

Bemalingsadvies leidingen rondom RWK 4 en hoofdgebouw

WPB Wouw
GD231352.R01.V2.0

8 augustus 2025



Bemalingsadvies leidingen rondom RWK 4 en hoofdgebouw

WPB Wouw
Documentnummer GD231352.R01.V2.0
8 augustus 2025

Opdrachtgever
Brabant Water N.V.

Postbus 1068
5200 BC 's-Hertogenbosch

Adviseur geohydrologie
Collegiale toets

+31 88 130 06 00
info@geonius.nl
Postbus 1097
6160 BB Geleen

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie		
Collegiale toets		

Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Beschikbare documenten	6
2	Uitgangspunten	8
2.1.1	Beschikbaar grondonderzoek	8
2.1.2	Bodemopbouw en grondparameters	8
2.2	Grondwaterstanden	9
2.3	Oppervlaktewater	10
2.4	Geometrie graafwerkzaamheden	11
2.4.1	Bemaling leidingen	11
2.4.2	Bemaling hoofdgebouw	12
3	Bemalingsadvies	14
3.1	Beschouwing opbarstrisico	14
3.2	Modellering QGIS-TIM	14
3.3	De bemalingsmethodiek	15
3.4	Retourbemaling	18
4	Omgevingseffecten	21
4.1	Zettingen	21
4.1.1	Paalrot	23
4.2	Natuurwaarden	23
4.3	Gewasderving	24
4.4	Archeologie en aardkundige waarden	24
4.5	Monumenten	25
4.6	Bodem- en grondwaterverontreinigingen	25
4.7	Wijziging van het grond- en oppervlaktewatersysteem	25
4.8	Onttrekkingen derden	26
4.9	Opkegeling zoet-zout grensvlak en zoetwaterreserves	26
5	Toetsing wettelijk kader	27
5.1.1	Onttrekken	27
5.1.2	Lozen	28
6	Conclusie en advies	30
6.1	Aandachtspunten	31
6.2	Risico's en maatregelen	32

Bijlagen

Bijlage 1. Situatietekening leidingen en constructies

Bijlage 2. Opbarstberekeningen

Bijlage 3. Locatie infiltratiesloten/greppels Opbarstberekeningen

Bijlage 4. Planning bemaling

1 Inleiding

In opdracht van Brabant Water N.V. heeft Geonius een bemalingsadvies opgesteld ten behoeve van het verwijderen en aanleggen van leidingwerk en de bouw van het hoofdgebouw op het waterproductiebedrijf (WPB) Wouw aan de Moerstraatseweg 16 te Heerle. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

Het doel van het bemalingsadvies is middels het geohydrologisch onderzoek en berekeningen een inschatting te maken van het benodigde debiet teneinde werkzaamheden t.b.v. het verwijderen en de realisatie van de nieuwe leidingen en de realisatie van het hoofdgebouw in den droge uit te kunnen voeren. Tevens is middels grondwatermodellering de invloed van de bemaling op de nabije omgeving bepaald. In dit bemalingsadvies worden (delen van) bemalingsadviezen uit rapportages GA231352.R02.V2.0 en GA231352.R07.V3.0 (terreinleidingenfase 1) samengevoegd. Ten opzichte van de eerdere studies worden nu bemalingen van de leidingdelen gelijktijdig met de bemaling met de bouwkuip van het hoofdgebouw uitgevoerd. Daarnaast zijn een aantal leidingdelen al uitgevoerd en zijn andere leidingdelen juist toegevoegd aan de uitvoering. Met voorliggende studie komen deze eerdere bemalingsadviezen te vervallen.

Voorliggend bemalingsadvies is opgesteld op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (rapport GA231352.R01) en bemalingsadviezen GA231352.R02.V2.0 en GA231352.R07.V3.0 op de locatie. Voorliggend bemalingsadvies is nadrukkelijk géén bemalingsplan. Het bemalingsplan bevat een uitvoeringsplan, onderhoudsplan en monitoringsplan en wordt opgesteld onder verantwoordelijkheid van de aannemer c.q. bronneerder op basis van het bemalingsadvies, definitief (uitvoerings)ontwerp en uitvoeringswijze en eventueel aanvullend geohydrologisch onderzoek en in overleg met het bevoegd gezag.

Voorliggend rapport bevat de resultaten van het bemalingsadvies en de beoordeling van de effecten op de omgeving.

1.1 Beschikbare documenten

De beschikbare documenten voor het opstellen van deze rapportage staan samengevat in Tabel 1.1.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie hoofdgebouw (groen) en leidingen (blauw) [bron: PDOK/Google Earth of uit projectinformatie]

Tabel 1.1: Beschikbare documenten

Ref.	Document kenmerk	Onderwerp	Datum	Opsteller
[1]	C11217001UD	Fase 1-Te leggen	27-02-2024	Brabant Water
[2]	C11217001UD	Fase 1-Uit te nemen	28-02-2024	Brabant Water
[3]	-	Planning_Uitvoering_Bemaling_Wouw_v2.0+afb (zie bijlage 4)	18-7-2025	Brabant Water
[4]	-	20250612_nog uit te voeren	12-06-2025	Brabant Water
[5]		Diverse emails	11-06-2025 12-06-2025	Brabant Water
[6]	99671-XB1	Bemalingsadvies Aansluiting drinkwatertransportleiding RWK4 te WBP Wouw	4-07-216	Lankelma

[7]	AM19348	Verkennd bodemonderzoek Moerstraatseweg 16 te Heerle	30-09-2019	Aeres milieu
[8]	AM19348	Beknopte waterparagraaf Moerstraatseweg 16 te Heerle	25-10-2019	Aeres milieu
[9]	C-186-632-TO100B	Nieuwbouw Hoofdgebouw	15-11-2024	Brabant Water

2 Uitgangspunten

2.1.1 Beschikbaar grondonderzoek

Door Geonius is in de maanden oktober, november en december 2023 geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek uitgevoerd. Dit is gerapporteerd in rapport GA231352.R01. Daarnaast zijn volgende openbare databronnen geraadpleegd ten behoeve van het regionaal inzicht in de bodemopbouw en grondwaterstanden:

- DINOLOket: sonderingen, boringen en peilbuizen;
- TNO ondergrondmodellen: REGIS II v2.2.1, en GeoTOP v1.6;

2.1.2 Bodemopbouw en grondparameters

Op basis van het grondonderzoek en REGIS II v2.2.2, is in Tabel 2.1 het geohydrologisch profiel met de bijbehorende representatieve parameters weergegeven.

Tabel 2.1: overzicht van het geohydrologisch profiel

Laag	Bovenkant [m t.o.v. NAP]	Onderkant [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Doorlatendheid [m/d]	Hydraulische weerstand [d]
Formatie van Stramproy Uiterst tot zeer fijn zand, zwak siltig, niet tot matig humeus	+5,5	-0,5	5,7	10	
Formatie van Peize en Waalre Klei / veen	-0,5	-3,5	3,0	-	300
Formatie van Peize en Waalre Zeer tot matig fijn zand	-3,5	-22,5	19,0	15	0,5
Formatie van Waalre Klei Geohydrologische basis	-22,5	∞	∞	-	∞

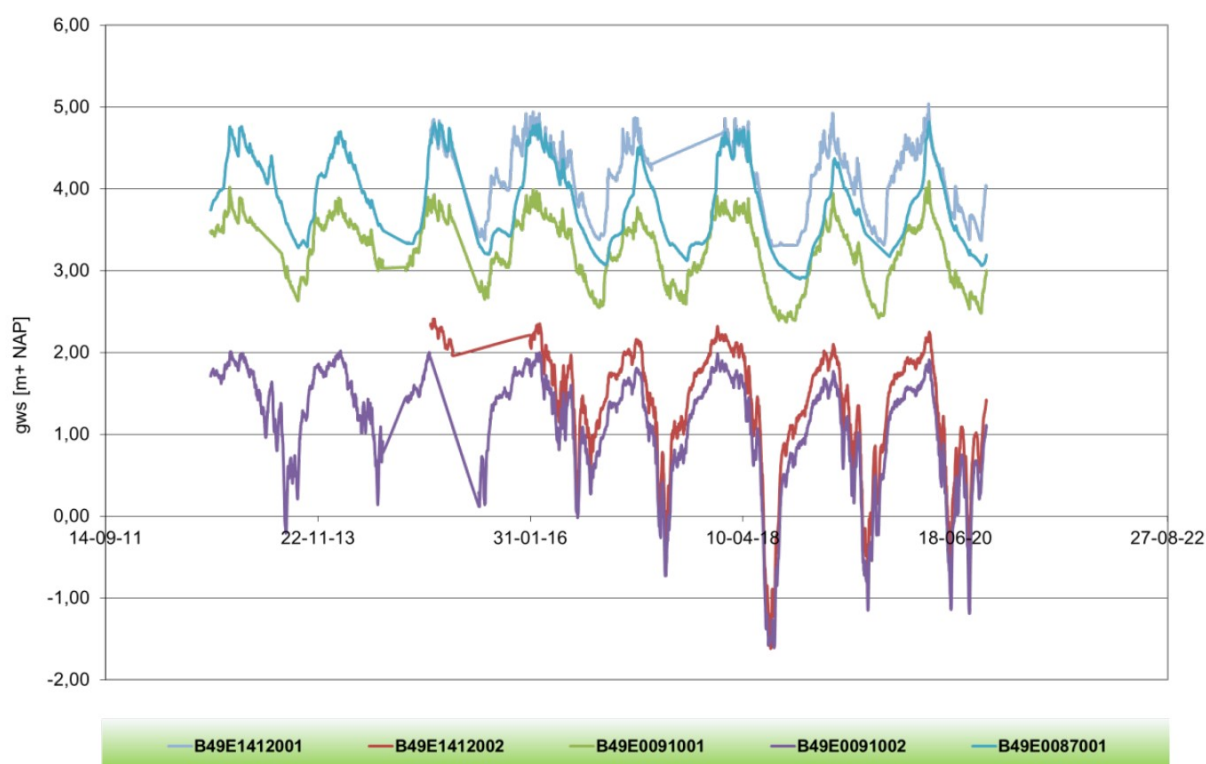
De grondwateraanvulling vanuit de onverzadigde toplagen boven de grondwaterstand wordt vertaald in een drainageweerstand. Deze wordt bepaald door de toestroming van hemelwater (afhankelijk van de aanwezige verhardingen, de topografische ligging en de aanwezigheid van een slecht doorlatende deklaag), de aanwezigheid van oppervlaktewater en het neerslagoverschot. Deze kan alleen nauwkeurig worden bepaald middels een pompproef. Op basis van de afstand tot het oppervlaktewater (primaire watergangen) wordt deze ingeschat op 65 dagen.

2.2 Grondwaterstanden

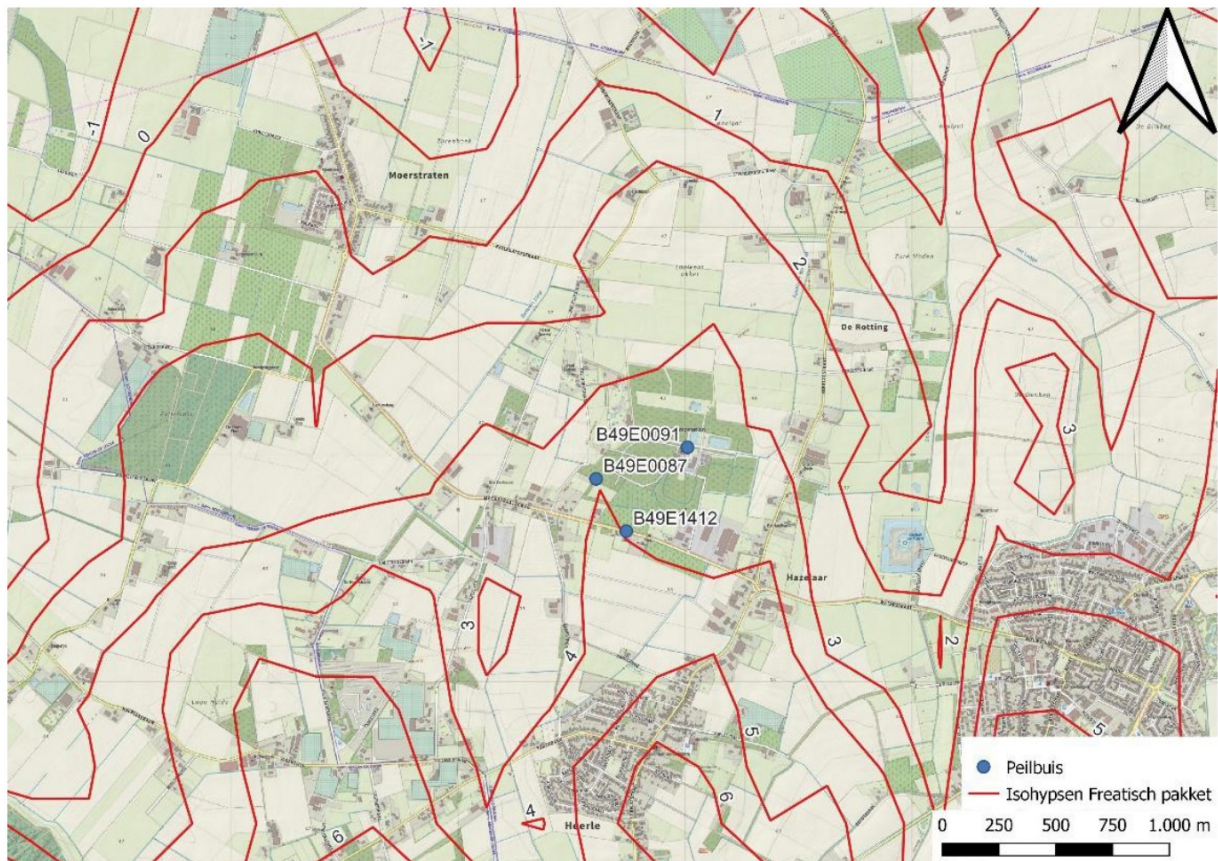
Ter plaatse van de projectlocatie zijn langjarige meetreeksen bekend in DINOlaket. De locatie van deze peilbuizen is weergegeven in Figuur 2.2. De meetreeksen zijn weergegeven in Figuur 2.1. De GxG's (GHG: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand, GG: Gemiddelde grondwaterstand, GLG: Gemiddeld Laagste grondwaterstand) zijn weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2: GxG's per peilbuis uit DINOlaket

Peilbuis	Diepte filter [NAP m]	GHG [NAP m]	GG [NAP m]	GLG [NAP m]
B49E1412001	+4,2 tot +3,2	+4,7	+4,2	+3,5
B49E1412002	-8,5 tot -9,5	+2,1	+1,3	+0,3
B49E0091001	+1,5 tot +0,5	+3,7	+3,3	+2,7
B49E0091002	-18,4 tot -19,4	+1,8	+1,1	+0,2
B49E0087001	+2,3 tot +1,3	+4,6	+3,8	+3,2



Figuur 2.1: Meetreeksen peilbuizen (BRON: DINOlaket)



Figuur 2.2: Isohypsen Formatie van Stramproy (BRON: grondwatertools), projectlocatie en locatie peilbuizen.

Conclusie

Op basis van voorgaande analyse wordt voor het ontwerp uitgegaan van onderstaande GxG's in het freatisch pakket (Formatie van Stramproy) en eerste watervoerend pakket (Formatie van Peize en Waalre). Deze zijn afgerond op één beduidend cijfer:

- Formatie van Stramproy:
 - GHG: NAP +3,7 m;
 - GG: NAP +3,3 m;
 - GLG: NAP +2,7 m;
- Formatie van Peize en Waalre:
 - GHS: NAP +1,8 m;
 - GS: NAP +1,1 m;
 - GLS: NAP +0,2 m.

2.3 Oppervlaktewater

Er zijn geen oppervlaktewateren aanwezig welke van invloed zijn op het ontwerp.

2.4 Geometrie graafwerkzaamheden

2.4.1 Bemaling leidingen

Op het terrein worden meerdere kabels en leidingen verwijderd en aangelegd. Hieronder wordt beschreven welke werkzaamheden, en hoe deze werkzaamheden worden uitgevoerd.

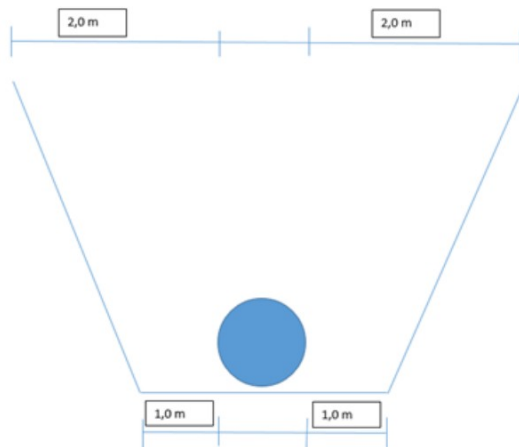
Voor het bemalingsadvies zijn, op basis van [1], [2], [3], [4] en onderlinge afstemming met de opdrachtgever, door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- Voor de graafwerkzaamheden zijn in Tabel 2.3 de ontwateringsdieptes en bemalingsduur gegeven op basis van Planning_Uitvoering_Bemaling_Wouw_v2.0+afb en . De locaties van de leidingen en constructies zijn weergegeven in Figuur 1.1.

Tabel 2.3: Sleufafmeting en bemalingsduur van de verschillende leidingwerkzaamheden en constructies op basis van [1], [2], [3] en [4]

Leiding / constructie	Ontwateringsdiepte [m NAP]	Verlaging [m]	Bemalingsduur (dagen)
<i>Leidingen</i>			
21A	+2,9	0,9	3
22	+3,3	0,4	4
21	+1,6/+2,9	2,1/0,8	4
14 (locatie 5)	+3,1	0,6	14
14 (locatie 6 en 6A)	+2,3/+3,1	1,5/0,6	14
15 (locatie 5)	+3,2	0,5	14
15 (locatie 6 en 6A)	+3,2/+2,3	1,4/0,5	14
15 (locatie 7)	+3,2	0,5	7
15 (locatie 4)	+3,2	0,5	14
74 (locatie 4)	+1,6	2,1	14
15A (locatie 8)	+2,5/+2,6	1,2/1,1	3
15A (locatie 9)	+2,5/+2,6	1,2/1,1	3
15A (locatie 10)	+2,5/+2,6	1,2/1,1	3
15A (locatie 11 en 11A)	+2,5/+2,6	1,2/1,1	5
15A (locatie 12)	+2,5/+2,6	1,2/1,1	4
13A	+1,6	2,1	7
23A	+2,3	0,7	3
23	+2,2	1,5	6
12B	+3,2	0,5	7
20, 20A	+3,2	0,5	7
<i>Bouwput</i>			
Hoofdgebouw	+0,5	3,2	212

- Opdrachtgever geeft aan dat de werkputten worden aangelegd in open sleuf, zoals in Figuur 2.3 is weergegeven. Het toetsen van de taludstabiliteit en/of uitwerken van een grondkering valt buiten de scope;



Figuur 2.3: Geometrie ontgraving

- De werkzaamheden van de leidingen worden op basis van [3] grotendeels achter elkaar uitgevoerd, maar deels gelijktijdig met andere leidingdelen en de werkzaamheden van het hoofdgebouw. Voor de leidingdelen wordt uitgegaan van een voorbereiding van 2 dagen. De gelijktijdigheid van de bemalingen wordt in hoofdstuk 3.3 beschreven.
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

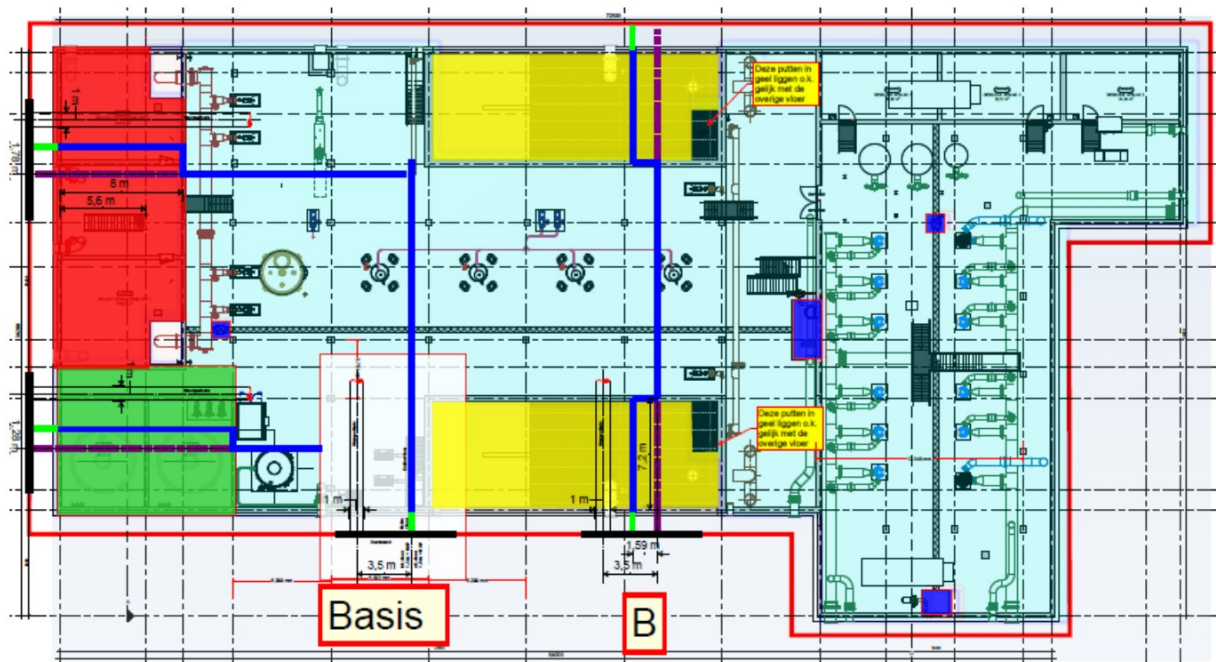
2.4.2 Bemaling hoofdgebouw

Op basis van [9] is uitgegaan van de volgende afmetingen van het hoofdgebouw:

- Breedte x lengte: 37 x 71 m;
- De aanlegdiepte (onderkant vloer) verschilt van NAP +2,78 à +1,0 m (lokaal iets dieper voor liftput, poeren en dieselopslagruimten NAP -0,05 m).

Afmetingen bouwkuip op basis van uitgangspunten hoofdgebouw:

- Het hoofdgebouw heeft een oppervlak van ca. 37 x 71 m. Er wordt uitgegaan van een damwand op de contour zoals aangegeven in Figuur 2.4. Op basis van dubbele damwandplanken Z-profiel (ca. 1,4 m), en de benodigde werkruimte (uitgangspunt 1,5 meter tussen hoofdgebouw en hart damwand), nemen wij aan dat de afmetingen van de bouwkuip 40,6 x 74,2 m bedraagt;
- Onderkant damwand: NAP -4,5 m.



Figuur 2.4: Uitgangspunt locatie damwand rondom kelder hoofdgebouw met rode lijn aangegeven.

- De grondkering is waterkerend;
- De ontwateringsdiepte is 0,5 m onder ontgravingsdiepte (NAP +0,5 m);
- De bemalingsduur bouwkuip is ca. 7,5 maand (212 kalenderdagen) en wordt deels gelijktijdig uitgevoerd (overlap in tijd) met de uitvoering van de leidingdelen (zie hoofdstuk 3 en [3]).

Indien wordt afgeweken van voornoemde uitgangspunten dan dient ons bureau te worden gecontacteerd daar dan het advies mogelijk moet worden aangepast.

3 Bemalingsadvies

Voor de (civieltechnische) uitgangspunten van de bemaling wordt verwezen naar hoofdstuk 2.

3.1 Beschouwing opbarstrisico

De maximale ontgravingsdiepte vindt plaats bij de bouwput van het hoofdgebouw ten behoeve van de keldervloer en de lokale ontgraving voor de liftput. De verwachte ontgravingsdiepte bedraagt ca. 4,5 m -maaiveld (NAP +1,0 m) ten behoeve van de keldervloer en lokaal ca. 5,5 m-maaiveld ten behoeve van de liftput (NAP +0,0 m). Er wordt ter plaatse van de ontgraving vanaf 6,0 m- maaiveld (NAP -0,5) tot een diepte van ca. 8,5 m - maaiveld (NAP -3,0 m) een waterremmende laag verwacht. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket onder de waterremmende laag is aangenomen op ca. NAP +2,1 m (gemiddeld hoogste stijghoogte van zuidelijke meting). Derhalve is een berekening gemaakt om het risico op opbarsten van de bouwput te bepalen.

De gebruikte uitgangspunten en de resultaten zijn opgenomen in Bijlage 2. Hierbij is rekening gehouden met de volumegewichten van de ondergrond op basis van NEN9997 Tabel 2.b en de partiële factoren conform Tabel A.1.

Uit de berekening blijkt dat opbarstrisico optreedt bij stijghoogten in het eerste watervoerende pakket hoger dan NAP +2,1 m voor de liftput en hoger dan NAP +3,0 voor de keldervloer. De aangenomen stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is voor de liftput gelijk en voor de keldervloer lager, derhalve is geen spanningsbemaling noodzakelijk.

Geadviseerd wordt de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket voor en tijdens de werkzaamheden te verifiëren middels een peilbuis, en maatregelen te nemen indien de kritische stijghoogte optreedt. Indien deze stijghoogte optreedt kan bijvoorbeeld een spanningsbemaling in het eerste watervoerende pakket toegepast worden.

3.2 Modellerings QGIS-TIM

De berekeningen voor het vaststellen van de bemalingswijze, onttrekkingshoeveelheden en verlaginglijnen zijn met het programma QGIS-TIM uitgevoerd. QGIS-TIM is een hydrologisch rekenprogramma om de verlaging van de grondwaterstijghoogte in meerdere lagen door een willekeurig aantal onttrekkingen vast te stellen. Het tijdsafhankelijke programma berekent op aan te geven tijdstippen isolijnen van de verlagingen en tijd-stijghoogterelaties. De achtergrond van de berekeningen is een semi-analytische rekenmethodiek en komt overeen met de 'De Hoog, Stokes, en Knight' berekeningsmethode.

Het programma gaat uit van de invoer van bodemparameters voor oneindig uitgestrekte lagen met een gelimiteerd constante dikte. Er wordt uitgegaan van homogene doorlatendheidseigenschappen.

Op basis van het uitgevoerde onderzoek en de archiefgegevens is een geohydrologisch profiel opgesteld. In Tabel 3.1 staat het profiel voor de modellering weergegeven. In het model is uitgegaan van de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket en een horizontaal maaiveld.

Tabel 3.1: Overzicht opgesteld geohydrologisch profiel

Laag	Bovenkant [m NAP]	Onderkant [m NAP]	Dikte [m]	k_h [m/dag]	C [dagen]
Onverzadigde toplaag	+5,5	+3,7	1,3	-	65
Formatie van Stramproy (zand)	+3,7	-0,5	4,2	10	-
Formatie van Peize en Waalre (klei / veen)	-0,5	-3,5	3,0	-	300
Formatie van Peize en Waalre (zand)	-3,5	-22,5	19,0	15	-
Formatie van Waalre (klei)	-22,5	∞	∞	-	∞
Geohydrologische basis					

Hierin is:

- K_h horizontale doorlatendheid;
- C verticale weerstand;
- n_e effectieve porositeit;

Voor de modellering van de bemaling van de bouwput zijn in de bouwput horizontale drains met de gewenste verlaging geprojecteerd, zodat onttrokken wordt boven de klei-/veenlaag. Daarna is een onttrekkingsdebiet berekend en de verlaging tussen de drains in de bouwput gecontroleerd.

Voor de modellering van de bemaling van de leidingtracés zijn langs de sleuf strengen met onttrekkingpunten geprojecteerd. De onttrekkingfilters voor de bemaling zijn tot boven de klei-/veenlagen geprojecteerd (ca. NAP -0,5 m). Daarna is een onttrekkingsdebiet ingevoerd en de verlaging ter plaatse van de sleuf gecontroleerd.

De berekeningen zijn vanwege de bemalingsduur stationair doorgerekend. Ten aanzien van het invloedsgebied is dit maatgevend. Voor de debieten zal mogelijk bij de opstartfase iets hoger zijn (ca. 25% uit ervaring).

3.3 De bemalingsmethodiek

Voor de bemaling van de leidingtracés wordt een freatische bemaling met behulp van strengen in de zandlagen geadviseerd. De onttrekking zal met filters op een diepte van ca. 1 tot 2 meter onder de gewenste grondwaterstand plaats vinden. Afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en de vereiste drooglegging zal de horizontale afstand tussen de filters ca. 1 tot 5 meter bedragen. Teneinde grondwaterstroming tussen de filters te voorkomen, en daarmee het risico op uitspoeling van het talud te verkleinen, wordt geadviseerd van korte filterafstanden (2 à 3 m) gebruik te maken. Een en ander zal zich tijdens de bemaling en in overleg met het bemalingsbedrijf nader uitwijzen. Zo mogelijk kunnen er nog filters bij geplaatst worden en het net met onttrekkingspunten verdicht worden. De uiteindelijk toe te passen filterdiepte en onderlinge filterafstand is afhankelijk van de aangetroffen grondslag, doorlatendheid, beschikbare materieel en werkruimte en zullen door de bemaler bepaald moeten worden.

Teneinde zettingen van de klei-/ en veenlagen te beperken dienen de filters boven deze lagen geplaatst te worden.

Mogelijk dient aanvullend op het bronneringswater nog regenwater welke in de sleuf valt afgepompt te worden, dit kan middels een open bemaling of pomp.

Ten behoeve van de bemaling van de bouwput van het hoofdgebouw wordt een freatische bemaling met horizontale drains geadviseerd zodat onttrokken wordt boven de klei-/veenlaag. Met verticale filters zal niet voldoende ruimte aanwezig zijn boven de slecht doorlatende lagen. Hierdoor zou in de as van de bouwput niet voldoende verlaagd kunnen worden vanwege de trechtervorming met verticale filters. Vanwege de damwanden en de slecht doorlatende lagen is de bouwput aan alle zijden afgesloten, waardoor de toestroom van grondwater

wordt beperkt en met horizontale drainage kan worden volstaan. Voor de ontgraving van de bouwkuip kan tijdelijk gebruik worden gemaakt van strengen (verticale filters, vacuumbemaling). De uiteindelijk toe te passen bemaling, filterdiepte en onderlinge filterafstand is afhankelijk van de aangetroffen grondslag, doorlatendheid, beschikbare materieel en werkruimte en zullen door de bemaler bepaald moeten worden.

Op grond van de beschikbare gegevens zijn de benodigde onttrekkingen bepaald. Deze zijn weergegeven in Tabel 3.2. In de berekeningen is geen rekening gehouden met de invloed van nabijgelegen oppervlaktewater.

Tabel 3.2: Verwachte debieten* en het totale waterbezwaar op basis van de geschatte duur
(Planning_Uitvoering_Bemaling_Wouw_v2.0+afb)

Leiding / constructie	Verlaging [m]	Debiet [m³/uur]	Debiet [m³/dag]	Totaal bezwaar [m³]
<i>Leidingen</i>				
21A	0,9	3,5	80	240
22	0,4	1	25	100
21	2,1/0,8	10,5	255	1.020
14 (locatie 5)	0,6	1,5	183	500
14 (locatie 6 en 6A)	1,5/0,6	6,5	150	2.100
15 (locatie 5)	0,5	2	45	600
15 (locatie 6 en 6A)	1,4/0,5	6,5	155	2.150
15 (locatie 7)	0,5	2,5	55	400
15 (locatie 4)	0,5	0	0	0
74 (locatie 4)	2,1	8	200	2.800
15A (locatie 8)	1,2/1,1	3	75	220
15A (locatie 9)	1,2/1,1	1,5	35	100
15A (locatie 10)	1,2/1,1	2	45	130
15A (locatie 11 en 11A)	1,2/1,1	10,5	250	1.250
15A (locatie 12)	1,2/1,1	2,5	65	250
13A	2,1	8	190	1.000
23A	0,7	2,5	65	190
23	1,5	9	220	1.320
12B	0,5	1,5	40	260
20, 20A	0,5	2	45	300
<i>Bouwput</i>				
Hoofdgebouw	3,2	6	150	32.000
Totaal				Ca. 50.000

* Het gegeven debiet is een gemiddelde waarde welke bij de start van de bemaling kan meer bedragen teneinde een stationaire toestand te creëren

Op basis van de berekeningen wordt het totale waterbezwaar geschat op ca. 50.000 m³. Het gemiddeld debiet per maand komt hierbij uit op ca. 6.000 m³/maand.

In de berekeningen is geen rekening gehouden met de invloed van nabijgelegen oppervlaktewater. Bij de bepaling van de invloedssfeer van de bemalingen is uitgegaan van een vlak maaiveld. Uit de modellering blijkt dat tot op een afstand van ca. 120 meter de verlaging ca. 0,05 m bedraagt. Aangezien geen rekening is gehouden met de invloed van oppervlaktewater kan deze waarde als een maximum worden beschouwd. Deze waarde is sterk afhankelijk van de infiltratieweerstand van nabijgelegen oppervlaktewater en de doorlatendheid op grotere afstand van de bemaling, en kan alleen betrouwbaar middels een pompproef worden bepaald.



Figuur 3.1: Verlagsingscontouren van de bemaling en maximale reikwijdte (verlaging <0,05 m) met lager dan GLG rood gearceerd

Doordat sommige leidingdelen gelijktijdig worden uitgevoerd met andere leidingdelen of het hoofdgebouw of doordat overlap in de bemaling ontstaat doordat elk leidingdeel 2 dagen wordt voorbemalen liggen de maximale debieten hoger. In onderstaande tabel worden de maximale debieten weergegeven op basis van gelijktijdigheid van bemalingen.

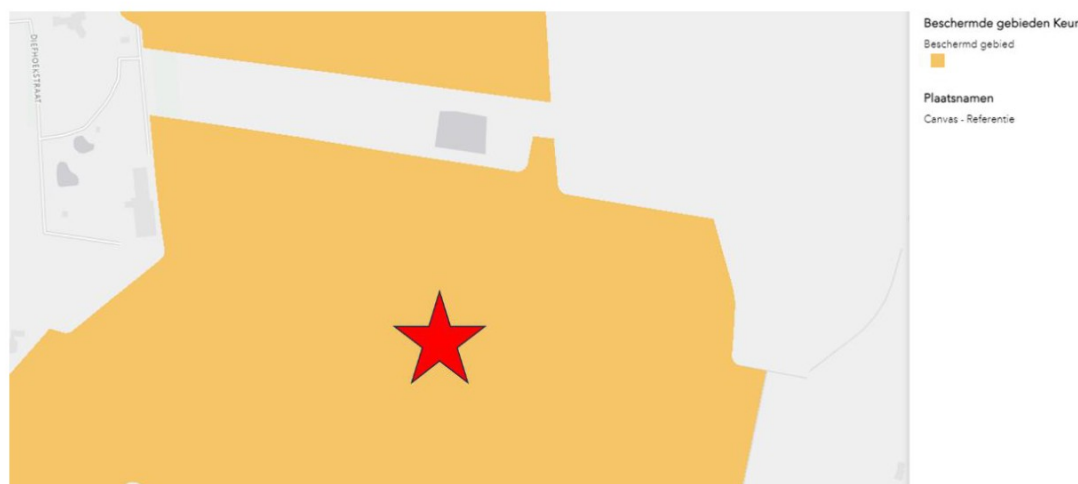
Tabel 3.3 Gelijktijdigheid bemaling leiding- / constructiedelen op basis van [3 Planning_Uitvoering_Bemaling_Wouw_v2.0+afb]

Leiding / constructie	Gelijktijdige bemaling met leiding / constructie	Max. debiet gelijktijdigheid [m³/uur]	Totaal bezwaar [m³]
<i>Leidingen</i>			
21A	22	4,5	240
22	21A	4,5	100
21	14, 15 (locatie 5)	14	1.020
14 (locatie 5)	21, 15 (locatie 5) of 15 (locatie 5), 15A (locatie 8)	14	500
14 (locatie 6 en 6A)	15 (locatie 6 en 6A) en 15A (locatie 9)	14,5	2.100
15 (locatie 5)	21, 14 (locatie 5) of 14 (locatie 5), 15A (locatie 8)	14	600
15 (locatie 6 en 6A)	14 (locatie 6 en 6A) en 15A (locatie 9)	14,5	2.150
15 (locatie 7)	-	2,5	400
15 (locatie 4)	74 (locatie 4) en 15A (locatie 10) en hoofdgebouw	16	0
74 (locatie 4)	15 (locatie 4) en 15A (locatie 10) en hoofdgebouw	16	2.800
15A (locatie 8)	14 (locatie 5) en 15 (locatie 5)	6,5	220

15A (locatie 9)	14 (locatie 6 en 6A) en 15 (locatie 6 en 6A)	14,5	100
15A (locatie 10)	15 (locatie 4) en 74 (locatie 4) en hoofdgebouw	16	130
15A (locatie 11 en 11A)	15A (locatie 12) en hoofdgebouw	19	1.250
15A (locatie 12)	15A (locatie 11 en 11A) en hoofdgebouw	19	250
13A	hoofdgebouw	14	1.000
23A	23 en hoofdgebouw	17,5	190
23	23A en hoofdgebouw	17,5	1.320
12B	20, 20A en hoofdgebouw	9,5	260
20, 20A	12B en hoofdgebouw	9,5	300
<i>Bouwput</i>			
Hoofdgebouw	Diverse	19	32.000
Totaal		19 (maximaal)	Ca. 50.000

3.4 Retourbemaling

Aangezien de bemaling plaatsvindt in een beschermd gebied van het Waterschap Brabantse Delta, zie Figuur 3.2, is de eis van het Waterschap dat het bemalingswater 100% wordt geretourneerd.



Figuur 3.2: Beschermd gebied op basis van het Waterschap Brabantse Delta

In het freatisch pakket is een retourbemaling met retourfilters praktisch niet mogelijk vanwege het lage doorlaat/opnamevermogen van de bodem. De klei / veenlaag loopt tot een diepte van minimaal NAP -3 à -7 m. Vanaf een diepte van 10 m-mv (ca. NAP -5 m) begint een boringsvrije zone. Retourneren naar een dieper pakket wordt daarmee vanuit regelgeving niet mogelijk geacht. Ook is het niet wenselijk freatisch grondwater (nutriëntenrijk) te retourneren in een ander watervoerend pakket. Daarnaast dient ook de kanttekening uit paragraaf 4.6 te worden meegenomen: *In [7] wordt geadviseerd het freatisch grondwater (derhalve het bemalingswater) niet te gebruiken voor industrie-, proces-, en sproeiwater. Het dient in overleg met het Waterschap en de gemeente te worden besloten hoe het bemalingswater het best geloosd kan worden. Of het bemalingswater kan worden geretourneerd op de sloten/greppels op het terrein van Brabant Water, of dit toch via het rioolstelsel dient te worden afgevoerd.*

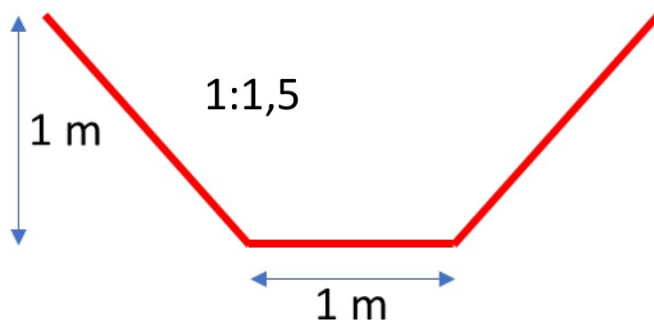
De mogelijkheid bestaat om het bemalingswater te lozen op afgedamde sloten/ greppels op het terrein van Brabant Water. Ook hiervoor dient de kanttekening uit paragraaf 4.6 te worden meegenomen. Hiervoor dient in overleg te worden getreden met het Waterschap Brabantse Delta.

Om te bepalen hoeveel lengte aan afgedamde sloten/greppels benodigd zijn, is allereerst de verwachte verticale doorlatendheid bepaald. Vervolgens is bepaald wat de infiltratiecapaciteit is voor 1 meter sloot. Vervolgens is bepaald hoeveel lengte sloot er nodig is om het berekende debiet te infiltreren via de greppels.

De gemeten horizontale doorlatendheden (kh) in het terrein verschilt van 0,8 tot 8,8 m/dag, zie GA231352.R01. Op basis van het grondwaterzakboekje (Bot B., 2016) kan voor permanente infiltratie in een greppel worden uitgegaan van een verticale doorlatendheid (kv) van $0,02 - 0,05 * kh$ (fijne tot grove zanden). Aangezien de bovengrond uit grove zanden bestaat (zie GA231352.R01) wordt voor de sloten/greppels een kv van $0,05 * kh$ aangehouden. Op basis van de gemiddelde doorlatendheid (4,5 m/dag) en de grove zandgrond wordt een kv van 0,225 m/dag bepaald. Voor de wanden en de bodem van de greppel wordt derhalve uitgegaan van een doorlatendheid van 0,225 m/dag.

Voor een greppel wordt uitgegaan van een afmeting van 1 m diepte, 1 m breedte (aan sloot/ greppelbodem), en een talud 1:1,5, zie Figuur 3.3. Voor een lengte van 375 meter sloot levert dit een infiltratiecapaciteit van ca. 15,5 m³/uur voor 375 meter greppel. Hierbij is een verhang van 1,0 aangehouden. Aangenomen dat de grondwaterstand diep genoeg beneden slootbodem staat (0.5 m minimaal). De greppels van 1 m diepte, 1 m breedte (slootbodem), talud 1:1,5 en lengte van 375 meter heeft een berging van 790 m³ rekening houdend met een waakhoogte van 0,1 meter.

Op een aantal locaties ligt het maximale debiet hoger dan de infiltratiecapaciteit door gelijktijdigheid van bemalingen (gelijktijdige uitvoering leidingdelen of hoofdgebouw of door overlap van bemaling door voorbemaling van 2 dagen voor de leidingdelen). Doordat deze maximale debieten door overlap van bemalingen maar een paar dagen maximaal achter elkaar (ca. 3 dagen) voorkomen kan dit tekort in infiltratiecapaciteit naar verwachting worden opgevangen door de totale bergingscapaciteit van 790 m³.



Figuur 3.3: Uitgangspunt profiel sloot / greppel

Ten aanzien van de infiltratiegreppels dienen de volgende uitvoeringsaspecten aangehouden te worden:

- Het wordt geadviseerd de infiltratie in de greppels te monitoren of voor de werkzaamheden in kaart te brengen met onderzoek. Op deze manier kan de daadwerkelijke infiltratiecapaciteit worden bepaald. Mogelijk kan daardoor de lengte van de voor lozing te gebruiken infiltratiegreppels worden ingekort;
- Voorkom dichtslibben van de infiltratiegreppels door bemalingswater te filteren op ijzer en onopgeloste bestanddelen.

- Voorkom dichtslibben van de infiltratiegreppels door de sliblaag te verwijderen welke zich vormt op de taluds en bodem van de infiltratiegreppels. Wanneer de waterstand in de infiltratiegreppels wordt gemonitord kan tezamen met het lozingsdebiet, de infiltratiecapaciteit worden gemonitord. Op deze manier kan worden gemonitord wanneer de weerstand van de sliblaag begint op te bouwen en deze sliblaag moet worden verwijderd.
- Eventuele kortsluiting met bemaling is niet meegenomen in de berekening. Dit kan lokaal leiden tot hogere debieten. De infiltratiegreppels liggen echter grotendeels op geruime afstand, met uitzondering van een paar korte leidingdelen en de bouwkuip welke waterdicht wordt uitgevoerd met een damwand. Ten aanzien van de invloed/reikwijdte van de bemaling is dit echter juist gunstig.

4 Omgevingseffecten

In deze paragraaf wordt besproken wat de invloed is van de bemaling op het watersysteem, de omliggende natuur, landbouw, mobiele grondwaterverontreinigingen, overige onttrekkingen, archeologie en opkegelen van zout of brak grondwater.

4.1 Zettingen

Als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand kan zetting optreden. In hoeverre zettingen en mogelijke zettingsschade zullen optreden is afhankelijk van de funderingswijze van de bestaande bouwwerken, de bestaande bouwlasten, de grondwaterstandsverlaging, de tijdsduur van verlaging en de bodemopbouw.

Zettingen als gevolg van grondwaterstandsverlagingen treden op als resultaat van de toename van de korrelspanning. Als gevolg van het verlagen van de grondwaterstand wordt de grondslag effectief zwaarder waardoor deze kan gaan zetten. Wanneer deze extra belasting op de ondergrond eenmaal is opgetreden zal naderhand ook wanneer de grondwaterstand opnieuw wordt verlaagd geen additionele zetting meer optreden.

Er vindt geen verlaging van de grondwaterstand tot onder GLG plaats buiten de perceelsgrenzen van Brabant Water. Om deze reden is er geen risico op schade aan huizen van derden als gevolg van zettingen veroorzaakt door de bemalingswerkzaamheden.

Gelet op de historie van het terrein (met vele kelders en diepe leidingen, waarvoor reeds eerder is bemalen), is de verwachting dat de kans op schade als gevolg van zettingen klein wordt verwacht. Echter zijn hieronder wel zettingsberekeningen uitgevoerd alsof er nog geen eerdere bemaling heeft plaatsgevonden. Dit aangezien deze gegevens niet bij ons bekend zijn.

Bodemopbouw

Het zand wordt vanwege het stijve gedrag niet aan zetting onderhevig beschouwd. De organische klei, en zandige klei is dit wel. De zettingen worden met name maatgevend geacht ter plaatse van de bestaande bebouwing. Hierdoor is van de maatgevende sondering ter plaatse van de bestaande bebouwing (SW13) uitgegaan. Op basis van het grondonderzoek is een schematische bodemopbouw opgesteld, en gepresenteerd in Tabel 4.1. Voor de zettingsparameters zijn de standaardparameters uit tabel 2.b (NEN 9997-1) toegepast. Er is rekening gehouden met een POP (Pre-Overburden Pressure) van 5 kN/m². Dit wordt als een realistisch / conservatieve waarde beschouwd.

Tabel 4.1 Zettingsparameters

Grondsoort	Bovenkant laag	γ_{nat}	γ_{sat}	C_p	C_s	C'_p	C'_s	POP
	[NAP m]	kN/m ³	kN/m ³	[-]	[-]	[-]	[-]	kN/m ²
Zand, los gepakt	+4,7	17,0	19,0	600	∞	200	∞	5
Organische klei, matig voorbelast	-0,3	13,0	13,0	30	120	10	40	5

Klei, sterk zandig	-1,5	18,0	20,0	75	960	25	320	5
Zand, los gepakt	-5,3	17,0	19,0	600	∞	200	∞	5

Hierin is:

- $\gamma_{nat/sat}$ Volumiek gewicht van de natuurlijk verzadigd / volledig verzadigde grond;
- C'_p Primaire samendrukkingsparameter;
- C'_s Secundaire samendrukkingsparameter;
- POP Pre-Overburden Pressure

Grondwaterniveaus

De freatische GLG en GLS zijn gegeven in paragraaf 2.2.

Zettingsberekening

$$z = h * \left(\left(\frac{1}{C_p} * U + \frac{1}{C_s} * \log \left(\frac{t}{t_0} \right) \right) * \ln \left(\frac{\sigma'_0 + (\sigma'_p - \sigma'_0)}{\sigma'_0} \right) \right) + \left(\left(\frac{1}{C_{p'}} * U + \frac{1}{C_{s'}} * \log \left(\frac{t}{t_0} \right) \right) * \ln \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_{p'}} \right) \right)$$

Hierin is:

- z zetting [m]
- $\gamma_{nat/sat}$ Volumiek gewicht van de natuurlijk verzadigd / volledig verzadigde grond [kN/m³];
- C'_p Primaire samendrukkingsparameter [-];
- C'_s Secundaire samendrukkingsparameter [-];
- C'_p Primaire samendrukkingsparameter na grensspanning [-];
- C'_s Secundaire samendrukkingsparameter na grensspanning [-];
- U Consolidatieratio [-]
- t Bemalingsduur [dag]
- t_0 eenheid van tijd: hier 1 dag [dag]
- σ'_0 initiële korrelspanning midden laag [kN/m²]
- $\sigma'_{p'}$ grensspanning midden laag [kN/m²]
- $\Delta\sigma'$ toename korrelspanning [kN/m²]

Resultaten

Met de formule van [REDACTED] is een zettingsberekening uitgevoerd voor één locatie welke meest worst-case is en daarmee representatief. Deze is weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Resultaten zettingsberekeningen

Berekeningen	Verlaging freatische grondwaterstand	Verlaging stijghoogte	Zetting
	m	m	mm
RWK Noord	1	0,0	4 – 6

De meest noordelijk gelegen RWK (Reinwaterkelder) zal de grootste zetting ondervinden als gevolg van de bemaling van de leidingen en de gelijktijdige bemaling van de bouwkuip van het hoofdgebouw vanwege de berekende verlaging. Deze wordt ingeschat op maximaal ca. 6 mm. Het is aan Brabant Water om te bepalen of deze zetting toelaatbaar is, en of monitoring van zettingen gewenst is.

Op basis van de verlagingcontouren wordt een hoekverdraaiing verwacht van maximaal ca. 1/ 4.000. Dit ten aanzien van wegen en kabels of leidingen. Het is aan Brabant Water om te bepalen of deze hoekverdraaiing toelaatbaar is, en of monitoring van zettingen / hoekverdraaiingen gewenst is. In de NEN 9997 staat het volgende met betrekking tot de grenswaarden voor constructieve vervorming en verplaatsing van fundaties: “De maximum toegelaten relatieve rotatie van constructies in open skeletbouw, skeletbouw met wanden, dragende wanden of doorgaande metselwerkwanden is waarschijnlijk niet hetzelfde maar varieert waarschijnlijk tussen ongeveer 1:200 en 1:300, om het ontstaan van een bruikbaarheidsgrenstoestand in de constructie te voorkomen. Voor veel constructies is een maximum relatieve rotatie van 1:500 toelaatbaar. De relatieve rotatie die waarschijnlijk leidt tot een uiterste grenstoestand bedraagt ongeveer 1:150.”

4.1.1 Paalrot

Verlaging tot onder de fluctuatie van de natuurlijke grondwaterstand vindt enkel plaats op het terrein van Brabant Water. Er worden vanwege de bodemopbouw, ouderdom en type bebouwing hier geen houten palen in het projectgebied verwacht. Dit is echter ter controle aan Brabant Water.

4.2 Natuurwaarden

Voor een natuurgebied kan worden gesteld, dat de verlagingen kleiner moeten zijn dan 0,05 meter, om geen schade aan de vegetatie te veroorzaken. Dit betekent echter niet dat bij verlagingen van 0,05 m of groter schade zal ontstaan. Dit is namelijk afhankelijk van een groot aantal factoren zoals, type begroeiing, seizoen waarin de bemaling plaats vindt en de weersomstandigheden tijdens deze periode.

Binnen het invloedsgebied van de bemaling is geen Natura 2000 gebied, of natte natuurparel aanwezig. De invloed bereikt wel de natuur op het eigen terrein welke valt onder gebied van Natuurnetwerk Nederland (zie Figuur 4.1). Potentiële schade aan deze natuur als gevolg van de bemaling maar ook de bouw- en graafwerkzaamheden zelf zal moeten worden beschouwd door deskundigen van de opdrachtgever. Gedacht kan worden aan het opzetten van de stuwen in de omgeving om het peil in de sloten hoog te houden (tijdens droge periode), het retourbemalingswater te lozen op de sloten langs de perceelsgrenzen. Indien hiertoe wordt gekozen moet afstemming plaatsvinden met de waterbeheerders. Het bemalingswater zal geloosd worden op diverse sloten op de projectlocatie (zie Figuur 4.1 en Bijlage 3). De invloed zal hierdoor kleiner zijn op de locaties waar sloten aanwezig zijn.



Figuur 4.1 Invloedgebied bemaling met donkergroen gebied behorende bij Natuurnetwerk Nederland en lichtgroen gewas grasland. Sloten indicatief weergegeven in lichtblauw.

4.3 Gewasderving

De bemaling zorgt voor grondwaterstandsverlaging ter plaatse van gewaspercelen (Figuur 4.1). Verlaging is echter beperkt (max ca. 15 cm onder een GHG situatie). Er vindt geen grondwaterstandsverlaging onder de natuurlijke fluctuatie plaats. Het risico op schade aan gewassen als gevolg van de bemaling wordt derhalve gering verwacht.

4.4 Archeologie en aardkundige waarden

De invloed van de bemaling, waarbinnen de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden GLG-niveau, reikt net tot objecten met cultuurhistorische waarde of archeologische monumenten. De verlaging is echter zeer beperkt (maximaal ca. 10 cm onder een GHG situatie). Er vindt geen grondwaterstandsverlaging onder de natuurlijke fluctuatie plaats. Het risico op schade aan cultuurhistorische waarde of archeologische monumenten als gevolg van de bemaling wordt derhalve gering verwacht. De archeologische monumenten en gebieden met hoge trefkans voor archeologische artefacten is weergegeven in Figuur 4.2.



Figuur 4.2 Indicatieve Archeologische waardenkaart, en archeologische monumenten (Bron: Provincie Noord-Brabant Kaartbank).

4.5 Monumenten

Verlaging van de grondwaterstand tot onder de GLG ter plaatse van een monument kan tot negatieve gevolgen leiden. Daarom is gekeken naar de aanwezigheid van monumenten en monumentale bomen in de buurt van de projectlocatie. Op basis van de Atlas van de Leefomgeving zijn er geen Rijksmonumenten of monumentale bomen aanwezig binnen de invloedssfeer van de bemaling. Ook zijn geen gemeentelijke monumenten aanwezig binnen het invloedsgedebied van de bemaling.

4.6 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Als gevolg van een bemaling mogen eventuele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgedebied van de bemaling geen significante verplaatsing ondergaan. Op basis van [7] zijn er licht verhoogde concentraties naftaleen en xylenen aangetoond in het grondwater. Verder hebben er op de projectlocatie geen activiteiten plaatsgevonden die aanleiding geven op het verwachten van grondwaterverontreinigingen. Er is geen aanleiding om nader onderzoek te verrichten naar de aanwezigheid van mobiele verontreinigingen en de invloed van de bemaling hierop.

In [7] wordt geadviseerd het freatisch grondwater (derhalve het bemalingswater) niet te gebruiken voor industrie-, proces-, en sproeiwater. Het bemalingswater zal geloosd worden in greppels/sloten waardoor het water zal infiltreren, aangezien het verplicht is om het bemalingswater te retourneren. Hierdoor zal zuivering van het bemalingswater waarschijnlijk noodzakelijk zijn. Het dient in overleg met het Waterschap en de gemeente te worden besloten hoe het bemalingswater het best geloosd kan worden.

4.7 Wijziging van het grond- en oppervlaktewatersysteem.

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand zal de grondwaterstroming tijdelijk enigszins worden verstoord. Vanwege de tijdelijke duur van de bemaling, zal het grondwaterregime na afronding van de bemaling niet of nauwelijks gewijzigd zijn. Door het vernieuwen en aanleggen van een nieuwe leiding zal de grondwaterstroming nauwelijks permanent worden beïnvloed. Als gevolg van de bouw van een kelder, een permanent waterdicht obstakel, kan opstuwing van grondwater ontstaan. De kelder wordt aangelegd in een

zandpakket met een goede doorlatendheid. Negatieve gevolgen als gevolg van een permanent waterdichte obstakel worden daarom niet verwacht.

4.8 Onttrekkingen derden

Op de projectlocatie vindt waterwinning plaats voor algemene menselijke consumptie. Ter plaatse wordt uit verschillende bronnen onttrokken uit dieper gelegen aquifers. Door de aanwezigheid van waterremmende lagen zal de bemaling geen significante invloed hebben op de grondwaterwinning op de locatie, en vice versa (de berekende verlaging in het watervoerend pakket is maximaal ca. 5 cm). Er zijn verder geen andere grondwateronttrekkingen gevonden in de omgeving van de projectlocatie. Voor overige onttrekkingen in de omgeving wordt verwacht dat deze in dieper liggende lagen grondwater onttrekken en daardoor niet van invloed zijn op de bemaling, en vice versa.

4.9 Opkegeling zoet-zout grensvlak en zoetwaterreserves

Het brak-zout vlak ligt op basis van TNO gegevens op een diepte van ca. 115 m. Vanwege de diepte van deze laag en de aanwezigheid van de waterremmende klei/veenlaag is er geen risico op opkegeling van zout of brak grondwater.

De projectlocatie bevindt zich in een drinkwaterbeschermingsgebied. Het is zonder vergunning niet toegestaan grondwater te onttrekken binnen een drinkwaterbeschermingsgebied.

5 Toetsing wettelijk kader

De bemaling vindt plaats binnen het beheersgebied van het waterschap Brabantse Delta.

5.1.1 Onttrekken

Conform artikel 5.40 van de Waterschapsverordening Brabantse Delta geldt geen verbod op het onttrekken van grondwater voor een bronbemaling als:

- a) De te onttrekken hoeveelheid grondwater maximaal 70 m³/uur is; en
- b) de onttrekking niet langer dan vijf dagen op één locatie plaats vindt.

Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, van de Waterschapsverordening Brabantse Delta geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling binnen een beschermd gebied, beperkt beschermd gebied, attentiegebied of invloedsgebied Natura 2000, als:

- a) De bronbemaling alleen gebruikt wordt voor het droog houden van een bouwput voor:
 - I. bouwkundige of civieltechnische werking; of
 - II. bodemsanering;
- b) de te onttrekken hoeveelheid maximaal 50.000 m³ per maand is;
- c) de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden; en
- d) het onttrokken grondwater volledig wordt teruggebracht in de bodem.

Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, van de Waterschapsverordening Brabantse Delta geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling buiten beschermd gebied, beperkt beschermd gebied, attentiegebied en invloedsgebied Natura 2000, als:

- a) De bronbemaling alleen gebruikt wordt voor het droog houden van een bouwput voor:
 - I. bouwkundige of civieltechnische werking; of
 - II. bodemsanering;
- b) de te onttrekken hoeveelheid maximaal 50.000 m³ per maand is;
- c) de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden; en

Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, van de Waterschapsverordening Brabantse Delta geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling, als:

- a) De onttrekkingsinrichting is gelegen buiten een beschermd gebied;
- b) de pompcapaciteit maximaal 10 m³/uur is; en
- c) de put niet dieper is dan:
- d) het watervoerende pakket zoals aangegeven in tabel 1 van Bijlage IV; of
- e) 30 meter wanneer er geen afscheidende lagen aanwezig zijn.

De projectlocatie ligt binnen een beschermd gebied van het waterschap. Op basis van de bemalingsduur langer dan 6 maanden (namelijk 7,5 maand) en de ligging van de projectlocatie binnen een beschermd gebied is de bemaling **vergunningplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening Brabantse Delta. Ook moet worden geretourneerd zoals aangegeven in paragraaf 3.4. Dit is verplicht, en daarmee is zuivering noodzakelijk (zie 4.6).

Conform artikel 5.42 – 5.44 van de Waterschapsverordening Brabantse Delta zorgt degene die grondwater onttrekt als bedoeld in artikel 5.40 van de Waterschapsverordening Brabantse Delta dat:

- De verlaging van de grondwaterstand en de hoeveelheid water die onttrokken wordt niet groter zijn dan noodzakelijk is voor het uitvoeren van het werk.
- De onttrekking niet langer duurt dan noodzakelijk is voor het uitvoeren van het werk.
- Er niet meer grondwater wordt onttrokken dan noodzakelijk is voor het beoogde gebruik.
- Een put die niet langer gebruikt wordt of niet meer geschikt is voor het gebruik waarvoor deze is aangelegd wordt afgedicht.

5.1.2 Lozen

Conform artikel 2.2. van de waterschapsverordening is het verboden zonder omgevingsvergunning water te lozen in of te onttrekken aan een oppervlaktewaterlichaam. Aangezien de bemaling plaatsvindt in een beschermd gebied van het Waterschap Brabantse Delta, is de eis van het Waterschap dat het bemalingswater 100% wordt geretourneerd. Er is gekozen voor lozing op greppels / sloten zodat het bemalingswater geretourneerd wordt door middel van infiltratie via deze greppels / sloten.

Het verbod, bedoeld in artikel 2.2, vijfde lid van de waterschapsverordening, geldt niet voor het lozen van water in een oppervlaktewaterlichaam, als er maximaal 100 m³ water per uur wordt geloosd (Artikel 2.137, lid 1).

Bij het lozen van water in een oppervlaktewaterlichaam geldt een meldingsplicht (artikel 2.138 lid 1), als er meer dan 50 m³ water per uur maar maximaal 100 m³ per uur wordt geloosd.

Bij het lozen van water in een oppervlaktewaterlichaam is geen meldings- of vergunningsplicht, als er maximaal 50 m³ water per uur wordt geloosd (artikel 2.138, lid 2).

Daarnaast geldt voor het lozen van grondwater op een oppervlaktewaterlichaam (artikel 2.144, lid 2) een emissiewaarde van 50 mg/l voor onopgeloste bestanddelen, gemeten in een steekmonster.

Te hoge ijzerconcentraties kunnen door middel van een strofilter worden afgevangen. Eventuele onopgeloste bestanddelen kunnen worden verwijderd middels een zandvang.

Gedurende de lozing dient het lozingswater op een doelmatige wijze bemonsterd te worden en dient het lozingsdebiet op doelmatige wijze bepaald te kunnen worden.

Het actief terugbrengen van bronneringswater in dezelfde watervoerende laag als waaruit het is onttrokken, wordt niet beschouwd als een lozing of infiltratie maar als een retourbemaling. Indien retourbemaling wordt toegepast, is het vanuit een oogpunt van goed grondwaterbeheer noodzakelijk dat het grondwater wordt teruggebracht in het grondwaterpakket waaruit het is onttrokken.

Wordt het bronneringswater geïnfiltreerd op een niet actieve manier waarbij de watervoerende laag niet direct wordt bereikt (bijvoorbeeld door middel van een zaksloot) dan is de Wet bodembescherming van toepassing. Voor deze activiteit dient u zich te wenden tot het bevoegd gezag op grond van de Wet Bodembescherming. Dit betreft de gemeente of de provincie.

Het Waterschap eist dat het onttrokken grondwater volledig wordt teruggebracht in de grond omdat de onttrekking in een beschermd gebied ligt. Dit kan door middel van het lozen op afgedamde sloten/greppels van Brabant Water op de projectlocatie.

Op basis van het te verwachten waterbezwaar is lozing op oppervlaktewateren niet vergunningsplichtig en ook niet meldingsplichtig in het kader van de Waterschapsverordening Brabantse Delta. Het is onbekend of het grondwater voldoet op basis van de maximale emissiewaarde voor onopgeloste bestanddelen. Deze concentraties kunnen bijvoorbeeld worden verlaagd middels een zandvang en/ of strofilter. Het is uiteindelijk aan de uitvoerende partij een geschikte zuiveringsmaatregel uit te werken, wanneer dit noodzakelijk blijkt, om deze gehalten naar aanvaardbare concentraties terug te brengen.

Wanneer het bemalingswater wordt geloosd op afgedamde greppels en sloten die niet in beheer zijn bij het waterschap, dient dit gemeld te worden bij de gemeente. Echter dient voor het retourneren in de bodem de kanttekening in paragraaf 4.6 in acht te worden genomen. Hiervoor dient in overleg te worden getreden met het Waterschap Brabantse Delta en de gemeente.

6 Conclusie en advies

De resultaten van de modelstudie kunnen in volgende conclusies worden samengevat:

- Er dient een filterbemaling door middel van strengen toegepast te worden teneinde de grondwaterstand bij de sleuven te verlagen;
- Er dient een horizontale drainbemaling toegepast te worden teneinde de grondwaterstand bij de bouwkuip met 3,2 meter te verlagen en zodat onttrokken wordt boven de klei-/veenlaag;
- De benodigde verlagingen dienen alvorens de werkzaamheden te starten gecontroleerd te worden;
- Voor de bemaling zijn de volgende debieten naar voren gekomen:

Tabel 6.1 Verwachte debieten* en het totale waterbezwaar op basis van de geschatte duur
(Planning_Uitvoering_Bemaling_Wouw_v2.0+afb)

Leiding / constructie	Verlaging [m]	Debiet [m³/uur]	Debiet [m³/dag]	Totaal bezwaar [m³]
<i>Leidingen</i>				
21A	0,9	3,5	80	240
22	0,4	1	25	100
21	2,1/0,8	10,5	255	1.020
14 (locatie 5)	0,6	1,5	183	500
14 (locatie 6 en 6A)	1,5/0,6	6,5	150	2.100
15 (locatie 5)	0,5	2	45	600
15 (locatie 6 en 6A)	1,4/0,5	6,5	155	2.150
15 (locatie 7)	0,5	2,5	55	400
15 (locatie 4)	0,5	0	0	0
74 (locatie 4)	2,1	8	200	2.800
15A (locatie 8)	1,2/1,1	3	75	220
15A (locatie 9)	1,2/1,1	1,5	35	100
15A (locatie 10)	1,2/1,1	2	45	130
15A (locatie 11 en 11A)	1,2/1,1	10,5	250	1.250
15A (locatie 12)	1,2/1,1	2,5	65	250
13A	2,1	8	190	1.000
23A	0,7	2,5	65	190
23	1,5	9	220	1.320
12B	0,5	1,5	40	260
20, 20A	0,5	2	45	300
<i>Bouwput</i>				
Hoofdgebouw	3,2	6	150	32.000
Totaal				Ca. 50.000

* Het gegeven debiet is een gemiddelde waarde, bij de start van de bemaling zal het debiet meer bedragen teneinde een stationaire toestand te creëren

- Uit de berekeningen volgt dat de reikwijdte van de bemalingen (verlaging = 0,05 m) maximaal ca. 120 m bedraagt. Op basis van de berekeningen wordt het totale waterbezwaar (bij een duur van 8,2 maanden bemaling) geschat op ca. 50.000 m³;

- Op basis van de waterschapsverordening van Waterschap Brabantse Delta is voor de bemaling een vergunning vereist vanwege de tijdsduur van de bemaling. Daarnaast is het zonder vergunning niet toegestaan grondwater te onttrekken binnen een drinkwaterbeschermingsgebied/zoetwaterreserve.
- Op basis van de berekende debieten is de lozing niet meldings- of vergunningsplichtig. De benodigde lengte is ca. 375 m greppels (4 m breed en talud 1:1,5) voor de uitgerekende debieten, zie paragraaf 3.4. Aangenomen dat de grondwaterstand diep genoeg beneden slootbodembodem staat (0.5 m minimaal). Wanneer het bemalingswater wordt geloosd op afgedamde greppels en sloten die niet in beheer zijn bij het waterschap, dient dit gemeld te worden bij de gemeente.

6.1 Aandachtspunten

De bemaling dient gestuurd te worden op basis van de bereikte verlaging, zodat niet meer wordt onttrokken dan strikt noodzakelijk.

Het te onttrekken debiet is afhankelijk van de uiteindelijke fasering, filterstelling en de grondwaterstanden tijdens de uitvoering, de resultaten dienen derhalve als oriënterend te worden ervaren.

De debieten en de invloed op de omgeving kunnen beperkt worden door:

- Optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. De mogelijkheden hiertoe zijn afhankelijk van de beschikbare werkruimte en materieel, dit zal door de bemaler bepaald dienen te worden;
- Het toepassen van slotafdichting om lekkage door de damwandsloten te beperken;
- Het toepassen van slotverklikkers om tijdig te bemerken of damwanden tijdens het installeren uit het slot zijn gesprongen, waardoor een groter lekdebet kan optreden;
- De bemaling uit te voeren tijdens perioden met lage grondwaterstanden;

Daarnaast wordt geadviseerd:

- zettingen van de klei-/veenlagen (op ca. 6,0 m-maaiveld) te beperken door de onttrekkingsfilters boven deze lagen te plaatsen.
- optimalisatie van de filterstelling: het toepassen van kortere filters, met korte h.o.h.-afstanden en zo dicht mogelijk op de sleuf. De mogelijkheden hiertoe zijn afhankelijk van de beschikbare werkruimte en materieel, dit zal door de bemaler bepaald dienen te worden.
- de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket voor en tijdens de werkzaamheden te verifiëren middels een peilbuis, en maatregelen te nemen indien de kritische stijghoogte optreedt. Indien deze stijghoogte optreedt kan bijvoorbeeld een spanningsbemaling in het eerste watervoerende pakket toegepast worden.

Ten aanzien van de infiltratiegreppels dienen met de volgende aspecten rekening gehouden te worden:

- Het wordt geadviseerd de waterstand in de greppels te monitoren. Op deze manier kan de daadwerkelijke infiltratiecapaciteit worden bepaald. Mogelijk kan daardoor de lengte van de infiltratiegreppels worden ingekort;
- Voorkom dichtslibben van de infiltratiegreppels door bemalingswater te filteren op ijzer en onopgeloste bestanddelen.
- Voorkom dichtslibben van de infiltratiegreppels door de sliblaag te verwijderen welke zich vormt op de taluds en bodem van de infiltratiegreppels. Wanneer de waterstand in de infiltratiegreppels wordt gemonitord kan tezamen met het lozingsdebet, de infiltratiecapaciteit worden gemonitord. Op deze

manier kan worden gemonitord wanneer de weerstand van de sliblaag begint op te bouwen en deze sliblaag moet worden verwijderd.

6.2 Risico's en maatregelen

Er wordt benadrukt dat door de variabiliteit in de parameters van de ondergrond en de doorlatendheid van de pakketten de situatie in het terrein kan afwijken. Er wordt geadviseerd tijdens de bemaling regelmatig grondwaterstandpeilingen uit te voeren. Indien nodig kan dan tijdens de uitvoering worden bijgestuurd zodat negatieve effecten worden beperkt. Tevens kan hiermee een onnodig groot debiet worden voorkomen.

De meest noord gelegen RWK (Reinwaterkelder) zal de grootste zetting ondervinden als gevolg van de bemaling. Deze wordt ingeschat op maximaal ca. 6 mm. Het is aan Brabant Water om te bepalen of deze zetting toelaatbaar is, en of monitoring van zettingen gewenst is.

Op basis van de verlagingscontouren wordt een hoekverdraaiing verwacht van maximaal ca. 1/4.000. Dit ten aanzien van wegen en kabels of leidingen. Het is aan Brabant Water om te bepalen of deze hoekverdraaiing toelaatbaar is, en of monitoring van zettingen / hoekverdraaiingen gewenst is. Daarnaast kan het risico verder worden beperkt door de onttrekkingsfilters niet in of onder zettingsgevoelige klei- of veenlagen te plaatsen.

De invloed van de bemaling bereikt de natuur op het eigen terrein welke valt onder gebied van Natuurnetwerk Nederland (zie Figuur 4.1). Potentiële schade aan deze natuur als gevolg van de bemaling maar ook de bouw- en graafwerkzaamheden zelf zal moeten worden beschouwd door deskundigen van de opdrachtgever. Gedacht kan worden aan het opzetten van de stuwen in de omgeving om het peil in de sloten hoog te houden (tijdens droge periode), het retourbemalingswater te lozen op de sloten langs de perceelsgrenzen. Indien hiertoe wordt gekozen moet afstemming plaatsvinden met de waterbeheerders. Het bemalingswater zal geloosd worden op diverse sloten op de projectlocatie (zie Figuur 4.1 en Bijlage 3). De invloed zal hierdoor kleiner zijn op de locaties waar sloten aanwezig zijn.

Als gevolg van een bemaling mogen eventuele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van de bemaling geen significante verplaatsing ondergaan. Op basis van [7] zijn er licht verhoogde concentraties naftaleen en xylenen aangetoond in het grondwater. Verder hebben er op de projectlocatie geen activiteiten plaatsgevonden die aanleiding geven op het verwachten van grondwaterverontreinigingen. Er is geen aanleiding om nader onderzoek te verrichten naar de aanwezigheid van mobiele verontreinigingen en de invloed van de bemaling hierop.

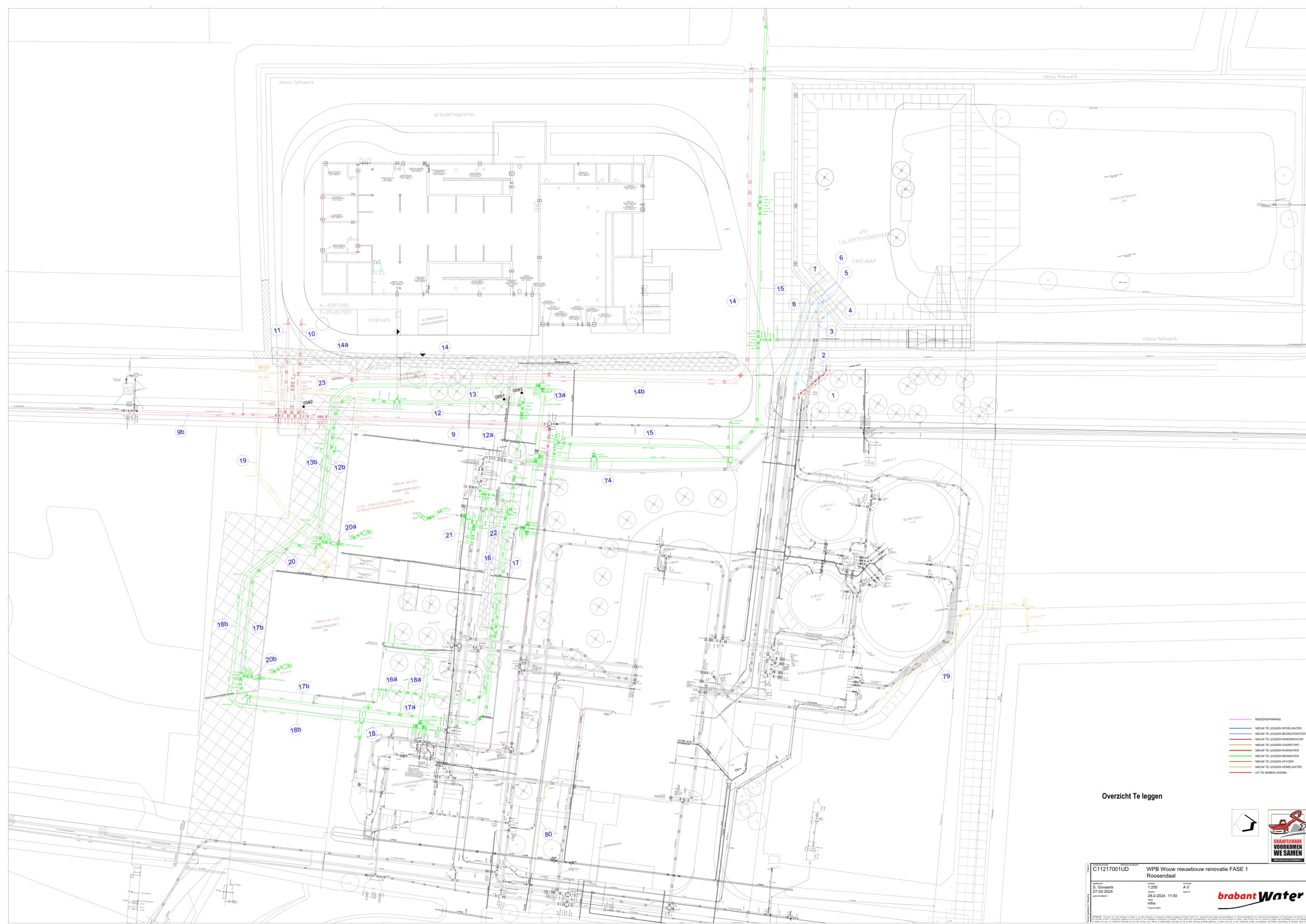
In [7] wordt geadviseerd het freatisch grondwater (derhalve het bemalingswater) niet te gebruiken voor industrie-, proces-, en sproeiwater. Het bemalingswater zal geloosd worden in greppels/sloten waardoor het water zal infiltreren, aangezien het verplicht is om het bemalingswater te retourneren. Hierdoor zal zuivering van het bemalingswater waarschijnlijk noodzakelijk zijn. Het dient in overleg met het Waterschap en de gemeente te worden besloten hoe het bemalingswater het best geloosd kan worden.

Indien de daadwerkelijk onttrokken debieten sterk afwijken adviseren wij om met ons bureau contact op te nemen zodat kan worden bepaald wat de effecten van deze afwijking gedurende de uitvoeringstermijn zijn.

Indien gewenst kan door ons bureau een monitoring worden uitgevoerd met peilbuizen en zettingsbouten, waarbij tevens een monitorings- en interventieplan wordt opgesteld en automatisch wordt gewaarschuwd als vooraf vastgestelde interventiewaarden van de grondwaterstand worden onderschreden.

Om te beoordelen wat de nauwkeurigheid van het gehanteerde model is, verzoeken wij de opdrachtgever om de gegevens van de definitieve bemaling aan ons te verstrekken. Het betreft hierbij met name de toegepaste filterstelling, het onttrokken debiet en de bereikte verlaging in de bouwput en in de omgeving. Zodoende hopen wij u in de toekomst nog beter van dienst te kunnen zijn.

Bijlage 1. Situatietekening leidingen en constructies



- MEDINGSPIJNING
- NIEUW TE LEOGEN SPELWATER
- NIEUW TE LEOGEN BEDRIJFSWATER
- NIEUW TE LEOGEN INWERKWATER
- NIEUW TE LEOGEN OVERSTORT
- NIEUW TE LEOGEN RIJWATER
- NIEUW TE LEOGEN RIJWATER
- NIEUW TE LEOGEN RIJWATER
- NIEUW TE LEOGEN RIJWATER
- UIT TE NEMEN LEIDING

Overzicht Te leggen



Projectnummer	C11217001UD	Projectnaam	WPB Wouw nieuwbouw renovatie FASE 1 Roosendaal
Ontwerper	S. Govaarts	Schaal	1:250
Datum	27-02-2024	Bladnr	A0
Werkzaamheden	infra	Datum	28-2-2024 11:50
Typen project			

brabantWater



Bijlage 2. Opbarstberekeningen

Project:
Locatie:
Projectnummer:

Bouwkuij hoofdgebouw liftput
Heerle Moerstraatseweg 16
GD231352



Uitgangspunten

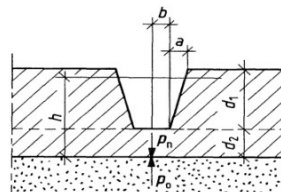
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

$$u_{z;d} \leq v_{z;d} + d_{z;d} + f \cdot v_{1;d} + d_{1;d}$$

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	1	[m NAP]
Ontgravingniveau	ontgr	0	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHS	2,1	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-3	[m NAP]
Breedte talud	a	1	[m]
Halve bodembreedte	b	1	[m]



Partiële belastingfactoren (NEN9997-1+C2, Tabel A.17)

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G,dst}$	1,0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G,stab}$	0,9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	γ_w	9,8	[kN/m ³]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	$\gamma_g (d_1)$	17	[kN/m ³]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	$\gamma_g (d_2)$	16	[kN/m ³]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m ³)
	1	17
	0	
	0	
	0	
Totaal >	1	17 < gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m ³)
	0,5	18
	1,5	14
	1	18
	0	
Totaal >	3	16 < gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	1	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	3	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	5,1	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P_1	17	[kN/m ²]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P_2	48	[kN/m ²]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0,46	-
Netto neerwaartse druk	P_n	55,8	[kN/m ²]
Netto opwaartse druk	P_o	49,98	[kN/m ²]

Resultaten

Veiligheidsfactor

V_f

1,00

Indien <1,0 risico op opbarsten

Project:
Locatie:
Projectnummer:

Bouwkuip hoofdgebouw kelder
Heerle Moerstraatseweg 16
GD231352



Uitgangspunten

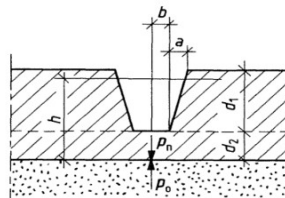
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

$$u_{z,d} \leq v_{z,d} \cdot d_{z,d} + f \cdot y_{1,d} \cdot d_{1,d}$$

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	5,5	[m NAP]
Ontgravingniveau	ontgr	1	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHS	2,1	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-3	[m NAP]
Breedte talud	a	-	[m]
Halve bodembreedte	b	-	[m]



Partiële belastingsfactoren (NEN9997-1+C2, Tabel A.17)

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G,dst}$	1,0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G,slb}$	0,9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	γ_w	9,8	[kN/m ³]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	$\gamma_g(d_1)$	15	[kN/m ³]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	$\gamma_g(d_2)$	16,5	[kN/m ³]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m ³)
	4,5	15
	0	
	0	
	0	
Totaal >	4,5	15 < gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m ³)
	1,5	18
	1,5	14
	1	18
	0	
Totaal >	4	16,5 < gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	4,5	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	4	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	5,1	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	-	[kN/m ²]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	66	[kN/m ²]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	-	-
Netto neerwaartse druk	P_n	66,0	[kN/m ²]
Netto opwaartse druk	P_o	49,98	[kN/m ²]

Resultaten

Veiligheidsfactor

Vf

1,19

Indien <1,0 risico op opbarsten

Bijlage 3. Locatie infiltratiesloten/greppels Opbarstberekeningen

Bijlage 4. Planning bemaling

[illegible]

Geonius.nl

Geonius is een middelgroot interdisciplinair ingenieursbureau met brede expertise binnen de GWW- en bouwsector. Door onze unieke combinatie van vakkennis op het gebied van wegen, geotechniek, milieu, geodesie, water, ruimtelijke ontwikkeling, landschap, archeologie en ecologie zijn wij goed in staat mee te denken met de klant en projecten zelfstandig uit te voeren. Grenzen tussen de verschillende divisies vervagen, waardoor steeds meer projecten integraal door ons worden uitgevoerd.

Geonius hecht veel waarde aan een informele, positieve bedrijfscultuur, het welzijn van medewerkers en maatschappelijke betrokkenheid.



Wegen



Geotechniek



Milieu



Geodesie



Water



Ruimtelijke ontwikkeling



Landschap



Archeologie



Ecologie