

## Rapport

---

Projectnummer: 366421

Referentienummer: SWNL0265621

Datum: 04-09-2020

---

## Vergunningsonderbouwend bemalingsadvies

Gemaal Beukenhorst

Definitief

Opdrachtgever:  
Waterschap De Dommel  
Postbus 10001  
5280 DA BOXTEL

## Verantwoording

|                  |                                             |
|------------------|---------------------------------------------|
| Titel            | Vergunningsonderbouwend<br>bemaalingsadvies |
| Subtitel         | Gemaal Beukenhorst                          |
| Projectnummer    | 366421                                      |
| Referentienummer | SWNL0265621                                 |
| Revisie          | D02                                         |
| Datum            | 04-09-2020                                  |

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| Auteur      | Stijn Verdijk          |
| E-mailadres | stijn.verdijk@sweco.nl |

|                      |                                                                                    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Gecontroleerd door   | Jeroen van Uden                                                                    |
| Paraaf gecontroleerd |  |

|                    |                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Goedgekeurd door   | Ron Buitelaar                                                                       |
| Paraaf goedgekeurd |  |

## Inhoudsopgave

|          |                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>                              | <b>5</b>  |
| 1.1      | Algemeen .....                                      | 5         |
| 1.2      | Doelstelling .....                                  | 6         |
| 1.3      | Normen en richtlijnen .....                         | 6         |
| 1.4      | Leeswijzer .....                                    | 6         |
| <b>2</b> | <b>Geohydrologisch onderzoek .....</b>              | <b>7</b>  |
| 2.1      | Bronnenlijst .....                                  | 7         |
| 2.2      | Maaiveldhoogten .....                               | 7         |
| 2.3      | Bodemopbouw .....                                   | 8         |
| 2.4      | Grondwaterstanden en stijghoogten .....             | 9         |
| 2.5      | Oppervlaktewater .....                              | 11        |
| 2.6      | Waterkering .....                                   | 12        |
| 2.7      | Bodemverontreinigingen en grondwaterkwaliteit ..... | 13        |
| <b>3</b> | <b>Bemalingsadvies .....</b>                        | <b>14</b> |
| 3.1      | Uit te voeren werkzaamheden .....                   | 14        |
| 3.2      | Berekeningsmethode .....                            | 15        |
| 3.3      | Uitgangspunten .....                                | 15        |
| 3.4      | Opbarstgevaar .....                                 | 15        |
| 3.5      | Verwachte debieten en waterbezwaar .....            | 16        |
| 3.6      | Verlagingen .....                                   | 16        |
| 3.7      | Bemalings- en lozingswijze .....                    | 17        |
| <b>4</b> | <b>Vergunningsaspecten .....</b>                    | <b>19</b> |
| 4.1      | Beleid onttrekking .....                            | 19        |
| 4.2      | Beleid lozing .....                                 | 20        |
| 4.3      | M.e.r.-beoordeling .....                            | 20        |
| 4.4      | Heffing onttrekking .....                           | 21        |
| <b>5</b> | <b>Effecten .....</b>                               | <b>22</b> |
| 5.1      | Algemeen .....                                      | 22        |
| 5.2      | Zettingen .....                                     | 22        |
| 5.3      | Archeologie .....                                   | 22        |
| 5.4      | Landbouwgebieden .....                              | 23        |
| 5.5      | Natuur .....                                        | 23        |
| 5.6      | Verontreinigingen .....                             | 24        |
| 5.7      | Grondwateronttrekkingen .....                       | 24        |
| 5.8      | Grondwaterbeschermingsgebieden .....                | 25        |
| 5.9      | Zoet-brak grensvlak .....                           | 25        |

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| <b>6</b> | <b>Monitoring .....</b> | <b>26</b> |
| 6.1      | Algemeen.....           | 26        |
| 6.2      | Monitoringsplan .....   | 26        |
| 6.3      | Samenvatting.....       | 28        |

|           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| Bijlage 1 | Ontwerptekening gemaal           |
| Bijlage 2 | Locaties sonderingen             |
| Bijlage 3 | Sondeergrafieken                 |
| Bijlage 4 | Berekeningsmethoden              |
| Bijlage 5 | Resultaten bemalingsberekeningen |
| Bijlage 6 | Checklist gegevens               |
| Bijlage 7 | Checklist risico's               |
| Bijlage 8 | Keuzematrix bemalingswijze       |

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Gemaal Beukenhorst van Waterschap De Dommel (WSD) is economisch afgeschreven en dient te worden vervangen. Eveneens wordt de locatie van het gemaal gewijzigd, omdat de primaire waterkering wordt verplaatst. Het nieuwe gemaal wordt stroomopwaarts van het huidige gemaal aangelegd.

Omdat de werkzaamheden beneden de heersende grondwaterstand worden uitgevoerd, is een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand noodzakelijk. Uitvoering 'in den natte' is niet mogelijk. Deze rapportage betreft het bemalingsadvies voor de uit te voeren bronneringswerkzaamheden.

De ligging van deze locatie is weergegeven in figuur 1.1. Het plangebied is globaal gelegen op de RD-coördinaten X: 149.203 m, Y: 405.005 m. De locatie is kadastraal bekend onder:

- gemeente Vught, sectie C, perceelnummer 1013;
- gemeente Vught, sectie C, perceelnummer 1979;
- gemeente Vught, sectie C, perceelnummer 2323.



Figuur 1.1 Globale ligging projectlocatie (rood omkaderd)

De aannemer kan zijn bemalingsplan op basis van dit bemalingsadvies invullen en eventuele onzekerheden verkleinen door gebiedservaring of noodzakelijke aanvullende werkzaamheden te verrichten.

## 1.2 Doelstelling

De doelstellingen van dit advies zijn als volgt:

- 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 Waterwet;
- het vormen van een basis voor het op te stellen 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 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| NEN 9997-1:2016/C2:2017nl | Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels | 2017    |
| SBR 190.03                | Bemaling van bouwputten                                         | 2003    |
| BRL 12000                 | SIKB Tijdelijke grondwaterverlaging                             | 2017    |

## 1.4 Leeswijzer

Na deze inleiding volgt in hoofdstuk 2 het geohydrologisch onderzoek. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en het oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 komt het bemalingsadvies aan bod. In hoofdstuk 4 worden de vergunningsaspecten beschouwd. 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 Geohydrologisch onderzoek

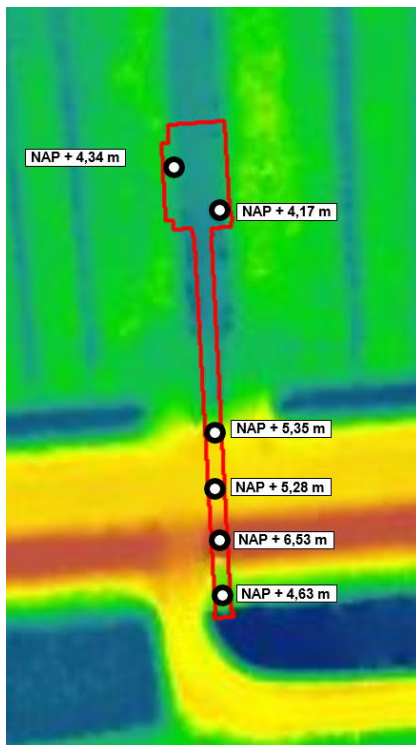
### 2.1 Bronnenlijst

Ten behoeve van de werkzaamheden in de bodem van het te ontwikkelen gebied, dient inzicht te worden verkregen in de opbouw van de bodem, het heersende grondwaterregime en de terreingesteldheid. De geïnterviewde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- [1] Verkregen informatie van de opdrachtgever.
- [2] Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3, Rijkswaterstaat).
- [3] Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000).
- [4] Gegevens over de ondergrond van Nederland; [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl).
- [5] Interactieve kaarten binnen provincie Noord-Brabant: <https://kaartbank.brabant.nl/>.
- [6] Informatie van Waterschap De Dommel: [www.dommel.nl/](http://www.dommel.nl/).
- [7] Informatie over bodemverontreinigingen in Brabant: <http://bodemloket.odbn.nl/home/omgevingsrapportage>.
- [8] Informatie over archeologische monumentenkaart (AMK), rijksmonumenten en indicatieve kaart archeologische waarden (IKAW): [www.cultureelerfgoed.nl](http://www.cultureelerfgoed.nl).
- [9] Informatie over Natura2000-gebieden: [www.synbiosys.alterra.nl/natura2000](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000).
- [10] Informatie over grondwateronttrekkingen: [www.wkotool.nl](http://www.wkotool.nl).
- [11] Tekening 'Definitief ontwerp Gemaal Beukenhorst, Overzichtstekening', Tekeningnummer 366421-DO-TEK-400-DEF-1.0, d.d. 5 december 2019, Sweco.
- [12] Tekening 'Definitief ontwerp Gemaal Beukenhorst, Boven aanzicht en Doorsneden A-A en B-B', Tekeningnummer 366421-DO-TEK-401-DEF-1.0, d.d. 1 november 2019, Sweco.
- [13] Tekening 'Definitief ontwerp Gemaal Beukenhorst, Doorsneden C-C t/m G-G', Tekeningnummer 366421-DO-TEK-402-DEF-1.0, d.d. 1 november 2019, Sweco.
- [14] Rapport 'Geotechnisch grondonderzoek Gemaal Beukenhorst te Vught', VWB103937/19/SWE/1160, d.d. 30 augustus 2019, Het Veldwerkbureau.
- [15] Informatie over de heffingen binnen provincie Noord-Brabant: [http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Noord-Brabant/CVDR95649/CVDR95649\\_2.html](http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/xhtmloutput/Historie/Noord-Brabant/CVDR95649/CVDR95649_2.html).
- [16] Informatie over de diepte van het zoet-brak grensvlak Deltares: <https://deltaresdata.openearth.eu>.
- [17] Notitie 'Geotechnisch onderzoek – Nieuwbouw gemaal Beukenhorst te Vught', SWNL0250313 d.d. 23-10-2019.

### 2.2 Maaiveldhoogten

De hoogte van het maaiveld bevindt zich over het algemeen tussen NAP +4,17 m en NAP +4,34 m. In het zuidelijke gedeelte van de projectlocatie is een dijk aanwezig. De dijk heeft een hoogte van NAP +4,34 m (aan teen dijk) en NAP +6,53 m (bovenzijde dijk). In figuur 2.1 is een uitsnede van de AHN3 weergegeven [2].



Figuur 2.1 Uitsnede hoogtekaart [2] met projectlocatie (rood omkaderd)

### 2.3 Bodemopbouw

In augustus 2019 zijn sonderingen op de projectlocatie uitgevoerd. In bijlage 2 is de situatie-tekening met de locaties van de sonderingen opgenomen en in bijlage 3 zijn de sondeer-grafieken opgenomen. Op basis van deze gegevens is de volgende globale bodemopbouw afgeleid.

**Tabel 2.1 Afgeleide globale bodemopbouw op basis van sonderingen [14] en [17]**

| Traject<br>(m+NAP) | Grondsoort         | Geschatte doorlaatfactor *<br>(m/dag) |
|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| +4,00 tot +1,25    | Zand, siltig       | 1,10                                  |
| +1,25 tot +0,95    | Klei               | 0,01                                  |
| +0,95 tot -1,25    | Zand, siltig       | 1,10                                  |
| -1,25 tot -2,25    | Klei, zwak zandig  | 0,04                                  |
| -2,25 tot -4,25    | Zand, siltig       | 1,10                                  |
| -4,25 tot -6,45    | Zand, grof         | 15,0                                  |
| -6,45 tot -7,15    | Klei, sterk zandig | 0,25                                  |
| -7,15 tot -7,35    | Zand, siltig       | 1,10                                  |
| -7,35 tot -7,75    | Klei, sterk zandig | 0,25                                  |
| -7,75 tot -8,05    | Zand, siltig       | 1,10                                  |
| -8,05 tot -8,35    | Klei, sterk zandig | 0,25                                  |
| Dieper dan -8,35   | Zand, grof         | 15,0                                  |

\* Geschat op basis van expert judgement en de literatuur (grondwaterzakboekje, 2011 en Cultuurtechnisch Vademecum, 1988)

### Geohydrologische schematisering

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen 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  $m$ ). Het doorlaatvermogen kan lokaal afwijken. De standaardafwijking van de horizontale doorlaatfactor is eveneens bekend. Door middel van een bandbreedte-analyse wordt een inschatting verkregen waar de te verwachten debieten en waterbezwaar naar verwachting binnen vallen. 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 tabel 2.2 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven voor de projectlocatie. Deze zijn gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG [4].

**Tabel 2.2**      *Overzicht geohydrologische formaties en parameters REGIS [4]*

| Bovenkant<br>(m +NAP) | Onderkant<br>(m +NAP) | Samenstelling | Formatie | Geohydrologische eenheid | Doorlaatfactor |             |
|-----------------------|-----------------------|---------------|----------|--------------------------|----------------|-------------|
|                       |                       |               |          |                          | min (m/dag)    | max (m/dag) |
| +4,1                  | -17,0                 | Zand          | Boxtel   | Watervoerend pakket      | 4              | 8           |
| -17,0                 | -20,1                 | Klei          | Boxtel   | Scheidende laag          | 0,004          | 0,013       |
| -20,1                 | -20,4                 | Zand          | Boxtel   | Watervoerend pakket      | 3              | 8           |
| -20,4                 | -58,6                 | Zand          | Sterksel | Watervoerend pakket      | 25             | 83          |

In de sonderingen zijn diverse waterremmende kleilagen aangetroffen. Om die reden wordt voor de berekeningen in dit bemalingsadvies, de bodemopbouw conform tabel 2.1 aangehouden.

## 2.4      Grondwaterstanden en stijghoogten

Als gevolg van seizoensfluctuaties veranderen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geven de range weer, waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt. Over het algemeen zijn de grondwaterstanden het hoogst aan het einde van de winter, begin van de lente. De laagste grondwaterstanden worden aan het einde van de zomer bereikt. Dit kan vertaald worden naar een klasse-indeling: grondwatertrappen (Gt). In tabel 2.3 zijn de grondwatertrappen weergegeven, zoals deze in de Bodemkaart van Nederland gehanteerd worden.

**Tabel 2.3 Grondwatertrappen [3]**

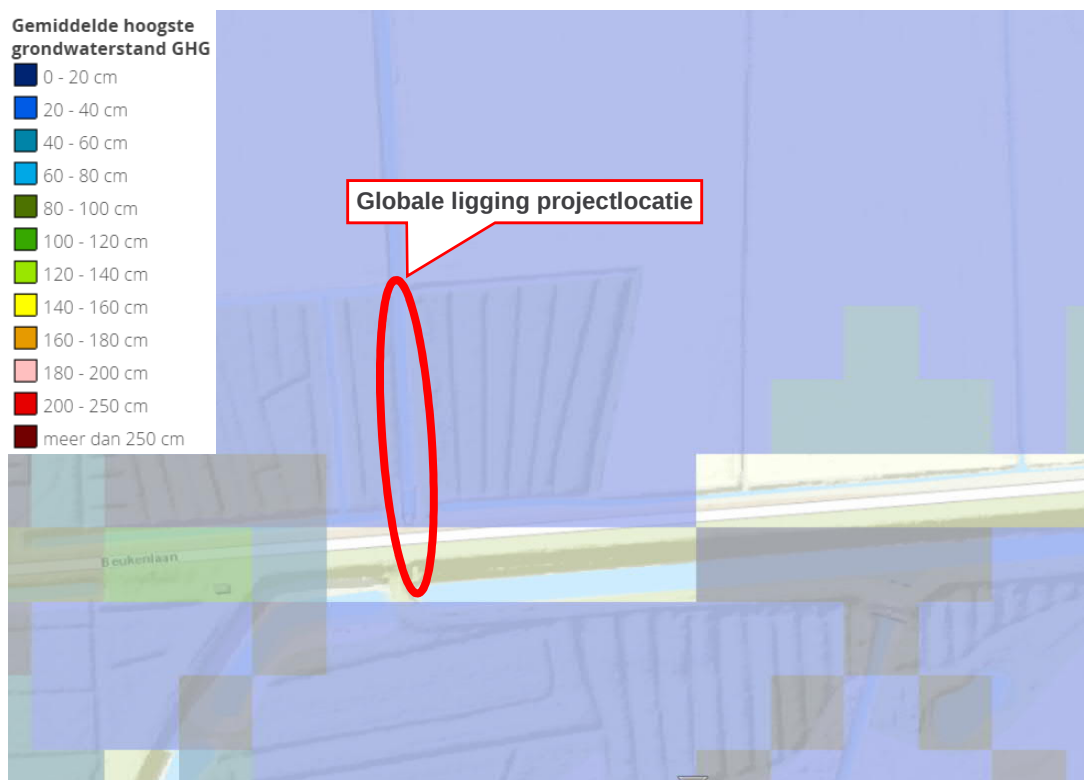
| Grondwaterstand<br>(cm –mv) | Grondwatertrap (Gt) |                 |          |                 |      |                 |                  |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|----------|-----------------|------|-----------------|------------------|
|                             | I                   | II <sup>1</sup> | III      | IV <sup>1</sup> | V    | VI <sup>1</sup> | VII <sup>2</sup> |
| GHG                         | <20                 | <40             | <40      | >40             | <40  | 40 - 80         | >80              |
| GLG                         | <50                 | 50 - 80         | 80 - 120 | 80 - 120        | >120 | >120            | (>160)           |

<sup>1</sup> een \* achter deze Gt-codes betekent 'droger deel', dat wil zeggen een GHG tussen 25 en 40 cm –mv.

<sup>2</sup> een \* achter deze Gt-codes betekent 'zeer droger deel', dat wil zeggen een GHG dieper dan 140 cm –mv.

Op de locatie komt grondwatertrap III\* voor. Bij een grondwatertrap III\* bevindt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) zich ondieper dan 40 cm beneden maaiveld en ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tussen 80 en 120 cm beneden maaiveld. Uitgaande van een gemiddelde maaiveldhoogte van NAP +4,34 m, is de GHG in de deklaag ondieper dan circa NAP +3,94 m. De GLG in de deklaag komt voor tussen NAP +3,54 m en NAP +3,14 m.

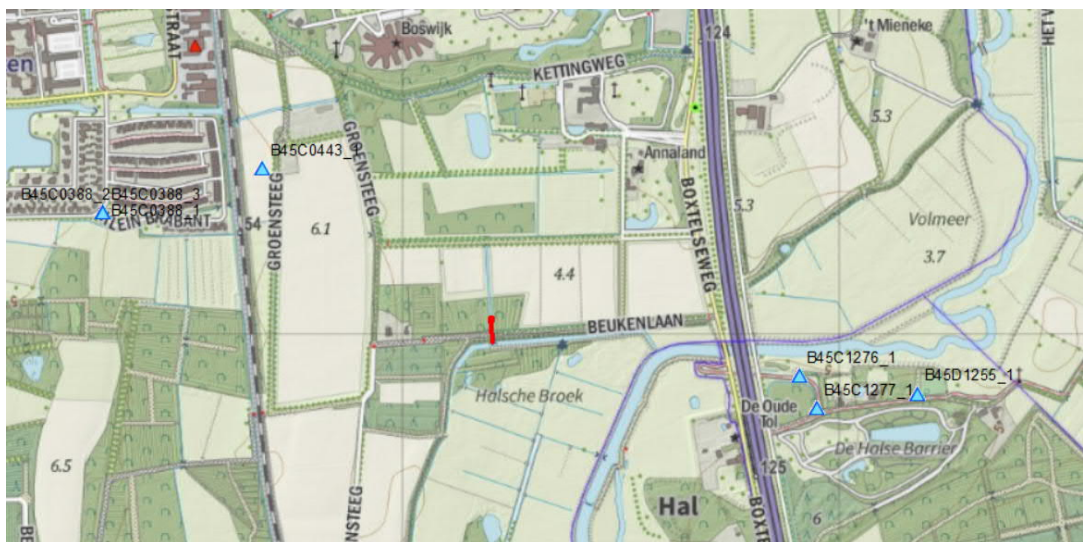
Provincie Noord-Brabant heeft de kaart met grondwatertrappen binnen de provincie geactualiseerd. In onderstaande figuur is een uitsnede van de geactualiseerd grondwatertrappenkaart weergegeven.



**Figuur 2.2 Uitsnede GHG provincie Noord-Brabant [5]**

Op basis van bovenstaande figuur kan opgemaakt worden dat voor de projectlocatie sprake is van een grondwaterstand tussen 20 en 40 cm beneden maaiveld.

Daarnaast zijn er in de omgeving van de projectlocatie een aantal peilbuizen aanwezig waarvan de grondwaterstanden zijn opgenomen in het digitale archief van TNO [4]. In tabel 2.4 zijn de karakteristieken van de grondwaterstanden weergegeven van de peilbuizen binnen een straal van 1 kilometer. De situering is weergegeven in figuur 2.3.



Figuur 2.3 Situering peilbuizen TNO [4]

Tabel 2.4 Karakteristieken grondwaterstanden

| Naam       | X-coörd (m) | Y-coörd (m) | Afstand (m) | Diepte filter (m +NAP) | Maaiveld (m +NAP) | GLG (m +NAP) | Gemiddeld (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-------------------|--------------|--------------------|--------------|
| B45C0388_1 | 148315      | 405280      | 915         | 1,80                   | 5,28              | 3,53         | 3,79               | 3,99         |
| B45C0388_2 | 148315      | 405280      | 915         | -11,70                 | 5,28              | 3,56         | 3,82               | 4,05         |
| B45C0388_3 | 148315      | 405280      | 915         | -21,20                 | 5,28              | 3,79*        | 4,13*              | 4,45*        |
| B45C0443_1 | 148680      | 405380      | 619         | 3,21                   | 5,03              | 3,70         | 4,06               | 4,46         |
| B45C1276_1 | 149909      | 404906      | 707         | 1,87                   | 5,36              | 2,95         | 3,36               | 3,80         |
| B45C1277_1 | 149949      | 404833      | 758         | 2,62                   | 5,12              | 3,02         | 3,31               | 3,62         |
| B45D1255_1 | 150179      | 404865      | 980         | 3,51                   | 6,35              | 3,11         | 3,44               | 3,88         |

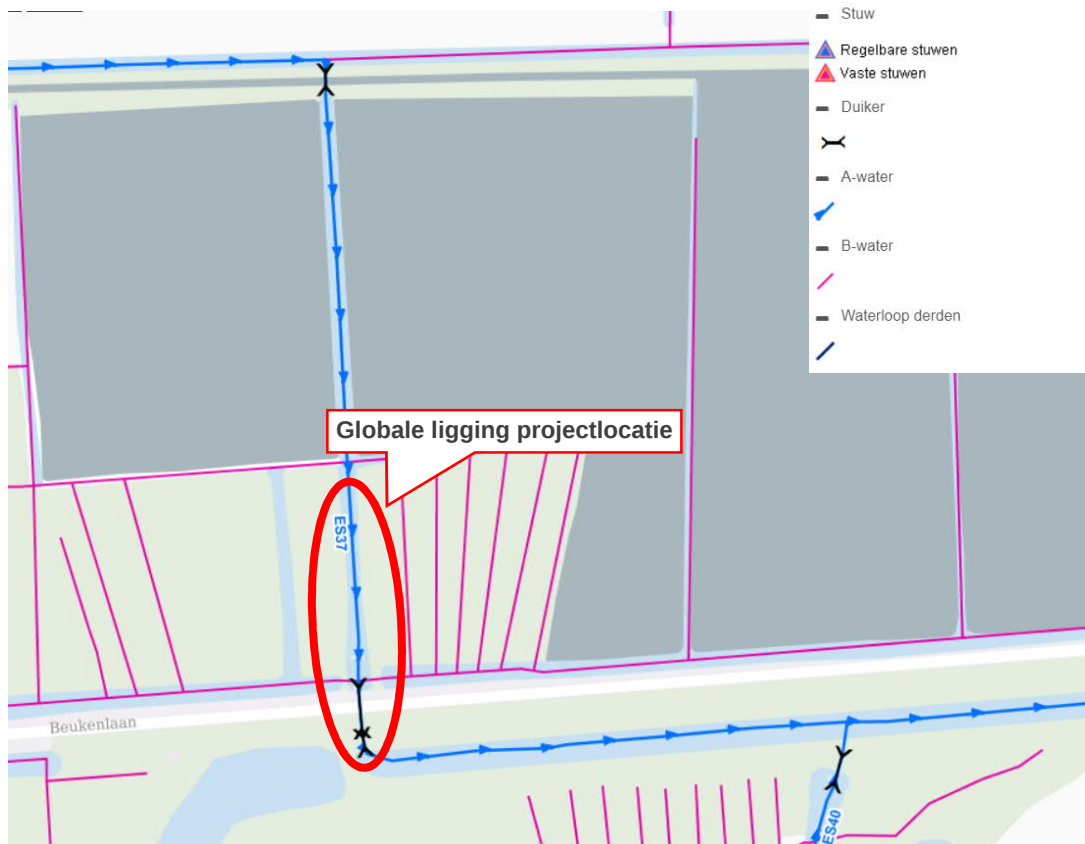
\* = stijghoogte gemeten in plaats van grondwaterstand

Op basis van bovenstaande informatie zijn voor de projectlocatie de volgende maatgevende grondwaterstanden afgeleid:

- maaiveldhoogte : NAP +4,35 m;
- GHG : NAP +4,00 m / 0,35 m -mv;
- GG : NAP +3,75 m / 0,60 m -mv;
- GLG : NAP +3,50 m / 0,85 m -mv.

## 2.5 Oppervlaktewater

In de legger van Waterschap De Dommel zijn de primaire en overige watergangen aangegeven. In de omgeving van het plangebied liggen diverse watergangen. Watergang met code ES37 is de watergang waarin de werkzaamheden uitgevoerd worden. Daarnaast lopen in de omgeving diverse B-watergangen. In figuur 2.4 is de ligging van de primaire wateren (A-watergangen) en secundaire (B-watergangen) weergegeven.



Figuur 2.4 Watergangen in de omgeving van de projectlocatie [6]

## 2.6 Waterkering

Waterkerende constructies kunnen van invloed zijn op de bemaling. Als gevolg van de waterkerende constructies kunnen de stroombanen naar de bemaling beïnvloed worden. Daarnaast mogen geen werkzaamheden uitgevoerd worden in een waterkering zonder dat daar vergunning voor is verleend. Om inzicht te krijgen in de waterkering, is de legger van het waterschap geraadpleegd met daarop de waterkeringen weergegeven (figuur 2.5).



Figuur 2.5 Waterkeringen in de omgeving van de projectlocatie [6]

Zoals te zien is in bovenstaande figuur, bevindt de projectlocatie zich ter plaatse van de waterkering.

## 2.7 Bodemverontreinigingen en grondwaterkwaliteit

In de directe omgeving van de projectlocatie zijn, voor zover bekend, geen verontreinigingen in de grond en het grondwater aanwezig ([5] en [7]).

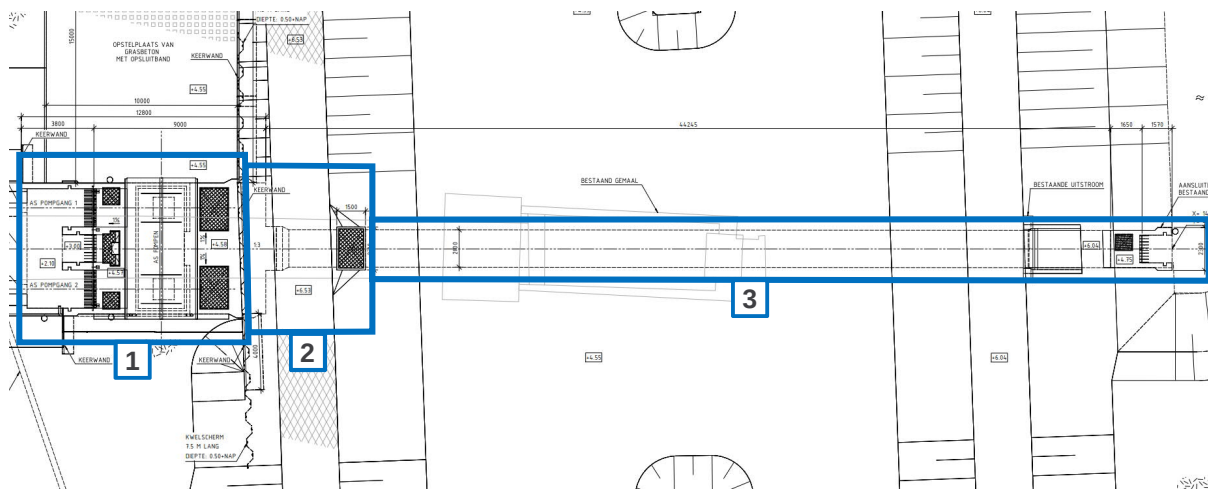
### 3 Bemalingsadvies

#### 3.1 Uit te voeren werkzaamheden

De realisatie van het gemaal wordt in drie bouwkuipen uitgevoerd, namelijk:

- 1) bouwkuip onderbouw gemaal tot aan kwelscherm;
- 2) bouwkuip gemaal kwelscherm tot en met schuivenschacht;
- 3) bouwkuip spuijoker en uitstroom met toepassen sleufkist.

In figuur 3.1 is de globale ligging van de verschillende bouwkuipen weergegeven. In bijlage 1 is het ontwerp van het gemaal vergroot toegevoegd.



Figuur 3.1 Globale ligging verdeling bouwkuipen [11]

De bemalingswerkzaamheden worden in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase is de complete instroom met het gemaal zelf, door de nieuwe kering heen tot en met de schuivenschacht (bouwkuipen 1 en 2). De tweede fase is de spuijoker vanaf de schuivenschacht tot en met de uitstroomconstructie (bouwkuip 3).

In onderstaande tabel zijn de gegevens van de bemaling samengevat weergegeven.

**Tabel 3.1 Gegevens bouwkuipen**

| Onderdeel                  | Bouwkuip 1    | Bouwkuip 2                | Bouwkuip 3                       |
|----------------------------|---------------|---------------------------|----------------------------------|
| Lengte (m)                 | ± 12          | ± 8                       | ± 40 m                           |
| Breedte (m)                | ± 9           | ± 5                       | ± 3 m                            |
| Bemalingswijze             | Open bemaling | Open bemaling met damwand | Open bemaling met sleufbekisting |
| Maaiveldhoogte (m+NAP)     |               | + 4,35                    |                                  |
| Ontgravingsdiepte (m+NAP)  | +1,6          | +1,9                      | +1,9                             |
| Ontwateringsdiepte (m+NAP) | +1,3          | +1,6                      | +1,6                             |
| Duur werkzaamheden (weken) | 13*           | 13*                       | 10*                              |

\* = Gezamenlijke uitvoering in één fase

### 3.2 Berekeningsmethode

Het onttrekkingsdebiet is uitgerekend op basis van analytische formules (Formule van De Glee, Partially penetrating). Bij de berekening van de debieten en het waterbezwaar wordt onder andere rekening gehouden met de dikte van de deklaag (opbarstgevaar conform NEN 9997-1:2016/C2:2017nl), doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, aanlegssnelheid en onvolkomenheid van de onttrekkingsfilters. De berekeningsmethode is in bijlage 4 nader toegelicht.

### 3.3 Uitgangspunten

#### Basisinformatie

- De hoogte van het maaiveld is voor de projectlocatie aangehouden op NAP +4,35 m.
- De bodemopbouw is gebruikt conform de bodemschematisatie in tabel 2.1.
- In de berekening van het waterbezwaar is uitgegaan van de maatgevende grondwaterstanden, zoals weergegeven in paragraaf 2.4.

#### Bemaling

- De werkzaamheden worden in twee fasen uitgevoerd.
- Verwacht wordt dat de damwanden niet zorgen voor een significante debietbeperking, omdat de waterremmende lagen niet aaneengesloten voorkomen en water vanaf de onderzijde van de damwand toe zal stromen.
- De grondwaterstand wordt verlaagd tot 0,3 m beneden de ontgravingsdiepte (ontwateringsdiepte).

#### Berekening

- De berekeningen zijn uitgevoerd voor een stationaire situatie.
- In de berekeningen is uitgegaan van de uitvoering van de bemaling met verticale filters met zwaartekrachtbemaling.
- In de berekeningen van het debiet en waterbezwaar is geen rekening gehouden met retourbemaling.

### 3.4 Opbarstgevaar

Het verticaal evenwicht van de putbodem dient altijd gewaarborgd te zijn. Als dit niet het geval is, bestaat kans op opbarsten van de bodem doordat de waterdruk aan de onderzijde van een waterremmende laag groter is dan het eigen gewicht van de bovengelegen grond. De diverse ontgravingsniveaus dienen te worden getoetst aan de opbarstcriteria volgens NEN 9997-1+C1. In bijlage 4 is de berekeningsmethode nader toegelicht.

Indien gebruik wordt gemaakt van de bemalingswijze, zoals voorgesteld wordt in paragraaf 3.7, worden eventuele risico's op opbarsten weggenomen. Dit als gevolg van de ontwatering van zandlagen onder de waterremmende lagen. Dit zorgt er voor dat de druk, en daarmee het risico op opbarsten, onder de waterremmende laag weg wordt genomen.

### 3.5 Verwachte debieten en waterbezwaar

Het berekende waterbezwaar voor de realisatie van het gemaal is samengevat in tabel 3.2 en tabel 3.3. Voor een uitgebreid overzicht van het benodigd debiet wordt verwezen naar bijlage 5.

**Tabel 3.2** Verwachte debieten en waterbezwaar veldstrekkingen bij een doorlaatfactor van 4 m/d

| Fase | Duur bemaling (dagen) | Minimaal debiet (m³/uur) | Gemiddeld debiet (m³/uur) | Maximaal debiet (m³/uur) | Verwacht waterbezwaar (m³) |
|------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1    | 91                    | 18                       | 21                        | 23                       | 40.300 à 49.400            |
| 2    | 70                    | 10                       | 11                        | 12                       | 16.200 à 20.500            |

**Tabel 3.3** Verwachte debieten en waterbezwaar veldstrekkingen bij een doorlaatfactor van 8 m/d

| Fase | Duur bemaling (dagen) | Minimaal debiet (m³/uur) | Gemiddeld debiet (m³/uur) | Maximaal debiet (m³/uur) | Verwacht waterbezwaar (m³) |
|------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1    | 91                    | 31                       | 34                        | 38                       | 67.500 à 82.800            |
| 2    | 70                    | 17                       | 19                        | 22                       | 28.700 à 36.300            |

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.

In de bemalingsberekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van conservatieve waarden. (In de berekeningen is bijvoorbeeld uitgegaan van een relatieve hoge stijghoogte). De berekende debieten zijn gemiddelde debieten. Om de initiële verlaging in de put of sleuf te realiseren is een hoger begindebiet nodig. Dit kan in het begin van de bemaling aanzienlijk hoger zijn dan het gemiddelde debiet.

Het waterbezwaar is bepaald op basis van de huidig beschikbare gegevens. Als een nauwkeuriger beeld van het waterbezwaar gewenst is, dient aanvullend veldwerk uitgevoerd te worden in de vorm van aanvullende boringen en peilbuizen, doorlatendheidsmetingen, een pompproof of een proefbronnering. Deze dienen voor aanvang van de werkzaamheden uitgevoerd te zijn zodat de bodemparemeters beter ingeschat kunnen worden.

### 3.6 Verlagingen

In tabel 3.4 zijn de maximale verlagingen in het watervoerend pakket weergegeven voor de bemaling bij GHG-situatie.

**Tabel 3.4** Stationaire verlaging in watervoerend pakket bij maximaal debiet

| Fase | Verlaging (m) | Debiet (m³/uur) | invloedstraal (m) | Verlaging (m) in het eerste watervoerend pakket op afstand (m) |      |      |        |        |        |        |
|------|---------------|-----------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|------|------|--------|--------|--------|--------|
|      |               |                 |                   | 25                                                             | 50   | 100  | 250    | 500    | 750    | 1.250  |
| 1    | 2,70          | 38              | 145               | 1,03                                                           | 0,58 | 0,21 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| 2    | 2,40          | 22              | 110               | 0,76                                                           | 0,40 | 0,14 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |

Als gevolg van de retourbemaling wordt het invloedsgebied beperkt aan de zijde waar de retourbemaling wordt toegepast. De locaties van de retourfilters zijn vooralsnog niet bekend.

### 3.7 Bemalings- en lozingswijze

#### Bemalingswijze

Ten behoeve van de keuze van het bemalingssysteem is een keuzematrix opgesteld. In bijlage 8 is de keuzematrix bijgevoegd. Opgemerkt wordt dat de keuzematrix een voorstel is en de bemaler als zijnde uitvoeringsdeskundige mogelijk zelf mag bepalen wat volgens hem de meest geschikte bemalingswijze is.

Onderstaande bemalingswijze is een voorstel op basis van het berekende onttrekkings-debiet en keuzematrix. De aannemer dient op basis van zijn eigen ervaringen en deskundigheid het bemalingssysteem zelf te bepalen en uit te werken. Onderstaand is daarom alleen illustratief als mogelijk bemalingssysteem en heeft als uitgangspunt gediend bij de berekeningen (paragraaf 3.5).

Voorgesteld wordt om de bemaling uit te voeren met behulp van een zwaartekracht-bemaling. Gedacht wordt om de filters rondom de bouwkuipen te plaatsen tot een diepte van 7 m -mv, waarvan de onderste 6 m geperforeerd is. Hiermee worden eventuele aanwezige tussenzandlagen ontwaterd en wordt het risico op opbarsten weggenomen.

Indien de onderzijde van de filter in een waterremmende laag (kleilaag) uit komt, wordt voorgesteld om deze dieper door te zetten tot in de zandlaag onder de waterremmende laag om eventuele risico's op opbarsten weg te nemen.

Daarnaast wordt geadviseerd om de watergang af te dammen of om te leiden, zodat de toestroom uit het oppervlaktewater beperkt wordt.

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

#### Lozingswijze

Door de opdrachtgever is aangegeven dat het bemalingswater niet geloosd mag worden op het oppervlaktewater vanwege de ligging in een beschermd gebied (zie paragraaf 4.1). Het beleid schrijft namelijk voor dat gestreefd moet worden om het onttrokken water van vergunningsplichtige bronbemalingen in beschermde gebieden en attentiegebieden altijd volledig terug te brengen in de bodem. Retourbemaling is dan het meest geschikte manier om het onttrokken grondwater te lozen. Hierdoor kan het debiet hoger uitvallen vanwege het rondpompeffect<sup>1</sup>. Op basis van de keuzematrix is gekozen voor het retourneren van bemalingswater via DSi©-techniek. Hierdoor worden de effecten van rondpompen geminimaliseerd.

Het water dient bij voorkeur geretourneerd te worden in dezelfde bodemlaag als het onttrokken is. Omdat dit een gelaagde bodemopbouw heeft, is de mogelijkheid voor retournatie niet gegarandeerd. Door de vergunningverlener is aangegeven dat het geaccepteerd wordt om het bemalingswater in diepere bodemlagen te retourneren (ook Formatie van Bortel volgens REGIS II v2.2).

---

<sup>1</sup> Om meer inzicht te krijgen in het debiet, in combinatie met retourbemaling, zijn modelberekeningen noodzakelijk. De opdrachtgever heeft er voor gekozen deze op dit moment niet uit te werken en neer te leggen bij de aannemer, voorafgaand aan de werkzaamheden.

Opgemerkt wordt dat bij lozing in diepere lagen het risico bestaat dat zuurstofrijk water zich mengt met zuurstofarm, ijzerhoudend water. Een risico is dat er dan ijzeroxidatie optreedt en de retourfilters dichtslaan. De grootte van het risico op verstopping is afhankelijk van de concentratie ijzer(II) in de diepere lagen. Deze concentratie is op dit moment niet bekend. Bij het optreden van verstopping van de retourfilters zal snel gereageerd moeten worden om de capaciteit te behouden.

Het deel dat niet geretourneerd kan worden, kan overgestort worden op oppervlaktewater. Het onttrokken grondwater dat overstort van de retourbemaling, kan op watergang ES37 (paragraaf 2.5) stroomafwaarts van de werkzaamheden 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.

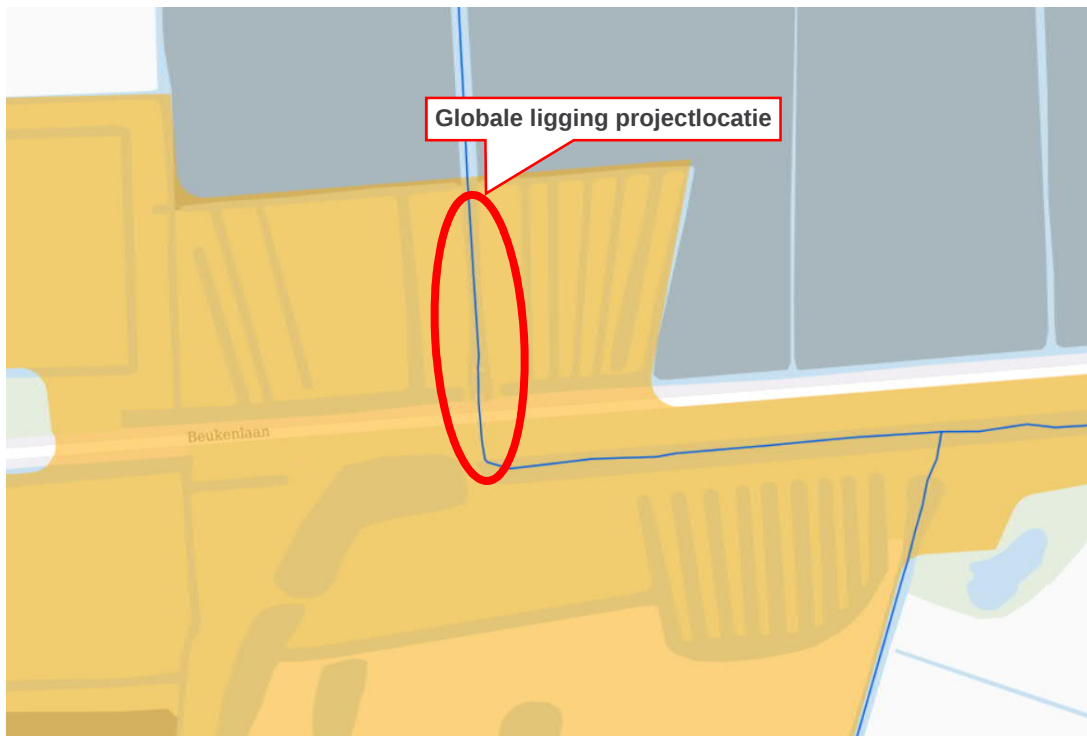
## 4 Vergunningsaspecten

Sinds 22 december 2009 is de Waterwet van kracht. Sinds het in werking treden van deze wet is het waterschap het bevoegd gezag voor de bronneringen, zowel voor de onttrekking als lozing binnen haar beheersgebied.

### 4.1 Beleid onttrekking

Voor deze bemalingswerkzaamheden is Waterschap De Dommel het bevoegd gezag. In het beleid van Waterschap De Dommel is opgenomen dat grondwateronttrekkingen niet-vergunningsplichtig zijn, indien:

- de onttrekking binnen een 'Beschermd gebied waterhuishouding' plaatsvindt (oranje gebied in figuur 4.1);
- niet groter is dan 50.000 m<sup>3</sup> per maand;
- niet langer duurt dan 6 maanden.



Figuur 4.1 Ligging beschermde gebieden waterhuishouding conform keur [6]

De locatie is gelegen in een 'Beschermd gebied waterhuishouding'. Hierdoor zijn de bemalingswerkzaamheden **vergunningsplichtig**.

In de keur van Waterschap De Dommel wordt het volgende aangegeven over de uitvoering van bemalingswerkzaamheden binnen een beschermd gebied: *"Bij niet te vermijden vergunningsplichtige bronbemalingen in beschermde gebieden en attentiegebieden dient gestreefd te worden het onttrokken water altijd volledig terug te brengen in de bodem"*.

Gelet op de ondiepe bodemopbouw die bestaat uit dunne laagjes met klei, siltig zand, sterk zandige klei en slechts enkele dunne laagjes met grof zand, is het retourneren van water in dezelfde bodemlaag technisch gezien niet uitvoerbaar. Om die reden wordt geretourneerd in een diepere bodemlaag met dezelfde geologische formatie.

Daarnaast is in de keur aangegeven dat bij vergunningsplichtige bemalingen, het houden van een vooroverleg met de vergunningsverlener conform de BRL 12010 verplicht is. Aangezien de onttrekking vergunningsplichtig is, dient een vooroverleg gehouden te worden met het waterschap. De aannemer kan dan de bemalings- en lozingswijze verder bespreken met het waterschap.

## 4.2 Beleid lozing

In tabel 4.1 is het beleid ten aanzien van de lozing samengevat. Afhankelijk van het waterschap of gemeente en lozingspunt, kunnen aanvullende eisen worden gesteld in de vergunning. De opdrachtgever is voornemens om retourbemaling toe te passen.

**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                                                  |
| Schoonwater riool | < 5 mg/l ijzer<br>< 50 mg/l onopgeloste bestanddelen               | Geen                                        | 5 dagen vooraf | 4 weken vooraf                                                  |
| Vuilwaterriool    | < 5 m <sup>3</sup> /uur<br>< 300 mg/l onopgeloste bestanddelen     | Geen                                        | 5 dagen vooraf | Niet toegestaan tenzij<br>maatwerkvoorschrift of<br>verordening |

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

Het bevoegd gezag voor de retourbemaling is gemeente Vught. Voor de retourbemaling is zorgplicht van toepassing.

## 4.3 M.e.r.-beoordeling

Op grond van de Wet milieubeheer en de bijlage bij het Besluit m.e.r. (onderdeel D, categorie 3.2) geldt een m.e.r.-beoordelingsplicht. M.e.r.-beoordelingsplichtige activiteiten zijn activiteiten waarvoor de beslissing of wel of niet de m.e.r.-procedure moet worden doorlopen, niet bij wet vastligt, maar door het bevoegd gezag (in dit geval Waterschap De Dommel) moet worden genomen. Het bevoegd gezag moet bepalen of er sprake is van 'belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu', die het doorlopen van de m.e.r.-procedure wenselijk of noodzakelijk maken. Uitgangspunt ('geest van de wet') hierbij is dat er in beginsel geen m.e.r.-procedure doorlopen hoeft worden, tenzij sprake is van belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu.

Omdat er minder dan 1,5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar onttrokken wordt en een vergunning aangevraagd moet worden, is het noodzakelijk een **vormvrije m.e.r.-beoordeling** op te stellen. Hierbij moet getoetst worden aan de richtlijnen in bijlage III van de Europese Richtlijn milieueffect-beoordeling met de volgende drie criteria:

- kenmerken van de activiteit;
- plaats van de activiteit en
- kenmerken van het potentiële effect.

Voorafgaand aan de vergunningsaanvraag, is een **m.e.r.-beoordelingsplicht** noodzakelijk. Aanbevolen wordt om met het bevoegd gezag af te stemmen of dit rapport opgenomen kan worden als vormvrij m.e.r. Indien dit niet het geval is, zal alsnog een vormvrij m.e.r. opgesteld dienen te worden.

Binnen zes weken nadat de initiatiefnemer de notitie heeft verstrekt, moet het bevoegd gezag beslissen of een volledige milieueffectrapportage moet worden opgesteld. Deze beslissing moet door de initiatiefnemer vervolgens meegestuurd worden met de vergunningsaanvraag voor de grondwateronttrekking. In dit geval is het waterschap initiatiefnemer en nemen zij het op in hun projectplan.

#### **4.4 Heffing onttrekking**

Voor de lozing van bemalingswater worden door de betreffende bevoegde gezagen heffingen gerekend die de lozer van het bemalingswater moet betalen. Voor de bemaling moet rekening worden gehouden met de volgende heffingen:

- Grondwateronttrekking/-infiltratie [15]
  - grondwaterheffing à € 0,019 per vervuilingseenheid (provincie Noord-Brabant);
- Lozing oppervlaktewater [6] (bij overstorten van de retourbemaling)
  - verontreinigingsheffing à € 56,77 per vervuilingseenheid (Waterschap De Dommel).

## 5 Effecten

### 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 bemalingswerkzaamheden voor de realisatie van het gemaal Beukenhorst beschreven.

### 5.2 Zettingen

Door de verandering in korrelspanning ten gevolge van de grondwaterstandsverlaging 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 GLG-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.

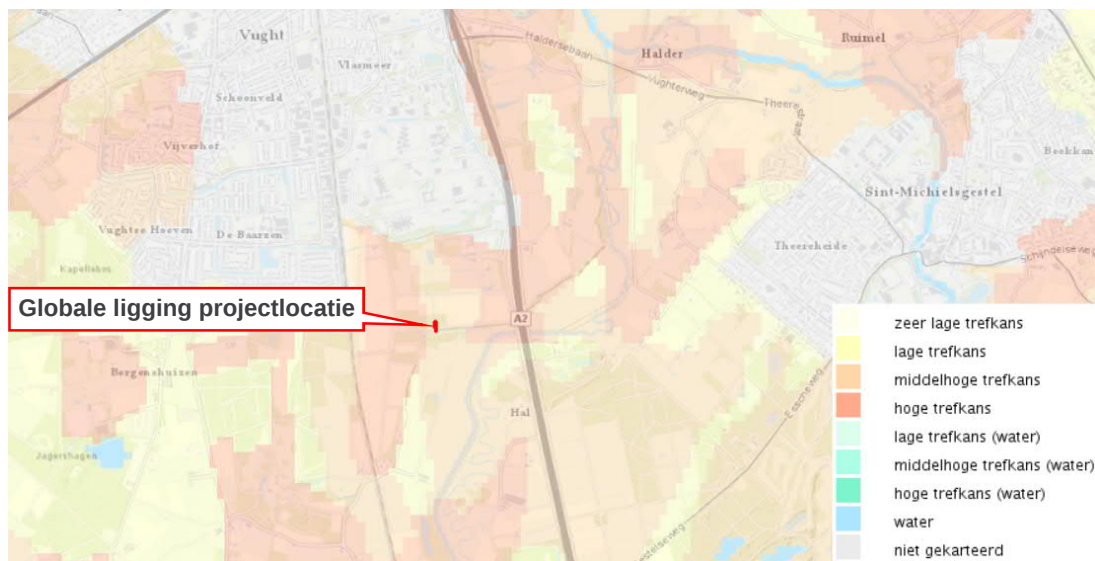
De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

De dichtstbijzijnde bebouwing bevindt zich op circa 60 m afstand ten westen van de bemalingswerkzaamheden. De berekende verlaging is hier circa 0,5 m ten opzichte van de GHG. Dit betekent dat de grondwaterstand niet beneden de GLG verlaagd wordt. Omdat de zettingsgevoelige lagen in het verleden al ontwaterd zijn geweest, zijn deze lagen al voorgezet. Zettingsschade wordt daarom niet verwacht.

### 5.3 Archeologie

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag en/of watervoerend pakket kunnen archeologische objecten negatief beïnvloeden. Binnen het invloedsgebied van de bemalingen bevinden zich geen objecten met een archeologische waarde [8].

De trefkans wordt op basis van de indicatieve kaart Archeologische waarden als middelhoog beschouwd (zie figuur 5.1). Er zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk ten aanzien van archeologie.



Figuur 5.1 Archeologische verwachtingskaart [8]

#### 5.4 Landbouwgebieden

Afhankelijk van de periode van bemalingswerkzaamheden en het onttrekkingsdebiet, kunnen negatieve effecten aan landbouw optreden. De belangrijkste mogelijke effecten zijn:

- droogteschade door een lagere grondwaterstand in de deklaag;
- verzilting door het aantrekken van zout- of brak grondwater.

De vochtbehoefte van de gewassen is het grootste aan het begin van het groeiseizoen. Aan het eind (rijping) wordt de behoefte geringer. In de winter is het waterverbruik nihil.

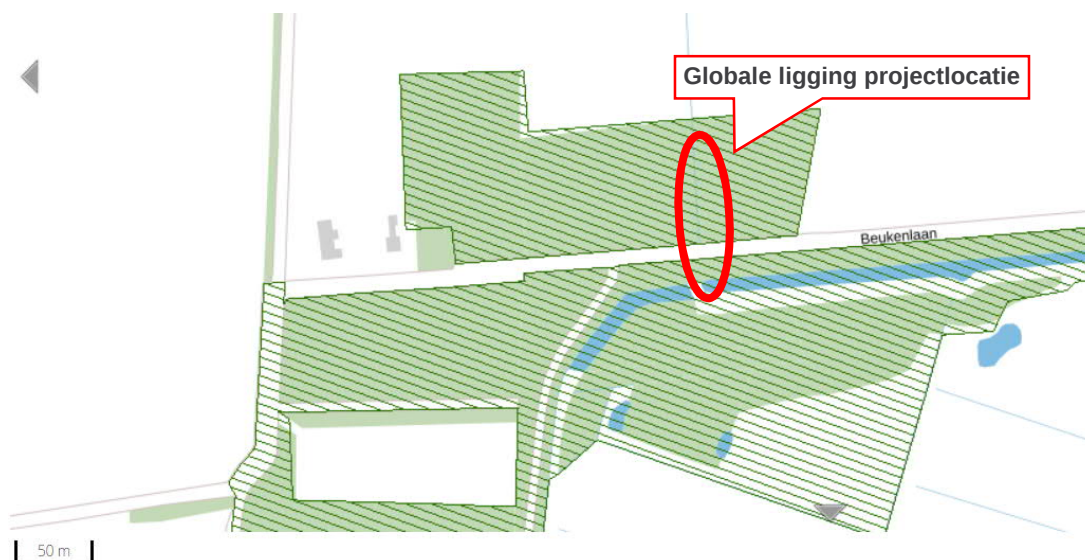
Op dit moment is de periode van uitvoering niet bekend. Wanneer de uitvoeringsdata van de bemalingswerkzaamheden bekend zijn, kan nauwkeuriger geschat worden wat de negatieve effecten zijn. Met behulp van de Helptabellen 200x (Alterra/STOWA, 2005) kan de verdrogings schade per gewas- en bodemtype berekend worden.

In droge periodes kan berekening noodzakelijk zijn om eventuele schade te minimaliseren. De verwachting is echter dat de droogteschade op jaarbasis verwaarloosbaar is. Er wordt geen invloed verwacht van verzilting door het aantrekken van zout- of brak grondwater, zoals beschreven is in paragraaf 5.9.

#### 5.5 Natuur

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag kunnen leiden tot negatieve beïnvloeding van natuur. In het invloedsgebied zijn geen gebieden aanwezig die behoren tot een Natura 2000-gebied [9].

De projectlocatie is wel gelegen in een gebied dat aangemerkt is door Natuur Netwerk Brabant (zie figuur 5.2). In het Natuurbeheerplan van provincie Noord-Brabant is aangegeven dat sprake is van een 'vochtig bos met productie' [5].



Figuur 5.2 Overzicht gebieden Natuur Netwerk Brabant [5]

Aangezien de bemalingswerkzaamheden gelegen zijn in een gebied dat aangemerkt wordt door Natuur Netwerk Brabant, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk tijdens de uitvoering van de werkzaamheden.

Voorbeelden van mitigerende maatregelen zijn:

- periodieke bewatering van de planten;
- uitvoering in de winterperiode (verdroging minder effect als gevolg van sapstroom van kruin naar de wortels).

Op basis van de sonderingen is geconcludeerd dat de grondopbouw lokaal afwijkt van de regionale grondopbouw. Lokaal zijn er een groot aantal waterremmende grondlagen aanwezig in de bovengrond.

Het onttrokken grondwater wordt door middel van retourbemaling in de bodem terug gebracht. Door de aanwezigheid van deze slecht doorlatende bodemlagen en de grotere diepte waarop het water wordt geretourneerd, kan er ondiep nog verdroging optreden bij het nabij gelegen beschermde gebied. Monitoring van de freatische grondwaterstand is daarom noodzakelijk (zie ook hoofdstuk 6).

## 5.6 Verontreinigingen

Ernstige gevallen van 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 (zie paragraaf 2.7).

Aanvullende maatregelen ten aanzien van verontreinigingen zijn daarom niet noodzakelijk.

## 5.7 Grondwateronttrekkingen

Binnen het invloedsgebied van de bemalingswerkzaamheden zijn geen WKO-systemen of landbouwonttrekkingen aanwezig [10].

### **5.8 Grondwaterbeschermingsgebieden**

Binnen het invloedsgebied van de bemalingen komen geen grondwaterbeschermingsgebieden of drinkwaterwingebieden voor [5].

### **5.9 Zoet-brak grensvlak**

De beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater is van belang voor landbouw, industrie, drinkwater en natuur. Verzilting van het grond- en oppervlaktewater vindt plaats in het kustgebied van Nederland door indringing van zeewater via de grote rivieren en zoute kwel (het omhoog stromen van zout grondwater naar het oppervlak). Het ligt in de verwachting dat door de voorspelde klimaatsverandering en toekomstige stijging van de zeespiegel, de zoute kwel en de zoutindringing vanuit de zee zullen toenemen en de beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater zal afnemen. De kaart met het grensvlak van 1.000 mg/l chloride (grensvlak zoet-brak) geeft op landelijke schaal aan tot op welke diepte zoet grondwater wordt aangetroffen. De kaart is gebaseerd op een groot aantal metingen, maar de ruimtelijke variatie is zo groot dat de kaart niet geschikt is voor gebruik op lokale schaal [16].

Uit deze tekening kan opgemaakt worden dat het zoet-brak grensvlak dieper ligt dan 100 m -mv. Aanvullende maatregelen ten aanzien van de beïnvloeding van het zoet-brak grensvlak is daarom niet noodzakelijk.

## 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, materieelopstellingen 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 m;
- de stijghoogte in de deklaag mag niet meer verlaagd worden dan noodzakelijk om opbarsten van de sleufbodem te voorkomen.

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

### 6.2 Monitoringsplan

#### 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. Hiervoor wordt om de 20 m een peilbuis geplaatst langs de sleuf.

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 3, 7 en 14 en vervolgens maandelijks bemonsterd te worden. De analyseresultaten dienen te worden getoetst aan de gestelde vergunningseisen (tabel 3.1b van het Activiteitenbesluit). Het te lozen grondwater dient te voldoen aan onderstaande lozingseisen.

**Tabel 6.1**      *Overzicht lozingseisen*

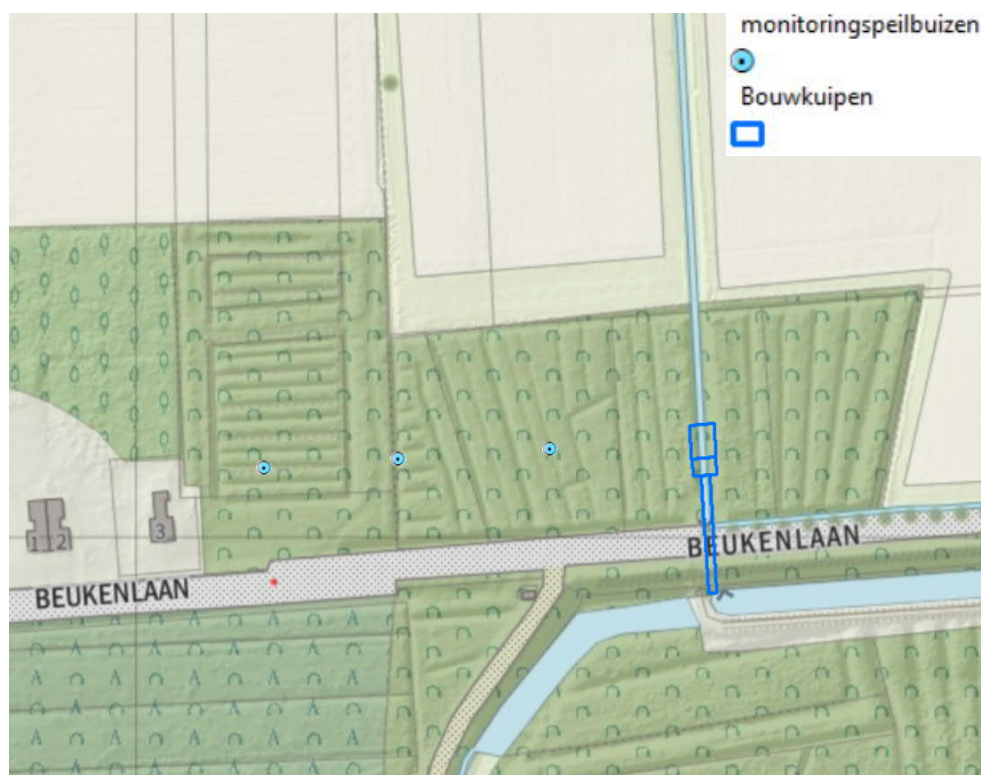
| Parameter              | Bepaling volgens | Eenheid | Lozingseis              |
|------------------------|------------------|---------|-------------------------|
| pH                     | NEN 6632         | -       | > 6,5 en < 9,0          |
| Zuurstof               | NEN 6632         | mg/l    | > 5                     |
| IJzer                  | NEN 6460         | mg/l    | visuele verontreiniging |
| Opgeloste bestanddelen | NEN 6621         | mg/l    | < 50                    |

Het lozingswater hoeft hierop niet bemonsterd te worden, tenzij:

- er visuele verontreiniging van het ontvangend water optreedt;
- het water uitstroomt door middel van een omhoog gerichte kniebocht (beluchting).

#### Natuur

Voorgesteld wordt om de grondwaterstand nabij de bemalingswerkzaamheden te laten monitoren, zodat inzicht verkregen wordt in de daadwerkelijk verlaging. Hierbij wordt aanbevolen om drie peilbuizen in een raai, loodrecht op de bemalingswerkzaamheden te monitoren. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in figuur 6.1. Bij een verlaging tot onder de GLG wordt aanbevolen om een overleg te houden met het bevoegd gezag om het nut en de noodzaak te bespreken voor het nemen van mitigerende maatregelen.



**Figuur 6.1**      *Locaties monitoringspeilbuizen*

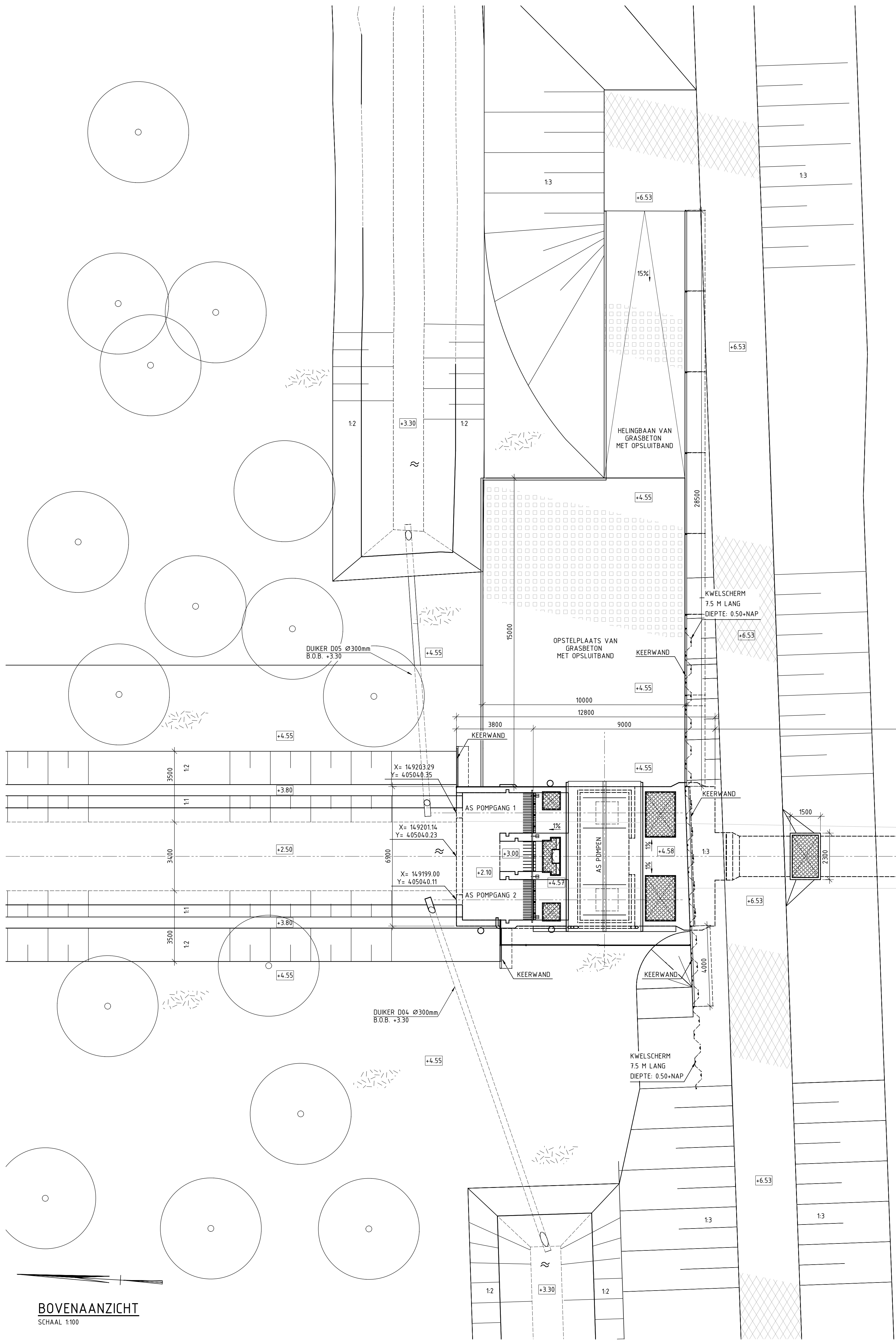
### 6.3 Samenvatting

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

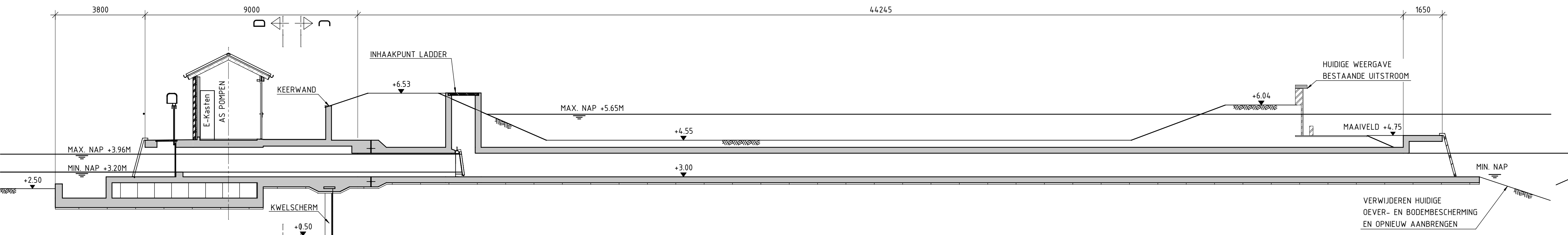
**Tabel 6.2 Samenvatting monitoringswerkzaamheden**

| Onderdeel   | Werkzaamheden                                                                                                                                                                                | Actiewaarde                                                                                                                                                             | Actie                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Onttrekking | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand</li> <li>Dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>Grondwaterstand minder dan 0,3 m – sleufbodem.</li> <li>Grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden sleufbodem.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> <li>Onttrekkingsdebiet deklaag verhogen.</li> <li>Onttrekkingsdebiet deklaag verlagen.</li> </ul>          |
| Lozing      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bemonstering lozingswater (dag 1, 3, 7 en 14).</li> </ul>                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Visuele verontreiniging</li> <li>Concentraties boven lozingsnorm</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Informeren en overleg bevoegd i.v.m. passende maatregelen (zuivering)</li> </ul>                                  |
| Natuur      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dagelijks meten grondwaterstand in monitoringspeilbuizen</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Grondwaterstand in deklaag beneden GLG</li> </ul>                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Onttrekkingsdebiet verlagen of overleg met bevoegd gezag over nut en noodzaak mitigerende maatregelen.</li> </ul> |

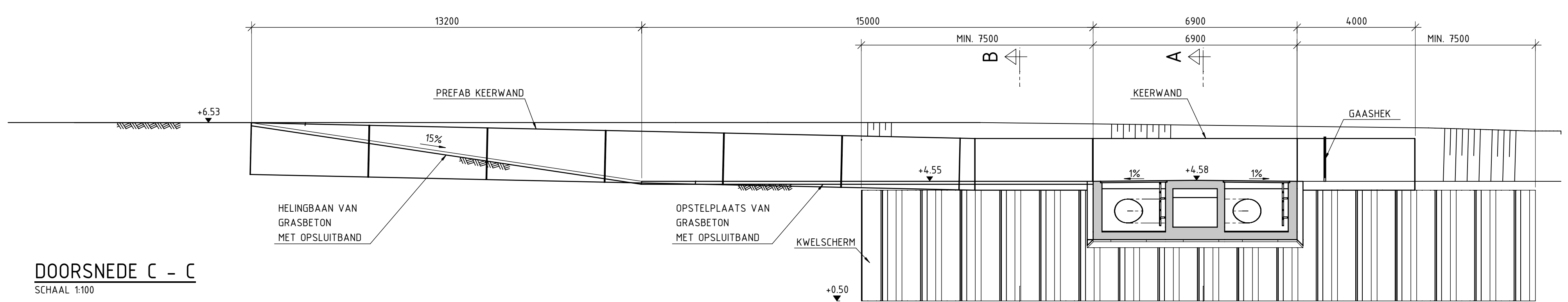
Bijlage 1    Ontwerptekening gemaal



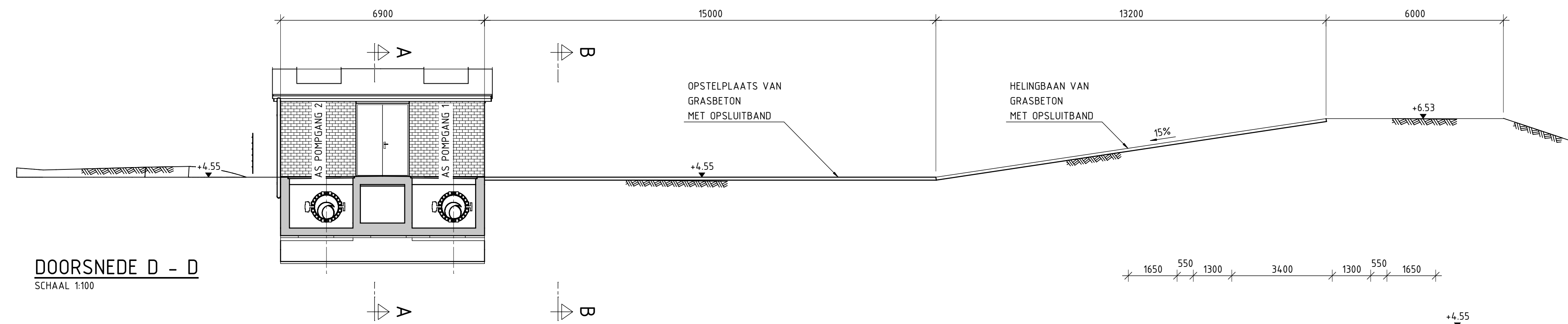
BOVENAANZICHT  
SCHAAL 1:100



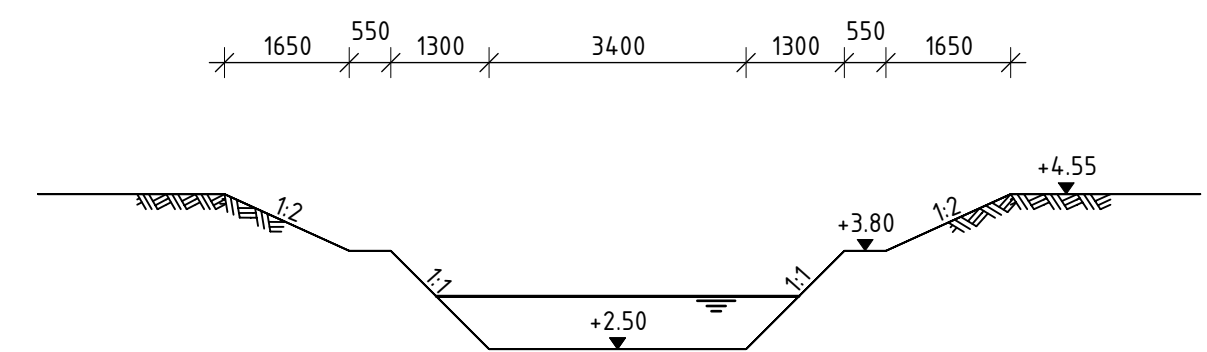
DOORSNEDE A - A  
SCHAAL 1:100



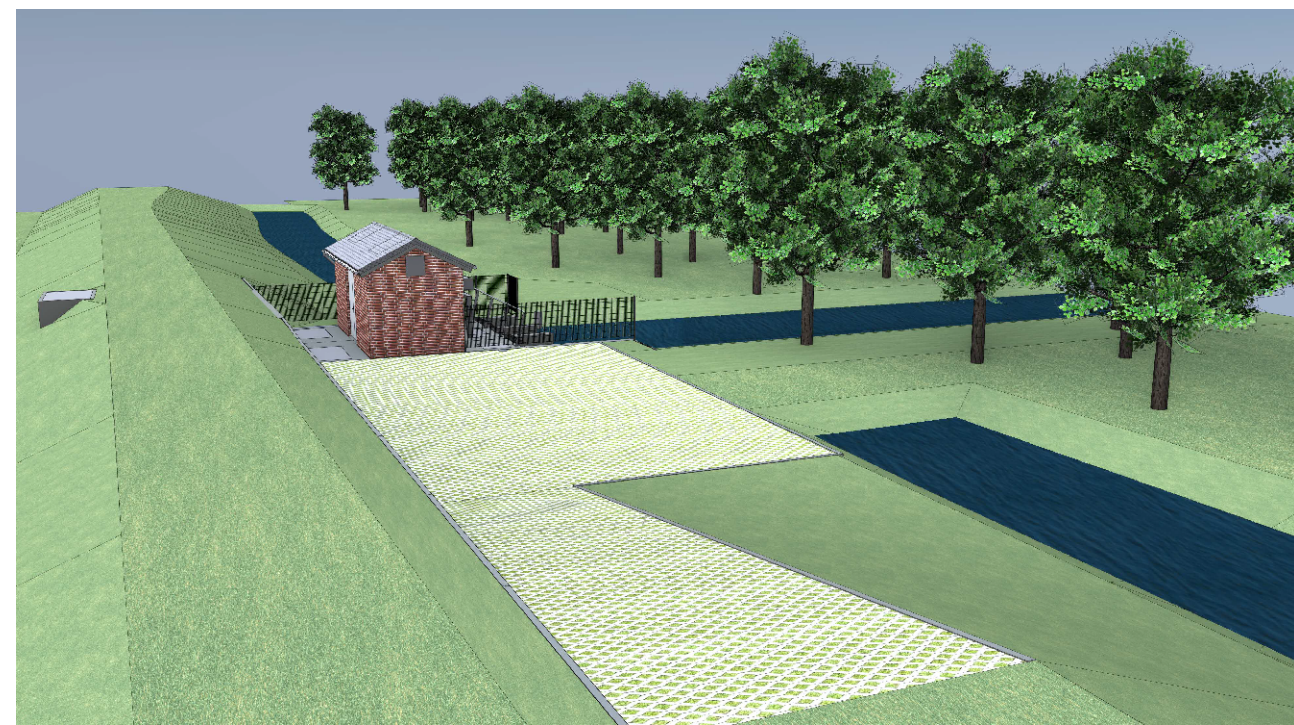
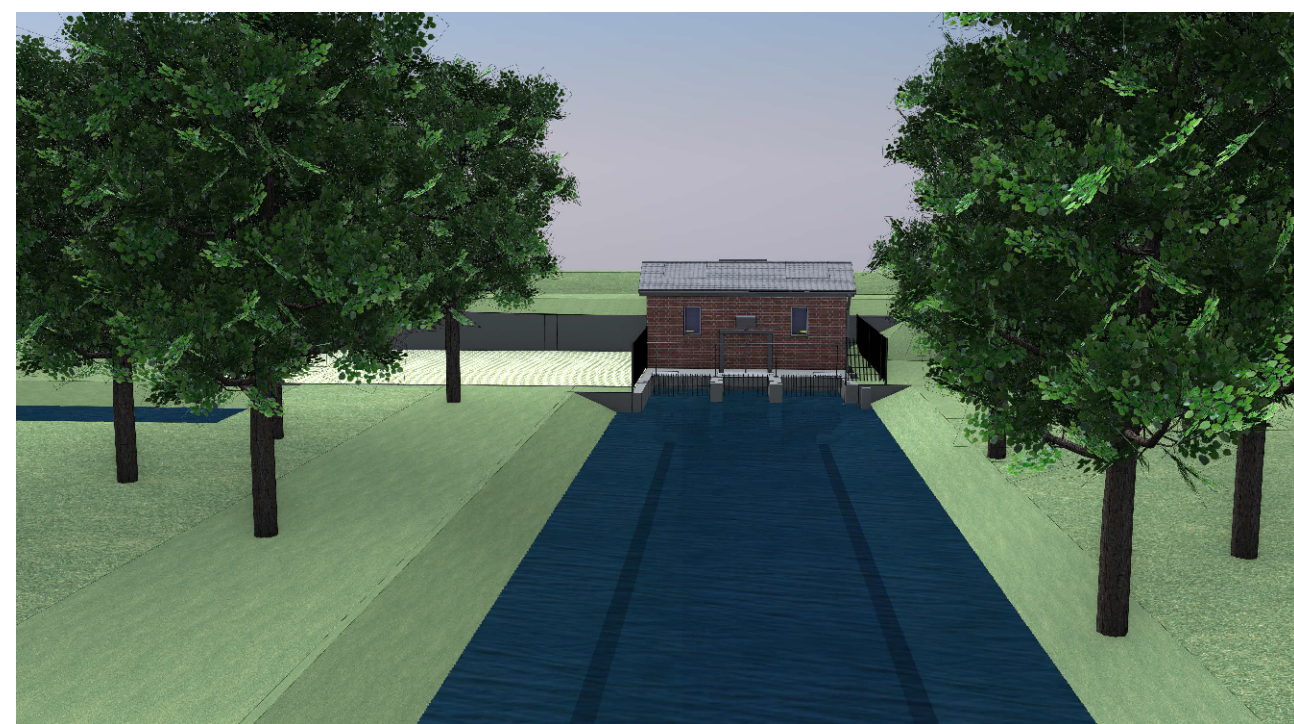
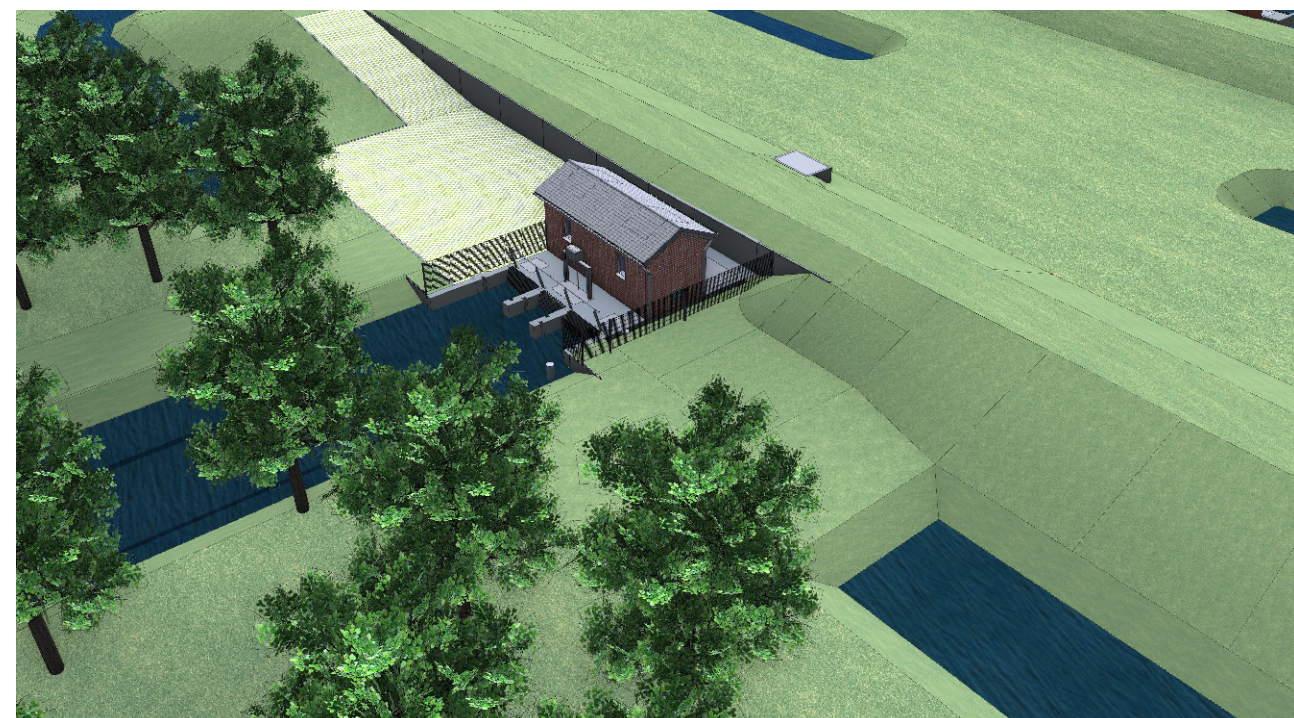
DOORSNEDE C - C  
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE D - D  
SCHAAL 1:100



DOORSNEDE E - E  
SCHAAL 1:100



## VISUALISATIES

## LEGENDA

- GRAS
- ASFALTVERHARDING
- GRASBETONTEGELS

## DEFINITIEF

|                                                  |                |                |                           |                                 |           |                |      |
|--------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------------------|-----------|----------------|------|
| Maten in millimeters, tenzij anders aangegeven   |                |                |                           | Hoogten in meters t.o.v. n.a.p. |           |                |      |
| 1:0                                              | Eerste uitgave | 5-12-2019      | RCA                       | IOO                             | WVH       |                |      |
| Revisie                                          | Omschrijving   | Datum revisie  | Get.                      | Get.                            | Get.      | Get.           | Get. |
| Project                                          |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| Waterschap de Dommel                             |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| Gemaal Beukenhorst                               |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| Definitief Ontwerp                               |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| Overzichtstekening                               |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| Projectnummer                                    | 366421         | Tekeningnummer | 366421-DO-TEK-400-DEF-1.0 | Visie                           | 5-12-2019 | Contractnummer |      |
| Blad                                             | Van            | Schaal         | Formaat                   | Kontuur                         | Get.      | Get.           | Get. |
| 1                                                | 1              | 1:100          | A0                        | De Blit                         | RDB       | IOO            | WVH  |
| www.sweco.nl                                     |                |                |                           |                                 |           |                |      |
| © Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden |                |                |                           |                                 |           |                |      |



## Bijlage 2 Locaties sonderingen



S1-AANV

S2-AANV

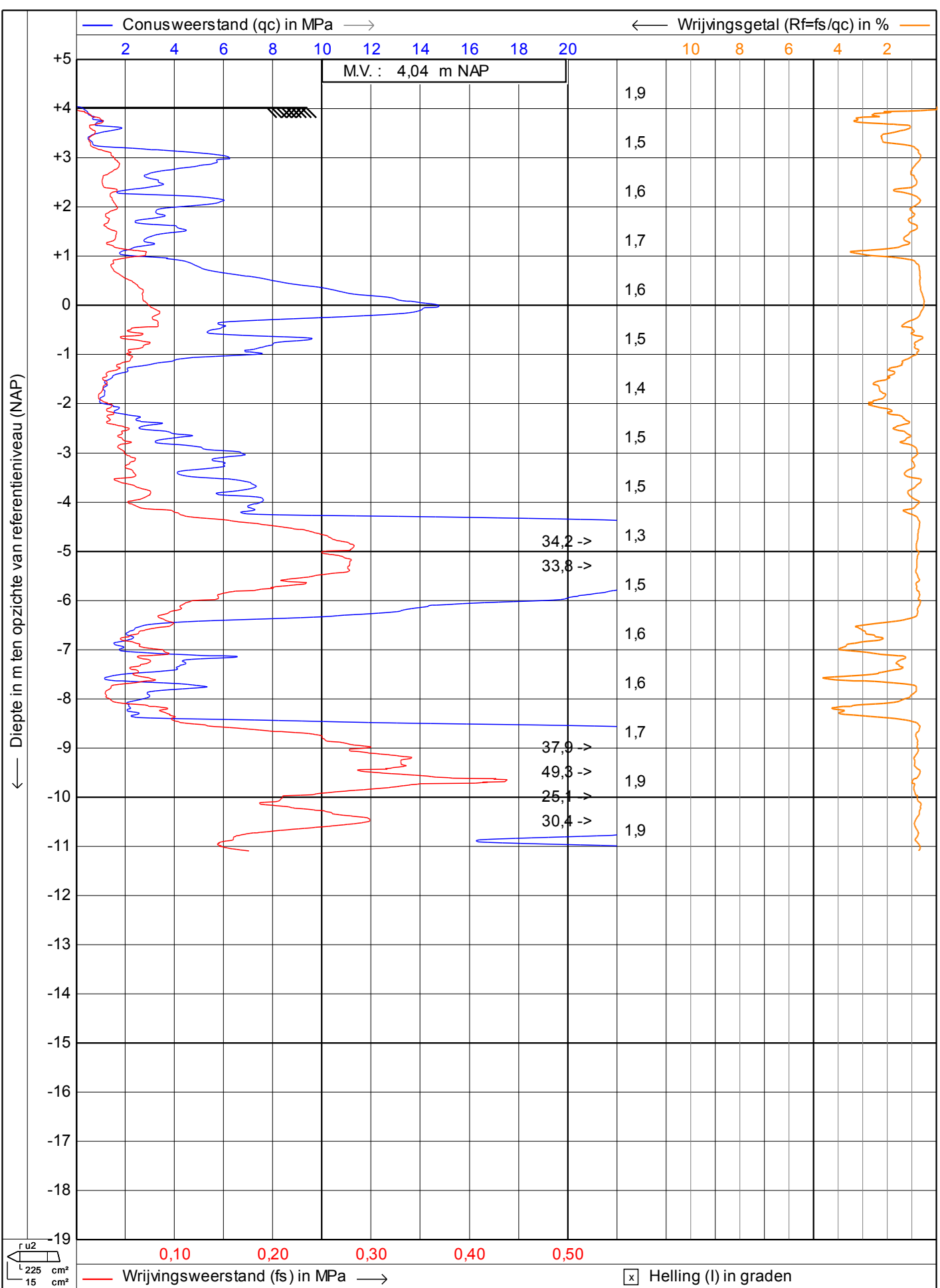
Waterpeil  
S3-AANV

S4-AANV

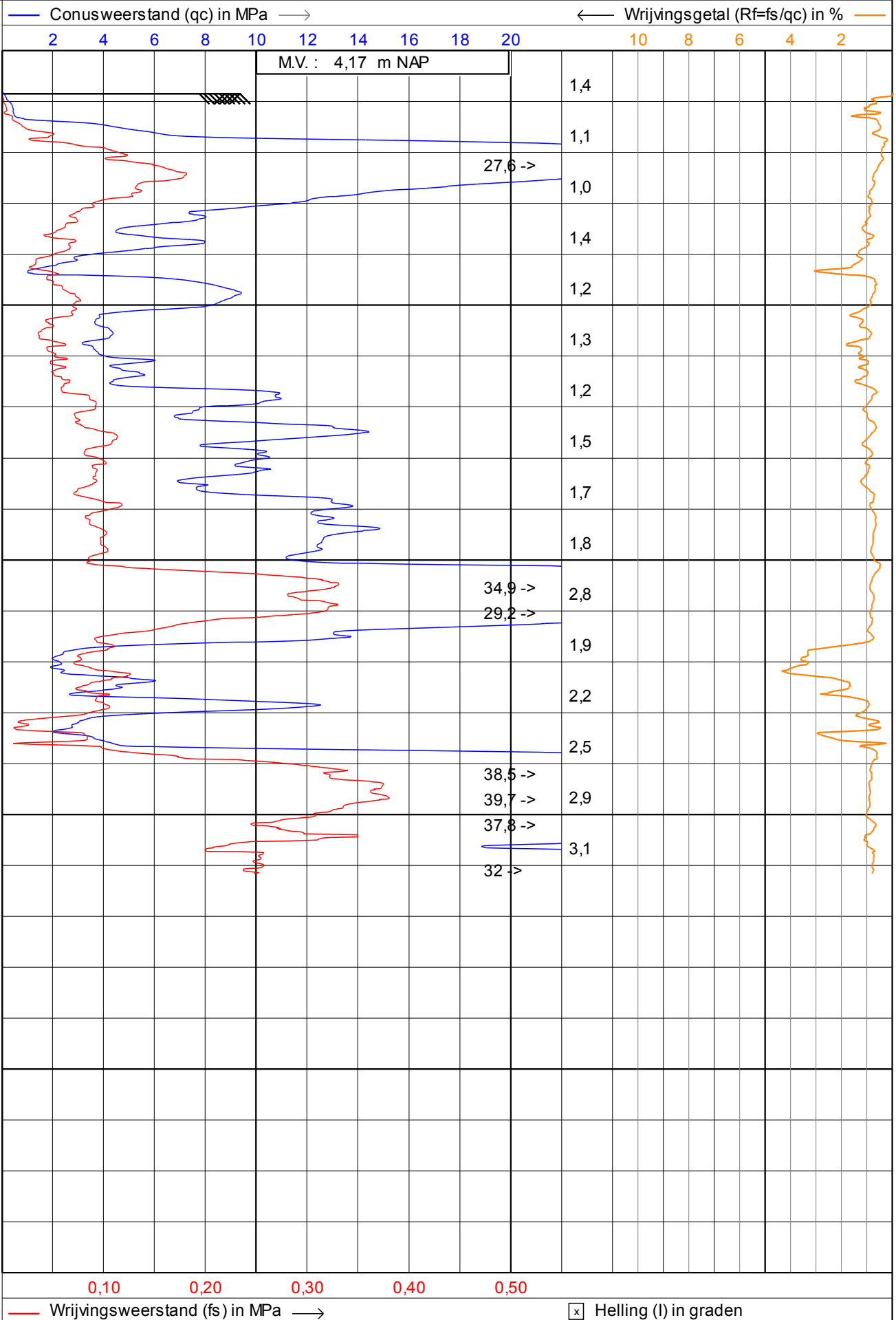
S5-AANV

Beukenlaan

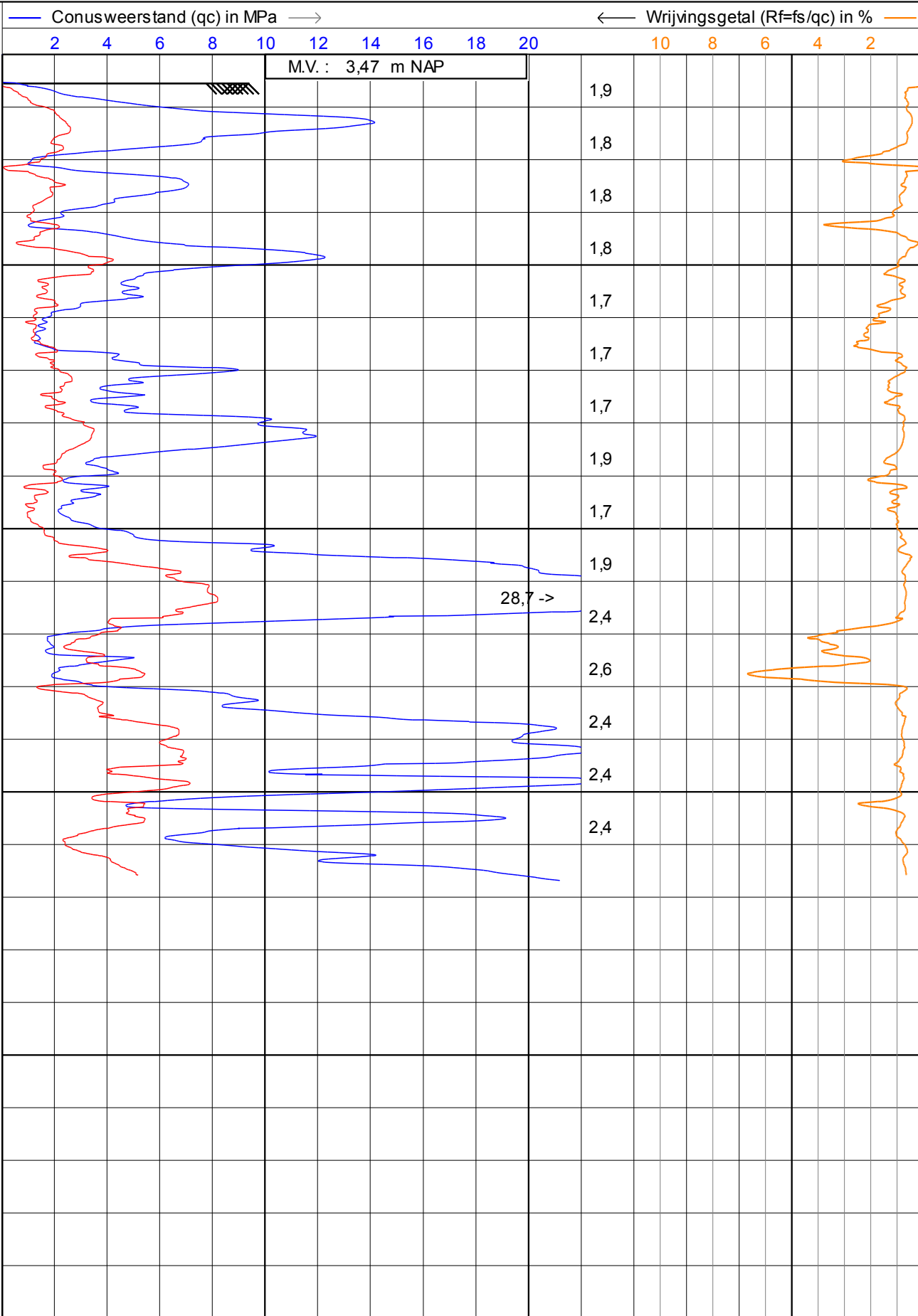
## Bijlage 3    Sondeergrafieken



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : **Sonderingen Gemaal Beukenhorst**

Locatie : **Vught**

Positie : **149193,8, 405025,74 RD**

Datum : **19-8-2019**

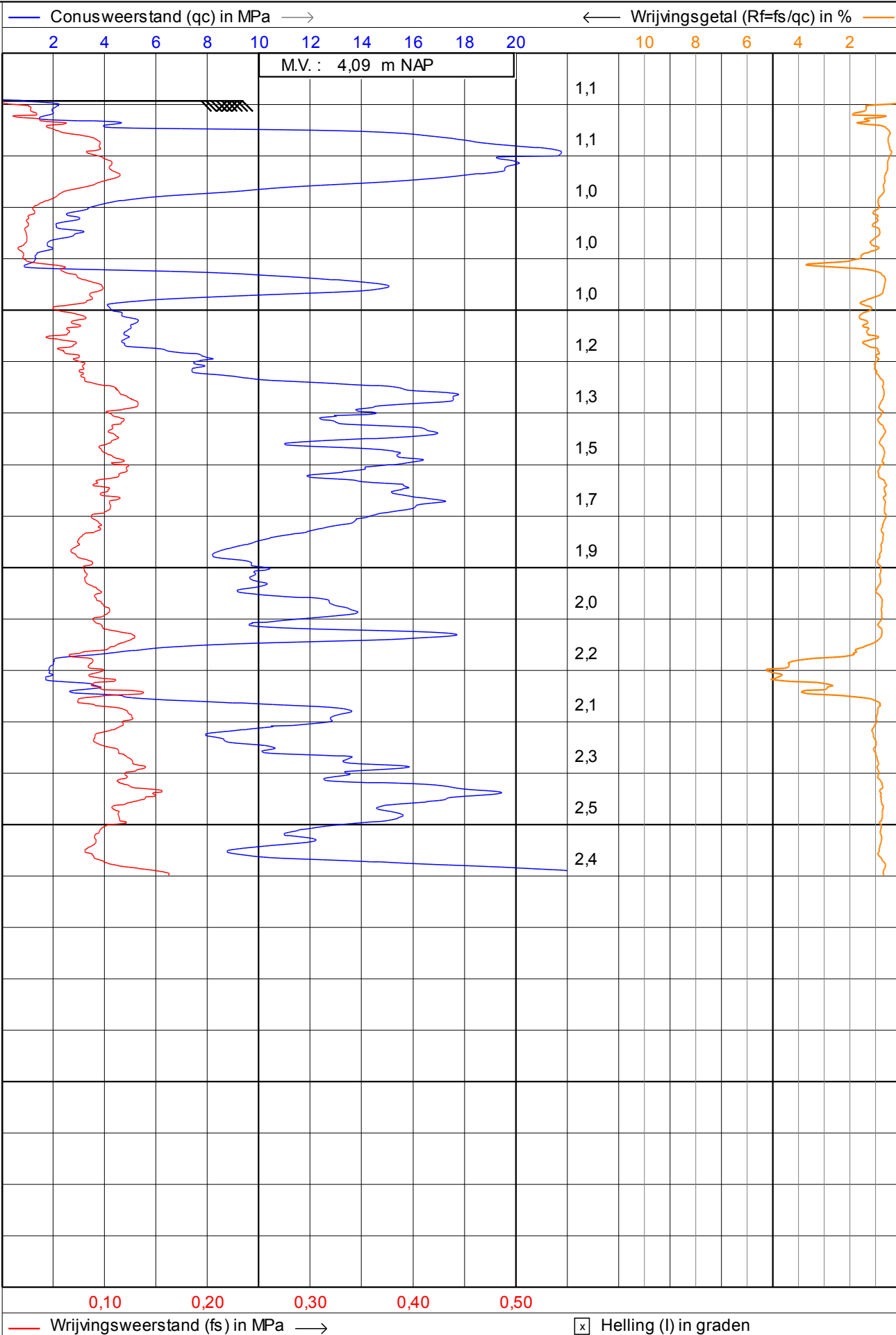
Conusnr. : **C15CFIP.S18287**

Projectnr. : **366421**

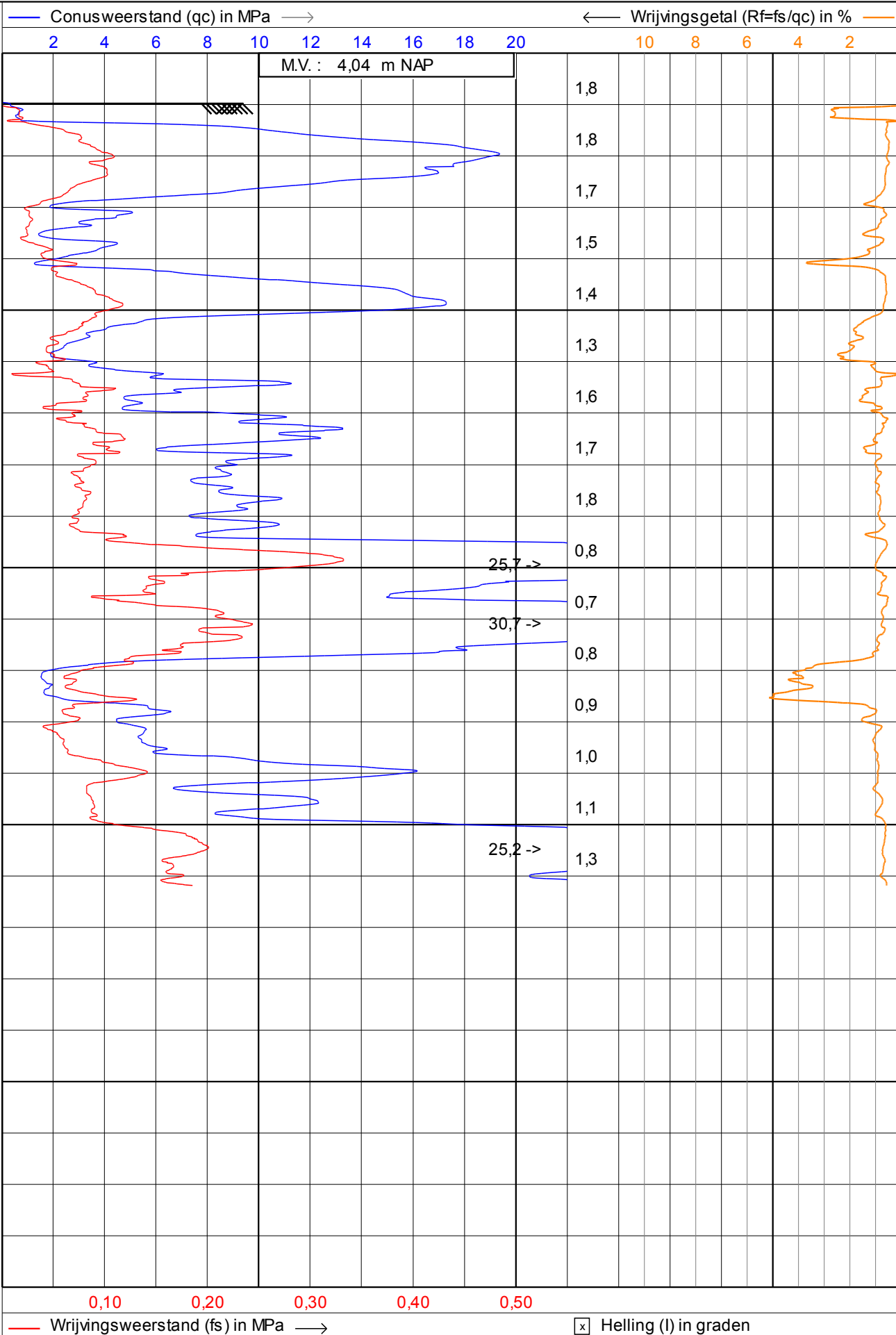
Sondeernr.: **S3-AANV**

1/1

← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



← Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (NAP)



ISO 22476-1 Application Class 3

Project : **Sonderingen Gemaal Beukenhorst**

Locatie : **Vught**

Positie : **149198,16, 405011,82 RD**

Datum : **19-8-2019**

Conusnr. : **C15CFIIP.S18287**

Projectnr. : **366421**

Sondeernr.: **S5-AANV**

1/1

## Bijlage 4 Berekeningsmethoden

### Berekeningsmethode debieten en verlagingen

De debieten voor in het watervoerend pakket zijn berekend met:

$$Q = a * 2\pi * kD * dH \left( \frac{R}{\lambda} \right) * \frac{K_0 \left( \frac{R}{\lambda} \right)}{K_1 \left( \frac{R}{\lambda} \right)}$$

Waarin:

|           |                                                                |                       |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| $Q$       | onttrekkingsdebiet                                             | [m <sup>3</sup> /dag] |
| $a$       | correctiefactor onvolkomenheid filter                          | [-]                   |
| $kD$      | horizontaal doorlaatvermogen watervoerend pakket               | [m <sup>2</sup> /dag] |
| $dH$      | benodigde stijghoogteverlaging (afhankelijk van opbarstgevaar) | [m]                   |
| $\lambda$ | spreidingslengte                                               | [m]                   |
| $K_0/K_1$ | Besselfunctie                                                  | [-]                   |
| $R$       | equivalente straal                                             | [m]                   |

De debieten uit de deklaag zijn berekend met:

$$Q = 2\pi * kD_{deklaag} * (h - s) * \frac{R}{\lambda_{deklaag}} * \frac{K_0 \left( \frac{R}{\lambda_{deklaag}} \right)}{K_1 \left( \frac{R}{\lambda_{deklaag}} \right)}$$

Waarin:

|                     |                                    |                       |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------|
| $Q$                 | onttrekkingsdebiet                 | [m <sup>3</sup> /dag] |
| $H$                 | stijghoogte in watervoerend pakket | [m NAP]               |
| $s$                 | ontgravingsdiepte                  | [m NAP]               |
| $\lambda_{deklaag}$ | spreidingslengte deklaag           | [m]                   |
| $K_0/K_1$           | Besselfuncties                     | [-]                   |
| $R$                 | equivalente straal                 | [-]                   |

Daar waar geen scheidende laag aanwezig is, vormt het eerste watervoerend pakket één dik watervoerend pakket. Op deze plaatsen is het benodigd debiet gecorrigeerd voor onvolkomenheid van onttrekkingsfilters. De reductie als gevolg van onvolkomenheid van de filters is berekend aan de hand van de formules van Forcheimer (Stichting bouwresearch, 2003):

$$\alpha = \sqrt{\frac{T}{H}} * \sqrt{\frac{(2H-T)}{H}}$$

Waarin:

|          |                                               |         |
|----------|-----------------------------------------------|---------|
| $\alpha$ | correctiefactor onvolkomenheid filter         | [-]     |
| $H$      | stijghoogte in watervoerend pakket            | [m NAP] |
| $T$      | hoogte grondwaterspiegel tot onderkant filter | [m]     |

### Berekening opbarstgevaar

Het opbarstgevaar is berekend met behulp van onderstaande vergelijkingen volgens Gray (NEN 9997-1:2016/C2:2017nl);

$$u_{z;d} \leq \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

met

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left( \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left( \frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right)$$

$u_{z;d}$  is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemaalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte  $z$  beneden de bouwputbodem, in  $\text{kN/m}^2$ ;

$d$  is de laagdikte, in m;

$\gamma_{1;d}$  is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag  $d_1$ , in  $\text{kN/m}^3$ ;

$\gamma_{2;d}$  is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag  $d_2$ , in  $\text{kN/m}^3$ ;

$f$  factor, waarbij de functie  $\arctan$  moet zijn uitgedrukt in radialen, zie figuur 10.c;

$a$  is de breedte van de helling;

$b$  is de halve breedte van de bodem;

Op basis van de ingevoerde waarden dient de veiligheidsfactor als uitkomst minimaal 1,0 te bedragen om zeker van te zijn dat er geen sprake zal zijn van opbarstgevaar.

Bijlage 5 Resultaten bemalingsberekeningen

Bijlage

Uitgangspunten berekening waterbezwaar strekkingen

|                   | riolering |          |                   |         | dikte deklaag (klei op veen) |            |               | volume gewichten     |                           |                           | deklaag   |           |               | watervoerend pakket |          |          |
|-------------------|-----------|----------|-------------------|---------|------------------------------|------------|---------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------------|----------|----------|
|                   | lengte    | MV       | ontgravingsdiepte |         | dikte klei                   | dikte veen | dikte deklaag | totaal volumegewicht | volumegewicht boven sleuf | volumegewicht onder sleuf | weerstand | dikte WVP | diepte filter | KD                  | GHG      | GLG      |
| Streng            | (m)       | (m +NAP) | (m +NAP)          | (m -mv) | (m)                          | (m)        | (m)           | (kg/dm²)             | (kg/dm³)                  | (kg/dm³)                  | dag/m     | (m)       | (m)           | (m²/dag)            | (m +NAP) | (m +NAP) |
| bouwkuipen 1 en 2 | 20.0      | 4.35     | 1.60              | 2.75    | 0.0                          | 0.0        | 0.0           | 0.1                  | 0.1                       | 0.0                       | 25        | 21.1      | 7.0           | 84                  | 4.00     | 3.50     |
| Bouwkuip 3        | 5         | 4.35     | 1.90              | 2.45    | 0.0                          | 0.0        | 0.0           | 0.1                  | 0.1                       | 0.0                       | 25        | 21.1      | 7.0           | 84                  | 4.00     | 3.50     |

|                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |                                                                               |                       |                       |                                       |                             |                         |                                     |      |                        |        |
|-------------------------------------------------------|--|------------|----------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|---------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|--------|
| Programma: Bouwput 2000<br>Opbarsten sleuf-onvolkomen |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  | Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GHG |                       |                       |                                       |                             |                         |                                     |      |                        | 10     |
|                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |                                                                               |                       |                       |                                       |                             |                         |                                     |      |                        | <10    |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  | nvt                                                                           |                       |                       |                                       |                             |                         |                                     |      |                        |        |
| riolering                                             |  | Lengte (m) | Maaiveld | Onder-zijde deklaag | Drainage-weerstand | kD deklaag | Weerstand deklaag | kD EWVP | Stijghoogte EWVP | Aanleg-diepte                                                                 | Bron-nerings-lengte L | Breedte bodem sleuf B | Totale ontwaterings-duur bron-nering* | ontwaterings-diepte bok-0.3 | Stijg-hoogte verlagings | Onttrekkings-debiet op rand Deklaag | EWVP | Totaal water-bezwaar** |        |
| (m)                                                   |  |            | (m+NAP)  | m+NAP)              | (d)                | (m²/d)     | (d)               | (m²/d)  | (m+NAP)          | (m+NAP)                                                                       | (m)                   | (m)                   | (d)                                   | (m+NAP)                     | (m)                     | (m³/u)                              |      | (m³)                   |        |
| bouwkuipen 1 en 2                                     |  | 20.0       | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 84      | 4.00             | 1.60                                                                          | 21.0                  | 9.0                   | 91                                    | 1.30                        | 2.70                    | 1.1                                 | 21   | 49,389                 |        |
| Bouwkuip 3                                            |  | 5.0        | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 84      | 4.00             | 1.90                                                                          | 6.0                   | 3.0                   | 70                                    | 1.60                        | 2.40                    | 0.3                                 | 12   | 20,439                 |        |
|                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  | 161.0                                                                         |                       |                       |                                       |                             |                         |                                     |      |                        | 69,900 |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|                   | Equivalenten-straal* (m) | Invloedsstraal in m | Watervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|-------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                   |                          |                     | 25                                  | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1250  |       |
|                   |                          | 0.04                | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| bouwkuipen 1 en 2 | 9.6                      | 0.04                | 97                                  | 0.84 | 0.40 | 0.10 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3        | 2.9                      | 0.04                | 72                                  | 0.61 | 0.28 | 0.07 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|                   | Freatische berging(-) | Bronnerings-duur (d) | Invloedstraal (m) | Grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   |                       |                      |                   | 25                                 | 50    | 100   | 250   | 500   | 750   | 1250  |
| bouwkuipen 1 en 2 | 0.15                  | 91.00                | <25               | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3        | 0.15                  | 70.00                | <25               | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|             |           |                              |          | Drukken               |                       |                   |                 | Veiligheid     |                        |
|-------------|-----------|------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------------|
| Helling 1:x | b=0,5 B b | Dikte onder sleuf bodem (d2) | factor f | neerwaarts bovensleuf | neerwaarts ondersleuf | neerwaarts totaal | opwaarts-totaal | opbarst gevaar | Stijghoogte verlagings |
| (m)         | (m)       | (m)                          | (-)      | (kN/m²)               | (kN/m²)               | (kN/m²)           | (kN/m²)         |                | (m)                    |
| 0.01        | 4.50      | 0.00                         | 0.00     | 0.1                   | 0.00                  | 0.0               | -3.33           | nvt            | 2.70                   |
| 0.01        | 1.50      | 0.00                         | 0.00     | 0.1                   | 0.00                  | 0.0               | -3.33           | nvt            | 2.40                   |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| freatische invloeds-verlagings (m) | invloeds-straal(m) |
|------------------------------------|--------------------|
| 0.05                               |                    |
| 0.05                               | <25                |
| 0.05                               | <25                |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag (m) | Sprei-dings-lengte EWVP (m) | Equiva-lente straal* (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0.24                           | 46.84                       | 9.57                     |
| 0.24                           | 46.84                       | 2.88                     |

|                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |                   |                |                                                                              |                           |                           |                              |                                     |                             |                                            |      |                             |           |
|-------------------------------------------------------|--|------------|----------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------|-----------------------------|-----------|
| Programma: Bouwput 2000<br>Opbarsten sleuf-onvolkomen |  |            |          |                     |                    |            |                   |                   |                | Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GG |                           |                           |                              |                                     |                             |                                            |      |                             | 10<br><10 |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                |  |            |          |                     |                    |            |                   |                   |                | nvt                                                                          |                           |                           |                              |                                     |                             |                                            |      |                             |           |
| riolering                                             |  | Lengte (m) | Maaiveld | Onder-zijde deklaag | rainage-weer-stand | kD leklaag | leerstand deklaag | kD ijghoogte EWVP | ijghoogte EWVP | Aanleg-diepte                                                                | Bron-nerings-lengte L (m) | Breedte bodem sleuf B (m) | Totale duur bron-nering* (d) | ontwaterings-diepte bok-0.3 (m+NAP) | Stijg-hoogte verlagings (m) | Onttrekkings-debiet op rand Deklaag (m³/u) | EWVP | Totaal water-bezwaar** (m³) |           |
| (m)                                                   |  |            | (m+NAP)  | m+NAP               | (d)                | (m²/d)     | (d)               | (m²/d)            | (m+NAP)        | (m+NAP)                                                                      | (m)                       | (m)                       | (d)                          | (m+NAP)                             | (m)                         | (m³/u)                                     |      | (m³)                        |           |
| bouwkuipen 1 en 2                                     |  | 20.0       | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 84                | 3.75           | 1.60                                                                         | 21                        | 9.0                       | 91                           | 1.30                                | 2.45                        | 1.0                                        | 20   | 44,816                      |           |
| Bouwkuip 3                                            |  | 5.0        | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 84                | 3.75           | 1.90                                                                         | 6                         | 3.0                       | 70                           | 1.60                                | 2.15                        | 0.3                                        | 11   | 18,310                      |           |
|                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |                   |                | 161.0                                                                        |                           |                           |                              |                                     |                             |                                            |      |                             | 63,200    |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|            | Equivalenten-<br>straal*<br><br>(m) | Invloedsstraal<br>in m | Watervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|            |                                     |                        | 0                                   | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1250  |       |
|            |                                     |                        | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| bouwkuiper | 9.6                                 | 0.05                   | 121                                 | 1.93 | 0.36 | 0.10 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 2.9                                 | 0.05                   | 105                                 | 1.83 | 0.25 | 0.06 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|            | Freatische berging(-) | Bronnerings-duur (d) | Invloedstraal (m) | Grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------------|----------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            |                       |                      |                   | 0                                  | 50    | 100   | 250   | 500   | 750   | 1250  |
| bouwkuiper | 0.15                  | 91.00                | 8                 | 0.07                               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 0.15                  | 70.00                | #WAARDE!          | 0.07                               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|         |          |         |             |        | Drukken    |           |            |           | Veiligheid |           |
|---------|----------|---------|-------------|--------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| Helling | Breedte  | b=0,5 B | Dikte onder | factor | neerwaarts | oerwaarts | neerwaarts | oerwaarts | opbarst    | ijghoogte |
| 1:x     | alud (a) | b       | bodem (d2)  | f      | bovensleuf | ndersleuf | totaal     | totaal    | gevaar     | verlaging |
| (m)     | (m)      | (m)     | (m)         | (-)    | (kN/m²)    | (kN/m²)   | (kN/m²)    | (kN/m²)   |            | (m)       |
| 0.01    | 0.03     | 4.50    | 0.00        | 0.00   | 0.1        | 0.00      | 0.0        | -5.78     | nvt        | 2.45      |
| 0.01    | 0.02     | 1.50    | 0.00        | 0.00   | 0.1        | 0.00      | 0.0        | -5.78     | nvt        | 2.15      |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| Freatische verlaging (m) | Invloeds-straal(m) |
|--------------------------|--------------------|
| 0.05                     |                    |
| 0.05                     | 8                  |
| 0.05                     | #####              |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag (m) | Sprei-dings-lengte EWVP (m) | Equiva-lente straal* (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0.24                           | 46.84                       | 9.57                     |
| 0.24                           | 46.84                       | 2.88                     |

|                                                       |  |            |          |                     |                     |            |                  |                   |                |                                                                               |                           |                           |                              |                                   |                             |                                            |      |                             |           |
|-------------------------------------------------------|--|------------|----------|---------------------|---------------------|------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------|-----------------------------|-----------|
| Programma: Bouwput 2000<br>Opbarsten sleuf-onvolkomen |  |            |          |                     |                     |            |                  |                   |                | Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GLG |                           |                           |                              |                                   |                             |                                            |      |                             | 10<br><10 |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                |  |            |          |                     |                     |            |                  |                   |                | nvt                                                                           |                           |                           |                              |                                   |                             |                                            |      |                             |           |
| riolering                                             |  | Lengte (m) | Maaiveld | Onder-zijde deklaag | Drainage-weer-stand | kD leklaag | eerstand deklaag | kD ijghoogte EWVP | ijghoogte EWVP | Aanleg-diepte                                                                 | Bron-nerings-lengte L (m) | Breedte bodem sleuf B (m) | Totale duur bron-nering* (d) | twaterings-diepte bok-0.3 (m+NAP) | Stijg-hoogte verlagings (m) | Onttrekkings-debiet op rand Deklaag (m³/u) | EWVP | Totaal water-bezwaar** (m³) |           |
| (m)                                                   |  |            | (m+NAP)  | m+NAP)              | (d)                 | (m²/d)     | (d)              | (m²/d)            | (m+NAP)        | (m+NAP)                                                                       |                           |                           |                              | (m+NAP)                           |                             |                                            |      |                             |           |
| bouwkuipen 1 en 2                                     |  | 20         | 4.35     | 4.34                | 1.0                 | 0.1        | 25               | 84                | 3.50           | 1.60                                                                          | 21                        | 9.0                       | 91                           | 1.30                              | 2.20                        | 0.9                                        | 18   | 40,243                      |           |
| Bouwkuip 3                                            |  | 5          | 4.35     | 4.34                | 1.0                 | 0.1        | 25               | 84                | 3.50           | 1.90                                                                          | 6                         | 3.0                       | 70                           | 1.60                              | 1.90                        | 0.2                                        | 9    | 16,181                      |           |
|                                                       |  |            |          |                     |                     |            |                  |                   |                | 161.0                                                                         |                           |                           |                              |                                   |                             |                                            |      |                             | 56,500    |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|            | Equivalenten-straal* (m) | Invloedsstraal in m | Watervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|            |                          |                     | 5                                   | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1000  |       |
|            |                          |                     | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| bouwkuiper | 9.6                      | 0.05                | 108                                 | 1.40 | 0.32 | 0.09 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 2.9                      | 0.05                | 87                                  | 1.14 | 0.22 | 0.06 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|            | Freatische berging(-) | Bronnerings- duur (d) | Invloedstraal (m) | Grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            |                       |                       |                   | 5                                  | 50    | 100   | 250   | 500   | 750   | 1000  |
| bouwkuiper | 0.15                  | 91.00                 | 2                 | 0.05                               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 0.15                  | 70.00                 | <25               | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|             |                  |         |                         |          | Drukken                       |                              |                           |                           | Veiligheid     |                          |
|-------------|------------------|---------|-------------------------|----------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|
| Helling 1:x | Breedte alud (a) | b=0,5 B | Diepte onder bodem (d2) | factor f | neerwaarts bovensleuf (kN/m²) | oerwaarts andersleuf (kN/m²) | neerwaarts totaal (kN/m²) | oerwaarts- totaal (kN/m²) | opbarst gevaar | ijghoogte verlagings (m) |
|             | (m)              | (m)     | (m)                     | (-)      |                               |                              |                           |                           |                |                          |
| 0.01        | 0.03             | 4.50    | 0.00                    | 0.00     | 0.1                           | 0.00                         | 0.0                       | -8.23                     | nvt            | 2.20                     |
| 0.01        | 0.02             | 1.50    | 0.00                    | 0.00     | 0.1                           | 0.00                         | 0.0                       | -8.23                     | nvt            | 1.90                     |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| freatische verlagings (m) | invloeds-straal(m) |
|---------------------------|--------------------|
| 0.05                      |                    |
| 0.05                      | 2                  |
| 0.05                      | <25                |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag (m) | Sprei-dings-lengte EWVP (m) | Equiva-lente straal* (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0.24                           | 46.84                       | 9.57                     |
| 0.24                           | 46.84                       | 2.88                     |

Bijlage

Uitgangspunten berekening waterbezwaar strekkingen

|                   | riolering     |                |                                          |      | dikte deklaag (klei op veen) |                   |                      | volume gewichten                 |                                       |                                       | deklaag            |                  |                      | watervoerend pakket |                 |                 |
|-------------------|---------------|----------------|------------------------------------------|------|------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| Streng            | lengte<br>(m) | MV<br>(m +NAP) | ontgravingsdiepte<br>(m +NAP)    (m -mv) |      | dikte klei<br>(m)            | dikte veen<br>(m) | dikte deklaag<br>(m) | totaal volumegewicht<br>(kg/dm³) | volumegewicht boven sleuf<br>(kg/dm³) | volumegewicht onder sleuf<br>(kg/dm³) | weerstand<br>dag/m | dikte WVP<br>(m) | diepte filter<br>(m) | KD<br>(m²/dag)      | GHG<br>(m +NAP) | GLG<br>(m +NAP) |
| Bouwkuipen 1 en 2 | 20.0          | 4.35           | 1.60                                     | 2.75 | 0.0                          | 0.0               | 0.0                  | 0.1                              | 0.1                                   | 0.0                                   | 25                 | 21.1             | 7.0                  | 169                 | 4.00            | 3.50            |
| Bouwkuip 3        | 5             | 4.35           | 1.90                                     | 2.45 | 0.0                          | 0.0               | 0.0                  | 0.1                              | 0.1                                   | 0.0                                   | 25                 | 21.1             | 7.0                  | 169                 | 4.00            | 3.50            |

|                                                                               |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      |                       |                                      |                             |                        |                                     |      |                        |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|------------|----------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|---------|------------------|---------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|------|------------------------|--|
| Programma: Bouwput 2000                                                       |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      | 10                    |                                      |                             |                        |                                     |      |                        |  |
| Opbarsten sleuf-onvolkomen                                                    |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      | <10                   |                                      |                             |                        |                                     |      |                        |  |
| Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GHG |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      |                       |                                      |                             |                        |                                     |      |                        |  |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                                        |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      | nvt                   |                                      |                             |                        |                                     |      |                        |  |
| riolering                                                                     |  | Lengte (m) | Maaiveld | Onder-zijde deklaag | Drainage-weerstand | kD deklaag | Weerstand deklaag | kD EWVP | Stijghoogte EWVP | Aanleg-diepte | Bronnerings-lengte L | Breedte bodem sleuf B | Totale ontwaterings-duur bronnering* | ontwaterings-diepte bok-0.3 | Stijg-hoogte verlaging | Onttrekkings-debiet op rand Deklaag | EWVP | Totaal water-bezwaar** |  |
| (m)                                                                           |  |            | (m+NAP)  | m+NAP)              | (d)                | (m²/d)     | (d)               | (m²/d)  | (m+NAP)          | (m+NAP)       | (m)                  | (m)                   | (d)                                  | (m+NAP)                     | (m)                    | (m³/u)                              |      | (m³)                   |  |
| Bouwkuipen 1 en 2                                                             |  | 20.0       | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 169     | 4.00             | 1.60          | 21.0                 | 9.0                   | 91                                   | 1.30                        | 2.70                   | 1.1                                 | 37   | 82,770                 |  |
| Bouwkuip 3                                                                    |  | 5.0        | 4.35     | 4.34                | 1.0                | 0.1        | 25                | 169     | 4.00             | 1.90          | 6.0                  | 3.0                   | 70                                   | 1.60                        | 2.40                   | 0.3                                 | 21   | 36,241                 |  |
|                                                                               |  |            |          |                     |                    |            |                   |         |                  |               |                      | 161.0                 | 119,100                              |                             |                        |                                     |      |                        |  |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|                   | Equivalenten-straal* (m) | Invloedsstraal in m | Watervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|-------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                   |                          |                     | 25                                  | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1250  |       |
|                   |                          | 0.04                | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| Bouwkuipen 1 en 2 | 9.6                      | 0.04                | 143                                 | 1.03 | 0.58 | 0.21 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3        | 2.9                      | 0.04                | 108                                 | 0.76 | 0.40 | 0.14 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|                   | Freatische berging(-) | Bronnerings-duur (d) | Invloedstraal (m) | Grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   |                       |                      |                   | 25                                 | 50    | 100   | 250   | 500   | 750   | 1250  |
| Bouwkuipen 1 en 2 | 0.15                  | 91.00                | <25               | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3        | 0.15                  | 70.00                | <25               | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|                 |               |                                 |              | Drukken                       |                               |                           |                         | Veiligheid     |                           |
|-----------------|---------------|---------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|
| Helling 1:x (m) | b=0,5 B b (m) | Dikte onder sleuf bodem (d2 (m) | factor f (-) | neerwaarts bovensleuf (kN/m²) | neerwaarts ondersleuf (kN/m²) | neerwaarts totaal (kN/m²) | opwaarts-totaal (kN/m²) | opbarst gevaar | Stijghoogte verlaging (m) |
| 0.01            | 4.50          | 0.00                            | 0.00         | 0.1                           | 0.00                          | 0.0                       | -3.33                   | nvt            | 2.70                      |
| 0.01            | 1.50          | 0.00                            | 0.00         | 0.1                           | 0.00                          | 0.0                       | -3.33                   | nvt            | 2.40                      |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| freatische invloeds-verlaging (m) | invloeds-straal(m) |
|-----------------------------------|--------------------|
| 0.05                              |                    |
| 0.05                              | <25                |
| 0.05                              | <25                |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag (m) | Sprei-dings-lengte EWVP (m) | Equiva-lente straal* (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0.24                           | 66.25                       | 9.57                     |
| 0.24                           | 66.25                       | 2.88                     |

| Programma: Bouwput 2000<br>Opbarsten sleuf-onvolkomen |  |               |                              |                                      |                |                      |                         |                   |                   | Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GG |                                |                                    |                                    |                               |                                            |        |                               |        |         | 10  |
|-------------------------------------------------------|--|---------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|--------|-------------------------------|--------|---------|-----|
|                                                       |  |               |                              |                                      |                |                      |                         |                   |                   |                                                                              |                                |                                    |                                    |                               |                                            |        |                               |        |         | <10 |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                |  |               |                              |                                      |                |                      |                         |                   |                   |                                                                              |                                |                                    |                                    |                               | nvt                                        |        |                               |        |         |     |
| riolering                                             |  | Lengte<br>(m) | Maaiveld<br>zijde<br>deklaag | Onder-<br>rainage-<br>weer-<br>stand | kD<br>leeklaag | leerstand<br>deklaag | kD<br>ijghoogte<br>EWVP | ijghoogte<br>EWVP | Aanleg-<br>diepte | Bron-<br>nerings-<br>lengte<br>L                                             | Breedte<br>bodem<br>sleuf<br>B | Totale<br>duur<br>bron-<br>nering* | ontwaterings-<br>diepte<br>bok-0.3 | Stijg-<br>hoogte<br>verlaging | Onttrekkings-<br>debiet op rand<br>Deklaag | EWVP   | Totaal<br>water-<br>bezwaar** |        |         |     |
| (m)                                                   |  |               | (m+NAP)                      | m+NAP)                               | (d)            | (m²/d)               | (d)                     | (m²/d)            | (m+NAP)           | (m+NAP)                                                                      | (m)                            | (m)                                | (d)                                | (m+NAP)                       | (m)                                        | (m³/u) |                               | (m³)   |         |     |
| Bouwkuipen 1 en 2                                     |  | 20.0          | 4.35                         | 4.34                                 | 1.0            | 0.1                  | 25                      | 169               | 3.75              | 1.60                                                                         | 21                             | 9.0                                | 91                                 | 1.30                          | 2.45                                       | 1.0    | 33                            | 75,106 |         |     |
| Bouwkuip 3                                            |  | 5.0           | 4.35                         | 4.34                                 | 1.0            | 0.1                  | 25                      | 169               | 3.75              | 1.90                                                                         | 6                              | 3.0                                | 70                                 | 1.60                          | 2.15                                       | 0.3    | 19                            | 32,466 |         |     |
|                                                       |  |               |                              |                                      |                |                      |                         |                   |                   |                                                                              |                                |                                    | 161.0                              |                               |                                            |        |                               |        | 107,600 |     |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|            | Equivalenten-<br>straal*<br><br>(m) | ivloedsstraal<br>in m | vatervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|            |                                     |                       | 0                                   | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1250  |       |
|            |                                     |                       | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| Bouwkuiper | 9.6                                 | 0.05                  | 167                                 | 2.00 | 0.52 | 0.19 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 2.9                                 | 0.05                  | 144                                 | 1.86 | 0.36 | 0.13 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|            | Freatische berging(-) | onnerings-duur (d) | invloedstraal (m) | grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            |                       |                    |                   | 0                                  | 50    | 100   | 250   | 500   | 750   | 1250  |
| Bouwkuiper | 0.15                  | 91.00              | 12                | 0.08                               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 0.15                  | 70.00              | #WAARDE!          | 0.07                               | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|              |         |             |            |        | drukken    |           |            |          | Veiligheid |           |
|--------------|---------|-------------|------------|--------|------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|
| Helling      | Breedte | b=0,5 B     | ikte onder | factor | neerwaarts | erwaarts  | neerwaarts | owaarts- | opbarst    | ijghoogte |
| 1:x alud (a) | (a)     | b odem (d2) | (m)        | f      | bovensleuf | ndersleuf | totaal     | totaal   | gevaar     | verlaging |
| (m)          | (m)     | (m)         | (m)        | (-)    | (kN/m²)    | (kN/m²)   | (kN/m²)    | (kN/m²)  |            | (m)       |
| 0.01         | 0.03    | 4.50        | 0.00       | 0.00   | 0.1        | 0.00      | 0.0        | -5.78    | nvt        | 2.45      |
| 0.01         | 0.02    | 1.50        | 0.00       | 0.00   | 0.1        | 0.00      | 0.0        | -5.78    | nvt        | 2.15      |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| freatische verlaging (m) | invloeds-straal(m) |
|--------------------------|--------------------|
| 0.05                     |                    |
| 0.05                     | 12                 |
| 0.05                     | #####              |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag (m) | Sprei-dings-lengte EWVP (m) | Equiva-lente straal* (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 0.24                           | 66.25                       | 9.57                     |
| 0.24                           | 66.25                       | 2.88                     |

| Programma: Bouwput 2000<br>Opbarsten sleuf-onvolkomen |  |               |          |                            |                             |               |                     |                         |                   | Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GLG |                                  |                                |                                    |                                  |                               |                                            |      |                               |        | 10  |
|-------------------------------------------------------|--|---------------|----------|----------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------|-------------------------------|--------|-----|
|                                                       |  |               |          |                            |                             |               |                     |                         |                   |                                                                               |                                  |                                |                                    |                                  |                               |                                            |      |                               |        | <10 |
| Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf                |  |               |          |                            |                             |               |                     |                         |                   |                                                                               |                                  |                                |                                    |                                  | nvt                           |                                            |      |                               |        |     |
| riolering                                             |  | Lengte<br>(m) | Maaiveld | Onder-<br>zijde<br>deklaag | Drainage-<br>weer-<br>stand | kD<br>leklaag | eerstand<br>deklaag | kD<br>ijghoogte<br>EWVP | ijghoogte<br>EWVP | Aanleg-<br>diepte                                                             | Bron-<br>nerings-<br>lengte<br>L | Breedte<br>bodem<br>sleuf<br>B | Totale<br>duur<br>bron-<br>nering* | twaterings-<br>diepte<br>bok-0.3 | Stijg-<br>hoogte<br>verlaging | Onttrekkings-<br>debiet op rand<br>Deklaag | EWVP | Totaal<br>water-<br>bezwaar** |        |     |
| (m)                                                   |  |               | (m+NAP)  | m+NAP)                     | (d)                         | (m²/d)        | (d)                 | (m²/d)                  | (m+NAP)           | (m+NAP)                                                                       | (m)                              | (m)                            | (d)                                | (m+NAP)                          | (m)                           | (m³/u)                                     |      | (m³)                          |        |     |
| Bouwkuipen 1 en 2                                     |  | 20            | 4.35     | 4.34                       | 1.0                         | 0.1           | 25                  | 169                     | 3.50              | 1.60                                                                          | 21                               | 9.0                            | 91                                 | 1.30                             | 2.20                          | 0.9                                        | 30   | 67,442                        |        |     |
| Bouwkuip 3                                            |  | 5             | 4.35     | 4.34                       | 1.0                         | 0.1           | 25                  | 169                     | 3.50              | 1.90                                                                          | 6                                | 3.0                            | 70                                 | 1.60                             | 1.90                          | 0.2                                        | 17   | 28,691                        |        |     |
|                                                       |  |               |          |                            |                             |               |                     |                         |                   |                                                                               |                                  |                                | 161.0                              |                                  |                               |                                            |      |                               | 96,200 |     |

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

|            | Equivalenten-<br>straal* | ivloedsstraal<br>in m | watervoerend pakket op afstand* (m) |      |      |      |       |       |       |       |
|------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|            |                          |                       | 5                                   | 50   | 100  | 250  | 500   | 750   | 1000  |       |
|            |                          |                       | *uit rand sleuf                     |      |      |      |       |       |       |       |
| Bouwkuiper | 9.6                      | 0.05                  | 151                                 | 1.50 | 0.47 | 0.17 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 2.9                      | 0.05                  | 122                                 | 1.22 | 0.32 | 0.11 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

|            | Freatische op-berging(-) |       | onnerings- invloedstraal |       | grondwaterstand op x (m) uit sleuf |       |       |       |       |       |
|------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | duur (d)                 | (m)   | 5                        | 50    | 100                                | 250   | 500   | 750   | 1000  |       |
| Bouwkuiper | 0.15                     | 91.00 | 4                        | 0.06  | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Bouwkuip 3 | 0.15                     | 70.00 | <25                      | <0,05 | <0,05                              | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

|             |                 |         |                       |          | drukken               |                    |                   |                         | Veiligheid     |                      |
|-------------|-----------------|---------|-----------------------|----------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|----------------|----------------------|
| Helling 1:x | reedte alud (a) | b=0,5 B | ikte onder bodem (d2) | factor f | neerwaarts bovensleuf | erwaarts ndersleuf | neerwaarts totaal | erwaarts pwaarts-totaal | opbarst gevaar | ijghoogte verlagings |
| (m)         | (m)             | (m)     | (m)                   | (-)      | (kN/m²)               | (kN/m²)            | (kN/m²)           | (kN/m²)                 |                | (m)                  |
| 0.01        | 0.03            | 4.50    | 0.00                  | 0.00     | 0.1                   | 0.00               | 0.0               | -8.23                   | nvt            | 2.20                 |
| 0.01        | 0.02            | 1.50    | 0.00                  | 0.00     | 0.1                   | 0.00               | 0.0               | -8.23                   | nvt            | 1.90                 |

Tabel F: Equivalente straal

| Sprei-dings-lengte deklaag | Sprei-dings-lengte EWVP | Equiva-lente straal* |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| (m)                        | (m)                     | (m)                  |
| 0.24                       | 66.25                   | 9.57                 |
| 0.24                       | 66.25                   | 2.88                 |

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

| freatische invloeds-verlagings (m) | invloeds-straal(m) |
|------------------------------------|--------------------|
| 0.05                               |                    |
| 0.05                               | 4                  |
| 0.05                               | <25                |

## Bijlage 6 Checklist gegevens

# Bijlage 6 Checklist gegevens

| Onderdeel                                                                                                                                              | Van toepassing? |     | Geschiktheid beschikbare gegevens |             | Aanvullende gegevens nodig? |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|-----|
|                                                                                                                                                        | Ja              | Nee | Acceptabel                        | Onvoldoende | Ja                          | Nee |
| <b>1. Overzicht realisatieplan</b>                                                                                                                     |                 |     |                                   |             |                             |     |
| 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   |
| <b>2. Karakterisering/schematisering van de ondergrond</b>                                                                                             |                 |     |                                   |             |                             |     |
| Geologie                                                                                                                                               | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| Geohydrologie                                                                                                                                          | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| Grondmechanische aspecten                                                                                                                              | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| Bodemkundige aspecten                                                                                                                                  | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| <b>3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten</b>                                                                                                 |                 |     |                                   |             |                             |     |
| Grondwaterstanden                                                                                                                                      | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| Stijghoogten                                                                                                                                           | X               |     | X                                 |             |                             | X   |
| <b>4. Oppervlaktewatersysteem</b>                                                                                                                      |                 |     |                                   |             |                             |     |
| Ligging, diepte en peil oppervlaktewater                                                                                                               | X               |     |                                   | X           | X                           |     |
| <b>5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en/of te infiltreren water</b>                                                                                     |                 |     |                                   |             |                             |     |
| 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   |
| <b>6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water</b>                                                                                                         |                 |     |                                   |             |                             |     |
| Lozingseisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur)                                                                                                      | X               |     | X                                 |             | X                           |     |
| Lozingsmogelijkheden, inclusief wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling                                                       | X               |     | X                                 |             | X                           |     |
| <b>7. Aanwezige verontreinigingen en explosieven</b>                                                                                                   |                 |     |                                   |             |                             |     |

| Onderdeel                                                                          | Van toepassing?                                            |     | Geschiktheid beschikbare gegevens |             | Aanvullende gegevens nodig? |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|-----|
|                                                                                    | Ja                                                         | Nee | Acceptabel                        | Onvoldoende | Ja                          | Nee |
| Aanwezigheid, ligging en aard bodem- en grondwaterverontreinigingen                |                                                            | X   |                                   |             |                             |     |
| Aanwezigheid explosieven                                                           |                                                            | X   | X                                 |             |                             | X   |
| <b>8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbare) (bodem)gebruiksfuncties</b>              |                                                            |     |                                   |             |                             |     |
| 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                           |     |
| <b>Collegiale toets</b>                                                            |                                                            |     |                                   |             |                             |     |
| Opgesteld door: Stijn Verdijk<br>Datum: 27-4-2020                                  | Collegiale toets door: Jeroen van Uden<br>Datum: 28-4-2020 |     |                                   |             |                             |     |

Bijlage 7 Checklist risico's

# Bijlage 7 Checklist Risico's

| Potentieel gevaar                                                                  | Aanwezig? |     |     | Toelichting                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | Ja        | Nee | NVT |                                                                                      |
| <b>Effecten in bouwput of sleufbemaling</b>                                        |           |     |     |                                                                                      |
| Onvoldoende verlaging en/of neerslagoverlast                                       | X         |     |     | Altijd kans op                                                                       |
| Hogere debieten dan aangevraagd via melding/vergunningaanvraag                     | X         |     |     | Altijd kans op                                                                       |
| Langere tijdsduur door uitloop bouwwerkzaamheden                                   | X         |     |     | Altijd kans op                                                                       |
| Opbarsten putbodem                                                                 |           | X   |     | Ontwatering door onttrekking uit tussenliggende zandlagen                            |
| Instabiliteit damwanden en/of taluds                                               |           | X   |     | Toepassing van damwanden en sleufbekisting                                           |
| Horizontale of verticale grondverplaatsingen                                       |           | X   |     |                                                                                      |
| <b>Effecten in de omgeving</b>                                                     |           |     |     |                                                                                      |
| Zettingen en zakkingen                                                             |           | X   |     | Geen verlaging onder de GLG bij bebouwing                                            |
| Droogstand en aantasting houten palen                                              |           | X   |     | Op grotere afstand en mogelijk niet aanwezig                                         |
| Verplaatsen en/of onttrekken verontreinigd grondwater                              |           | X   |     |                                                                                      |
| Beïnvloeding grond- of grondwatersaneringen en nazorg                              |           | X   |     |                                                                                      |
| Beïnvloeding drinkwaterpompstations en milieubeschermingsgebieden                  |           | X   |     |                                                                                      |
| Schade aan landbouw                                                                | X         |     |     | Afhankelijk van uitvoeringsperiode en indien aanwezig, mitigerende maatregelen nemen |
| Aantasting natuurwaarden en groenvoorzieningen (zoals kwetsbare monumentale bomen) | X         |     |     | Afhankelijk van uitvoeringsperiode en indien aanwezig, mitigerende maatregelen nemen |
| Aantasting archeologisch en aardkundige waarden                                    |           | X   |     |                                                                                      |
| Upconing van brak en/of zout grondwater                                            |           | X   |     |                                                                                      |
| Aantasting strategische zoet grondwatervoorraden                                   |           | X   |     |                                                                                      |
| Grondwateroverlast (in het geval van retourbemaling)                               |           |     | X   |                                                                                      |
| Opbarsten (water)bodems                                                            |           | X   |     |                                                                                      |
| Overschrijden lozingsnormen onttrokken grondwater                                  | X         |     |     |                                                                                      |
| <b>Geaccumuleerde effecten</b>                                                     |           |     |     |                                                                                      |
| Combinatie met heiwerkzaamheden                                                    |           |     | X   |                                                                                      |
| Combinatie met damwanden heien/trillen                                             |           |     | X   | Vermoedelijk niet gelijktijdig                                                       |
| Combinatie met sloopwerkzaamheden                                                  |           |     | X   |                                                                                      |
| Combinatie met (zwaar) transport materiaal/materieel                               |           |     | X   |                                                                                      |

| Potentieel gevaar                                 | Aanwezig?                                                  |     |     | Toelichting |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----|-----|-------------|
|                                                   | Ja                                                         | Nee | NVT |             |
| Andere mogelijke geaccumuleerde effecten          |                                                            |     | X   |             |
| <b>Collegiale toets</b>                           |                                                            |     |     |             |
| Opgesteld door: Stijn Verdijk<br>Datum: 27-4-2020 | Collegiale toets door: Jeroen van Uden<br>Datum: 28-4-2020 |     |     |             |

Bijlage 8 Keuzematrix bemalingswijze

---

Projectnummer: 366421

Referentienummer: 366421 Mogelijkheden retournering grondwater

Datum: 24-06-2020

---

## Mogelijkheden retourneren grondwater gemaal Beukenhorst

Aanvulling Bemalingsadvies

## Verantwoording

|                  |                                      |
|------------------|--------------------------------------|
| Titel            | Mogelijkheden retourneren grondwater |
| Subtitel         | Aanvulling Bemalingsadvies           |
| Projectnummer    | 366421                               |
| Referentienummer |                                      |
| Revisie          | C1.0                                 |
| Datum            | 24-06-2020                           |

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| Auteur      | Davey de Bruin         |
|             | Stijn Verdijk          |
| E-mailadres | davey.debruin@sweco.nl |

Gecontroleerd door  
Paraaf gecontroleerd

Wouter Vierhout



Goedgekeurd door  
Paraaf goedgekeurd

Arjan Frens



## 1 Aanleiding en methodiek

In deze memo analyseren we de haalbaarheid en de effectiviteit van de mogelijke retourneringsmethoden. De verschillende methoden zijn op voorhand gedeeld en geaccordeerd door WSD. In deze rapportage is in bijlage 1 de volledige uitwerking hiervan geplaatst.

Er zijn vijf methoden beschouwd om grondwater te retourneren en vier constructieve oplossingen om de retournering in te beperken. Van alle opties zijn, de volgende zaken beschouwd:

- De uitvoeringsmethodiek
- Toetsing aan beleid
- Voordelen van de maatregel
- Nadelen van de maatregel
- Algemene beoordeling van effectiviteit van maatregel
- Zeer globale inschatting van kosten.

## 2 Conclusies

Op basis van de uitwerking kunnen we een aantal conclusies trekken:

- Het is mogelijk om grondwater op een grondlaag dieper in de grond terug te brengen conform beleid. De grondwaterlagen staan echter niet met elkaar in verbinding, dus de retournering zal niet de juiste laag zijn. Daarnaast blijft een uitvoeringsrisico bestaan over de zuurstofwaarde in de grond, maar dat zal voornamelijk in de uitvoering blijken.
- Bufferveld met grindpalen wordt als niet effectief beschouwd.
- Een oplossing van retourneren in combinatie met een gesloten damwand wordt als niet kansrijk beschouwd, omdat er op staal gefundeerd wordt en bij trekken van de damwanden er mogelijke trillingsschade ontstaat. De kosten om de damwand verder weg te plaatsen (daarmee de bouwkuip groter te maken) en het feit dat er ook (nog steeds) spanningsbemaling toegepast moet worden, maakt het retourneren niet (kosten) effectiever.
- De meest effectieve maatregel, een damwand met onderwaterbeton heeft een aantal hele grote voordelen m.b.t. de waterhuishouding. Echter moeten er constructief erg grote aanpassingen aangebracht worden en zal dit invloed hebben op de totaalkosten. De OWB-vloer bijvoorbeeld zal gefundeerd moeten worden. Hierop moeten er nieuwe geotechnische berekeningen uitgevoerd worden, het ontwerp gedeeltelijk herzien worden en de kosten voor het ontwerp *EN* uitvoering zullen hoger uitvallen

## 3 Aanbeveling

Wij adviseren om retournering met DSI op te nemen in het PPWW als mogelijke oplossing om grondwater te retourneren. De verder invulling ligt bij de aannemer.

Als er nu al aangeraden wordt om retourbemaling toe te passen, dan zal een nieuw waterbezwaar gemaakt worden om het "rondpompeffect" in beeld te brengen.

| Lozings- en/of uitvoeringswijze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Conform beleid                                                                                           | Voordelen                                                                                                                                             | Nadelen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Oordeel*** | Kosten**                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lozing op oppervlaktewater:</b><br><br><b>Het opgepompte water wordt geloosd op het oppervlaktewater.</b>                                                                                                                                                                                                                                             | Nee, conform beleid moet het water geretourneerd worden.                                                 | 1. Lagere kosten<br>2. Weinig uitvoeringsrisico's                                                                                                     | 1. Voldoet niet aan beleid om water te retourneren in grond water.<br>2. Verdroging natuurgebied wordt niet tegengegaan zonder maatregel (bijvoorbeeld bevoeiing natuurgebied).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1          | 15k – 25k                                                                                              |
| <b>Retourbemaling in dezelfde bodemlaag als onttrokken wordt:</b><br><br><b>Onttrekking uit verticale filters tot 7 m -mv, waarbij het bemalingswater op dezelfde diepte met retourbemaling wordt teruggebracht.</b>                                                                                                                                     | Ja, omdat het teruggebracht wordt in de bodem.<br><br>Wel wordt een overstortvoorziening voorgeschreven. | 1. Grondwater wordt geretourneerd conform beleid.<br>2. Bij retournering in natuurgebied wordt verdroging in het natuurgebied tegengegaan/verminderd. | 1. Doorlatendheid te laag als gevolg van de gelaagdheid en de fractie silt van de bodem o.b.v. de sonderingen en boringen.<br>2. Er moet een overstort voorziening aangelegd worden. Dat wil zeggen dat mogelijk niet al het water geretourneerd wordt op grondwater.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1          | 25k – 60 k<br>(afhankelijk van noodzaak ontijzering)                                                   |
| <b>Retourbemaling in diepere bodemlaag (wel in dezelfde regionale Formatie):</b><br><br><b>Onttrekking uit verticale filters tot 7 m -mv, waarbij het bemalingswater in een goed doorlatende zandlaag met retourbemaling wordt teruggebracht.</b><br><b>Voorwaarde hiervoor is wel dat het in hetzelfde regionale watervoerende pakket plaats vindt.</b> | Ja, omdat het teruggebracht wordt in de bodem.<br><br>Wel wordt een overstortvoorziening voorgeschreven. | 1. Grondwater wordt geretourneerd conform beleid.                                                                                                     | 1. Als gevolg van de retourbemaling van water in de diepere lagen wordt zuurstofrijk water met zuurstofarm water uit de diepere lagen gemengd (Bron: Alterra rapport 1447, 2007). Zodra grondwater in contact komt met zuurstof worden de ferro-ionen geoxideerd (snelheid en mate is afhankelijk van hoeveelheid zuurstof en ijzer) (Bron: Alterra rapport 1447, 2007). Hierdoor is de kans dat ijzeroxidatie optreedt en de retourfilters dichtslaan. Risico op verstopping is afhankelijk van concentratie ijzer(II) in diepere lagen. Deze concentratie is niet bekend. Bij verstopping zal van de retourfilters moet snel gereageerd worden om er voor te zorgen dat de capaciteit behouden blijft. Wanneer dit niet lukt wordt er toch gestort op oppervlaktewater door de overstortvoorziening.<br>2. Er moet een overstort voorziening aangelegd worden.<br>3. Op basis van de sonderingen concluderen wij dat de grondopbouw lokaal afwijkt van regionale grondopbouw met een aantal waterremmende grondlagen. Daardoor staan de grondlagen waarin teruggepompt wordt en de laag waaruit onttrokken wordt niet met elkaar in verbinding. In deze lokale grondopbouw wordt dus bemalingswater niet teruggebracht in dezelfde | 2-3        | Kosten plaatsing filters, onderhoud en heffingen.<br>(afhankelijk van ontijzering).<br><br>35 k – 70 k |

| Lozings- en/of uitvoeringswijze                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Conform beleid                                                                                                  | Voordelen                                                                                                               | Nadelen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Oordeel*** | Kosten**                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                 |                                                                                                                         | bodemlaag en kan er nog steeds verdroging optreden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                                                                  |
| <p><b>Bufferveld met grindpalen in diepere bodemlaag (&gt; 1.000 m² reserveren als ruimte bij 2 m hoge dijken):</b></p> <p><b>Hierbij wordt een perceel ingericht als bufferveld door het perceel te omringen met een dijk/waterremmende constructie. Het bemalingswater wordt geloosd in het bufferveld. Omdat infiltratie vanaf het maaiveld niet mogelijk is vanwege de slecht doorlatende bodem, kunnen grindpalen aangebracht worden om water te infiltreren in de goed doorlatende bodem.</b></p>                                     | <p>Ja, omdat het teruggebracht wordt in de bodem.</p> <p>Wel wordt een overstortvoorziening voorgeschreven.</p> | <p>1. Grondwater wordt geretourneerd conform beleid.</p>                                                                | <p>1. Er is relatief veel ruimte noodzakelijk om voldoende buffercapaciteit te creëren. Hierbij dient rekening te worden gehouden met extra grond aanvoer om een voldoende hoge ringdijk aan te leggen.</p> <p>2. De infiltratiecapaciteit van de grond en grindpalen is moeilijk te bepalen waardoor extra oppervlak/hogte gereserveerd moet worden.</p> <p>3. Regeneratie van grindpalen is vrijwel onmogelijk als deze verstopt raken door fijne delen of neerslag van ijzer.</p> <p>4. Overstort op oppervlaktewater is noodzakelijk.</p> <p>5. De waterremmende lagen worden doorboord. In de bodem ontstaat verbinding (kortsluiting) in de zandlagen tussen de waterremmende lagen en de goed doorlatende zandlaag. Dit kan invloed hebben op de waterhuishouding met versnelde infiltratie of een toenemende kwel.</p> | 2          | <p>Wij hebben geen ervaring met deze werkwijze om die reden kunnen we geen inschatting maken van deze prijs.</p> |
| <p><b>Retourbemaling met behulp van DSI in diepere grondlagen:</b></p> <p><b>Door water moleculen in een hoge snelheid te laten botsen met de al aanwezige watermoleculen in een watervoerend pakket, ontstaat een pulserende beweging. Dit kan uitsluitend in de zogenaamde infiltratiepunten van een watervoerend pakket. In deze infiltratiepunten is de situatie ideaal voor de overdracht van energie. Dit betekent dat niet het gehele watervoerende pakket geschikt is voor infiltratie. Wil men een hoeveelheid water terug</b></p> | <p>Ja, omdat het teruggebracht wordt in de bodem.</p> <p>Wel wordt een overstortvoorziening voorgeschreven.</p> | <p>1. Grondwater wordt geretourneerd conform beleid.</p> <p>2. Minder faalisico's dan bij reguliere retourbemaling.</p> | <p>1. Door de DSI techniek is grotere kans op retourneren van onttrokken grondwater. Het risico op verstopping is gelijk aan traditioneel retourneren van water.</p> <p>2. Overstort op oppervlaktewater is noodzakelijk.</p> <p>3. Juiste punt voor infiltratie moet gevonden worden.</p> <p>4. Stijging van de grondwaterstand alleen stroomopwaarts. Indien het natuurgebied stroomafwaarts ligt van de bemaling is geen stijging in de grondwaterstand in het natuurgebied van toepassing. Daarnaast neemt het rondpompdebiet ook aanzienlijk toe.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3-4        | <p>40 k – 100 k, (afhankelijk van ontijzering)</p>                                                               |

| Lozings- en/of uitvoeringswijze                                                                                                                                                                                  | Conform beleid                                                                                                      | Voordelen                                                                                                                                       | Nadelen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Oordeel*** | Kosten**                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|
| brengen in de bodem dan zal eerst het infiltratiepunt voor deze massa water gevonden dienen te worden. Het transport van het grondwater vindt alleen in de natuurlijke stroomrichting van het grondwater plaats. |                                                                                                                     |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                |
| <b>Gesloten bouwkuip met damwanden</b>                                                                                                                                                                           | Nee, niet in basis.<br>Uitgangspunt is het gemaal gefundeerd op staal met open bouwkuip. Nu een interactie-conflict | 1. Minder grondontgraving<br>2. Minder bemaling en beter reguleerbaar                                                                           | 1. Het trekken van damwand heeft een negatief effect op de op staal gefundeerde constructie: bouwkuip ruim erom heen zetten, of gemaal op palen funderen                                                                                                                                                                                                       | 2          | + 100 kEUR tov open ontgraving |
| <b>Gesloten bouwkuip met damwanden en toepassing kleibodem*</b>                                                                                                                                                  | Nee, niet in basis.<br>Uitgangspunt is het gemaal gefundeerd op staal met open bouwkuip. Nu een interactie-conflict | 1. Minder grondontgraving in eerste instantie<br>2. Minder bemaling en beter reguleerbaar                                                       | 1. Het trekken van damwand heeft een negatief effect op de op staal gefundeerde constructie: bouwkuip ruim erom heen zetten, of gemaal op palen funderen<br>2. Extra grondwerk door het nadien weer uitnemen van de afsluitende kleilaag                                                                                                                       | 2          | + 115 kEUR tov open ontgraving |
| <b>Gesloten bouwkuip met damwanden en toepassing onderwaterbeton*</b>                                                                                                                                            | Nee, niet in basis.<br>Uitgangspunt is het gemaal gefundeerd op staal met open bouwkuip. Nu een interactie-conflict | 1. Minder grondontgraving<br>2. Minder bemaling en beter reguleerbaar<br>3. OWB kan gunstige uitwerking hebben op fundatie van het gemaalobject | 1. Het trekken van damwand heeft een negatief effect op de op staal gefundeerde constructie: bouwkuip ruim erom heen zetten, of gemaal op palen funderen<br>2. Duur<br>3. Extra betonvloer als afdichting blijft achter ( in natuurgebied)<br>4. OWB-vloer zal zelf gefundeerd moeten worden en daarmee ook het gemaal. Verschilzetting met overige onderdelen | 5          | + 150 kEUR tov open ontgraving |
| <b>Gesloten bouwkuip met damwanden en toepassing waterglasinjectie*</b>                                                                                                                                          | Nee, niet in basis.<br>Uitgangspunt is het gemaal gefundeerd op staal met open bouwkuip. Nu een interactie-conflict | 1. Minder grondontgraving<br>2. Minder bemaling en beter reguleerbaar                                                                           | 1. Het trekken van damwand heeft een negatief effect op de op staal gefundeerde constructie: bouwkuip ruim erom heen zetten, of gemaal op palen funderen<br>2. Duur<br>3. Extra waterglasafichting blijft achter ( in natuurgebied)                                                                                                                            | 3          | + 175 kEUR tov open ontgraving |

\* Wordt niet voldaan aan het volledig retourneren van het bemalingswater, maar door de uitvoeringswijze wordt het waterbezwaar dusdanig laag dat vrijwel geen water onttrokken wordt en de effecten op de omgeving heel beperkt zijn.

\*\* Geen invloed op de uitvoerbaarheid van de methode, maar wel op de uiteindelijke doorgang van het project (bij het bestuur van het waterschap). Tevens zijn de kosten geraamd zonder heffingen.

\*\*\* Eindscore met score 1 tot 5 waar 5 heel gunstig is en 1 niet gunstig vanwege risico's of onmogelijkheden.

