



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wiertsema.nl](mailto:info@wiertsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Bemalingsadvies

Nieuwbouw wooncomplex met halfverdiepte  
parkeergarage aan de Queridolaan te Groningen

VN-70506-3 | 13 november 2018



# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wieritsema.nl](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp: Nieuwbouw wooncomplex met halfverdiepte parkeergarage aan de Queridolaan te Groningen  
Projectnummer: VN-70506-3  
Opdrachtgever: Kroeze & Partners Vastgoed B.V.  
Postbus 419  
8447 GG Heerenveen  
Nr. opdrachtgever: 17159

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	13 november 2018	Bemalingsadvies

Opgesteld door:	
Handtekening:	
Documentnummer:	R60117
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Inhoudsopgave

## blad

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding en doel .....	4
1.2	Kwaliteitswaarborging .....	4
1.3	Leeswijzer .....	4
<b>2</b>	<b>Geïntervieweerde gegevens.....</b>	<b>5</b>
2.1	Bestaande onderzoeksgegevens.....	5
2.2	Terreinbeschrijving .....	5
2.3	Bouwplan .....	6
<b>3</b>	<b>Geohydrologische beschrijving.....</b>	<b>7</b>
3.1	Bodemopbouw .....	7
3.2	Grondwaterstroming.....	8
3.3	Doorlatendheid zandpakket .....	9
3.4	Oppervlaktewater .....	9
3.5	Zoet – zout watergrens.....	9
<b>4</b>	<b>Bemalingsadvies .....</b>	<b>10</b>
4.1	Doel.....	10
4.2	Evenwicht ontgravingsvlak .....	10
4.3	Bemalingsmethode .....	12
4.4	Berekening waterbezwaar .....	13
4.5	Invloed op de omgeving .....	14
4.5.1	Grondwaterstand- en stijghoogtedaling .....	14
4.5.2	Maaiveldzettingen .....	14
4.5.3	Maaiveldzakking en invloed op bebouwing.....	15
<b>5</b>	<b>Uitvoeringsaspecten.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Vergunningen.....</b>	<b>17</b>
6.1	Waterwet .....	17
6.1.1	Grondwateronttrekking.....	17
6.1.2	Lozing bemalingswater.....	17
<b>7</b>	<b>Advieskader .....</b>	<b>18</b>
7.1	Basis voor het advies .....	18
7.2	Betrouwbaarheid van gebruikte rekenparameters.....	18
7.3	Discrepancies tussen advies en praktijk .....	18
<b>8</b>	<b>Slotopmerkingen en aandachtspunten .....</b>	<b>19</b>

### Bijlagen:

- 1 Stijghoogtegegevens TNO, eerste watervoerende pakket



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

# 1 Inleiding

In opdracht van Kroeze & Partners Vastgoed B.V. te Heerenveen heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners B.V. ten behoeve van de nieuwbouw van een wooncomplex met halfverdiepte parkeergarage aan de Queridolaan te Groningen, project Q, een bemalingsadvies opgesteld.

## 1.1 Aanleiding en doel

Aanleiding tot het bemalingsadvies is de geplande nieuwbouw ter plaatse. Er zullen graafwerkzaamheden tot maximaal circa 3,2 m minus maaiveld (komt overeen met -2,5 m N.A.P.) verricht worden. Om de bouwput droog te houden zal er een bemaling van het grondwater moeten worden uitgevoerd.

Doel van het bemalingsadvies is om inzicht te verkrijgen in de hoeveelheid vrijkomend bemalingswater, de bemalingsmethode(n), de invloed op de omgeving en de verwerking van het water.

## 1.2 Kwaliteitswaarborging

Het bemalingsadvies is opgesteld onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieumanagementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

## 1.3 Leeswijzer

In dit rapport zijn de relevante gegevens voor het opstellen van een bemalingsadvies weergegeven. Hoofdstuk 2 is een weergave van de beschikbare/geïnterpreteerde gegevens, waarna in hoofdstuk 3 een geohydrologische beschrijving van de locatie volgt. Vervolgens is in hoofdstuk 4 het bemalingsadvies opgesteld. De uitvoeringsaspecten en het vergunningentraject ten aanzien van het bemalingsadvies zijn in respectievelijk hoofdstuk 5 en 6 weergegeven. In hoofdstuk 7 komt het advieskader aan bod en tenslotte volgen in hoofdstuk 8 enkele slotopmerkingen ten aanzien van het opgestelde advies. In de bijlagen zijn de stijghoogtegegevens opgenomen.





## 2 Geïnterpreteerde gegevens

### 2.1 Bestaande onderzoeksgegevens

Dit bemalingsadvies is tot stand gekomen op basis van de volgende gegevens, te weten:

- ▲ het door ons bureau uitgevoerde grondonderzoek met rapportnummer VN-70506-1, R57869, d.d. 27 juni 2018;
- ▲ REGIS en Grondwaterkaart van TNO ( kaartblad 6 Oost, 7 West);
- ▲ de bij TNO opgevraagde peilbuisgegevens (zie bijlage 1);
- ▲ de door de opdrachtgever aangeleverde bouwplangegevens
  - Structuur ontwerp, Project Q te Groningen, Ingenieursbureau Dijkhuizen, projectnummer 17159, onderdeel Keldervloer, ontwerp draagstructuur, status concept, d.d. 17 april 2018;
  - Werkboek 11, Project Q te Groningen, Ontwerp draagstructuur werkboek 11, projectnummer 17159, Dijkhuis, d.d. 7 september 2018.
  - Aanlegniveau kelder, Plattegrond begane grond, projectnummer 17159, Dijkhuis, d.d. 17 oktober 2018.

De bovengenoemde gegevens vormen, aangevuld met geïnterpreteerde regionale gegevens, de basis voor de beschrijving van de bodemopbouw (zie paragraaf 3.1) en de geohydrologische situatie (zie paragraaf 3.2).

### 2.2 Terreinbeschrijving

De onderzoekslocatie wordt omsloten door de Queridolaan en de Van Ketwich Verschuurlaan. De ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 situering onderzoekslocatie



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

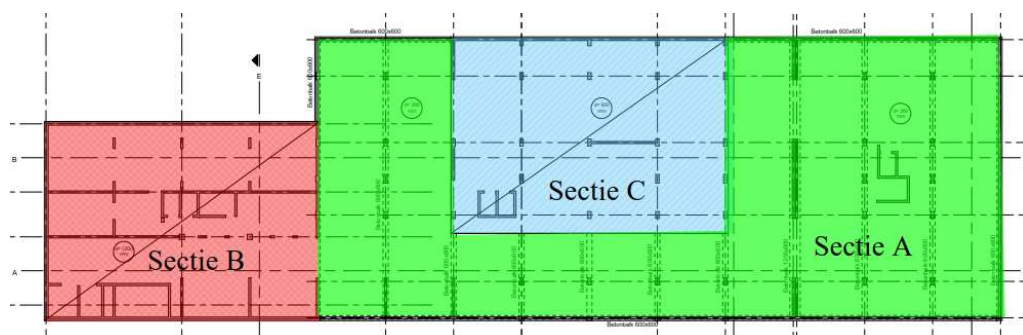
De maaiveldhoogten ter plaatse van de uitgevoerde boringen en sonderingen variëren van +0,9 m tot -0,9 m N.A.P. Het maaiveldniveau bij sonderingen DKM003 t/m DKM006 en DKM008 t/m DKM012 bevindt zich ongeveer 1,0 m lager dan bij de overige sondeerlocaties, als gevolg van het verwijderen van de fundering van de voormalige bebouwing. In dit advies wordt uitgegaan van een ingeschat gemiddeld maaiveldniveau van circa +0,7 m N.A.P.

## 2.3 Bouwplan

Het projectplan betreft de nieuwbouw van een wooncomplex met een half verdiepte parkeergarage. Het maximale ontgravingsniveau bedraagt 3,2 m minus maaiveld. Uitgaande van een gemiddeld maaiveldniveau van +0,7 m N.A.P. ter plaatse bedraagt het maximaal ontgravingsniveau ongeveer -2,5 m N.A.P. Om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren zal de grondwaterstand moeten worden verlaagd tot een niveau van -3,0 m N.A.P. Aangenomen wordt dat de verschillende secties gelijktijdig bemalen zullen worden. De duur van de bemalingswerkzaamheden is ons onbekend. Na verwachting zullen de werkzaamheden circa 3 à 4 maanden in beslag nemen. De uitvoeringswijze van de bouwput is onbekend, er wordt uitgegaan van ontgraving binnen open talud. Eén en ander is samengevat in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Bouwplan

Onderdeel	Afmetingen (m x m)	Ontgravingsniveau (N.A.P.)	Benodigde grondwaterstandsverlaging (N.A.P.)
Sectie A	80 x 35	-1,9	-2,4 m
Sectie B	25 x 30	-2,5	-3,0 m
Sectie C	25 x 30	-2,2	-2,7 m



Figuur 2.2 Overzicht verschillende secties nieuwbouw Queridolaan te Groningen



### 3 Geohydrologische beschrijving

#### 3.1 Bodemopbouw

##### Regionaal

Op basis van de aangeleverde gegevens en de Grondwaterkaart van Nederland (TNO, kaartblad 6 Oost, 7 West) kan de bodem in geologisch opzicht als volgt geclassificeerd worden:

Vanaf maaiveld wordt een Holocene Deklaag aangetroffen met een dikte van één à twee meter. Naar het oosten toe is de Holocene deklaag afwezig en worden vanaf maaiveld Pleistocene afzettingen aangetroffen. Op plekken waar de Holocene deklaag ontbreekt wordt vanaf maaiveld een 2 tot 5 m dikke kleilaag aangetroffen van Drente Gieten klei. Waar klei ontbreekt is direct vanaf maaiveld het watervoerende pakket aanwezig, met zand van de Formatie van Boxtel.

De Holocene deklaag bestaat uit klei en/of matig fijn tot zeer fijne zanden. De deklaag wordt gevolgd door Pleistocene zanden, een watervoerende pakket bestaande uit zandige afzettingen van de formatie van Boxtel en Peelo met een dikte van 25 à 30 meter. Aangrenzend bevindt zich een circa twee meter dikke waterremmende kleilaag behorende tot de formatie van Peelo. Onder deze laag bevindt zich een circa 90 à 100 meter dik watervoerend pakket bestaande uit zandige afzettingen behorende tot de Formaties van Peelo, Appelscha, en Peize-Waalre. Aangrenzend bevindt zich een 20 m dik slecht doorlatende laag behorende tot de Formatie van Peize-Waalre. In de voorliggende rapportage wordt deze laag als hydrologische basis beschouwd.

##### Lokaal

De onderzoekslocatie bevindt zich in de voormalige polder Helpman, op een afstand van circa 700 m van de hogere gelegen Hereweg, deze is vroeger aangelegd op een uitloper van de Hondsrug. Hierdoor is een tweedeling zichtbaar in de bodemopbouw, dit is tevens terug te zien in het uitgevoerde grondonderzoek. Uitgaande van de grondonderzoeksgegevens op de onderhavige locatie kan de bodem als volgt geschematiseerd worden:

Het grondonderzoek toont een tweedeling in de bodemopbouw wat de dikte van de deklaag betreft. Deze deklaag varieert in dikte van 0 tot 9,5 m binnen de oppervlakte van het onderzoeksgebied. Dit is weergegeven in figuur 3.1 en 3.2. Het verschil in bodemopbouw tussen de oost- en westzijde is in tabel 3.1 en 3.2 weergegeven.

*Tabel 3.1 Geschematiseerde lokale bodemopbouw oostzijde*

Diepte t.o.v. N.A.P. (in m)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
MV (ca. +0,7) tot -1,7 à -3,2	Zand, siltig	zandtoplaag
-1,7 à -3,2 tot -14,8 à -31,8*	Zand, weinig siltig tot siltig	Watervoerend Pakket

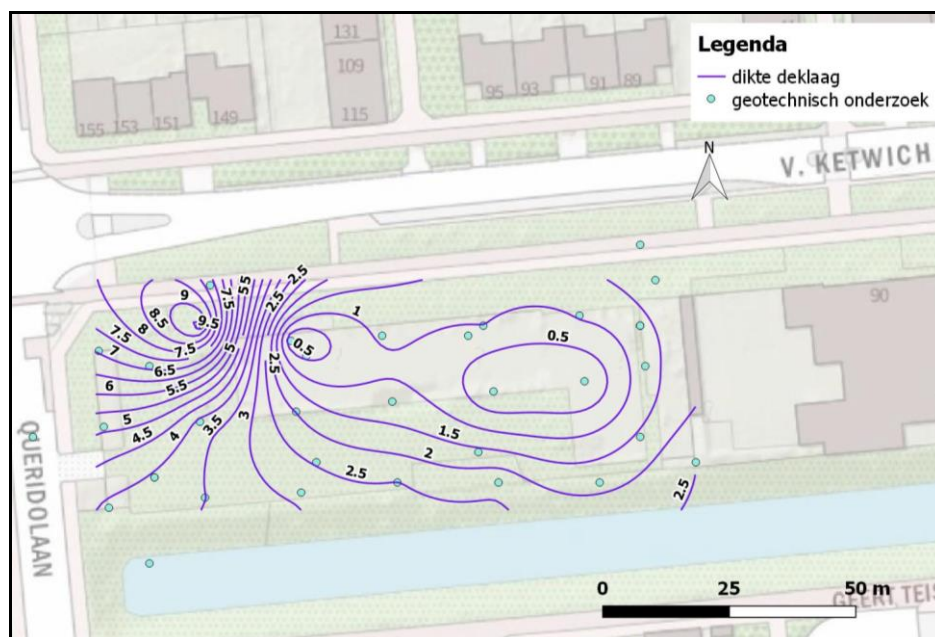
\* maximaal verkende diepte



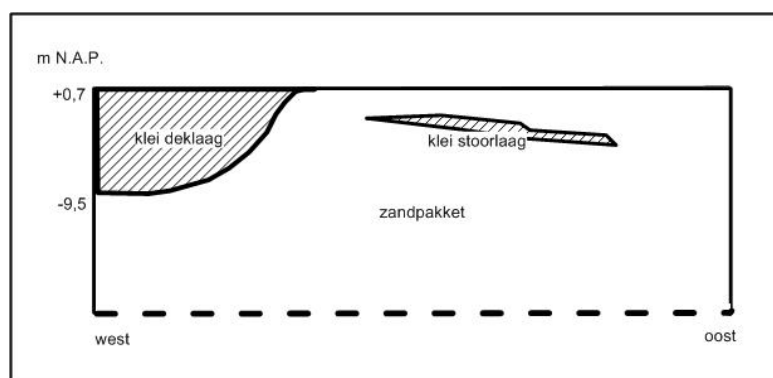
Tabel 3.2 Geschematiseerde lokale bodemopbouw westzijde

Diepte t.o.v. N.A.P. (in m)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
MV (ca. +0,7) tot -2,2 à -9,0	Afwisseling bestaande uit zand, veen en klei.	Holocene Deklaag
-2,7, à -5,7 tot -14,8 à -31,8*	Zand, weinig siltig tot siltig	Zand Watervoerend Pakket

\* maximaal verkende diepte



Figuur 3.1, contouren dikte deklaag in meters



Figuur 3.2, dwarsdoorsnede, schets dikte deklaag

### 3.2 Grondwaterstroming

#### Regionaal

De regionale geohydrologische gegevens zijn, evenals bij de bodemopbouw, ontleend aan de Grondwaterkaart van Nederland (TNO, kaartblad 6 Oost, 7 West). Met betrekking tot de grondwaterstanden wordt onderscheid gemaakt tussen de freatische (lokale) grondwaterstanden



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



en grondwaterstijghoogtes (regionaal).

Op basis van de metingen blijkt er een infiltratiesituatie aanwezig te zijn. Naar verwachting fluctueert de stijghoogte in de omgeving rond  $-1,0$  m N.A.P., met een zeer geringe stroming, die waarschijnlijk west gericht is. Het verhang van de grondwaterstroming is beperkt. Om inzicht te krijgen in de stijghoogte fluctuatie ter plaatse zijn peilbuisgegevens opgevraagd bij TNO (zie bijlage 1). Uit peilbuismetingen op een afstand van circa 1.000 m en verder blijkt dat de stijghoogte in de omgeving fluctueert tussen ongeveer  $-0,5$  en  $-1,5$  m N.A.P. Dit beeld wordt bevestigd door de stijghoogtes die tijdens het boren zijn gemeten.

### Lokaal

De freatische grondwaterstanden hebben betrekking op de waterstand in de deklaag en worden voor een groot deel beïnvloed door de hoogteligging, neerslagintensiteit, lokale ontwatering en kunnen over korte afstanden sterk verschillen. Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn de grondwaterstanden geregistreerd (19 t/m 21 maart 2018) van circa  $-1,5$  tot  $-2,7$  m N.A.P. Dit is een momentopname en zegt niets over het verloop in de tijd. Om de fluctuatie in de grondwaterstand vast te stellen dienen de geplaatste peilbuizen over een langere periode gemonitord te worden.

### 3.3 Doorlatendheid zandpakket

Om inzicht te krijgen in de doorlatendheid van het zand is van een tweetal monsters de korrelverdeling bepaald. Uit de boorstaten blijkt dat de zandige afzettingen in de eerste meters minus maaiveld bestaan uit matig fijn tot uiterst fijn zand. Uitgaande van de korrelverdeling wordt een doorlatendheid voor het matig fijne zandpakket ingeschat op 5 à 10 m/d en voor het uiterst fijne zandpakket wordt de doorlatendheid ingeschat op 3 à 5 m/d.

### 3.4 Oppervlaktewater

Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater bevindt zich op een afstand van ongeveer 10 m van de bouwput met een streefpeil van  $-0,75$  m N.A.P. voor zowel de zomer- als winterperiode. Tijdens het grondonderzoek is het waterpeil ingemeten. Ten tijden van het grondonderzoek was de hoogte van het waterpeil  $-1,4$  m N.A.P.

### 3.5 Zoet – zout watergrens

Op basis van de Grondwaterkaart van TNO wordt verwacht dat ter hoogte van de onderzoekslocatie het grensvlak tussen brak en zout water zich bevindt op een diepte van ongeveer  $-75$  à  $-80$  m N.A.P. bevindt.



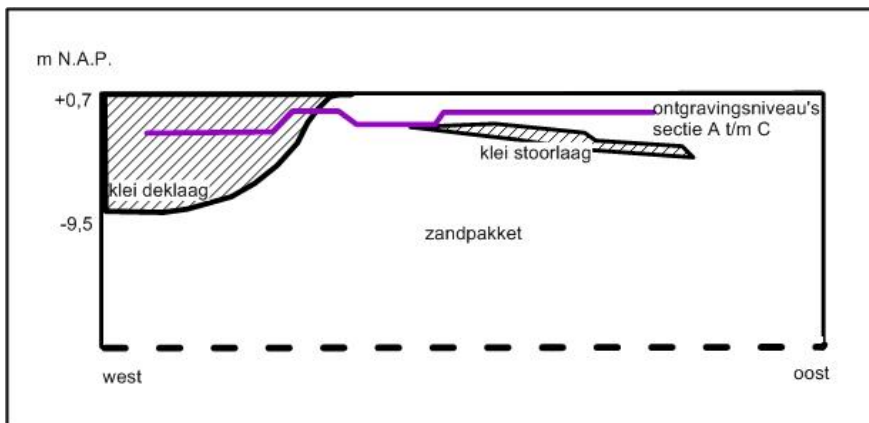
## 4 Bemalingsadvies

### 4.1 Doel

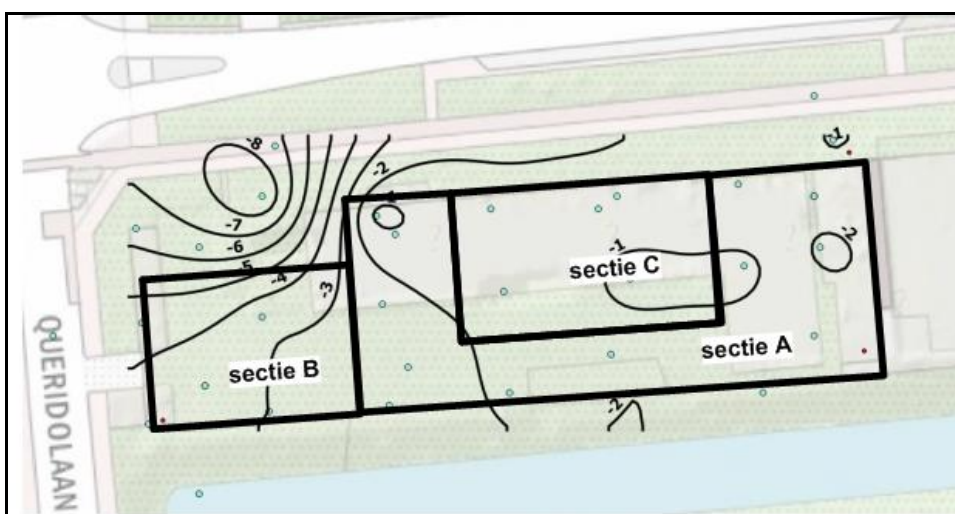
Ten behoeve van de geplande bouwwerkzaamheden in Groningen zullen werkzaamheden worden uitgevoerd tot beneden de grondwaterspiegel. Het doel van de bemaling is de grondwaterstand zodanig te verlagen dat een droog en stabiel werk- c.q. ontgravingsvlak wordt verkregen, waarbij eventueel hemelwater vlot kan worden afgevoerd.

### 4.2 Evenwicht ontgravingsvlak

Een groot deel van de ontgraving vindt plaats direct in het zandpakket, op andere plaatsen blijft de ontgraving beperkt tot de deklaag. In figuur 4.1 is dit schematisch aangeduid. In figuur 4.2 is globaal aangegeven tot welk niveau (m N.A.P.) de deklaag aanwezig is en waar de verschillende ontgravingsdieptes (zie tabel 2.1) zich bevinden.



Figuur 4.1 schets, aanwezigheid deklaag



Figuur 4.2 onderkant deklaag (m N.A.P.) ten opzichte van de nieuwbouw



Uit figuur 4.2 kan worden afgeleid dat het grootste deel van Sectie A en geheel Sectie C wordt ontgraven tot in het zand. Hier zal een bemaling moeten plaatsvinden. Op plekken waar klei wordt aangetroffen (Sectie A west- en oostzijde) dient ontgraven te worden tot in het zand.

Voor Sectie B blijft het noordelijke deel van de ontgraving in de deklaag en daarom wordt voorgesteld een grondverbetering toe te passen. In het resterende deel wordt geadviseerd door te graven tot in het zand en aan te vullen tot aan het gewenste niveau. De deklaag heeft een remmende werking op de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket, waardoor plaatselijk minder verlaagd hoeft te worden dan bij de ontgraving in het zand.

*Tabel 4.1 Bouwplan met grondverbetering*

Onderdeel	Afmetingen (m x m)	Ontgravingsniveau (N.A.P.)
Sectie A	80 x 35	-1,9 (plaatselijk -2,0 en -2,4 vanwege klei)
Sectie B	25 x 30	-2,5
Sectie B, grondverbetering	25 x 30	-3,0
Sectie C	25 x 30	-2,2

Voor de ontgraving van het noordelijke deel van Sectie B is het verticale evenwicht ten opzichte van de onderzijde kleilaag, waarvan het niveau varieert. Voor de maximale opwaartse waterdruk wordt uitgegaan van een stijghoogte van -0,5 m N.A.P. De uitgangssituatie voor het bepalen van de neerwaartse gronddruk is weergegeven in tabel 4.2. Het resultaat van de evenwichtsberekeningen is weergegeven in tabel 4.3.

*Tabel 4.2 volumegewichten*

Samenstelling	geschat volume gewicht (kN/m <sup>3</sup> )
Klei	15
Zand	18

*Tabel 4.3 resultaat evenwichtsberekening op basis van sonderingen*

Onderdeel	Ontgraving niveau (m N.A.P.)	Opwaartse waterdruk (kN/m <sup>2</sup> )	Neerwaartse bodemdruk		Evenwicht ontgraving vlak	Max. toelaatbare stijghoogte (m N.A.P.)
			(kN/m <sup>2</sup> )	Incl. veiligheid van 1,1		
Sectie B, DKM14, ok deklaag -4,4	-2,5	39	28,5	25,9	nee	-1,9
Sectie B, DKM14, ok deklaag -7,6	-2,5	71	80	72,7	ja	



Onderdeel	Ontgraving niveau (m N.A.P.)	Opwaartse waterdruk (kN/m <sup>2</sup> )	Neerwaartse bodemdruk		Evenwicht ontgraving vlak	Max. toelaatbare stijghoogte (m N.A.P.)
			(kN/m <sup>2</sup> )	Incl. veiligheid van 1,1		
Sectie B, DKM14, grondverbeteri ng, ok deklaag - 4,4	-3,0	39	21	19,1	nee	-2,5
Sectie B, DKM14, grondverbeteri ng, ok deklaag - 7,6	-3,0	71	72,5	65,9	nee	-1,1

Uit de resultaten, volgt dat op basis van de gehanteerde uitgangspunten er geen evenwicht is in de opwaartse en neerwaartse krachten. Hier wordt een bemaling in het eerste watervoerende pakket onder de klei- en veenlaag noodzakelijk geacht. De benodigde verlagingen dienen te zijn gerealiseerd alvorens wordt gestart met het ontgraven, om opbarsten van de bouwputbodanwel het ontstaan van zandmeevoerende wellen of instabiliteit van het ontgravingsvlak te voorkomen.

### 4.3 Bemalingsmethode

Bij de beschrijving van de bemalingsmethode is als referentieniveau N.A.P. aangehouden. Om de benodigde verlaging te realiseren adviseren wij de volgende bemaling toe te passen:

#### Verticale bemaling

Geadviseerd wordt om verticale filter bemaling toe te passen. Rondom de ontgraving dienen vacuümfilters aangebracht te worden met een h.o.h. afstand van circa 2 m. De filters dienen geplaatst te worden in de watervoerende zandlaag. De diepte van de filters varieert vanwege de variatie in dikte van de deklaag (zie figuur 4.2). Op sommige plekken komt een storende kleilaag in het zandpakket voor, belangrijk is dat er daar zowel boven als onder deze kleilaag filters worden geplaatst als de kleilaag in tact wordt gehouden. Wij adviseren om een gedetailleerd plan op te stellen voor de bemaling, met name de filterstelling, om de onttrekking op de juiste niveau's te garanderen.

De minimaal benodigde verlaging dient over het hele ontgravingsvlak gerealiseerd te zijn voordat wordt begonnen met ontgraven. Het geheel dient te worden ontwaterd middels bovengrondse pompen.

#### Open bemaling

Om lokaal stagnerend vrijgekomen grondwater en hemelwater af te kunnen voeren adviseren we rekening te houden met de inzet van een open bemaling (klokpomp).

Vorenstaande bemalingsmethode betreft een advies ten aanzien van de te hanteren bemaling. De daadwerkelijke uitvoering van de bemaling (h.o.h. afstand, omstorting en dergelijke) is de





verantwoording van de bemaler.

#### 4.4 Berekening waterbezwaar

##### Uitgangspunten

Om een indicatie te verkrijgen van de bemalingscapaciteit is het bemalingsplan en de te verwachten onttrekkingsdebiet gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- ▲ De bodemopbouw en de grondwaterstandsgegevens, zoals weergegeven in dit rapport en afgeleid uit de rapporten en de gegevens genoemd in paragraaf 2.1. De uiteindelijke vereiste verlaging van de grondwaterspiegel is afhankelijk van de actuele grondwaterstand ten tijde van de uitvoering (en het ontgravingsniveau van de bouwput).
- ▲ Een grondwaterstandsverlaging onder het werk- c.q. ontgravingsniveau, zoals eerder is aangegeven bij het bouwplan (paragraaf 2.3) en de bemalingsmethode (paragraaf 4.3).
- ▲ Een werkwijze, zoals aangegeven bij de bemalingsmethode (paragraaf 4.3).

Op basis van bovengenoemde uitgangspunten zullen de bemalingen voor de benodigde verlagingen moeten zorgen om opbarsten van de bouwputbodem te voorkomen. De berekeningen zijn uitgevoerd met het eindige elementen programma MicroFEM voor een stationaire situatie. Deze computersimulaties geven een indicatie van het te verwachten waterbezwaar.

##### Modellering bemalingsberekening

Bij het berekenen van het vrijkomend debiet dient opgemerkt te worden dat dit een inschatting betreft en dat afwijkingen mogelijk zijn door het voorkomen van discontinuïteiten in de bodem. Dergelijke afwijkingen in de bodemopbouw, zoals dikte van de zandlaag en grofheid, kunnen leiden tot af- of toename van het genoemde debiet. De geohydrologische opbouw ten behoeve van de modellering is geschematiseerd in tabel 4.4.

*Tabel 4.4 Schematisering geohydrologische opbouw*

Modellaag	Type modellaag	Weerstand (dagen)	Doorlaatvermogen (m <sup>2</sup> /dag)	Dikte modellaag (m)
C1	Drainageweerstand	250		-
kD1	Watervoerend		45 à 60	10
C2	Weerstandsbiedend	1 à 2		-
kD2	Watervoerend		75 à 100	20

##### Resultaten bemalingsberekening

Het op basis van de gehanteerde uitgangspunten berekende onttrekkingsdebiet is weergegeven in tabel 4.5, waarbij is uitgegaan van een worst case scenario waarbij er vanaf maaiveld een aaneengesloten watervoerend pakket aanwezig is. Dit is een overschatting omdat er lokaal, ter plaatse van Sectie B, minder verlaagd hoeft te worden vanwege de remmende werking van de deklaag. Er wordt aangenomen dat de gehele put gelijktijdig wordt ontgraven en dat daarom voor de gehele locatie het grondwater gelijktijdig wordt verlaagd. Voor sectie B en C wordt plaatselijk extra bemalen voor de diepere ontgraving.



Tabel 4.5 Resultaten bemalingsberekening

Onderdeel	Oppervlakte (m x m)	Benodigde verlaging GWS (m N.A.P.)	Berekend onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /uur)	Berekend onttrekkingsdebiet (m <sup>3</sup> /maand)
Gehele bouwput	30 x 110	-2,4	30 à 40	31.000 à 39.000
Sectie B*	25 x 30	-3,0	6 à 9	4.600 à 6.400
Sectie C*	25 x 30	-2,7	3 à 5	2.500 à 3.400

\*bijkomend debiet voor extra verlaging

Bij bovenstaande onttrekkingsdebieten dient opgemerkt te worden dat gedurende de aanvangsperiode van de bemalingen deze hoger zijn, waarna ze na verloop van tijd afnemen tot een min of meer stationaire toestand.

## 4.5 Invloed op de omgeving

### 4.5.1 Grondwaterstand- en stijghoogtedaling

In tabel 4.5 zijn de verwachte stijghoogteverlagingen weergegeven. Echter, dit zijn indicatieve waarden, de actuele verlagingen dienen m.b.v. peilbuizen gecontroleerd te worden.

Tabel 4.5 Invloed op de omgeving (bij maatgevende verlaging)

Afstand tot de bouwput	Stijghoogteverlaging (m) bij het bereiken van de stationaire situatie	
0	-2,5	[ -3,0 m NAP]
20	-2,2	[ -2,7 m NAP]
50	-1,5	[ -2,0 m NAP]
100	-0,7	[ -1,2 m NAP]
200	-0,3	[ -0,8 m NAP]
500	<-0,05	[ -0,5 m NAP]

### 4.5.2 Maaiveldzettingen

Als gevolg van de bemaling zullen de stijghoogte en de grondwaterstand in de omgeving tijdelijk worden verlaagd. Ten gevolge van deze verlaging kunnen er maaiveldzettingen optreden in sterk samendrukbare lagen. Naast de grondwaterstand- en stijghoogteverlaging wordt de mate van maaiveldzettingen in grote mate bepaald door grondwaterstand- en stijghoogteverlagingen die reeds in het verleden hebben plaatsgevonden, de bodemopbouw in de omgeving (dikte van de samendrukbare lagen), de samendrukbaarheidsconstanten en de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen.

Ter plaatse van de ontgraving waar reeds een bestaande bebouwing aanwezig is hangt de te verwachten zetting af van de in het verleden, bij de aanleg van de bestaande bebouwing opgetreden grondwaterstandsverlaging. Er zijn geen gegevens voorhanden van grondwaterstandsverlagingen in het verleden. Daarom dient rekening te worden gehouden met



zettingen in de omgeving, vanwege de aanwezigheid van veen en klei in de deklaag.

Geadviseerd wordt om niet meer en langer te onttrekken dan het strikt noodzakelijke. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke maaiveldzettingen als gevolg van de bemaling zal aanvullend onderzoek noodzakelijk zijn in de vorm van een zettingsberekening, mogelijk aangevuld met het bepalen van samendrukingsparameters.

#### **4.5.3 Maaiveldzakking en invloed op bebouwing**

Voor deugdelijk op betonpalen gefundeerde bebouwing en leidingen geldt dat maaiveldzakking niet zal resulteren in een zakking van de bebouwing. Voor deze gebouwen geldt derhalve geen of een minimaal risico voor zakking als gevolg van maaiveldzakking.

Voor op staal gefundeerde bebouwing en leidingen geldt dat deze in zekere zin de maaiveldzakking zullen volgen. In het algemeen geldt dat daar waar deze zakkingen ongelijkmatig zijn de kans bestaat dat schade optreedt. Het uiteindelijke schaderisico is afhankelijk van de aard en bouwtechnische conditie van de bebouwing.

Wij adviseren een aanvullende zettingsberekening uit te voeren en tijdens de uitvoering een goede omgevingsmonitoring in te stellen inclusief bouwkundige vooropname.



## 5 Uitvoeringsaspecten

Wij adviseren het effect van de bemalingsactiviteiten op de grondwaterstijghoogten in de omgeving te controleren door het plaatsen en aflezen van grondwaterstanden in peilbuizen voor en tijdens de uitvoering.

Aanbevolen wordt de mate van onttrekking af te stemmen op de geregistreerde verlaging, zodanig dat de grondwaterstand niet dieper dan noodzakelijk wordt verlaagd en het onttrekkingsdebiet en daarmee de invloed op de omgeving wordt geminimaliseerd.

Geadviseerd wordt gebruik te maken van meerdere bemalingspompen. Bij eventuele storingen in één van de installaties zal dat dan niet gelijk leiden tot wateroverlast in de bouwput.

Ter vaststelling van het onttrokken debiet dienen de pompinstallaties te zijn voorzien van geijkte debietmeters. De debietmeting moet dagelijks plaatsvinden.

In verband met de problemen die kunnen ontstaan bij het uitvallen van de bemalingspompen wordt voorgesteld dat de aannemer de benodigde voorzorgsmaatregelen neemt.

De onttrekkingshoeveelheden kunnen eventueel beperkt worden door rekening te houden met het voortschrijdende bouwproces. Geadviseerd wordt de benodigde verlaging aan te passen aan hetgeen benodigd is zodat de onttrekkingsdebieten en het risico op zettingen geminimaliseerd wordt. Een en ander kan echter uitsluitend gedurende het werkproces bepaald worden.





## 6 Vergunningen

### 6.1 Waterwet

In het kader van de Waterwet dienen alle activiteiten die betrekking hebben op het watersysteem via één watervergunning geregeld te worden.

#### 6.1.1 Grondwateronttrekking

De onderzoekslocatie bevindt zich in het beheergebied van Waterschap Hunze en Aa's. Bemalingen ten behoeve van het droog houden van een bouwput zijn vergunningsplichtig als meer dan 50.000 m<sup>3</sup>/maand en/of meer dan 200.000 m<sup>3</sup> totaal in 6 maanden en/of als langer dan 6 maanden wordt onttrokken.

Voor de in het bouwplan (paragraaf 2.3) beschreven werkzaamheden geldt dat er naar verwachting minder dan 48.800 m<sup>3</sup>/maand wordt onttrokken voor een periode van circa 3 à 4 maanden en in totaal minder dan 496.000 m<sup>3</sup>. Derhalve kan worden volstaan met een melding richting waterschap Hunze en Aa's. De melding dient minimaal 1 maand voorafgaand aan de start van de werkzaamheden te worden ingediend. Indien uit de planning blijkt dat langer dan 6 maanden wordt onttrokken, of als er een wijziging plaatsvindt waardoor meer onttrekking nodig is, adviseren wij een watervergunning aan te vragen.

#### 6.1.2 Lozing bemalingswater

Het bemalingswater zal moeten worden afgevoerd naar het riool of het oppervlaktewater. De voorkeur van de Gemeente en het Waterschap gaat uit naar een lozing op het oppervlaktewater. Voor een lozing dienen gegevens van het grondwater omtrent kwantiteit en kwaliteit afgestemd te worden met het bevoegd gezag. Afhankelijk van kwaliteit en kwantiteit dienen mogelijk lozingskosten te worden betaald aan het bevoegd gezag.



## 7 Advieskader

### 7.1 Basis voor het advies

Dit advies is gebaseerd op de door de opdrachtgever aangeleverde projectgegevens. Wijziging van de uitgangspunten zal consequenties kunnen hebben voor het advies.

### 7.2 Betrouwbaarheid van gebruikte rekenparameters

Een verantwoording van de gehanteerde uitgangsgroundwaterstanden en -stijghoogten, de waarde van de toe te passen geohydrologische parameters en van overige eigenschappen van grond en grondwater is gegeven in de betreffende paragrafen.

In bijna alle gevallen geldt dat nader onderzoek tot mogelijk andere, meer betrouwbare keuzes kan leiden. Daar waar de betrouwbaarheid van de keuzes cruciaal is voor de uitkomst van berekeningen, of waar dit vergaande consequenties kan hebben voor het advies of de uitvoeringswijze, is dit in de betreffende paragrafen gesignaleerd en is nader onderzoek voorgesteld. Daar waar dit niet is gebeurd, wordt dit binnen dit advieskader niet noodzakelijk geacht maar is het evident dat nader onderzoek tot mogelijk andere, meer betrouwbare keuzes kan leiden.

### 7.3 Discrepanties tussen advies en praktijk

De berekeningsresultaten dienen als uitgangspunt voor de dimensionering van het bemalingssysteem en ter indicatie van de verwachte verlagingen van de grondwaterstanden in de omgeving. Hierbij is voor de berekeningen het principe van 'best available and economical practice' toegepast. Dit sluit verrassingen die de, soms zeer variabele, ondergrond met zich meebrengt, geenszins uit. Dit kan significante discrepanties tussen de adviezen en de praktijk geven. Daar waar dit voorzienbaar is, is hiermee rekening gehouden. Daar waar dit niet voorzienbaar is, dient hierop in de praktijk adequaat op gereageerd te worden. Geohydrologische expertise is hierbij onontbeerlijk.



## 8 Slotopmerkingen en aandachtspunten

Een overzicht van zaken die reeds geregeld zijn en die nog gedaan moeten worden voordat over gegaan kan worden tot de uitvoering zijn weergegeven in tabel 8.1.

*Tabel 8.1 Overzicht aanbevolen voorbereidende werkzaamheden voor aanvang bemaling*

Onderwerp	Reeds uitgevoerd	
Opstellen bemalingsadvies	X	13 november 2018
Verificatie bouwplangegevens		
Monitoren stijghoogte / verifiëren stijghoogte		
Bepalen lozingslocatie en toestemming regelen voor lozing		
Bepaling lozingsparameters		
Inventarisatie grondwaterverontreinigingen in de omgeving		
Melding onttrekking bij het waterschap		
Plaatsen meetbouten, hoogtemerken en scheurimeters		
Inventarisatie zettingsgevoelige objecten		
Foto vooropnamen		
Overleg met verzekering en afstemming monitoring		

Bovenstaand overzicht is opgesteld op basis van de huidige inzichten. Gedurende het verdere traject kan blijken dat sommige onderdelen niet hoeven te worden uitgevoerd. Het is echter ook niet uitgesloten dat er ten opzichte van bovenstaande lijst aanvullende werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd.

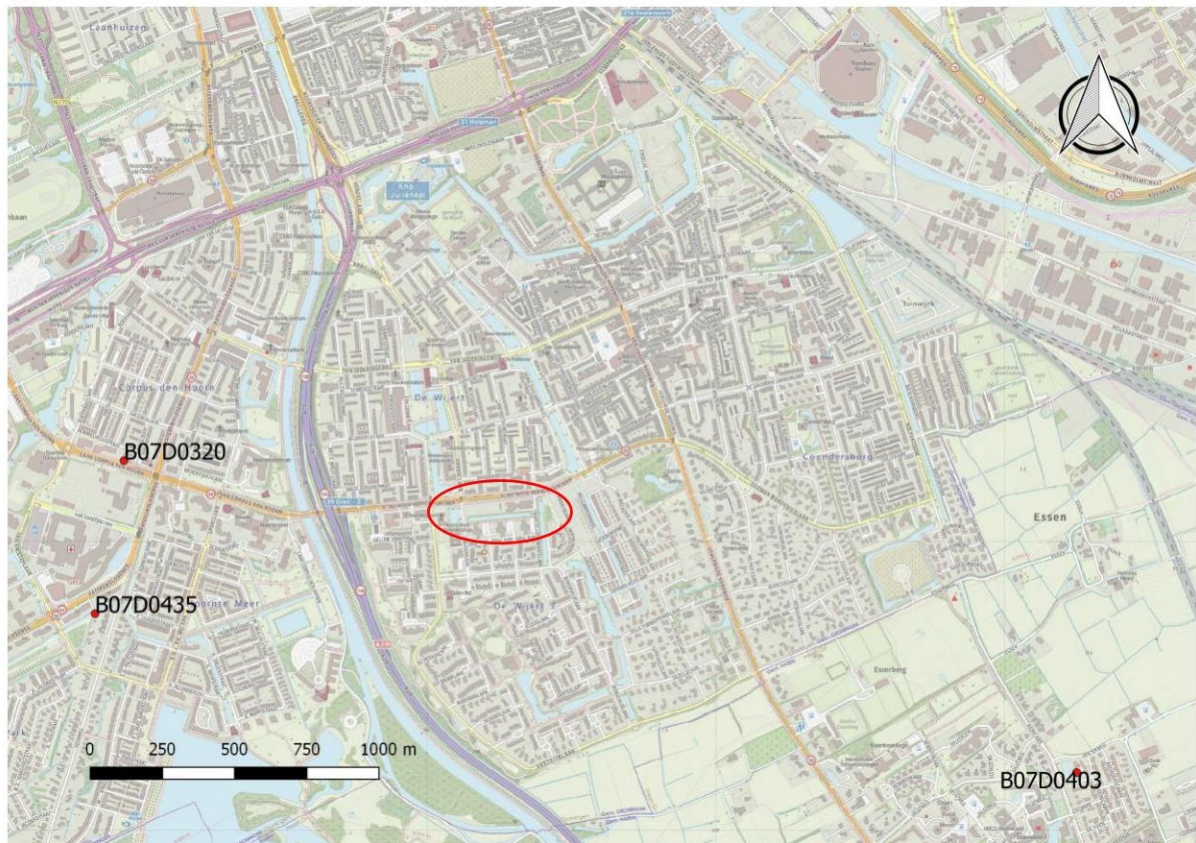
Indien in de loop van het project veranderingen optreden in het beschreven bouwplan of in de in dit advies gehanteerde uitgangspunten verzoeken wij u contact met ons bureau op te nemen, zodat wij ons op een eventuele hernieuwde stellingname kunnen beraden.



## Bijlage 1

### Stijghoogtegegevens TNO

Bij TNO zijn gegevens van nabijgelegen peilbuizen opgevraagd. In onderstaande figuur is de ligging van een aantal peilbuizen ten opzichte van de projectlocatie weergegeven. De peilbuiskenmerken en tijd-stijghoogte reeksen zijn in de navolgende tabel respectievelijk grafiek weergegeven.



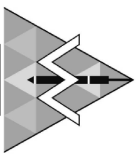
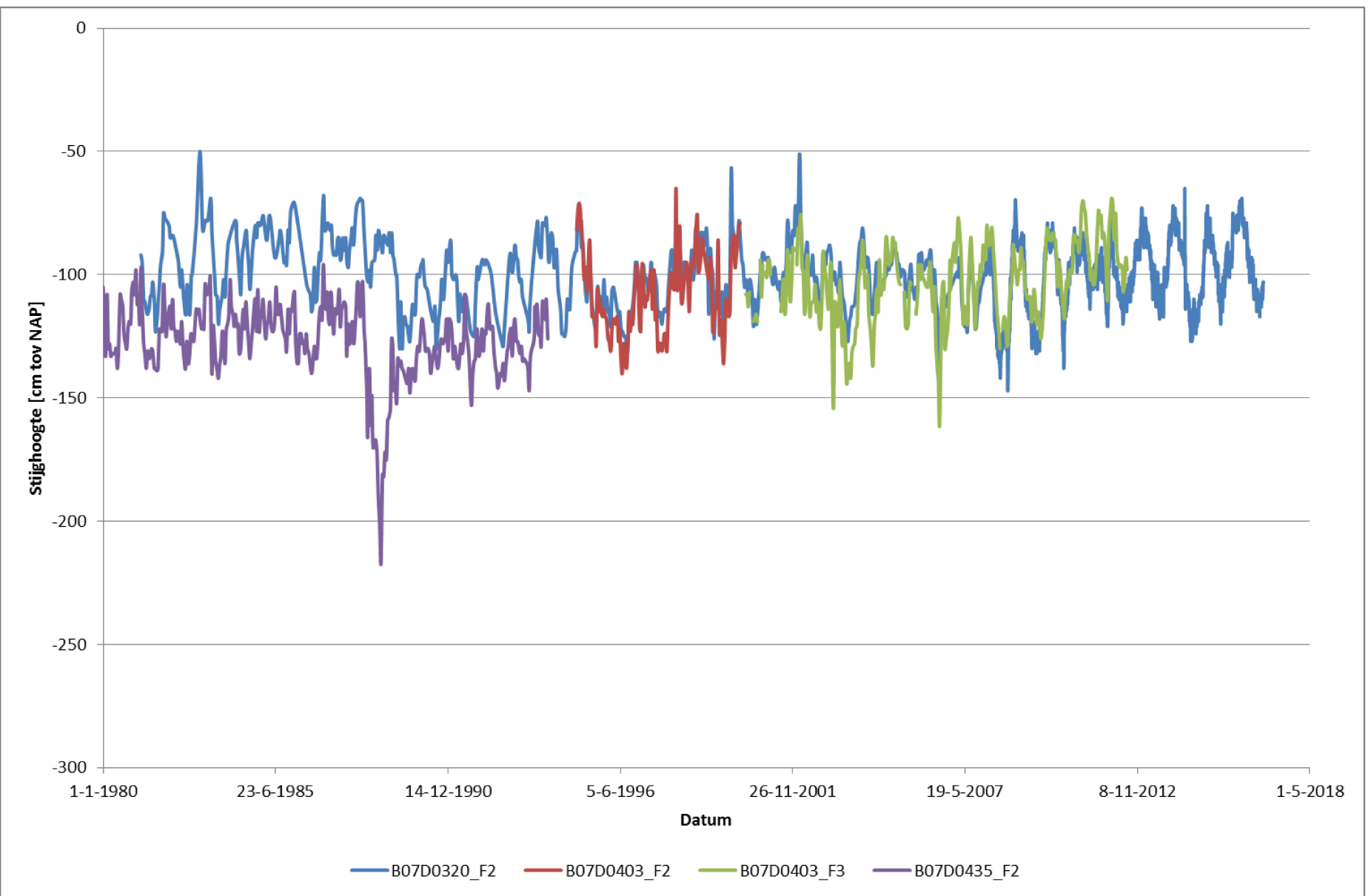
Figuur 1A Globale ligging peilbuizen ten opzichte van de projectlocatie .

Tabel B1 Metagegevens peilbuizen

Locatie	Filternr	X-coord	Y-coord	Maaiveld (cm NAP)	Bovenkant filter (cm NAP)	Onderkant filter (cm NAP)	Type
B07D0320	2	232950	579280	-32	-8820	-9020	WvP
B07D0403	2	236250	578200	206	-6804	-6904	WvP
B07D0403	3	236250	578200	206	-8306	-8406	WvP
B07D0435	2	232850	578750	-76	-1668	-1768	WvP







**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

