

datum

23 augustus

2021

## bemalingsadvies

riolering Professorenwijk-Oost te Leiden

**status :** definitief

**versie :** 1

### opdrachtgever

gemeente Leiden

t.a.v. E. Lefeber

Postbus 9100

2300PC Leiden

### Adviseur

Loots Grondwatertechniek

ing. Erik Loots

[erik@lootsgwt.com](mailto:erik@lootsgwt.com)

+31 (0) 6 533 92 188

kenmerk

23130121B.1



## Inhoudsopgave

|     |                                                                                                          |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Inleiding.....                                                                                           | 3  |
| 2   | Bronvermelding.....                                                                                      | 4  |
| 3   | Uitgangspunten.....                                                                                      | 5  |
| 3.1 | Werkzaamheden .....                                                                                      | 5  |
| 3.2 | Planning.....                                                                                            | 6  |
| 3.3 | Bodemopbouw.....                                                                                         | 7  |
| 3.4 | Omgeving .....                                                                                           | 8  |
| 4   | Berekeningsresultaten.....                                                                               | 10 |
| 4.1 | Verticaal evenwicht, grondbreuk, oppervlaktewater .....                                                  | 10 |
| 4.2 | Debiet bemaling.....                                                                                     | 10 |
| 4.3 | Bemalingssysteem .....                                                                                   | 11 |
| 4.4 | Effect op grondwater in omgeving .....                                                                   | 13 |
| 5   | Conclusie en aanbevelingen .....                                                                         | 15 |
| 5.1 | Meldings- en/of vergunningsprocedure .....                                                               | 15 |
| 5.2 | Risico's.....                                                                                            | 16 |
| 5.3 | Monitoring.....                                                                                          | 17 |
| 5.4 | Vervolgstappen.....                                                                                      | 18 |
|     | Bijlage 1 – Gegevens voor specialisten.....                                                              | 21 |
|     | Bijlage 1.1 – Bodemeigenschappen .....                                                                   | 22 |
|     | Bijlage 1.2 – Grondwaterstand.....                                                                       | 24 |
|     | Bijlage 1.3 – Verticaal evenwicht berekeningsresultaten .....                                            | 26 |
|     | Bijlage 1.4 – Grondbreuk en oppervlaktewater .....                                                       | 28 |
|     | Bijlage 1.5 – Debiet, verlaging, verplaatsing grondwater per watervoerende laag en maaiveld daling ..... | 29 |
|     | Bijlage 1.6 – Analyse (GIS-kaarten) en effect op omgeving.....                                           | 36 |
|     | Bijlage 1.7 – Risicoanalyse project.....                                                                 | 48 |
|     | Bijlage 2 – Gegevens lozingsroute (grondwaterkwaliteit).....                                             | 52 |
|     | Bijlage 3 – Grondonderzoeken.....                                                                        | 54 |

# 1 Inleiding

De opdrachtgever wenst een riolering aan te leggen. De opdrachtgever wenst duidelijkheid op het gebied van grondwater. De opdrachtgever wilt weten welk bemalingssysteem en/of maatregelen noodzakelijk zijn. De opdrachtgever wilt weten welke consequenties dat heeft op de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn.

Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst een verantwoorde beslissing te nemen over de aanleg van een riolering.

## Navigatie bemalingsadvies

Het is mogelijk snel te navigeren door dit rapport. Door op de blauwe tekst te klikken (soms is klikken in combinatie met CTRL knop noodzakelijk). Bijvoorbeeld:

- Door op de tekst in de inhoudsopgave te klikken gaat u direct naar het desbetreffende hoofdstuk.
- Door op de koptekst te klikken gaat u direct naar het desbetreffende onderwerp.

## Doel bemalingsadvies

1. [hoofddoel] Noodzakelijk bemalingssysteem bepalen → hoofdstuk 4.3
2. Beoordeling of een vergunning noodzakelijk is → hoofdstuk 5.1
3. Beoordeling of de moeilijkheidsgraad hoog of laag is → hoofdstuk 5.2
4. De risico's bij de bemaling in beeld brengen → hoofdstuk 5.2
5. Monitoring voor risicobeheersing in beeld brengen → hoofdstuk 5.3
6. Vervolgstappen voor een optimaal vervolg → hoofdstuk 5.4
7. Project, bodem, grondwater en omgeving in beeld brengen → hoofdstuk 3 (bijlage 1)
8. Inzicht geven welke parameters/onderzoeken beschikbaar zijn → bijlagen 1 en 3
9. Inzicht geven welke berekeningen zijn uitgevoerd → hoofdstuk 4 (bijlage 1)

## Leeswijzer bemalingsadvies

Volgens Loots bereikt het bemalingsadvies het beste zijn doel op het moment dat de opdrachtgever de maatregelen (nut en doel) zo goed begrijpt. We kiezen bewust ervoor zoveel mogelijk jargon en details in de hoofdtekst te voorkomen, dit met als doel de leesbaarheid te verhogen. Met name kennis nemen van hoofdstuk 5 wordt aanbevolen, hierin staan de conclusies en aanbevelingen.

Essentiële specialistische informatie en berekeningen zijn toegevoegd in bijlagen 1 en 2.

## Versiebeheer Opmerking

concept 1

## Algemene voorwaarden

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de [DNR 2011](#) van toepassing. Niets uit dit drukwerk mag worden veeleenvoudigd, aangepast en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

<sup>1</sup> Getest met Adobe Acrobat 2017 en PDF Xchange editor

## 2 Bronvermelding

Onderstaand een overzicht van de door opdrachtgever aangeleverde en gebruikte gegevens.

1. **SBR.** 273.98 *Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
2. —. 190.03 *Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013.  
<http://www.bodemloket.nl>.
4. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
5. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
6. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
7. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
8. **Leiden, gemeente.** 21-032-01-TEK-DO-01/04. 17-3-2021.
9. **Fugro.** 1009-0127-000 *grondmechanisch onderzoek*. 16-12-2009.

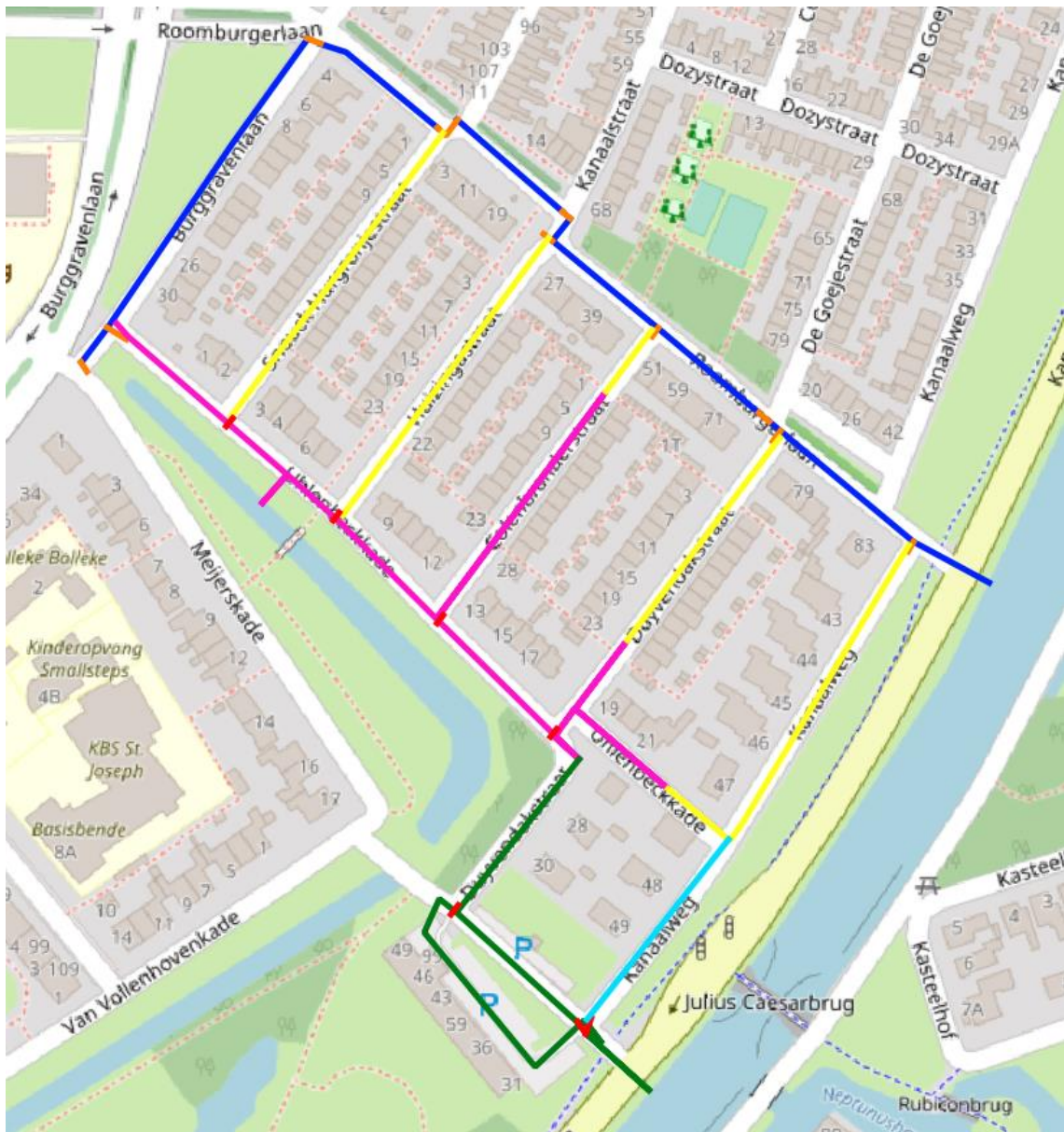
! Loots Grondwatertechniek staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

### 3 Uitgangspunten

De uitgangspunten van dit project staan in dit hoofdstuk. Uitgangspunten zijn de basis van elk project. Bij foutieve uitgangspunten is het resultaat onnauwkeurig. De uitgangspunten zijn belangrijk, controle is wenselijk omdat uitgangspunten wijzigen in een normaal ontwerpproces.

#### 3.1 Werkzaamheden

In tabel 3.1-A zijn de eigenschappen van het project weergegeven. In figuur 1 is het project met kleur gearceerd. De specialistische informatie kan in bijlage 1 worden gevonden.



figuur 1 – situatie project

tabel 3.1-A

| projecteigenschappen per onderdeel | lengte <sup>I</sup><br>[m] | breedte<br>[m] | maximale ontgravingsdiepte<br>[m+NAP] | wand <sup>III</sup><br>[m+NAP] | ontwateringsdiepte <sup>IV</sup> [m] | kleur in figuur 1 |
|------------------------------------|----------------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| riolering deel 1                   | 10 x 50                    | 0,5~1          | -1,29 (-1,59 <sup>II</sup> )          | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | donkerblauw       |
| riolering deel 2                   | 10 x 7                     | 0,5~1          | -3,02 (-3,32 <sup>II</sup> )          | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | oranje            |
| riolering deel 3                   | 10 x 50                    | 0,5~2          | -2,3 (-2,6 <sup>II</sup> )            | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | paars             |
| riolering deel 4                   | 9 x 66                     | 0,5~2          | -1,7 (-2 <sup>II</sup> )              | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | geel              |
| riolering deel 5                   | 7 x 7                      | 0,5~1          | -2,86 (-3,16 <sup>II</sup> )          | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | rood              |
| riolering deel 6                   | 6 x 50                     | 0,5~2          | -1,8 (-2,1 <sup>II</sup> )            | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | donkergroen       |
| riolering deel 7                   | 2 x 45                     | 1~2            | -1,58 (-1,88 <sup>II</sup> )          | sleufbekisting optioneel       | 0,3                                  | lichtblauw        |

### 3.2 Planning

In tabel 3.2-A is visueel en tekstueel weergegeven hoe lang de bemaling duurt. Daarnaast is gelijktijdigheid van bemalingen (indien van toepassing) weergegeven. Het aantal vermelde weken (wk) in tabel 3.2-A is het aantal weken na de start van de werkzaamheden (dus geen weeknummers). Voor de bemalingsduur is (soms) een bandbreedte aangehouden (minimale tot maximale duur).

tabel 3.2-A

| onderdeel        | opstart<br>[dagen] | bemalings-<br>duur [dagen] | wk<br>1 | wk<br>2 | wk<br>3 | wk<br>4 | wk<br>5 | wk<br>6 | wk<br>7 | wk<br>8 | wk<br>9 | wk<br>10 | wk<br>11 | wk<br>12 | wk<br>13 | wk<br>14 | wk<br>15 | wk<br>16 | wk<br>17 | wk<br>18 | wk<br>19 | wk<br>20 | wk<br>21 | wk<br>22 | wk<br>23 | wk<br>24 | wk<br>25 | wk<br>26 | wk<br>27 | wk<br>28 | wk<br>29 | wk<br>30 | wk<br>31 | wk<br>32 | wk<br>33 | wk<br>34 | wk<br>35 |  |  |
|------------------|--------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|
| riolering deel 1 | 2                  | 10 x 3~5                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 2 | 1                  | 10 x 1~2                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 3 | 2                  | 10 x 3~5                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 4 | 2                  | 9 x 3~5                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 5 | 1                  | 7 x 1~2                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 6 | 2                  | 6 x 3~5                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |
| riolering deel 7 | 2                  | 2 x 3~5                    |         |         |         |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |  |  |

blauw = opstartperiode bemaling grijs = uitvoeringsperiode werkzaamheden

- ! De bemalingsduur is altijd een inschatting vooraf, belangrijk is dat de bemalingsduur niet te kort is (waardoor effect op de omgeving onderschat worden).
- ! De volgorde van de werkzaamheden kan vaak wel worden afgeweken. Een controle voor eventuele effecten kan echter geen kwaad.
- ! Wanneer onderdelen gelijktijdig uitgevoerd worden (terwijl dit niet het uitgangspunt is in dit rapport), dan moet altijd een controle uitgevoerd worden.
- ! Indien de bemalingsduur veel langer dan noodzakelijk is kan dit resulteren in onnodige extra kosten (zoals monitoring, aanvullende maatregelen, vergunningsplichtig). Het sterk overschatten van de bemalingsduur is niet gewenst.

<sup>I</sup> bij een aantal onderdelen is de totale lengte verdeeld in een aantal segmenten, bijvoorbeeld 6 x 75 m (450 m totaal lang), of 6 x 3 à 4 dagen bemaling (18 à 24 dagen totaal)

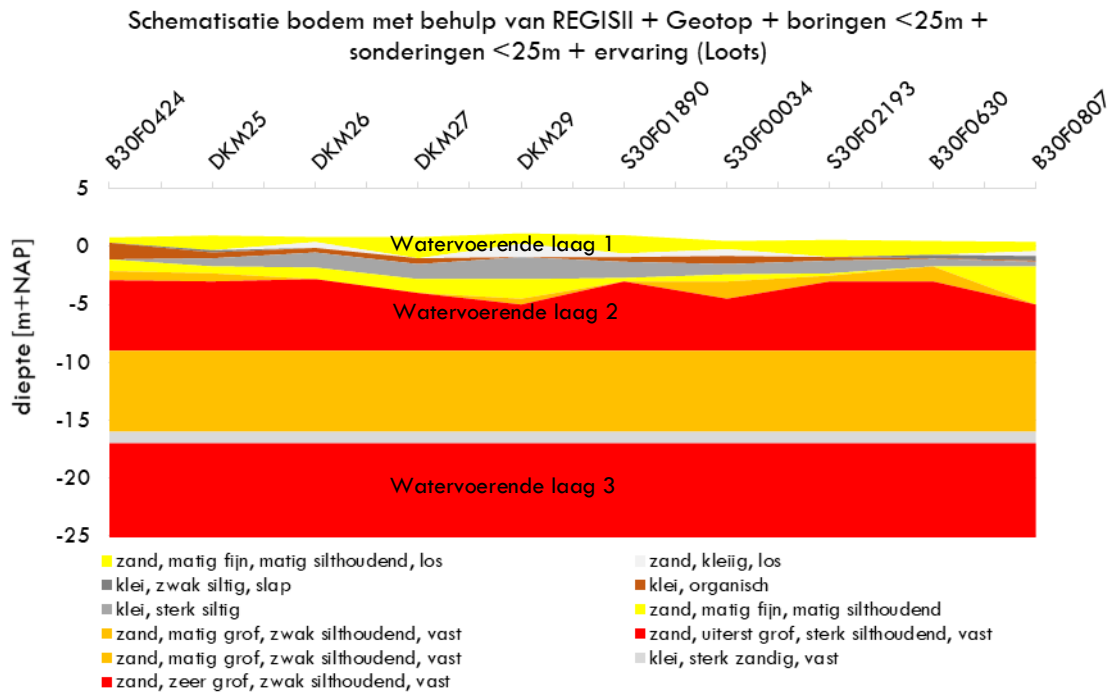
<sup>II</sup> hier is extra diepte voor een grondverbetering (optioneel) toegevoegd

<sup>III</sup> indien een grond(water)kerende constructie wordt toegepast dan is dat in deze kolom weergegeven. Indien er een getal staat, dan is er een waterremmende wand van maaiveld tot en met deze diepte

<sup>IV</sup> ontwateringsdiepte is de afstand tussen ontgravingsdiepte (exclusief eventuele grondverbetering) [m+NAP] en de gewenste grondwaterstand [m+NAP]

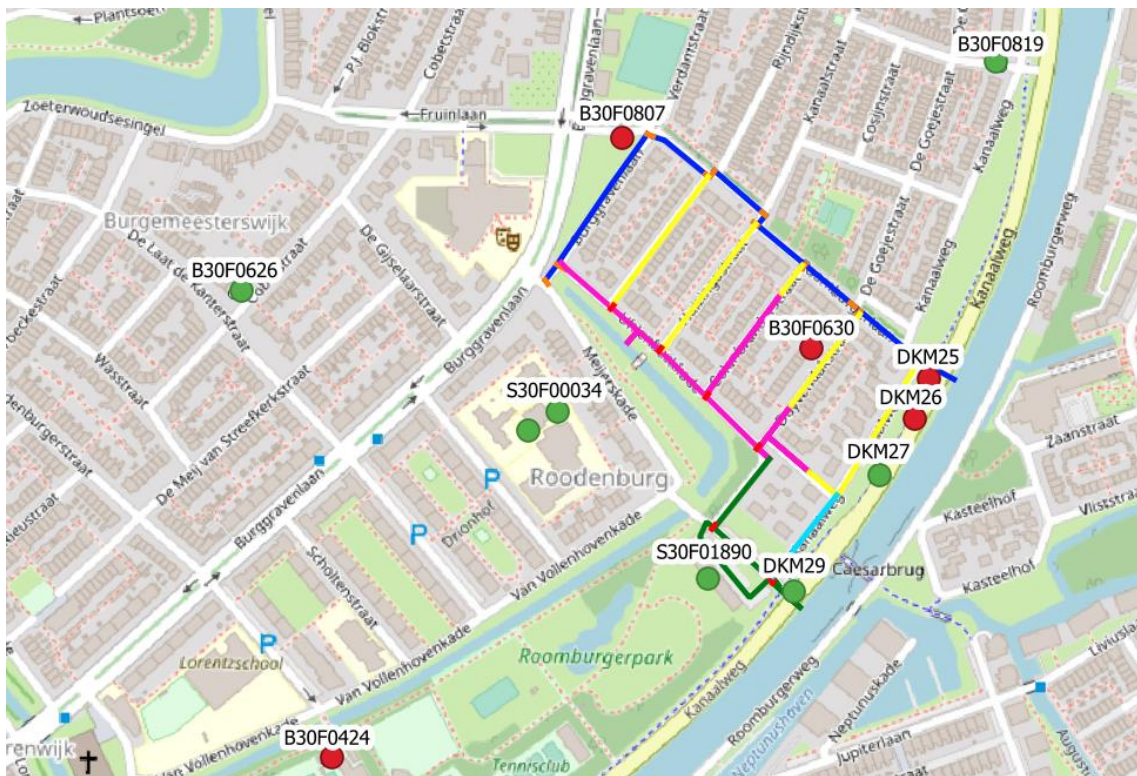
### 3.3 Bodemopbouw

In figuur 2 is een schematisering van de bodem weergegeven.



figuur 2 – schematisering bodem

In figuur 3 is de locatie van de bodemonderzoeken weergegeven ten opzichte van de projectlocatie.

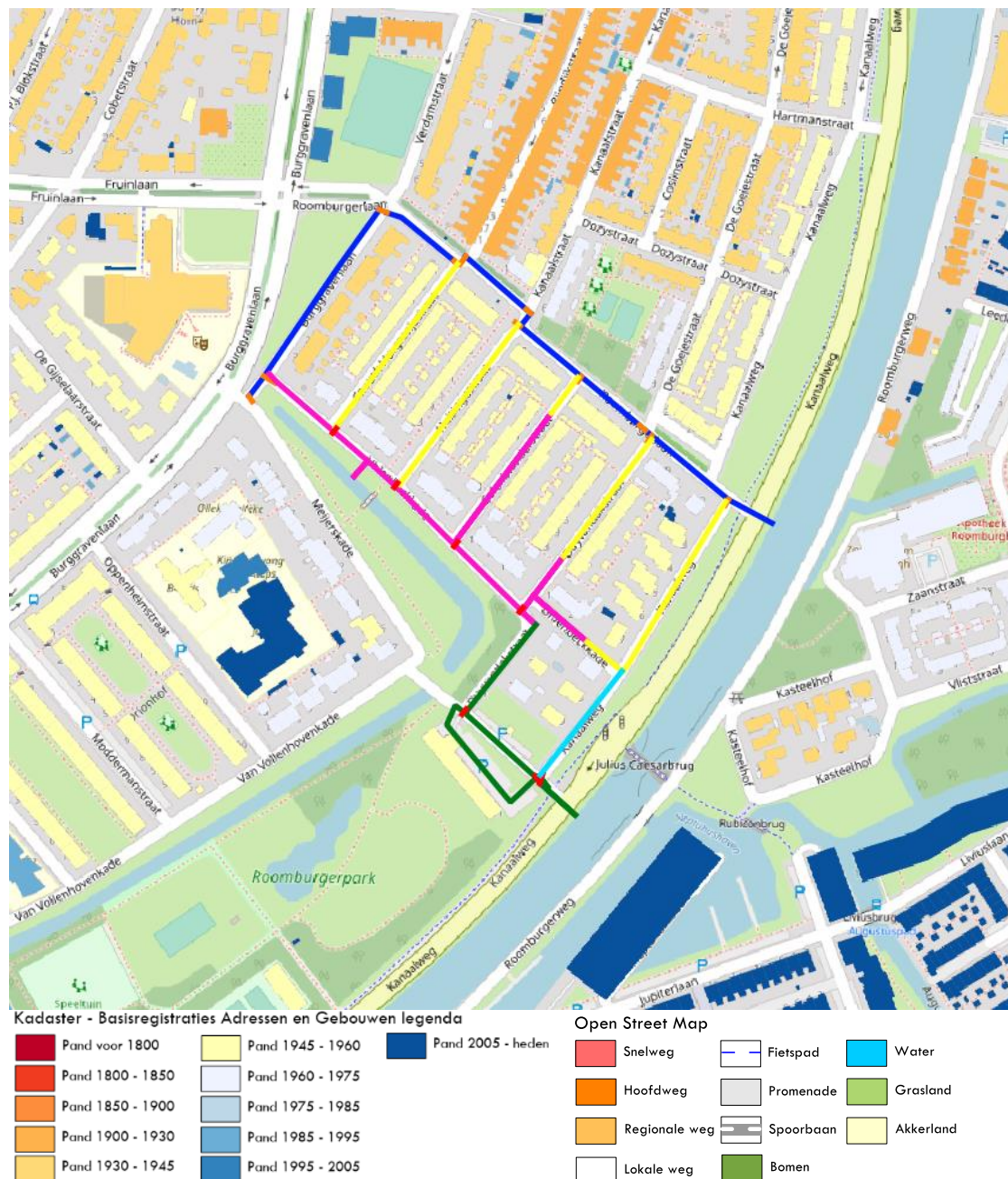


figuur 3 – locatie grondonderzoek

- ! Er is voldoende grondonderzoek (binnen 25 m afstand van het project) voor geotechnische (stabiliteits)berekeningen.
- ! Geohydrologische eigenschappen zijn redelijk in beeld, investeren in aanvullend geohydrologisch onderzoek zal de resultaten van het bemalingsadvies wel verscherpen.
- ! In bijlage 1.1 staan (voor specialisten) de bodemeigenschappen en – onderzoek per onderdeel.
- ! In bijlage 1.2 staan (voor specialisten) de grondwaterstand eigenschappen per onderdeel.

### 3.4 Omgeving

In figuur 4 zijn de objecten in de omgeving weergegeven. De specialistische informatie (onder andere meer detailkaarten) kan in bijlage 1 worden gevonden.



figuur 4 – geïnventariseerde grondwaterafhankelijke objecten in de omgeving

In bijlage 1 zijn tekeningen van de objecten in de omgeving bijgevoegd. Hieronder een korte samenvatting van het resultaat van de inventarisatie.

| <b>onderdeel</b>        | <b>resultaat inventarisatie binnen reikwijdte (115 m) van de bemaling</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| belendingen             | De belendingen zijn gebouwd tussen het jaar 1920 en 1963. Vanaf 3 m afstand (en verder) is een houten fundering naar verwachting aanwezig. Het funderingshout start (inschatting) op NAP -1,3 m diepte. Vanaf 12 m afstand (en verder) is een fundering op staal (geen palen) naar verwachting aanwezig. Vanaf 1 m afstand (en verder) is een moderne paalfundering naar verwachting aanwezig. Vanaf 10 m afstand (en verder) is een gemengde fundering naar verwachting aanwezig. |
| grondwatergebruikers    | Grondwateronttrekkingen zijn niet gevonden binnen de reikwijdte van de bemaling. Vanaf 100 m afstand (en verder) is een WKO installatie aanwezig.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| mobiele verontreiniging | Vanaf 3 m afstand (en verder) is een mobiele verontreiniging aanwezig.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| landbouw                | Landbouwgewassen zijn niet gevonden binnen de reikwijdte van de bemaling.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| archeologie             | Archeologische monumenten zijn niet gevonden binnen de reikwijdte van de bemaling.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| natuur                  | Vanaf 5 m afstand (en verder) is natuur (bomen) aanwezig.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| overige                 | De projectlocatie valt binnen kwetsbaar gebied voor onttrekkingen van het Hoogheemraadschap. De dichtstbijzijnde waterkering is op 10 m afstand (en verder) van het project. Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater is op 5 m afstand (en verder) van het project. Er is geen spoor-/trambaan aanwezig binnen de reikwijdte van de bemaling. Er is geen gevoelige infrastructuur (kabels, leidingen, etc.) van derden gevonden binnen de reikwijdte van de bemaling.                |

- ! De omgeving is zo goed mogelijk geïnventariseerd met de beschikbare data, zie bronvermelding en bijlage 1.6 voor de gebruikte bronnen, tevens is in deze bijlage het effect (voor specialisten) op elk object uitgewerkt.
- ! Bij onbekenden (zoals funderingswijze belendingen) wordt gekozen voorzichtig in te schatten, dit zodat de kans klein is dat een fundering van een belending kwetsbaarder is dan ingeschat. De funderingswijze staat beschreven in bijlage 1.6 per belending.

## 4 Berekeningsresultaten

Met de uitgangspunten zijn berekeningen uitgevoerd om tot de conclusie (hoofdstuk 5) te kunnen komen. In dit hoofdstuk staan de berekeningsresultaten, dit hoofdstuk is met name opgenomen voor bevoegd gezag en specialisten zoals aannemers (veel detailinformatie).

### 4.1 Verticaal evenwicht, grondbreuk, oppervlaktewater

In tabel 4.1-A is samengevat of er (aanvullende) maatregelen noodzakelijk zijn voor de werkzaamheden beneden de grondwaterstand. In het kort:

- Verticaal evenwicht: indien maatregelen noodzakelijk zijn dan betekent dit dat de bodem omhoog komt (en kan scheuren);
- Hydraulische grondbreuk: indien maatregelen noodzakelijk zijn dan betekent dit dat drijfzand (en grote verzakking naast ontgraving) mogelijk is;
- Oppervlaktewater: indien maatregelen noodzakelijk zijn dan betekent dit dat de ontgraving instabiel kan worden door de toestroming van oppervlaktewater.

tabel 4.1-A

| maatregelen<br>noodzakelijk voor ... | verticaal<br>evenwicht<br>(opbarsten) | hydraulische<br>grondbreuk | oppervlakte-<br>water |
|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| riolering deel 1                     | ja <sup>1</sup>                       | nee                        | nee                   |
| riolering deel 2                     | nee                                   | nee                        | nee                   |
| riolering deel 3                     | nee                                   | nee                        | ja                    |
| riolering deel 4                     | nee                                   | nee                        | ja                    |
| riolering deel 5                     | nee                                   | nee                        | ja                    |
| riolering deel 6                     | ja <sup>1</sup>                       | nee                        | ja                    |
| riolering deel 7                     | ja <sup>1</sup>                       | nee                        | ja                    |

! In bijlage 1.3 zijn de verticaal evenwicht berekeningsresultaten (veiligheidsfactor per watervoerende laag) voor specialisten.

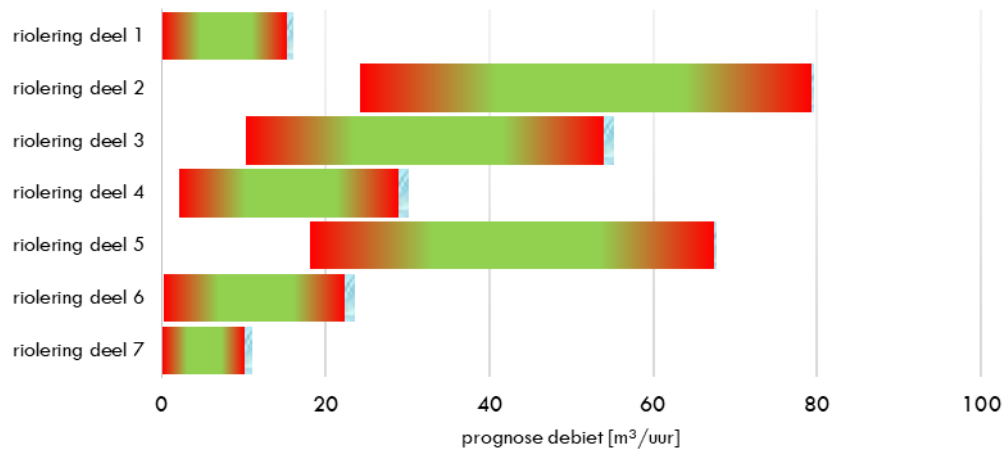
! In bijlage 1.4 zijn de grondbreuk en oppervlaktewater berekeningsresultaten voor specialisten.

### 4.2 Debiet bemaling

In de onderstaande grafiek 4.2-A is de bandbreedte van het stationaire debiet weergegeven. Het stationaire debiet is het debiet na bereiken van de gewenste verlaging, tijdens de opstart van de bemaling is het debiet hoger dan de weergegeven waarde in de grafiek.

<sup>1</sup> bij deze onderdelen is de grond naast de sleuf belangrijk voor verticaal evenwicht. De ontgravingsafmetingen (bodembreedte) en talud mogen niet zonder overleg groter of flauwer worden uitgevoerd. Meer informatie over talud en ontgravingsafmetingen voor kritieke onderdelen staan in [BIJLAGE 1.3](#).

grafiek 4.2-A



Legenda:

- groen = verwachte stationair debiet
- rood = extreem laag/hoog stationair debiet (hiermee dient rekening gehouden te worden)
- lichtblauw (met druppels) = effect extreme neerslag

In tabel 4.2-A is de bovengrens van het debiet (opstart en stationair) en de bovengrens van het waterbezwaar per onderdeel weergegeven.

tabel 4.2-A

| onderdeel        | bovengrens<br>opstartdebit<br>[m³/uur] | bovengrens<br>stationair<br>debit<br>[m³/uur] | bovengrens<br>waterbezwaar<br>[m³] |
|------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| riolering deel 1 | 19,3                                   | 15,3                                          | 20250                              |
| riolering deel 2 | 89,8                                   | 79,3                                          | 40597                              |
| riolering deel 3 | 69                                     | 54                                            | 72047                              |
| riolering deel 4 | 38,6                                   | 29                                            | 35428                              |
| riolering deel 5 | 75,8                                   | 67,5                                          | 24067                              |
| riolering deel 6 | 28,8                                   | 22,4                                          | 17990                              |
| riolering deel 7 | 13                                     | 10,1                                          | 2694                               |

! Het debiet is gevoelig voor uitgangspunten zoals: wel/niet/dieper van waterremmende wanden, maar ook bijvoorbeeld de diepte van de bemaling. Als uitgangspunten wijzigen kan debiet dus afwijken.

! In bijlage 1.5 zijn de debietsberekeningen voor specialisten bijgevoegd, ook kan hier het debiet per watervoerende laag worden gevonden.

### 4.3 Bemalingssysteem

In tabel 4.3-A staat het geadviseerde bemalingssysteem per watervoerende laag.

tabel 4.3-A

| bemalingssysteem<br>watervoerende laag<br>1 | type <sup>I</sup> en<br>reactietijd <sup>I</sup><br>[uren] | gewenste<br>grond-<br>waterstand <sup>II</sup><br>[m+NAP] | plaatsing<br>elementen <sup>III</sup> | onderzijde<br>elementen <sup>IV</sup><br>[m+NAP] | h.o.h.<br>afstand<br>[m]<br>elementen<br>V | diameter<br>elementen<br>+<br>omstorting <sup>VI</sup><br>[m] | open<br>bemaling<br><sup>VII</sup> |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| riolering deel 1                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -1,59                                                     | horizontaal                           | -1,69                                            | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 2                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -3,32                                                     | horizontaal                           | -3,42                                            | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 3                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -2,6                                                      | horizontaal                           | -2,7                                             | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 4                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -2                                                        | horizontaal                           | -2,1                                             | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 5                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -3,16                                                     | horizontaal                           | -3,26                                            | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 6                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -2,1                                                      | horizontaal                           | -2,2                                             | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 7                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -1,88                                                     | horizontaal                           | -1,98                                            | n.v.t.                                     | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| bemalingssysteem<br>watervoerende laag<br>2 | type <sup>I</sup> en<br>reactietijd <sup>I</sup><br>[uren] | gewenste<br>grond-<br>waterstand<br>[m+NAP]               | plaatsing<br>elementen                | onderzijde<br>elementen<br>[m+NAP]               | h.o.h.<br>afstand<br>[m]<br>elementen      | diameter<br>elementen<br>+<br>omstorting<br>[m]               | open<br>bemaling                   |
| riolering deel 1                            | spanning<br>(<0,1)                                         | -1,53                                                     | verticaal 1-<br>zijde*                | -3,5                                             | 3                                          | 0,1                                                           | nee                                |
| riolering deel 2                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -3,32                                                     | verticaal 2-<br>zijde*                | -5,5                                             | 1                                          | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 3                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -2,6                                                      | verticaal 2-<br>zijde*                | -4                                               | 2                                          | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 4                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -2                                                        | verticaal 2-<br>zijde*                | -4                                               | 3                                          | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 5                            | freatisch<br>(<0,1)                                        | -3,16                                                     | verticaal 2-<br>zijde*                | -5,5                                             | 1                                          | 0,1                                                           | 1 streng                           |
| riolering deel 6                            | spanning<br>(<0,1)                                         | -1,71                                                     | verticaal 2-<br>zijde*                | -4                                               | 3                                          | 0,1                                                           | nee                                |
| riolering deel 7                            | spanning<br>(<0,1)                                         | -1,3                                                      | verticaal 1-<br>zijde*                | -4                                               | 3                                          | 0,1                                                           | nee                                |

\* De bemaling straat strak tegen het talud/sleufkist (ofwel op insteek of < 0,3 m naast sleufkist), bij enkele zijde bemaling de bemaling zo ver mogelijk zetten van belendingen. Bij dubbele bemaling en belendingen aan een zijde van de straat: de bemaling opstarten met enkele zijde zo ver mogelijk van belendingen. Alleen beide zijden van bemaling activeren indien met enkele zijde onvoldoende verlaging mogelijk is. Met afsluiter op zuig/bronnen de bemaling inregelen.

<sup>I</sup> De volgende typen bemaling zijn mogelijk:

- "geen", er is geen bemaling noodzakelijk;
- "spanning", spanningsbemaling noodzakelijk ter voorkoming van verlies van verticaal evenwicht;
- "spanning stand-by", hetzelfde als spanning met als verschil dat een spanningsbemaling alleen nodig is bij een bovengemiddelde grondwaterstand (stijghoogte) of minder kwelstroom dan verwacht. Stand-by betekent dat de bemaling (niet actief) OF dat noodmaatregelen (belasting putbodan) direct toepasbaar zijn;
- "freatisch", de watervoerende laag moet worden bemalen met een freatische bemaling;
- "freatisch stand-by", hetzelfde als freatisch, echter alleen nodig bij een bovengemiddelde grondwaterstand.

De reactietijd is de tijdsduur tussen uitval bemaling en het moment dat de grondwaterstand gelijk is met ontgravingsniveau (freatisch) of 50% kans op opbarsten (spanning)

<sup>II</sup> De gewenste grondwaterstand is de grondwaterstand (of stijghoogte) welke noodzakelijk is in de desbetreffende watervoerende laag tijdens de uitvoering van de werkzaamheden

<sup>III</sup> Verticaal zijn bijvoorbeeld verticale bronnen, horizontaal zijn bijvoorbeeld horizontale drains. Bij elementen 1-zijde de bemaling aan één zijde van de projectlocatie, 2-zijde is bemaling twee zijden van de projectlocatie en rondom is bemaling rondom de projectlocatie

<sup>IV</sup> Dit is de maximale diepte van de elementen, bij een diepere plaatsing van elementen zal het debiet en omgevingsbeïnvloeding toenemen (ten opzichte van dit advies) en zullen berekeningen herzien moeten worden.

<sup>V</sup> Bij het toepassen van verticale elementen wordt hier de hart op hart (h.o.h.) afstand tussen de verticale elementen weergegeven.

<sup>VI</sup> Dit is de diameter van de buitenkant van de omstorting. De omstorting van de elementen bestaat uit filterzand of – grind. Het uitgangspunt is dat de omstorting start in de watervoerende laag en wordt doorgezet tot en met de onderzijde van de elementen.

<sup>VII</sup> Indien open bemaling gewenst is wordt aangegeven hoeveel horizontale drain strengen minimaal gewenst zijn (deze drains worden bemalen door de open bemaling).

In tabel 4.3-B staat op welk lozingspunt de bemaling zal lozen.

tabel 4.3-B

| lozingspunt per onderdeel | watervoerende laag 1 | watervoerende laag 2 |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| riolering deel 1          | hemelwaterriool      | hemelwaterriool      |
| riolering deel 2          | hemelwaterriool      | hemelwaterriool      |
| riolering deel 3          | oppervlaktewater     | oppervlaktewater     |
| riolering deel 4          | hemelwaterriool      | hemelwaterriool      |
| riolering deel 5          | oppervlaktewater     | oppervlaktewater     |
| riolering deel 6          | hemelwaterriool      | hemelwaterriool      |
| riolering deel 7          | hemelwaterriool      | hemelwaterriool      |

In tabel 4.3-C staat welke maatregelen bij het lozingspunt getroffen worden.

tabel 4.3-C

| maatregelen lozingspunt | toepassen actief koelfilter | toepassen striptoren | toepassen olieafscheider | toepassen flocculatie en/of precipitatie | toepassen zandvanger | toepassen ontijzing |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------------|----------------------|---------------------|
| hemelwaterriool         | geen aanleiding             | geen aanleiding      | geen aanleiding          | geen aanleiding                          | wel                  | geen aanleiding     |
| oppervlaktewater        | geen aanleiding             | geen aanleiding      | geen aanleiding          | geen aanleiding                          | wel                  | geen aanleiding     |

#### 4.4 Effect op grondwater in omgeving

In de onderstaande figuur 5 zijn contourlijnen weergegeven, de contourlijnen betreffen locaties met een gelijke grondwaterstand tijdens bemalen. De contourlijnen met driehoeken zijn de 5cm verlaginglijnen beneden de natuurlijk lage grondwaterstand, dit is de berekende reikwijdte. De blauwe lijnen betreft de prognose (reikwijdte onder normale omstandigheden), de rode lijnen betreft extreem (reikwijdte bij een natuurlijk lage grondwaterstand/droge periode).



figuur 5 – reikwijdte bemaling, grootste reikwijdte per watervoerende laag is gebruikt voor deze figuur (blauw=prognose onder normale omstandigheden, rood=extreem bij een natuurlijk lage grondwaterstand/droge periode)

- ! Het effect op de grondwaterstand in omgeving is gevoelig voor uitgangspunten zoals: wel/niet/dieper van waterremmende wanden, maar ook bijvoorbeeld de diepte van de bemaling. Als uitgangspunten wijzigen kan effect op omgeving dus afwijken.
- ! In bijlage 1.5 zijn de verhanglijnen (grafieken) per watervoerende laag en voor de verschillende scenario's (nat, gemiddeld, droog) opgenomen.
- ! In bijlage 1.6 is de beschouwing (voor specialisten) ten aanzien van effect op de omgeving door de bemaling. In hoofdstuk 5.2 zijn de effecten op omgeving (in risicotabel) opgenomen.

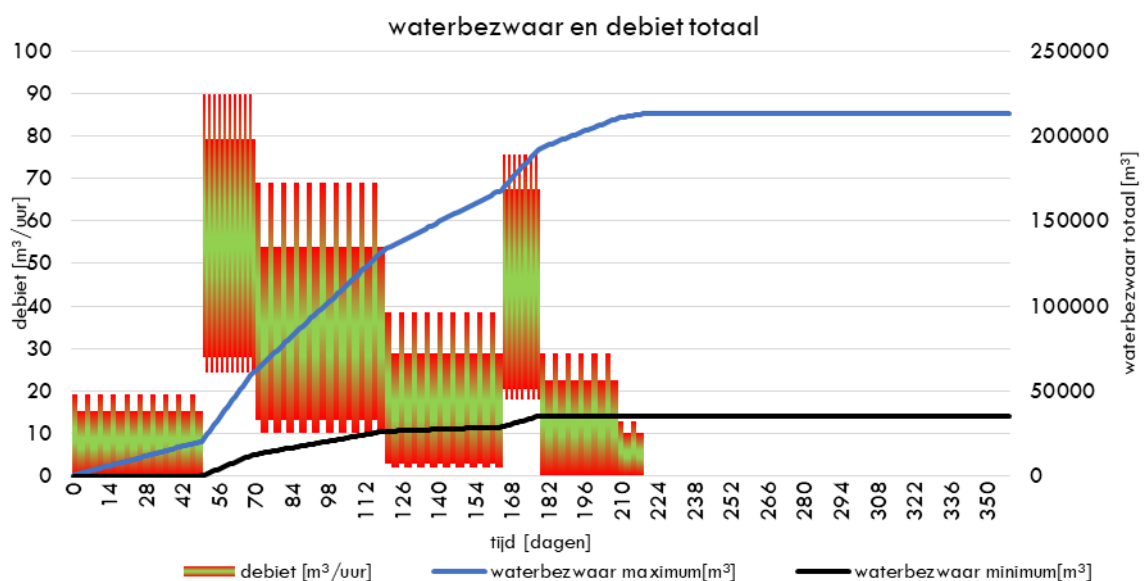
## 5 Conclusie en aanbevelingen

Geconcludeerd wordt dat de grondwaterstand verlagen mogelijk is. In hoofdstuk 5.1 is samengevat welke procedures doorlopen moeten worden (melding/vergunning). In hoofdstuk 5.2 staan de risico's (en beheersmaatregelen) bij dit project. In hoofdstuk 5.3 staat de monitoring voor dit project. Tot slot in hoofdstuk 5.4 staan de aanbevolen vervolgstappen voor de opdrachtgever.

### 5.1 Meldings- en/of vergunningsprocedure

Alle onderdelen bij elkaar bepalen het maatgevend debiet en de tijdsduur. Door de planning (H3.2) en het debiet (H4.2) te combineren ontstaat grafiek 5.1-A.

grafiek 5.1-A



Het project is vergunningsplichtig bij het Hoogheemraadschap van Rijnland door de aanwezigheid van een waterkering, verwacht wordt een debiet groter dan 35 m³/uur, een debiet groter dan 10000 m³/maand, een waterbezwaar groter dan 30000 m³ en de duur van de bemaling is langer dan 6 maanden. De provinciale grondwaterheffing in Zuid-Holland is € 0,0113 per onttrokken m³. Onttrekkingen tot 12000 m³ zijn heffingsvrij, per m³ welke is geretourneerd mag -33% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking. Bij de vergunningsaanvraag is een vormvrije MER aanmeldnotitie noodzakelijk.

In tabel 5.1-A staan de berekende hoeveelheden voor de grondwateronttrekking procedure.

tabel 5.1-A

| waterbezwaar totaal             | m³ per uur | m³ per etmaal | m³ per maand | m³ per kwartaal | m³ per jaar   | m³ totaal     | duur [dagen] |
|---------------------------------|------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|
| watervoerende laag 1 (neerslag) | 1 (1)      | 19            | 375          | 932             | 1263          | 1263          | 219          |
| watervoerende laag 2            | 90         | 2156          | 54958        | 129784          | 211812        | 211812        | 219          |
| totaal (afgerond)               | <b>90</b>  | <b>2160</b>   | <b>55100</b> | <b>129400</b>   | <b>223650</b> | <b>223650</b> | <b>219</b>   |
| vergunningsgrens                | 35         |               | 10000        |                 |               | 30000         | 182          |

Adres nabij projectlocatie is Colenbranderstraat 14, 2313PX Leiden. RD-coördinaten nabij projectlocatie zijn x=94935 en y=462967. De bronnen staan van 2,8 tot 6,5 m-mv of NAP - 1,8 m tot NAP - 5,5 m.

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 61,3. De afvalwatercoëfficiënt bepaald het vervuilingseenheden per m<sup>3</sup>, deze is ingeschat op 0,001 à 0,0025, indicatief zullen lozingskosten tussen € 2541,- en € 36794,- liggen. Opgemerkt wordt dat bij de aanvraag (toestemming lozen) de afvalwatercoëfficiënt bepaald zal worden door bevoegd gezag, dit kan afwijken van deze raming.

## 5.2 Risico's

Het doel van risicomanagement is duidelijkheid voor de opdrachtgever, in een tabel aangeven wat het belangrijkste is en welke maatregelen toe te passen om het beheersen. In tabel 5.2-A zijn de risico's weergegeven (van hoog naar laag).

tabel 5.2-A

| omschrijving risico                                                                                                                                                            | risico    | maatregel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| door vaste delen in het lozingswater ontstaat een verstopping in het watersysteem bij het lozingspunt                                                                          | zeer hoog | het toepassen van een zandvanger voor het lozingspunt                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| geconcludeerd is dat de moeilijkheidsgraad van dit project gemiddeld is. Als de bemaler onvoldoende aandacht en kennis besteed aan de uitvoering zijn risico's op grote schade | matig     | kwaliteit borgen (toetsen plan en uitvoering), hiermee voorkomen dat schade kan ontstaan                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| waterbodemp oppervlaktewater is (lokaal) sterk doorlatend. Oppervlaktewater veroorzaakt instabiliteit, waardoor ontgraving niet op diepte komt.                                | matig     | Eventuele vertraging incalculeren, bij geen ruimte voor vertraging vooraf proefontgraving/-bemaling uitvoeren. Maatregelen bij teveel toestroom zijn: oppervlaktewater tijdelijk (lokaal) dempen (dam in water), waterremmende wanden toepassen, waterbodemp dichtmaken (folie) en soms helpt een aanvullende bemaling vlakbij de waterkant.                       |
| door (bemaling gerelateerde) maaiveldddaling ontstaat architectonische schade (schade aan uiterlijk gebouw) bij 76 belendingen (kans 2%).                                      | matig     | een exterieur vooropname uitvoeren (ter voorkoming van discussie achteraf), bij panden met reeds scheuren in de gevel(s) ook interieur vooropname uitvoeren.                                                                                                                                                                                                       |
| door (bemaling gerelateerde) maaiveldddaling ontstaat architectonische schade (schade aan uiterlijk gebouw) bij één belending (kans 80%).                                      | matig     | een exterieur vooropname uitvoeren (ter voorkoming van discussie achteraf), bij panden met reeds scheuren in de gevel(s) ook interieur vooropname uitvoeren.                                                                                                                                                                                                       |
| door obstakels in de bodem kan bemaling niet tot de noodzakelijke diepte worden geplaatst, hierdoor ontstaat vertraging of de bemaling moet aangepast worden                   | laag      | onderzoek naar obstakels, proberen obstakels te verwijderen/verleggen, proces/locatie plaatsen bemaling aanpassen, eventuele vertraging incalculeren                                                                                                                                                                                                               |
| het water verkleurd bij lozingspunt (door ijzer), hierdoor ontstaat schade aan het milieu                                                                                      | laag      | het bepalen van ijzergehalte in grondwater voor de start van werkzaamheden en tijdens werkzaamheden de kleur bij het lozingspunt visueel beoordelen en registreren (foto). Bij verkleuring en lage debieten (<5 m <sup>3</sup> /uur) is de oplossing (tijdelijk) lozen op vuilwaterriool. Bij hogere debieten zal maatwerk (ontijzing) noodzakelijk zijn.          |
| een schadelijke stof (volgens BLBI) wordt in een te hoge concentratie geloosd in lozingspunt(en), hierdoor ontstaat schade aan het milieu                                      | laag      | altijd opletten (stank/verkleuring) en bij twijfel direct actie ondernemen. Wanneer het water (mogelijk) niet voldoet aan de BLBI norm, dan overleg met geohydroloog over toe te passen maatregelen.                                                                                                                                                               |
| het debiet of de grondwaterstandverlaging is (aanzienlijk) meer dan verwacht. Hierdoor moet de bemaling aangepast worden en/of is er (mogelijk) meer omgevingsbeïnvloeding     | zeer laag | geen maatregelen niet noodzakelijk wegens lage kans.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| bouwputbodemp barst op door verlies verticaal evenwicht                                                                                                                        | zeer laag | Het meten van de stijghoogte (grondwaterstand) op de projectlocatie, hiermee de spanningsbemaling sturen. Daarnaast voldoende reservepompen/-energie voor storing op te vangen. tenminste 12~18 weken voor start bemaling de grondwateronttrekking en lozing van grondwater aanvragen, bij voorkeur in overleg met bevoegd gezag (in verband met eventuele drukte) |
| bevoegd gezag heeft geen toestemming kunnen geven voor de startdatum bemaling, hierdoor vertraagd het project.                                                                 | zeer laag |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| er is maaiveldddaling ter plaatse van een waterkering, bij teveel zakking ontstaat overstromingsgevaar                                                                         | geen      | dit risico is niet gevonden/aanwezig bij dit project, er zijn geen maatregelen van toepassing                                                                                                                                                                                                                                                                      |

! In bijlage 1.7 is de risicoanalyse en het stappenplan om risico's te beheersen tijdens het project, het toepassen van risicomanagement conform deze bijlage is het uitgangspunt. Loots kan assisteren bij de uitvoering van risicomanagement.

### 5.3 Monitoring

Voor dit project geldt de monitoring in tabel 5.3-A, voor de omgeving geldt de monitoring in tabel 5.3-B. Dit zijn monitoring maatregelen welke bepaald zijn naar aanleiding van de beoordeling risico's (hoofdstuk 5.2). Bij het bereiken van de grenswaarden (signaal-/interventiewaarde) zijn actie(s) gewenst.

tabel 5.3-A

| monitoring project                  | waar                                         | wanneer                | H<br>I | L<br>II | eenheid                | grens-<br>waarde 1    | actie<br>1 | grenswaarde<br>2                                | actie<br>2              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|--------|---------|------------------------|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| controle freatische grondwaterstand | projectlocatie(s)                            | 1 x /dag               | x      |         | [m-on <sup>III</sup> ] | 0,15                  | 1,4        | 0,05                                            | 7,8,9                   |
| controle freatische grondwaterstand | projectlocatie(s)                            | 1 x /dag               |        | x       | [m-on]                 | 0,45                  | 1,4        | 0,5                                             | 7,8                     |
| debiet bemaling                     | lozingspunt                                  | 1 x /dag               | x      |         | [-]                    | bovengrens H5.2       | 1,4        | bovengrens H5.2 + 5%                            | 7,8                     |
| controle visueel/geur               | lozingspunt                                  | 1 x /dag               |        |         | [-]                    | stank bij lozingspunt | 12         | verkleuring of overschrijding lozings-parameter | 13                      |
| peilbuis tot NAP-3,7m               | 10x peilbuis projectlocatie riolering deel 1 | 1 x /dag<br>(O=5x/dag) | g<br>2 | g<br>1  | [m+NAP]                | -1,83                 | 1, 4,<br>7 | -1,53                                           | 1, 4,<br>9, 7,<br>8, 11 |
| peilbuis tot NAP-3,7m               | 6x peilbuis projectlocatie riolering deel 6  | 1 x /dag<br>(O=5x/dag) | g<br>2 | g<br>1  | [m+NAP]                | -2,01                 | 1, 4,<br>7 | -1,71                                           | 1, 4,<br>9, 7,<br>8, 11 |
| peilbuis tot NAP-3,7m               | 2x peilbuis projectlocatie riolering deel 7  | 1 x /dag<br>(O=5x/dag) | g<br>2 | g<br>1  | [m+NAP]                | -1,6                  | 1, 4,<br>7 | -1,3                                            | 1, 4,<br>9, 7,<br>8, 11 |

! De minimale monitoring is bepaald op basis van de gevonden risico's. Opgemerkt wordt dat soms meer monitoring (met name vooropname) gewenst is zonder een duidelijk risico, dan heeft de vooropname met name het doel discussies achteraf te voorkomen. Vooropnamen uitvoeren bij panden buiten de reikwijdte (zie figuur in hoofdstuk 4.4) is niet noodzakelijk (omdat de bemaling daar geen invloed heeft).

tabel 5.3-B

| monitoring omgeving  | waar                    | wanneer | H | L | eenheid | grens-<br>waarde 1 | actie<br>1 | grenswaarde<br>2 | actie<br>2 |
|----------------------|-------------------------|---------|---|---|---------|--------------------|------------|------------------|------------|
| vooropname exterieur | Burggravenlaan 4        | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname exterieur | Burggravenlaan 6-10, 18 | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname exterieur | Burggravenlaan 30       | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname exterieur | Verdanstraat 2          | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |

<sup>I</sup> Hoger dan: indien de meting hoger is dan de grenswaarde, dan actie ondernemen. Als hier g1 staat dan geldt hoger dan alleen voor grenswaarde 1;

<sup>II</sup> Lager dan: indien de meting lager is dan de grenswaarde, dan actie ondernemen. Als hier g2 staat dan geldt hoger dan alleen voor grenswaarde 2;

<sup>III</sup> [m-on] dit is de grondwaterstand beneden gewenst OntgravingsNiveau, dit mag niet meer zijn dan 0,5 m gemiddeld of niet hoger dan 0,15 m gemiddeld.

| monitoring<br>omgeving                 | waar                            | wanneer | H | L | eenheid | grens-<br>waarde 1 | actie<br>1 | grenswaarde<br>2 | actie<br>2 |
|----------------------------------------|---------------------------------|---------|---|---|---------|--------------------|------------|------------------|------------|
| vooropname<br>exterieur                | Rijnsdijkstraat<br>107-112      | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Rijnsdijk<br>105+106            | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | S.<br>Hugronjestrat<br>1-29     | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Uhlenbeckkade<br>1-21, 23 en 24 | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Huizingastraat<br>1-23          | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Roomburgerstra<br>at 1-73       | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Roomburgerstra<br>at 77-83      | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Roomburgerlaa<br>n 14-18        | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Kanaalstraat<br>64-68           | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur                | Roomburgerlaa<br>n 22-24        | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur +<br>interieur | Colenbranderstr<br>aat 1-24     | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| vooropname<br>exterieur +<br>interieur | Duyvendakstra<br>t 1-24         | vooraf  |   |   |         |                    |            |                  |            |
| peilbuis tot NAP-<br>2,3m              | bomen<br>Roomburgerlaa<br>n     | 3x/week |   | x | [m+NAP] | -1,25              | 1,4        | -1,35            | 7,10       |
| peilbuis tot NAP-<br>2,3m              | bomen<br>Uhlenbeekkade          | 3x/week |   | x | [m+NAP] | -1,25              | 1,4        | -1,35            | 7,10       |

De acties (bij tabellen):

1. Controleren dat het meetresultaat/-instrument juist is;
2. Controleren (visueel) of er sprake is van lekkage van de waterremmende (dam)wanden;
3. Bij uitspoelen van grond door lekkage dit direct oplossen en overleg met geohydroloog;
4. Controleren of de bemaling juist functioneert (niet te veel/weinig verlaging);
5. Infiltratiedrain buiten de projectlocatie voeden met water (kunstmatig waterstand verhogen);
6. Uitvoeren deformatiemeting bij zakkingsgevoelig object;
7. Overleg met betrokken partijen, melden bij handhaving;
8. Uitvoeren uitgebreide geohydrologische analyse;
9. Inschakelen of verhogen capaciteit (spannings)bemaling;
10. In overleg met eigenaar lokaal (extra) beregenen (besproeien) van het desbetreffende groen ter aanvulling van de hoeveelheid bodemvocht. Bij oppervlaktewater het waterpeil verhogen door (geschikt) water te lozen. Aanbieden eigen gietwater en/of sproei-installaties. Alternatief is compenseren voor gebruik gietwater en/of sproei-installaties van gemeente;
11. De bouwputbodembelasten (bijvoorbeeld door water in de bouwput te zetten, de hoeveelheid water noodzakelijk in de bouwput = diepste ontgravingsniveau + overschrijding (grondwaterstand - interventiewaarde) + 0,3 m;
12. Monsternamen waterkwaliteit lozingswater;
13. Lozingsmaatregelen treffen;
14. Compenserende maatregelen bij object treffen (nader te bepalen op basis van situatie);
15. Grondwaterkwaliteit in peilbuis (tussen verontreiniging en project) controleren.

## 5.4 Vervolgstappen

Het wordt aanbevolen de volgende vervolgstappen op te volgen

- ☐ Per vervolgstap punt een persoon aanwijzen welke dit zal uitvoeren. Indien gewenst kan Loots Grondwatertechniek (enkele) vervolgstappen uitvoeren;
- ☐ Zodra ontwerp wijzigt, controleren of dit gevolgen heeft voor de bemaling;
- ☐ Controleren of er voldoende tijd is geraamd om de werkzaamheden uit te voeren;
- ☐ Controleren of er voldoende ruimte is om de bemalingsinstallatie te plaatsen;
- ☐ De inrichting van het terrein tijdens de werkzaamheden optimaliseren zodat er bij (hevige) neerslag geen grote stagnatie ontstaat (aandacht zodat hemelwater afstroomt rondom de werkzaamheden, bijvoorbeeld tijdens de werkzaamheden zal (bij hevige neerslag) wateroverslag (langs project) noodzakelijk zijn ter voorkoming dat het waterpeil niet sterk zal stijgen;

- ☐ Bemalingsplan aannemer toetsen conform eisen (bevoegd gezag). Bemalingsplan dient opgesteld te worden door de partij welke de bemaling plaatst. Alternatief kan een bemaler (begeleidende brief) instemmen met een bemalingsplan van derden;
- ☐ Controleren bemalingsplan (mogelijk zal vergunningverlening bevoegd gezag dit controleren);
- ☐ Aanbevolen wordt te controleren dat slecht doorlatende lagen (klei, veen, etc.) tussen en/of boven niet lek gemaakt wordt door bijvoorbeeld: het aanbrengen/verwijderen van de bemaling of het onjuist afdichten van de ruimte tussen boorgat en bron;
- ☐ Uitvoeren aanvraag grondwateronttrekking en -lozing bij bevoegd gezag;
- ☐ De bemaling en/of monitoring plaatsen, laten controleren of gewerkt wordt conform bemalings-/monitoringsplan (mogelijk zal handhaving bevoegd gezag dit controleren);
- ☐ Start monitoring;
- ☐ Start bemaling, voor de start moet de startdatum bij handhaving bevoegd gezag worden gemeld;
- ☐ Mogelijk (niet altijd vereist): monsternamen grondwater bemalingsinstallatie na minimaal 24 uur actieve bemaling;
- ☐ Eind bemaling (debietmeterstanden samenvatten);
- ☐ Melden bij bevoegd gezag dat bemaling beëindigd is;
- ☐ Eind monitoring;
- ☐ Het totale waterbezwaar melden bij bevoegd gezag (lozingspunt);
- ☐ Eventuele onttrekkings-/lozingskosten betalen.

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

ing. E.J. Loots (06-53392188)

Loots Grondwatertechniek

23 augustus 2021

## BIJLAGEN

## Bijlage 1 – Gegevens voor specialisten

### Werkwijze en gebruikte software bemalingsadvies

De opdrachtgever levert de uitgangspunten (stukken opdrachtgever). Bij specialistische uitgangspunten (bijvoorbeeld eigenschappen bodem) wordt een bandbreedte (boven en ondergrens) bepaald zodat de kans op afwijkingen klein wordt. De bandbreedte wordt bepaald op basis van ervaring en (regionale) modellen.

De berekeningen bestaan uit analytische- en modelberekeningen (software: MicroFEM v4.10, iMOD v4.4, Qgis v3.8, Strater v5, MLU v2.25, Excel en/of Surfer v16). Door de berekeningen meerdere malen te herhalen bij verschillende uitgangspunten wordt een robuust ontwerp gevonden. Door deze werkwijze neemt de kans op (negatieve) afwijkingen af in de praktijk.

## Bijlage 1.1 – Bodemeigenschappen

$\gamma$  is de volumieke massa van de bodemlaag, dit is het gewicht wat gebruikt wordt voor het verticaal evenwicht.

$K_h$  of  $k_v$  zijn de doorlatendheid eigenschappen (hogere waarde is meer doorlatend)

| geotechnische omschrijving Leiden           | top<br>gemiddeld<br>( $\sigma$ )<br>[m+NAP] | Dikte<br>gemiddeld<br>( $\sigma$ ) [m] | $\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ] | $\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| zand, matig fijn, matig silthoudend, los    | 0,74 (0,25)                                 | 1,06 (0,45)                            | 17 (0,425)                      | 19 (0,475)                      |
| zand, kleilig, los                          | -0,31 (0,46)                                | 0,29 (0,35)                            | 17 (0,425)                      | 19 (0,475)                      |
| klei, zwak siltig, slap                     | -0,6 (0,4)                                  | 0,16 (0,21)                            | 14 (0,35)                       | 14 (0,35)                       |
| klei, organisch                             | -0,76 (0,46)                                | 0,42 (0,39)                            | 15 (0,375)                      | 15 (0,375)                      |
| klei, sterk siltig                          | -1,18 (0,3)                                 | 1,02 (0,53)                            | 17 (0,425)                      | 17 (0,425)                      |
| zand, matig fijn, matig silthoudend         | -2,2 (0,58)                                 | 0,78 (0,98)                            | 18 (0,45)                       | 20 (0,5)                        |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | -2,98 (1)                                   | 0,38 (0,42)                            | 19 (0,475)                      | 21 (0,525)                      |
| zand, uiterst grof, sterk silthoudend, vast | -3,36 (0,83)                                | 5,64 (0,83)                            | 19 (0,475)                      | 21 (0,525)                      |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | -9 (0)                                      | 7 (0)                                  | 19 (0,475)                      | 21 (0,525)                      |
| klei, sterk zandig, vast                    | -16 (0)                                     | 1 (0)                                  | 20 (0,5)                        | 20 (0,5)                        |

| geotechnische omschrijving Leiden deel 2    | $C'_p$ ( $\sigma$ ) | $C'_s$ ( $\sigma$ ) | $C_p$ | $C_s$ |
|---------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|
| zand, matig fijn, matig silthoudend, los    | 2E+2<br>(3E+1)      | 1E+9<br>(1E+8)      | 8E+2  | 4E+9  |
| zand, kleilig, los                          | 2E+1<br>(2E+0)      | 2E+2<br>(2E+1)      | 6E+1  | 6E+2  |
| klei, zwak siltig, slap                     | 7E+0 (9E-1)         | 8E+1<br>(1E+1)      | 3E+1  | 3E+2  |
| klei, organisch                             | 1E+1<br>(1E+0)      | 4E+1<br>(5E+0)      | 4E+1  | 2E+2  |
| klei, sterk siltig                          | 2E+1<br>(2E+0)      | 2E+2<br>(2E+1)      | 6E+1  | 6E+2  |
| zand, matig fijn, matig silthoudend         | 6E+2<br>(8E+1)      | 1E+9<br>(1E+8)      | 2E+3  | 4E+9  |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | 1E+3<br>(1E+2)      | 1E+9<br>(1E+8)      | 4E+3  | 4E+9  |
| zand, uiterst grof, sterk silthoudend, vast | 1E+3<br>(1E+2)      | 1E+9<br>(1E+8)      | 4E+3  | 4E+9  |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | 1E+3<br>(1E+2)      | 1E+9<br>(1E+8)      | 4E+3  | 4E+9  |
| klei, sterk zandig, vast                    | 1E+2<br>(2E+1)      | 2E+3<br>(2E+2)      | 6E+2  | 7E+3  |

| geohydrologische omschrijving Leiden        | top<br>gemiddeld<br>( $\sigma$ )<br>[m+NAP] | $k_h$ ( $\sigma$ ) [m/d] | $k_v$ ( $\sigma$ ) [m/d] | P [-]       |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| zand, matig fijn, matig silthoudend, los    | 0,74 (0,25)                                 | 5 (1)                    | 3,125<br>(0,4688)        | 0,3 (0,03)  |
| zand, kleiig, los                           | -0,31 (0,46)                                | 0,1 (0,015)              | 0,025<br>(0,0038)        | 0,1 (0,01)  |
| klei, zwak siltig, slap                     | -0,6 (0,4)                                  | 0 (0)                    | 0,005<br>(0,0008)        | 0,4 (0,04)  |
| klei, organisch                             | -0,76 (0,46)                                | 0,1 (0,015)              | 0,0033<br>(0,0005)       | 0,3 (0,03)  |
| klei, sterk siltig                          | -1,18 (0,3)                                 | 0,005<br>(0,001)         | 0,001<br>(0,0002)        | 0,33 (0,03) |
| zand, matig fijn, matig silthoudend         | -2,2 (0,58)                                 | 5 (1)                    | 2,5 (0,375)              | 0,3 (0,03)  |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | -2,98 (1)                                   | 20 (3)                   | 7,5 (1,125)              | 0,3 (0,03)  |
| zand, uiterst grof, sterk silthoudend, vast | -3,36 (0,83)                                | 50 (7,5)                 | 18,75<br>(2,8125)        | 0,3 (0,03)  |
| zand, matig grof, zwak silthoudend, vast    | -9 (0)                                      | 20 (3)                   | 7,5 (1,125)              | 0,3 (0,03)  |
| klei, sterk zandig, vast                    | -16 (0)                                     | 0,1 (0,015)              | 0,002<br>(0,0003)        | 0,3 (0,03)  |

| onderdeel        | gebruikt<br>bodemonderzoek |
|------------------|----------------------------|
| riolering deel 1 | DKM25                      |
| riolering deel 2 | DKM25                      |
| riolering deel 3 | S30F00034                  |
| riolering deel 4 | B30F0630                   |
| riolering deel 5 | S30F00034                  |
| riolering deel 6 | S30F01890                  |
| riolering deel 7 | S30F01890                  |

## Bijlage 1.2 – Grondwaterstand

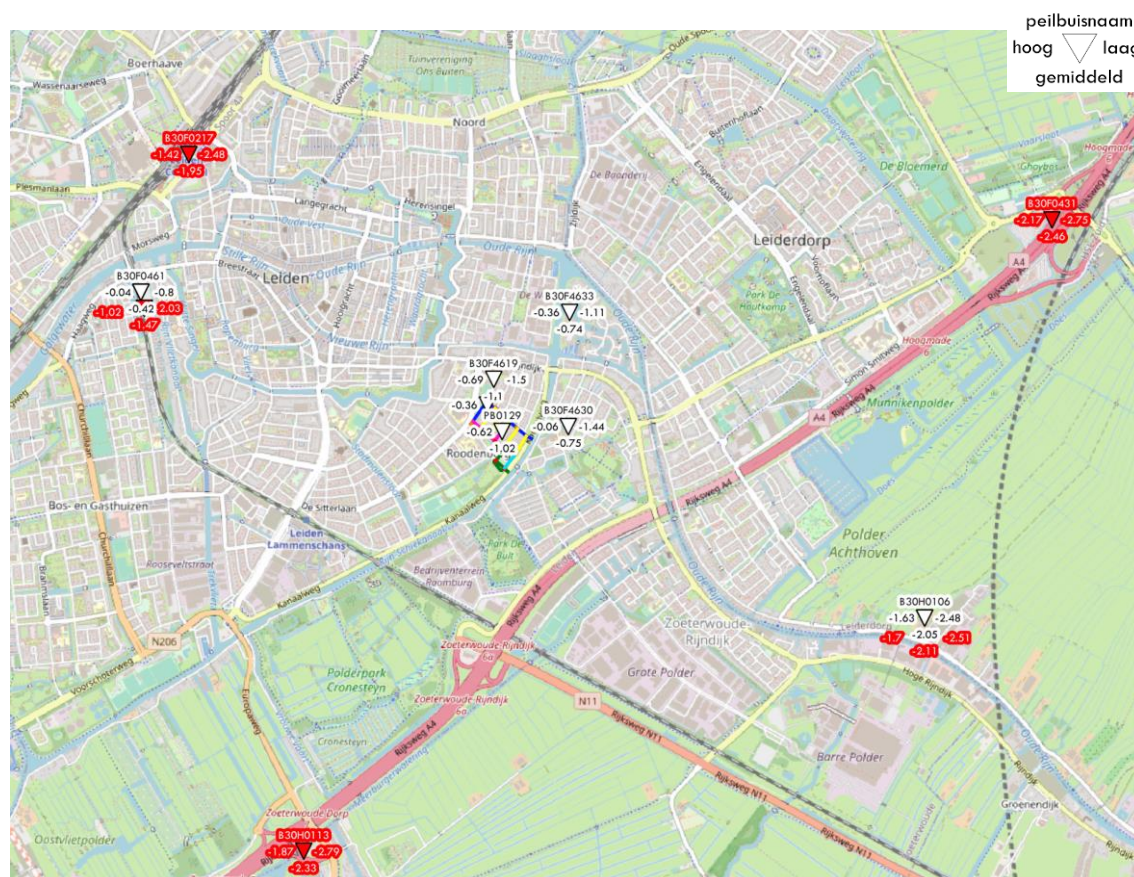
### Waterpeil

In de onderstaande tabel staat het waterpeil van oppervlaktewater.

| onderdeel        | waterpeil [m+NAP]<br>oppervlaktewater<br>(bovengrens) |
|------------------|-------------------------------------------------------|
| riolering deel 1 | -0,61                                                 |
| riolering deel 2 | -0,61                                                 |
| riolering deel 3 | -0,61                                                 |
| riolering deel 4 | -0,61                                                 |
| riolering deel 5 | -0,61                                                 |
| riolering deel 6 | -0,61                                                 |
| riolering deel 7 | -0,61                                                 |

### Grondwaterstand

In figuur 6 is het resultaat van een grondwaterstand analyse in de omgeving weergegeven. In de onderstaande tabel zijn de grondwaterstand rekenwaarden per onderdeel samengevat.



figuur 6 - grondwaterstand t.o.v. NAP per geanalyseerde peilbuis (wit = freatisch/watervoerende laag 1, rood = watervoerende laag 3)

! De ondergrens van de grondwaterstand per watervoerende laag is maatgevend voor de omgevingsbeïnvloeding. Loots Grondwatertechniek kiest er altijd voor deze waarde voorzichtig (niet te laag) in te schatten. Indien de monitoring opstart en de grondwaterstand lager is dan de natuurlijk lage grondwaterstand in de tabel dan moet dit worden gemeld. Een aanvullende geohydrologische analyse is dan noodzakelijk.

| Grondwaterstand<br>[m+NAP] per onderdeel | naam<br>peilbuis<br>WVL1 | hoog <sup>I</sup><br>WVL 1 | gemiddeld <sup>III</sup><br>WVL 1 | laag <sup>IV</sup><br>WVL 1 | naam<br>peilbuis<br>WVL2 | hoog<br>WVL 2 | gemiddeld<br>WVL 2 | laag<br>WVL 2 |
|------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|--------------------|---------------|
| riolering deel 1                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 2                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 3                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 4                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 5                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 6                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |
| riolering deel 7                         | PB0129                   | -0,3                       | -0,6                              | -1,3                        | o.b.v.<br>model          | -0,95         | -1,22              | -1,63         |

| Grondwaterstand<br>[m+NAP] per<br>onderdeel | naam<br>peilbuis<br>WVL3 | hoog<br>WVL<br>3 | gemiddeld<br>WVL 3 | laag<br>WVL<br>3 |
|---------------------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|------------------|
| riolering deel 1                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 2                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 3                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 4                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 5                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 6                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |
| riolering deel 7                            | B30F0461                 | -1,32            | -1,57              | -1,82            |

<sup>I</sup> hoog = natuurlijk hoge grondwaterstand, berekend door gemiddelde plus 2 x standaarddeviatie

<sup>II</sup> WVL = watervoerende laag

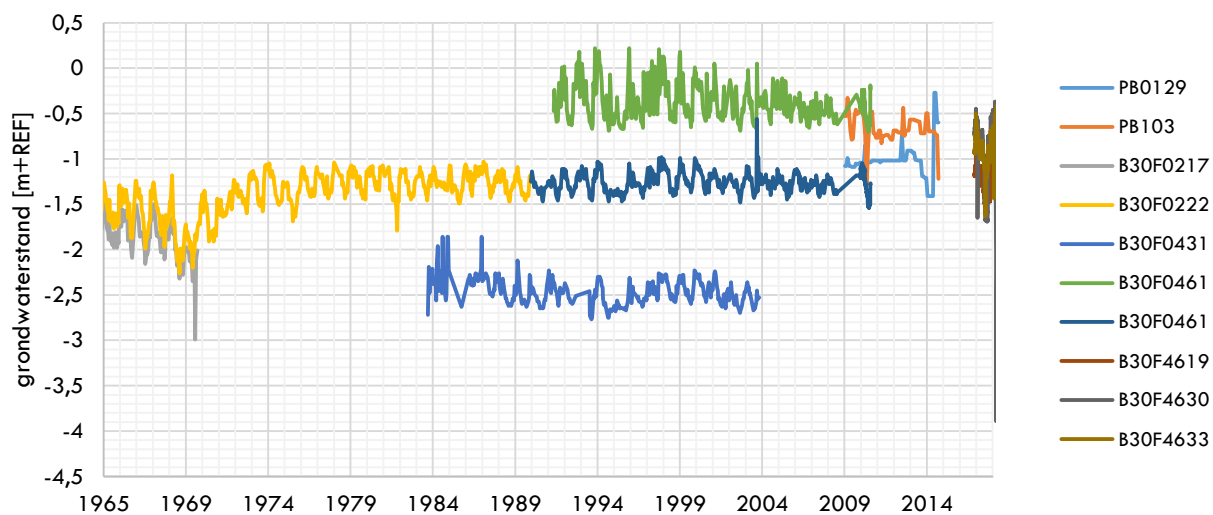
<sup>III</sup> gemiddeld = maatgevend gemiddelde grondwaterstand

<sup>IV</sup> laag = natuurlijk lage grondwaterstand, berekend door gemiddelde minus 2 x standaarddeviatie

groene cirkel=hoge grondwaterstand, gele driekhoek=gemiddelde grondwaterstand en rode ruit=lage grondwaterstand

REF=NAP

|                              | PB0129  | PB103   | B30F0217 | B30F0222 | B30F0431 | B30F0461 | B30F0461 | B30F0461 | B30F4630 | B30F4633 |
|------------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| naam                         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |
| X-coördinaat                 | 94933   | 94845   | 93100    | 92840    | 98151    | 92819    | 92819    | 94881    | 95320    | 95326    |
| Y-coördinaat                 | 462956  | 463113  | 464580   | 463680   | 464197   | 463773   | 463773   | 463261   | 462987   | 463655   |
| maaiveld [m+REF]             | 0,63    | 0       | 0,9      | 1,19     | -1,76    | 1,16     | 1,16     | 0,27     | 0,53     | 0,77     |
| bovenkant filter [m+REF]     | 0       | 0       | -19,1    | -22,81   | -32,26   | -1,17    | -23,21   | -1,81    | -0,56    | -0,79    |
| onderkant filter [m+REF]     | 0       | 0       | -43      | -43,81   | -33,26   | -2,17    | -25,21   | -2,81    | -1,56    | -1,79    |
| laatste meetjaar             | 2015    | 2015    | 1970     | 1990     | 2004     | 2011     | 2011     | 2020     | 2020     | 2020     |
| laatste meting               | -0,6    | -1,218  | -2,01    | -1,18    | -2,53    | -0,23    | -1,28    | -0,83    | -0,48    | -0,52    |
| totale meetperiode           | 5       | 5       | 15       | 33       | 20       | 19       | 21       | 3        | 3        | 3        |
| aantal metingen              | 70      | 70      | 334      | 747      | 344      | 602      | 629      | 1025     | 1065     | 1097     |
| hoogste [hele reeks]         | -0,27   | -0,33   | -1,42    | -1,03    | -1,86    | 0,22     | -0,56    | -0,72    | -0,30    | -0,33    |
| ghg [laatste 8 jaren]        | -0,38   | -0,38   | -1,50    | -1,05    | -2,24    | -0,03    | -0,86    | -0,75    | -0,31    | -0,34    |
| hoog $\sigma$ [hele reeks]   | -0,62   | -0,36   | -1,42    | -0,91    | -2,17    | -0,04    | -1,02    | -0,69    | -0,06    | -0,36    |
| gemiddelde [hele reeks]      | -1,02   | -0,66   | -1,95    | -1,47    | -2,46    | -0,42    | -1,27    | -1,10    | -0,75    | -0,74    |
| gemiddelde [laatste 8 jaren] | -1,02   | -0,66   | -1,89    | -1,26    | -2,47    | -0,47    | -1,28    | -1,10    | -0,75    | -0,74    |
| laag $\sigma$ [hele reeks]   | -1,41   | -0,97   | -2,48    | -2,03    | -2,75    | -0,80    | -1,52    | -1,50    | -1,44    | -1,11    |
| glg [laatste 8 jaren]        | -1,41   | -1,13   | -2,55    | -1,48    | -2,68    | -0,69    | -1,53    | -1,65    | -2,54    | -1,42    |
| laagste [hele reeks]         | -1,41   | -1,29   | -2,99    | -2,26    | -2,77    | -0,70    | -1,54    | -1,66    | -3,89    | -1,63    |
| $\sigma$ [hele reeks]        | 0,20    | 0,15    | 0,26     | 0,28     | 0,14     | 0,19     | 0,13     | 0,20     | 0,35     | 0,19     |
| januari                      | ◆ -1,08 | ● -0,57 | ● -1,80  | ● -1,33  | ● -2,40  | ● -0,29  | ● -1,14  | ● -1,01  | ● -0,61  | ● -0,70  |
| februari                     | ◆ -1,09 | ▲ -0,64 | ● -1,81  | ● -1,33  | ● -2,38  | ▲ -0,36  | ● -1,19  | ● -0,98  | ● -0,62  | ● -0,68  |
| maart                        | ◆ -1,04 | ▲ -0,64 | ● -1,91  | ● -1,40  | ● -2,40  | ▲ -0,38  | ● -1,20  | ● -0,99  | ▲ -0,75  | ● -0,65  |
| april                        | ◆ -1,10 | ◆ -0,75 | ● -1,89  | ▲ -1,42  | ▲ -2,46  | ◆ -0,50  | ▲ -1,29  | ● -1,08  | ▲ -0,80  | ▲ -0,74  |
| mei                          | ◆ -1,10 | ◆ -0,73 | ▲ -1,96  | ▲ -1,51  | ▲ -2,50  | ◆ -0,55  | ◆ -1,36  | ▲ -1,20  | ◆ -1,01  | ◆ -0,82  |
| juni                         | ● -0,86 | ▲ -0,69 | ◆ -2,06  | ◆ -1,56  | ◆ -2,53  | ◆ -0,56  | ◆ -1,41  | ▲ -1,22  | ◆ -1,03  | ◆ -0,83  |
| juli                         | ● -0,91 | ● -0,58 | ◆ -2,13  | ◆ -1,58  | ▲ -2,51  | ◆ -0,51  | ◆ -1,38  | ◆ -1,27  | ◆ -0,92  | ◆ -0,83  |
| augustus                     | ▲ -0,96 | ▲ -0,65 | ◆ -2,06  | ◆ -1,60  | ◆ -2,58  | ▲ -0,42  | ◆ -1,33  | ◆ -1,38  | ◆ -1,07  | ◆ -0,91  |
| september                    | ▲ -0,99 | ◆ -0,77 | ◆ -2,04  | ◆ -1,58  | ◆ -2,53  | ▲ -0,42  | ▲ -1,31  | ▲ -1,23  | ▲ -0,76  | ◆ -0,83  |
| oktober                      | ◆ -1,04 | ▲ -0,68 | ▲ -1,92  | ▲ -1,50  | ▲ -2,49  | ● -0,29  | ▲ -1,25  | ● -1,02  | ● -0,53  | ● -0,65  |
| november                     | ◆ -1,04 | ▲ -0,69 | ▲ -1,94  | ● -1,41  | ● -2,38  | ● -0,26  | ● -1,20  | ● -1,00  | ● -0,55  | ● -0,67  |
| december                     | ◆ -1,04 | ● -0,58 | ● -1,85  | ● -1,35  | ● -2,36  | ● -0,31  | ● -1,17  | ● -0,96  | ● -0,52  | ● -0,62  |
| 2013                         | -0,97   | -0,67   |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 2018                         |         |         |          |          |          |          |          | -1,27    | -0,94    | -0,93    |



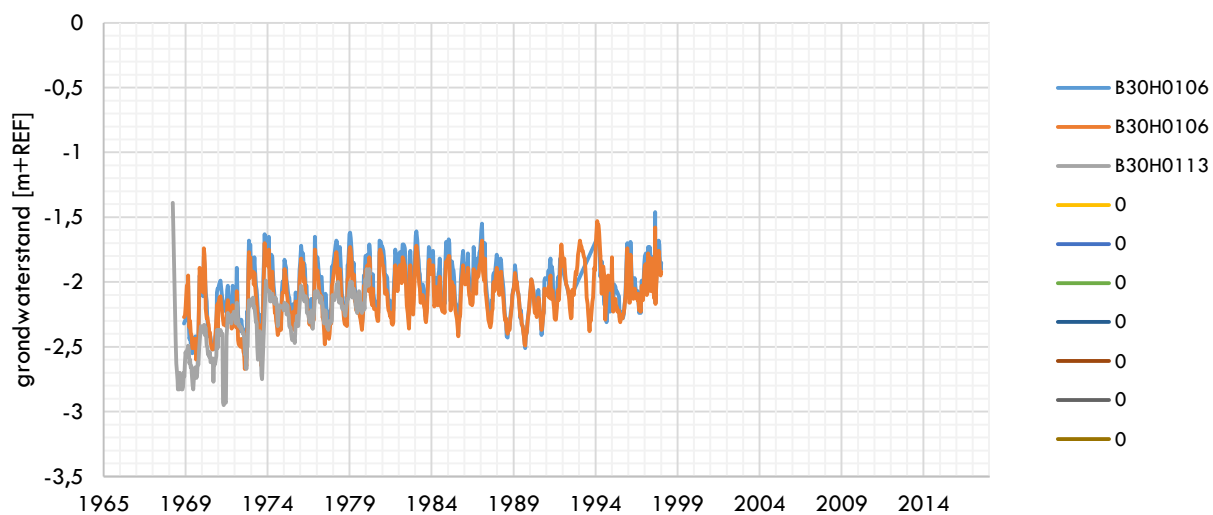
groene cirkel=hoge grondwaterstand, gele driekhoek=gemiddelde grondwaterstand en rode ruit=lage grondwaterstand

REF=NAP

|                              | B30H0106 | B30H0106 | B30H0113 |
|------------------------------|----------|----------|----------|
| naam                         |          |          |          |
| X-coördinaat                 | 97405    | 97405    | 93770    |
| Y-coördinaat                 | 461867   | 461867   | 460500   |
| maaiveld [m+REF]             | -0,76    | -0,76    | -1,48    |
| bovenkant filter [m+REF]     | -2,45    | -27,15   | -13,22   |
| onderkant filter [m+REF]     | -3,45    | -28,15   | -13,72   |
| laatste meetjaar             | 1998     | 1998     | 1981     |
| laatste meting               | -1,85    | -1,92    | -1,94    |
| totale meetperiode           | 29       | 29       | 12       |
| aantal metingen              | 633      | 685      | 278      |
| hoogste [hele reeks]         | -1,46    | -1,53    | -1,39    |
| ghg [laatste 8 jaren]        | -1,59    | -1,55    | -1,91    |
| hoog $\sigma$ [hele reeks]   | -1,63    | -1,70    | -1,87    |
| gemiddelde [hele reeks]      | -2,05    | -2,11    | -2,33    |
| gemiddelde [laatste 8 jaren] | -2,03    | -2,04    | -2,20    |
| laag $\sigma$ [hele reeks]   | -2,48    | -2,51    | -2,79    |
| glg [laatste 8 jaren]        | -2,37    | -2,37    | -2,69    |
| laagste [hele reeks]         | -2,59    | -2,67    | -2,95    |
| $\sigma$ [hele reeks]        | 0,21     | 0,20     | 0,23     |
| januari                      | ● -1,88  | ● -1,93  | ● -2,20  |
| februari                     | ● -1,91  | ● -1,98  | ● -2,19  |
| maart                        | ● -1,93  | ● -2,01  | ● -2,17  |
| april                        | ▲ -2,02  | ▲ -2,09  | ▲ -2,33  |
| mei                          | ▲ -2,11  | ◆ -2,18  | ◆ -2,40  |
| juni                         | ◆ -2,17  | ◆ -2,22  | ◆ -2,43  |
| juli                         | ◆ -2,20  | ◆ -2,26  | ◆ -2,40  |
| augustus                     | ◆ -2,25  | ◆ -2,30  | ◆ -2,46  |
| september                    | ◆ -2,20  | ◆ -2,24  | ◆ -2,44  |
| oktober                      | ▲ -2,08  | ▲ -2,13  | ◆ -2,40  |
| november                     | ● -1,94  | ● -1,99  | ▲ -2,28  |
| december                     | ● -1,91  | ● -1,96  | ● -2,23  |

2013

2018



### Bijlage 1.3 – Verticaal evenwicht berekeningsresultaten

Het verticaal evenwicht van de bodem wordt beïnvloed door slecht doorlatende lagen (klei, veen of leem) beneden het ontgravingsniveau. In de onderstaande tabel is per watervoerende laag de uitkomst van de verticaal evenwicht berekening weergegeven.

| verticaal evenwicht per onderdeel | veiligheids-factor <sup>I</sup><br>water-voerende laag 1 (WVL1) | WVL1 kritieke grondwater-stand <sup>II</sup> [m+NAP] | WVL1 conclusie <sup>III</sup> | veiligheids-factor <sup>I</sup><br>water-voerende laag 2 (WVL2) | WVL2 kritieke grondwater-stand [m+NAP] | WVL2 conclusie |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|
| riolering deel 1                  | 0 (0)                                                           | -1,59                                                | freatisch                     | 0,23 (0,35)                                                     | -1,53                                  | spanning       |
| riolering deel 2                  | 0 (0)                                                           | -3,32                                                | freatisch                     | 0 (0)                                                           | -3,32                                  | freatisch      |
| riolering deel 3                  | 0 (0)                                                           | -2,6                                                 | freatisch                     | 0 (0)                                                           | -2,60                                  | freatisch      |
| riolering deel 4                  | 0 (0)                                                           | -2                                                   | freatisch                     | 0 (0)                                                           | -2,00                                  | freatisch      |
| riolering deel 5                  | 0 (0)                                                           | -3,16                                                | freatisch                     | 0 (0)                                                           | -3,16                                  | freatisch      |
| riolering deel 6                  | 0 (0)                                                           | -2,1                                                 | freatisch                     | 0,56 (0,66)                                                     | -1,71                                  | spanning       |
| riolering deel 7                  | 0 (0)                                                           | -1,88                                                | freatisch                     | 0,78 (0,93)                                                     | -1,30                                  | spanning       |

| verticaal evenwicht per onderdeel | veiligheids-factor <sup>I</sup><br>water-voerende laag 3 (WVL3) | WVL3 kritieke grondwater-stand [m+NAP] | WVL3 conclusie |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|
| riolering deel 1                  | 2,05 (2,08)                                                     | 15,76                                  | geen           |
| riolering deel 2                  | 1,9 (1,93)                                                      | 13,36                                  | geen           |
| riolering deel 3                  | 1,95 (1,99)                                                     | 14,24                                  | geen           |
| riolering deel 4                  | 1,98 (2,02)                                                     | 14,74                                  | geen           |
| riolering deel 5                  | 1,88 (1,91)                                                     | 12,98                                  | geen           |
| riolering deel 6                  | 2,01 (2,04)                                                     | 15,08                                  | geen           |

<sup>I</sup> Veiligheidsfactor: eerste getal is de veiligheidsfactor bij de hoge grondwaterstand in de watervoerende laag en het opvolgende getal tussen haakjes is de veiligheidsfactor bij de gemiddelde grondwaterstand in de watervoerende laag.

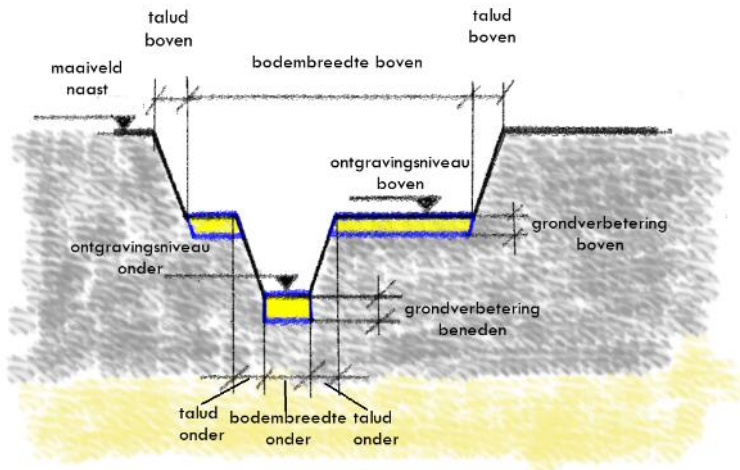
<sup>II</sup> Kritieke grondwaterstand: dit is de berekende noodzakelijke grondwaterstand in de desbetreffende watervoerende laag voor een stabiele ontgraving.

<sup>III</sup> De volgende conclusies zijn mogelijk:

- **“geen”**: geen bemaling noodzakelijk voor het verticaal evenwicht in de desbetreffende watervoerende laag. In dit geval is de veiligheidsfactor groter dan 1.0 (bij het toepassen van materiaalfactor 0.9 voor de gronddruk) of het ontgravingsniveau is boven de grondwaterstand;
- **“spanning”**: spanningsbemaling maatregelen noodzakelijk ter voorkoming van verlies van verticaal evenwicht in de desbetreffende watervoerende laag. De veiligheidsfactor is kleiner dan 1.0 (bij het toepassen van materiaalfactor 0.9 voor de gronddruk);
- **“spanning stand-by”**: hetzelfde als spanning met als verschil dat een spanningsbemaling alleen nodig is bij een bovengemiddelde grondwaterstand in de watervoerende laag (kans is dus reëel dat de bemaling stand-by kan zijn tijdens de werkzaamheden);
- **“freatisch”**: in dit geval wordt de slecht doorlatende laag boven de watervoerende laag geheel ontgraven. Er is geen sprake van verlies van verticaal evenwicht, echter moet de watervoerende laag wel worden bemalen met een freatische bemaling;
- **“freatisch stand-by”**: hetzelfde als freatisch met als verschil dat een bemaling alleen nodig is bij een bovengemiddelde grondwaterstand in de watervoerende laag (kans is dus reëel dat de bemaling stand-by kan zijn tijdens de werkzaamheden).

| verticaal evenwicht per onderdeel | veiligheids-factor <sup>1</sup><br>water-voerende laag 3 (WVL3) | WVL3 kritieke grondwater-stand [m+NAP] | WVL3 conclusie |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------|
| riolering deel 7                  | 2,01 (2,05)                                                     | 15,21                                  | geen           |

- ! Op het moment dat de ontgravingsdiepte groter wordt dan opgegeven in tabel 3.3 zal de verticaal evenwichtsberekening herzien moeten worden;
- ! Bij sommige onderdelen in de bovenstaande tabel zal het verticaal evenwicht verslechteren zodra de ontgravingsbreedte groter wordt en/of talud minder steil wordt. In figuur 7 en de tabel eronder zijn de kritieke afmetingen opgenomen (indien van toepassing). Bij een grotere ontgravingsbreedte, en/of minder steil talud moet de verticaal evenwichtsberekening herzien worden. Bij de onderdelen welke ontbreken heeft het geen invloed wanneer de ontgravingsbreedte toeneemt en/of grondverbetering afneemt.



figuur 7 – schets doorsnede ontgraving met begrippen

| uitgangspunt afmetingen ontgraving | maaiveld naast ontgraving [m+NAP] | talud boven | bodem breedte boven [m] | ontgravingsniveau boven [m+NAP] | grondverbetering boven [m] | talud onder | bodem breedte onder [m] | ontgravingsniveau onder [m+NAP] | grondverbetering onder [m] |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| riolering deel 1                   | 0,97                              | 1:1         | 1                       | -1,59                           | 0                          |             |                         |                                 |                            |
| riolering deel 6                   | 1                                 | 1:1         | 2                       | -2,1                            | 0                          |             |                         |                                 |                            |
| riolering deel 7                   | 1                                 | 1:1         | 2                       | -1,88                           | 0                          |             |                         |                                 |                            |

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f(\text{Boussinesq}) = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

$$f_{\text{(Boussinesq)}} = (f_{\text{rechts}} + f_{\text{links}})/2 - (f_{\text{limiet-rechts}} + f_{\text{limiet-links}})/2$$

## Bijlage 1.4 – Grondbreuk en oppervlaktewater

### Grondbreuk

Een belangrijke randvoorwaarde voor taludstabiliteit en voorkomen grondbreuk is dat het grondwater lager is dan het ontgravingsniveau. Stoorlagen tussen de grondwaterstand en ontgravingsniveau zijn een risico voor het uitspoelen en instabiliteit van het talud, wanneer deze aanwezig zijn moet gekeken worden of aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn.

Verticale waterremmende (dam)wanden worden niet toegepast, een controle op hydraulische grondbreuk is niet van toepassing.

### Oppervlaktewater

Oppervlaktewater welke in verbinding staat met watervoerende lag(en) heeft invloed op het project. De afstand tussen project en oppervlaktewater is vervolgens maatgevend. In de onderstaande tabel is weergegeven binnen welke afstand van (tussen project en oppervlaktewater) een faalmechanisme zal optreden bij een (goed) doorlatende waterbodem.

| oppervlaktewater per onderdeel | afstand <sup>I</sup><br>[m] | water-<br>peil<br>[m+NAP] | water-<br>bodem <sup>II</sup><br>[m+NAP] | faal-<br>mechanisme <sup>III</sup><br>WVL1 | kritieke<br>afstand <sup>IV</sup><br>WVL1 |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| riolering deel 3               | 0,1                         | -0,61                     | -1                                       | verhang                                    | 3,6                                       |
| riolering deel 4               | 15                          | -0,61                     | -1                                       | piping                                     | 23,6 / 2,1                                |
| riolering deel 5               | 12                          | -0,61                     | -1                                       | piping                                     | 45,9 / 4,5                                |
| riolering deel 6               | 0,1                         | -0,61                     | -1                                       | verhang                                    | 2,2                                       |
| riolering deel 7               | 20                          | -0,61                     | -1                                       | piping                                     | 21,6 / 1,9                                |

! De invloed van oppervlaktewater is afhankelijk van diverse factoren. Het is mogelijk dit te onderzoeken (met een proefbemaling). Opgemerkt wordt dat de invloed van oppervlaktewater kan veranderen (tijdens het project), bijvoorbeeld de bodem kan beschadigen door baggerwerkzaamheden of een perforatie van de waterbodem (door derden).

<sup>I</sup> Afstand tussen project en oppervlaktewater

<sup>II</sup> Hoogte van de waterbodem

<sup>III</sup> "geen" = geen faalmechanisme verwacht door oppervlaktewater

"verhang" = hier kan falen door kritiek verhang optreden, maatregelen bijvoorbeeld: tijdelijk oppervlaktewater dempen, waterremmende wanden toepassen en/of waterbodem dichtmaken.

"piping" = hier kan falen door piping optreden, maatregelen bijvoorbeeld: tijdelijk oppervlaktewater dempen, waterremmende wanden toepassen, waterbodem dichtmaken en/of additionele bemaling tussen het project en oppervlaktewater (op 50 à 90% afstand van het project).

<sup>IV</sup> de kritieke afstand is de maximale afstand (ten opzichte van project) waar falen door oppervlaktewater mogelijk is. Bij piping staan twee afstanden (links = afstand door piping en rechts = afstand door kritiek verhang).

## Bijlage 1.5 – Debiet, verlaging, verplaatsing grondwater per watervoerende laag en maaiveldddaling

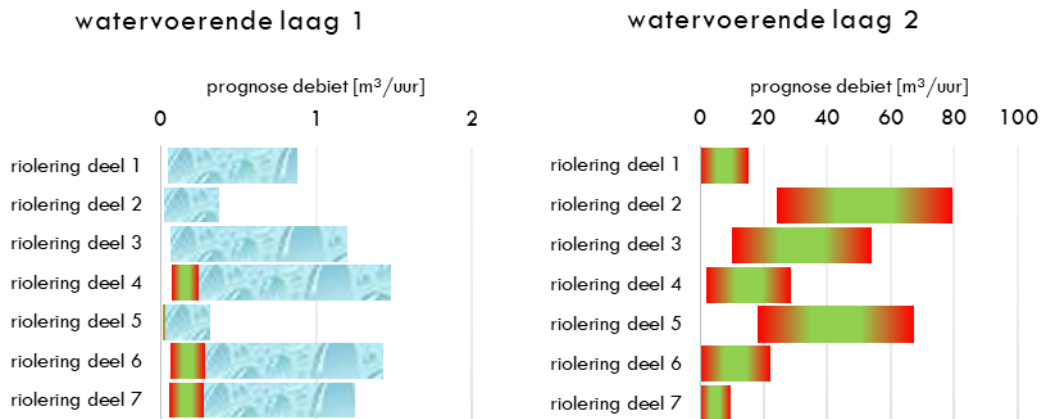
In de onderstaande tabel is per onderdeel het debiet weergegeven.

| debiet per onderdeel<br>[m <sup>3</sup> /uur] | maximale<br>diepte<br>bemaling<br>[m+NAP] | diepte<br>waterremmende<br>wanden<br>[m+NAP] | stationair<br>debiet<br>droog | stationair<br>debiet<br>normaal | stationair<br>debiet<br>extreem | toename<br>opstart<br>[%] | neerslag<br>extreem |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------|
| riolering deel 1                              | -3,5                                      | geen                                         | 0,0                           | 3,4                             | 15,3                            | 26%                       | 0,8                 |
| riolering deel 2                              | -5,5                                      | geen                                         | 27,3                          | 50,2                            | 79,3                            | 13%                       | 0,4                 |
| riolering deel 3                              | -4                                        | geen                                         | 12,2                          | 29,3                            | 54,0                            | 28%                       | 1,1                 |
| riolering deel 4                              | -4                                        | geen                                         | 2,7                           | 12,5                            | 29,0                            | 33%                       | 1,2                 |
| riolering deel 5                              | -5,5                                      | geen                                         | 20,5                          | 40,6                            | 67,5                            | 12%                       | 0,3                 |
| riolering deel 6                              | -4                                        | geen                                         | 0,3                           | 7,2                             | 22,4                            | 29%                       | 1,1                 |
| riolering deel 7                              | -4                                        | geen                                         | 0,1                           | 0,5                             | 10,1                            | 29%                       | 1,0                 |

In de onderstaande tabel is per onderdeel het waterbezwaar weergegeven.

| waterbezwaar per<br>onderdeel [m <sup>3</sup> ] | periode<br>[dagen] | opstart<br>[dagen] | waterbezwaar<br>droog | waterbezwaar<br>normaal | waterbezwaar<br>maximum |
|-------------------------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| riolering deel 1                                | 10 x 5             | 2                  | 56                    | 4460                    | 20250                   |
| riolering deel 2                                | 10 x 2             | 1                  | 12499                 | 25774                   | 40597                   |
| riolering deel 3                                | 10 x 5             | 2                  | 13690                 | 39108                   | 72047                   |
| riolering deel 4                                | 9 x 5              | 2                  | 2523                  | 15254                   | 35428                   |
| riolering deel 5                                | 7 x 2              | 1                  | 6463                  | 14514                   | 24067                   |
| riolering deel 6                                | 6 x 5              | 2                  | 150                   | 5740                    | 17990                   |
| riolering deel 7                                | 2 x 5              | 2                  | 13                    | 137                     | 2694                    |

In de onderstaande grafiek(en) is de bandbreedte van het stationaire debiet weergegeven per watervoerende laag en per onderdeel. Het stationaire debiet is het debiet na bereiken van de gewenste verlaging, tijdens de opstart van de bemaling is het debiet hoger dan de weergegeven waarde in de grafiek.



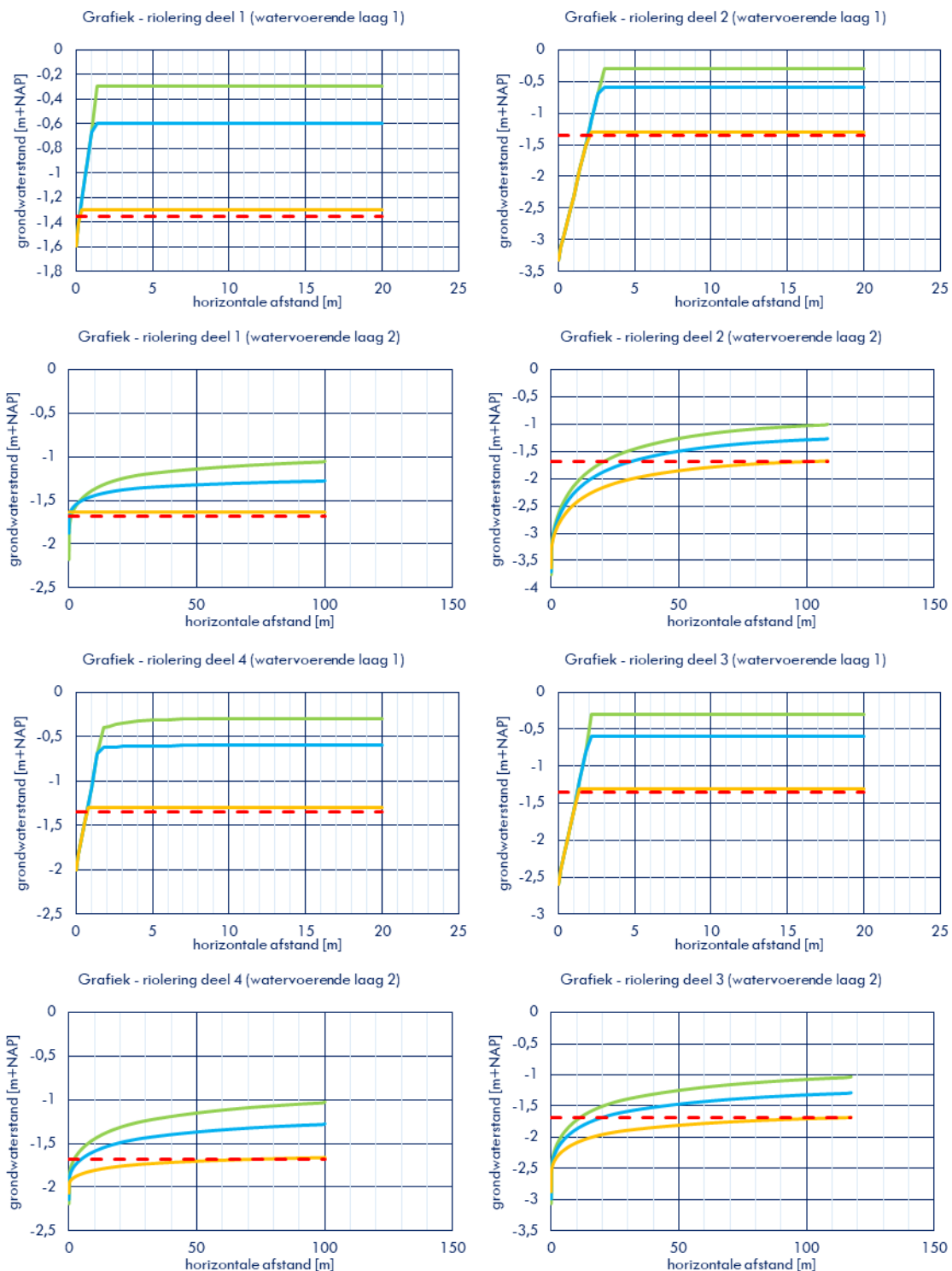
Legenda:

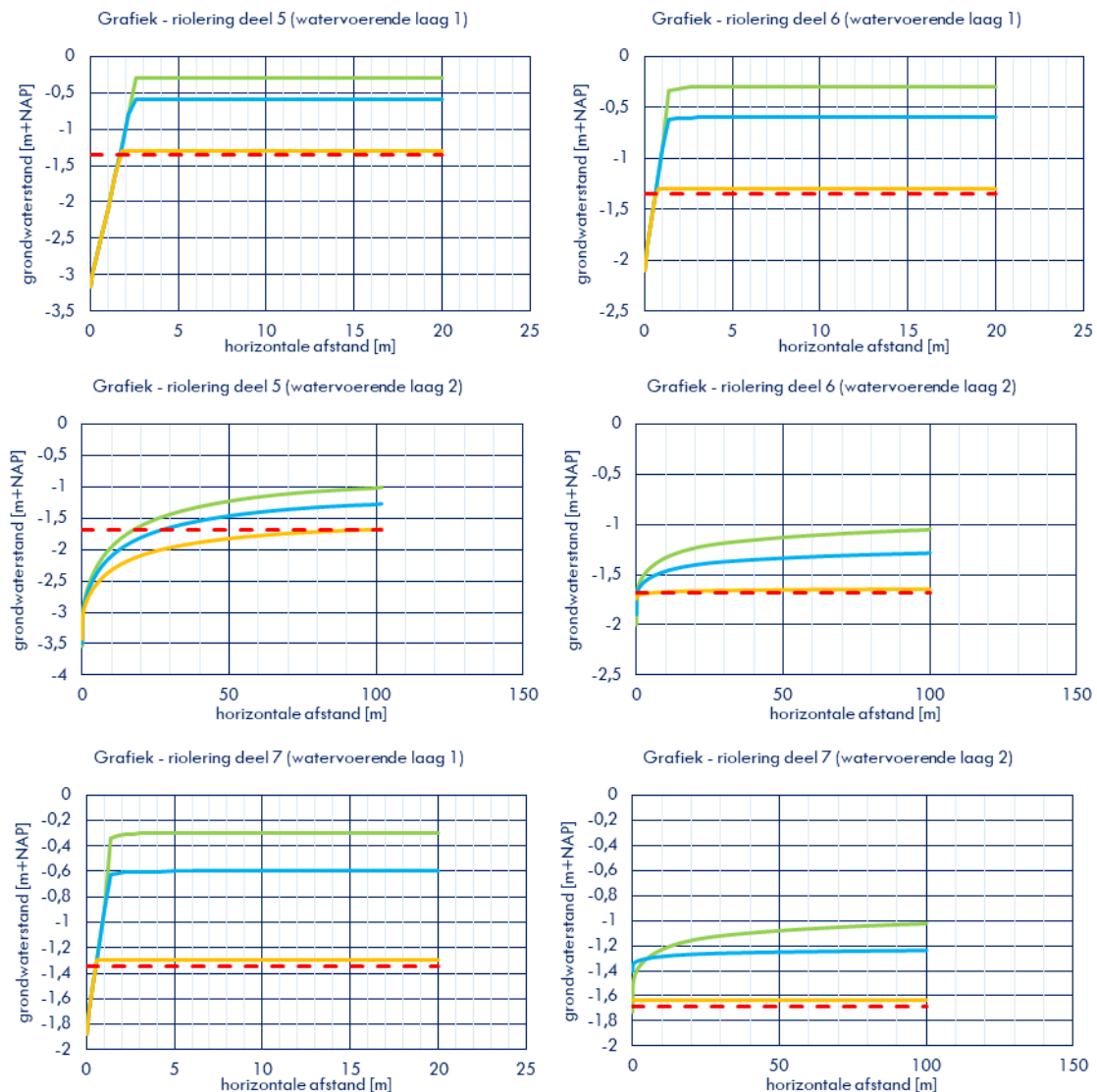
- groen = verwachte stationaire debiet
- rood = extreem laag/hog stationaire debiet (hiermee dient rekening gehouden te worden)
- lichtblauw (met druppels) = effect extreme neerslag

! Het debiet is bepaald met een variabele doorlatendheid (k-waarde) en variabele grondwaterstand. Op het moment dat de bandbreedte (praktisch) te groot is kan door aanvullend onderzoek (meten grondwaterstand of geohydrologisch onderzoek) de bandbreedte kleiner gemaakt worden.

## Grondwaterstand in omgeving

In de onderstaande grafieken is de grondwaterstand in de omgeving weergegeven. Op de x-as is de horizontale afstand (haaks op de projectlocatie), de y-as is de verwachte grondwaterstand ten opzichte van NAP.





Legenda:

- blauwe lijn is de verwachte verlaging tijdens bemalen (bij natuurlijk gemiddelde grondwaterstand)
- oranje lijn is de verlaging tijdens bemalen in een extreem droge periode (bij natuurlijk lage grondwaterstand)
- groene lijn is de verlaging tijdens bemalen in een extreem natte periode (bij natuurlijk hoge grondwaterstand)
- rode gestippelde lijn is de natuurlijk lage grondwaterstand (voor meer informatie zie bijlage 1.2)

Wanneer de grondwaterstand niet verlaagd wordt beneden de natuurlijk lage grondwaterstand zijn er (door bemaling) verwaarloosbare negatieve gevolgen. Het gebied (afstand tot project) waar de grondwaterstand verlaagd wordt beneden de natuurlijk lage grondwaterstand wordt de reikwijdte van de bemaling genoemd. De reikwijdte is samengevat in de onderstaande tabel.

| onderdelen       | prognose reikwijdte <sup>1</sup> [m]<br>watervoerende laag 1 | prognose reikwijdte [m]<br>watervoerende laag 2 |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| riolering deel 1 | 0,3 (0,3~0,3)                                                | 0,1 (0,9~0)                                     |
| riolering deel 2 | 2 (2~2,1)                                                    | 31,2 (20,6~101,5)                               |

<sup>1</sup> Het getal betreft de afstand tot waar 5cm verlaging beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand verwacht wordt. Het getal tussen haakjes betreft de bandbreedte afstand waar een verlaging beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand mogelijk is, de bandbreedte is bepaald door een berekening bij extreem hoge tot extreem lage natuurlijke grondwaterstand.

| onderdelen       | prognose reikwijdte <sup>1</sup> [m]<br>watervoerende laag 1 | prognose reikwijdte [m]<br>watervoerende laag 2 |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| riolering deel 3 | 1,3 (1,3~1,3)                                                | 19,8 (11,3~117,4)                               |
| riolering deel 4 | 0,7 (0,7~0,7)                                                | 4,6 (2~67,8)                                    |
| riolering deel 5 | 1,7 (1,7~1,7)                                                | 27,1 (17,5~96,4)                                |
| riolering deel 6 | 0,6 (0,6~0,7)                                                | 0,3 (0,2~4,2)                                   |
| riolering deel 7 | 0,5 (0,5~0,5)                                                | 0 (0~0)                                         |

## Grondwaterstroming

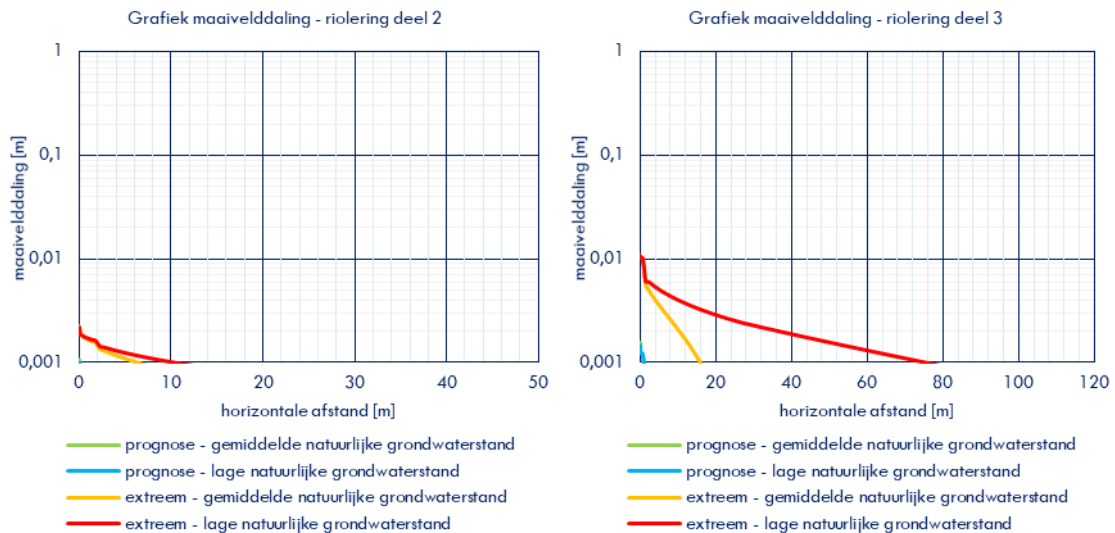
In de onderstaande tabel is weergegeven op welke afstand (ten opzichte van de bemaling) het grondwater 1 m verplaatst en 10 m verplaatst door de bemaling. Daarnaast is de bemalingszone<sup>1</sup> weergegeven. Deze rekenwaarden zijn relevant voor bevoegd gezag bij het beoordelen van effecten op mobiele (grondwater) objecten zoals bodemenergie of grondwaterverontreiniging.

| verplaatsing [m]<br>grondwater<br>(bandbreedte) | bemalings-<br>zone water-<br>voerende<br>laag 1 | 1 m<br>verplaatsing<br>water-<br>voerende<br>laag 1 | 10 m<br>verplaatsing<br>water-<br>voerende<br>laag 1 | bemalings-<br>zone water-<br>voerende<br>laag 2 | 1 m<br>verplaatsing<br>water-<br>voerende<br>laag 2 | 10 m<br>verplaatsing<br>water-<br>voerende<br>laag 2 |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| riolering deel 1                                | 0 (0~0)                                         | 0 (0~0)                                             | 0 (0~0)                                              | 14 (10~18)                                      | 148<br>(104~193)                                    | 21 (14~27)                                           |
| riolering deel 2                                | 2 (1~2)                                         | 0 (0~0)                                             | 0 (0~0)                                              | 16 (11~21)                                      | 123<br>(86~160)                                     | 28 (20~36)                                           |
| riolering deel 3                                | 0 (0~0)                                         | 0 (0~0)                                             | 0 (0~0)                                              | 20 (14~26)                                      | 179<br>(125~233)                                    | 36 (25~47)                                           |
| riolering deel 4                                | 3 (2~4)                                         | 5 (4~7)                                             | 2 (1~3)                                              | 15 (10~19)                                      | 153<br>(107~199)                                    | 25 (18~33)                                           |
| riolering deel 5                                | 2 (1~2)                                         | 0 (0~0)                                             | 0 (0~0)                                              | 15 (10~19)                                      | 117<br>(82~153)                                     | 25 (17~32)                                           |
| riolering deel 6                                | 1 (1~1)                                         | 1 (1~1)                                             | 0 (0~0)                                              | 12 (9~16)                                       | 144<br>(101~188)                                    | 17 (12~22)                                           |
| riolering deel 7                                | 1 (1~1)                                         | 1 (1~1)                                             | 0 (0~0)                                              | 10 (7~14)                                       | 110<br>(77~143)                                     | 11 (8~15)                                            |

<sup>1</sup> Bemalingszone = gebied rondom bemaling waarbij geldt dat het grondwater in de bemaling terecht komt

## Maaiveldddaling

In de onderstaande grafiek is weergegeven welke maaiveldddaling verwacht wordt in de omgeving van een bemaling (horizontale as is de afstand ten opzichte van het project). Daarbij zijn vier scenario's<sup>1</sup> beschouwd.



In de onderstaande tabel is de maximale afstand ten opzichte van de bemaling weergegeven waar 3 mm en 8 mm maaiveldddaling wordt verwacht bij de 4 scenario's. De waarden in de tabel zijn bepaald door bij de grondwaterstandsverlaging de bijhorende maaiveldddaling te zoeken. Opgemerkt wordt dat de maaiveldddaling niet opgeteld moet worden van verschillende onderdelen welke overlappen met elkaar.

| Afstand [m] 3 mm en 8 mm<br>II maaiveldddaling per scenario | 3mm<br>scenario<br>1 | 3mm<br>scenario<br>2 | 3mm<br>scenario<br>3 | 3mm<br>scenario<br>4 | 8mm<br>scenario<br>1 | 8mm<br>scenario<br>2 | 8mm<br>scenario<br>3 | 8mm<br>scenario<br>4 |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| riolering deel 1                                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| riolering deel 2                                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| riolering deel 3                                            | 0                    | 0                    | 7                    | 19                   | 0                    | 0                    | 1                    | 1                    |
| riolering deel 4                                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| riolering deel 5                                            | 0                    | 0                    | 11                   | 23                   | 0                    | 0                    | 1                    | 1                    |
| riolering deel 6                                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |
| riolering deel 7                                            | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    | 0                    |

<sup>1</sup> De volgende scenario's zijn beschouwd:

- Prognose – gemiddelde grondwaterstand: dit is de maaiveldddaling bij een gemiddelde natuurlijke grondwaterstand en een normale voorbelasting van de bodem (kans dat dit optreedt is circa 50%);
- Prognose – lage grondwaterstand: dit is de maaiveldddaling bij een zeer lage natuurlijke grondwaterstand en een normale voorbelasting van de bodem;
- Extreem – gemiddelde grondwaterstand: dit is de maaiveldddaling bij een gemiddelde natuurlijke grondwaterstand en een geringe voorbelasting van de bodem;
- Extreem – lage grondwaterstand: dit is de maaiveldddaling bij een zeer lage natuurlijke grondwaterstand en een geringe voorbelasting van de bodem (kans dat dit optreedt is <1%)

<sup>II</sup> Bij 8 mm maaiveldddaling (of meer) is het gewenst een schadeprognose uit te voeren bij de gevoelige objecten. Bij 3 mm maaiveldddaling (of meer) is het gewenst een (exterieur) vooropname uit te voeren bij gevoelige objecten.

## Bijlage 1.6 – Analyse (GIS-kaarten) en effect op omgeving

### Effect Belendingen

#### Bouwjaar belendingen (kadaster – Basisregistraties Adressen en Gebouwen)



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

|                                                                                                                     |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue;"></span> Pand voor 1800          | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow;"></span> Pand 1945 - 1960    | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkblue;"></span> Pand 2005 - heden |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span> Pand 1800 - 1850      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue;"></span> Pand 1960 - 1975 |                                                                                                                   |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightorange;"></span> Pand 1850 - 1900 | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue;"></span> Pand 1975 - 1985 |                                                                                                                   |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange;"></span> Pand 1900 - 1930      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue;"></span> Pand 1985 - 1995      |                                                                                                                   |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow;"></span> Pand 1930 - 1945      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue;"></span> Pand 1995 - 2005      |                                                                                                                   |

Het effect van de bemaling op de belendingen is ingeschat met behulp van de SBR richtlijn (1). De schadecategorie is bepaald met behulp van de maaiveldddaling berekeningen "prognose" en "extreem" en beoordeling effect op houten funderingsdelen.

Schadecategorieën 1 tot en met 3 vallen nog onder de niet-voorzienbare schade en zijn dan ook verzekeraar. Schadecategorie 4 valt onder voorzienbare schade is niet verzekeraar. In de onderstaande tabel is per belending weergegeven in welk effect verwacht wordt door de bemaling.

| Belendingen                  | Bouwjaar  | Verwachting<br>(inschatting of op<br>basis van<br>archieffgegevens)<br>funderingswijze | BK hout<br>[m+NAP] | Droog-<br>stand<br>[dagen] | Maaiveld-<br>daling<br>[mm] | Gebouw-<br>zakking <sup>1</sup><br>[%] | Rotatie<br>gebouw <sup>11</sup> |
|------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| Burggravenlaan 4             | 1940      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Burggravenlaan 6-10, 18      | 1940      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Burggravenlaan 12-14, 20-28  | 1940      | op staal                                                                               | geen               | 0                          | 0                           | 75%                                    | <1:5000                         |
| Burggravenlaan 30            | 1940      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Verdanstraat 2               | 1940      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Rijnsdijkstraat 107-112      | 1920      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Rijnsdijk 105+106            | 1920      | gemengd                                                                                | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| S. Hugronjestraat 1-29       | 1950      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 0~5                        | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Uhlenbeckkade 1-21, 23 en 24 | 1963      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,31              | 0                          | 0~5                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Huizingastraat 1-23          | 1951      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 0~5                        | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Roomburgerstraat 1-73        | 1956      | beton stuit                                                                            | geen               | 0                          | 0~1                         | 7%                                     | <1:5000                         |
| Roomburgerstraat 77-83       | 1960      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 2                          | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Roomburgerlaan 14-18         | 1957~1960 | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 2                          | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Kanaalstraat 64-68           | 1962      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 2                          | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Roomburgerlaan 22-24         | 1958      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 2                          | 0~1                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Roomburgerlaan 36-42         | 1958      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 0                          | 0                           | 15%                                    | <1:5000                         |
| Colenbranderstraat 1-24      | 1957      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,31              | 0                          | 1~6                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Duyvendakstraat 1-24         | 1957      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,31              | 0                          | 1~6                         | 15%                                    | <1:5000                         |
| Kanaalweg 43-49              | 1958      | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 0~5                        | 0                           | 15%                                    | <1:5000                         |
| Duyvendakstraat 28-30        | 1957~1961 | hout opzetter stuit                                                                    | -1,3               | 0                          | 0                           | 15%                                    | <1:5000                         |
| van Vollenhovenplein 1-49    | 1956      | beton stuit                                                                            | geen               | 0                          | 0                           | 7%                                     | <1:5000                         |

In de onderstaande tabel is aangegeven welk effect verwacht wordt bij de belendingen. In kleuren is aangegeven of het effect op de belendingen acceptabel is in de huidige bouwpraktijk (volgens SBR273.98). De kleuren groen, geel en oranje zijn acceptabel in de tabel. Bij geel en oranje in de tabel is monitoring vereist zodat schade beheerst kan worden, bij groen is dit optioneel (wegens de lage kans). Bij rood of paars in de tabel is er sprake dat onaanvaardbare schade waarschijnlijk optreedt, in dit geval zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk. Deze aanvullende maatregelen kunnen bestaan uit compenserende maatregelen (financieel of constructief versterken), aanpassing bouwwijze, etc.

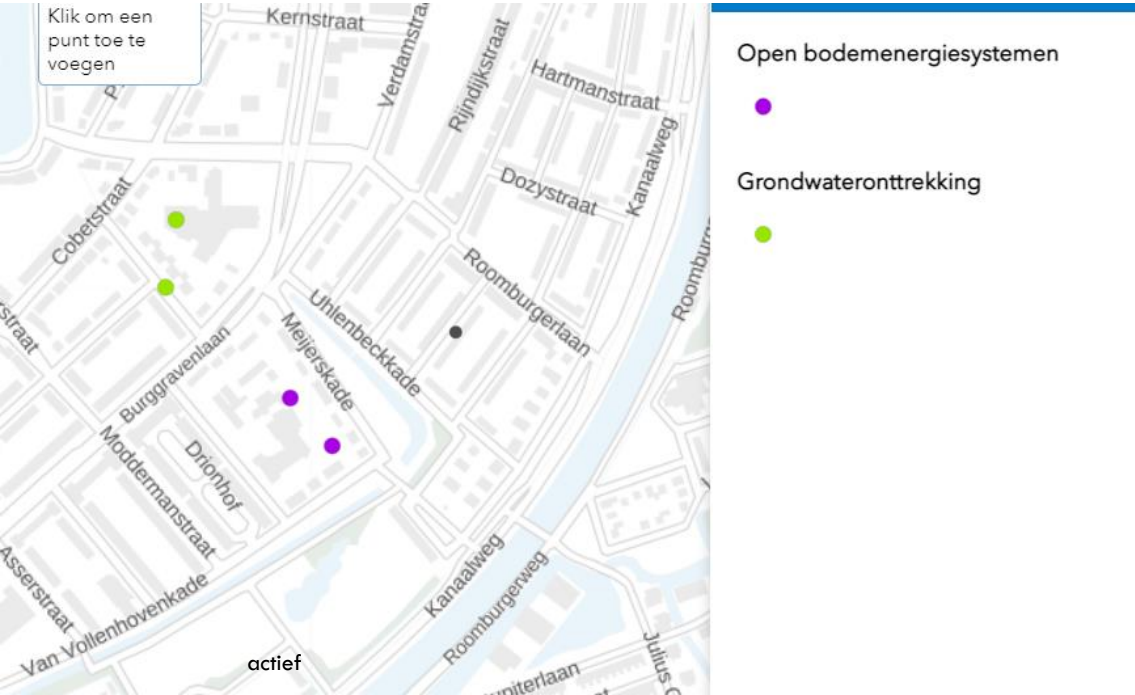
<sup>1</sup> Het percentage dat het gebouw zakt ten opzichte van de verwachte maaiveld-daling. Dit percentage is afgeleid uit de SBR273.98 richtlijn.

<sup>11</sup> Het zettingsverhang is bepaald ter plaats van het gebouw, deze is vermenigvuldigd met het gebouwzakking percentage om te bepalen hoeveel het gebouw zal roteren

| Belendingen                  | aantal | effect houten palen | schade-categorie prognose | schade-categorie extreem | architectonische schadekans | constructieve schadekans |
|------------------------------|--------|---------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Burggravenlaan 4             | 1      | geen effect         | 0                         | 0~1                      | extreem geringe kans        | geen                     |
| Burggravenlaan 6-10, 18      | 4      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Burggravenlaan 12-14, 20-28  | 7      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Burggravenlaan 30            | 1      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Verdanstraat 2               | 1      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Rijnsdijkstraat 107-112      | 4      | geen effect         | 0                         | 0~1                      | extreem geringe kans        | geen                     |
| Rijnsdijk 105+106            | 4      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| S. Hugronjestraat 1-29       | 32     | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Uhlenbeckkade 1-21, 23 en 24 | 23     | geen effect         | 0                         | 0~1                      | extreem geringe kans        | geen                     |
| Huizingastraat 1-23          | 23     | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Roomburgerstraat 1-73        | 10     | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Roomburgerstraat 77-83       | 4      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Roomburgerlaan 14-18         | 4      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Kanaalstraat 64-68           | 3      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Roomburgerlaan 22-24         | 3      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Roomburgerlaan 36-42         | 3      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Colenbranderstraat 1-24      | 24     | geen effect         | 0                         | 1                        | zeer geringe kans           | geen                     |
| Duyvendakstraat 1-24         | 24     | geen effect         | 0                         | 1                        | zeer geringe kans           | geen                     |
| Kanaalweg 43-49              | 6      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| Duyvendakstraat 28-30        | 2      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |
| van Vollenhovenplein 1-49    | 1      | geen effect         | 0                         | 0                        | geen                        | geen                     |

Effect grondwatergebruikers

Grondwatergebruikers (GBO en landelijk grondwaterregister)



Het effect op de grondwatergebruikers is ingeschat aan de hand van de verwachte verlaging van de grondwaterstand ter hoogte van het filtergebied van de grondwatergebruiker. Bij een WKO installatie is het thermisch verlies ingeschat met behulp van berekening verplaatsing grondwater. In de onderstaande tabel is per grondwatergebruiker weergegeven welk effect verwacht wordt. Bij capaciteits-/thermisch verlies groter dan 5% is het effect meetbaar.

| Grondwatergebruikers | Filtergebied<br>[m+NAP] | Thermische straal<br>[m] | Verlaging<br>[m] | Capaciteitsverlies<br>[%] | Verplaatsing<br>[m] | Thermisch<br>verlies<br>[%] |
|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| KBS St. Joseph       | -20~-100                | 40                       | 0                | 0                         | 0                   | 0%                          |
| Gymnasium            | -20~-100                |                          | 0                | 0%                        |                     |                             |

## Mobiele verontreiniging

## Bodemverontreinigingen (bodemloket.nl)



### Rijkswaterstaat bodemloket legenda

- |                                                                                     |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|  | Gesaneerd                                                            |
|  | Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering |
|  | Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn         |
|  | Historische activiteit bekend                                        |

De vlekken zijn onderzocht (navraag bij omgevingsdienst) op de bovenstaande figuur is de conclusie weergegeven (BI=buiten invloedsgebied, GG=geen grondwaterverontreiniging boven interventiewaarde, WG=wel grondwaterverontreiniging boven interventiewaarde).

Er zijn twee locaties welke verdacht zijn (ondergrondse brandstoftanks), zekerheidshalve wordt gerekend in dit advies met kleine verontreiniging minerale olie in het grondwater.

Het effect op mobiele verontreinigingen is ingeschat met behulp van RIZA rapport nummer 2002.025. Nadat de retardatiefactor is bepaald, is uitgerekend in welke mate de meest mobiele stof (per vlek) verplaatst (zowel horizontaal als nieuw verontreinigd volume). Op het moment dat er sprake is van overschrijding dan betekent dit dat de mobiele verontreiniging

meer dan 5 m verplaatst of als er sprake is van meer dan 100 m<sup>3</sup> nieuw verontreinigd volume. In de onderstaande tabel is per mobiele verontreiniging weergegeven welk effect verwacht wordt.

| Mobiele verontreiniging | diameter vlek [m] | diepte [m+NAP] | richting | retardatie-factor            | ver-plaatsing [m] | nieuw volume [m <sup>3</sup> ] | overschrijdings-kans <sup>1</sup> [%] |
|-------------------------|-------------------|----------------|----------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Roomburgerlaan 79       | 2                 | 0~-1           |          | 7249 (minerale olie C10-C40) | 0                 | 0                              | 0%                                    |
| Burggravenlaan 6        | 2                 | 0~-1           |          | 7249 (minerale olie C10-C40) | 0                 | 0                              | 0%                                    |

<sup>1</sup> De overschrijdingskans is ingeschat door de verplaatsing bij verschillende uitgangspunten te vergelijken (hoge/lage grondwaterstand, hoge/lage doorlatendheid, etc.)

## Natuur, landbouw, archeologie en/of oppervlaktewater

### Natura 2000 gebieden



Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

|                                                                                     |                                           |                                                                                     |                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|  | Habitatrichtlijn                          |  | Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn                        |
|  | Vogelrichtlijn                            |  | Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet |
|  | Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet |                                                                                     |                                                           |
|  | Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet   |                                                                                     |                                                           |

## Gewassen (basisregistratie percelen)



Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

|                                                                                     |               |                                                                                     |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  | Bouwland      |  | Overige |
|  | Grasland      |                                                                                     |         |
|  | Braakland     |                                                                                     |         |
|  | Natuurterrein |                                                                                     |         |

Op het moment dat er gewassen aanwezig zijn, dan wordt dit weergegeven als “bouwland” (geel) in de bovenstaande figuur, deze gewassen zijn per definitie gevoelig voor een wijziging van de grondwaterstand in het groeiseizoen (maart-november). Groen (grasland) is niet afhankelijk van de grondwaterstand, er ontstaat hier in de praktijk geen schade bij bemalingen naast gras.

Tot slot is braakland (onbegroeide grond) niet gevoelig voor grondwaterstandsverlaging. Wel is natuurterrein gevoelig (bomen, struiken, etc.), de natuur wordt overigens ook bepaald met behulp van luchtfoto's en overige bronnen (niet alleen met de basisregistratie).

## Archeologie en rijksmonumenten



IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

- Locatie Rijksmonument
- Omtrek locatie archeologie (IKAW)

De natuur, landbouw, archeologie en oppervlaktewater zijn gevoelig voor een verlaging van de freatische grondwaterstand. Aan de hand van de verwachte grondwaterstandsverlaging is per object in de omgeving ingeschat of er sprake is van een shadekans. Een shadekans is aanwezig bij een verlaging welke groter is dan 0,05 m.

Opgemerkt dat bij natuur en landbouw alleen schade verwacht wordt bij werkzaamheden in het groeiseizoen (periode maart tot en met november). De schade bij landbouw en natuur is bij een korte bemalingsperiode (<7 dagen) meestal verwaarloosbare groeischade. Bij langere freatische grondwaterstand verlagingen in het groeiseizoen kan gedacht worden aan ernstige gevolgen (zoals grote groeischade tot afsterven natuur/gewassen/dieren).

In de onderstaande tabel is per object weergegeven welk effect verwacht wordt.

| oppervlaktewater en natuur | categorie | polder | bodemweerstand [dagen] | oppervlakte [m²] | verlaging freatisch [m] | schadekans [%] | prognose debiet wegzijging [m³/dag] |
|----------------------------|-----------|--------|------------------------|------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------------|
| bomen Roomburgerlaan       | natuur    | ja     |                        |                  | 0                       | 0%             |                                     |
| bomen Uhlenbeekkade        | natuur    | ja     |                        |                  | 0                       | 0%             |                                     |
| bomen Kanaalweg            | natuur    | ja     |                        |                  | 0                       | 0%             |                                     |
| Sloot                      | water     | ja     | 100                    | 240              | 0                       | 0%             | 0                                   |

Groen = schade onwaarschijnlijk, geen aanvullende stappen noodzakelijk;

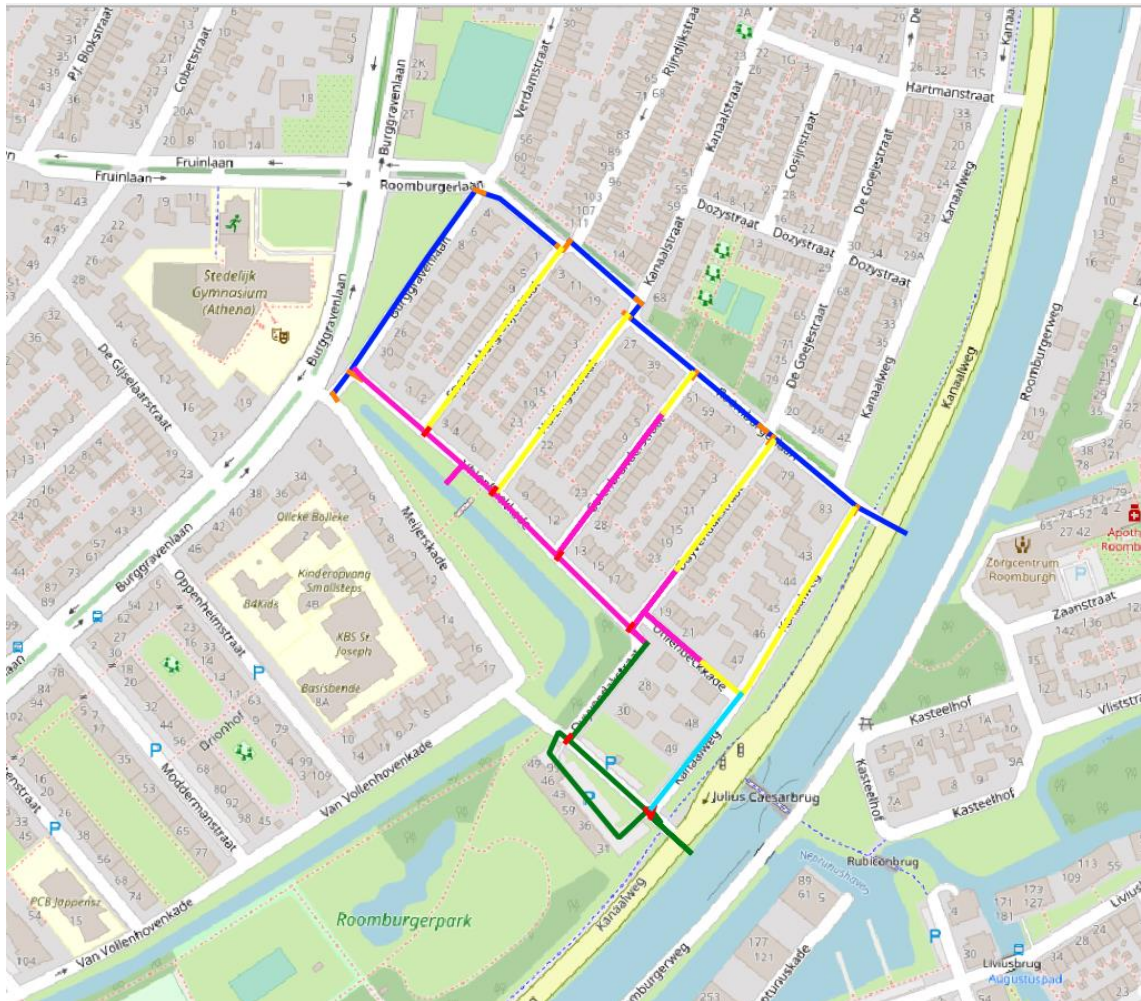
Geel = schade mogelijk, minimale monitoring gewenst;

Oranje = schade waarschijnlijk, monitoring en plan maatregelen gereed;

Rood/paars = schade zeer waarschijnlijk, monitoring, plan en compenserende maatregelen direct installeren/uitvoeren.

## Spoor en waterkering

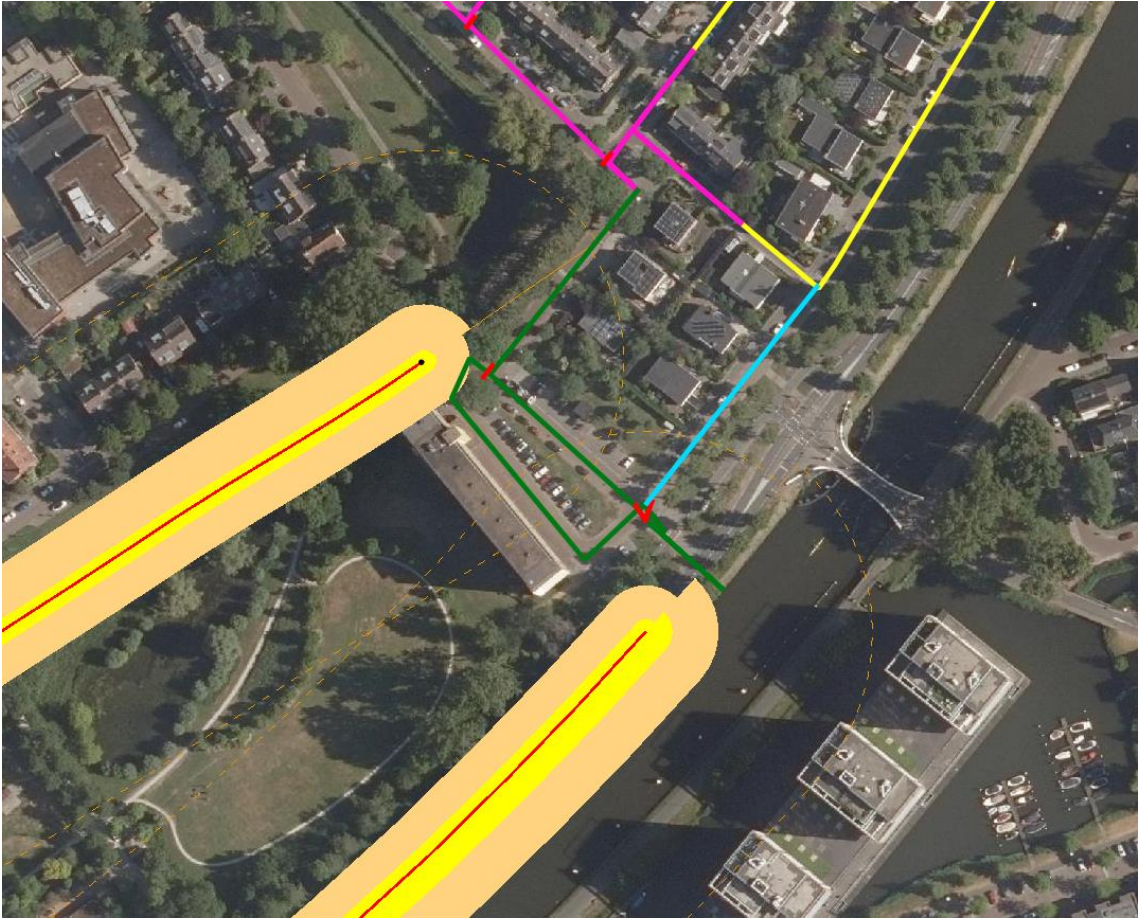
### Open street map (spoor)



#### Open Street Map

|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red; border:1px solid black;"></span> Snelweg          | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span> Fietspad                       | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightblue; border:1px solid black;"></span> Water     |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange; border:1px solid black;"></span> Hoofdweg      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:grey; border:1px solid black;"></span> Promenade                      | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgreen; border:1px solid black;"></span> Grasland |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span> Regionale weg | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:grey; border:1px solid black; border-style:dashed;"></span> Spoorbaan | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span> Akkerland    |
| <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:white; border:1px solid black;"></span> Lokale weg     | <span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkgreen; border:1px solid black;"></span> Bomen                     |                                                                                                                                    |

Waterkeringen en gebieden bevoegd gezag



Waterkering

Beschermingszone

Aan de hand van de legger en algemene hoogtekaart Nederland (AHN) is bepaald welk verschil zit tussen recente maaiveldhoogte en minimale kruinhoogte.

In de onderstaande tabel is per object (spoor of waterkering) weergegeven welk effect verwacht wordt.

| Overige       | Norm   | Grenswaarde<br>zakking [mm] | Grenswaarde<br>zettings-<br>verhang<br>[1:...] | Maaiveld-<br>daling<br>prognose<br>[mm] | Zettings-<br>verhang<br>prognose<br>[1:...] | Overschrijdings-<br>kans<br>grenswaarde |
|---------------|--------|-----------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 411-042-00001 | Legger | 67                          |                                                | 0                                       |                                             | 0%                                      |
| 411-042-00002 | Legger | 67                          |                                                | 0                                       |                                             | 0%                                      |

## Bijlage 1.7 – Risicoanalyse project

Dit project wordt beoordeeld op basis van de risico's en gevoeligheid voor details (van uitvoering). Geconcludeerd is dat de moeilijkheidsgraad van dit project gemiddeld is.

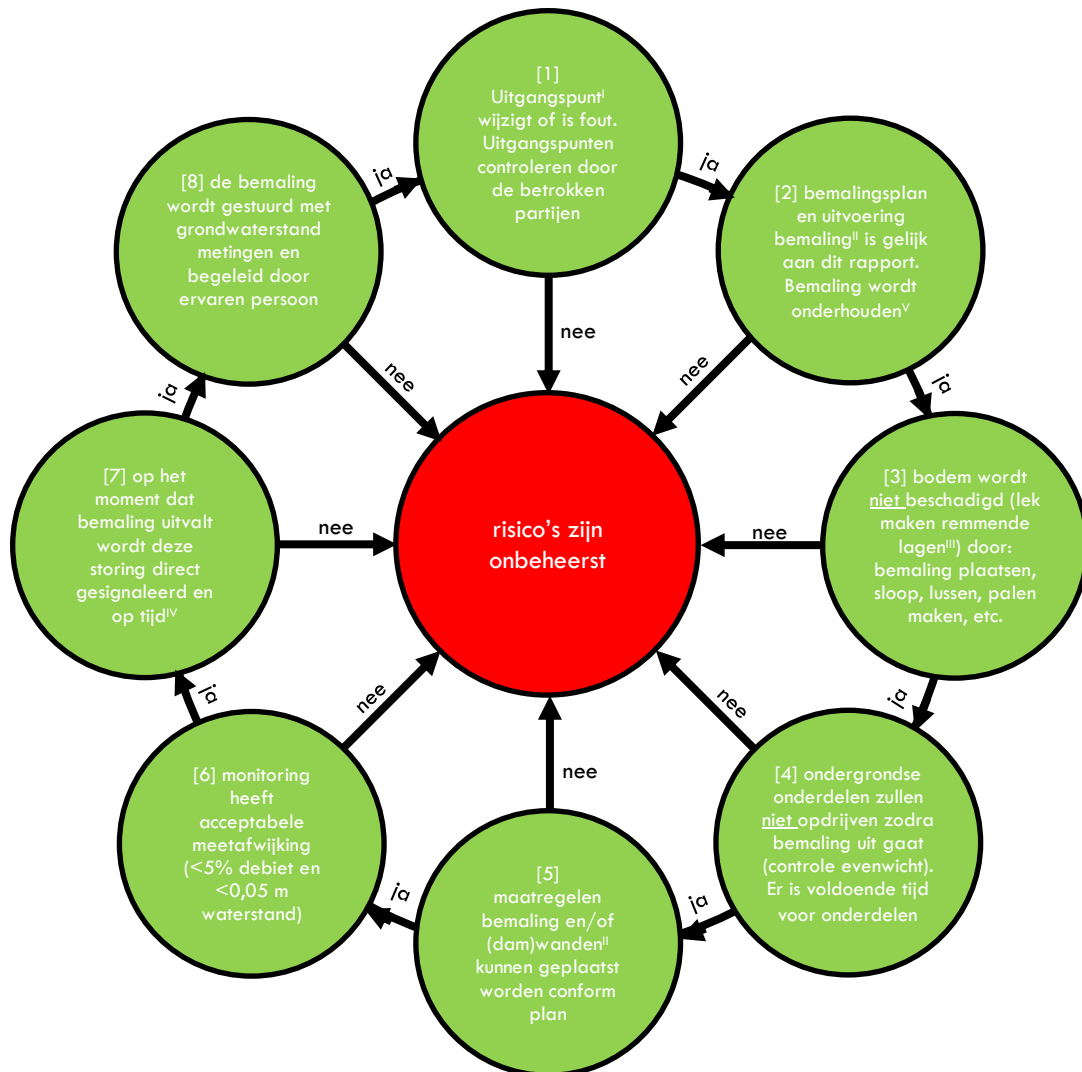
### Algemene toelichting

- Lage moeilijkheidsgraad bemaling: de bemaling kan naar verwachting uitgevoerd worden door de meeste partijen;
- Gemiddelde moeilijkheidsgraad bemaling: uit het bemalingsplan moet blijken of de bemalingsaannemer de risico's goed beheerst, indien dit het geval is dan is de kans op slagen goed.
- Hoge moeilijkheidsgraad bemaling: veel details kunnen het resultaat ernstig beïnvloeden. Uit onze ervaring is gebleken dat de kans op problemen hoog is (circa 50%), samenwerking en consensus tussen adviseur en bemalingsaannemer is noodzakelijk. De bemalingsaannemer en adviseur maken in overleg het definitief bemalingsadvies en –plan. Bij onvoldoende onderling vertrouwen zal de adviseur of de bemalingsaannemer genoodzaakt zijn zich terug te trekken. Indien de bemalingsaannemer verder gaat zal deze zelf het definitief bemalingsadvies en –plan op moeten (laten) stellen. Loots kan vervolgens wel een management rol spelen bij de beoordeling van risico's van het plan van de aannemer (zodat duidelijke afspraken ten aanzien van de risicodragers gemaakt kunnen worden).

### Kwaliteitsborging

1. Bij een lage moeilijkheidsgraad geen aanvullende stappen, bij een gemiddelde tot hoge moeilijkheidsgraad is de eerste stap te laten beoordelen of de aanbieder en onderaannemer bemaling overeenkomt met het advies (zorg dat dit duidelijk is);
2. Bij een hoge moeilijkheidsgraad wordt de onderaannemer bemaling gevraagd 3 referenties (inclusief contactpersoon wordt hoger beoordeeld) te geven van een vergelijkbare bemaling.

Risicomanagement is een cyclisch proces dat gedurende een project regelmatig moet worden doorlopen. Projecten blijven in beweging, risico's kunnen door de tijd worden ingehaald of zijn afgenomen. Nieuwe risico's kunnen de kop opsteken. Risico's zullen dan ook op regelmatige basis gemonitord en beheerst moeten worden. De onderstaande cyclus moet regelmatig doorlopen worden. Indien een vraag negatief beantwoord zijn de risico's onbeheerst, dat wil zeggen schadekans van het project en/of de omgeving toeneemt.



Figuur 8 – controle cyclus risicomanagement, de 8 basiselementen voor een beheerste bemaling

<sup>I</sup> Bijvoorbeeld afmetingen wijzigen, nieuw grondonderzoek is beschikbaar, actuele grondwaterstand wijkt af, in de omgeving een wijziging (nieuwe grondwateronttrekking, belending, etc.)

<sup>II</sup> Bij alternatieve afwijkende uitvoeringswijze zijn risico's onbeheerst. Een niet uitvoerbaar ontwerp zo snel mogelijk signaleren is belangrijk ter voorkoming van stagnatie (bijvoorbeeld door obstakels in de bodem). Bij bemalingsmaterieel van lagere kwaliteit extra reserve bronnen/pompen toepassen.

<sup>III</sup> Remmende lagen zijn bijvoorbeeld klei, veen en/of leem

<sup>IV</sup> De beschikbare tijd is ingeschat en per onderdeel samengevat in tabel 4.1A. De storing moet verholpen worden binnen deze tijd. Bijvoorbeeld een open bemaling faalt en er is 1,5 uur beschikbaar, dit betekent dat de storingsdienst binnen 25 km afstand aanwezig moet zijn (bij snelheid 50km/uur en 1 uur voor voorbereiding en afhandelen storing).

<sup>V</sup> In het bemalingsplan en bij de uitvoering wordt onderhoud toegepast zodat de bemaling de gehele periode blijft functioneren en bijvoorbeeld niet zal verstoppert of teruglopen in capaciteit.

Indien de controle cyclus positief is, dan zijn de risico's zoals verder bepaald in dit rapport van toepassing en kan worden gesteld dat de bemaling, monitoring en vervolgstappen nog steeds afgestemd zijn op de risico's.

Een **risico** = **gevolg (A=100, B=50 en C=10) x kans<sup>I</sup> x aantal gevallen. De risico's in dit hoofdstuk hebben als doel het inzichtelijk maken voor opdrachtgevers waarom monitoring en vervolgstappen aanbevolen worden. Elke vervolgstap en monitoring komt voort uit een risico en is dus doelmatig.**

In de onderstaande figuur is een toelichting gegeven voor de **gevolg** classificering, bij elk risico wordt ingeschat welke classificering het beste past.



Figuur 9 –klasse A tot en met C, de gevolgen zijn rechts van de klasse beschreven in het grijze vlak. Het kan zijn dat een of meerdere gevolgen van toepassing zijn.

In de onderstaande tabel zijn de risico's weergegeven (van hoog naar laag). Risicomanagement is gebaseerd op basis van richtlijnen en praktijkervaring Loots. Het doel van risicomanagement is duidelijkheid voor de opdrachtgever, in een tabel aangeven wat het belangrijkste is en welke maatregelen toe te passen om het beheersen.

! Risico's in onderstaande tabel moeten zo worden vertaald: risico>75=zeer hoog risico, risico>50=hoog risico, risico>25=matig risico en risico<25=laag risico<sup>II</sup>

tabel 5.4-A

| omschrijving risico                                                                                                                                                            | G <sup>II</sup> | kans | risico | maatregel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| door vaste delen in het lozingswater ontstaat een verstopping in het watersysteem bij het lozingspunt                                                                          | B               | 100% | 100    | het toepassen van een zandvanger voor het lozingspunt                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| geconcludeerd is dat de moeilijkheidsgraad van dit project gemiddeld is. Als de bemaler onvoldoende aandacht en kennis besteed aan de uitvoering zijn risico's op grote schade | A               | 50%  | 50     | kwaliteit borgen (toetsen plan en uitvoering), hiermee voorkomen dat schade kan ontstaan                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| waterbodempoppervlaktewater is (lokaal) sterk doorlatend. Oppervlaktewater veroorzaakt instabiliteit, waardoor ontgraving niet op diepte komt.                                 | A               | 50%  | 50     | Eventuele vertraging incalculeren, bij geen ruimte voor vertraging vooraf proefontgraving/-bemaling uitvoeren. Maatregelen bij teveel toestroom zijn: oppervlaktewater tijdelijk (lokaal) dempen (dam in water), waterremmende wanden toepassen, waterbodempoppervlaktewater dichtmaken (folie) en soms helpt een aanvullende bemaling vlakbij de waterkant. |

<sup>I</sup> De **kans** dat een **gevolg** zal optreden is bepaald door meerdere berekeningen uit te voeren per risico (bijvoorbeeld debiet uitrekenen bij hoge + lage doorlatendheid en hoge + lage grondwaterstand). Een hoge grondwaterstand (2,5% kans op voorkomen) x een hoge doorlatendheid (2,5% kans van voorkomen) resulteert bijvoorbeeld in een hoog debiet (waarvan de kans dat deze optreedt kleiner is dan 1% (2,5% x 2,5%). Zo zijn ook voor omgevingsobjecten beoordeeld welk effect zal optreden bij hoge, gemiddelde en lage grondwaterstand.

<sup>II</sup> G= gevolg klasse

| omschrijving risico                                                                                                                                                        | G <sup>II</sup> | kans | risico | maatregel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| door (bemaling gerelateerde) maaiveldddaling ontstaat architectonische schade (schade aan uiterlijk gebouw) bij 76 belendingen (kans 2%).                                  | B               | 2%   | 40     | een exterieur vooropname uitvoeren (ter voorkoming van discussie achteraf), bij panden met reeds scheuren in de gevel(s) ook interieur vooropname uitvoeren.                                                                                                                                                                                 |
| door (bemaling gerelateerde) maaiveldddaling ontstaat architectonische schade (schade aan uiterlijk gebouw) bij één belending (kans 80%).                                  | B               | 80%  | 40     | een exterieur vooropname uitvoeren (ter voorkoming van discussie achteraf), bij panden met reeds scheuren in de gevel(s) ook interieur vooropname uitvoeren.                                                                                                                                                                                 |
| door obstakels in de bodem kan bemaling niet tot de noodzakelijke diepte worden geplaatst, hierdoor ontstaat vertraging of de bemaling moet aangepast worden               | B               | 50%  | 25     | onderzoek naar obstakels, proberen obstakels te verwijderen/verleggen, proces/locatie plaatsen bemaling aanpassen, eventuele vertraging incalculeren                                                                                                                                                                                         |
| het water verkleurd bij lozingspunt (door ijzer), hierdoor ontstaat schade aan het milieu                                                                                  | B               | 10%  | 10     | het bepalen van ijzergehalte in grondwater voor de start van werkzaamheden en tijdens werkzaamheden de kleur bij het lozingspunt visueel beoordelen en registreren (foto). Bij verkleuring en lage debieten (<5 m³/uur) is de oplossing (tijdelijk) lozen op vuilwaterriool. Bij hogere debieten zal maatwerk (ontijzing) noodzakelijk zijn. |
| een schadelijke stof (volgens BLBI) wordt in een te hoge concentratie geloosd in lozingspunt(en), hierdoor ontstaat schade aan het milieu                                  | A               | 2%   | 4      | altijd opletten (stank/verkleuring) en bij twijfel direct actie ondernemen. Wanneer het water (mogelijk) niet voldoet aan de BLBI norm, dan overleg met geohydroloog over toe te passen maatregelen.                                                                                                                                         |
| het debiet of de grondwaterstandverlaging is (aanzienlijk) meer dan verwacht. Hierdoor moet de bemaling aangepast worden en/of is er (mogelijk) meer omgevingsbeïnvloeding | A               | 2%   | 2      | geen maatregelen niet noodzakelijk wegens lage kans.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| bouwputbodemborst op door verlies verticaal evenwicht                                                                                                                      | A               | 1,5% | 1,5    | Het meten van de stijghoogte (grondwaterstand) op de projectlocatie, hiermee de spanningsbemaling sturen. Daarnaast voldoende reservepompen/-energie voor storing op te vangen.                                                                                                                                                              |
| bevoegd gezag heeft geen toestemming kunnen geven voor de startdatum bemaling, hierdoor vertraagd het project.                                                             | A               | 1%   | 1      | tenminste 12~18 weken voor start bemaling de grondwateronttrekking en lozing van grondwater aanvragen, bij voorkeur in overleg met bevoegd gezag (in verband met eventuele drukte)                                                                                                                                                           |

## Bijlage 2 – Gegevens lozingsroute (grondwaterkwaliteit)

De hoeveelheid chloride, ijzer en zeer fijne delen (silt) mag niet te hoog zijn bij een lozing van grondwater. De fijne delen (silt) moeten door bronconstructie en zandvanger afgevangen worden. In de onderstaande tabel is de verwachte hoeveelheid ijzer en chloride in het grondwater weergegeven.

| chloride <sup>1</sup> (Cl) en ijzer (Fe) [mg/L] | Cl WVL 1 | Fe WVL 1 | Cl WVL 2 | Fe WVL 2 | Cl WVL 3 | Fe WVL 3 |
|-------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Alle onderdelen                                 | 150~250  | ?        | 225~375  | ?        | 750~1250 | ?        |

- ! De hoeveelheid chloride is afgeleid met behulp van het grondwatermodel + het brak-zout en zoet-brak grensvlak (Deltares digitale atlas natuurlijk kapitaal);
- ! De hoeveelheid ijzer (indien bekend) wordt afgeleid uit milieukundig bodemonderzoek, dinoloket (archief) gegevens in de omgeving en/of TNO NITG02-166A onderzoek.

### Grondwaterkwaliteit in relatie tot BLBI

Stoffen in het grondwater op de projectlocatie zijn vergeleken met Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (BLBI), in de onderstaande tabel staan de stoffen welke hoger zijn dan eis (tabel 3.1B van de eis) in BLBI. Bij “geen” zijn er geen grondwaterverontreinigingen gevonden.

| BLBI stoffen <sup>1</sup> [µg/L] | WVL 1                             | WVL 2                             |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Alle onderdelen                  | onopgeloste bestanddelen (100/20) | onopgeloste bestanddelen (100/20) |

- ! Grondwaterkwaliteit is ingeschat op basis van enkele steekmonsters en/of visuele waarnemingen (indien opdrachtgever een milieukundig bodemonderzoek heeft aangeleverd bij Loots). In de praktijk kunnen afwijkingen optreden. Bij een vermoeden (aanwezigheid grondwaterverontreiniging) tijdens de uitvoering moet dit direct signaleerd worden.

Het grondwater wordt geloosd in het oppervlaktewater/riool. Het uitgangspunt is dat het water bij het lozingspunt (oppervlaktewater of hemelwaterriool) niet zal bruinkleuren en dat er geen visuele verontreiniging plaatsvindt.

<sup>1</sup> Bij dikke watervoerende lagen zal de chlorideconcentratie lager zijn en langzaam toenemen. De reductie is ingeschat en tussen haakjes in procenten weergegeven

<sup>2</sup> Achter elke stof staat tussen haakjes twee waarden. De linker waarde is de waargenomen concentratie van de stof, de rechter waarde is de eis welke overgenomen is uit BLBI (tabel 3.1B in het besluit)

### Analyse chloride en ijzer

In de onderstaande tabel is per onderdeel chloride en ijzer in grondwater weergegeven. Een concentratie chloride hoger dan 1000 mg/L (grens zoet-brak) wordt beschouwd als onacceptabel om te lozen in een zoetwater lichaam. Een concentratie ijzer hoger dan 5 mg/L wordt beschouwd als risicovol (in relatie tot verkleuring) om te lozen in een zoetwater lichaam.

| concentratie chloride (zout) en ijzer | Prognose chloride start | Prognose chloride eind | ijzer hoger dan 5 mg/L |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| riolering deel 1                      | 225~375                 | 225~375                | ?                      |
| riolering deel 2                      | 225~375                 | 225~375                | ?                      |
| riolering deel 3                      | 224~374                 | 224~374                | ?                      |
| riolering deel 4                      | 221~369                 | 221~369                | ?                      |
| riolering deel 5                      | 225~375                 | 225~375                | ?                      |
| riolering deel 6                      | 220~366                 | 220~366                | ?                      |
| riolering deel 7                      | 215~358                 | 215~358                | ?                      |

### Analyse zoet-zout grensvlak

Het zoet-zout grensvlak wordt niet beïnvloed wegens diepe ligging beneden bemaling.

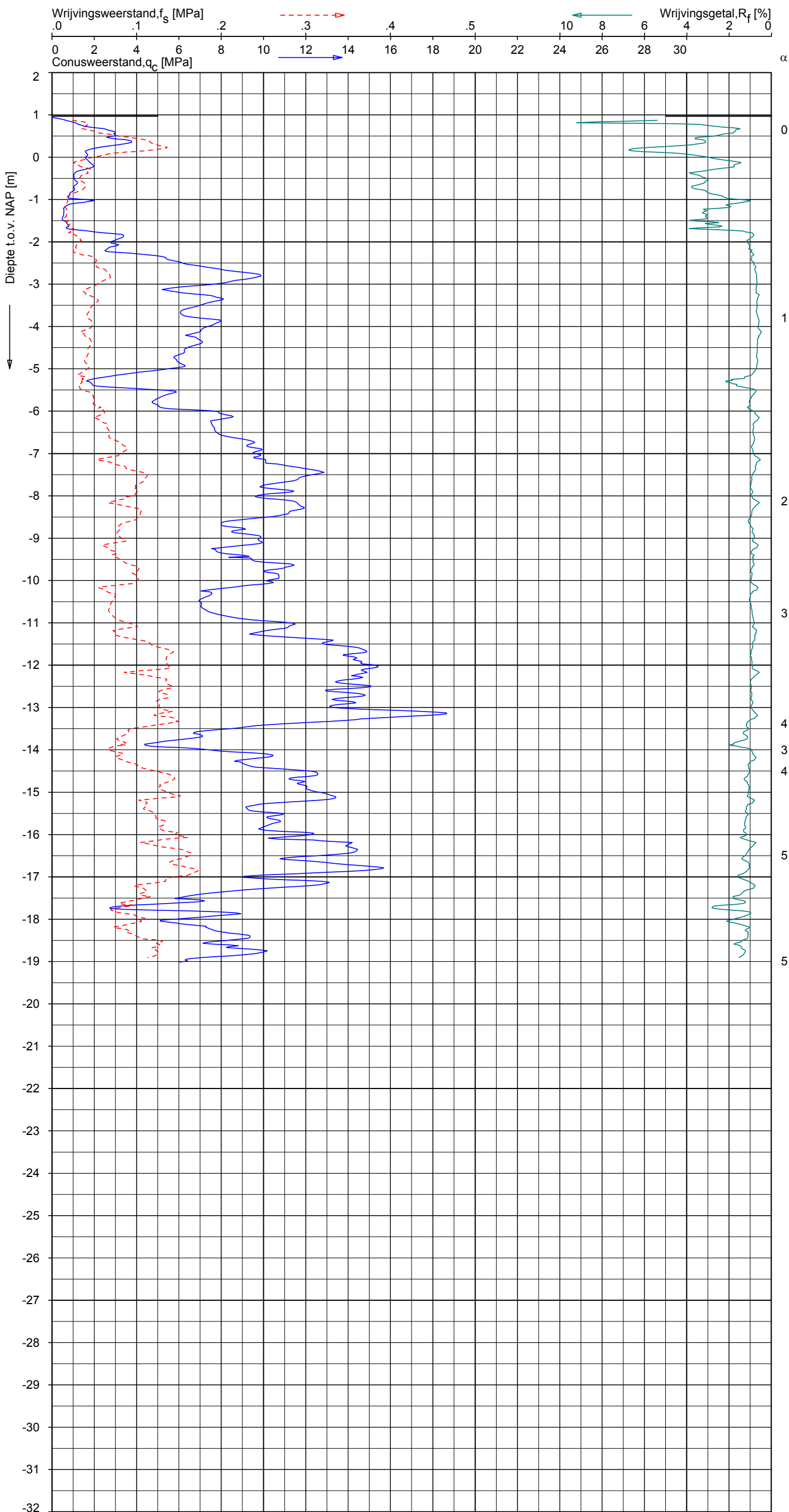
### Analyse BLBI (besluit lozen buiten inrichtingen)

In de onderstaande tabel is per onderdeel weergegeven welke stoffen de emissienorm (besluit lozen buiten inrichtingen) overschrijden in het grondwater.

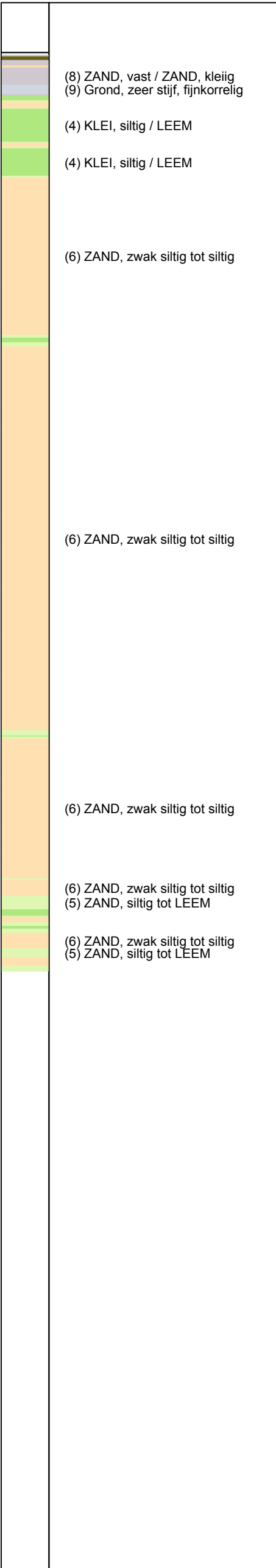
| BLBI stoffen prognose | Stof (prognose/norm) [µg/L]       |
|-----------------------|-----------------------------------|
| riolering deel 1      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 2      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 3      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 4      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 5      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 6      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |
| riolering deel 7      | onopgeloste bestanddelen (100/20) |

! De resultaten in dit hoofdstuk zijn indicatief, grondwaterkwaliteit monsternamen zijn altijd een steekproef (volume watermonster is klein ten opzichte van volume bemaling). Over het algemeen betekent dit dat concentraties in het lozingswater meestal (aanzienlijk) lager zijn dan de extremen in het milieukundig onderzoek. Soms is er een “niet gevonden grondwaterverontreiniging” welke in de bemaling komt, de omvang van een “niet gevonden grondwaterverontreiniging” is klein (anders was deze wel gevonden). De kans is gering dat de emissienorm hoger is dan de prognose, echter de kans is niet nihil. Tijdens uitvoering moet bij twijfel (stank of visuele verontreiniging bij lozingspunt) direct actie worden ondernomen.

## Bijlage 3 – Grondonderzoeken



**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.

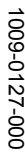


Opg. : SC/YDL d.d. 08-Oct-2009 conus : F7.5CKE2HA/B X = 95081.5  
Get. : KOOGERS d.d. 2009-10-14 MV = NAP +0.97 m Y = 462914.5  
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**  
GRONDMECHANISCH ONDERZOEK T.B.V. VERVANGING OEVERCONSTRUCTIES 2010  
PROVINCIE ZUID-HOLLAND

Opdr. 1009-0127-000  
Sond. DKM25



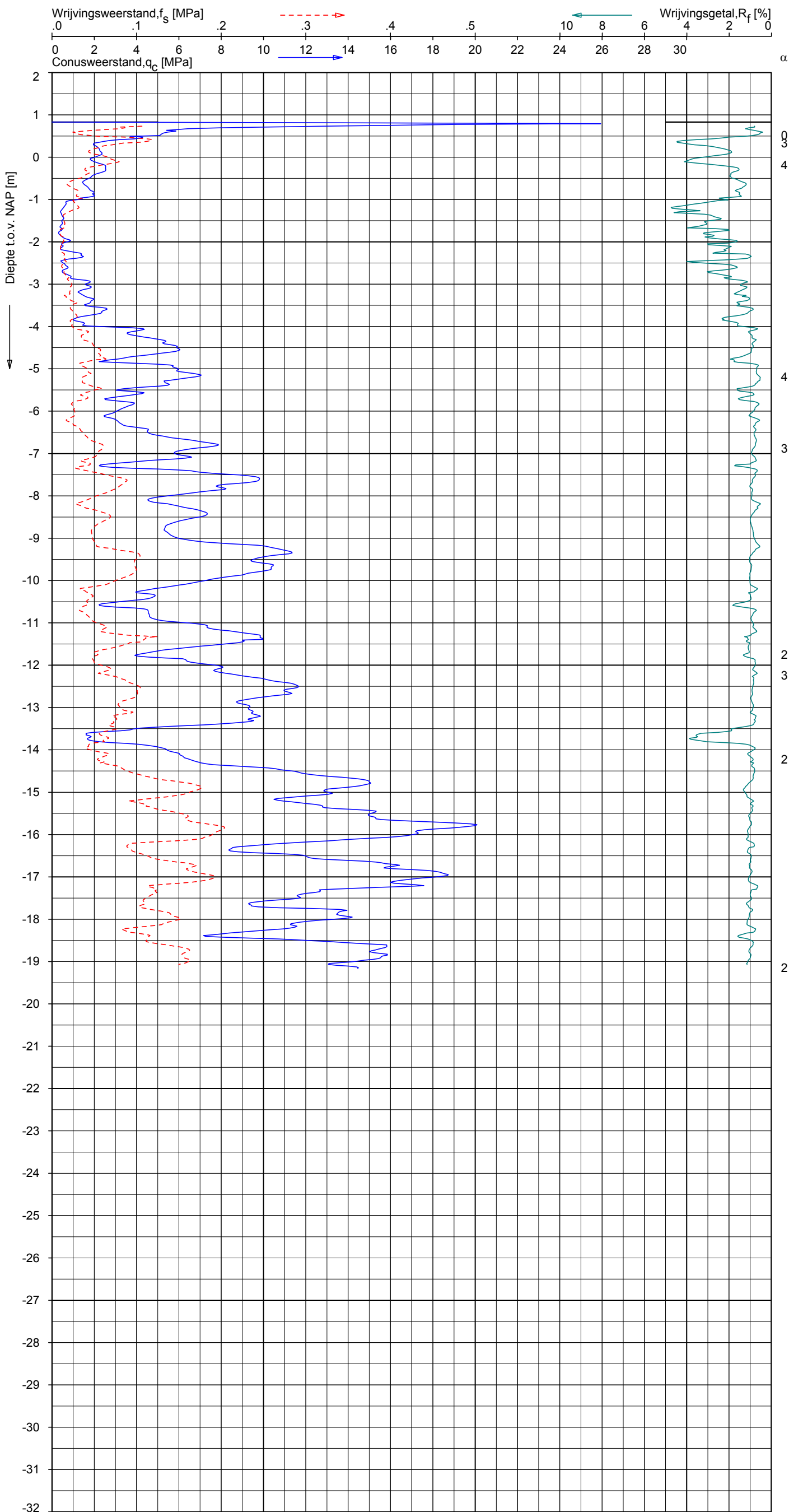
The diagram illustrates a geological cross-section with the following labeled layers from top to bottom:

- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (4) KLEI, siltig / LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (5) ZAND, siltig tot LEEM
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig
- (6) ZAND, zwak siltig tot siltig

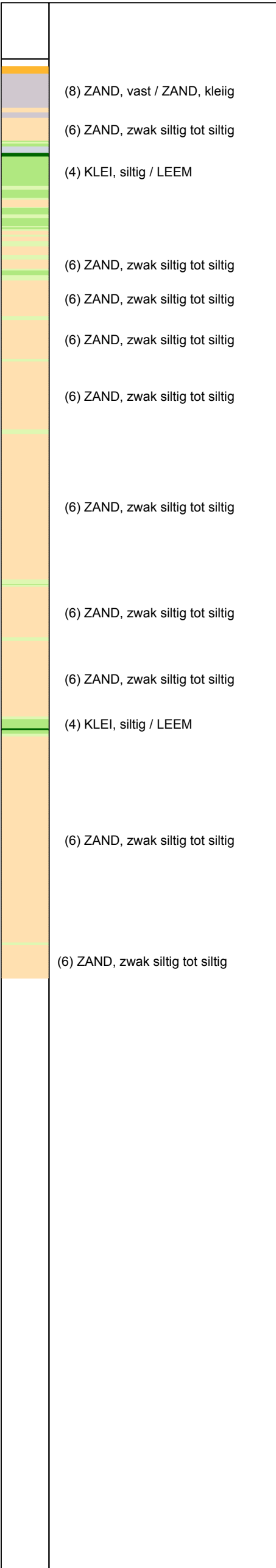
UNIPLOT 05.09.nl / Qcf-Class-N3.cmd / 2009-12-02 11:48:08

1009-0127-000

DKM27 - 1



**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : SC/YDL d.d. 08-Oct-2009 conus : F7.5CKE2HA/B X = 95038.0 Y = 462833.2  
Get. : KOOERS d.d. 2009-10-14 MV = NAP +0.83 m Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



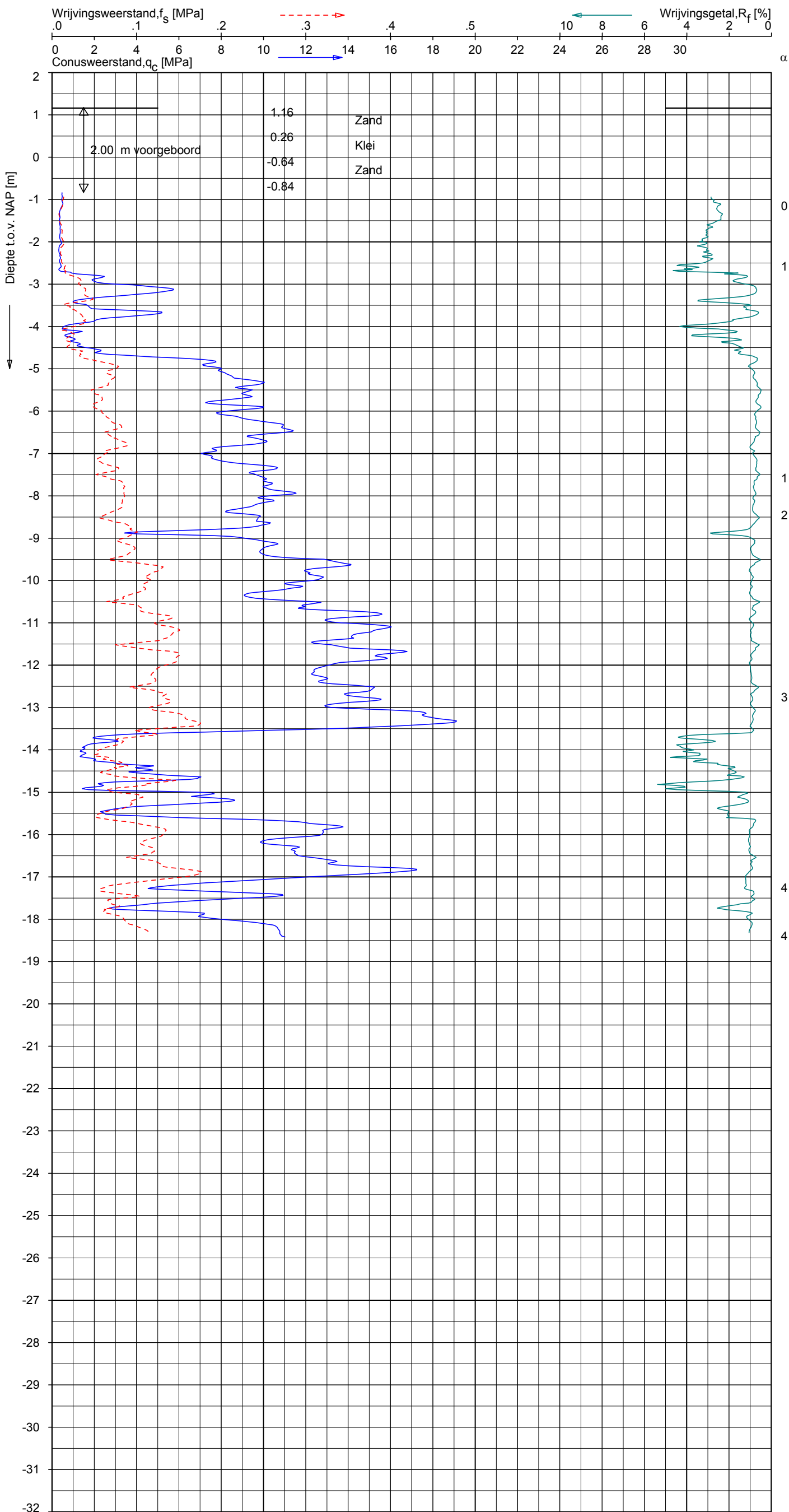
**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**  
GRONDMECHANISCH ONDERZOEK T.B.V. VERVANGING OEVERCONSTRUCTIES 2010  
PROVINCIE ZUID-HOLLAND

Opdr. 1009-0127-000  
Sond. DKM27

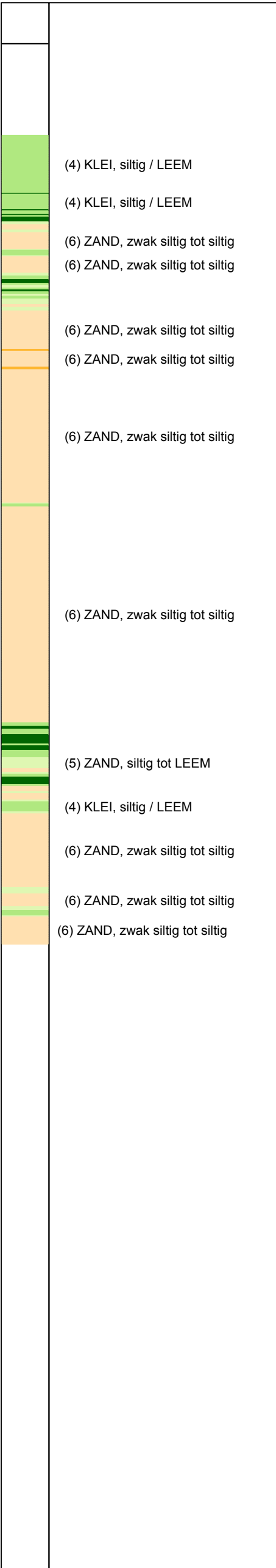
UNIPLOT 05.09.nl / QcfClass-N3.cmd / 2009-12-02 11:48:08

1009-0127-000

DKM29 - 1



**CPT data classificatie - indicatief**  
Classificatie gebaseerd op genormaliseerde  
conusweerstand en wrijvingsgetal.  
(Robertson 1990, NL corr.)  
Geldig onder grondwaterpeil.



Opg. : SC/YDL d.d. 08-Oct-2009 conus : F7.5CKE2HA/B X = 94965.4  
Get. : KOOERS d.d. 2009-10-14 MV = NAP +1.16 m Y = 462734.2  
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2  
conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm  
 $\alpha$  afwijking van de vertikaal



**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**  
GRONDMECHANISCH ONDERZOEK T.B.V. VERVANGING OEVERCONSTRUCTIES 2010  
PROVINCIE ZUID-HOLLAND

Opdr. 1009-0127-000  
Sond. DKM29

