Oriënterend bemalingsadvies

t.b.v. reconstructie Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder
GA251721.R01.V1.0

19 maart 2026



GEONIUS

Oriënterend bemalingsadvies

t.b.v. reconstructie Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder
Documentnummer GA251721.R01.V1.0
19 maart 2026

Opdrachtgever
Gemeente Den Helder
Willemsoord 66
1781 AS Den Helder

Auteurs
Adviseur geohydrologie L.N. Zomerdijk MSc
Collegiale toets C. Goudswaard MSc

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

Geonius.nl

Functie	Naam	Handtekening
Adviseur geohydrologie	L.N. Zomerdijk MSc	
Collegiale toets	C. Goudswaard MSc	

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Archiefgegevens 5
1.2 Projectuitgangspunten 5
2 Bodemgesteldheid 7
2.1 Bodemopbouw 7
2.2 Grondwaterstanden 8
2.3 Oppervlaktewater en onttrekkingen derden 9
2.4 Geohydrologische eigenschappen 10
3 Oriënterend bemalingsadvies 11
3.1 Beschouwing opbarstrisico 11
3.2 Modellering QGIS-TIM 12
4 Omgevingseffecten 14
4.1 Zettingen 14
4.2 Stabiliteit waterkeringen en grote infrastructuur 15
4.3 Monumenten 16
4.4 Bodem- en grondwaterverontreinigingen 17
4.5 Ontplofbare Oorlogsresten (OO) 18
4.6 Opkegeling zoet-zout grensvlak en zoetwaterreserves 18
5 Toetsing wettelijk kader 19
5.1 Onttrekken 19
5.2 Lozen 19
6 Conclusie en advies 22
6.1 Risico's en maatregelen 23

Bijlagen

Bijlage 1. Resultaten opbarstberekening

1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Den Helder heeft Geonius een bemalingsadvies opgesteld ten behoeve van de reconstructie van de Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder. De ligging van de projectlocatie is weergegeven in Figuur 1.1.

Het doel van het oriënterend bemalingsadvies is middels het geohydrologisch bureauonderzoek een inschatting te maken van het benodigde debiet teneinde werkzaamheden t.b.v. de rioolreconstructie in den droge uit te kunnen voeren. Tevens is middels de grondwatermodellering een oriëntering van de invloed van de bemaling op de nabije omgeving gedaan.

Voorliggend oriënterend bemalingsadvies is opgesteld op basis van enkel een bureauonderzoek. De bodemparameters zijn derhalve gebaseerd op openbare (model)gegevens en zijn conservatief ingeschat. De modelstudie is indicatief om de omgevingsrisico's en benodigde vervolgonderzoeken inzichtelijk te maken. Voor de benodigde vergunningsaanvraag is een aanvullende studie nodig op basis van een gedetailleerder uitgewerkte of definitieve planning (fasering).

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 bevindingen van het bureauonderzoek, het oriënterende bemalingsadvies en de globale beoordeling van de effecten op de omgeving.

Dit betreft een oriënterend bemalingsadvies aangezien de fasering, lengte van de openliggende sleuf en aanlegsnelheid per dag nog niet duidelijk zijn vastgesteld. Er dient een definitief bemalingsadvies opgesteld te worden op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning.



Figuur 1.1: Luchtfoto met ligging projectlocatie (rood kader) [bron: Gemeente Den Helder]

1.1 Archiefgegevens

Met een bureauonderzoek zijn gegevens verzameld van de projectlocatie. Hiervoor zijn o.a. de volgende bronnen geraadpleegd:

- Projectarchief Geonius;
- DINOloket van TNO;
- Grondwatertools van TNO;
- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN);
- Kaarten hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Legger, Peilbesluit).

1.2 Projectuitgangspunten

De projectuitgangspunten zijn op basis van de in Tabel 1.1 opgenomen documenten vastgesteld, welke door de opdrachtgever zijn aangeleverd.

Tabel 1.1: Overzicht geraadpleegde projectgegevens

Ref.	Document / Tekening / Grondonderzoek	Datum
[1]	Tekening 02.09_301_RI_REC_VO blad 1 t/m blad 3	09-10-2025
[2]	BR04_21B_M_JZT_1130_def Onderhoud en uitbreiding grondwatermeetnet Den Helder 2021	15-07-2021
[3]	Sondeerrapport conform NEN-EN-ISO-22476-1, Locatie: Polderweg / Prinshendriklaan te Den Helder, Projectnummer: 16192	09-04-2025
[4]	E-mails opdrachtgever met betrekking tot uitgangspunten	26-01-2025 27-01-2025
[5]	Aanvullend onderzoek Polderweg/ Prins Hendriklaan te Den Helder P250290	25-11-2025

Voor het bemalingsadvies zijn op basis van de aangeleverde projectuitgangspunten en de geraadpleegde archiefgegevens zoals benoemd in §1.1 door ons de onderstaande uitgangspunten aangehouden:

- Het gemiddelde maaiveldniveau bedraagt ca. NAP +0,6 m;
- Het ruimtebeslag van de sleuf exclusief talud wordt geschat op ca. 3,0 m. Het talud (3:2) heeft een breedte van ca. 2 m. Het totale ruimtebeslag van de sleuf wordt daarmee geschat op ca. 7 m;
- Het ontgravingsniveau van de sleuf bedraagt ca. NAP -2,5 m. Hiermee komt het ontgravingsniveau op ca. 3,1 m -maaiveld;
- De gewenste grondwaterstandverlaging tijdens de uitvoering is aangenomen op 0,3 m- ontgravingsniveau. Het gewenste grondwaterniveau in de bouwput bedraagt hiermee het volgende:

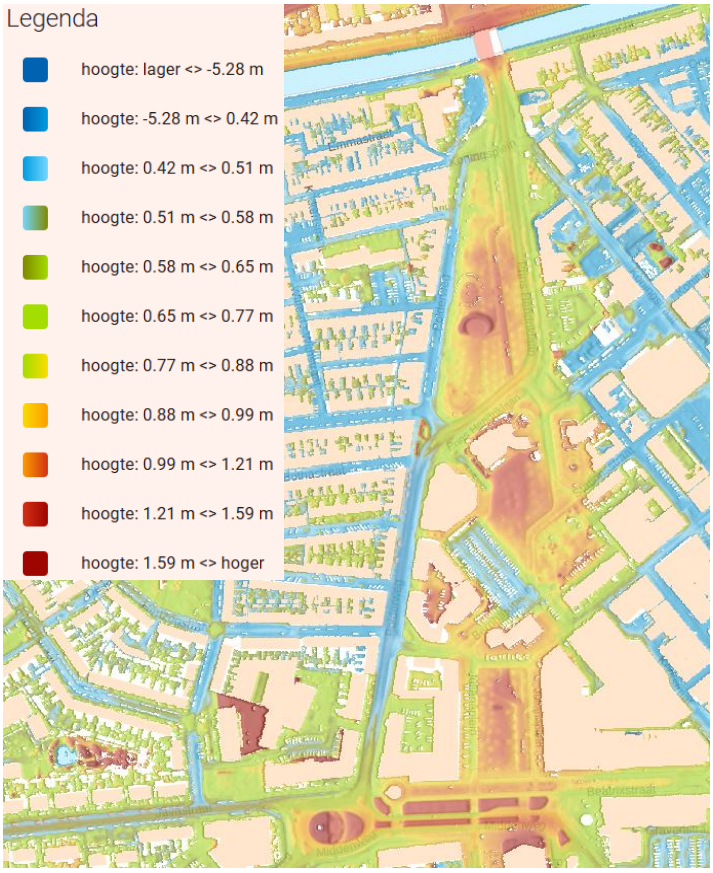
Type ontgraving	Ontgravings-niveau [m NAP]	Gewenste Grondwaterstand [m NAP]
Freatische bemaling		
Rioolsleuf	-2,50	-2,80
Zandvangputten	-3,00 tot -4,50	-3,30 tot -4,80
Spanningsbemaling		
Rioolsleuf	-2,50	-1,55
Zandvangputten	-3,00	-2,25
Zandvangputten	-3,50	-2,95
Zandvangputten	-4,00	-3,75
Zandvangputten	-4,50	-4,50

- De totale duur van de bemaling is aangenomen op ca. 425 werkdagen of 595 kalenderdagen;
- De werkzaamheden zullen gefaseerd plaatsvinden, de bemaling zal derhalve niet over het gehele tracé gelijktijdig actief zijn. In voorliggende modelstudie is uitgegaan van een aanlegsnelheid van 3,3 m/dag waarbij totaal ca. 10 m gelijktijdig in bemaling staat;
- Twee dagen voorbemaling per sectie van 3,3 m;
- Er is van uitgegaan dat geen waterkerende voorzieningen worden toegepast;
- Er zijn geen bemalingen in de directe nabijheid actief die de invloed en het debiet kunnen beïnvloeden;
- Eventuele beperkingen of randvoorwaarden als gevolg van milieukundige aspecten zijn buiten beschouwing gelaten.

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

2 Bodemgesteldheid

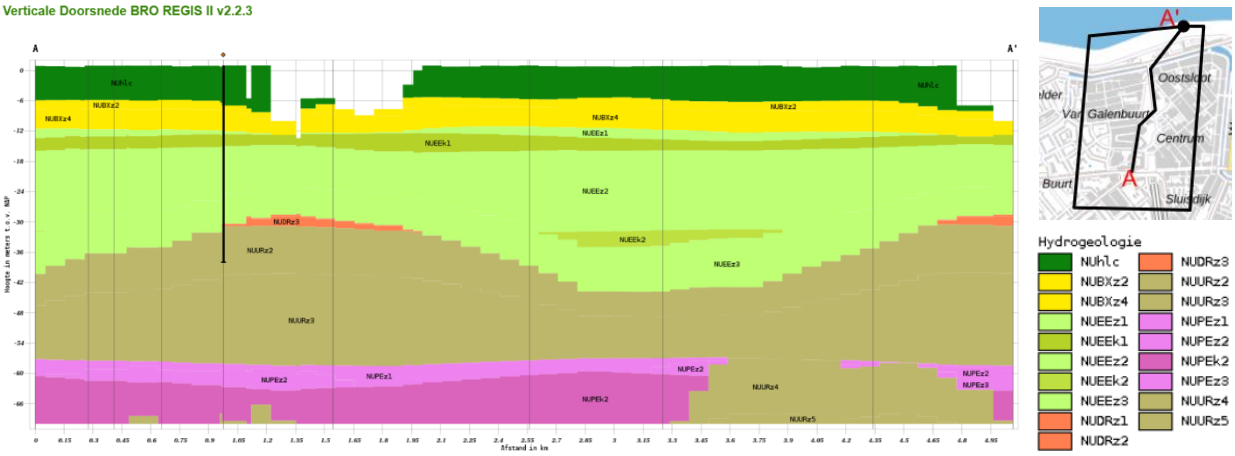
Het maaiveld ligt op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) op een niveau van NAP +0,8 tot +0,4 m zie Figuur 2.1. Op basis van het AHN heeft het terrein een hoogteverschil van ca. 0,5 m.



Figuur 2.1 Uitsnede AHN 5 ter plaatse van de projectlocatie (rood kader) [bron: AHN-viewer]

2.1 Bodemopbouw

De op de locatie te verwachten bodemopbouw is op basis van het bodemonderzoek van opdrachtgever [5], openbare bodemgegevens en het REGIS II v2.2.3 model van TNO geïnterpreteerd en in Tabel 1.1 beschreven, zie ook onderstaande dwarsdoorsnede in Figuur 2.2.



Figuur 2.2 Verticale doorsnede REGIS II v2.2.3 model

Tabel 2.1: Geschematiseerde bodemopbouw

Laag	van	tot	*Formatie* GRONDSOORT, conditie, bijmenging (en bijzonderheden)
	in m t.o.v. NAP		
1	+0,8 à +0,4	-2,0	*Antropogene ophooglaag* ZAND fijn, siltig, met kleilenzen
2	-2,0	-4,8	*Holoceen (HLC)* KLEI siltig en VEEN
3	-4,8	-12,5	*Formatie van Boxtel (BX)* ZAND middelgrof,
4	-12,5	-33,0 à -40,0	*Eem formatie (EE)* ZAND middelgrof met siltige tussenlaagjes
5	-33,0 à -40,0	-61,0	*Formatie van Urk (UR) en Formatie van Peelo* ZAND middelgrof tot grof
6	-61,0	-68,0 à -90,0	*Formatie van Peelo (PE)* KLEI zandig *hydrologische basis*

2.2 Grondwaterstanden

Volgens de legger van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier wordt in het gebied een waterpeil (streefpeil) van NAP -0,5 m aangehouden met een bovengrens van NAP -0,3 m en een ondergrens van NAP -0,7 m).

Om de langdurige grondwaterstand beter in beeld te krijgen is archiefonderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn peilbuisgegevens van de gemeente Den Helder geraadpleegd. Ook is gekeken naar het LHM-model van het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI). Met behulp van de peilbuisgegevens van Gemeente Den Helder is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bepaald. De peilbuizen zijn gesitueerd op ca. 5 à 80 meter afstand van de projectlocatie, de gegevens zijn opgenomen in Tabel 2.2.

Op basis van deze peilbuisgegevens wordt een GHG van NAP -0,1 m en een GLG van NAP -0,4 m verwacht. Tevens is gekeken naar het LHM-model waarbij een GHG van ca. 0,7 m- maaiveld wordt verwacht, dit komt overeen met NAP -0,1 m. Op basis van het model wordt een GLG van NAP -0,5 m verwacht.

De gegevens verkregen uit de geraadpleegde peilbuizen en het grondwatermodel komen goed met elkaar overeen. In dit rapport wordt een meest ongunstige GHG van NAP 0,0 m en een GLG van -0,4 m aangehouden.

Tabel 2.2: Peilbuisgegevens uit de omgeving [bron: Grondwatertools]

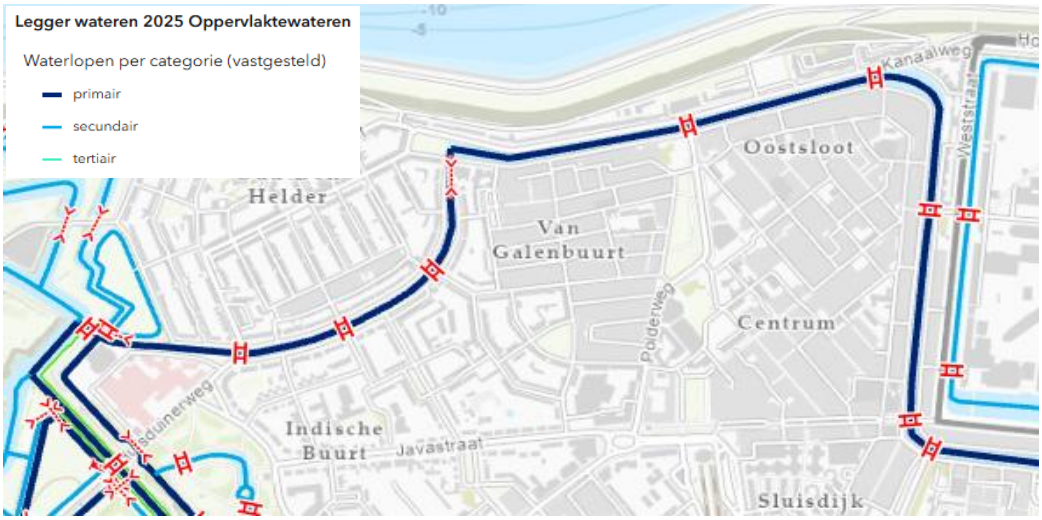
Peilbuis	Maaiveld [m NAP]	Filterniveau [m NAP]	Periode	RHG [m NAP]	GG [m NAP]	RLG [m NAP]	Fluctuatie [m]
SP1.01	+0,9	-0,4 tot -1,4	21-12-2021 tot 28-11-2024	-0,0	-0,3	-0,6	0,6
SP1.02	+1,08	-0,2 tot -1,2	21-12-2021 tot 28-11-2024	-0,4	-0,4	-0,5	0,1
DM2-1.06	+0,5	-0,7 tot -1,7	01-05-2013 tot 17-02-2026	-0,1	-0,2	-0,3	0,2
DM1-1.03	+0,5	-0,7 tot -1,7	12-09-2019 tot 17-02-2026	0,0	-0,2	-0,4	0,4
DM1-2.03	+0,5	-6,2 tot -7,2	19-03-2021 tot 17-02-2026	+0,4	+0,1	-0,1	0,5

De stijghoogte in het watervoerend pakket is tevens op basis van peilbuisgegevens van de Gemeente Den Helder bepaald. Op basis van peilbuis DM1-203 (zie tabel 3.3) volgt een stijghoogte van ca. NAP +0,1 m in een gemiddelde situatie, een fractie hoger dan de freatische grondwaterstand. De gemiddeld hoogste stijghoogte wordt ingeschat op NAP +0,4 m.

Wij wijzen erop dat de grondwaterstand van seizoen tot seizoen kan verschillen en in nattere jaargetijden mogelijk hoger wordt aangetroffen dan thans het geval is. Exacte grondwaterstanden kunnen alleen middels langdurige peilbuismetingen worden verkregen.

2.3 Oppervlaktewater en onttrekkingen derden

Rondom de projectlocatie bevinden zich diverse watergangen, weergegeven in Figuur 4.3. De grachten zijn primaire watergangen. Naar verwachting hebben de watergangen een drainerende functie, de primaire watergangen worden meegenomen in de modelstudie.



Figuur 2.3 Uitsnede legger oppervlaktewater [bron: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier]

De aanwezigheid van grondwateronttrekkingspunten en bodemenergiesystemen in de buurt van het tracé is onderzocht middels de WKOtool. In Figuur 2.4 is een overzicht weergegeven met bekende locaties met een grondwateronttrekking of bodemenergiesysteem. Het dichtstbijzijnde onttrekkingspunt bevindt zich op ca. 60 m van de projectlocatie. Het wordt verwacht dat de onttrekkingspunten zich een stuk dieper bevinden ten opzichte van de bemaling, ofwel buiten de reikwijdte van de bemaling vallen. In het geohydrologisch model zal daarom de invloed van deze onttrekkingspunten buiten beschouwing worden gelaten.



Figuur 2.4 Onttrekkingspunten in de omgeving van het bemalingstracé [bron: WKOtool]

2.4 Geohydrologische eigenschappen

Op basis van de aangetroffen grondslag, het REGIS II v2.2.3 model van TNO en Grondwaterzakboekje (B. Bot, 2016) is de doorlatendheid van de ondergrond ingeschat. De doorlatendheid per aangetroffen laag is beschreven in Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Doorlatendheid per aangetroffen laag op basis van REGIS II model en Grondwaterzakboekje (B. Bot, 2016)

Laag	Bovenkant [m NAP]	Onderkant [m NAP]	Doorlatendheid [m/d]	Weerstand [d]
Antropogene ophooglaag ZAND fijn, siltig, met kleilenzen	+0,8 à +0,4	-2,0	2	300
Holoceen (HLC) KLEI siltig en VEEN	-2,0	-4,8	-	420
Formatie van Boxtel (BX) ZAND middelgrof,	-4,8	-12,5	5	-
Eem formatie (EE) ZAND middelgrof met siltige tussenlaagjes	-12,5	-33,0 à -40,0	20	-
Formatie van Urk (UR) ZAND middelgrof en grof	-33,0 à -40,0	-57,0	25	-
Formatie van Peelo (PE) ZAND middelgrof	-57,0	-61,0	10	-
Formatie van Peelo (PE) KLEI zandig	-61,0	∞	-	∞

Wareco heeft doorlatendheidsmetingen uitgevoerd voor de Gemeente Den Helder [4]. Met de resultaten van de doorlatendheidsmetingen is de doorlatendheid van het freatisch pakket bepaald. In Tabel 2.4 is een overzicht gegeven van de resultaten van een aantal metingen uit het onderzoek [4].

Tabel 2.4: Resultaten uitgevoerde doorlatendheidsmetingen

Meting	Filterstelling	Type proef	Doorlatendheid [m/d]
PB3.09	Diep	Rising head	0,3
PB3.03	Freatisch	Falling head	1,0
PB3.01	Diep	Rising head	0,9

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 300 dagen.

3 Oriënterend bemalingsadvies

Uitgaande van een gewenste grondwaterstand van NAP -2,8 m en een freatische grondwaterstand tijdens een GHG-situatie van NAP 0,0 m bedraagt de benodigde verlaging ca. 2,8 m. Daarnaast zijn er diverse zandvangputten waarbij 4 verschillende ontgravingsdieptes worden aangehouden in dit advies: NAP -3,0 m, NAP -3,5 m, NAP 4,0 m en NAP -4,5 m.

Er is van uitgegaan dat de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd in een open sleuf. Er is dus geen rekening gehouden met waterkerende constructies. De uitvoeringstermijn is door ons aangenomen op ca. 425 werkdagen, overeenkomend met ca. 595 kalenderdagen.

Voorgenoemde uitgangspunten zijn samengevat in Tabel 3.1. Er wordt hierbij uitgegaan van de maatgevende situatie ter plaatse van de laag gelegen delen van het tracé.

Tabel 3.1: Uitgangpunten

Type ontgraving	Ontgravings-niveau [m NAP]	Grondwaterstand [m NAP]	Gewenste Grondwaterstand [m NAP]	Verlaging [m]	Duur [dagen]
Freatische bemaling					
Rioolsleuf	-2,5	+0,0	-2,8	2,8	595
Zandvangputten	-3,0 tot -4,5	+0,0	-3,3 tot -4,8	3,3 tot 4,8	595
Spanningsbemaling					
Rioolsleuf	-2,5	+0,4	-1,55	1,95	595
Zandvangputten	-3,0	+0,4	-2,25	2,65	3 dagen per zinker
Zandvangputten	-3,5	+0,4	-2,95	3,35	3 dagen per zinker
Zandvangputten	-4,0	+0,4	-3,75	4,05	3 dagen per zinker
Zandvangputten	-4,5	+0,4	-4,50	4,90	3 dagen per zinker

Dit betreft een oriënterend bemalingsadvies ten behoeve van de aanbesteding. Aangezien de fasering, lengte van de openliggende sleuf en aanlegsnelheid per dag nog niet duidelijk zijn vastgesteld is dit een oriënterend bemalingsadvies. Er dient een definitief bemalingsadvies opgesteld te worden op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning waarbij resultaten en adviezen kunnen wijzigen.

3.1 Beschouwing opbarstrisico

De verwachte ontgravingsdiepte bedraagt ca. 2,5 tot 4,5 m -maaiveld. Er wordt ter plaatse van de ontgraving op een diepte van ca. 5,35 m -maaiveld een waterremmende laag verwacht. De stijghoogte is aangenomen op ca. NAP +0,4 m. Derhalve is een berekening gemaakt op het risico op opbarsten van de sleuf te bepalen.

De gebruikte uitgangspunten en de resultaten zijn opgenomen in Bijlage 1. 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 -1,55 tot -4,5 m voor de diverse ontgravingen (zie tabel 4.1 en Bijlage 6). De aangenomen stijghoogte in het eerste watervoerend pakket is hoger, derhalve is een spanningsbemaling noodzakelijk om opbarsten van de bouwsleuf te voorkomen.

Wij adviseren de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket voor en tijdens de werkzaamheden te verifiëren middels een peilbuis, en maatregelen te nemen indien deze kritische stijghoogte optreedt.

3.2 Modellering QGIS-TIM

De berekeningen voor het vaststellen van de bemalingswijze, onttrekkingshoeveelheden en verlagingslijnen 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 3.2 staat het profiel voor de modellering weergegeven. In het model is uitgegaan van de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakker en een horizontaal maaiveld.

Tabel 3.2: Overzicht opgesteld geohydrologisch profiel

Laag	Bovenkant [m NAP]	Onderkant [m NAP]	Dikte [m]	k_h [m/dag]	C [dagen]	S_y [-]
Antropogene ophooglaag ZAND fijn, siltig, met kleilenzen	+0,6	-2,0	1	1,5	180	0,25
Holoceen (HLC) KLEI siltig en VEEN	-2,0	-4,8		-	420	10^{-5}
Formatie van Boxtel (BX) ZAND middelgrof,	-4,8	-7,8	3	2	-	10^{-5}
Formatie van Boxtel (BX) ZAND middelgrof,	-7,8	-12,5	4,7	5		10^{-5}
Eem formatie (EE) en Formatie van Urk (UR)en Formatie van Peelo (PE) ZAND middelgrof met siltige tussenlaagjes	-12,5	-58,0	44,5	20	-	10^{-5}

Hierin is:

- K_h horizontale doorlatendheid;
- C verticale weerstand;
- S_y specifieke berging.

Voor de modellering van de bemaling zijn langs de sleuf horizontale drains en een spanningsbemaling met onttrekkingpunten geprojecteerd. De drains voor de bemaling liggen in het Holoceen klei/veenpakket vanwege de diepte van de ontgraving (ca. NAP -2,5 m) op een afstand van ca. 3,5 m ten opzichte van de opvangputten. Daarna is een onttrekkingsdebiet ingevoerd en de verlaging ter plaatse van de sleuf gecontroleerd. Voor de spanningsbemaling zijn aan de randen van de sleuf strengen met onttrekkingspunten geprojecteerd op een

diepte van NAP -5,8 m. Daarna is een onttrekkingsdebiet ingevoerd en de verlaging ter plaatse van de bouwput gecontroleerd.

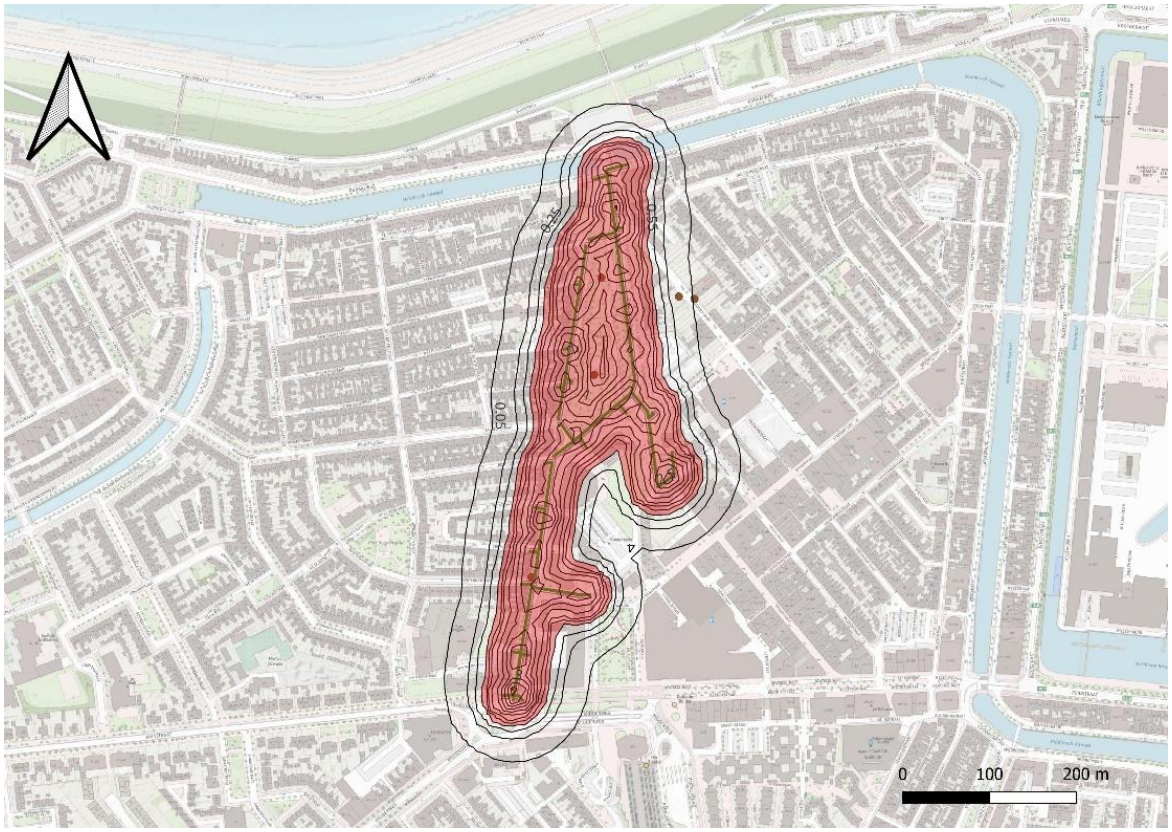
Op grond van de beschikbare gegevens zijn met de oriënterende modelstudie de benodigde onttrekkingen bepaald. Deze zijn weergegeven in Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Verwachte debieten* en het totale waterbezwaar op basis van de geschatte duur

Type bemaling	Verlaging [m]	Debiet [m^3/uur]	Debiet [m^3/dag]	Debiet [m^3/maand]	Totaal bezwaar [m^3]	Reikwijdte [m]
Freatisch	2,5 tot 4,5	<5	73 - 81	2260 - 2500	43.500 – 48.000	80
Spanning	1,95 tot 4,9	<10	172 - 190	5.300 – 5.900	102.000 – 113.000	250
Totaal		**<15**	**245 – 271**	**7.560 – 8.400**	**145.500 – 161.000**	

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

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. 80 meter de verlaging ca. 0,05 m bedraagt. 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: Verlagingscontouren van de bemaling in het freatisch pakket en maximale reikwijdte (verlaging <0,05 m) en GLG-contour rood gearceerd

4 Omgevingseffecten

Het ontgraven en verlagen van de freatische grondwaterstand en stijghoogte kan ongewenste effecten hebben op de omgeving. De risico's voor de omgeving zijn ingeschat en weergegeven in Tabel 4.1. Voor het inschatten van de risico's is gekeken naar de verlaging van de grondwaterstand ten opzichte van de natuurlijke fluctuatie hiervan. De effecten worden nader toegelicht in onderstaande paragrafen wanneer van toepassing.

De omgevingseffecten zijn op basis van dit oriënterend bemalingsadvies ingeschat. De omgevingseffecten moeten in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden bepaald. Hierdoor kunnen risico's en bijbehorend advies voor de omgeving wijzigen.

Tabel 4.1: Inventarisatie omgevingsrisico van de bemaling

	Risicoprofiel			
Effect	Klein	Matig	Groot	Onderbouwing
Zettingen bebouwing		x		Hoofdstuk 4.1
Stabiliteit waterkeringen	x			Hoofdstuk 4.2
Stabiliteit grote infrastructuur	x			Hoofdstuk 4.2
Natuurwaarden	x			Niet van toepassing
Gewasderving	x			Niet van toepassing
Aardkundige waarden	x			Niet van toepassing
Archeologische waarden	x			Niet van toepassing
Monumenten		x		Hoofdstuk 4.3
Grondwaterverontreinigingen		x		Hoofdstuk 4.4
Bodemverontreinigingen		x		Hoofdstuk 4.4
Uitvoering	x			Niet beschouwd
Stabiliteit ontgraving	x			Niet beschouwd
Ontplofbare oorlogsresten	x			Hoofdstuk 4.5
Grond- en oppervlaktewatersysteem	x			Niet van toepassing
Onttrekkingen derden	x			Niet van toepassing
Zoetwaterreserves	x			Niet van toepassing
Zoet-zout grensvlak		x		Hoofdstuk 4.6

4.1 Zettingen

Zetting kan optreden als de grondwaterstand wordt verlaagd tot onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Het gewenste verlagingsniveau (3,4 tot 5,4 m -maaiveld) bevindt zich beneden de GLG (ca. 1 m -maaiveld), derhalve kunnen zettingen mogelijk optreden in zettingsgevoelige lagen. Zoals beschreven is de bodemopbouw variabel.

Aangezien de gewenste grondwaterstand zich beneden de GLG bevindt en klei en veenlagen aanwezig kunnen zijn, is het risico op zettingen niet uit te sluiten. Bij dunnere samendrukbare lagen worden geen noemenswaardige zettingen meer verwacht. Bij dikkere zettingsgevoelige lagen bestaat echter het risico op zettingen. Als reeds bebouwing met schade aanwezig is, kan ook beperkte zetting als onwenselijk worden beschouwd. Indien gewenst kunnen zettingsrisico's door Geonius beoordeeld worden. De daadwerkelijke kans op schade aan bebouwing wordt onder meer bepaald door de historie van het terrein, de mate van verlaging en het ontwerp en de bouwtechnische conditie van de bebouwing. We adviseren op basis van dit oriënterend bemalingsadvies zettingsberekeningen uit te voeren.

Om eventuele (on)terechte claims correct af te kunnen handelen, moet:

- Ter plaatse van verlaging buiten de natuurlijke fluctuaties (contourlijn binnen rood gearceerd gebied in Figuur 3.1) geïnventariseerd worden of kwetsbare (op staal of houten palen gefundeerde, monumentale en/of reeds aan schade onderhevige) bebouwing aanwezig is;
- Hier een bouwkundige vooropname uitgevoerd worden om de toelaatbare deformaties door een constructeur vast te laten stellen. Op deze locaties is monitoring van de freatische grondwaterstand door middel van zettingsbouten noodzakelijk;
- De freatische grondwaterstand gemonitord worden om de invloed van de bemaling op de freatische grondwaterstand na te gaan.

Het monitoringsplan dient door een geohydroloog gecontroleerd te worden.

Om het risico op zettingsschade te beperken wordt in ieder geval aanbevolen de grondwaterstand niet verder of langer te verlagen dan strikt noodzakelijk is om het werk uit te voeren.

4.2 Stabiliteit waterkeringen en grote infrastructuur

De bemaling zorgt voor verlaging in de beschermingszone A en in het waterstaatwerk van de waterkering (zie figuur 4.1). Het waterkerend vermogen mag niet negatief beïnvloed worden.

Op basis van de modellering van de bemaling wordt de grondwaterstand in de beschermingszone A en in het waterstaatswerk maximaal 10 cm wordt verlaagd. De verlaging in de grondwaterstand valt binnen de natuurlijke schommelingen in dit gebied. De verlaging veroorzaakt door de bemaling is nog altijd hoger dan de GLG.

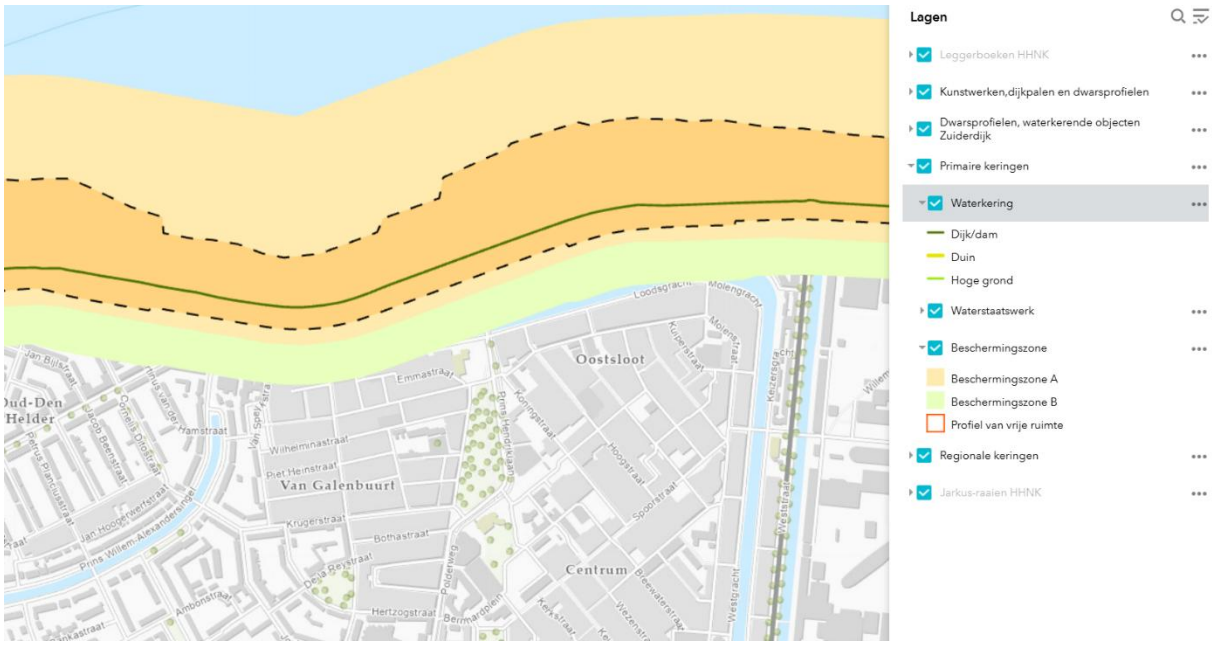
Het verlagen van grondwater nabij een kering kan in theorie effect hebben op de faalmechanismes hoogte, macro-en microstabiliteit, piping en de bekleding.

Voor de hoogte geldt dat de zandlaag waarin de verlaging optreedt gedurende het jaar met enige regelmatig niet volledig verzadigd is. Met de bemaling komt de grondwaterstand niet lager dan de laagste grondwaterstand uit het verleden. Een waterstandverlaging van maximaal 40 cm zal naar verwachting geen significant effect op de kruinhoogte hebben.

Uitgangspunt is dat in het geval van hoogwater, de bemaling eerder gestopt zal worden om een (dreigende) dijkdoorbraak te voorkomen. We adviseren het grondwater te monitoren en in een hoogwaterperiode eventueel de verst gelegen werkzaamheden van de dijk uit te voeren. De dijk is stabiel bij hoogwater met een hoge grondwaterstand, een verlaging van de grondwaterstand leidt hierbij tot een verzwakking van de dijk.

De huidige bekleding bestaat uit een weelderige grasbekleding. Op de kruin bevindt zich asfalt. De bekleding zal met een verlaging van minder dan 10 cm geen significante schade oplopen.

Op basis van dit oriënterend onderzoek kan niet uitgesloten worden dat de bemaling geen negatief effect heeft op de waterkering (zeedijk). Aanvullend onderzoek is nodig om de risico's in kaart te brengen. Daarnaast dient de verlaging van het grondwater nauwkeurig bepaald te worden op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning. De stabiliteit van een waterkering dient altijd op basis van het definitieve bemalingsplan getoetst te worden door een waterveiligheidskundige.



Figuur 4.1 Legger waterkeringen Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

4.3 Monumenten

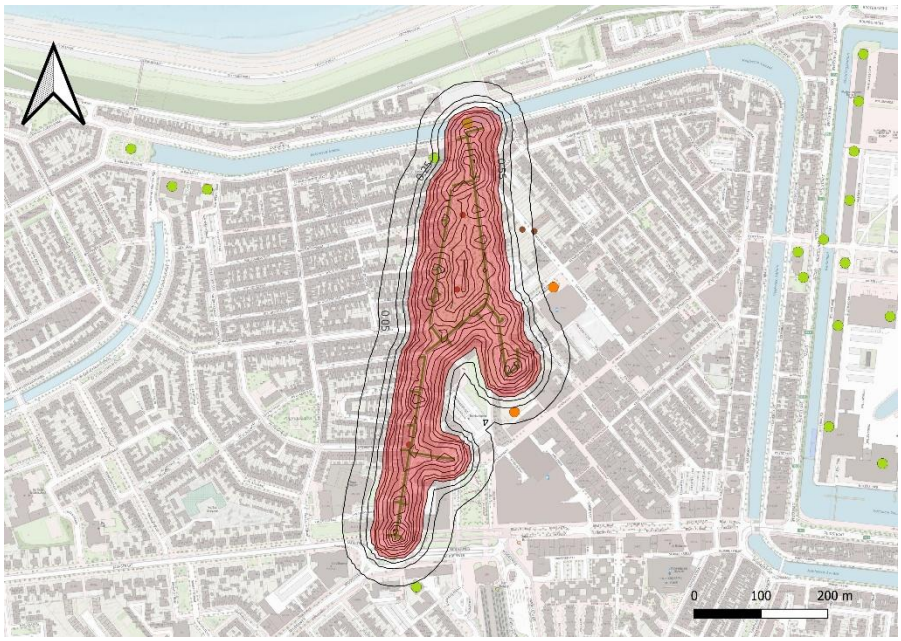
Verlaging van de grondwaterstand tot onder de GLG ter plaatse van een monument kan tot negatieve gevolgen leiden. Daarom is gekeken naar de aanwezigheid van monumenten en monumentale bomen in de buurt van de projectlocatie. Op basis van de Erfgoedatlas zijn er naar verwachting enkele Rijksmonumenten of monumentale bomen aanwezig binnen de invloedsfeer van de bemaling (zie figuur 4.2). Ter hoogte van Rijksmonument 21388 en 508487 wordt de grondwaterstand tot onder de GLG verlaagd. Er zijn geen monumentale bomen aanwezig binnen de GLG-contour (zie figuur 4.2). Er worden daarom en gezien de tijdelijke verlaging geen negatieve gevolgen verwacht voor de monumentale bomen. Rondom zettingsgevoelige funderingen van monumenten kunnen vernattingsfilters worden toegepast teneinde zettingen te voorkomen. Wij adviseren bij het bevoegd gezag te informeren of aanvullende maatregelen vereist zijn met betrekking tot de aanwezige monumenten.

Er is sprake van zettingsrisico's binnen de GLG-contour (zie hoofdstuk 4.1). We adviseren zettingsberekeningen uit te voeren. Om eventuele (on)terechte claims correct af te kunnen handelen adviseren wij tevens:

- bij de monumenten een bouwkundige vooropname uit te voeren om de toelaatbare deformaties door een constructeur vast te laten stellen. Op deze locaties is monitoring door middel van zettingsbouten noodzakelijk;
- De freatische grondwaterstand te monitoren om de invloed van de bemaling op de freatische grondwaterstand na te gaan.

Het monitoringsplan dient door een geohydroloog gecontroleerd te worden.

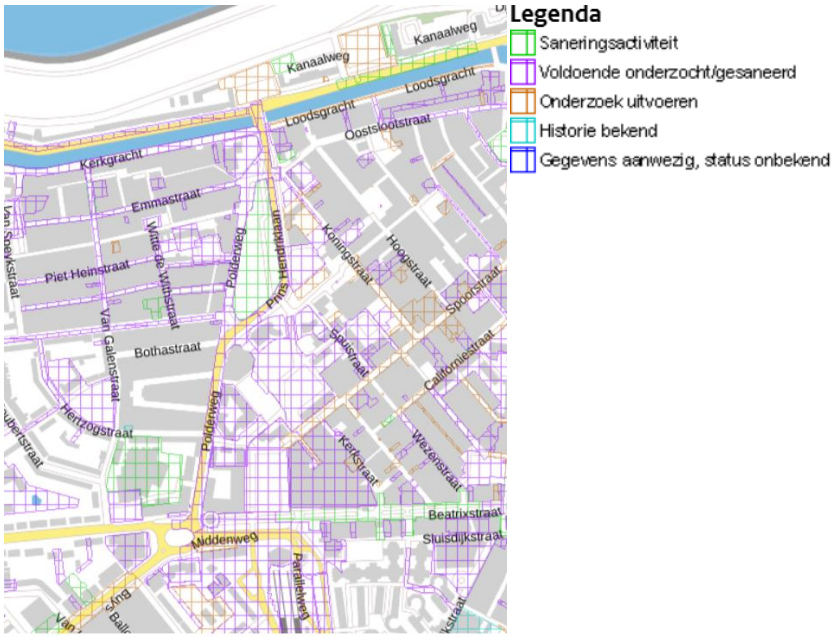
Om het risico op zettingsschade te beperken wordt in ieder geval aanbevolen de grondwaterstand niet verder of langer te verlagen dan strikt noodzakelijk is om het werk uit te voeren.



Figuur 4.2 Ligging monumenten lichtgroen en monumentale bomen oranje

4.4 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

Als gevolg van een bemaling mogen eventuele grondwaterverontreinigingen binnen het invloedsgebied van de bemaling geen significante verplaatsing ondergaan. Op basis van het bodemonderzoek [5] is er sprake van één geval van sterke verontreiniging met lood. Het risico op verplaatsing hiervan is naar verwachting klein. Er zijn op basis van Bodemloket bekende (potentiële) verontreinigingen en locaties waarbij de status van saneren onbekend is in de nabijheid van de projectlocatie bekend (zie figuur 4.3).De status of type verontreiniging hiervan is op basis van bodemloket onbekend. Omdat niet kan worden uitgesloten dat hierbinnen sterke grondwaterverontreinigingen zijn gesitueerd die beïnvloed kunnen worden door de bemaling, wordt geadviseerd bij bevoegd gezag informatie op te vragen over deze verontreinigingen en indien aanwezig te bepalen wat het risico is op verplaatsen.



Figuur 4.3 Ligging potentiële verontreinigingen (Bron: Bodemloket)

4.5 Ontplofbare Oorlogsresten (OO)

Op basis van de NGE beleidskaart van de gemeente Den Helder is gekeken naar de aanwezigheid van verdachte gebieden op OO in de buurt van de projectlocatie. Op basis van de kaart is de projectlocatie OO verdacht op het gebied van afwerpmunitie. Geadviseerd wordt alvorens met de graafwerkzaamheden te beginnen een OO-onderzoek uit te voeren.

4.6 Opkegeling zoet-zout grensvlak en zoetwaterreserves

Het brak/zout grensvlak bevindt zich op ca. NAP -0,3 tot NAP -0,9 m (Geologische dienst Nederland). Naar verwachting bevindt de onttrekking zich grotendeels onder het brak/zout grensvlak. Hier wordt naast een eventuele kleine verlaging geen significante invloed op het grensvlak door de bemaling verwacht. Wel dient er rekening gehouden te worden met het onttrekken van brak/zout water. Het onttrokken water in dit deel kan naar verwachting niet zondermeer geloosd worden. Aanvullend onderzoek naar de wijze van lozing, analyse lozingsparameters en lozingseisen is benodigd. Wij adviseren bij het bevoegd gezag te informeren naar de eisen voor het mogen lozen van het onttrokken grondwater.

5 Toetsing wettelijk kader

De bemaling vindt plaats binnen het beheersgebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Op basis van de resultaten uit het oriënterend bemalingsadvies is de bemaling aan het wettelijk kader getoetst en is een inschatting gemaakt of de bemaling vergunningsplichtig of meldingsplichtig is. De bemaling dient in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw opnieuw getoetst te worden aan het wettelijk kader.

5.1 Onttrekken

Conform artikel 4.27 van de Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is het verboden zonder omgevingsvergunning grondwater te onttrekken voor een bronbemaling in het:

1. gebied kernzone van de waterkering of beschermingszone A van de waterkering;
2. kwetsbaar gebied grondwater, als er meer grondwater wordt onttrokken dan 10.000 m^3 per maand;
3. beheergebied buiten de kernzone en beschermingszone A van de waterkering en buiten het kwetsbaar gebied grondwater, als er meer grondwater wordt onttrokken dan 15.000 m^3 per maand.

De onttrekking duurt ten hoogste zes aaneengesloten kalendermaanden uit dezelfde onttrekkingsfilters.

De freatische grondwaterstand en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket worden niet verder verlaagd dan 0,5 meter onder het ontgravingsniveau.

Op basis van het te verwachten waterbezwaar en tijdsduur van de bemaling wordt verwacht dat de onttrekking van grondwater t.b.v. een bronbemaling **vergunningsplichtig** is in het kader van de Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Dit is ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies en moet in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden getoetst.

5.2 Lozen

Conform artikel 4.33 van de Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier kan:

1. het onttrokken water binnen een straal van 500 meter van het onttrekkingspunt worden geretourneerd in de bodem in hetzelfde watervoerende pakket als waaruit het onttrokken is;
2. het onttrokken water op een oppervlaktewaterlichaam worden geloosd als retourneren in de bodem redelijkerwijs niet mogelijk is.

Conform artikel 3.9 van de Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is het verboden zonder omgevingsvergunning grondwater te lozen in een oppervlaktewaterlichaam in het beheergebied buiten het kwetsbaar gebied oppervlaktewater, als:

1. er door een initiatiefnemer meer water wordt geloosd dan 50 m^3 per uur; of
2. het water afkomstig is van gecontroleerde of peil-gestuurde drainage;

Het is verboden zonder melding grondwater afkomstig van ontwatering te lozen op een oppervlaktewaterlichaam. Grondwater afkomstig van ontwatering mag met het oog op doelmatig beheer van afvalwater onder voorwaarden met een melding op een oppervlaktewaterlichaam worden geloosd. De voorwaarden zijn:

1. Met het oog op het doelmatig beheer van afvalwater kan grondwater bij ontwatering worden geloosd op een oppervlaktewaterlichaam, als dat grondwater:
    a. niet van een bodemsanering, een grondwatersanering of een onderzoek voorafgaand aan een bodemsanering of grondwatersanering;
    b. het is geen drainagewater als bedoeld in paragraaf 4.77 van het Besluit activiteiten leefomgeving (BAL);
2. Voor het te lozen grondwater is de emissiegrenswaarde voor onopgeloste stoffen 50 mg/l, gemeten in een steekmonster.
3. Voor het te lozen grondwater afkomstig van bronnering is de concentratie van chloride lager of vergelijkbaar met de chloride concentratie van het ontvangende oppervlaktewater.
4. Het tweede en derde lid zijn niet van toepassing op het lozen van grondwater vanaf percelen met een woonfunctie afkomstig van een onttrekking volgens het polderprincipe.

Op basis van het te verwachten waterbezwaar is de lozing van grondwater t.b.v. een bronbemaling **meldingsplichtig** in het kader van de Waterschapsverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Dit is ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies en moet in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden getoetst.

Daarnaast is onbekend of het grondwater voldoet aan de waterkwaliteitseisen van lozing. Daarom wordt geadviseerd om de waterkwaliteit tijdens het lozen en voorafgaand aan de werkzaamheden te bemonsteren en te analyseren. Eventuele onopgeloste bestanddelen kunnen eenvoudig worden verwijderd middels een zandvang. Het ijzergehalte kan als nodig worden verlaagd met een strofilter, een beluchtings- of ontijzeringsinstallatie (afhankelijk van de ijzergehaltes). Tevens dient er rekening gehouden te worden met het onttrekken van brak/zout water. Het onttrokken water in dit deel kan niet zondermeer geloosd worden. Op basis van het verwachte chloridegehalte is de lozing **vergunningsplichtig.** Dit is ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies en moet in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden getoetst.

In het omgevingsplan van gemeente Den Helder gelden conform artikel 22.140 de volgende regels voor lozing op het riool:

1. Met het oog op het doelmatig beheer van afvalwater kan grondwater bij ontwatering, dat niet afkomstig is van een bodemsanering, een grondwatersanering of een onderzoek voorafgaand aan een bodemsanering of grondwatersanering en dat geen drainagewater als bedoeld in paragraaf 4.77 van het Besluit activiteiten leefomgeving is, worden geloosd op of in de bodem of in een voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater. [voldoet].

2. Voor het lozen van dat grondwater in een schoonwaterriool is de emissiegrenswaarde voor onopgeloste stoffen 50 mg/l en voor ijzer 5 mg/l, gemeten in een steekmonster.

3. Voor het lozen van dat grondwater in een vuilwaterriool is de emissiegrenswaarde voor onopgeloste stoffen 300 mg/l.

4. Het lozen van dat grondwater in een vuilwaterriool duurt niet langer dan 8 weken en de geloosde hoeveelheid is ten hoogste 5 m^3/u.

5. Het tweede tot en met vierde lid zijn niet van toepassing op het lozen van grondwater afkomstig van ontwatering bij wonen.

Het lozen op de vuilwaterriolering is alleen gewenst als lozing op de bodem, het oppervlaktewater of de hemelwaterriolering niet doelmatig is. Voor lozen op de riolering is afhankelijk van de lozingsdebieten in sommige gemeenten een aansluitvergunning vereist.

Het is onbekend of de kwaliteit van het grondwater voldoet aan de concentratie onopgeloste bestandsdelen en ijzer voor lozing van het grondwater in schoonwaterriool. Deze concentraties kunnen bijvoorbeeld worden verlaagd middels een zandvang en/ of strofilter. Mits aan deze concentraties wordt voldaan is de lozing van het grondwater op schoonwaterriool meldingsplichting. Op basis van het debiet en tijdsduur van lozing mag niet op het vuilwaterriool worden geloosd. Dit is ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies en moet in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden getoetst.

Gedurende de lozing dient het lozingswater op een doelmatige wijze bemonsterd te kunnen 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.

6 Conclusie en advies

Dit betreft een oriënterend bemalingsadvies ten behoeve van de aanbesteding. Aangezien de fasering, lengte van de openliggende sleuf en aanlegsnelheid per dag nog niet duidelijk zijn vastgesteld is dit een oriënterend bemalingsadvies. Er dient een definitief bemalingsadvies opgesteld te worden op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning waarbij resultaten en adviezen kunnen wijzigen.

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

- Er is gerekend met een horizontale drainbemaling (freatisch) De horizontale drains voor de bemaling liggen in de modelstudie in het Holoceen klei/veenpakket vanwege de diepte van de ontgraving (ca. NAP -2,5 m) op een afstand van ca. 3,5 m ten opzichte van de opvangputten.
- In het model is gerekend met een spanningsbemaling waarbij aan de randen van de sleuf strengen met onttrekkingspunten geprojecteerd zijn op een diepte van NAP -5,8 m teneinde de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket met ca. 1,95 à 4,9 m te verlagen;
- De benodigde verlagingen dienen in een definitief bemalingsadvies en alvorens de werkzaamheden te starten gecontroleerd te worden;
- Uit de oriënterende modelstudie volgen de volgende debieten en reikwijdte:

Tabel 6.1 Verwachte debieten* en het totale waterbezwaar op basis van de geschatte duur

Type bemaling	Verlaging [m]	Debiet [m^3/uur]	Debiet [m^3/dag]	Debiet [m^3/maand]	Totaal bezwaar [m^3]	Reikwijdte [m]
Freatisch	2,5 tot 4,5	<5	73 - 81	2260 – 2.500	43.500 – 48.000	80
Spanning	1,95 tot 4,9	<10	172 - 190	5.300 – 5.900	102.000 – 113.000	230
Totaal		**<15**	**245 – 271**	**7.560 – 8.400**	**145.500 – 161.000**	

* 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) op het freatisch grondwaterpeil maximaal ca. 80 m bedraagt. Op basis van de berekeningen wordt het totale waterbezwaar (bij een duur van 595 kalenderdagen voor de bemaling) geschat op ca. 145.500 à 161.000 m^3;
- Op basis van de Waterschapsverordening van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is de bemaling naar verwachting **vergunningsplichtig**; Dit is ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies en moet in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden getoetst.
- Op basis van de debieten is de lozing op oppervlaktewater naar verwachting meldingsplichtig echter op basis van het verwachte chloridegehalte is de lozing naar verwachting **vergunningsplichtig.**;
- Het is onbekend of de kwaliteit van het grondwater voldoet aan de concentratie onopgeloste bestandsdelen en ijzer voor lozing van het grondwater in schoonwaterriool. Deze concentraties kunnen bijvoorbeeld worden verlaagd middels een zandvang en/ of strofilter. Mits aan deze concentraties wordt voldaan is de lozing van het grondwater op schoonwaterriool meldingsplichting. Op basis van het debiet en tijdsduur van lozing mag naar verwachting niet op het vuilwaterriool worden geloosd. Voor lozen op de riolering is afhankelijk van de lozingsdebieten in sommige gemeenten een aansluitvergunning vereist.
- Het is onbekend of het grondwater voldoet aan de waterkwaliteitseisen van lozing. Daarom wordt geadviseerd om de waterkwaliteit tijdens het lozen en voorafgaand aan de werkzaamheden te bemonsteren en te analyseren. Tevens dient er rekening gehouden te worden met het onttrekken van brak/zout water. Het onttrokken water in dit deel kan niet zondermeer geloosd worden.

6.1 Risico's en maatregelen

Er wordt benadrukt dat de risico's en maatregelen zijn ingeschat op basis van dit oriënterend bemalingsadvies. Deze moeten in een definitief bemalingsadvies op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning opnieuw worden bepaald. Hierdoor kunnen risico's en maatregelen wijzigen.

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 kan een onnodig groot debiet worden voorkomen.

Aangezien de gewenste grondwaterstand zich beneden de GLG bevindt en klei en veenlagen aanwezig kunnen zijn, is het risico op zettingen niet uit te sluiten. Bij dunnere samendrukbare lagen worden geen noemenswaardige zettingen meer verwacht. Bij dikkere zettingsgevoelige lagen bestaat echter het risico op zettingen. Als reeds bebouwing met schade aanwezig is, kan ook beperkte zetting als onwenselijk worden beschouwd. Indien gewenst kunnen zettingsrisico's door Geonius beoordeeld worden. De daadwerkelijke kans op schade aan bebouwing wordt onder meer bepaald door de historie van het terrein, de mate van verlaging en het ontwerp en de bouwtechnische conditie van de bebouwing. We adviseren op basis van dit oriënterend bemalingsadvies zettingsberekeningen uit te voeren.

Om eventuele (on)terechte claims correct af te kunnen handelen, moet:

- Ter plaatse van verlaging buiten de natuurlijke fluctuaties (contourlijn binnen rood gearceerd gebied in Figuur 3.1) geïnventariseerd worden of kwetsbare (op staal gefundeerde, monumentale en/of reeds aan schade onderhevige) bebouwing aanwezig is;
- Hier een bouwkundige vooropname uitgevoerd worden om de toelaatbare deformaties door een constructeur vast te laten stellen. Op deze locaties is monitoring van de freatische grondwaterstand door middel van zettingsbouten noodzakelijk;
- De freatische grondwaterstand gemonitord worden om de invloed van de bemaling op de freatische grondwaterstand na te gaan.

Het monitoringsplan dient door een geohydroloog gecontroleerd te worden.

Dit dient ook uitgevoerd te worden voor Rijksmonument 21388 en 508487, omdat deze gelegen zijn binnen de GLG-contour. Daarnaast zijn twee monumentale bomen aanwezig binnen het invloedsgebied van de bemaling. Er zijn geen monumentale bomen aanwezig binnen de GLG-contour (zie figuur 4.2). Er worden daarom en gezien de tijdelijke verlaging geen negatieve gevolgen verwacht voor de monumentale bomen. Rondom zettingsgevoelige funderingen van monumenten kunnen vernattingsfilters worden toegepast teneinde zettingen te voorkomen. Wij adviseren bij het bevoegd gezag te informeren of aanvullende maatregelen vereist zijn met betrekking tot de aanwezige monumenten.

Op basis van dit oriënterend onderzoek kan niet uitgesloten worden dat de bemaling geen negatief effect heeft op de waterkering (zeedijk). Aanvullend onderzoek is nodig om de risico's in kaart te brengen. Daarnaast dient de verlaging van het grondwater nauwkeurig bepaald te worden op basis van een verder uitgewerkt of definitieve planning. De stabiliteit van een waterkering dient altijd op basis van het definitieve bemalingsplan getoetst te worden door een waterveiligheidskundige.

Er zijn op basis van Bodemloket bekende (potentiële) verontreinigingen en locaties waarbij de status van saneren onbekend is in de nabijheid van de projectlocatie bekend (zie figuur 4.3). De status of type verontreiniging hiervan is op basis van bodemloket onbekend. Omdat niet kan worden uitgesloten dat hierbinnen sterke grondwaterverontreinigingen zijn gesitueerd die beïnvloed kunnen worden door de bemaling, wordt geadviseerd bij bevoegd gezag informatie op te vragen over deze verontreinigingen en indien aanwezig te bepalen wat het risico is op verplaatsen. De projectlocatie is OO verdacht op het gebied van afwerpmunitie. Geadviseerd wordt alvorens met de graafwerkzaamheden te beginnen een OO-onderzoek uit te voeren.

Naar verwachting bevindt de onttrekking zich grotendeels onder het brak/zout grensvlak. Hier wordt naast een eventuele kleine verlaging geen significante invloed op het grensvlak door de bemaling verwacht. Wel dient er rekening gehouden te worden met het onttrekken van brak/zout water. Het onttrokken water in dit deel kan naar verwachting niet zondermeer geloosd worden. Aanvullend onderzoek naar de wijze van lozing, analyse lozingsparameters en lozingseisen is benodigd. Wij adviseren bij het bevoegd gezag te informeren naar de eisen voor het mogen lozen van het onttrokken grondwater.

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 monitoring worden uitgevoerd met peilbuizen en zettingsbouten, waarbij tevens een voorgesteld monitoringsplan 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.

Bijlagen

Bijlage 1. Resultaten opbarstberekening

Project:	*Oriënterend bemalingsadvies*
Locatie:	*Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder*
Projectnummer:	*GA251721.R01.V1.0*

GEONIUS

Uitgangspunten

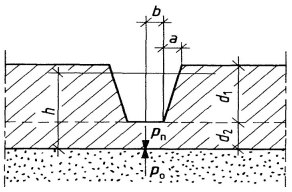
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

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

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	0.6	[m NAP]
Ontgravingsniveau	ontgr	-2.5	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHG	-1.55	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-4.75	[m NAP]
Breedte talud	a	2	[m]
Halve bodembreedte	b	2	[m]



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

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1.0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0.9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	Yw	9.8	[kN/m^3]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	Yg (d_1)	17.35483871	[kN/m^3]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	Yg (d_2)	12.88888889	[kN/m^3]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1.6	18	
	1	18	
	0.5	14	
Totaal >	3.1	17.35483871	< gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1	11	
	1	15	
	0.25	12	
Totaal >	2.25	12.88888889	< gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	3.1	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	2.25	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	3.2	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	53.8	[kN/m^2]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	29	[kN/m^2]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0.11	-
Netto neerwaartse druk	Pn	35.2	[kN/m^2]
Netto opwaartse druk	Po	31.36	[kN/m^2]

Resultaten

Veiligheidsfactor	**Vf**	1.01	-	**Indien <1,0 risico op opbarsten**

Project:	*Oriënterend bemalingsadvies*
Locatie:	*Zandvangputten Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder*
Projectnummer:	*GA251721.R01.V1.0*

Uitgangspunten

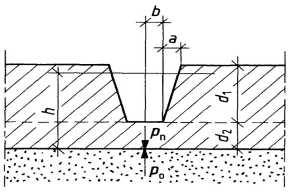
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

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

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	0.6	[m NAP]
Ontgravingsniveau	ontgr	-3	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHG	-2.25	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-4.75	[m NAP]
Breedte talud	a	2	[m]
Halve bodembreedte	b	2	[m]



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

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1.0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0.9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	Yw	9.8	[kN/m^3]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	Yg (d_1)	16.47222222	[kN/m^3]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	Yg (d_2)	13.42857143	[kN/m^3]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1.6	18	
	1	18	
	0.5	14	
	0.5	11	
Totaal >	3.6	16.47222222	< gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	0.5	11	
	1	15	
	0.25	12	
Totaal >	1.75	13.42857143	< gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	3.6	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	1.75	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	2.5	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	59.3	[kN/m^2]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	23.5	[kN/m^2]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0.07	-
Netto neerwaartse druk	Pn	27.5	[kN/m^2]
Netto opwaartse druk	Po	24.5	[kN/m^2]

Resultaten

Veiligheidsfactor	**Vf**	1.01	-	**Indien <1,0 risico op opbarsten**

Project:	*Oriënterend bemalingsadvies*
Locatie:	*Zandvangputten Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder*
Projectnummer:	*GA251721.R01.V1.0*

GEONIUS

Uitgangspunten

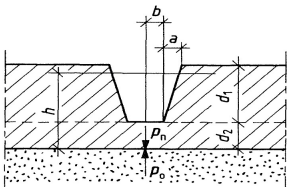
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

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

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	0.6	[m NAP]
Ontgravingsniveau	ontgr	-3.5	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHG	-2.92	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-4.75	[m NAP]
Breedte talud	a	2	[m]
Halve bodembreedte	b	2	[m]



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

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1.0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0.9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	Yw	9.8	[kN/m^3]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	Yg (d_1)	15.80487805	[kN/m^3]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	Yg (d_2)	14.4	[kN/m^3]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1.6	18	
	1	18	
	0.5	14	
	1	11	
Totaal >	4.1	15.80487805	< gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1	15	
	0.25	12	
Totaal >	1.25	14.4	< gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	4.1	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	1.25	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	1.83	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	64.8	[kN/m^2]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	18	[kN/m^2]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0.03	-
Netto neerwaartse druk	Pn	19.9	[kN/m^2]
Netto opwaartse druk	Po	17.934	[kN/m^2]

Resultaten

Veiligheidsfactor	**Vf**	1.00	-	**Indien <1,0 risico op opbarsten**

Project:	*Oriënterend bemalingsadvies*
Locatie:	*Zandvangputten Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder*
Projectnummer:	*GA251721.R01.V1.0*

GEONIUS

Uitgangspunten

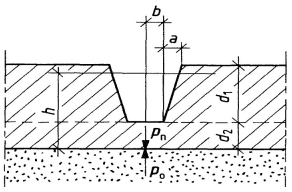
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

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

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	0.6	[m NAP]
Ontgravingsniveau	ontgr	-4	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHG	-3.75	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-4.75	[m NAP]
Breedte talud	a	2	[m]
Halve bodembreedte	b	2	[m]



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

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1.0 [-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0.9 [-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	Yw	9.8	[kN/m^3]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	Yg (d_1)	15.7173913	[kN/m^3]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	Yg (d_2)	14	[kN/m^3]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1.6	18	
	1	18	
	0.5	14	
	1	11	
	0.5	15	
Totaal >	4.6	15.7173913	< gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	0.5	15	
	0.25	12	
Totaal >	0.75	14	< gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	4.6	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	0.75	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	1	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	72.3	[kN/m^2]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	10.5	[kN/m^2]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0.01	-
Netto neerwaartse druk	Pn	11.0	[kN/m^2]
Netto opwaartse druk	Po	9.8	[kN/m^2]

Resultaten

Veiligheidsfactor	**Vf**	1.01	-	**Indien <1,0 risico op opbarsten**

Project:	*Oriënterend bemalingsadvies*
Locatie:	*Zandvangputten Polderweg-Prins Hendriklaan Den Helder*
Projectnummer:	*GA251721.R01.V1.0*

GEONIUS

Uitgangspunten

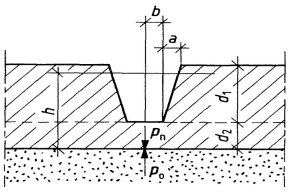
Sheet maakt gebruik van berekening NEN9997-1+C2:2017

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

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

Geometrie

Maaiveldniveau	mv	0.6	[m NAP]
Ontgravingsniveau	ontgr	-4.5	[m NAP]
Gemiddeld hoogste stijghoogte	GHG	-4.48	[m NAP]
Onderkant afsluitende lagen (opbarstniveau)	d	-4.75	[m NAP]
Breedte talud	a	2	[m]
Halve bodembreedte	b	2	[m]



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

Partiële belastingfactor ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1.0	[-]
Partiële belastingfactor gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0.9	[-]

Karakteristiek gewicht talud en afsluitende lagen

Volumiek gewicht water	Yw	9.8	[kN/m^3]
Volumiek gewicht talud (d_1) (gewogen gemiddelde)	Yg (d_1)	15.64705882	[kN/m^3]
Volumiek gewicht afsluitende lagen (d_2) (gew. gem.)	Yg (d_2)	12	[kN/m^3]

Talud (d_1)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	1.6	18	
	1	18	
	0.5	14	
	1	11	
	1	15	
Totaal >	5.1	15.64705882	< gew. gem.

Afsluitende lagen (d_2)	Dikte (m)	Volumiek gewicht (kN/m^3)	
	0.25	12	
Totaal >	0.25	12	< gew. gem.

Berekening

Geometrie

Diepte werkput	d_1	5.1	[m]
Resterende afsluitende laag onder werkput	d_2	0.25	[m]
Waterkolom boven onderkant afsluitende laag	h	0.27	[m]

Karakteristieke druk

Neerwaartse druk talud	P1	79.8	[kN/m^2]
Neerwaartse druk afsluitende laag	P2	3	[kN/m^2]
Factor waarmee talud bijdraagt	f	0.00	-
Netto neerwaartse druk	Pn	3.0	[kN/m^2]
Netto opwaartse druk	Po	2.646	[kN/m^2]

Resultaten

Veiligheidsfactor	**Vf**	1.03	-	**Indien <1,0 risico op opbarsten**

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

GEONIUS