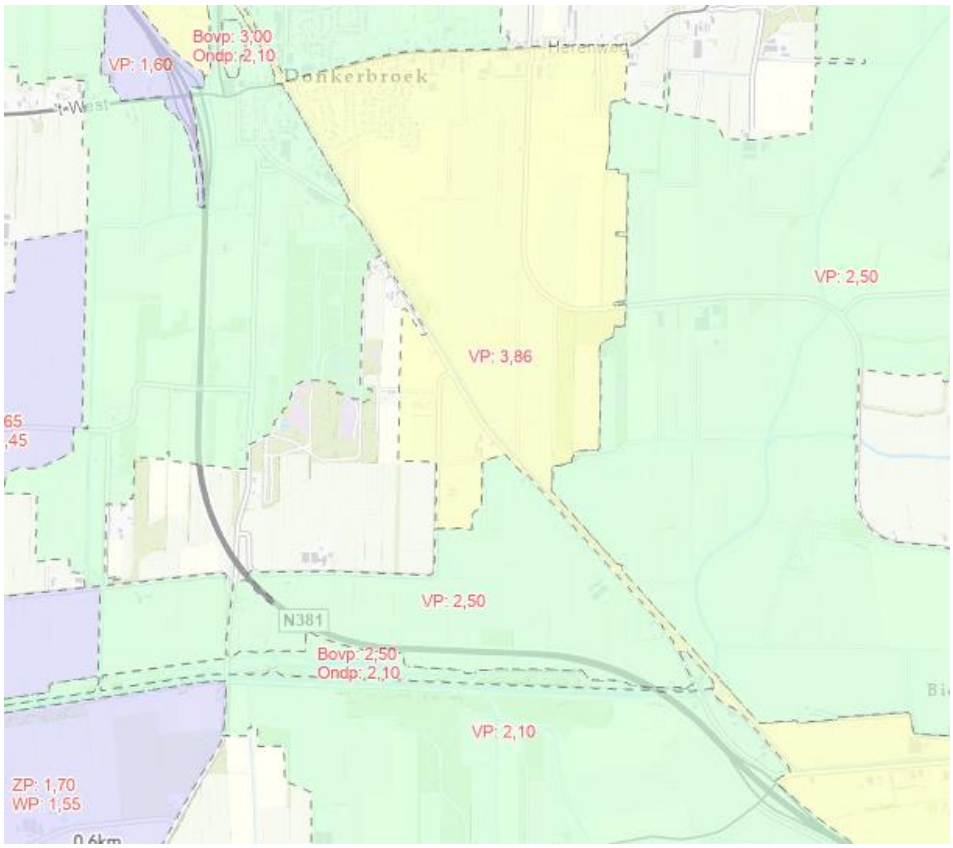
In de omgeving van het tracé bevinden zich peilbuizen waarvan de gemeten stijghoogten opgenomen zijn in het digitale archief van TNO [3]. Een interpolatie in stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (tussen NAP +1 m en -9 m) is grafisch weergegeven in figuur 2-3. De stijghoogte bij de open ontgravingen fluctueert tussen NAP +3 m en +4 m.




*Figuur 2-3 Stijghoogte eerste watervoerende pakket [3]*

## 2.5 Oppervlaktewater-/leggergegevens

De locatie is gelegen in het beheergebied van het Wetterskip. Er zijn verschillende peilgebieden bij de verschillende open ontgravingen, zie figuur 2-4.




*Figuur 2-4: Peilbesluit Wetterskip Fryslân.*

# 3 Bemalingsaspecten

## 3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bemalingsaspecten om de geplande werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Achtereenvolgens komen de volgende zaken aan bod:

- berekeningsmethode;
- uitgangspunten voor de berekeningen;
- opbarstgevaar;
- onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- verlagingen in de omgeving.

Hieraan voorafgaand wordt kort de werkzaamheden beschreven die uitgevoerd worden.

## 3.2 Uit te voeren werkzaamheden

### Werkzaamheden

Om de kabels in den droge aan te kunnen leggen, is bemaling van het grondwater noodzakelijk. Om geen onderschatting van het waterbezwaar te maken, zal in de berekeningen uitgegaan worden van een GHG-situatie in het watervoerend pakket.

Er kunnen nog wijzigingen plaatsvinden. De kans dat het bouwplan nog wordt aangepast, is aanwezig. Dit betekent dat de te verwachten debieten en het waterbezwaar kunnen wijzigen.

### Planning

De werkzaamheden zijn gepland in 2025. De totale bemalingsduur is (geschat) op 41 weken.

## 3.3 Uitgangspunten

De uitgangspunten zijn uiteengezet in de volgende tabellen. Daarbij is ook aangegeven of er nog onzekerheden inzitten (dus met een bandbreedte gewerkt wordt) en of daarvoor nog aanvullende werkzaamheden nodig zijn geweest (indien dit het geval is geweest, dan moet de opdrachtgever hierover schriftelijk geïnformeerd zijn geweest).

***Tabel 3.1 Uitgangspunten bodemopbouw***

| Onderdeel | Uitgangspunt |
|---|---|
| Maaiveldhoogte | Zie tabel 1.1 |
| Bodemopbouw | Conform bodemschematisatie tabel 2.1 |

*Tabel 3.2 Uitgangspunten bemalingsaspecten*

| Onderdeel | Uitgangspunt |
|---|---|
| Aanlegsnelheid kabel | 30 m/dag |
| Moflocatie | 7 dagen/locatie |
| Bemalingsduur (inclusief weekenden) | 290 dagen |
| Bodembreedte sleuf | 2 m |
| Grondwaterstandsverlaging/ontwateringsdiepte | 0,3 m beneden sleufbodem |

*Tabel 3.3 Uitgangspunten debietberekeningen*

| Onderdeel | Uitgangspunt |
|---|---|
| Stationair/niet-stationair | Niet-Stationaire situatie |
| Bandbreedte hydraulische weerstand (c) | 50 – 500 dagen |
| Bandbreedte transmissiviteit (kD) | 200 - 500 $m^2/d$ |
| GHG/GLG | Zie tabel 2.1 en tabel 2.2 |
| Diepte onttrekkingsfilters | 3 m -mv |
| Invloed oppervlaktewater | betrokken in berekeningen |
| Invloed neerslag | betrokken in berekeningen |

## 3.4 Berekeningsmethoden

Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend op basis van een lokaal grondwatermodel waarin de bodemopbouw is geschematiseerd conform tabel 2.1.

Het model heeft een totale omvang van 20 bij 15 kilometer en het grid is ter plaatse van de locatie verfijnd tot 5 bij 5 meter.

In het model zijn de watergangen van het waterschap opgenomen met een bodemweerstand van 20 dagen.

Voor de neerslag is een stationaire hoeveelheid van 1 mm/dag opgegeven. Voor de stijghoogten op de randen is het isohypsenpatroon opgevraagd via www.grondwatertools.nl. De randen zijn aan de westzijde (NAP +3,0 m) en oostzijde (NAP +6,0 m) vastgezet.

Het grondwatermodel is niet volledig gekalibreerd. Gekeken is naar de berekende stijghoogte op de locatie. Door het verschil in stijghoogte van voor en tijdens bemaling te berekenen, is het invloedsgebied berekend. Voor de verlaging is uitgegaan van de verlaging, vermeld in de uitgangspunten.

## 3.5 Verwachte debieten en waterbezwaar

Het berekende waterbezwaar voor de aanleg van de kabel is samengevat in tabel 3.4. Voor het verwachte debiet en waterbezwaar is ervan uitgegaan dat er steeds een sleuf van 100 meter wordt bemalen (rits-sluit methode).

*Tabel 3.4 Verwachte debieten en waterbezwaar*

| Situatie | Duur bemaling (dagen) | Verwacht debiet[1)] ($m^3$/uur) | Maximaal debiet[2)] ($m^3$uur) | maximaal waterbezwaar ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| OO-01 + moflocatie | 13 | 9,5 | 14,5 | 4.500 |
| OO-02 + moflocaties | 26 | 9 | 13 | 8.000 |
| OO-03 + moflocaties | 21 | 12,5 | 18 | 9.000 |
| OO-04 + moflocaties | 26 | 11 | 16,5 | 10.200 |
| OO-05 + moflocaties | 21 | 9 | 12,5 | 6.300 |
| OO-06 + moflocaties | 39 | 14 | 20 | 18.700 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| OO-07 + moflocaties | 24 | 14 | 20 | 11.520 |
| OO-08 + moflocaties | 45 | 9 | 14 | 15.200 |
| OO-09 + moflocaties | 45 | 15 | 23 | 25.000 |
| OO-10 + moflocaties | 21 | 14 | 21 | 10.700 |
| OO-11 + moflocatie | 10 | 4 | 7,5 | 1.800 |
| Totaal | 291 | | | 120.000 |

[1)] Verwacht debiet is berekend met de gemiddelde doorlaatfactoren volgens tabel 2.3

[2)] Maximaal debiet is berekend met de hoogste doorlaatfactoren volgens tabel 2.3

Indien de open ontgravingen in zijn geheel wordt ontgraven en bemalen worden de volgende debieten en waterbezwaar voorspeld:

***Tabel 3.5 Verwachte debieten en waterbezwaar***

| Situatie | Duur bemaling (dagen) | Verwacht debiet[1)] ($m^3$/uur) | Maximaal debiet[2)] ($m^3$uur) | maximaal waterbezwaar ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|
| OO-01 + moflocatie | 13 | 9,5 | 14,5 | 4.500 |
| OO-02 + moflocaties | 26 | 25,5 | 38,5 | 24.000 |
| OO-03 + moflocaties | 21 | 15,5 | 27,5 | 14.000 |
| OO-04 + moflocaties | 26 | 24 | 49 | 30.500 |
| OO-05 + moflocaties | 21 | 19 | 37 | 18.500 |
| OO-06 + moflocaties | 39 | 48 | 111 | 104.000 |
| OO-07 + moflocaties | 24 | 34 | 66 | 38.000 |
| OO-08 + moflocaties | 45 | 42 | 98 | 106.000 |
| OO-09 + moflocaties | 45 | 73 | 161 | 174.000 |
| OO-10 + moflocaties | 21 | 22 | 43 | 22.000 |
| OO-11 + moflocatie | 10 | 4 | 7,5 | 1.800 |
| Totaal | 291 | | | 537.000 |

Het berekende waterbezwaar voor de mastlocaties is samengevat in tabel 3.6. de mastlocaties hebben een ontgraving van 5x5x2 meter. Voor de mastlocaties zijn 14 dagen per locatie aangehouden.

***Tabel 3.6 Verwachte debieten en waterbezwaar***

| Situatie | Verwacht debiet[1)] ($m^3$/uur) | Maximaal debiet[2)] ($m^3$uur) | maximaal waterbezwaar ($m^3$) |
|---|---|---|---|
| Mastlocatie 111 | 5 | 11 | 3.600 |
| Mastlocatie 112 | 5 | 9 | 3.000 |
| Mastlocatie 113 | 6 | 13.5 | 4.500 |
| Mastlocatie 114 | 5 | 11 | 3.700 |
| Mastlocatie 115 | 5 | 11 | 3.700 |
| Mastlocatie 116 | 5 | 9 | 3.000 |
| Mastlocatie 117 | 4 | 8 | 2.700 |
| Mastlocatie 118 | 6 | 13,5 | 4.500 |
| Mastlocatie 119 | 5 | 9,5 | 3.200 |
| Totaal | | | 32.000 |

[1)] Verwacht debiet is berekend met de gemiddelde doorlaatfactoren volgens tabel 2.3

[2)] Maximaal debiet is berekend met de hoogste doorlaatfactoren volgens tabel 2.3

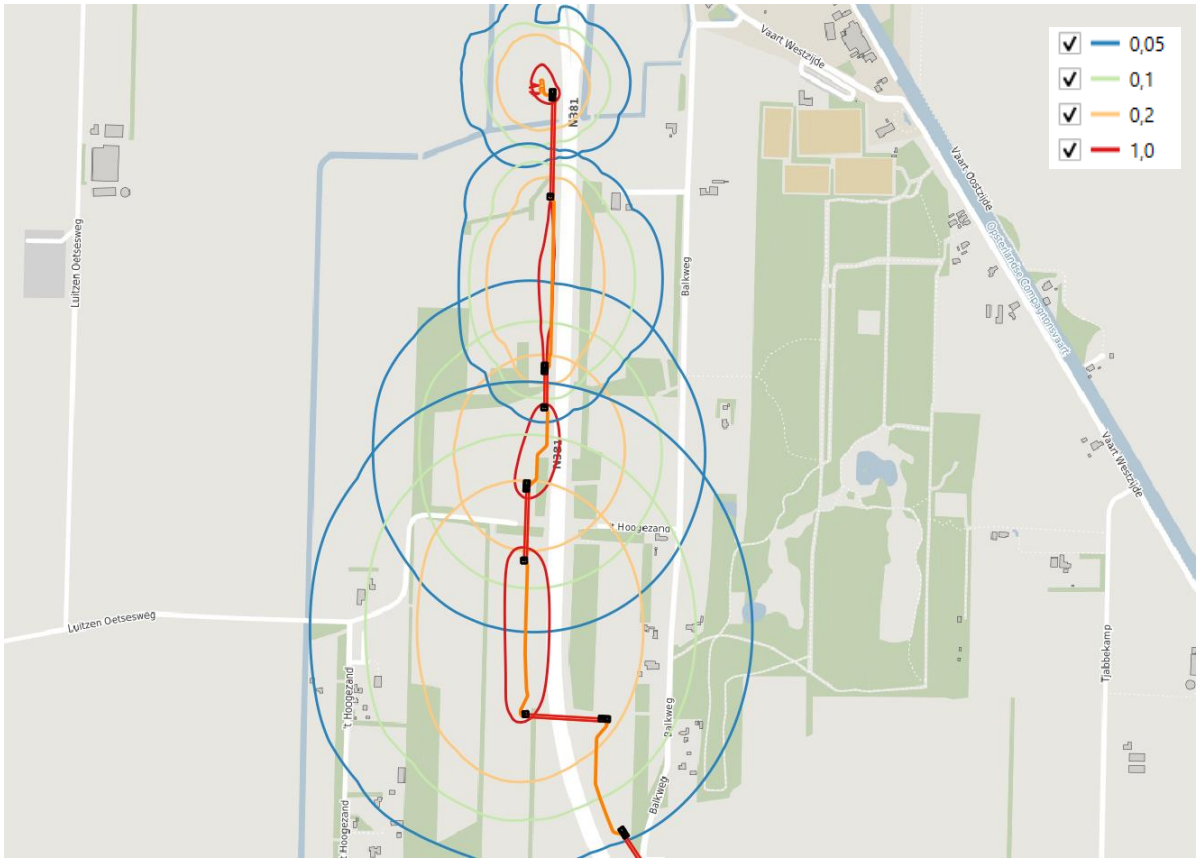
*De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten zullen veelal afwijken van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabelen zoals werkelijke stijghoogte, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, lengte onttrekkingsfilter, enzovoort. Daarbij is sprake van een heterogene bodemopbouw waarbij enkele kleilagen in delen van het tracé ontbreken.*

*In de bemalingsberekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van worstcase uitgangspunten: in de berekeningen is bijvoorbeeld uitgegaan van een relatieve hoge stijghoogte (GHG). De berekende debieten zijn gemiddelde debieten gedurende de tijdelijke grondwaterstandsverlaging. Om de initiële verlaging in de put of sleuf te realiseren is tijdelijk een hoger begindebiet nodig. Hierdoor kan het benodigd debiet in het begin van de bemaling hoger zijn dan het gemiddelde debiet.*

*Het waterbezwaar is bepaald op basis van de huidig beschikbare gegevens en gehanteerde uitgangspunten. Als een nauwkeuriger beeld van het verwacht debiet gewenst is, dient een doorlatendheidsmeting, een pompproef of een proefbronnering uitgevoerd te worden. Deze dient voor aanvang van de werkzaamheden uitgevoerd te zijn zodat de bodemparameters beter ingeschat kunnen worden. Het is aan de aannemer om te bepalen of deze noodzakelijk zijn (conform BRL12020).*

## 3.6 Verlagingen

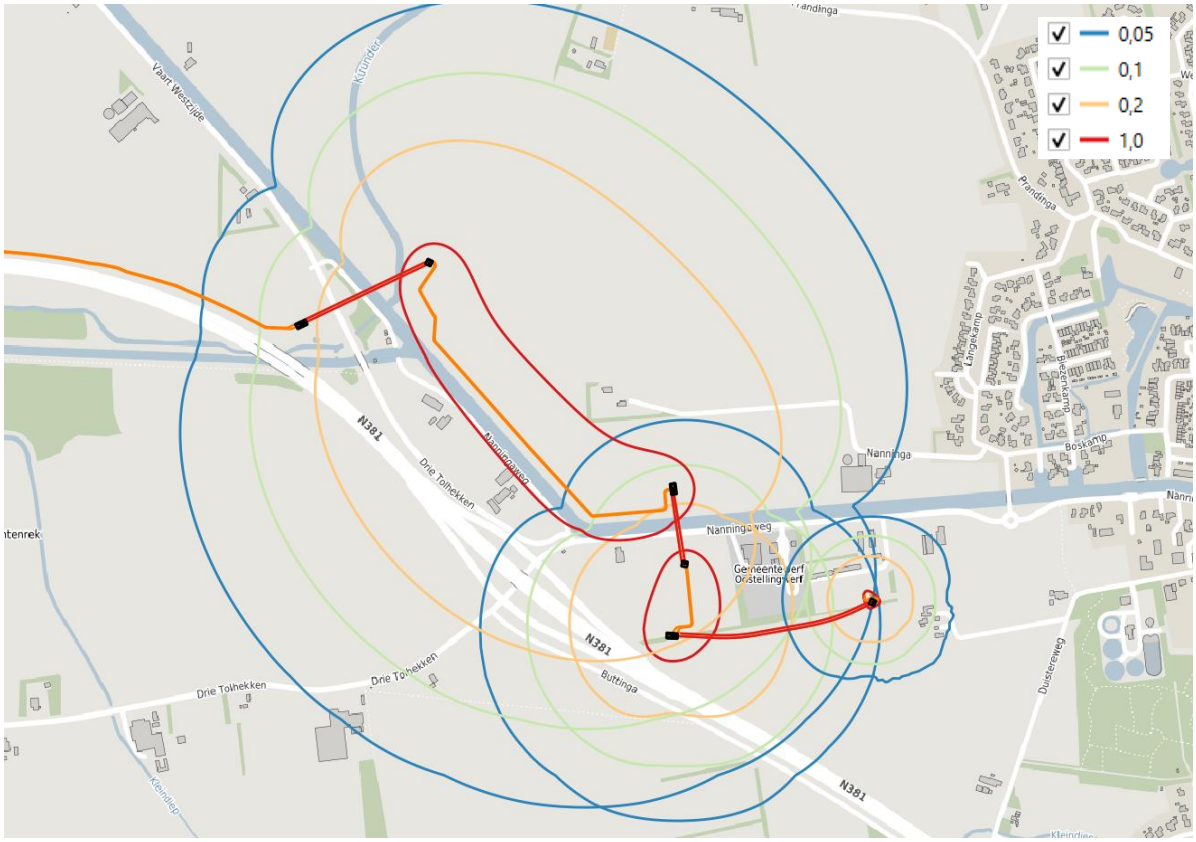
In figuur 3-1 t/m figuur 3-3 zijn de maximale (niet stationaire) verlagingen in de freatische grondwaterstand weergegeven voor de bemalingen bij maximale debieten en doorlatendheid.




*Figuur 3-1: Verlagingen open ontgravingen 1 tot en met 4 in GHG situatie.*

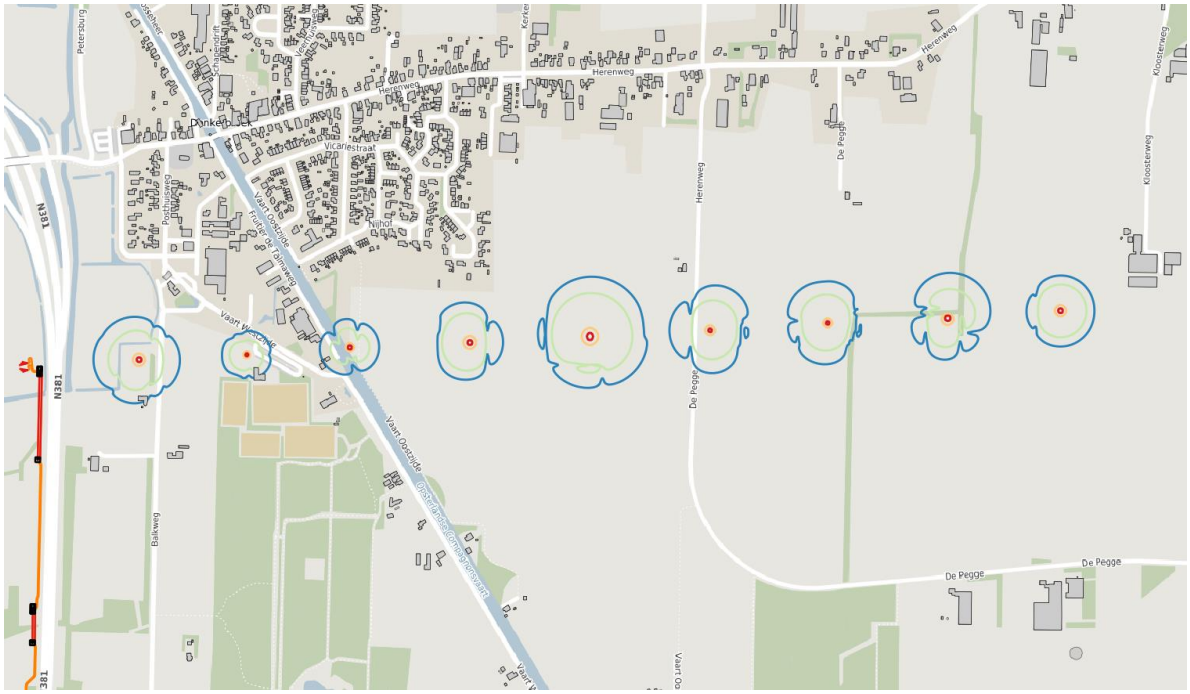



*Figuur 3-2: Verlagingen open ontgravingen 5 tot en met 8 in GHG situatie.*




*Figuur 3-3: Verlagingen open ontgravingen 9 tot en met 11 in GHG situatie.*

In onderstaande figuur worden de verlagingen bij alle mastlocaties.




*Figuur 3-4: Verlagingen open ontgravingen mastlocaties 111 t/m 119.*

## 3.7 Bemalings- en lozingswijze

Onderstaande bemalingswijze is een mogelijke bemalingswijze, beschreven op basis van het berekende onttrekkingsdebiet en de gehanteerde uitgangspunten.

De aannemer dient op basis van zijn eigen ervaringen en deskundigheid het bemalingssysteem zelf te bepalen en uit te werken. Tabel 3-8 is daarom alleen illustratief als mogelijk bemalingssysteem (bij de rits-sluit methode) en op basis van het gehanteerde uitgangspunt bij de berekeningen.

***Tabel 3-8: Voorstel bemalingssysteem***

| Ontwerpdebiet* ($m^3$/uur) | Lengte streng (m) | Aantal filters | Onderlinge afstand (m) | Bemalingswijze | Effectieve filterlengte (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 100 | 21 | 5 | Enkelvoudige vacuümbemaling | 3 |
| 15 | 20 | 26 | 1 | Enkelvoudige vacuümbemaling | 3 |

*Aanbevolen wordt een hogere pompcapaciteit aan te houden dan het berekende maximumdebiet in verband met wisselende bodemopbouw, onzekerheden, grondwaterstandfluctuatie en neerslag.

De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen, diameter, filterdiepte, etc., dienen door de bemaler/aannemer, als zijnde uitvoeringsdeskundige, zelf nader te worden bepaald en te worden vastgelegd in een bemalingsplan (zie ook paragraaf 6.1).

Het onttrokken grondwater kan op het kanaal en oppervlaktewater langs het tracé geloosd worden. Bij het lozingspunt dienen maatregelen genomen te worden om uitspoeling van grond als gevolg van de lozing te voorkomen.

Aanbevolen wordt om de lozingsmogelijkheden ruim vóór aanvang van de bemaling te bespreken met het betreffende bevoegde gezag (zie ook hoofdstuk 4).

Omdat er geen grondwatermonsters zijn genomen in het kader van dit project is onduidelijk of de ijzerconcentratie en concentratie onopgeloste bestanddelen voldoen aan het besluit lozen buiten inrichtingen (maximaal 3 mg/l $Fe^{2+}$ en 50 mg/l onopgeloste bestanddelen). Mogelijk dient het grondwater ontijzerd te worden en dient een bezinktank toegepast te worden om de concentratie onopgeloste bestanddelen te reduceren, voordat het op het oppervlaktewater geloosd mag worden.

# 4 Vergunningsaspecten en heffingen

Sinds 1 januari 2024 is de Waterwet opgegaan in de Omgevingswet. Het waterschap is het bevoegd gezag voor de bronneringen, zowel voor de onttrekking als lozing binnen haar beheersgebied. Voor deze bemalingswerkzaamheden is Wetterskip Fryslân het bevoegd gezag.

### 4.1.1 Onttrekking

**Artikel 3.12 Meldingsplicht**
Indien grondwater wordt onttrokken ten behoeve van een bouwputbemaling, proefbronnering, sleufbemaling, grondsanering of grondwatersanering geldt een meldingsplicht indien:

a. de onttrekking kleiner dan 50.000 kubieke meter per maand (m3/maand) is; en
b. de onttrekkingsduur kleiner dan of gelijk aan 120 aaneengesloten dagen is.

Uit bovenstaande blijkt dat de **bemalingswerkzaamheden meldingsplichtig** zijn. Er worden geen werken gelijktijdig uitgevoerd, waardoor er geen samenloop is van bemalingswerkzaamheden. De verschillende open ontgravingen worden als aparte bemalingswerkzaamheden gezien. De melding dient bij Wetterskip verricht te worden ingevolge de Omgevingswet.

Indien gekozen wordt voor het uitvoeren van de bemalingswerkzaamheden in een open sleuf per open ontgraving (i.p.v. rits-sluit methode) is de hoeveelheid waterbezwaar en debiet per uur aanzienlijk hoger. Indien gekozen wordt voor deze methode is een vergunning benodigd.

### 4.1.2 Lozing – kwantitatief

**Artikel 2.9 Toepassingsbereik**
Deze paragraaf is van toepassing op het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam.

**Artikel 2.10 Meet- en rekenbepalingen**

1. Op het bemonsteren van afvalwater is NEN 6600-1 van toepassing, en een monster is niet gefiltreerd.
2. Op het conserveren van een monster is NEN-EN-ISO 5667-3 van toepassing.
3. Bij het analyseren van een monster worden onopgeloste stoffen meegenomen, en op het analyseren is voor chloride NEN-EN-ISO 15682 van toepassing.

**Artikel 2.11 Toestemmingsvrij**

1. Het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam is toestemmingsvrij indien:
   a. dit plaatsvindt in boezemwater;
   b. de te lozen hoeveelheid water groter dan 250 kubieke meter per uur (m3/u) is;
   c. het te lozen water onttrokken wordt uit het oppervlaktewaterlichaam waarop wordt geloosd; en
   d. het chloridegehalte van het te lozen water is kleiner dan of gelijk aan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewaterlichaam, gemeten in een steekmonster.

2. Het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam is toestemmingsvrij indien:
   a. plaatsvindt in boezemwater;
   b. de te lozen hoeveelheid water kleiner dan of gelijk aan 250 kubieke meter per uur (m3/u) is; en
   c. het chloridegehalte van het te lozen water is kleiner dan of gelijk aan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewaterlichaam, gemeten in een steekmonster.

3. Het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam is toestemmingsvrij indien:
   a. het lozen van water plaatsvindt in een oppervlaktewaterlichaam niet zijnde boezemwater;
   b. de te lozen hoeveelheid is kleiner dan of gelijk aan 80 kubieke meter per uur (m3/u);
   c. de te lozen hoeveelheid is kleiner dan of gelijk aan 800 kubieke meter per etmaal (m3/etmaal); en
   d. het chloridegehalte van het te lozen water is kleiner dan of gelijk aan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewaterlichaam, gemeten in een steekmonster.

**Artikel 2.12 Meldingsplicht**

Voor het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam geldt een meldingsplicht indien:

a. het lozen van water plaats vindt in boezemwater;
b. de te lozen hoeveelheid groter dan 250 kubieke meter per uur (m3/u) is;
c. het water dat geloosd wordt niet onttrokken is aan het oppervlaktewaterlichaam waarop geloosd wordt; en
d. het chloridegehalte van het te lozen water is kleiner dan of gelijk aan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewaterlichaam, gemeten in een steekmonster.

**Artikel 2.14 Vergunningplicht**

Voor het lozen van water op een oppervlaktewaterlichaam geldt een vergunningplicht indien:

a. dit plaatsvindt op de Waddeneilanden: Ameland, Terschelling, Vlieland en Schiermonnikoog; of
b. niet voldaan wordt aan artikel 2.10 tot en met artikel 2.13.

### 4.1.3 Lozing – kwalitatief

Het kwalitatieve gedeelte valt sinds 1 juli 2011 onder het Besluit lozen buiten inrichtingen. In het Besluit lozen buiten inrichtingen staan de volgende grenswaarden, waaraan getoetst moet worden bij lozing van schoon grondwater:

***Tabel 4.1 Algemene beleidsregels ten aanzien van kwalitatieve eisen aan de lozing***

| Lozing op/in | Eisen aan de lozing | Meldingstermijn afhankelijk van lozingsduur | | |
|---|---|---|---|---|
| | | < 48 uur | < 8 weken | Langer |
| **Bodem** | **Geen*** | | | |
| **Oppervlaktewater** | **Geen visuele verontreiniging**<br>**< 50 mg/l onopgeloste bestanddelen** | **Geen** | **5 dagen vooraf** | **4 weken vooraf** |
| **Schoonwaterriool** | **< 5 mg/l ijzer**<br>**< 50 mg/l onopgeloste bestanddelen** | **Geen** | **5 dagen vooraf** | **4 weken vooraf** |
| **Vuilwaterriool** | **< 5 m³/uur**<br>**< 300 mg/l onopgeloste bestanddelen** | **Geen** | **5 dagen vooraf** | **Niet toegestaan. tenzij maatwerkvoorschrift of verordening** |

** bij lozing in de bodem is altijd een vergunning noodzakelijk ingevolge de Waterwet*

Het **kwalitatieve deel van de lozing** is meldingsplichtig op grond van de waterschapsverordening van het waterschap, mits voldaan wordt aan bovenstaande voorwaarden.

# 5 Effecten en risico’s

## 5.1 Algemeen

Afhankelijk van waar een verlaging optreedt, kunnen (negatieve) effecten optreden voor omgevingsfactoren. Zo kan verlaging van de grondwaterstand in de deklaag effect hebben op zettingen, landbouw, natuurwaarden en archeologische velden. Verlaging van de stijghoogte kan ook effecten hebben op (drink)waterwinningen van derden en verontreinigingen in het watervoerend pakket. In dit hoofdstuk zijn de mogelijk (nadelige) effecten als gevolg van de tijdelijke grondwater-standsverlaging beschreven.

## 5.2 Zetting(schade)

### Zetting

Door de verandering in korrelspanning ten gevolge van de grondwaterstands-verlaging tot beneden de *laagst gemeten waarde ooit*, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. Omdat de *laagst gemeten waarde ooit* moeilijk te achterhalen is en er daarbij geen rekening is gehouden met de factor tijd, wordt uitgegaan van de GLS-waarde. Hierbij kan met enige zekerheid van uitgegaan worden dat eventuele zettingen al volledig zijn opgetreden, aangezien lagere waarden al vaker (en dus van langere duur) zijn voorgekomen. Bij verlaging beneden de *laagst gemeten waarde ooit* kan de grond verder zetten.
Doordat de verlaging maximaal 1 meter is ten opzichte van de GHG wordt geen extra zetting als gevolg van de bemaling verwacht.
De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettings-gevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

### Zetting dijklichamen

De locatie is gelegen bij/aan een dijklichaam/beschermingszone/ buitenbeschermingszone volgens de keur van het waterschap. In verband met de stabiliteit van de dijk dient voorkomen te worden dat de zetting bij de dijk te groot wordt. Doordat de verlaging maximaal 1 meter is ten opzichte van de GHG wordt geen extra zetting als gevolg van de bemaling verwacht.

## 5.3 Ondergrondse constructies

### Houten palen

De locatie is gelegen in een gebied, waarbij de panden (mogelijk) gefundeerd zijn op houten palen. Als de grondwaterstand langdurig verlaagd wordt, kan dit problemen opleveren door het ontstaan van paalrot. Elke periode van droog-stand leidt tot schade aan het droogstaande funderingshout. Een cumulatieve droogstand van 10 tot 20 jaar kan voldoende zijn om het draagvermogen van de fundering ernstig aan te tasten. Droogstand van het funderingshout dient dus zo veel mogelijk voorkomen te worden (www.KCAF.nl).
De bovenkant van de houten palen mogen niet langer dan 14 dagen droog komen te staan om houtrot aan de funderingspalen te voorkomen. Doordat de verlaging maximaal 1 meter is ten opzichte van de GHG en er op elke locatie de bemaling maximaal 1 week duurt, wordt geen extra droogstand als gevolg van de bemaling verwacht.

## 5.4 Verontreinigingen

Gevallen van ernstige bodemverontreinigingen mogen niet verminderd, verplaatst of verspreid worden, tenzij een (deel)saneringsplan wordt opgesteld. Voor zover bekend, zijn er geen mobiele verontreinigingen in het grondwater aanwezig binnen het invloedsgebied (www.bodemloket.nl).
Aanvullende maatregelen ten aanzien van verontreinigingen zijn daarom niet noodzakelijk.

## 5.5 Onttrekkingen van derden

Binnen het invloedsgebied van de tijdelijke grondwaterstandsverlaging bevinden zich enkele onttrekkingen van derden. Omdat de onttrekkingsfilters relatief diep onder maaiveld aanwezig zijn en duur van de bemaling op elke locatie beperkt is, wordt geen negatieve invloed verwacht.

De locatie is niet gelegen in een grondwaterbeschermingsgebied en/of boringsvrije zone. Er zijn daarom geen aanvullende maatregelen noodzakelijk.

## 5.6 Archeologische waarden en objecten

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag en/of het watervoerend pakket kunnen archeologische objecten negatief beïnvloeden. Binnen het invloedsgebied van de bemalingen bevinden zich geen objecten met een archeologische waarde Archeologie in Nederland (webgispublisher.nl). Er zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk ten aanzien van archeologie.

## 5.7 Natuurgebieden, groen en landbouw

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag kunnen leiden tot negatieve beïnvloeding van natuur. In het invloedsgebied gebieden aanwezig die behoren tot een Natuurnetwerk Nederland of Natura 2000-gebieden (bron: http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapszoek.aspx). Verlaging onder GLG wordt in dit gebied niet verwacht.




*Figuur 5-1: Aandachtsgebied Natuur.*

# 6 Monitoring

## 6.1 Algemeen

Onder verantwoordelijkheid van de aannemer dient de definitieve uitvoeringswijze van de bouwput, inclusief alle hulpconstructies, zoals eventuele damwanden en technische beschrijving van de bemaling, nader te worden uitgewerkt in een **werkplan**. Het definitieve gedetailleerde werkplan van de aannemer moet inzicht geven in de uiteindelijke uitvoeringswijze en fasering van de werkzaamheden in verband met opslag van materiaal, materieel-opstellingen en dergelijke.

Op basis van dit werkplan dienen onder verantwoordelijkheid van de aannemer de definitieve berekeningen van alle hulpconstructies, zoals eventuele damwandschermen, te worden gemaakt. Ook de gekozen wijze van bemaling en het monitoringsplan dienen in het werkplan nader te worden uitgewerkt. Hierbij moeten ten minste de volgende aspecten worden aangegeven:

- gekozen wijze van bemaling, uiteindelijke situering van de filters/drains en pompen;
- omgeving/kritische belendingen of infrastructuur;
- monitoring.

De aannemer dient bij de bemaling aan de volgende resultaatsverplichting te voldoen:

- de grondwaterstand in de deklaag dient tot minimaal 0,3 m -putbodem verlaagd te worden en maximaal 0,5 meter.

Onderstaand is ingegaan op de benodigde monitoring. De aannemer als uitvoeringsdeskundige is verantwoordelijk voor de monitoring en eventuele aanvulling op onderstaande monitoringswerkzaamheden.

## 6.2 Monitoring

### Debietmeterstanden

Op grond van artikel 6.11, tweede lid, van het Waterbesluit moet degene die grondwater onttrekt per kwartaal meten hoeveel grondwater is onttrokken. Deze meting moet geschieden met een nauwkeurigheid van 95%. De resultaten van deze meting moeten uiterlijk op 31 januari van ieder jaar of, indien de onttrekking is beëindigd, binnen een maand na het tijdstip van beëindiging, aan het bestuur worden opgegeven.

### Grondwaterstanden

De grondwaterstand moet minimaal 0,3 m en maximaal 0,5 m beneden de putbodem worden verlaagd. Nadat de gewenste verlaging is bereikt, wordt het bemalingsdebiet zodanig teruggebracht dat de verlaging niet verder toeneemt. Om de grondwaterstandsverlaging te kunnen monitoren, dient in of nabij de sleuf een peilbuis geplaatst te worden.

De aannemer draagt zorg voor de opname en registratie van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP in het meetnet.

### Lozingswater

Direct na aanvang van de bemaling dient het vrijkomende water bemonsterd te worden (dag 1). Vervolgens dient het lozingswater op dag 1, 3, 7 en 14 en vervolgens maandelijks bemonsterd te worden.
Het lozingswater dient te voldoen aan de volgende (algemene) lozingseisen:

***Tabel 6.1 Algemene beleidsregels ten aanzien van kwalitatieve eisen aan de lozing***

| Lozing op/in | Eisen aan de lozing |
|---|---|
| Bodem | Geen* |
| Oppervlaktewater | Geen visuele verontreiniging<br>< 50 mg/l onopgeloste bestanddelen |
| Schoonwater riool | < 5 mg/l ijzer<br>< 50 mg/l onopgeloste bestanddelen |
| Vuilwaterriool | < 5 m³/uur<br>< 300 mg/l onopgeloste bestanddelen |

** bij lozing in de bodem is altijd een vergunning noodzakelijk ingevolge de Waterwet*

Als er sprake is van verontreinigingen op of in de omgeving van de locaties, dient het lozingswater geanalyseerd te worden op de betreffende parameters. De analyseresultaten dienen te worden getoetst aan de gestelde vergunningseisen (tabel 3.1b van het Activiteitenbesluit).

## 6.3 Samenvatting monitoringsplan

In tabel 6.2 is het monitoringsplan samengevat. Als gevolg van eventuele eisen van het bevoegde gezag (Wetterskip Fryslân) kan de noodzakelijke monitoring afwijken van de hieronder beschreven monitoringswerkzaamheden.

***Tabel 6.2 Samenvatting monitoringswerkzaamheden***

| Onderdeel | werkzaamheden | actiewaarde | actie |
|---|---|---|---|
| Onttrekking | • Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand.<br>• Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden. | • -<br>• Grondwaterstand minder dan 0,3 m - putbodem.<br>• Grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden putbodem.<br>• Stijghoogte in watervoerend pakket niet meer noodzakelijk om opbarsten te voorkomen. | • -<br>• Onttrekkingsdebiet deklaag verhogen.<br>• Onttrekkingsdebiet deklaag verlagen.<br>• Onttrekkingsdebiet watervoerend pakket verlagen. |
| Lozing | • Bemonstering lozingswater (dag 1, 3, 7 en 14). | • Visuele verontreiniging<br>• Concentraties boven lozingsnorm. | • Informeren en overleg bevoegd i.v.m. passende maatregelen (zuivering). |
| Zetting | • Dagelijks meten grondwaterstand deklaag nabij bebouwing en waterkering in invloedsgebied. | • Grondwaterstand in deklaag beneden GLG | • Onttrekkingsdebiet verlagen<br>• Onttrekkingsdebiet verlagen en inmeten opstallen. |
| Natuurgebieden, groen en landbouw | Dagelijks meten grondwaterstand deklaag nabij natuurgebied (zie figuur 5-1) in invloedsgebied. | • Grondwaterstand in deklaag beneden GLG | • Onttrekkingsdebiet verlagen |