

RAPPORT

Bemaling kelder ziekenhuis Tergooi te Hilversum

Klant: Tergooi Hilversum

Referentie: BB3800WATR1904151612WM

Status: 02/Finale versie

Datum: 15 april 2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Bemaling kelder ziekenhuis Tergooi te Hilversum

Ondertitel:
Referentie: BB3800WATR1904151612WM
Status: 02/Finale versie
Datum: 15 april 2019
Projectnaam: Bemaling Tergooi Ziekenhuis
Projectnummer: BB3800
Auteur(s): Lisette Avis, Co Laan, Tony Kok

Opgesteld door: Lisette Avis, Co Laan, Tony Kok

Gecontroleerd door: Ron Stroet

Datum/Initialen: 12 april 2019

Goedgekeurd door: Theo Simmerman

Datum/Initialen: 12 april 2019

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

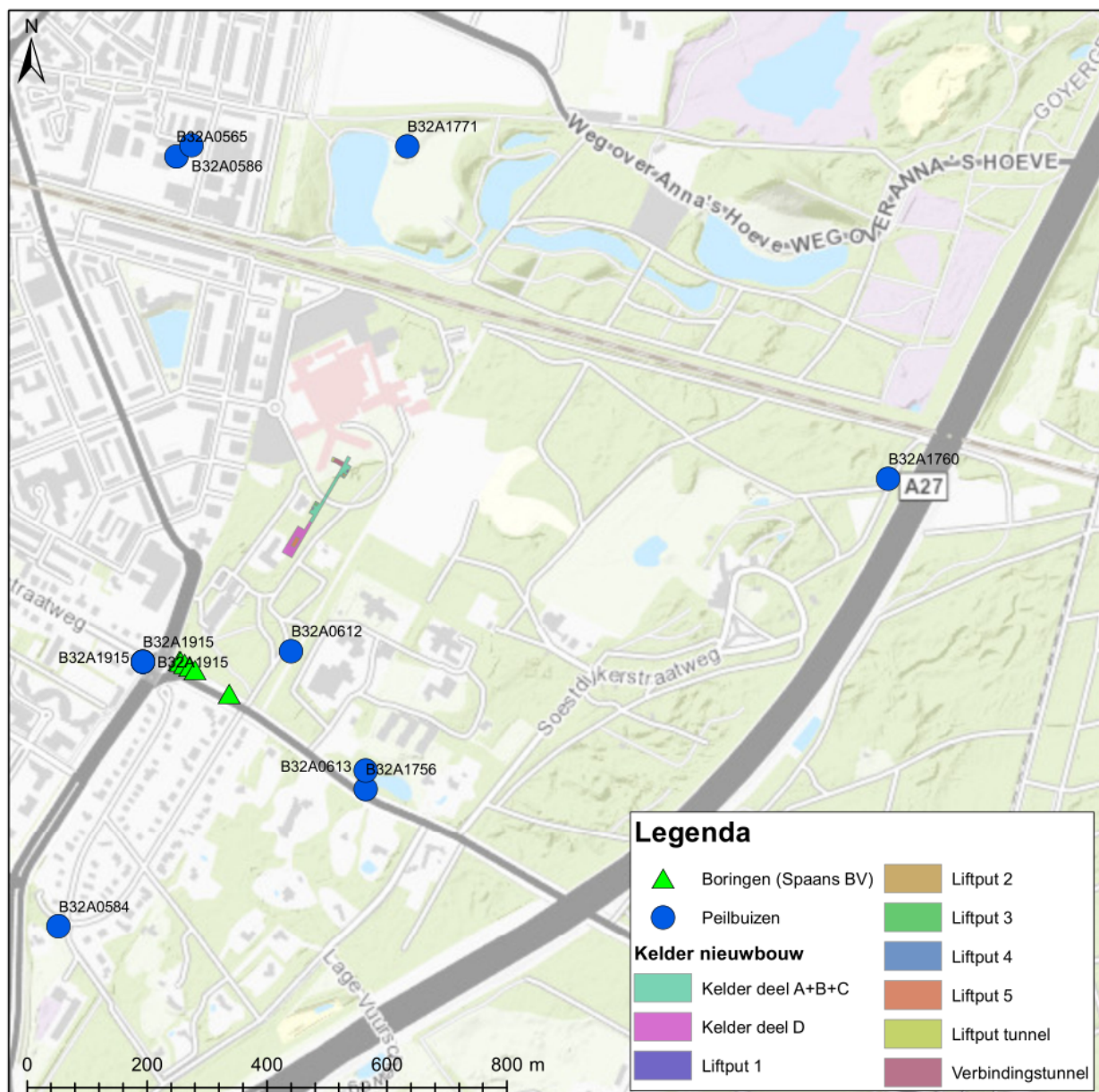
No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	INLEIDING	3
1.1	Referenties	4
2	BESCHRIJVING GEOHYDROLOGIE EN OMGEVING	7
2.1	Omgeving	7
2.2	Geologie	7
2.2.1	DINOloket	7
2.2.2	Geotechnisch onderzoek nabijgelegen Soestdijkerstraatweg-Overeind	8
2.2.3	Gooimodel	9
2.2.4	Vergelijking bodemopbouw en uitgangspunten	10
2.3	Hydrologie	11
3	Ontwerp bemaling	13
3.1	Ontwerp kelder	13
3.2	Bemaling	14
4	Bepaling vereiste bemaling	17
4.1	Opzet van de berekeningen	17
4.2	Benodigde debieten	20
4.3	Veranderingen van grondwaterstand door bemaling	20
5	Omgevingseffecten	24
5.1	Natuur	24
5.2	Gebouwen en infrastructuur	26
5.3	Verontreinigingen	27
5.4	Overige onttrekkingen	28
5.5	Brak/zout grensvlak	30
5.6	Zettingen	30
6	Wet- & regelgeving	31
7	Overdracht naar uitvoering	32

1 INLEIDING

Ziekenhuis Tergooi te Hilversum is voornemens de vestiging uit te breiden. Een deel van de uitbreiding wordt voorzien van kelders. Deze kelders liggen onder de grondwaterspiegel. Om de kelder in den droge aan te kunnen leggen is een bemaling van het grondwater noodzakelijk. De ligging van de kelders is met gekleurde rechthoeken weergegeven in Figuur 1-1. Dit rapport beschrijft de benodigde bemaling en de omgevingseffecten daarvan.



Figuur 1-1 Locatie van het Tergooi ziekenhuis, waarvan de aan te leggen kelder met gekleurde rechthoeken is aangegeven.

Over deze bemaling is eerder ook al een rapport uitgebracht. In het voorgaande rapport (WATBB3800R001F02, 2 maart 2018) is een indicatie gegeven voor de benodigde bemaling en retourbemaling voor de kelder. Voor deze bemaling is op 29 maart 2018 een vergunning aangevraagd,

die op 7 mei 2018 is verleend (Hoogheemraadschap AGV, zaaknummer WN2018-002458). De vergunning is verleend voor het onttrekken en in dezelfde hoeveelheid infiltreren van grondwater met een maximum van 225 m³ /uur, 5.400 m³ /dag, 135.000 m³ /maand en een totaal water bezwaar van 540.000 m³ zoals bedoeld in de Keur AGV 2017 (artikel 4.15).

De bouwplannen voor ziekenhuis Tergooi zijn inmiddels gewijzigd en de kelder wordt uitgebreid ten opzichte van het plan in het voorgaande rapport. Het gaat daarbij om de volgende wijzigingen:

1. In de aan te leggen kelder worden twee extra liftputten gebouwd.
2. Aan de zuidzijde van de kelder wordt een extra deel gerealiseerd, met daarin twee liftputten.
3. Aan de noordwestzijde wordt een verbindingstunnel naar de bestaande bebouwing gerealiseerd, met daarin één liftput.

In dit rapport wordt een nieuwe indicatie gegeven van de benodigde bemaling en retourbemaling om de juiste grondwaterstandsverlaging te realiseren voor de aanleg van de kelder, waarbij de extra delen in de berekeningen worden meegenomen. Er wordt daarbij ook een aanbeveling voor de locaties van retourbemaling gedaan. Tevens wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste omgevingsrisico's.

In het rapport wordt behandeld:

- Hoofdstuk 2: Beschrijving geohydrologie en omgeving.
- Hoofdstuk 3: Toelichting werkzaamheden kelder.
- Hoofdstuk 4: Voorspelling vereiste bemaling.
- Hoofdstuk 5: Omgevingseffecten.
- Hoofdstuk 6: Wet- & regelgeving.
- Hoofdstuk 7: Overdracht naar uitvoering.

1.1 Referenties

In Tabel 1-1 staan de voor dit rapport gebruikte referenties weergegeven.

Tabel 1-1 Referenties.

Ref.	Document (D) / Tekening (T) / Grondonderzoek (G) / Website [W] / Model [M] / Software [S]	Bedrijf	Nr.	Versie	Datum
[1]	W www.dinoloket.nl	TNO	n.v.t.	n.v.t.	1-12-2017
[2]	D Bimalingsadvies ten behoeve van de aanleg van een half open tunnel op de kruising Soestdijkerstraatweg en Oostereind te Hilversum	Spaans Watermanagement B.V.	PHS/8103	2	19-08-2009
[3]	D Memo bemalingsberekening Tergooi Ziekenhuis Hilversum	HaskoningDHV Nederland	BB3800- 100-101	n.v.t.	2-06-2014
[4]	M Gooi-model MPG2009 in Triwaco	Provincie Noord- Holland / MPG organisatie / Royal HaskoningDHV	n.v.t.	n.v.t.	2009
[5]	S www.royalhaskoningdhv.com (Triwaco)	Royal HaskoningDHV	n.v.t.	n.v.t.	2018

Ref.	Document (D) / Tekening (T) / Grondonderzoek (G) / Website [W] / Model [M] / Software [S]	Bedrijf	Nr.	Versie	Datum
[6]	T Constructietekening Tergooi_A_3550_BK.rvt_G&D_105_2017 0410	Wiegerinck	3550 G&D_105	210	10-04-2017
[7]	T Constructietekening Tergooi_C- BB3800_kelder 20171109	Royal HaskoningDHV	C_BB3800 _110_PGR _KT00_V	Voorlopig ontwerp	09-11-2017
[8]	W Rapporten bodeminformatie Gemeente Hilversum https://hilversum.nazca4u.nl/rapportage/viewerLookup/Geolocator.aspx	Nazca IT Solutions 2018 / Gemeente Hilversum	n.v.t.	n.v.t.	06-02-2018
[9]	T Constructietekening Tergooi_C_BB3800_310_PGR_K_T_01_ V	Royal HaskoningDHV	C_BB3800 _310_PGR _K_T_01_ V	2	30-06-2018
[10]	T Constructietekening C_BB3800_310_PGR_0_D_01_V_Kelder & begane grond_deel D	Royal HaskoningDHV	Begane grond: C_BB3800 _310_PGR _0_D_01_ V Kelder: C_BB3800 _310_PGR _K_D_01_ V	n.v.t.	
[11]	T Schets constructietekening Tergooi - verbindingstunnel bestaand - bouwdeel A	Royal HaskoningDHV	Scenario 4	n.v.t.	
[12]	D Planning Betonwerk Passage met Bouwdeel B tm begane grond	Tergooi	n.v.t.	n.v.t.	07-03-2019
[13]	D Rapport "Bemaling kelder ziekenhuis Tergooi te Hilversum". Referentie: WATBB3800R001F02.	Royal HaskoningDHV		Versie: 02/Finale versie	02/03/2018
[14]	D Watervergunning voor het uitvoeren van een bronbemaling tijdens de bouw van een kelder voor het Tergooi ziekenhuis, ter hoogte van Van Riebeeckweg 212 in Hilversum. Kenmerk: DMS2018-0017471.	Hoogheemraadschap AGV	Zaak- nummer WN2018- 002458		7 mei 2018
[15]	D Handleiding vergunningaanvraag (Wanneer is een vergunning of een ontheffing op grond van Spoorwegwetgeving nodig en wanneer kan ik volstaan met een melding?)	Prorail		versie 10/ definitief	01-10-2016
[16]	D Ontwerpvoorschrift Baanlichaam en Geotechniek	Prorail	Document- nummer: OVS00056 -7.1	Versie: 004	01-12-2016
[17]	W Dataportaal provincie Noord-Holland	Provincie Noord- Holland			April 2019

Ref.		Document (D) / Tekening (T) / Grondonderzoek (G) / Website [W] / Model [M] / Software [S]	Bedrijf	Nr.	Versie	Datum
		Kaarten NNN: https://maps.noord-holland.nl/WebViewer/index.html?viewer=dataportaal				
[18]	W	Internetsite Goois Natuurreservaat https://gnr.nl/				April 2019
[19]	W	Algemeen Hoogtebestand Nederland http://www.ahn.nl/	AHN	n.v.t.	AHN2 0,5 m	April 2019

2 BESCHRIJVING GEOHYDROLOGIE EN OMGEVING

2.1 Omgeving

Het ziekenhuis Tergooi ligt ten oosten van Hilversum (zie Figuur 1-1) op de rand van het bos op de stuwwal en de bebouwde kom. Direct ten noorden van het ziekenhuis ligt een aantal oude infiltratievijvers (Laarder Waschmeren). Op circa 1 km afstand oostelijk ligt de A27. Omgevingsaspecten worden verder in dit rapport niet benoemd.

2.2 Geologie

Voor het bepalen van de bodemopbouw zijn de volgende bronnen gebruikt:

- DINOloket [1] (REGIS en boringen).
- Geotechnisch onderzoek nabijgelegen Soestdijkerstraatweg-Overeind [2].
- het Gooimodel MPG2009 [4].

De laagschematisatie in deze bronnen komt niet geheel met elkaar overeen. In paragraaf 2.2.1 t/m 2.2.3 staat een overzicht van de laagschematisatie per bron. In paragraaf 2.2.4 zijn de laagschematisaties vergeleken en zijn uitgangspunten vastgesteld voor de laagschematisatie in dit rapport.

2.2.1 DINOloket

Aan de hand van boringen en het ondergrondmodel REGIS II.2 [1] is inzicht in de laagopbouw verkregen.

De bodemopbouw volgens REGIS is als volgt:

- De maaiveldhoogte is circa +4,2 m NAP.
- Een bovenste pakket, bestaande uit Holocene tot Midden-Pleistocene afzettingen, vanaf maaiveld tot een diepte van +0,5 m NAP. Dit pakket bestaat hoofdzakelijk uit midden en fijn zand met mogelijk een spoor van klei, veen en/of grind (Formatie van Bostel).
- Daaronder het volledig Pleistocene pakket;
 - Vanaf +0,5 tot -16,3 m NAP een laag die hoofdzakelijk uit grof en midden zand bestaat, met mogelijk sporen van klei (Formatie van Drente).
 - Vanaf -16,3 tot -45,8 m NAP is het pakket gestuwd en bestaat het uit een complexe eenheid. Deze laag bestaat hoofdzakelijk uit een afwisseling van midden tot grof zand met mogelijk sporen van klei, grind en/of veen. De mate van stuwing en de stuwingsrichting zijn niet gegeven.
 - Tussen -45,8 en -66,5 m NAP bevindt zich een laag die hoofdzakelijk staat uit grof en midden zand, met sporen van klei (Formatie van Sterksel).
 - Op een diepte van -66,5 tot -165,2 m NAP bevindt zich een laag met hoofdzakelijk midden en grof zand, met sporen van klei en veen (Formaties van Peize en Waalre).
 - Tussen -165,2 en -167,0 m NAP is een dunne laag van midden en grof zand, met sporen van schelpen, bruinkool en grind te vinden (Formatie van Maassluis).
 - vanaf -167,0 m NAP en dieper bevindt zich een zandige kleilaag, met sporen van bruinkool en schelpen.

In Tabel 2-1 is een schematisatie van de bodemopbouw weergegeven. Dwarsdoorsneden van REGIS zijn weergegeven in Bijlage 1.

Tabel 2-1 Bodemopbouw ziekenhuis Tergooi volgens REGIS.

Laag	Van* [mNAP]	Tot* [mNAP]	Beschrijving	Doorlatendheid (k) / [m/dag] [†] / weerstand (c) [dagen]
1	+4,16	+0,5	Holoceen/Pleistoceen fijn tot midden zandpakket, sporen van klei, grind en veen	2,5 – 10 m/dag
2	+0,5	-16,3	Pleistoceen grof tot midden zandpakket, sporen van klei	10 – 50 m/dag
3	-16,3	-45,8	Gestuwde laag. Bestaat uit grof en midden zand (mogelijk kleilagen aanwezig)	Nader te bepalen
4	-45,8	-66,5	Pleistoceen grof en midden zandpakket, sporen van klei	2,5 – 50 m/dag
5	-66,5	-165,2	Pleistoceen grof en midden zandpakket, sporen van klei en veen	2,5 – 100 m/dag
6	-165,2	-167,0	Pleistoceen midden en grof zandpakket, sporen van schelpen, bruinkool en grind	10 – 25 m/dag
7	>-167,0		Kleilaag, beschouwd als geohydrologische basis	100 – 500 dagen

Opmerkingen:

k = De k waarde beschrijft de doorlatendheid van deze grondlaag in [m/dag].

c = De c waarde beschrijft de weerstand van deze grondlaag in [dagen].

***** = Indicatie van de dieptes. Exacte dieptes variëren.

2.2.2 Geotechnisch onderzoek nabijgelegen Soestdijkerstraatweg-Overeind

Voor een bemaling op het kruispunt Soestdijkerstraatweg-Overeind is in 2009 een pompproef uitgevoerd [2]. Bij deze pompproef zijn rondom dit kruispunt zes boringen uitgevoerd (zie figuur 1-1), waarop de onderstaande bodemopbouw is gebaseerd:

- Een Holoceen/Pleistoceen pakket vanaf maaiveld (ca. +4 m NAP) tot een diepte van circa –17,5 m NAP. Dit pakket bestaat hoofdzakelijk uit matig tot grof zand.
- Daaronder het volledig Pleistocene pakket;
 - tussen -17,5 en -37,8 m NAP bevindt zich een laag bestaande uit matig tot grof zand;
 - tussen -37,8 tot –40 m NAP bevindt zich een laag met kleilagen;
 - tussen -40 tot -50 m NAP bevindt zich een laag bestaande uit matig tot grof zand;
 - op een diepte van -50 tot -54 m NAP komt een kleilaag met weinig grind voor;
 - van -54 tot -140 m NAP is een fijne tot grove zandlaag aanwezig;
 - vanaf -140 m NAP bevindt zich een kleilaag die wordt gezien als de geohydrologische basis.

In Tabel 2-2 is een schematisatie van de bodemopbouw weergegeven. In bijlage 3 zijn de boorgegevens en sonderingen gegeven [2].

Tabel 2-2 Bodemopbouw ziekenhuis Tergooi volgens Spaans Watermanagement B.V.

Laag	Van* [mNAP]	Tot* [mNAP]	Beschrijving	Doorlatendheid (k) / [m/dag] [*] weerstand (c) [dagen]
1	+3,7	-17,5	Zand, matig tot grof	13,0 m/dag
2	-17,5	-18,0	Dummy scheidende laag**	0,50 dagen
3	-18,0	-37,8	Zand, matig tot grof	28,3 m/dag
4	-37,8	-40,0	Scheidende laag met kleilagen	90 dagen
5	-40,0	-50,0	Zand, matig tot grof	32 m/dag
6	-50,0	-54,0	Klei, licht grindig	100 dagen
7	-54,0	-140,0	Zand, fijn tot grof	20 m/dag
8	>-140		Klei, beschouwd als geohydrologische basis	∞

Opmerkingen:

k = De k waarde beschrijft de doorlatendheid van deze grondlaag in [m/dag].

c = De c waarde beschrijft de weerstand van deze grondlaag in [dagen].

***** = Indicatie van de dieptes. Exacte dieptes variëren.

****** = Dummy scheidende laag is een fictieve scheidende laag met een lage hydrologische weerstand om met onvolkomen filters te kunnen rekenen.

2.2.3 Gooimodel

Het Gooimodel (of MPG model) [4] is opgezet in het kader van Masterplan 't Gooi (MPG). Het model is opgezet in het programma Triwaco [4, 5] en daarin is de bodemopbouw opgegeven. Dit model bestaat uit vier watervoerende pakketten met daartussen dunne weerstandslagen. De doorlatendheid is een schatting voor de regio. Doordat de lagen (deels) gestuwd zijn, is er anisotropie aanwezig. Anisotropie houdt in dat de doorlatendheid in de ene richting anders kan zijn dan de doorlatendheid in een andere richting. De opbouw in het model ter plekke van het Tergooi Ziekenhuis is als volgt:

- De bovenste laag loopt van +4,85 tot -5 m NAP. De doorlatendheid in de ene richting is 1 m/d en in de richting loodrecht hierop is dit 5 m/d.
- Tussen -5 en -5,1 m NAP bevindt zich een dunne weerstandslaag met een weerstand van 10 dagen (fictieve weerstandslaag).
- Het tweede watervoerende pakket loopt van -5,1 tot -64,1 m NAP. De doorlatendheden zijn gelijk aan die van het eerste watervoerende pakket.
- Van -64,1 tot -64,2 m NAP is een tweede weerstandslaag aanwezig met een weerstand van circa 6 dagen.
- Tussen -64,2 en -153,6 is een derde watervoerend pakket, met een doorlatendheid van 30 m/d in de ene richting en 40 m/d in de richting loodrecht hierop. Deze doorlatendheid komt overeen met de doorlatendheid van grof zand.
- Van -153,6 tot -154,6 m NAP is een derde weerstandslaag met een weerstand van 800 dagen.
- Het laatste watervoerende pakket loopt van -154,6 tot -243,8 m NAP met een doorlatendheid in alle horizontale richtingen van 12 m/d, dat ongeveer overeen komt met matig fijn tot matig grof zand.
- Vanaf -243,8 m NAP is de geohydrologische basis.

Een schematisatie van de bodemopbouw zoals in het model is gegeven in Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Bodemopbouw ziekenhuis Tergooi zoals in het bestaande Gooimodel.

Laag	Van* [mNAP]	Tot* [mNAP]	Beschrijving	Doorlatendheid (k) / x-richting* [m/dag]* weerstand (c) [dagen]	Doorlatendheid (k) / y-richting* [m/dag]* weerstand (c) [dagen]
1	+4,85	-5	Eerste watervoerend pakket	1 m/dag	5 m/dag
2	-5	-5,1	Eerste weerstandslaag	10 dagen	
3	-5,1	-64,1	Tweede watervoerend pakket	1 m/dag	5 m/dag
4	-64,1	-64,2	Tweede weerstandslaag	5,95 dagen	5,95 dagen
5	-64,2	-153,6	Derde watervoerend pakket	30 m/dag	40 m/dag
6	-153,6	-154,6	Derde weerstandslaag	800 dagen	800 dagen
7	-154,6	-243,8	Vierde watervoerend pakket	12 m/dag	12 m/dag
8	>-243,8		Geohydrologische basis	∞	∞

Opmerkingen:

k = De k waarde beschrijft de doorlatendheid van deze grondlaag in [m/dag].

c = De c waarde beschrijft de weerstand van deze grondlaag in [dagen].

*** = Indicatie van de dieptes. Exacte dieptes variëren.**

**** = x- en y-richting zijn 90° ten opzichte van elkaar en zijn veelal gedraaid ten opzicht van de standaard x-as.**

2.2.4 Vergelijking bodemopbouw en uitgangspunten

Globaal gezien komt de bodemopbouw van REGIS [1] redelijk overeen met het geotechnisch onderzoek nabijgelegen Soestdijkerstraatweg-Overeind van Spaans Watermanagement BV [2]. In het kort zijn de belangrijkste verschillen en overeenkomsten:

- Gevonden doorlatendheden in het geotechnisch onderzoek komen overeen met de ranges in REGIS.
- Weerstandslagen in het geotechnisch onderzoek komen niet uitdrukkelijk terug in REGIS, maar in de beschrijving van deze lagen geeft REGIS wel aan dat kleilagen voor kunnen komen.
- Boringen uit DINOloket [1] geven aan dat de kleilagen 4 en 6 uit het geotechnisch onderzoek niet continu zijn.
- De geohydrologische basis ligt met -167 m NAP in REGIS dieper dan de -140 m NAP volgens het geotechnisch onderzoek.
- Dieptes komen niet exact overeen, wat verklaard kan worden door het regionale karakter van REGIS, het lokale karakter van het geotechnisch onderzoek en het feit dat een groot deel van de ondergrond gestuwde lagen betreft.

Het Gooimodel wijkt af in laagopbouw en doorlatendheden van REGIS en het geotechnisch onderzoek. De belangrijkste verschillen en overeenkomsten zijn:

- Weerstandslagen komen in het model niet duidelijk terug.
- Dieptes van lagen komen niet overeen.
- Doorlatendheden van de eerste twee watervoerende pakketten zijn beduidend lager in het Gooimodel dan in het geotechnisch onderzoek. In het derde watervoerende pakket is dit juist andersom.

- Het Gooimodel heeft een extra watervoerend pakket met een dikte van ca. 100 m op de diepte waarbij bij REGIS en het geotechnisch onderzoek juist de geohydrologische basis begint.
- De grote verschillen tussen het model en REGIS/het geotechnisch onderzoek worden mogelijk bepaald doordat in het model veel meer gemiddeldes over het gebied zijn genomen, doordat een hoge mate van detail lastig te implementeren is in het Gooimodel.

Voor dit rapport zijn hoofdzakelijk de data van het geotechnisch onderzoek en de pompproef aangehouden, omdat de boringen hiervoor dicht bij het ziekenhuis zijn gedaan. REGIS geeft een minder gedetailleerd beeld en is daarom niet gebruikt. Deze berekening gebruikt dezelfde opzet als in eerder onderzoek [3] is gebruikt. Daarbij is ook de dummylaag op -17,5 tot -18 m NAP aangehouden. Er is nog een extra dummylaag op 5 m NAP toegevoegd om onderscheid te kunnen maken in de laag in filterdiepte. De gebruikte laagopbouw zoals gebruikt in het model MLU is weergegeven in Figuur 2-1.

Layers				Boundary conditions					
Number of aquifers 5				<input type="checkbox"/> Top aquitard present <input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky <input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present <input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky					
Top layer elevation 4									
Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S' [-]	#
1	-5	9	13	T1	117		S1	0.2	
	-5.1	0.1	1	c2	0.1		S'2	0	
2	-17.5	12.4	13	T2	161.2		S2	0.2	
	-18	0.5	1	c3	0.5		S'3	0	
3	-37.8	19.8	28.28283	T3	560		S3	0.001	
	-40	2.2	0.024444	c4	90		S'4	0	
4	-50	10	32	T4	320		S4	0.001	
	-54	4	0.04	c5	100		S'5	0	
5	-140	86	20	T5	1720		S5	0.001	
	-150	10	0.01	c6	1000		S'6	0	

Figuur 2-1 Laagopbouw zoals gebruikt in het model MLU.

2.3 Hydrologie

In een in 2014 door Royal HaskoningDHV opgestelde memo met bemalingsberekeningen [3] voor het Tergooi ziekenhuis is uitgegaan van een gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) gelijk aan +1,55m NAP. Daarnaast zijn er grondwaterstandsreeksen van 2003 tot 2018 voor twee peilbuizen in de omgeving beschikbaar op Dinoloket [1]. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in figuur 1-1. De grondwaterstanden van deze peilbuizen staan in Tabel 2-4. De GHG is vergelijkbaar met of lager dan de eerder genoemde waarde.

Tabel 2-4 Grondwaterstanden in de omgeving van Tergooi in m NAP in de bovenste filters. Locaties zijn aangegeven in figuur 1-1.

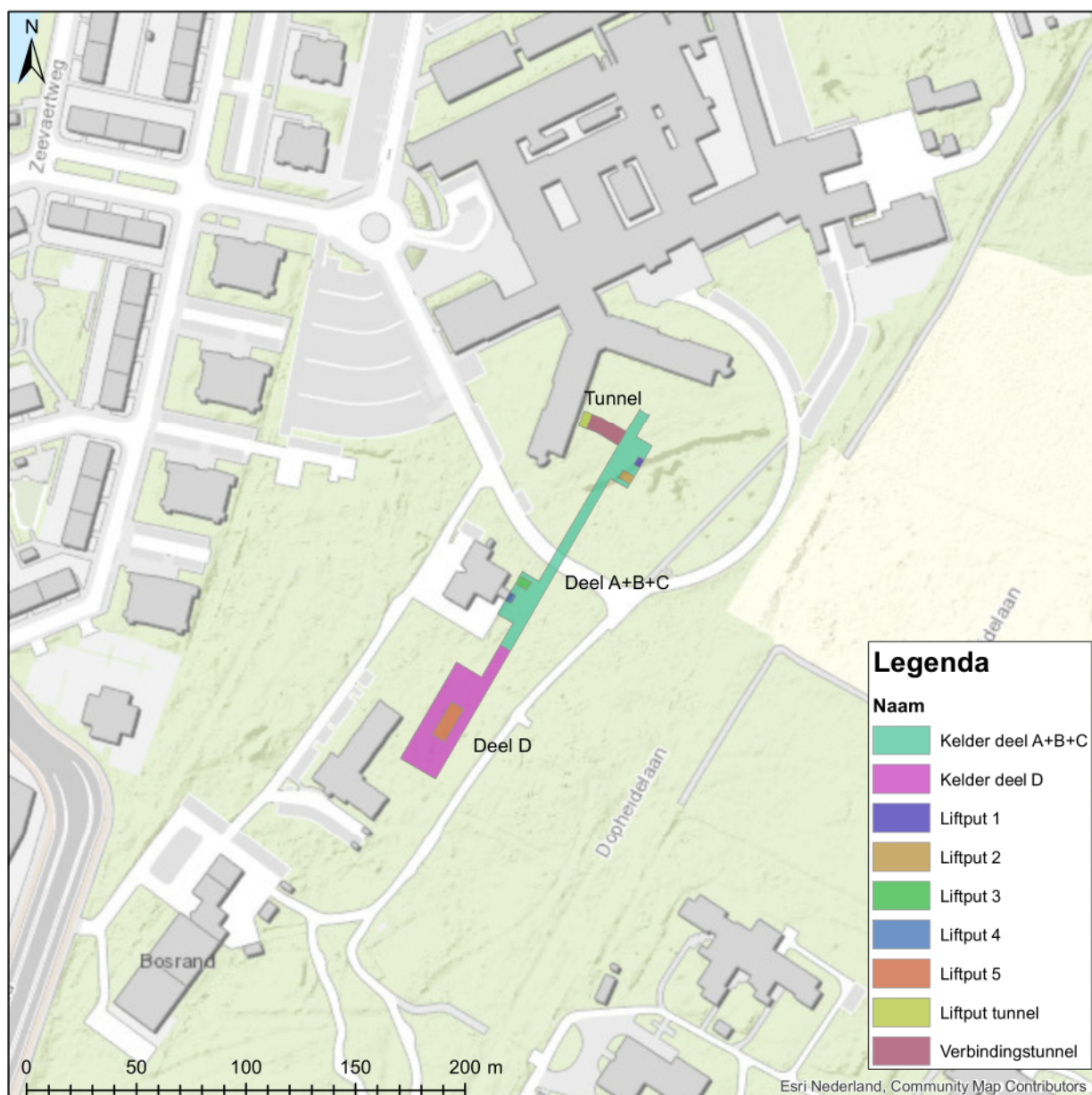
Naam peilbuis	Gem. laagste grondwaterstand	Gem. grondwaterstand	Gem. voorjaars-grondwaterstand	Gem. hoogste grondwaterstand	Hoogte maaiveld	Start reeks	Eind reeks
[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]		
B32A0565	0,74	1,03	1,12	1,30	6,05	14-06-1952	14-01-1973
B32A0586	0,47	0,73	0,85	0,97	6,06	28-09-1978	22-12-1986
B32A1771	-	-	-	-	-	28-03-2008	14-09-2008
B32A1760	1,12	1,37	1,57	1,64	3,84	14-04-2003	08-05-2018
B32A612	0,92	1,20	1,39	1,48	3,60	14-03-1966	22-12-1986
B32A1915	0,93	1,22	1,44	1,54	3,82	12-07-2012	05-01-2018
B32A0613	0,73	1,05	1,26	1,36	3,04	28-02-1966	14-04-2003
B32A1756	1,00	1,25	1,45	1,53	3,42	15-05-2003	08-05-2018
B32A0584	0,65	0,90	1,07	1,15	3,05	14-11-1971	26-11-2017

Een GHG is een worst-case uitgangspunt voor de berekeningen. De verwachting is dat de eerder gebruikte GHG van 1,55 m NAP [3] een goede benadering is voor de GHG ter plekke van de aan te leggen kelder. Daarom is deze GHG aangehouden in dit rapport.

3 Ontwerp bemaling

3.1 Ontwerp kelder

De locatie van de kelders is weergegeven in Figuur 3-1. De bovenkant van de vloer van de kelder zal op een niveau van +0,5 m NAP komen te liggen. Ook worden er zes verdiepte liftputten gerealiseerd, waarvan de bovenkant met een niveau van -1,3 m NAP [7]. De dikte van de vloeren zal 0,3 m bedragen. De constructietekeningen waarop Figuur 3-1 is gebaseerd zijn opgenomen in bijlage 4, 5 en 6.



Figuur 3-1 Locatie van de te realiseren kelder ten opzichte van het huidige gebouw. De kelder is opgesplitst in deel ABC, dat hoort bij de nieuwe gebouwen A, B en C, deel D, dat hoort bij het nieuwe gebouw D, en een verbindingstunnel naar de bestaande bouw. De keldervloer ligt op +0,5 m NAP. [Gebaseerd op 6, 7, 9, 10, 11].

3.2 Bemaling

De aan te leggen kelder bevindt zich onder de grondwaterspiegel, waardoor er bemalen moet worden tijdens de aanleg. Als uitgangspunt voor de vereiste dieptes en de locatie zijn de constructietekeningen van het nieuw te plaatsen gebouw gebruikt (bijlagen 4, 5 en 6).

De diepte van de kelder is ten opzichte van de begane grond in de constructietekeningen gegeven. Tabel 3-1 geeft de dieptes van de verschillende delen weer, met de benodigde grondwaterstandsverlaging. Uitgangspunt hierbij is dat de begane grond op +4,25 m NAP ligt en de hoogste grondwaterstand +1,55 m NAP is. Ten opzichte van de bovenkant van de vloeren en liftputten is een speling van 0,5 m aangehouden. Bij een vloerdikte van 30 cm zal er nog zo'n 20 cm speling zijn. De laatste kolom geeft aan met hoeveel de grondwaterstand verlaagd moet worden.

Tabel 3-1 Benodigde grondwaterstandsverlagingen in de aan te leggen kelder.

Locatie	Diepte bovenkant vloer t.o.v. begane grond [m]	Niveau bovenkant vloer [m t.o.v. NAP]	Speling (vloerdikte 0.3 m + drooglegging 0.2 m) [m]	Grondwaterstand tijdens bemaling [m t.o.v. NAP]	Benodigde verlaging van de grondwaterstand (GHG)[m]
Liftput A	5.52	-1.27	0.5	-1.77	3.32
Liftput C	5.5	-1.25	0.5	-1.75	3.3
Liftput D	5.5	-1.25	0.5	-1.75	3.3
Vloer bouwdeel ABC	3.75	0.5	0.5	0	1.55
Vloer bouwdeel D	3.75	0.5	0.5	0	1.55
Balken bouwdeel D	4.45	-0.2	0.5	-0.7	2.25

In dit rapport wordt uitgegaan dat de liftputten in fasen worden gebouwd en niet tegelijkertijd. In de berekening is daarom gekozen om te rekenen met de liftput die de hoogste debieten nodig heeft om de juiste verlaging te behalen, om zo tot een 'worst case' situatie te komen.

De bemaling wordt gestart in het najaar van 2019 en duurt 25 weken [zie bouwplanning in bijlage 2]. Rekening houdend met een risico voor uitloop door vorst duurt de bemaling maximaal 30 weken. Dat is de periode waarmee in dit rapport is gerekend, en waarvoor vergunning zal worden aangevraagd.

De bemalingsberekening is opgebouwd uit verschillende bemalingsperiodes, doordat niet overal tegelijk aan de gehele kelder zal worden gewerkt. Deze periodes zijn gebaseerd op de planning van de aanleg van de kelder [12, bijlage 2]. De berekening is opgebouwd uit de volgende periodes:

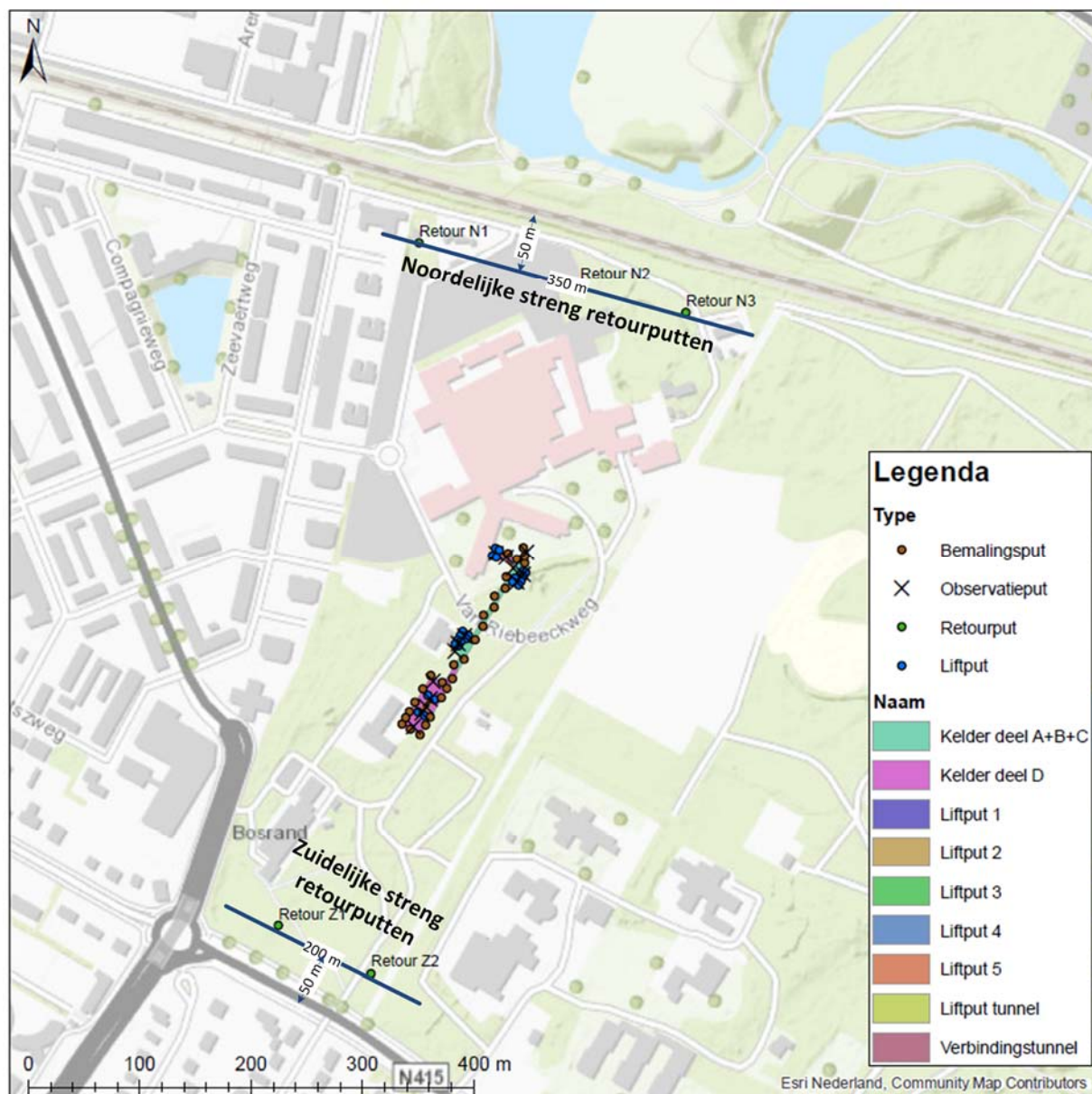
- Periode 1: ontgraven en de aanleg van bouwdeel ABC en de verbindingstunnel, met bemaling in de liftput in de verbindingstunnel.
- Periode 2: Aanleg van bouwdeel ABC, de verbindingstunnel en bouwdeel D, met bemaling in de liftput in de verbindingstunnel.
- Periode 3: Aanleg van bouwdeel D, met bemaling in de liftput in bouwdeel D.

Daarnaast zijn er een aantal eisen aan de bemaling en de toelaatbare effecten:

- Er wordt gebruik gemaakt van 100% retourbemaling, conform de eerder verleende vergunning, om de omgevingseffecten zo veel mogelijk te beperken.

- De putten van de retourbemaling dienen op een zo groot mogelijke afstand van de bemaling te worden geplaatst, omdat een te kleine afstand leidt tot verhogingen van de grondwaterstand op de bemalingslocatie, en daarmee tot rondpompen.
- Uit praktische overwegingen moeten de retourputten op het terrein van het ziekenhuis staan.
- Ten noorden van het ziekenhuisterrein bevindt zich de spoorlijn Hilversum-Amersfoort. In verband met deze spoorlijn hanteren we de volgende eisen:
 - Om geen vergunning inzake Spoorwegwetgeving te hoeven aanvragen, dienen de retourputten zich buiten het beperkingengebied van de spoorlijn te bevinden. Dat beperkingengebied strekt zich uit tot een afstand van 11 m uit de as van het zuidelijke spoor (bron: [15]).
 - Deze spoorlijn ligt op ongeveer +4,7 m NAP (bovenkant ballastbed). Om eventuele problemen met de stabiliteit van het spoor te voorkomen, moet de drooglegging minimaal 1,75 m onder bovenkant van de laagste spoorstaaf te zijn (bron: Prorail [16]). Dat is samengesteld uit:
 - 1 m ontwateringsdiepte onder de constructie.
 - 0,73 m constructiehoogte (ballastbed + rails).
 - Opbolling van de grondwaterspiegel tussen spoorsloten. Omdat de grondwaterstand zich hier diep onder maaiveld bevindt en de spoorsloten droogstaan gaan we ervan uit dat deze opbolling 0 is, en ook bij retourbemaling 0 blijft.
 - In dit rapport wordt veiligheidshalve uitgegaan van een maximaal toelaatbare grondwaterstand van 2 m onder bovenkant ballastbed. Dat is:
 - NAP+2,7 m.
 - Uitgaande van een GHG van NAP+1,55 m een maximaal toelaatbare verhoging van de grondwaterstand van 1,15 m.
- Ten noorden van de spoorlijn bevindt zich het natuurgebied Anna's Hoeve/Laarder Waschmeer (zie ook paragraaf 5.1). Veranderingen van de grondwaterstand in dat gebied moeten zoveel mogelijk worden beperkt.
- Aan de zuidzijde van het ziekenhuisterrein bevindt zich een doorgaande weg, de N415, waarvan het wegdek op circa +3,7 m NAP ligt. Voor de stabiliteit van een weg moet de drooglegging minimaal 1 meter zijn. De grondwaterstand ter hoogte van de weg mag daarom tot maximaal +2,7 m NAP stijgen als gevolg van de retourbemaling. Uitgaande van een GHG van NAP+1,55 m mag de grondwaterstand daarom maximaal met 1,15 m stijgen.

Gezien bovenstaande eisen en randvoorwaarden gaan we voor de retourbemaling uit van twee strengen met infiltratieputten, één ten noorden van de bouwlocatie, op een afstand van 50 m van de spoorlijn, en één ten zuiden van de bouwlocatie, op een afstand van 50 m van de N415 (zie Figuur 3-2). In de noordelijke streng wordt circa 60% van de onttrekking geïnfiltreerd, in de zuidelijke streng circa 40%.



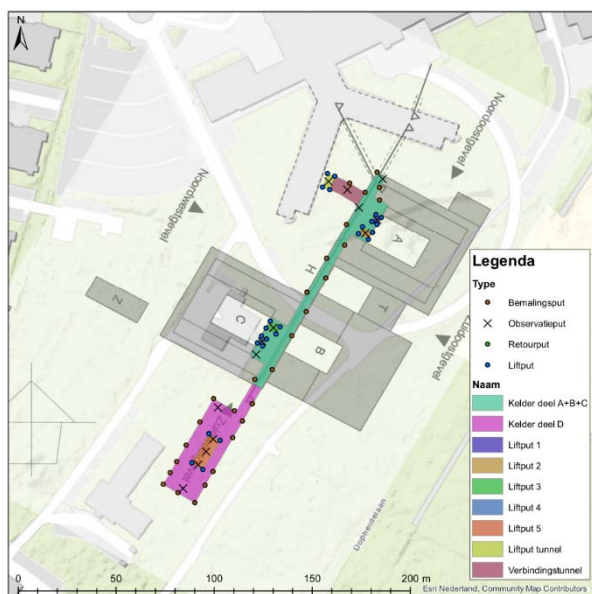
Figuur 3-2 Locaties van de onttrekkingsputten (centraal) en strengen met retourputten (noord en zuid).

In de geohydrologische modelberekening wordt gerekend met vijf retourputten. In de praktijk zullen dit strengen met een veel groter aantal putten zijn (orde van grootte 20 tot 30). Het detailontwerp van de retourbemaling, het aantal en de locaties van de putten zal verder moeten worden uitgewerkt door de bemalingsaannemer.

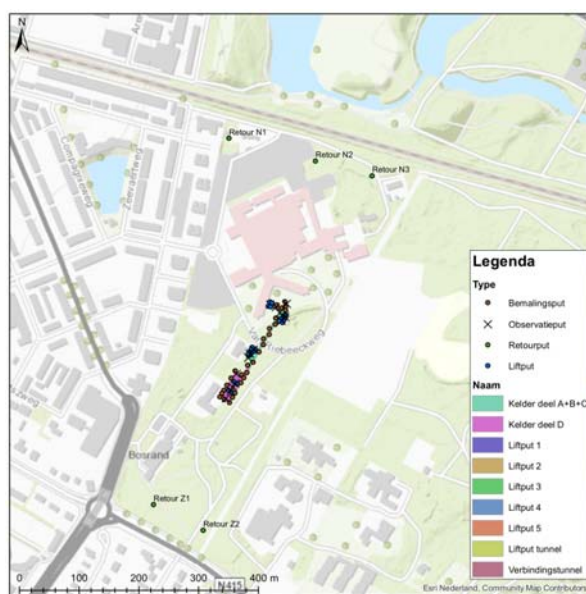
4 Bepaling vereiste bemaling

4.1 Opzet van de berekeningen

De vereiste bemaling is berekend met onttrekkingsputten verspreid over de te plaatsen kelder (zie figuur 4-1 links), met daarnaast op elk hoekpunt van de verdiepte liftschachten een onttrekkingsput. In figuur 4-1 rechts staan de locaties van de retourputten. De retourputten zullen in de praktijk retourvelden zijn. In de berekening zijn we uitgegaan van 27 onttrekkingsputten verspreid over de kelder, met daarnaast 24 onttrekkingsputten naast de verdiepte liftschachten (4 per liftschacht; 6 liftschachten). De debieten in de onttrekkingsputten variëren van 50 tot 400 m³/dag. Het detailontwerp van de bemaling, het aantal en de locaties van de putten zal verder moeten worden uitgewerkt door de bemalingsaannemer.



Bemalingsputten in de kelder. De observatieputten zijn gebruikt om tijdens de berekening te kijken of op deze locaties de juiste verlaging werd behaald.



Retourputten(/velden), waarbij op elke locatie evenveel wordt geïnfiltreerd.

Figuur 4-1 Ligging van de (retour)putten/velden.

Er is gerekend met drie periodes, waarbij de bouwdelen ABC, D en de verbindingstunnel tegelijk of juist apart worden bemalen. De locaties van de delen zijn weergegeven in Figuur 3-1 en Figuur 4-1.

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de periodes. Deze zijn gebaseerd op de bouwplanning in bijlage 2.

Tabel 4-1 Beschrijving van de verschillende periodes in de bemaling.

Periode	Duur	Beschrijving
Periode 1: ABC	56 dagen	In deze periode wordt eerst ontgraven en worden het deel ABC en de verbindingstunnel tegelijkertijd bemalen. Daarnaast zijn de onttrekkingsputten rondom de liftput in de verbindingstunnel actief.
Periode 2: ABCD	84 dagen + 28 dagen i.v.m. risico vorstverlet	In deze periode worden de delen ABC en D en de verbindingstunnel allen gelijktijdig bemalen. Daarnaast zijn de onttrekkingsputten rondom de liftput in de verbindingstunnel actief.
Periode 3: D	42 dagen	In deze periode wordt alleen het gedeelte D bemalen. Daarnaast zijn de onttrekkingsputten rondom de liftput in het gedeelte D actief.

In de periode 1 en 2 is gekozen de liftput in de verbindingstunnel te bemalen. De liftschacht in de verbindingstunnel ligt van alle liftputten het verste van de overige delen van de kelder af, waardoor de kelder 'minder mee profiteert' van de verlagingen, en geldt daarom als de variant waarin het meeste grondwater onttrokken moet worden.

Elk van de drie bemalingsperiodes is opgebouwd uit verschillende deelperiodes.

- Een initiële periode met relatief hoge debieten, waarin de benodigde verlaging in vier dagen wordt gerealiseerd. Hierin wordt bemalen in de kelder, maar staan de putten rondom de liftput nog niet aan.
- Een tweede periode waarin de benodigde verlagingen in stand worden gehouden.
- Een derde periode met hogere debieten rondom de liftput om in deze put tot de benodigde verlaging te komen.
- Een vierde periode waarin de benodigde verlagingen in stand worden gehouden.

Daarnaast zijn er bij de verdiepte liftput in de verbindingstunnel onttrekkingsputten actief. Omdat het uitgangspunt is dat slechts één liftput tegelijkertijd wordt bemalen, is gekozen voor de voor de bemaling 'minst gunstige' liftput. De liftput in de verbindingstunnel ligt van alle liftputten het verste van de overige delen van de kelder af en geldt daarom als de situatie waarin het meeste onttrokken moet worden. In de laatste periode, periode 3, wordt enkel het deel D bemalen. In deze periode zijn daarom de onttrekkingsputten rondom de liftput in dit gedeelte actief.

Uitgangspunt voor de berekeningen is dat het onttrokken water voor 100% wordt geïnfiltreerd in de retourputten.

De vergunningaanvraag voor de bemaling wordt gebaseerd op planning in

Tabel 4-1 en bijlage 2.

4.2 Benodigde debieten

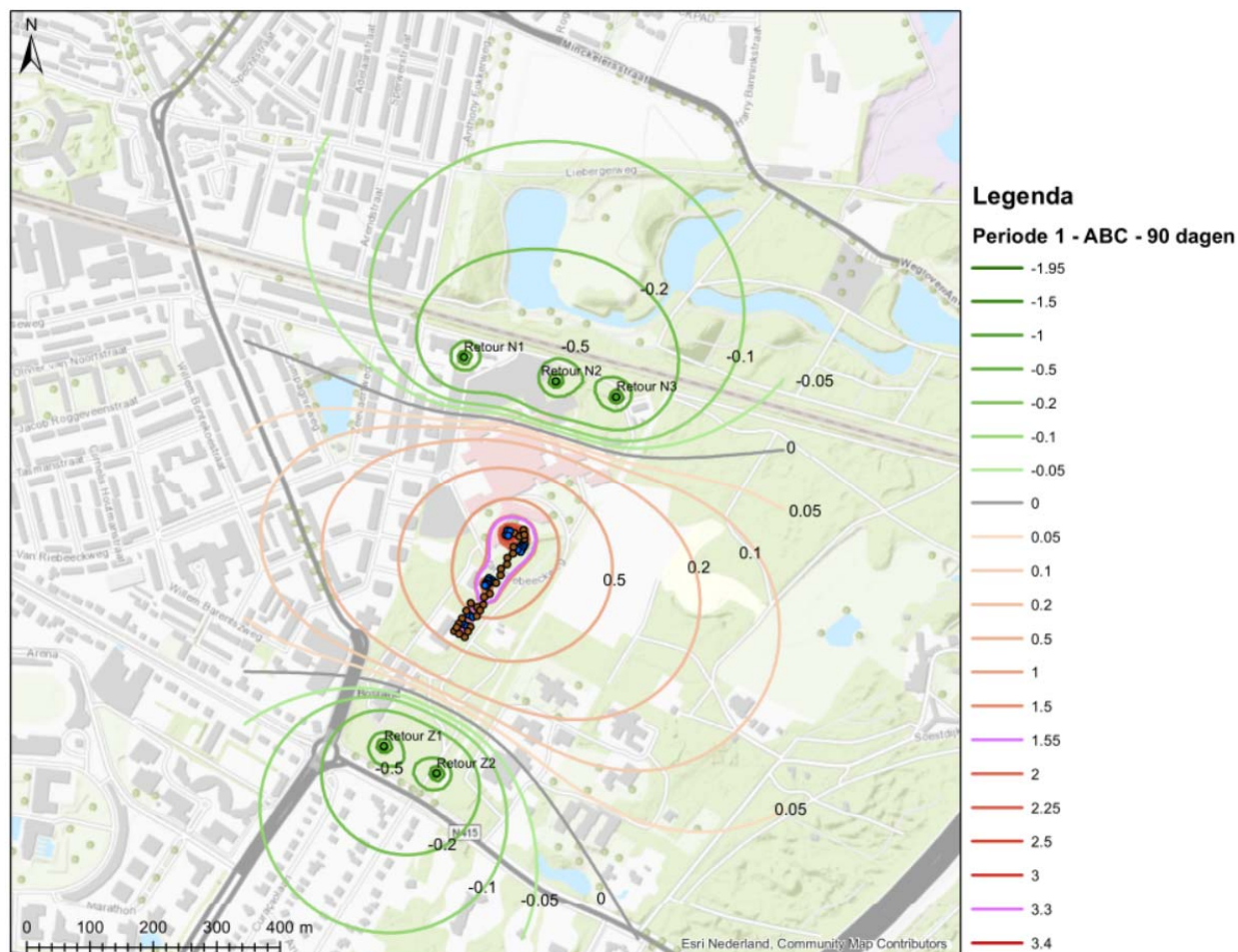
Tabel 4-2 geeft een overzicht van de benodigde debieten. Het maximale debiet per dag is berekend voor de initiële periode, waarin meer bemalen moet worden om in een korte periode de benodigde verlaging te krijgen. Het debiet per dag over de gehele bemalingsperiode ligt lager, doordat na de initiële periode de verlagingen alleen nog in stand gehouden hoeven te worden. Bij het maximale debiet per maand is uitgegaan van vier dagen bemalen om de benodigde verlaging te behalen en 27 dagen bemalen om deze in stand te houden. De bemalingsduur in dagen is gebaseerd op de planning van de aannemer [12, zie ook Bijlage 2]. De laatste kolom geeft aan hoeveel er gedurende de desbetreffende periode in totaal bemalen moet worden. Doordat er uit is gegaan van 100% retourbemaling, zullen de retourdebieten gelijk zijn. Het te retourneren water is in deze berekening gelijkmatig over de putten verdeeld.

Tabel 4-2 Benodigde debieten voor de verschillende periodes.

Periode	Max dag (m3/d)	Max maand (m3/maand)	Bemalingsduur (d)	Max werk (m3)
ABC+tunnel	5 335	156 070	56	271 130
ABCD+tunnel	8 465	220 295	112	761 820
D	5 420	152 495	42	208 470
Totaal	8 465	220 295	210	1 241 420

4.3 Veranderingen van grondwaterstand door bemaling

Figuur 4-2 tot en met 4-4 geven per periode de berekende grondwaterstandsverlagingen en -verhogingen weer. De periodes zijn doorgerekend voor een bemalingsduur van 90 dagen. Deze 90 dagen zijn gebaseerd op de bemalingsduur van de langste periode: periode 2: ABCD en de verbindingstunnel. Vanwege de retourbemaling zijn deze berekende veranderingen in de grondwaterstand bij benadering stationair.

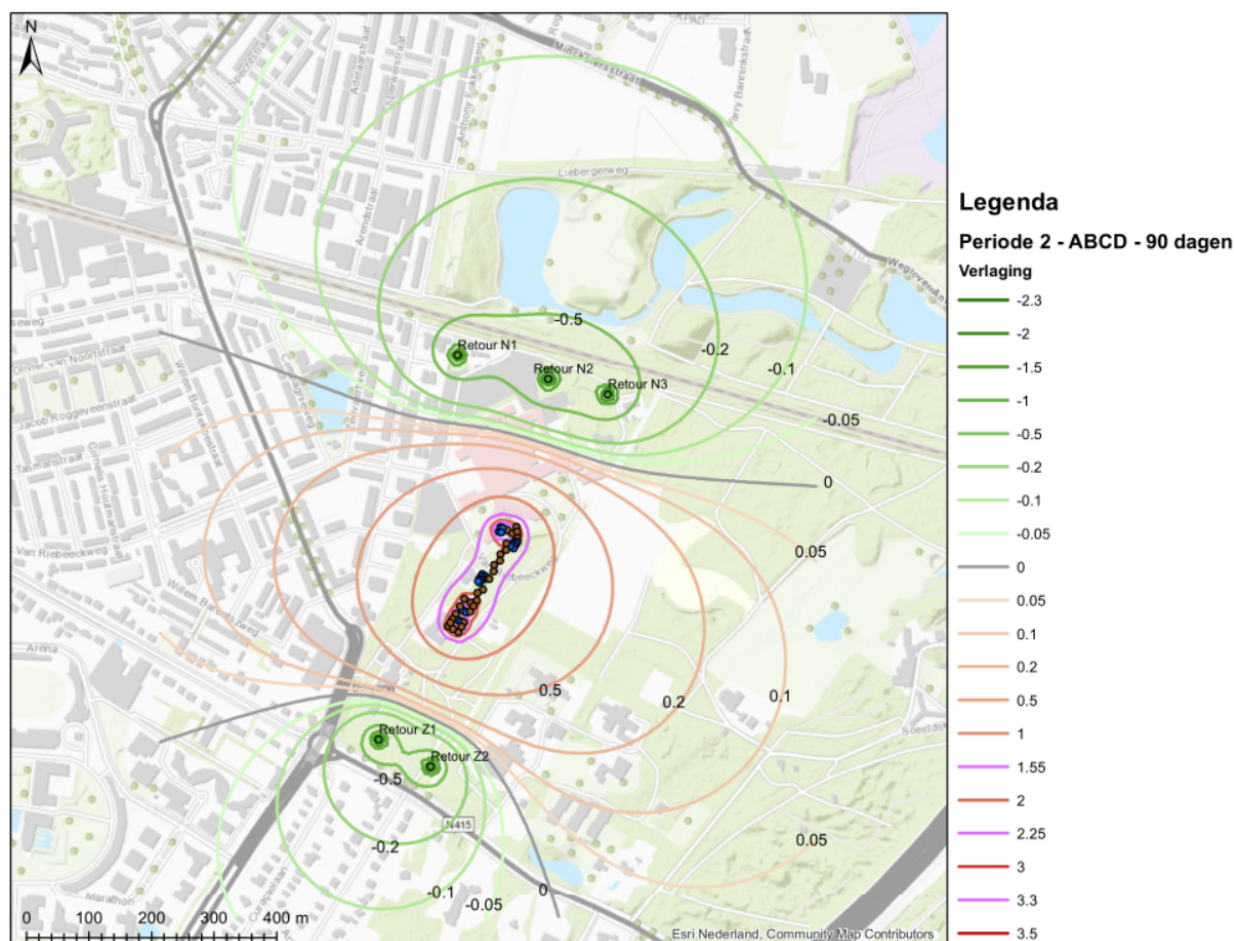


Figuur 4-2 Contouren van grondwaterstandsverlagingen (positief) en -verhogingen (negatief) na 90 dagen bemaling van bouwdeel ABC en de verbindingstunnel. Deze contouren zijn bij benadering stationair.

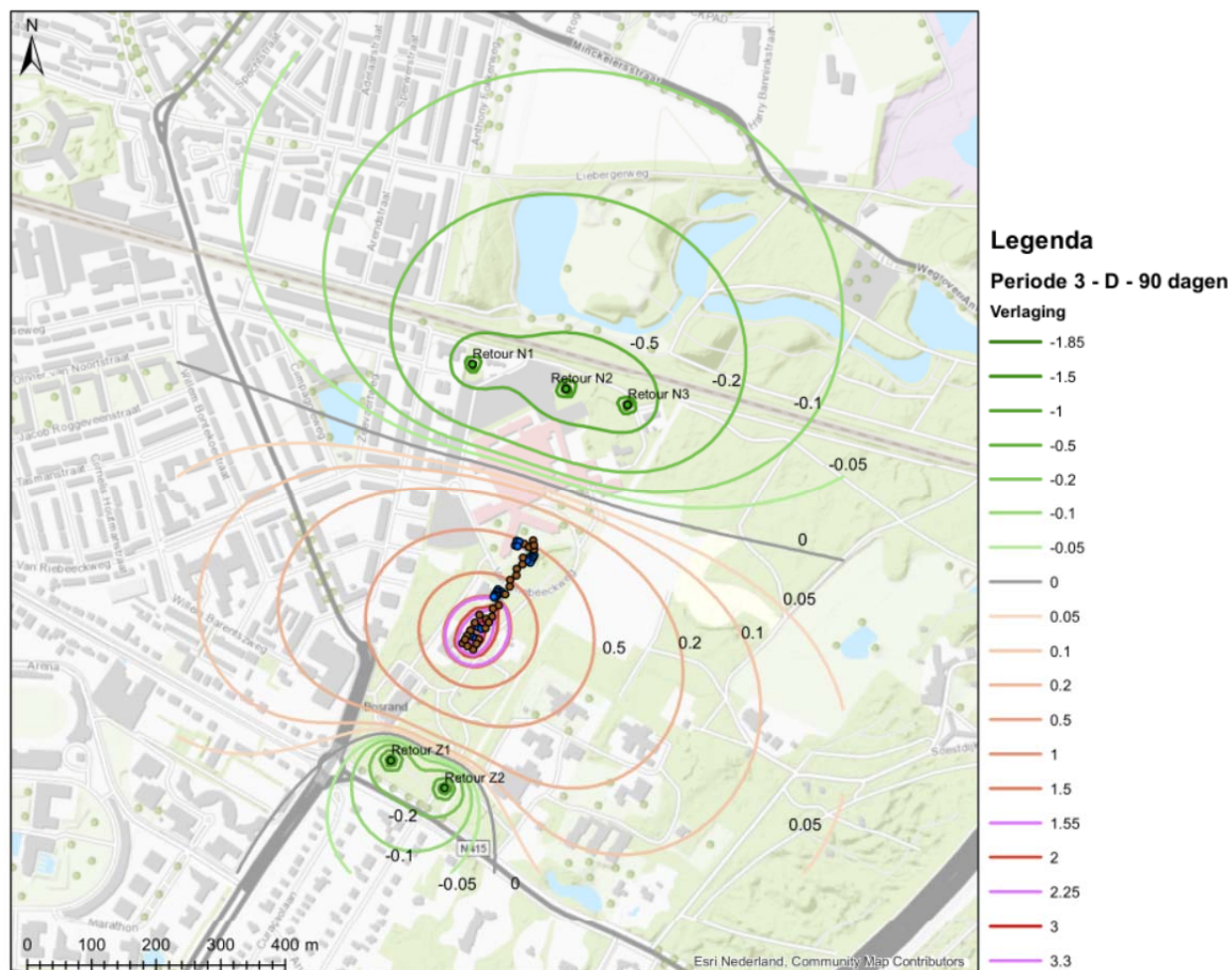
De grootste effecten door verhoging van de grondwaterstand zijn aan de noordzijde te zien in periode 2 (bouw delen ABCD + tunnel, Figuur 4-3). Aan de noordzijde zal bij het spoor een verhoging van de grondwaterstand tussen de 0,5 en 0,6 m optreden. Aan de zuidzijde bij de weg zal de verhoging minder dan 0,5 m zijn.

Aan de zuidzijde zijn de grootste effecten door verhoging zichtbaar in periode 3 (bouwdeel D, Figuur 4-4). In het noorden bij het spoor zijn de verhogingen net iets kleiner dan in periode 2, maar treden nog steeds verhogingen tussen de 0,5 en 0,6 m op. In het zuiden zal de grondwaterstand bij de weg net met 0,5 m worden verhoogd.

Naar het westen en oosten toe zullen grondwaterstandsverlagingen van enkele tientallen centimeters optreden, waarbij de effecten het grootst zijn in periode 2 (Figuur 4-3). De bebouwing aan de westzijde zal de grondwaterstand verlaagd worden met tussen de 1 m en 0,05 m op een afstand van 550 m tot de kelder. Richting het oosten zijn de effecten iets groter, met verlagingen op Landgoed Monnikenberg tussen de 0,5 m en op een afstand van 650 m tot de kelder 0,05 m.



Figuur 4-3 Contouren van grondwaterstandsverlagingen (positief) en -verhogingen (negatief) na 90 dagen bemaling van bouw delen ABCD en de verbindingstunnel. Deze contouren zijn bij benadering stationair.



Figuur 4-4 Contouren van grondwaterstandsverlagingen (positief) en -verhogingen (negatief) na 90 dagen bemaling van bouwdeel D. Deze contouren zijn bij benadering stationair.

Tabel 4-3 geeft per periode aan hoe groot de verlagingen in de omgeving van de kelder zijn. Door de retourbemaling zijn de contouren niet rond. Daarom is er een range van de afstand tot de kelder gegeven.

Tabel 4-3 Afstand vanaf de kelder tot aan de betreffende verlagingcontour in meters.

Periode	Afstand [m] tot verlaging van:					
	1,5 m	1 m	0,5 m	0,2 m	0,1 m	0,05 m
1: ABC + tunnel	8 - 35	30 - 80	90 - 170	140 - 320	140 - 450	140 - 600
2: ABCD + tunnel	12 - 20	40 - 95	80 - 200	120 - 360	130 - 500	130 - 650
3: D	20 - 30	50 - 80	110 - 170	140 - 320	160 - 450	170 - 600

Opmerking: Doordat de contouren niet rond zijn, is de afstand van de kelder tot de verlagingcontour verschillend. Daarom zijn ranges met de minimale en maximale afstand gegeven.

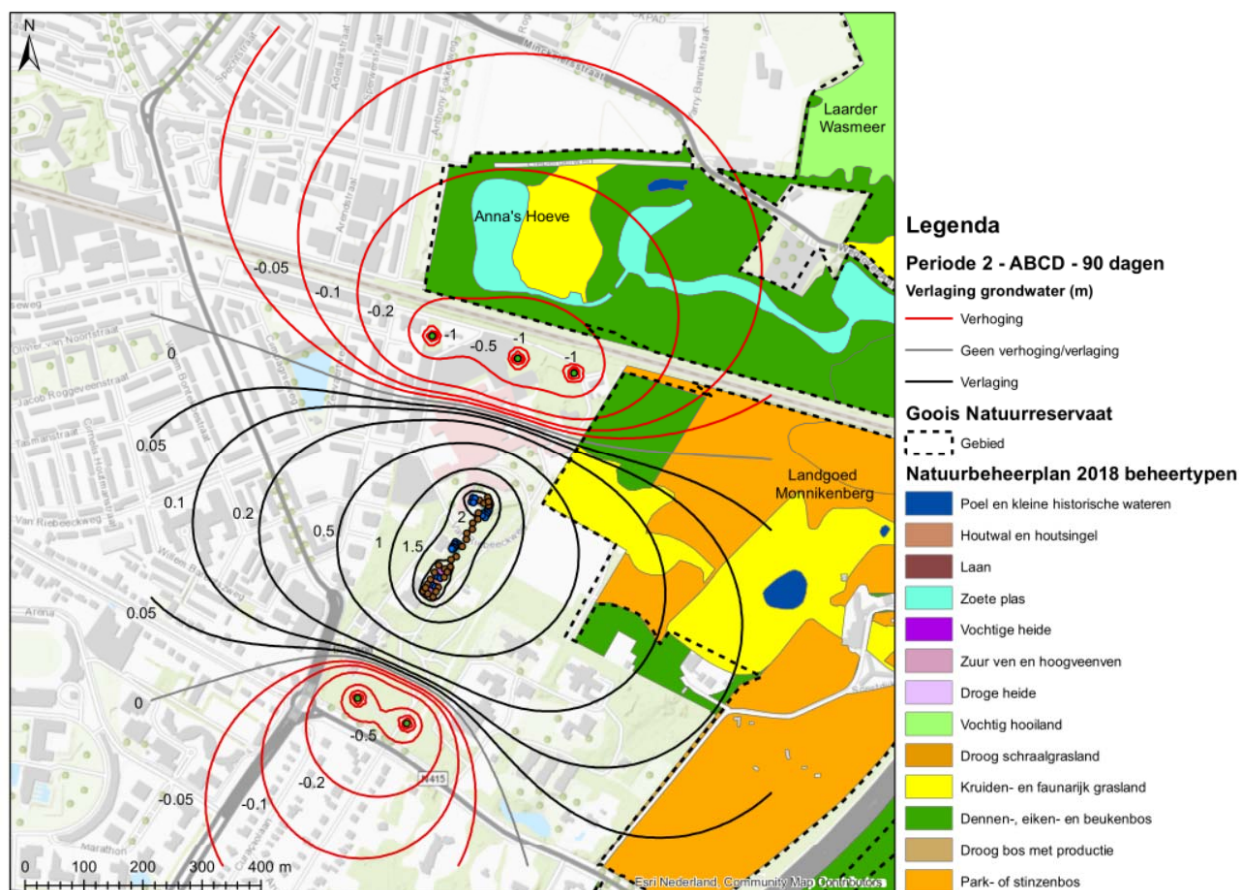
5 Omgevingseffecten

5.1 Natuur

Ten noorden en oosten van het terrein van Tergooi liggen gebieden die deel uitmaken van het NNN (Natuurnetwerk Nederland). Daarin liggen de volgende gebieden (aangegeven in figuur 5-1), die worden beheerd door het Goois Natuurreservaat [18]:

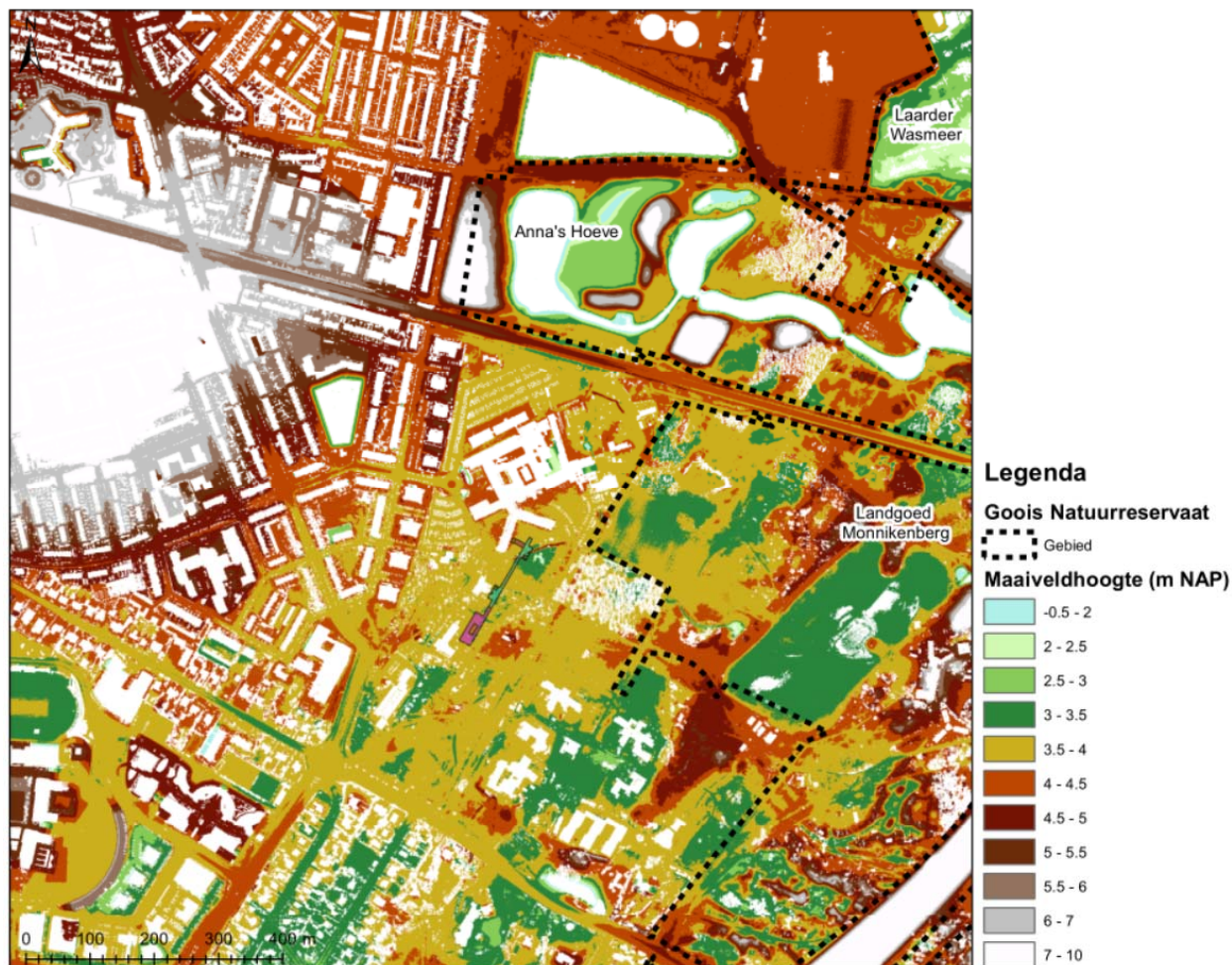
- Laarder Wasmeer is een gebied met plassen en oude heidevennen, met waardevolle grondwaterafhankelijke vegetatie (klokjesgentiaan, kleine zonnedauw, veenpluis en snavelbies).
- Anna's Hoeve is een recreatiegebied met bos en vijverpartijen.
- Landgoed Monnikenberg: een in landschapstijl aangelegd landgoed met afwisselend bos, waterpartijen en weilanden.

Figuur 5-1 geeft tevens de verandering van de grondwaterstand als gevolg van de bemaling weer. De contouren zijn voor periode 2, waarin de gehele kelder wordt bemalen, weergegeven, omdat in deze periode de grootste effecten zichtbaar zijn.



Figuur 5-1 Gebieden aangewezen in het kader van NNN (Natuurnetwerk Nederland), Natuurbeheerplan provincie Noord-Holland, beheertypenkaart [17] en de Gooise Natuurreservaten [18]. Daarnaast zijn de grondwaterstandsveranderingen in periode 2 weergegeven.

De maaiveldhoogte in dit gebied is circa +4 m NAP. De grondwaterstand beweegt zich over het algemeen tussen +0,8 m NAP (GLG) tot +1,55 m NAP (GHG), ofwel tussen ruim 3 m onder maaiveld en circa 2,5 m onder maaiveld (zie ook Tabel 4-2).



Figuur 5-2 Hoogtekaart van de omgeving van het Tergooi ziekenhuis [18, 19].

Terrein Tergooi

Op het terrein van ziekenhuis Tergooi staan veel bomen. Gezien de van nature diepe grondwaterstand van (2,5 tot 3,2 m onder maaiveld) zal verlaging van de grondwaterstand geen risico's voor de bomen opleveren. Nabij de retourbemaling bestaat het risico dat de grondwaterstand wordt verhoogd tot boven de boomwortels, waardoor deze verstikken en er schade aan de bomen ontstaat. In de zeer directe nabijheid van de retourputten kan de grondwaterstand met circa 1 m worden verhoogd. Daardoor kan met name in het zuidelijke retourveld het risico op schade aan de bomen niet volledig worden uitgesloten. Om dat te bewaken worden de volgende maatregelen genomen:

- Retourputten worden zoveel als praktisch mogelijk is zo groot mogelijke afstand van bomen geplaatst.
- In de directe nabijheid van bomen midden in het retourveld worden peilbuizen geplaatst. Daarin wordt de grondwaterstand gemeten en wordt bewaakt dat de grondwaterstand niet ondieper wordt dan 1,5 m onder maaiveld.
- Als dat toch optreedt wordt het retourveld meer uitgebreid met meer putten, zodat de verhogingen worden gespreid.

Landgoed Monnikenberg

Bij het landgoed Monnikenberg komt hoofdzakelijk (park)bos en kruiden- en faunairijk grasland voor. Het maaiveld ligt aan de westzijde van het landgoed op ca. +4 m NAP (figuur 5-2) en de grondwaterstand varieert van nature tussen de 2,5 en 3,2 m onder maaiveld. Aan de westzijde zal de grondwaterstand tussen de 0,2 en 0,5 m verlaagd worden. Deze verlaging is significant, maar zal gezien de grote diepte van de grondwaterstand geen significante gevolgen hebben voor de vegetatie. Meer naar het oosten ligt het maaiveld op ca. +3,5 m, met een natuurlijke grondwaterstand tussen de 2,0 en 2,7 m onder maaiveld. Hier zal de grondwaterstand met 0,05 tot 0,2 m worden verlaagd. Ook hier wordt wegens de grote diepte van de grondwaterstand geen significant effect op de vegetatie verwacht.

Anna's Hoeve en Laarder Waschmeer

Aan de noordzijde ligt het natuurreservaat Anna's Hoeve met hoofdzakelijk bos en kruiden- en faunairijk grasland. In Anna's Hoeve liggen vijvers, waarin bij grote hoeveelheden neerslag water uit het rioolstelsel van Hilversum wordt geborgen, en vertraagd kan worden afgevoerd naar het noorden. Door deze waterbergingsfunctie treden van nature grote variaties van de waterstand op, en daardoor ook grote variaties in de grondwaterstanden, variërend van iets boven 0 m NAP tot bijna +2 m NAP. De maaiveldhoogte bij Anna's Hoeve varieert sterk, maar ligt veelal rond de +4 m NAP. Door de bemaling zullen verhogingen van de grondwaterstand tussen de 0,1 en 0,5 meter optreden. Als gevolg van de retourbemaling zullen grondwaterstanden worden verhoogd. Door de grote dynamiek in de grondwaterstand en de diepte ervan ten opzichte van maaiveld worden er geen effecten om de vegetatie verwacht.

Verder naar het noordoosten bevindt zich het Laarder Waschmeer. De verhoging van de grondwaterstand zal hier maximaal 0,1 m bedragen. Met een maaiveldhoogte van ca. +4 m NAP en een eveneens vrij diepe grondwaterstand worden hier geen effecten op vegetatie verwacht.

Conclusie

Er worden door de bemaling geen of beperkte effecten voor de natuur in de omgeving verwacht. In overleg met een groenbeheerder van gemeente Hilversum zal de grondwaterstand bij bomen op het terrein van Tergooi worden gemonitord en zal worden bepaald of maatregelen nodig zijn, zoals vergroting van het zuidelijke retourveld, of bij verlagingen van de grondwaterstand watergift bij bomen.

5.2 Gebouwen en infrastructuur

Als gevolg van de bemaling treden verlagingen van de grondwaterstand op. De ondergrond bestaat uit zand. De bemaling levert daardoor geen significante risico's voor zettingen op.

Als gevolg van de retourbemaling treden verhogingen van de grondwaterstand op. Deze vinden plaats met behulp van retourputten. De retourputten zijn gestaan in strengen parallel aan de spoorbaan Hilversum Amersfoort en parallel aan de provinciale weg N415. De eisen die worden gesteld aan de maximaal toelaatbare grondwaterstand bij de spoorbaan en de weg zijn beschreven in paragraaf 3.2. Hieronder wordt getoetst of de berekende verhogingen van de grondwaterstand aan deze eisen voldoet.

Spoorbaan Hilversum Amersfoort:

- Retourputten zijn gepland op 50 m afstand van het spoor. Dat is buiten het beperkingengebied strekt dat zich uit tot een afstand van 11 m uit de as van het zuidelijke spoor (bron: [15]).
- Maximaal toelaatbare grondwaterstand onder het spoor NAP+2,7 m. Uitgaande van een GHG van NAP+1,55 m is de maximaal toelaatbare verhoging van de grondwaterstand dus 1,15 m. De berekende verhoging van de grondwaterstand is tussen 0,5 en 0,8 m, dus dat voldoet.

- Om te bewaken dat de grondwaterstand inderdaad niet het maximum van NAP+2,7 m overschrijdt zullen op de terreingrens van ziekenhuis Tergooi enkele peilbuizen worden geplaatst waarin tijdens de bemaling de grondwaterstand zal worden gemeten en zal worden bewaakt dat het maximum niet wordt overschreden.

N415:

- Het wegdek ligt circa NAP+3,7 m. Voor de stabiliteit van een weg moet de drooglegging minimaal 1 meter zijn. De maximaal toelaatbare grondwaterstand is dus NAP+2,7 m. Uitgaande van een GHG van NAP+1,55 m mag de grondwaterstand dus maximaal met 1,15 m stijgen.
- De berekende verhoging van de grondwaterstand is 0,2 tot 0,5 m, dus dat voldoet ruimschoots aan de eis.
- Om te bewaken dat de grondwaterstand inderdaad niet het maximum van NAP+2,7 m overschrijdt zullen op de terreingrens van ziekenhuis Tergooi enkele peilbuizen worden geplaatst waarin tijdens de bemaling de grondwaterstand zal worden gemeten en zal worden bewaakt dat het maximum niet wordt overschreden.

5.3 Verontreinigingen

Bij de voormalige infiltratieplassen ten noorden van het ziekenhuis, de Laarder Waschmeren en bij Anna's Hoeve (zie voor locatie Figuur 5-1), zijn in het verleden zware verontreinigingen (zware metalen en PAKs) in de bodem en het grondwater aangetroffen [8]. Dit gebied is deels gesaneerd, maar de achtergebleven zware verontreinigingen mogen niet extra verplaatst worden als gevolg van de bemaling. De doorgerekende scenario's leveren daarom een risico rondom de verplaatsing van deze zware verontreinigingen op, doordat de grondwaterstand door bemaling ter hoogte van dit gebied zal veranderen. Locaties die de interventiewaardes in het grondwater overschrijden zijn [8]:

1. Ten zuidoosten van de kruising Anthony Fokkerweg en Liebergerweg (zink en cadmium; rapport uit 2015).
2. Ten noordoosten van het kruispunt Anthony Fokkerweg en Minckelerstraatweg (cadmium, nikkel en zink; rapport uit 2013).

Retourbemaling

Met een retourveld kunnen de omgevingseffecten sterk beperkt worden. Bij scenario 1, waarbij retourbemaling is toegepast, is het gebied rondom deze plassen waarin de grondwaterstanden veranderen het kleinst. Na 120 dagen continue bemaling zal de grondwaterstand ter hoogte van de zuidelijkste plassen met maximaal 10 cm verhoogd worden. Van nature stroomt het grondwater richting het noorden naar de winning bij Laren [4]. Door de grondwaterstandsverhoging is het mogelijk dat het water meer naar het noorden wordt gestuwd, maar dit effect zal beperkt zijn. Ter hoogte van de twee genoemde locaties waar de interventiewaardes voor verontreinigingen worden overschreden, bedragen de veranderingen in de grondwaterstand minder dan 5 cm. Als retourbemaling wordt toegepast, worden er daarom geen problemen verwacht omtrent het verplaatsen van vervuilingen.

Conclusie

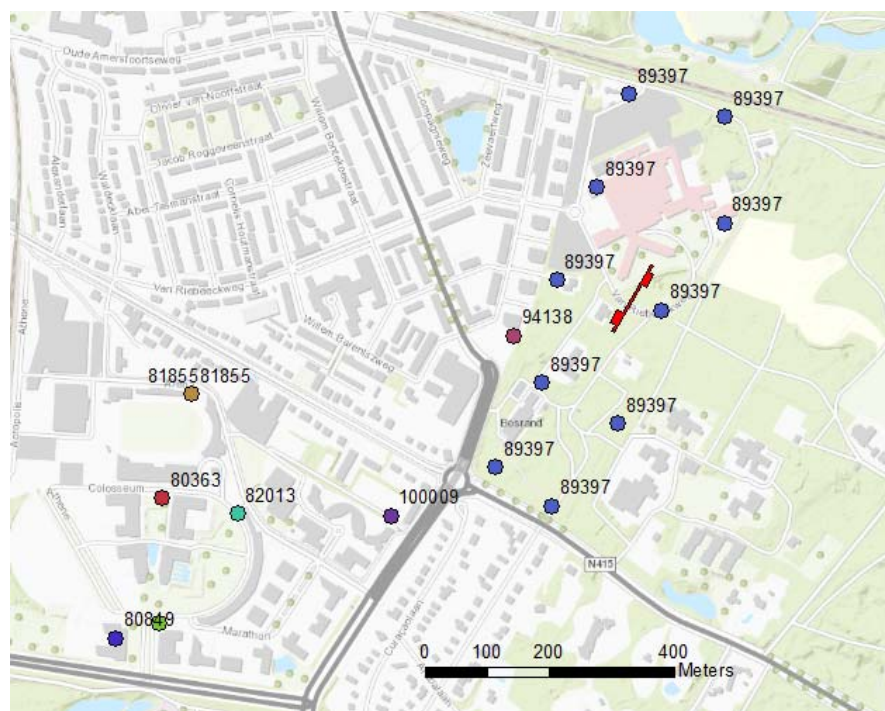
Er worden geen risico's omtrent het verplaatsen van vervuilingen verwacht. De effecten zijn het grootst zonder retourbemaling, maar deze zijn slechts in de orde grootte van millimeters en worden daarom als verwaarloosbaar beschouwd.

5.4 Overige onttrekkingen

Op basis van gegevens van Waternet en omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied hebben we informatie van enkele WKO onttrekkingen in de omgeving (ligging in Figuur 5-3). Verder zijn er geen relevante onttrekkingen bekend. In tabel 5-3 staan de drie dichtstbijzijnde onttrekkingen weergegeven.

Tabel 5-1 Gegevens WKO systemen.

LGR nummer	locatie	Kenmerk	Tyoe	Filterstelling [m NAP]	Afstand tot bemaling [m]	Vergund debiet [m ³ / jaar]	Gerealiseerd
89397	BES Monnikenberg Van Riebeeckweg212 Hilversum	61416/79108	Doubletten	-76 à -156	50 – 300	3.640.000	Nog niet
94138	BES Woontoren Oostereind Van Linschotenlaan Hilversum	MPM/118738	Monobron	Onbekend, maar dieper dan 100 m – mv (circa 96 m – NAP)	160	150.000	Waarschijnlijk wel
100009	BES HLTC Gooiland Oostereind 96 Hilversum	294337/297435	Recirculatie, monobron	-36 à -66 m (retourfilter) -80 à -100 m (haalfilter)	460	49.200	Ja



Figuur 5-3 Ligging WKO systemen omgeving bemaling.

Effecten op BES Monnikenberg Van Riebeeckweg (LGR: 89397)

BES Monnikenberg Van Riebeeckweg is momenteel nog niet aangelegd. De aanleg van een aantal bronnen is wel in voorbereiding. Deze bronnen zullen worden gebruikt voor de nieuwbouw van het ziekenhuis Tergooi. De bemaling voor de kelder uit voorliggend rapport betreft ook de nieuwbouw van het ziekenhuis. Op BES Monnikenberg worden derhalve geen effecten verwacht.

Effecten op BES HLTC (LGR: 100009)

BES HLTC is een recirculatiesysteem, middels een monobron. Het bovenste filter wordt gebruikt om te infiltreren. Het onderste om te onttrekken. Tussen beide filters zit 200 dagen bodemweerstand volgens de effectenstudie van het systeem. In de praktijk onttrekt een recirculatiesysteem grondwater met de natuurlijke temperatuur van het grondwater en infiltreert deze verwarmd of afgekoeld grondwater. De bemaling zal geen effect hebben op de WKO aangezien deze niet onttrekt uit een bel opgeslagen warmte of koude, maar uit het grondwater met de natuurlijke temperatuur.

Effecten BES Woontoren Oostereind (LGR: 94138)

In de aanvraag voor BES HLTC Gooiland wordt een afsluitende kleilaag beschreven, waaronder de filters worden afgesteld. In de proefboring voor BES Monnikenberg zijn eveneens leem/kleilagen aangetroffen. In de pompproef [2] wordt ook een kleilaag beschreven. Uitgangspunt bij de effectenbepaling op BES Woontoren Oostereind is daarom dat sprake is van een kleilaag tussen de energieopslagsystemen en de bemaling.

De bodemschematisatie conform Figuur 5-4 is aangehouden voor de effectberekeningen. Deze bodemopbouw is conservatief qua weerstand ten opzichte van de bodemopbouw in Tabel 2-1. Overige uitgangspunten zijn:

- retardatiefactor thermische bellen van 2;
- filterstelling BES Woontoren Oostereind dieper dan 100 m – mv (circa NAP – 96 m);
- bemalingsduur van 180 dagen.

De berekende verticale verplaatsing van de thermische bel door de weerstandslaag c6 (code c6) direct boven het BES filter bedraagt circa 0,5 m (opwaarts). De berekende horizontale verplaatsing van de thermische bel in laag 7 (van NAP – 96 m tot NAP -116 m) bedraagt circa 4 m (oostwaarts). Gezien de geringe berekende verplaatsing is het niet waarschijnlijk dat het thermisch rendement van het BES systeem significant door de bemaling wordt beïnvloed.

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#
1	-5	9	13	T1	117	
	-5.1	0.1	1	c2	0.1	
2	-17.5	12.4	13	T2	161.2	
	-18	0.5	1	c3	0.5	
3	-37.8	19.8	28.28283	T3	560	
	-40	2.2	0.024444	c4	90	
4	-50	10	32	T4	320	
	-54	4	0.08	c5	50	
5	-76	22	18.18182	T5	400	
	-76.1	0.1	0.1	c6	1	
6	-96	19.9	22.61307	T6	450	
	-96.1	0.1	0.1	c7	1	
7	-116	19.9	13.06533	T7	260	
	-116.1	0.1	0.05	c8	2	
8	-136	19.9	13.06533	T8	260	
	-136.1	0.1	0.05	c9	2	
9	-164	27.9	12.90323	T9	360	
	-184	20	0.02	c10	1000	
10	-210	26	5	T10	130	
	-215	5	0.025	c11	200	
11	-250	35	5	T11	175	
	-251	1	0.001	c12	1000	

Figuur 5-4 Schematisatie effecten op WKO.

Overige WKO systemen

Overige WKO systemen liggen verder weg. Effecten zullen kleiner zijn dan berekend voor BES Woontoren Oostereind. Naar verwachting zijn de effecten op de overige systemen daarom acceptabel.

5.5 Brak/zout grensvlak

Het brak/zoutgrensvlak zit hier op grote diepte (op circa NAP - 240 m). Gelet op de grote diepte heeft de bemaling naar verwachting geen invloed op het brak-zoutgrensvlak. Mocht wel sprake zijn van beïnvloeding dan zal na het beëindigen van de bemaling de oorspronkelijke situatie zich (langzaam) weer herstellen.

In de praktijk zijn er veel grotere en langduriger onttrekkingen in de omgeving aanwezig voor drinkwaterwinning. Hier zijn geen problemen met opconing van brak en zout grondwater bij ons bekend.

5.6 Zettingen

Gelet op de bodemgesteldheid zijn de zettingen naar verwachting marginaal.

6 Wet- & regelgeving

Volgens de Keur is geen vergunning voor bemaling nodig indien:

- De hoeveelheid te onttrekken grondwater minder bedraagt dan 65.000 m³ per maand.
- De onttrekking minder bedraagt dan 150 m³ per uur.
- De onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden.
- Het grondwater wordt onttrokken uit het freatische en/of het eerste watervoerende pakket.
- De grondwaterstand niet verder wordt verlaagd dan maximaal 0,5 meter onder het ontgravingsniveau.

En verder:

- Indien de onttrokken hoeveelheid grondwater voor bronbemaling meer dan 15.000 m³ per maand bedraagt, dient het onttrokken grondwater in een straal van 500 meter van het punt van onttrekking te worden geretourneerd in hetzelfde watervoerende pakket.

De berekende debieten in hoofdstuk 4.2 (Tabel 4-2 en Tabel 4-3) zijn dusdanig hoog dat deze boven de bovengenoemde waarden van 65.000 m³ per maand of 150 m³ per uur uit komen. Voor de bemaling moet daarom een vergunning worden aangevraagd.

7 Overdracht naar uitvoering

Geadviseerd wordt om een bemaler aan te stellen met lokale ervaring en kennis. De benodigde verlagingen van de grondwaterstand ter plaatse van de ontgraving zijn het doel en niet de debieten.

Retourneren / lozen

Geadviseerd wordt om zoveel mogelijk te retourneren ter beperking van de omgevingseffecten te beperken. Een alternatief voor retourputten kunnen zaksloten zijn.

De definitieve ligging van retourvelden moeten met de terreineigenaar en terreinbeheerder worden vastgesteld.

Gemeente Hilversum heeft aangegeven dat lozen op hemelwaterafvoerriool een escape is, mocht het niet lukken om al het onttrokken grondwater te retourneren. Mocht water worden geloosd, dan is daartoe overleg met en toestemming nodig van gemeente Hilversum. In dat geval moet een ontijzer-installatie worden ingezet, bijvoorbeeld een strobale constructie. Bij de van Riebeeckweg is – volgens gemeente Hilversum – een aansluitpunt op hemelwaterafvoer. Dit punt komt uit op de van Riebeeckvijver.

Monitoring

Om risico's voor de omgeving uit te sluiten adviseren wij de volgende monitoring en bewaking uit te voeren:

- Om te bewaken dat de grondwaterstand bij de spoorbaan Hilversum-Amersfoort niet het maximum van NAP+2,7 m overschrijdt: enkele peilbuizen op de terreingrens van ziekenhuis Tergooi.
- Om te bewaken dat de grondwaterstand onder de N415 inderdaad niet het maximum van NAP+2,7 m overschrijdt: enkele peilbuizen op de terreingrens van ziekenhuis Tergooi.
- Om te bewaken dat in het zuidelijke retourveld schade aan bomen optreedt: in de directe nabijheid van bomen in het retourveld enkele peilbuizen plaatsen. Daarin de grondwaterstand meten en bewaken dat deze niet ondieper wordt dan 1,5 m onder maaiveld.

Als de maximaal toelaatbare grondwaterstand bij een object dreigt te worden overschreden beheersmaatregelen nemen:

- Retourputten plaatsen op grotere afstand van het object.
- Minder water retourneren en het overschot lozen (zie hierboven).

Bijlagen

Bijlage 1: Dwarsprofielen Regis [bron: 1]

Bijlage 2: Planning Betonwerk Passage met Bouwdeel B tm begane grond [bron: 12]

Bijlage 3: Boringen bemalingsadvies Soestdijkerstraatweg – Oostereind van Spaans Watermanagement B.V., augustus 2009 [bron: 2]

Bijlage 4.1 en 4.2: Constructietekeningen bouwdeel ABC

(Tergooi_A_3550_BK.rvt_G&D_105_20170410 [bron: 6] en C_BB3800_310_PGR_K_T_01_V_kelder [bron: 9])

Bijlage 5.1 en 5.2: Constructietekeningen bouwdeel D (kelder bouwdeel D [7] en

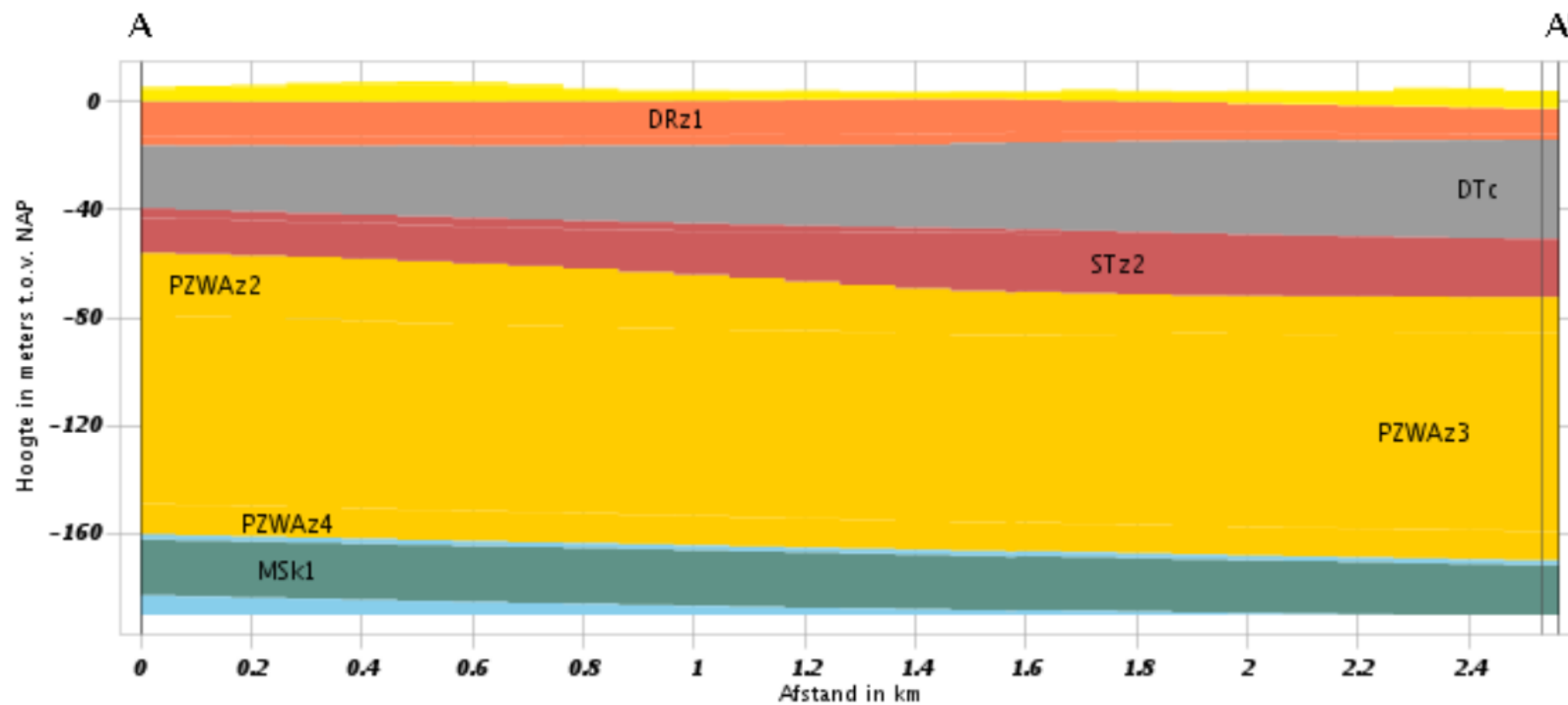
C_BB3800_310_PGR_0_D_01_V_Kelder & begane grond_deel D [bron: 10])

Bijlage 6: Schets verbindingstunnel bouwdeel A naar bestaande bouw (Tergooi – verbindingstunnel bestaand – bouwdeel A [bron: 11])

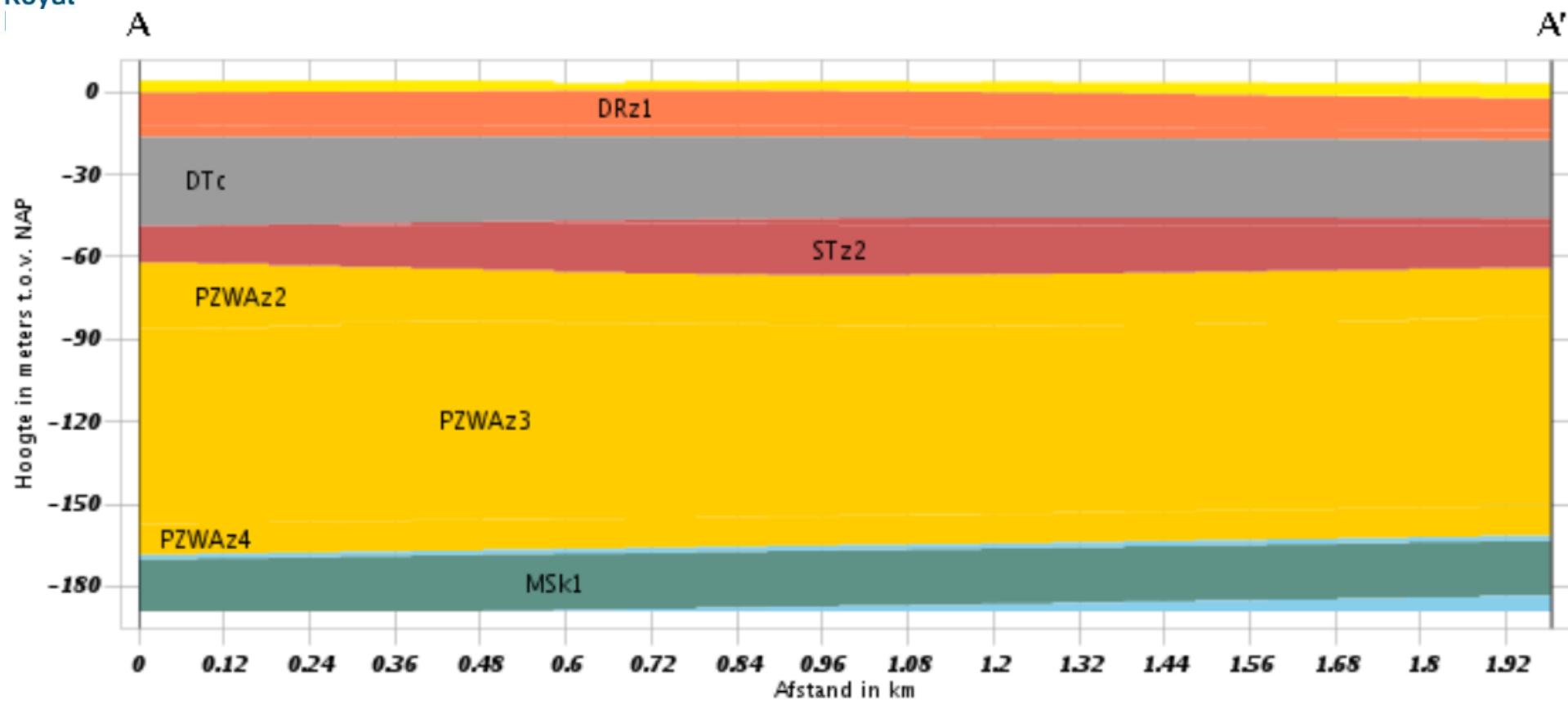
Bijlage 1: Dwarsprofielen REGIS



Figuur A-1 Legenda en locaties van doorsnede noord-zuid en west-oost.



Figuur A-2 Doorsnede west-oost. Het ziekenhuis ligt ongeveer in het midden van de doorsnede.



Figuur A-3 Dwarsdoorsnede noord-zuid. Het ziekenhuis ligt ongeveer in het midden van de doorsnede.

Bijlage 2: Bouwplanning

