

# RAPPORT

## **Bemalingsadvies Vrijverval riool De Westereen**

Klant: Waterschap Fryslan

Referentie: BJ1825-WM-RP-250721-0922-D01

Status: Definitief/01

Datum: 16 april 2026

**HASKONING NEDERLAND B.V.**

Euvelgunnerweg 25A  
9723 CV Groningen  
Netherlands  
Water & Maritime  
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 53 00  
E-mail: [info@rhdhv.com](mailto:info@rhdhv.com)  
Website: [haskoning.com](http://haskoning.com)

Titel document: Bemalingsadvies Vrijverval riool De Westereen  
Ondertitel:  
Referentie: BJ1825-WM-RP-250721-0922-D01  
Uw kenmerk: -  
Status: Definitief/01  
Datum: 16 april 2026  
Projectnaam: BJ1825  
Projectnummer: BJ1825  
Auteur(s): Didier Haagmans

Opgesteld door: Didier Haagmans

Gecontroleerd door: Martijn Asschert

Datum: 17 april 2026

Goedgekeurd door: Derk Schaars

Datum: 17 april 2026

Classificatie: Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat. Dit document kan zijn opgesteld met behulp van kunstmatige intelligentie (AI); alle door AI gegenereerde inhoud is beoordeeld en gevalideerd door onze experts.*

## Inhoud

|          |                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                      | <b>1</b>  |
| 1.1      | Doel en afbakening                                    | 1         |
| 1.2      | Referenties                                           | 1         |
| <b>2</b> | <b>Projectomschrijving</b>                            | <b>3</b>  |
| 2.1      | Afmetingen en ontgravingsniveaus                      | 4         |
| 2.2      | Planning                                              | 4         |
| 2.3      | Uitvoeringswijze                                      | 5         |
| <b>3</b> | <b>Geohydrologische inventarisatie</b>                | <b>5</b>  |
| 3.1      | Uitgevoerd grondonderzoek                             | 5         |
| 3.2      | Bodemopbouw en schematisering                         | 5         |
| 3.3      | Grondwaterstand/stijghoogte                           | 5         |
| 3.4      | Grond(water)kwaliteit                                 | 8         |
| 3.5      | Oppervlaktewater                                      | 8         |
| <b>4</b> | <b>Bemalingsberekeningen</b>                          | <b>9</b>  |
| 4.1      | Benodigde verlagingen en opbarstanalyse               | 9         |
| 4.2      | Grondwatermodel                                       | 9         |
| 4.3      | Berekende debieten en waterbezwaar                    | 10        |
| 4.4      | Verlagingen in de omgeving                            | 10        |
| 4.4.1    | Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)               | 10        |
| 4.4.2    | Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)               | 14        |
| <b>5</b> | <b>Meldingen en vergunningen</b>                      | <b>19</b> |
| <b>6</b> | <b>Effecten en risico's</b>                           | <b>21</b> |
| 6.1      | Bebouwing, fundering en zettingen                     | 22        |
| 6.2      | Natuur (NNN/Natura 2000), landbouw en stedelijk groen | 23        |
| 6.3      | WKO                                                   | 24        |
| 6.4      | Waterkeringen                                         | 24        |
| <b>7</b> | <b>Bemalingsontwerp, lozingen en monitoring</b>       | <b>25</b> |
| 7.1      | Bemalingsontwerp                                      | 25        |
| 7.2      | Lozingen                                              | 25        |
| 7.3      | Monitoring                                            | 26        |

## 8 Aandachtspunten en aanbevelingen 27

### Tabellen

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1.1 - Referenties                                                                      | 1  |
| Tabel 2.1 - Afmetingen en aanlegniveaus                                                      | 4  |
| Tabel 2.2 Planning van de bemalingswerkzaamheden                                             | 4  |
| Tabel 3.1 – Bodemopbouw rond projectlocatie, dieptes in meter NAP                            | 5  |
| Tabel 3.2: Aangehouden grondwaterstand en stijghoogte                                        | 7  |
| Tabel 4.1: Benodigde verlagingen (t.o.v. GHG) aanleg vrij verval riolering                   | 9  |
| Tabel 4.2: Verwachte debieten en waterbezwaar                                                | 10 |
| Tabel 4.3: Verlagingen op afstand van de bouwput t.o.v. hoge grondwaterstand/stijghoogte [m] | 11 |
| Tabel 4.4: Verlagingen op afstand van de bouwput t.o.v. lage grondwaterstand/stijghoogte [m] | 14 |
| Tabel 6.1: Omgevingsaspecten [invloedsgebied = 450 m]                                        | 21 |
| Tabel 6.2 - Schadecategorieën conform CUR 162 bij fundering op staal                         | 23 |

### Figuren

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 2-1 – Projectlocatie bemaling                                                                                                       | 3  |
| Figuur 3-1 Locaties sondeonderzoek en peilbuizen beschikbaar van DINO loket en boringen van VWB Bodem.                                     | 6  |
| Figuur 3-2: Gemeten stijghoogte op projectlocatie bij grondwater put: GMW000000075060 (enkelvoudige filterstelling) op diepte -0.14 m NAP. | 6  |
| Figuur 3-3 - Bestaande rioleringen met benodigde grondwaterstand verlagingen weergegeven.                                                  | 7  |
| Figuur 3-4 Wetterskip Fryslan peilenbeheer kaart voor projectlocatie (bron: Peilbesluitenkaart Website) .                                  | 8  |
| Figuur 4-1 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 1 bestaand riool                                                             | 11 |
| Figuur 4-2 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 2 ontvangst- en perskuip                                                     | 12 |
| Figuur 4-3 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 3 nieuw riool tussen put ZW7800 en ZW805                                     | 12 |
| Figuur 4-4 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 4 nieuw riool tussen put ZW805 en ZW7810                                     | 13 |
| Figuur 4-5 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 5 nieuw riool tussen put ZW810 en rioolgemaal                                | 13 |
| Figuur 4-6 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 6 nieuw rioolgemaal                                                          | 14 |
| Figuur 4-7 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 1 bestaand riool                                                             | 15 |
| Figuur 4-8 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 2 ontvangs- en perskuip                                                      | 16 |

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 4-9 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 3 nieuw riool tussen put ZW7800 en ZW805                                                | 16 |
| Figuur 4-10 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 4 nieuw riool tussen put ZW805 en ZW7810                                               | 17 |
| Figuur 4-11 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 5 nieuw riool tussen put ZW810 en rioolgemaal                                          | 17 |
| Figuur 4-12 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 6 nieuw rioolgemaal                                                                    | 18 |
| Figuur 6-1 – Bouwjaar huizen in omgeving bemaling Westereen, kaart van BAGviewer Kadaster                                                             | 22 |
| Figuur 6-2: Overzicht uitgangspunt worst-case verlaging onder GLG bij het pand (Foarstrjitte 3) met het grootste verhang over de lengte van het pand. | 23 |
| Figuur 6-3 - Aandachtgebieden natuur en WKO-systemen in omgeving Westereen, opgehaald via WKOtool.nl                                                  | 24 |
| Figuur 6-4 - Beschermingszone regionale waterkering, lokale overheid.                                                                                 | 24 |

## 1 Inleiding

Wetterskip Fryslân en de gemeente Dantumadiel zijn voornemens een nieuw vrijval riool aan te leggen naar het nieuwe rioolgemaal achter het parkeerterrein bij het Sennearspaad aan de Foarstrjitte. In het kader van dit project wordt in de kern De Westereen een vrijval leiding en een nieuw rioolgemaal aangelegd. Om de werkzaamheden in den droge uit te voeren is een bemaling benodigd.

Haskoning heeft de opdracht gekregen voor het opstellen van het bemalingsadvies.

### 1.1 Doel en afbakening

De doelstelling van deze rapportage is:

- Het bepalen van de debieten (en het totale waterbezwaar) voor het bereiken en handhaven van de gewenste verlagingen;
- Het bepalen en visualiseren van de grondwaterstand- en/of stijghoogteverlagingen als gevolg van de bemaling;
- Bepalen in hoeverre de bemalingswerkzaamheden vergunningplichtig zijn in het kader van de Waterwet;
- Het aandragen van mogelijke effecten van de bemaling op de omgeving;
- Het aandragen van een bemalingsontwerp waarmee de vereiste drooglegging kan worden gerealiseerd;
- Het aandragen van aandachtspunten m.b.t. de uitvoeringswijze van de bemaling;

Dit bemalingsadvies is geschikt voor het indienen van een melding bij het bevoegd gezag. Het is niet geschikt om een aanvraag van een vergunning in het kader van de Omgevingswet te doen. Daarvoor is een uitgebreidere effectenrapportage benodigd. De inhoud van dit bemalingsadvies is opgesteld in lijn met SIKB protocol 12010.

*Voorliggende rapportage beschrijft enkel de effecten van een bemaling en draagt in concept een bemalingsontwerp aan. Op basis van deze rapportage kan geen bemalingsinstallatie worden geplaatst. Hiertoe dient een bemaler een bemalingsplan op te stellen. Indien af wordt geweken van de in deze rapportage beschreven uitgangspunten dienen de bemalingsberekeningen en de bijbehorende effecten opnieuw te worden bepaald.*

### 1.2 Referenties

Voor het opstellen van het bemalingsadvies is gebruik gemaakt van verschillende bronnen. Deze bronnen zijn weergegeven in tabel 1.1.

Tabel 1.1 - Referenties

| Ref | Document (D) / Tekening (T) / Website [W] / Model [M] |                                                                                         | Bedrijf       | Nr.    | Versie | Datum*     |
|-----|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|--------|------------|
| [1] | W                                                     | <a href="http://www.dinoloket.nl">www.dinoloket.nl</a>                                  | TNO           | n.v.t. | n.v.t. | 23-02-2026 |
| [2] | W                                                     | <a href="http://www.wkotool.nl">www.wkotool.nl</a>                                      | RVO           | n.v.t. | n.v.t. | 27-02-2026 |
| [3] | W                                                     | <a href="https://rijksmonumenten.nl/plaatsen/">https://rijksmonumenten.nl/plaatsen/</a> | Rijksoverheid | n.v.t. | n.v.t. | 27-02-2026 |
| [4] | W                                                     | <a href="https://rijksmonumenten.nl/plaatsen/">https://rijksmonumenten.nl/plaatsen/</a> | Rijksoverheid | n.v.t. | n.v.t. | 27-02-2026 |

## Projectgerelateerd

|      |   |                                                                               |                                         |                                       |                     |                          |
|------|---|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| [5]  | W | <a href="https://www.bodemloket.nl/kaart">https://www.bodemloket.nl/kaart</a> | Rijkswaterstaat                         | n.v.t.                                | 35.0                | 12-01-2026               |
| [6]  | D | Geotechnisch onderzoek / boringen                                             | Bro loket, VWB Bodem                    | -                                     | -                   | 23-02-2026               |
| [7]  | D | Milieukundig onderzoek                                                        | Van Akker                               | 25004-01                              | 02                  | 9 mei 2025               |
| [8]  | D | Tekeningen                                                                    | Wetterskip Fryslan, Provincie Friesland | BJ1825-RHD-XX-T3-DG-C<br>1_2406_16_03 | 000003<br>103 & 105 | 01-12-2025<br>21-08-2015 |
| [9]  | D | Grondonderzoek                                                                | Geonius                                 | GA250664. R.01                        | 1.0                 | 28-02-2025               |
| [10] | W | Atlas leefomgeving                                                            | Rijksoverheid                           | -                                     | -                   | 27-02-2026               |
| [11] | W | Grondwatertools                                                               | Geologische Dienst Nederland, TNO       | -                                     | 3.0.8               | 27-02-2026               |
| [12] | M | Modelmuse                                                                     | USGS                                    | Modflow 6                             | 5.4.0.0             | 27-02-2026               |



## 2 Projectomschrijving

Het project betreft de rioolreconstructie waarbij bestaande riolering wordt vervangen door een vrijverval leiding en de aanleg van een nieuw rioolgemaal. Hierbij is er sprake van een aansluiting van een bestaand riool, de aanleg van een pers- en ontvangkuip en de aanleg van nieuwe riolering. De projectlocatie is weergegeven in figuur 2-1.



Figuur 2-1 – Projectlocatie bemaling

## 2.1 Afmetingen en ontgravingsniveaus

Op basis van diverse tekeningen zijn voor het bemalingsadvies relevante afmetingen en ontgravingsniveaus afgeleid. De relevante afmetingen en ontgravingsniveaus zijn weergegeven in tabel 2.1. Er is uitgegaan van aanleg van een grondverbetering van 0,2 m voor het aansluiten van bestaand en aanleggen van nieuw riool. Het aanlegniveau in meters minus maaiveld is weergegeven op basis van een gemiddeld maaiveld niveau, dus dit kan afwijken per locatie.

Tabel 2.1 - Afmetingen en aanlegniveaus

| Fase | Onderdeel                                                    | Afmetingen l x b [m] | Maaiveld [NAP m] | Aanlegniveau [m – mv] | Aanlegniveau [m NAP] | Ontgravingsniveau [m NAP] |
|------|--------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|
| 1    | Bestaand riool aansluiten op put ZW2370                      | 8 x 4                | Ca. 1.4          | -1,43                 | -2,83                | -3.03                     |
| 2    | Ontvangkuip                                                  | 6 x 4.7              | Ca. 1.4          | -2,50                 | -3.90                | -3.90                     |
|      | Perskuip                                                     | 15.8 x 6.1           | Ca. 1.4          | -3,10                 | -4.50                | -4.50                     |
| 3    | Nieuw riool aanleggen tussen put ZW7800 en put ZW7805        | 36 x 2.5             | Ca. 1.4          | -2,05                 | -3.45                | -3.65                     |
| 4    | Nieuw riool aanleggen tussen put ZW7805 en put ZW7810        | 25 x 2.5             | Ca. 1.4          | -2,09                 | -3.49                | -3.69                     |
| 5    | Nieuw riool aanleggen tussen put ZW7810 en nieuw rioolgemaal | 5 x 2.5              | Ca. 1.4          | -2,11                 | -3.51                | -3,71                     |
| 6    | Nieuw rioolgemaal                                            | 10 x 8,5             | Ca 1.4           | -3,55                 | -4,95                | -5,15                     |

## 2.2 Planning

In tabel 2.2 is de globale planning van de bemalingswerkzaamheden weergegeven. Voor de aanleg van de ontvangkuip en perskuip zal gelijktijdig worden bemalen.

Tabel 2.2 Planning van de bemalingswerkzaamheden

| Fase | Onderdeel                                | Bemalingsduur [dagen] |
|------|------------------------------------------|-----------------------|
| 1    | Bestaande riool aansluiting put ZW2370   | 5                     |
| 2    | Ontvangkuip en Perskuip (gelijktijdig)   | 24                    |
| 3    | Aanleg nieuw riool ZW7800-ZW7805         | 10                    |
| 4    | Aanleg nieuw riool ZW7805-ZW7810         | 5                     |
| 5    | Aanleg nieuw riool ZW7810 en rioolgemaal | 5                     |
| 6    | Nieuw rioolgemaal                        | 4 tot 8 weken         |

## 2.3 Uitvoeringswijze

De bemaling kent 6 fases zoals weergegeven in tabel 2.2.

- Fase 1 en 2, de riool aansluiting zuidelijke deel en de ontvang- en perskuip, worden gerealiseerd binnen grond- en waterkerende wanden. De damwand wordt geplaatst tot ca. NAP -13,0 m (15 meter minus maaiveld).
- Fases 3, 4 en 5, de nieuwe rioleringen in het noordelijke deel, worden naar verwachting gerealiseerd binnen een sleufbekisting. Als met taluds gewerkt gaat worden, wordt geadviseerd wordt de taludstabiliteit te verifiëren. De taludstabiliteit van de ontgraving vormt geen onderdeel van het bemalingsadvies. Er dient bemalen te worden totdat elke fase volledig gerealiseerd is.
- Fase 6, er wordt een nieuw gemaal gerealiseerd aan de noordzijde van het projectgebied. Deze wordt gerealiseerd binnen grond- en waterkerende wanden. De damwand wordt geplaatst tot ca. NAP -13 m.

## 3 Geohydrologische inventarisatie

### 3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Voor het opstellen van het bemalingsadvies is gebruik gemaakt van het volgende grond- en grondwateronderzoek:

- REGIS II.2 [1]
- Sonderingen en boringen in de nabije omgeving uit het DINO-loket [1]
- 10 boringen uit het geotechnisch onderzoek uitgevoerd door derden [9]
- 1 peilbuizen geplaatst in het geotechnische onderzoek uitgevoerd door derden [9]
- Handmetingen uit bestaande peilbuizen uitgevoerd door Lankelma.

### 3.2 Bodemopbouw en schematisering

Op basis van het grondonderzoek is de bodemopbouw geschematiseerd. Deze schematisering, tezamen met de aangehouden geohydrologische parameterwaarden, is weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 – Bodemopbouw rond projectlocatie, dieptes in meter NAP

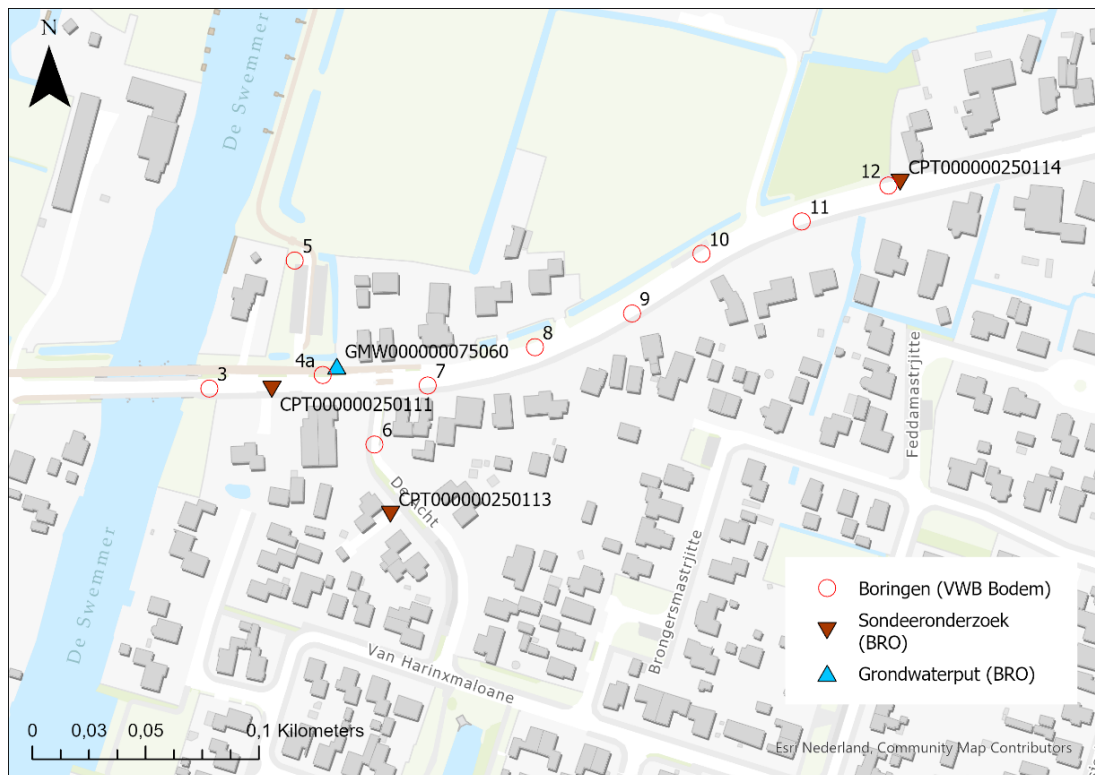
| Bodem-laag | Van [m-mv] | Tot [m-mv] | Van [m NAP] | Tot [m NAP] | Materiaal | Typering                                | Horizontale doorlatendheid [m/d] |       |      | Anisotropiefactor [-]* |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|-----------------------------------------|----------------------------------|-------|------|------------------------|
|            |            |            |             |             |           |                                         | Laag                             | Verw. | Hoog |                        |
| 1          | 0          | -5,5       | 2.2         | -2,9        | Zand      | Watervoerend                            | 5                                | 7.5   | 10   | 3                      |
| 2          | -5.5       | -20        | -2.9        | -17.4       | Klei      | Waterremmend/<br>geohydrologische basis | 0.01                             | 0.05  | 0.1  | 10                     |

\* Verticale doorlatendheid  $K_v = K_h/\text{anisotropiefactor}$

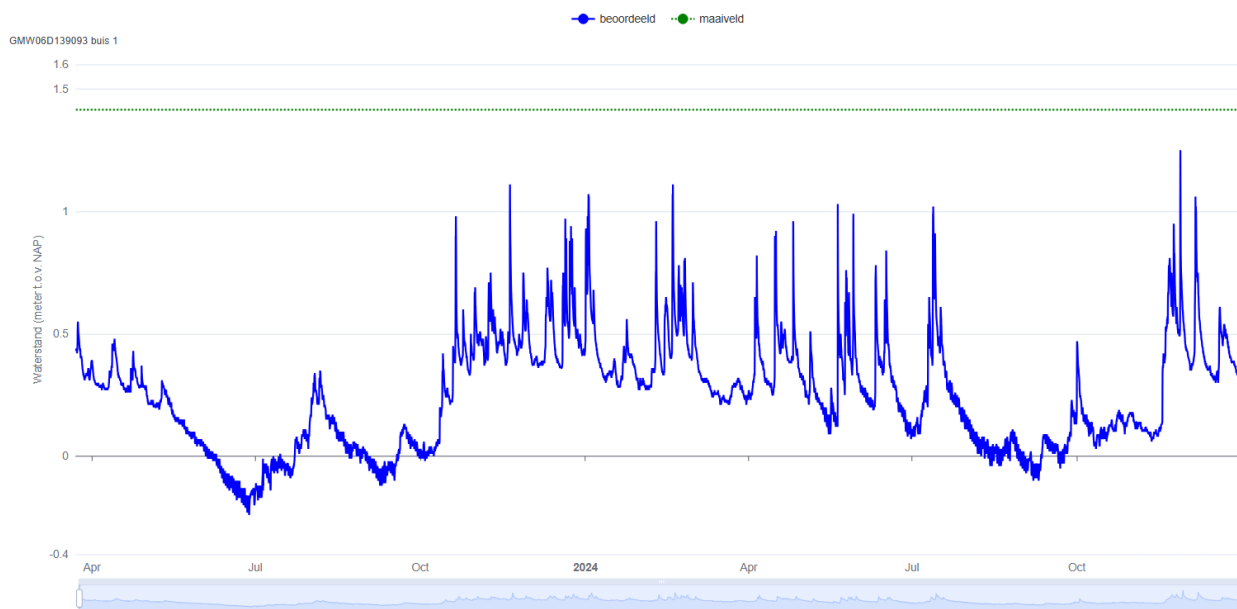
### 3.3 Grondwaterstand/stijghoogte

Op de projectlocatie is 1 peilbuis geplaatst met een filterstelling aanwezig op een diepte van -0,14 m NAP. In deze peilbuis is sinds 23-03-2023 de grondwaterstand gemonitord. De gemeten grondwaterstand en stijghoogte is weergegeven in figuur 3.1.

Opgemerkt wordt dat er nog enkele andere peilbuizen aanwezig zijn op enige afstand van het project, zie figuur 3.1. Deze peilbuizen zijn meegenomen ter validatie en verificatie van de belangrijkste gegevens dicht bij de projectlocatie.



Figuur 3-1 Locaties sondeeronderzoek en peilbuizen beschikbaar van DINO loket en boringen van VWB Bodem.



Figuur 3-2: Gemeten stijghoogte op projectlocatie bij grondwater put: GMW000000075060 (enkelvoudige filterstelling) op diepte - 0.14 m NAP.

Op basis van gegevens van bestaande persleidingen zijn er ook aannames gedaan voor de historische laagst voorgekomen grondwaterstand. In figuur 3.3 zijn de destijds benodigde grondwaterstand verlagingen aangegeven op verschillende punten verdeeld over het gebied. Op basis hiervan is er een representatieve voorgekomen historisch opgetreden grondwaterstandsverlaging aangenomen van NAP -1.1 m. Deze wordt gebaseerd op de locatie van de open ontgravingen aan de noordzijde, omdat op deze locatie de diepste verlagingcontouren als gevolg van de bemaling worden verwacht.



Figuur 3-3 - Bestaande rioleringen met benodigde grondwaterstand verlagingen weergegeven.

De in dit bemalingsadvies aangehouden grondwaterstanden en stijghoogte zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2: Aangehouden grondwaterstand en stijghoogte

| Grondwaterstand/stijghoogte                                                                        | Hoog [m NAP] | Gemiddeld [m NAP] | Laag [m NAP] |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Freatisch, laag 1                                                                                  | 1.1*         | 0.5*              | -1.1**       |
| 1° watervoerende pakket, laag 3                                                                    | 0.2*         | 0*                | -0.2*        |
| * o.b.v. DINO peilbuis in de omgeving                                                              |              |                   |              |
| ** o.b.v. historische grondwaterstand verlagingen in omgeving voor aanleggen bestaande persleiding |              |                   |              |

### 3.4 Grond(water)kwaliteit

Op de projectlocatie is verkennend bodemonderzoek uitgevoerd door Van Akker Bodemadvies. Uit het vooronderzoek blijkt dat er geen aanwijzingen zijn voor een bodemverontreiniging ter plaatse van de onderzoek locatie. In dit verkennend bodemonderzoek wordt geconcludeerd dat er op basis van de onderzoeksresultaten geen milieu-hygiënische belemmeringen zijn voor de voorgenomen graafwerkzaamheden. Tevens is er geen arbeid-hygiënische veiligheidsklasse volgens CROW 400 van toepassing. Er kan worden volstaan met basis hygiëne.

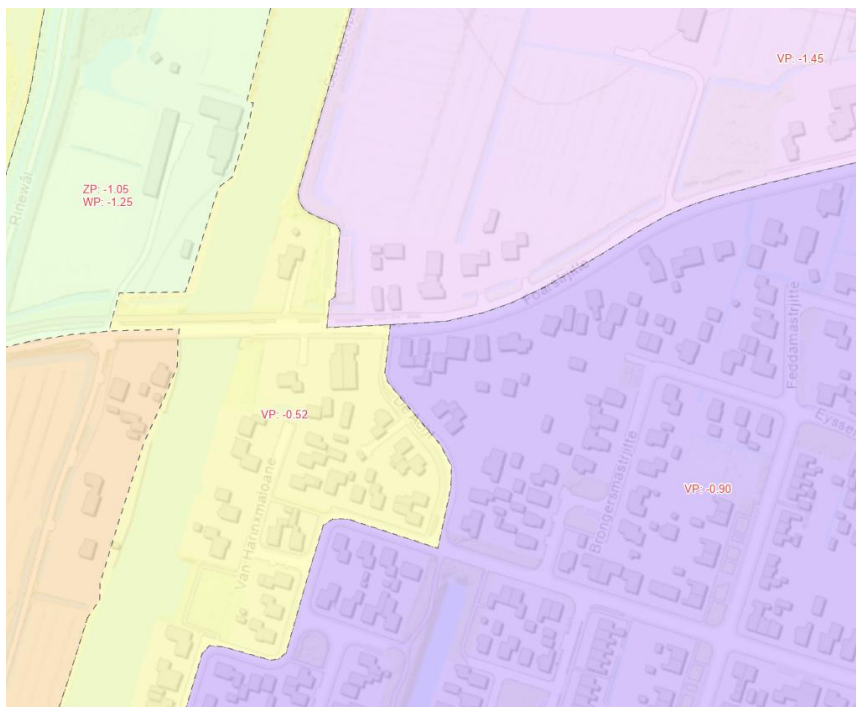
Opgemerkt wordt dat voor het lozen van bemalingswater de ontvangende instantie doorgaans voortijds de kwaliteit van het te ontvangen water wil weten. Geadviseerd wordt om een grondwatermonster uit de freatische laag en het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket te nemen en deze te analyseren op de standaard lozingsparameters pakket B (o.a. chloride, ijzergehalte, onopgeloste stoffen).

Gezien de aanwezigheid van veenlagen dient rekening gehouden te worden met een potentieel hoog ijzergehalte in het grondwater. Indien de concentratie boven de 3-5 mg/L ligt dient het bemalingswater ontijzerd te worden alvorens te lozen.

### 3.5 Oppervlaktewater

De projectlocatie ligt op ca. 30 meter van het kanaal “De Swemmer” deze heeft een vast peil van -0.52 m NAP. De projectlocatie bevindt zich in en rond 2 peilgebieden van Wetterskip Fryslân, zie figuur 3.3. De overige oppervlaktewateren die zich bevinden in de andere twee peilgebieden hebben een vast peil van -0.90 m NAP en 1.45 m NAP, zuidoost en noord respectievelijk.

In de grondwatermodellering is rekening gehouden met open water. Er is in de debietberekening uitgegaan van een infiltratieweerstand van 10 dagen.



Figuur 3-4 Wetterskip Fryslân peilbeheer kaart voor projectlocatie (bron: [Peilbesluitenkaart Website](#)) .



## 4 Bemalingsberekeningen

### 4.1 Benodigde verlagingen en opbarstanalyse

#### Grondwaterstand

Voor het aanleggen van het vrijval riool dient de grondwaterstand verlaagd te worden tot ca. 0,3 m beneden het ontgravingsniveau. De grondwaterstand dient derhalve verlaagd te worden voor de verschillende locaties.

Opgemerkt wordt dat in de praktijk het verlagen van de grondwaterstand in een kleiige/venige ondergrond lastig kan zijn en dat mogelijk enkel tot onderzijde van de grondverbetering kan worden verlaagd. Dit geldt mogelijk voor het laatste deel ontgraving in de perskuip.

#### Stijghoogte

In de freatische laag is een kleilaag aanwezig die niet vlakdekkend is en vormt slechts een kleilens. Daaronder bevindt zich een dik en regionaal aaneengesloten leempakket. Door de aanwezigheid van dit pakket leem is het opbarstrisico van het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket uitgesloten. Het pakket is dermate dik dat de neerwaartse druk ten alle tijden voldoende is om de opwaartse grondwaterdruk te compenseren.

Een samenvatting van de benodigde verlagingen t.o.v. de aangehouden hoge grondwaterstand (tabel 3.2) voor de rioolreconstructie is weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1: Benodigde verlagingen (t.o.v. GHG) aanleg vrij verval riolerig

| Onderdeel                                           | Grondwaterstand [laag 1]          |                         | Stijghoogte [laag 3]          |                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                                                     | Benodigde grondwaterstand [NAP m] | Benodigde verlaging [m] | Benodigde stijghoogte [NAP m] | Benodigde verlaging [m] |
| Bestaand riool aansluiten op put ZW370              | -3,33                             | 4,43                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Ontvangskuip                                        | -4,20                             | 5,30                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Perskuip                                            | -4,80                             | 5,90                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7800 en put ZW7805  | -3,95                             | 5,05                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7805 en put ZW7810  | -3,99                             | 5,09                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7810 en rioolgemaal | -4,01                             | 5,11                    | n.v.t                         | n.v.t.                  |
| Nieuw rioolgemaal                                   | -5,45                             | 6,55                    | n.v.t                         | n.v.t                   |

### 4.2 Grondwatermodel

Voor de bemalingsberekening is een grondwatermodel opgezet in ModelMuse. Hierbij is gebruik gemaakt van Modflow6 (eindige differentie). Gezien de nabije ligging van het open water is in de berekening rekening gehouden met de aanwezigheid van open water. In het model is uitgegaan van een infiltratieweerstand van 10 dagen.

### 4.3 Berekende debieten en waterbezwaar

Met behulp van het grondwatermodel kan een indicatie van het bemalingsdebiet worden gegeven. Het model is tijdafhankelijk doorgerekend. In tabel 4.2 zijn de berekende debieten en het verwachte waterbezwaar weergegeven. Opgemerkt wordt dat er een bandbreedte is in de aangehouden doorlatendheden in tabel 3.1 waardoor er ook een bandbreedte in het debiet is opgegeven. De berekende debieten (kolom waterbezwaar) zijn weergegeven voor het worst-case scenario uitgaande van de GHG.

Tabel 4.2: Verwachte debieten en waterbezwaar

| Ontgraving                                          | Benodigde verlaging<br>[laag 1 / 3] | Debiet [m³/uur] |       |      | Debiet [m³/dag]* |       |      | Bemalingsduur<br>[dagen] | Waterbezwaar<br>[m³]** |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------|------|------------------|-------|------|--------------------------|------------------------|
|                                                     |                                     | Laag            | Verw. | Hoog | Laag             | Verw. | Hoog |                          |                        |
| Bestaand riool aansluiten op put ZW370              | 4,43 / -                            | 2.0             | 2.1   | 2.2  | 47               | 50    | 52   | 5                        | 260                    |
| Ontvangs- en perskuip                               | 5,3 en 5,9 / -                      | 3.1             | 3,7   | 4,1  | 74               | 89    | 98   | 24                       | 2360                   |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7800 en put ZW7805  | 5,05 / -                            | 10,4            | 14.9  | 19.2 | 250              | 358   | 460  | 10                       | 4600                   |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7805 en put ZW7810  | 5,09 / -                            | 9.9             | 14.4  | 18.7 | 238              | 345   | 448  | 5                        | 2240                   |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7810 en rioolgemaal | 5,11 / -                            | 5.3             | 8.3   | 11.2 | 128              | 199   | 268  | 5                        | 1340                   |
| Nieuw rioolgemaal noordzijde                        | 6,55                                | 0,7             | 0,9   | 1,1  | 17               | 23    | 27   | 60                       | 1626                   |
|                                                     |                                     |                 |       |      |                  |       |      | <b>Totaal</b>            | 13060                  |
| * Afgerond op 10 m³/dag<br>** Afgerond op 100 m³    |                                     |                 |       |      |                  |       |      |                          |                        |

Afhankelijk van de uitvoeringswijze en de wijze van bemalen kan het debiet in de eerste fase van de bemaling hoger zijn. Tevens dient bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie rekening gehouden te worden met een toename van het debiet als gevolg van neerslag.

### 4.4 Verlagingen in de omgeving

#### 4.4.1 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)

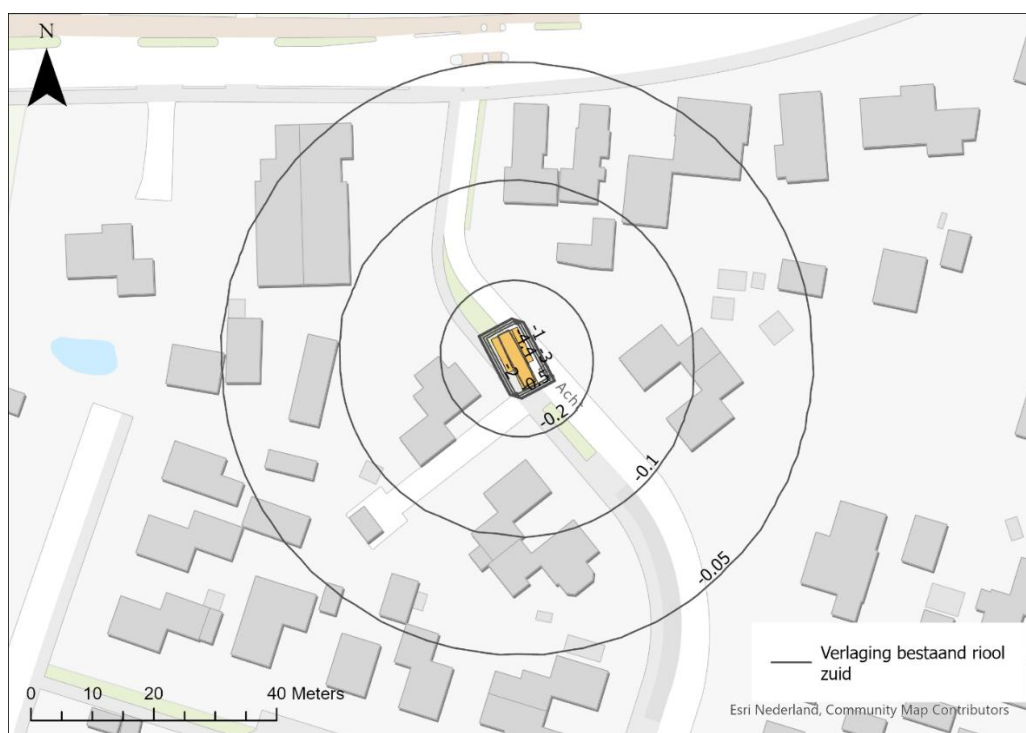
De worst case verlagingen in de omgeving ten opzichte van de hoge grondwaterstand (hoge doorlatendheid) zijn weergegeven in tabel 4.4 en figuur 4-1 t/m 4.5 voor alle tijdstappen. Het hydrologisch invloed gebied (invloed < 5 cm) bedraagt ca. 350 m voor de grootste invloedssfeer.



Tabel 4.3: Verlagen op afstand van de bouwput t.o.v. hoge grondwaterstand/stijghoogte [m]

| Onderdeel                                           | Laag | X = 5 m | 10 m | 20 m | 50 m  | 100 m  | 150 m  | 200 m  | 250 m  | 300 m  |
|-----------------------------------------------------|------|---------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bestaand riool aansluiten op put ZW370              | 1    | 0,22    | 0,17 | 0,11 | <0,05 | -      | -      | -      | -      | -      |
| Afstand van ontvang- naar perskuip (Z-N, 65 m)      | 1    | 0,56    | 0,51 | 0,49 | 0,67  | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Ontvangkuip                                         | 1    | 0,45    | 0,41 | 0,35 | 0,20  | 0,09   | <0,05  | -      | -      | -      |
| Perskuip                                            | 1    | 0,96    | 0,83 | 0,60 | 0,33  | 0,13   | 0,06   | <0,05  | -      | -      |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7800 en put ZW7805  | 1    | 3,0     | 2,5  | 1,7  | 0,90  | 0,39   | 0,16   | 0,08   | <0,05  | -      |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7805 en put ZW7810  | 1    | 3,9     | 2,9  | 2,0  | 1,3   | 0,58   | 0,30   | 0,15   | 0,07   | <0,05  |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7810 en rioolgemaal | 1    | 2,9     | 2,2  | 1,6  | 1,2   | 0,67   | 0,39   | 0,21   | 0,11   | ~0,05  |
| Nieuw riool gemaal                                  | 1    | 0,18    | 0,12 | 0,09 | 0,08  | 0,07   | 0,06   | ~0,05  | <0,05  | -      |

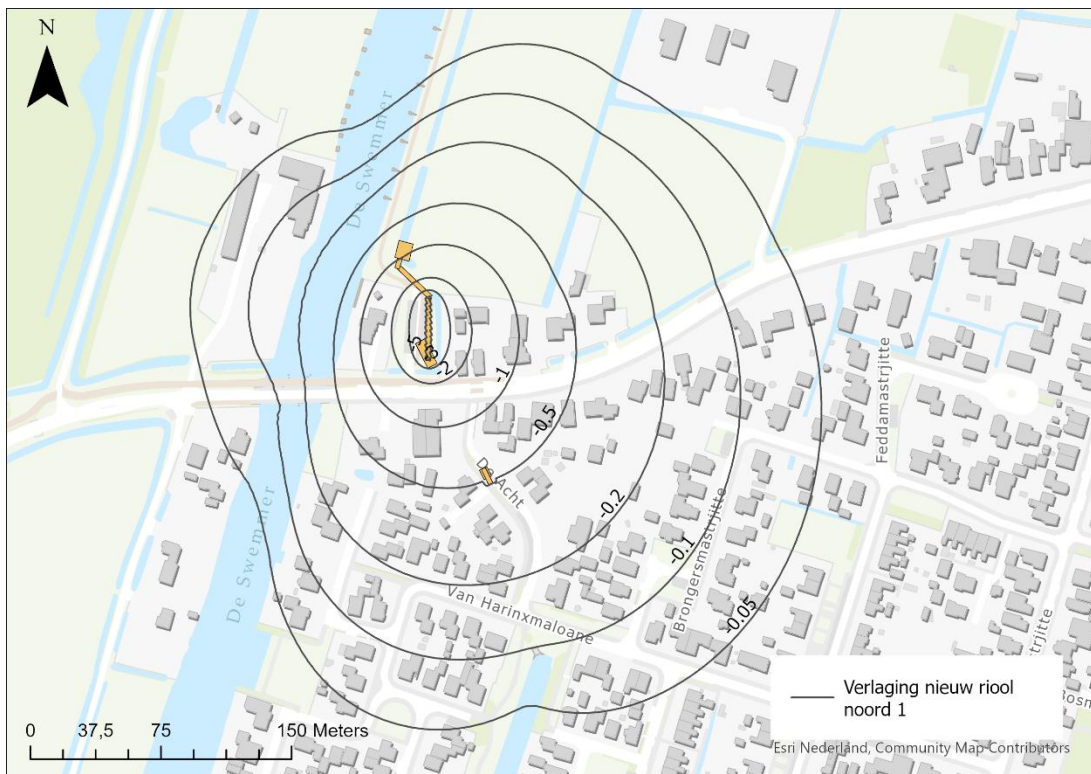
\* x = afstand tot ontgraving



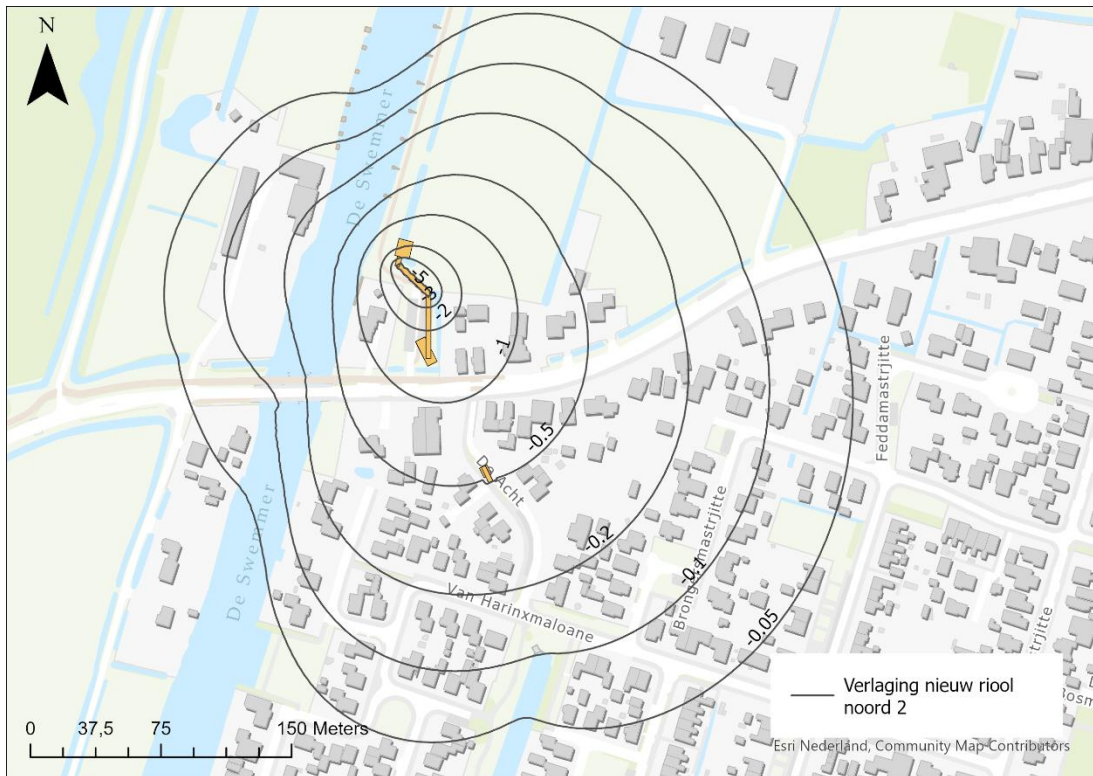
Figuur 4-1 - Verlagen in de omgeving (freatisch) voor fase 1 bestaand riool



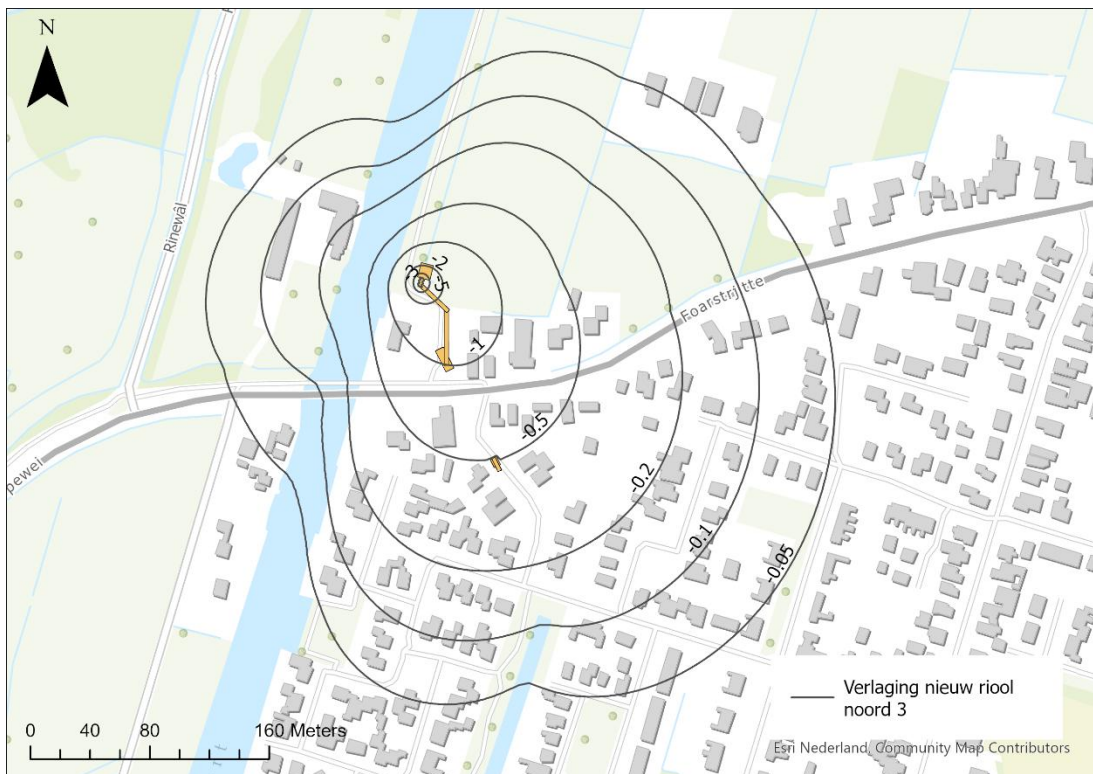
Figuur 4-2 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 2 ontvangst- en perskuip



Figuur 4-3 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 3 nieuw riool tussen put ZW7800 en ZW805

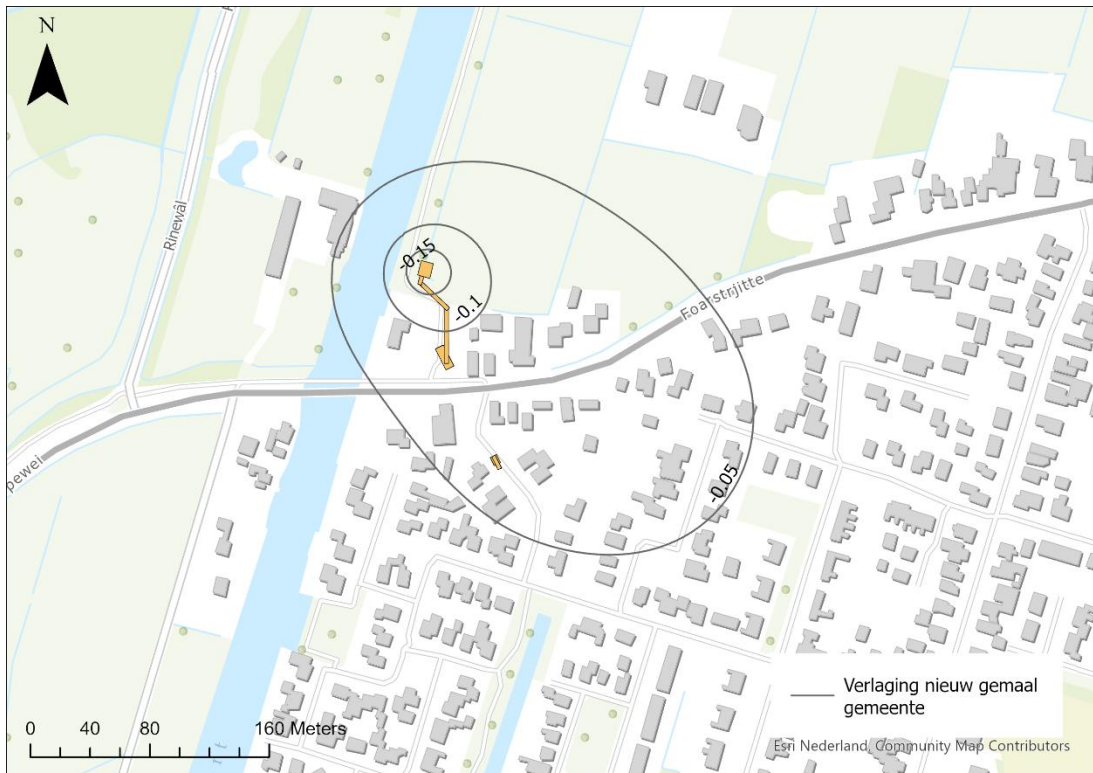


Figuur 4-4 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 4 nieuw riool tussen put ZW805 en ZW7810



Figuur 4-5 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 5 nieuw riool tussen put ZW810 en rioolgemaal





Figuur 4-6 - Verlagingen in de omgeving (freatic) voor fase 6 nieuw rioolgemeaal

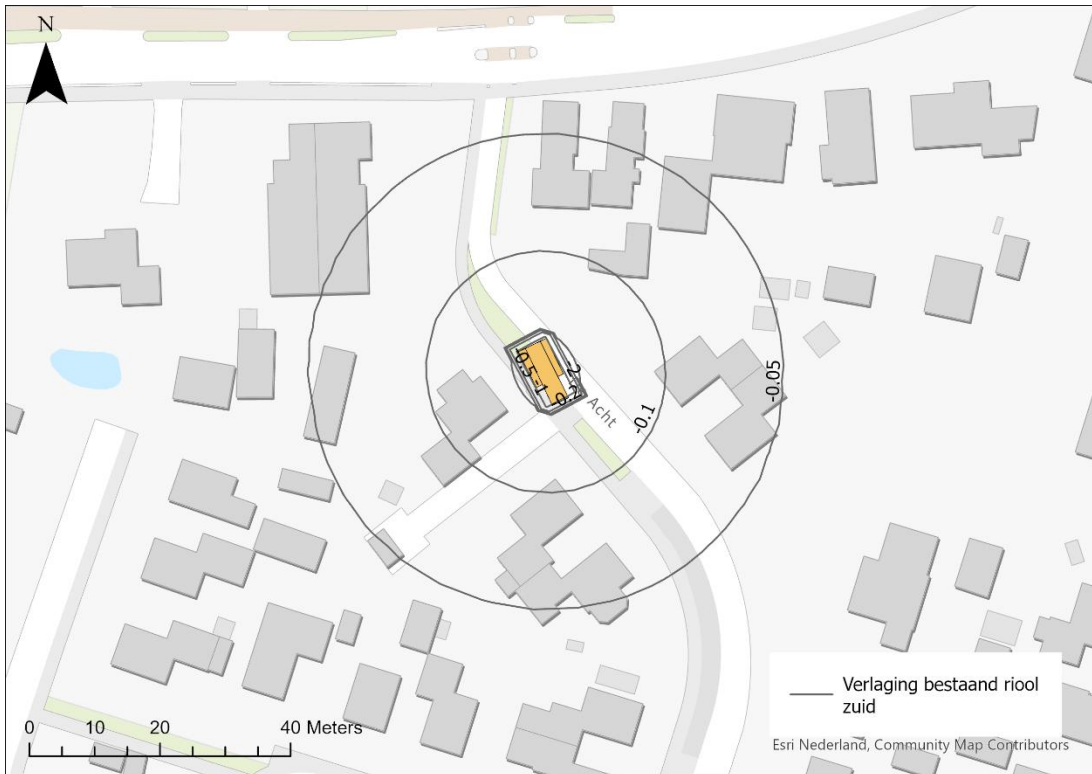
#### 4.4.2 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

De verlagingen in de omgeving ten opzichte van de lage grondwaterstand zijn weergegeven in tabel 4.4 en figuur 4.6 t/m 4.10. Het hydrologisch invloed gebied (invloed < 5 cm) bedraagt ca. 300 m voor de grootste invloedsfeer. Deze verlagingen zijn van belang i.r.t. potentiële risico's bij bijvoorbeeld zettingen en bij hoekverdraaiing als gevolg van zettingen bij oude (monumentale) panden.

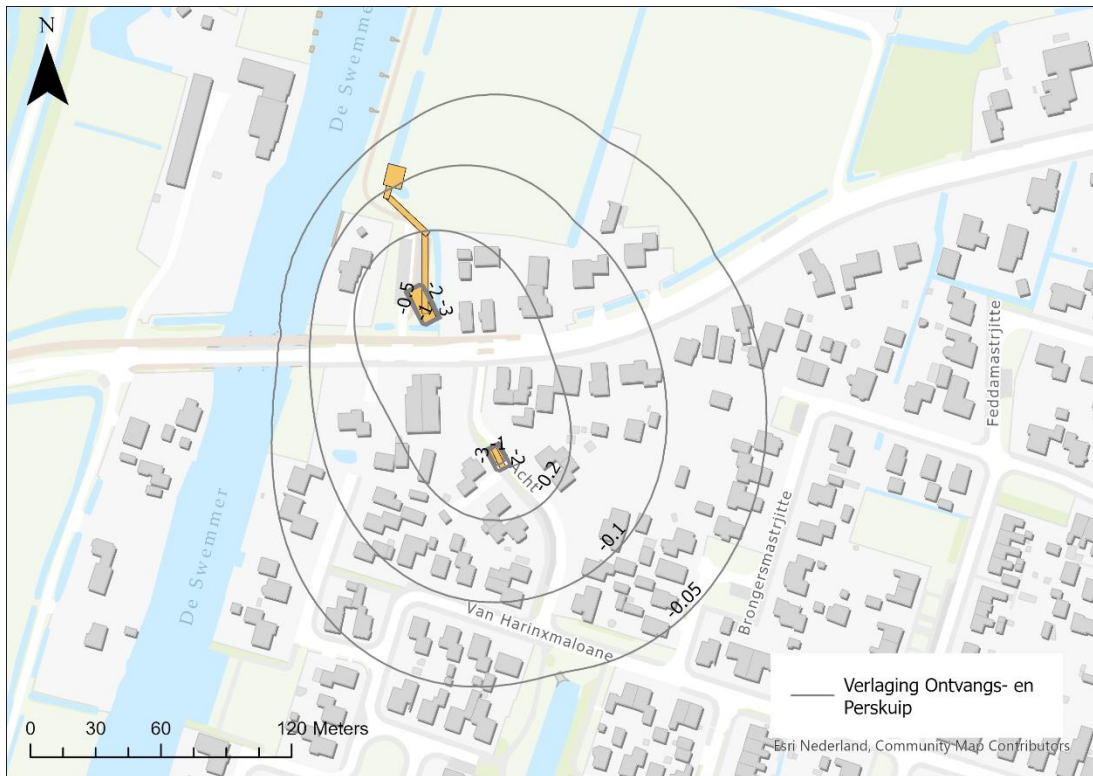
Tabel 4.4: Verlagingen op afstand van de bouwput t.o.v. lage grondwaterstand/stijghoogte [m]

| Onderdeel                                          | Laag | X = 5 m | 10 m | 20 m | 50 m  | 100 m  | 150 m  | 200 m  | 250 m  | 300 m  |
|----------------------------------------------------|------|---------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bestaand riool aansluiten op put ZW370             | 1    | 0,14    | 0,11 | 0,06 | <0,05 | -      | -      | -      | -      | -      |
| Afstand van Ontvang- naar perskuip (Z-N, 65 m)     | 1    | 0,35    | 0,33 | 0,30 | 0,34  | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Ontvangkuip                                        | 1    | 0,30    | 0,27 | 0,20 | 0,12  | ~0,05  | <0,05  | -      | -      | -      |
| Perskuip                                           | 1    | 0,40    | 0,35 | 0,28 | 0,16  | 0,07   | <0,05  | -      | -      | -      |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7800 en put ZW7805 | 1    | 2,1     | 1,6  | 1,2  | 0,57  | 0,22   | 0,10   | ~0,05  | <0,05  | -      |
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7805 en put ZW7810 | 1    | 2,1     | 1,7  | 1,3  | 0,7   | 0,40   | 0,3    | 0,14   | 0,06   | <0,05  |

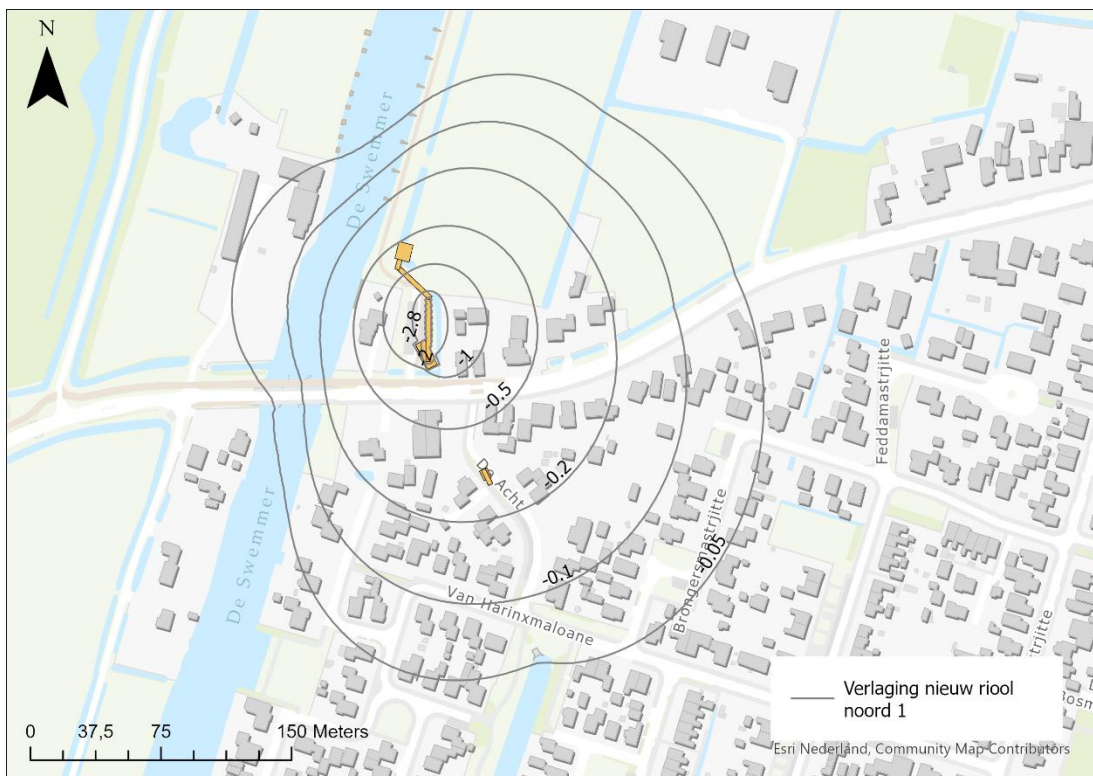
|                                                     |   |     |      |      |      |      |      |       |       |       |
|-----------------------------------------------------|---|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Aanleg nieuw riool tussen put ZW7810 en rioolgemaal | 1 | 2,0 | 1,6  | 1,2  | 0,75 | 0,39 | 0,20 | 0,11  | 0,06  | <0,05 |
| Nieuw gemaal gemeente                               | 1 | 0,4 | 0,35 | 0,27 | 0,15 | 0,1  | 0,07 | ~0,05 | <0,05 | -     |
| * x = afstand tot ontgraving                        |   |     |      |      |      |      |      |       |       |       |



Figuur 4-7 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 1 bestaand riool

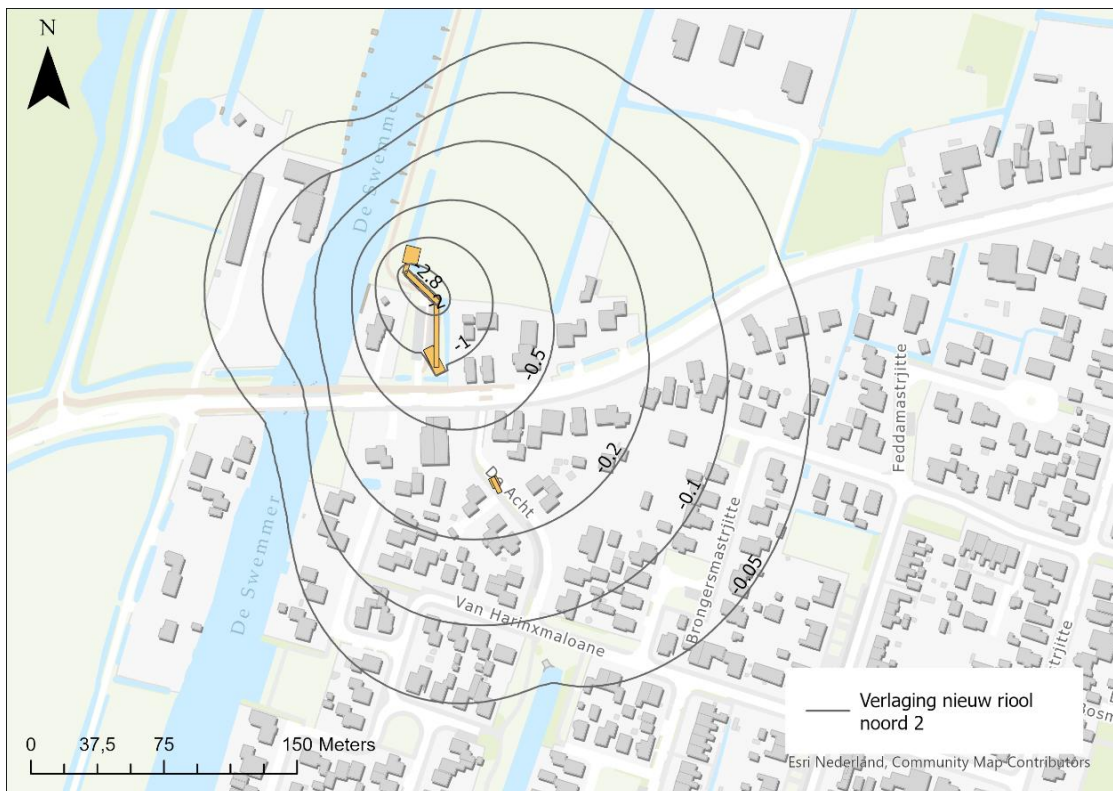


Figuur 4-8 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 2 ontvangs- en perskuip

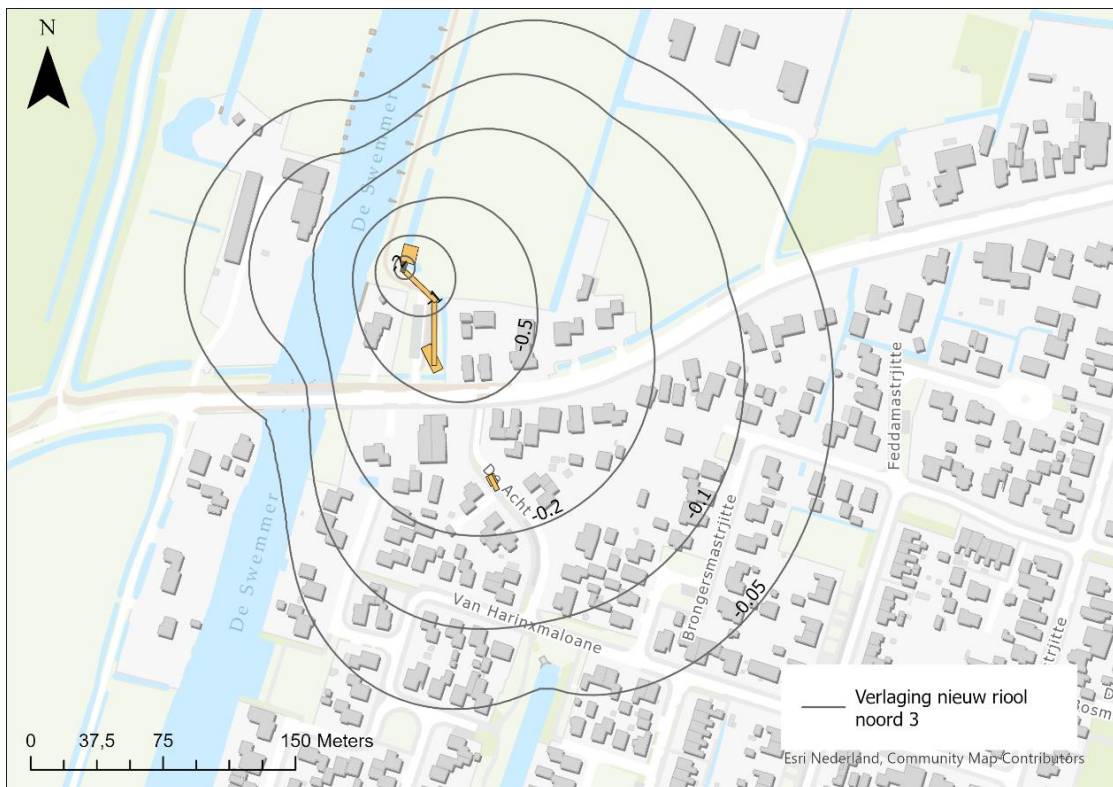


Figuur 4-9 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 3 nieuw riool tussen put ZW7800 en ZW805

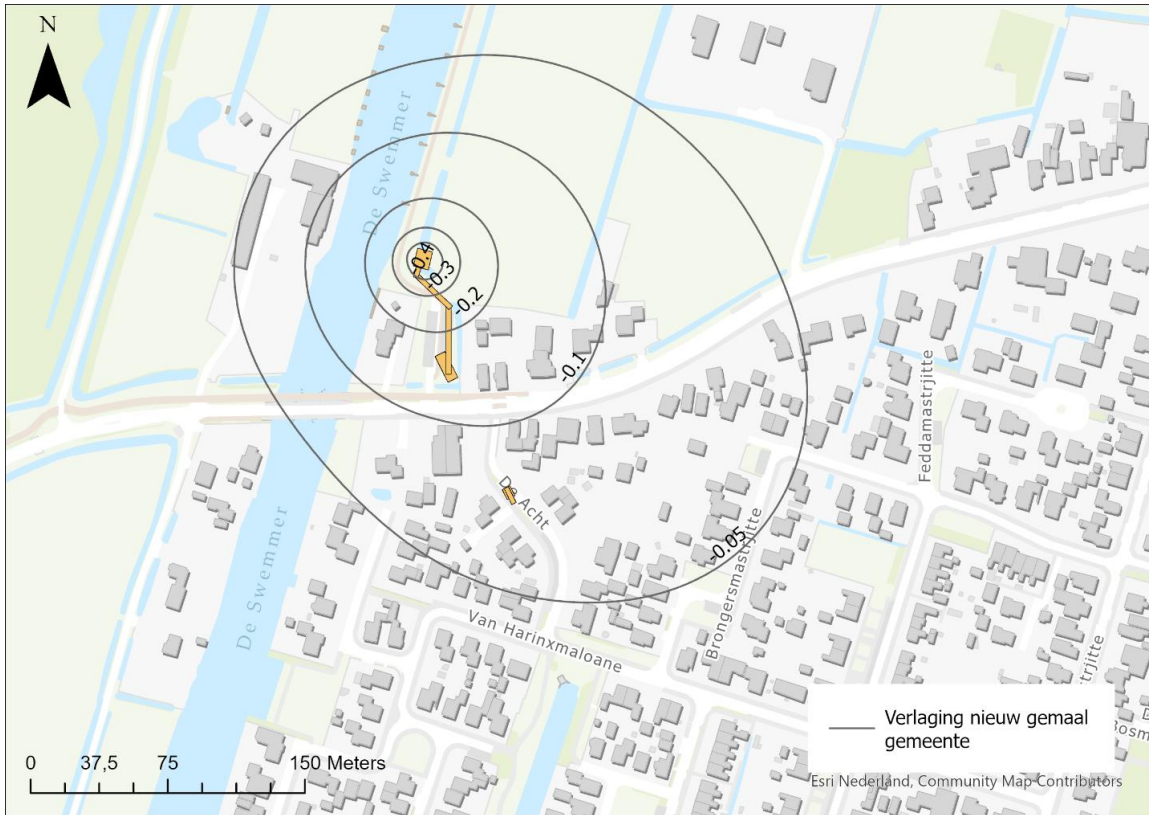




Figuur 4-10 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 4 nieuw riool tussen put ZW805 en ZW7810



Figuur 4-11 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 5 nieuw riool tussen put ZW810 en rioolgemaal



Figuur 4-12 - Verlagingen in de omgeving (freatisch) voor fase 6 nieuw rioolgemaal



## 5 Meldingen en vergunningen

De projectlocatie ligt in het beheersgebied van het Wetterskip Fryslân. De projectlocatie ligt niet in een kwetsbaar gebied voor grondwateronttrekkingen en ligt niet in een provinciaal milieubeschermingsgebied.

Indien grondwater wordt onttrokken ten behoeve van een bouwputbemaling, proefbonnering, sleufbemaling, grondsanering of grondwatersanering geldt een meldingsplicht indien:

- De onttrekking kleiner dan 50.000 kubieke meter per maand ( $\text{m}^3/\text{maand}$ ) is; en
- De ontrekkingsduur kleiner of gelijk aan 120 aaneengesloten dagen is.

Indien grondwater wordt onttrokken ten behoeve van een bouwputbemaling, proefbonnering, sleufbemaling, grondsanering of grondwatersanering geldt een vergunningsplicht indien:

- Het debiet groter of gelijk aan 50.000 kubieke meter per maand ( $\text{m}^3/\text{maand}$ ) is, of
- Er langer wordt bemalen dan 120 aaneengesloten dagen

Op basis van het berekende debiet en waterbezwaar is de bemaling meldplichtig.

Opgemerkt wordt dat ten minste vier weken voor het begin van het onttrekken van grondwater, waarvoor op grond van deze waterschapsverordening geen omgevingsvergunning is vereist, worden aan het dagelijks bestuur van het waterschap de volgende gegevens verstrekt:

- a. Het doel waarvoor het te onttrekken water wordt gebruikt;
- b. Een onderbouwing van de noodzaak van de activiteit
- c. De verwachte datum van het begin van de ontrekkingsactiviteit, de verwachte duur van de ontrekkingsactiviteit en bij een tijdelijke onttrekking de datum van het einde van de ontrekkingsactiviteit;
- d. Het aantal in te richten putten;
- e. De coördinaten volgens het Stelsel van de Rijksdriehoeksmeting van iedere put;
- f. Een beschrijving van de mogelijke negatieve gevolgen van de onttrekking en de maatregelen of voorzieningen die worden getroffen om de gevolgen te voorkomen of te beperken;
- g. Een bemalingsadvies, volgens protocol 12010 van het Externe link:SIKB;
- h. Een technisch bemalingsplan, volgens protocol 12020 van het Externe link:SIKB;
- i. De diepte in meter (m) van de onderkant en de bovenkant van de filters van iedere put ten opzichte van het maaiveld en het Normaal Amsterdams Peil;
- j. De lengte in meter (m) van het effectieve filter in iedere put;
- k. De capaciteit van de pomp in kubieke meter water per uur ( $\text{m}^3/\text{u}$ ) per put;
- l. de hoeveelheid water in kubieke meter water per uur ( $\text{m}^3/\text{u}$ ), etmaal ( $\text{m}^3/\text{etmaal}$ ), maand ( $\text{m}^3/\text{maand}$ ), jaar ( $\text{m}^3/\text{jaar}$ ) en het totaal ( $\text{m}^3$ ), die ten hoogste wordt onttrokken;
- m. en een beschrijving van de locatie waar het onttrokken water wordt geloosd.

### Lozingen

Gezien de nabijheid van open water (sloten, kanalen) wordt geadviseerd om lozing op het open water na te gaan in overleg met het Wetterskip Fryslân.

De lozing is toestemmingsvrij (Art. 2.11 en Art. 2.12 Waterschapsverordening [15]) wanneer:

- Het lozen van water plaatsvindt in een oppervlaktewaterlichaam niet zijnde boezemwater: De te lozen hoeveelheid is kleiner dan of gelijk aan 80 kubieke meter per uur ( $\text{m}^3/\text{u}$ ) én de te lozen hoeveelheid is kleiner dan of gelijk aan 800 kubieke meter per etmaal ( $\text{m}^3/\text{etmaal}$ ).
- Het lozen van water plaatsvindt in het boezemwater: de te lozen hoeveelheid water kleiner dan of gelijk aan 250 kubieke meter per uur ( $\text{m}^3/\text{u}$ ) is.

Een Meldingsplicht geldt (Art. 2.12 Waterschapsverordening [15]) indien:

- Het lozen van water plaatsvindt in boezemwater; en
- De te lozen hoeveelheid groter dan 250 kubieke meter per uur (m<sup>3</sup>/u) is; en
- Het water dat geloosd wordt niet onttrokken is aan het oppervlaktewaterlichaam waarop geloosd wordt; en
- Het chloridegehalte van het te lozen water is kleiner dan of gelijk aan het chloridegehalte van het ontvangende oppervlaktewaterlichaam, gemeten in een steekmonster.

De Nije Feart ("de Swemmer") behoort tot de boezem en is daarom meldingsplichtig. De melding dient ten minste vier weken voor het begin van de lozingsactiviteit te worden gedaan. Voorafgaand aan de bemaling dienen grondwatermonsters genomen te worden (uit bestaande peilbuizen) welke geanalyseerd dienen te worden op het standaard lozingspakket.

Er is bij Haskoning (nog) geen informatie bekend over de chloridegehalten van het bemalingswater en het boezemwater van De Nije Feart. Als in de praktijk blijkt dat het chloridegehalte van het bemalingswater hoger is dan dat van de boezem, is de lozing vergunningsplichtig. Het betreft een bemaling van het freatisch grondwater, waardoor de kans dat er een hoog chloridehalte resulteert uit het bemalingswater laag is. Maar er wordt wel geadviseerd voortijdig aan de uitvoering geverifieerd te hebben of dit het geval is.

## 6 Effecten en risico's

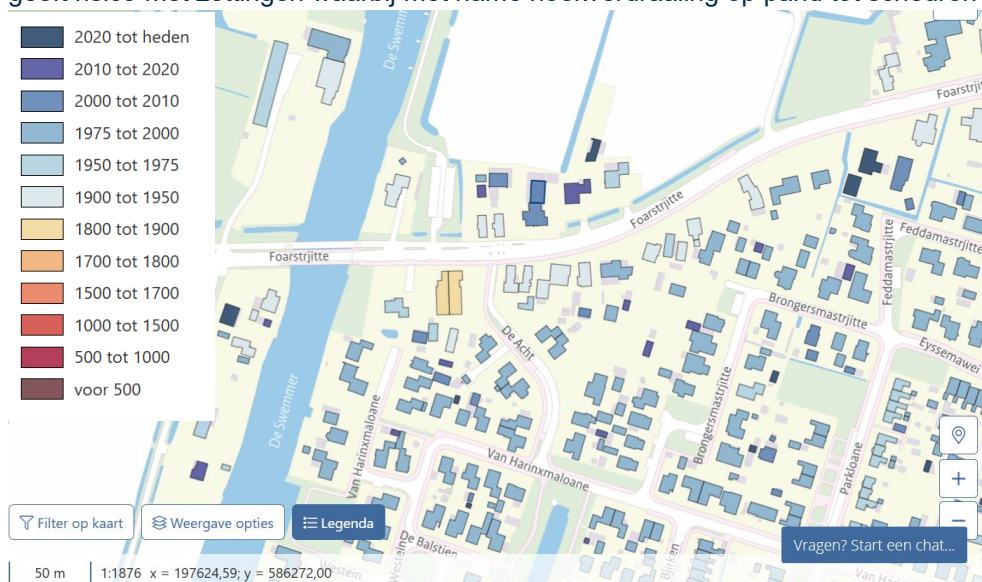
In tabel 6.1 is een samenvatting gegeven van de relevante effecten in de omgeving.

Tabel 6.1: Omgevingsaspecten [invloedsgebied = 450 m]

| Aspect                            | Bron                                                     | Aanwezig | Afstand en opmerkingen                    |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|
| Bebouwing op staal                | BAG, Kadaster                                            | Onbekend | Op projectlocatie                         |
| Bebouwing op houten palen         | BAG, Kadaster                                            | Onbekend | Op projectlocatie                         |
| Monumentale bebouwing             | Atlas leefomgeving                                       | Nee      | -                                         |
| (ondergrondse) infrastructuur     | Google earth                                             | Ja       | Op projectlocatie                         |
| Grond(water)verontreinigingen     | Van Akker Bodemsadvies, in opdracht gemeente Dantumadiel | Nee      | -                                         |
| Milieubeschermingsgebieden        | Provincie Friesland                                      | Nee      | -                                         |
| Boringsvrije zone                 | Provincie Friesland                                      | Nee      | -                                         |
| WKO systemen                      | wkotool.nl (LGR)                                         | Ja       | -                                         |
| Overige onttrekkingen             | wkotool.nl (LGR)                                         | Nee      | -                                         |
| Landbouw                          | Google earth                                             | Ja       | Ca. 80 m ten Noordoosten                  |
| Natuurwaarden (NNN/Natura 2000)   | wkotool.nl / Provincie Friesland                         | Ja       | -                                         |
| Stedelijk groen                   | Google earth                                             | Ja       | Op projectlocatie                         |
| Archeologie                       | wkotool.nl, rijksoverheid erfgoedatlas                   | Nee      | -                                         |
| Aardkundige waarden               | wkotool.nl                                               | Nee      | -                                         |
| Primaire/secundaire waterkeringen | Wetterskip Fryslân                                       | Ja       | -                                         |
| Upconing                          | TNO                                                      | Nee      | Enkel freatisch bemalen met dikke deklaag |
| Strategische zoet watervoorraad   | Provincie Friesland                                      | Nee      | Op projectlocatie                         |

## 6.1 Bebouwing, fundering en zettingen

Figuur 6.2 geeft de woningen met bouwjaar in de omgeving van de projectlocatie weer. De funderingstekeningen van de woningen in de omgeving geven fundering op staal aan. Fundering op staal geeft risico met zettingen waarbij met name hoekverdraaiing op pand tot scheuren kan leiden.



Figuur 6-1 – Bouwjaar huizen in omgeving bemaling Westereen, kaart van BAGviewer Kadaster

Als gevolg van een bemaling kunnen zettingen ontstaan. Zettingen kunnen ontstaan in slappe bodemlagen (klei/veen) wanneer de grondwaterstand verder wordt verlaagd dan de historisch lage grondwaterstand/stijghoogte. Uit hoofdstuk 4.4 volgt dat dit het geval is.

Er is een zettingsberekening uitgevoerd door geotechnische adviseurs op de worst-case locatie/pand in de omgeving van de bemaling. Dit betreft het huis/de schuur van Foarstrjitte 3. Er is gebruik gemaakt van de volgende uitgangspunten:

- Bemalingsduur van 20 dagen (totale duur van alle open ontgravingen)
- Historische GLG: NAP -1,1 m
- Verlaging 'voorgevel': NAP -3,0 m (zie Figuur 6-2)
- Verlaging 5 m van 'voorgevel'; NAP -2,6 m (zie Figuur 6-2)
- De bodemopbouw is gebaseerd op sondering SW5 met bodemeigenschappen voor het meeste risico op zettingen [9]
- En grondparameters met hulp van NEN9997 tabel 2.b.1 en 2.b.2

In Tabel 6.2 zijn de schadecategorieën gegeven volgens hoekverdraaiing bij zettingen. Om geen risico op schade te hebben, moet de maximale zettingsgradiënt 1:500 over 5 meter zijn, dus maximaal 10 mm verticaal over 5000 mm in horizontaal. Uit de zettingsberekening blijkt een zetting van 1 mm over een afstand van 5 meter (1:5000) bij het dichtstbijzijnde gebouw met het steilste verhang (worst-case locatie/pand). Daarmee valt de zetting in de schadecategorie 0, geen schade. Er wordt dus geen schade verwacht aan panden als gevolg van zettingen. De zettingsberekening is toegevoegd in Bijlage A1 en A2.

Het is van belang dat objecten bij opname ook geen grote schades vertonen. Een extra rotatie zoals bovenstaand vermeld op bestaande rotatie kan wel zorgen voor een hogere schadecategorie. Er wordt dus geadviseerd opnames van na bijliggende panden te verrichten en/of uit zorgvuldigheid zettingsbouten te plaatsen op nabij liggende panden.



Figuur 6-2: Overzicht uitgangspunt worst-case verlaging onder GLG bij het pand (Foarstrjitte 3) met het grootste verhang over de lengte van het pand.

Tabel 6.2 - Schadecategorieën conform CUR 162 bij fundering op staal

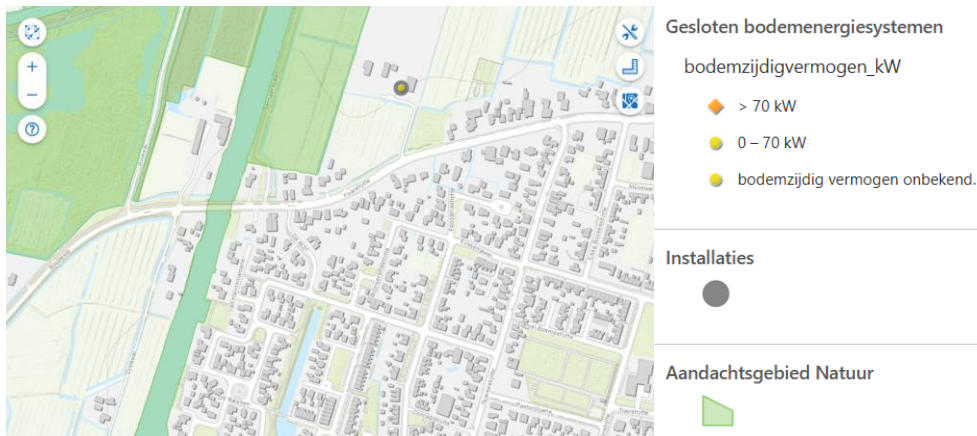
| Schadecategorie | Zettingsgradiënt | Schade                                                                                          |
|-----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0               | $\leq 1:500$     | Geen schade                                                                                     |
| 1               | 1:300 – 1:500    | Esthetische schade, eenvoudige repareerbare schade                                              |
| 2               | 1:100 – 1:300    | Constructieve schade, grotere repareerbare schade waarbij geen risico voor de bewoners optreedt |
| 3               | $\geq 1:100$     | Gebruikersschade, ernstige moeilijke repareerbare schade met risico's voor de bewoners          |

## 6.2 Natuur (NNN/Natura 2000), landbouw en stedelijk groen

In figuur 6.2 wordt een nabij de projectlocatie gebied aangemerkt als aandachtsgebied voor natuur. In het project maakt men echter gebruik van dit gebied als werkterrein voor het uitvoeren voor de werkzaamheden. Er is overeengekomen dat na afronding van de werkzaamheden herinrichting van dit gebied plaatsvindt, zodat de natuur hersteld wordt. De bemaling heeft dus geen negatieve effecten op deze oppervlakken.

In de omgeving is nog enig stedelijk groen en landbouw aanwezig. Bemaling is echter dermate kortdurend dat geen negatieve effecten worden verwacht. Gedurende een (zeer) droge zomer wordt geadviseerd om bomen en planten toebehorend aan nabij liggend stedelijk groen en de omliggende landbouw aangemerkt als grasland aanvullend te beregenen. Evenals bewoners te informeren tuinen vaker te beregenen. Dit gezien lokaal verlaagd wordt onder de GLG.





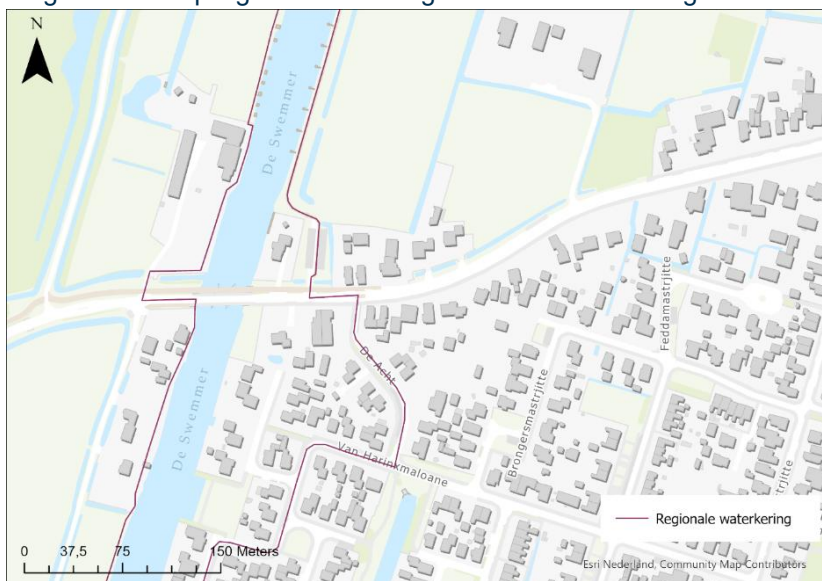
Figuur 6-3 - Aandachtsgebieden natuur en WKO-systemen in omgeving Westereen, opgehaald via WKOtool.nl

## 6.3 WKO

Er ligt een gesloten bodemenergiesysteem ten noorden van de bemalingen, zie figuur 6.3. Bij gesloten systemen is er doorgaans minder overlast. Gesloten systemen bij woningbouw vaak een koud overschot (meer verwarmen dan koelen), in dat geval kan enige grondwaterverplaatsing zelfs gunstig zijn omdat warm omgevingswater wordt aangetrokken. Deze bemalingen vormen geen risico voor het (diepe) gesloten WKO-systeem in het noorden.

## 6.4 Waterkeringen

Aan de westkant van de bemaling ligt de Swemmer met daaromheen polderdijken, dit zijn regionale waterkeringen. De lijn van de waterkering loopt door het gebied van de onttrekking heen volgens de kaarten van Wetterskip Fryslan. Dit brengt potentieel risico's met zich meebrengen afhankelijk van de zettingen. Bij grote hoekverdraaiing kan dit mogelijk een probleem veroorzaken. De bemalingen met open ontgravingen en grotere verlagingen is echter kortdurend, waardoor er geen significant risico wordt verwacht op de waterkering i.r.t. zettingen. De langdurige bemalingen geven slechts beperkte verlaging onder de historisch opgetreden grondwaterstand, waarbij ook een zeer beperkte verhanglijn aanwezig is en geen risico op significante zettingen van de waterkering worden verwacht.



Figuur 6-4 - Beschermingszone regionale waterkering, lokale overheid.

## 7 Bemalingsontwerp, lozingen en monitoring

### 7.1 Bemalingsontwerp

De benodigde grondwaterstandsverlaging kan worden behaald door middel van een filterbemaling. Gezien de bodem enkele kleilenzen bevat wordt aangeraden om gebruik te maken van filters met inhangers die ten minste tot ca. 0,5 m onder de onderzijde van de laagste verlaging worden geplaatst. Voor de aanleg bouwkuipen omringd met damwanden dienen de filters aan de binnenzijde van de damwand te worden geplaatst.

De diepe ontgravingen worden naar verwachting deels gerealiseerd in de (zeer) slecht doorlatende leemlaag. Het is mogelijk dat in dit deel met enige horizontale drainage op de bodem van de bouwkuip gewerkt dient te worden om regenwater/lek door damwanden af te voeren.

Opgemerkt wordt dat dit bemalingsontwerp enkel een voorstel betreft. Een gerenommeerd bemaler kan afwijken van de hier beschreven bemalingswijze. Het definitieve ontwerp van de bemalingsinstallatie dient in overleg met de bemaler te worden opgesteld.

### 7.2 Lozingen

Gezien de nabijheid van open water wordt geadviseerd om lozing op het open water na te gaan in overleg met het Wetterskip Fryslan. Voorafgaand aan de bemaling dienen grondwatermonsters genomen te worden (uit bestaande peilbuizen) welke geanalyseerd dienen te worden op het standaard lozingspakket. Daarnaast dient te worden geverifieerd of het chloridegehalte van het bemalingswater niet hoger ligt dan dat van het oppervlaktewater waarop geloosd wordt. In dat geval wordt de lozing vergunningplichtig in plaats van meldplichtig.

Gezien de aanwezigheid van veenlagen dient rekening gehouden te worden met een potentieel hoog ijzergehalte in het grondwater. Indien de concentratie boven de 3-5 mg/L ligt dient het bemalingswater ontijzerd te worden alvorens te lozen.

### 7.3 Monitoring

Geadviseerd wordt om minimaal gedurende elke fase, nabij de bouwputten/open ontgravingen een bestaande peilbuis te gebruiken, en hierin de grondwaterstand te monitoren ten behoeve van de bemaling.

Daarnaast wordt geadviseerd om opnames van nabij liggende panden uit te voeren en eventueel uit zorgvuldigheid zettingsbouten te plaatsen om grip te houden op de potentiële zettingen die op kunnen treden.

Tevens dienen de debieten dagelijks bijgehouden te worden met debietmeters en te worden gelogd in een logboek ten behoeve van de heffingen behorend bij de grondwateronttrekking.

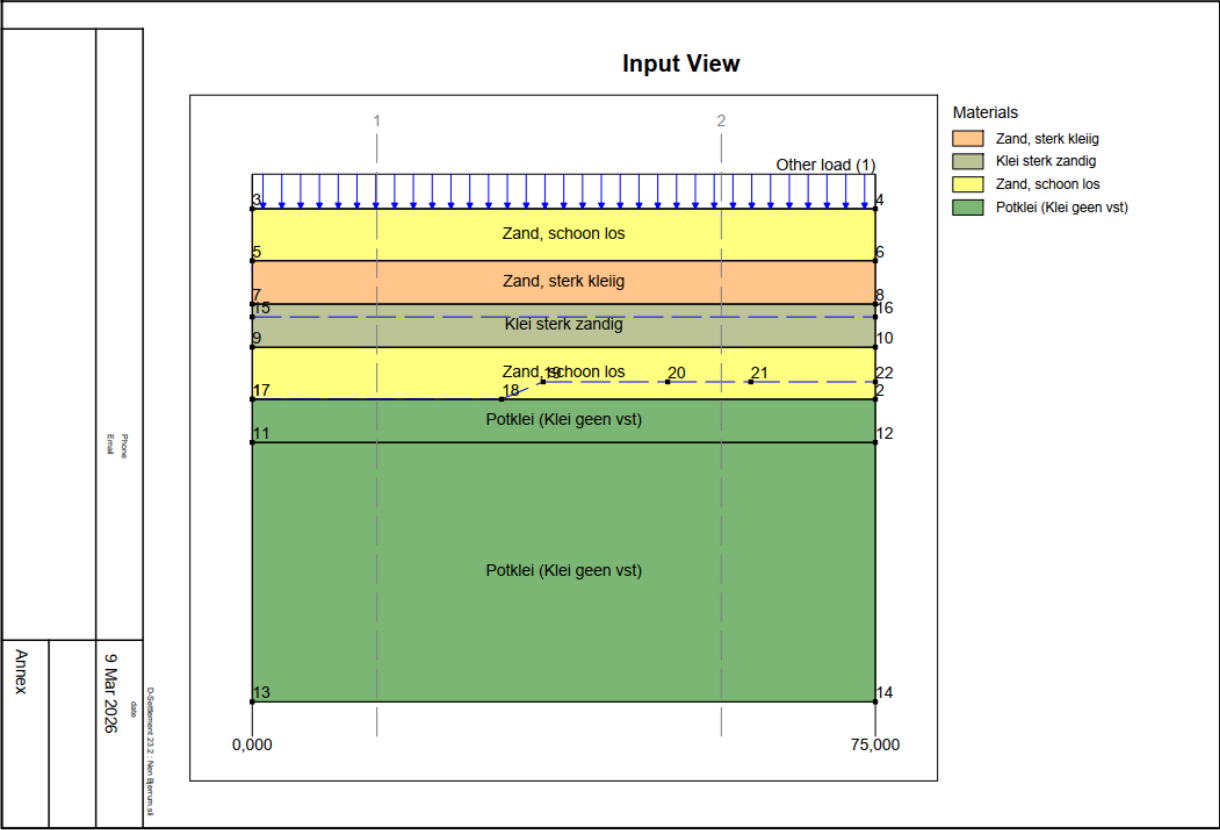
## 8 Aandachtspunten en aanbevelingen

Het totale verwachte waterbezwaar is 13.060 m<sup>3</sup>. Op basis van het berekende debiet en waterbezwaar is de bemaling meldplichtig. De lozing is tevens meldplichtig, onder de voorwaarde dat uit de steekproef monsters een chloridehalte van het bemalingswater wordt gemeten dat lager is dan het chloridewater waarop geloosd wordt.

Verdere aandachtspunten:

- Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie moet rekening worden gehouden met een eventuele toename van het debiet als gevolg van neerslag.
- Om negatieve effecten op de stedelijk groen te minimaliseren kunnen de beïnvloede gebieden worden voorzien van water. Dit is uiteraard seizoen afhankelijk waarbij in het groeiseizoen of periodes van droogte wordt verwacht meer water te beregenen dan in andere nattere periodes. Hierdoor zijn de effecten op de natuurwaarden niet significant in de relatief korte tijdsduur van deze bemalingen.
- Er staan panden gefundeerd op staal op korte afstand van de bemaling. Er wordt een verlaging onder de GLG berekend. Op basis van een worst-case zettingsberekening is geconcludeerd dat er geen schade als gevolg van zettingen wordt verwacht. Het is wel van belang dat deze objecten bij opname voortijdig aan de werkzaamheden geen grote schades vertonen. Een extra rotatie (berekend 1mm) op bestaande rotatie kan wel zorgen voor een hogere schadecategorie. Er wordt dus geadviseerd opnames van nabij liggende panden te verrichten en eventueel uit zorgvuldigheid zettingsbouten te plaatsen op nabij liggende panden.
- Er zijn geen andere effecten op de omgeving te verwachten.
- Geadviseerd wordt om minimaal gedurende elke fase, nabij de bouwputten/open ontgravingen een bestaande peilbuis te gebruiken, en hierin de grondwaterstand te monitoren ten behoeve van de bemaling.
- Voorafgaand aan de bemaling dienen grondwatermonsters genomen te worden (uit bestaande peilbuizen) welke geanalyseerd dienen te worden op het standaard lozingspakket. Gezien de nabijheid van open water (boezemwater) wordt geadviseerd om lozing op het open water na te gaan in overleg met het Wetterskip Fryslan.
- Er is bij Haskoning geen informatie bekend over de chloridegehalten van het bemalingswater en het boezemwater van De Nije Feart. Als in de praktijk blijkt dat het chloridegehalte van het bemalingswater hoger is dan dat van de boezem, is de lozing vergunningplichtig. Het betreft een bemaling van het freatisch grondwater, waardoor de kans dat er een hoog chloridehalte resulteert uit het bemalingswater laag is. Maar er wordt wel geadviseerd voortijdig aan de uitvoering geverifieerd te hebben of dit het geval is.
- Gezien de aanwezigheid van veenlagen dient rekening gehouden te worden met een potentieel hoog ijzergehalte in het grondwater. Indien de concentratie boven de 3-5 mg/L ligt dient het bemalingswater ontijzerd te worden alvorens aan lozing.

**A1      Schematisatie bodemopbouw zettingsberekening**





## A2      Zettingsberekening



## Report for D-Settlement 23.2

Settlement Calculations  
Developed by Deltares

Date of report: 9 Mar 2026  
Time of report: 12:12:29  
Report with version: 23.2.1.41771

Date of calculation: 5 Mar 2026  
Time of calculation: 15:46:18  
Calculated with version: 23.2.1.41771

File name: Nen Bjerrum

## 1 Table of Contents

|                                                      |   |
|------------------------------------------------------|---|
| 1 Table of Contents                                  | 2 |
| 2 Echo of the Input                                  | 3 |
| 2.1 Layer Boundaries                                 | 3 |
| 2.2 PI-lines                                         | 3 |
| 2.3 General Data                                     | 3 |
| 2.4 Soil Profiles                                    | 3 |
| 2.5 Soil Properties                                  | 4 |
| 2.6 Uniform Loads                                    | 4 |
| 2.7 Water Loads                                      | 5 |
| 2.7.1 Water Load: Bemalen                            | 5 |
| 2.8 Verticals                                        | 5 |
| 3 Results per Vertical                               | 6 |
| 3.1 Results for Vertical 1 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m) | 6 |
| 3.2 Results for Vertical 2 (X = 56,46 m; Z = 0,00 m) | 6 |
| 4 Settlements                                        | 8 |
| 4.1 Settlements                                      | 8 |
| 4.2 Residual Times                                   | 8 |
| 5 Warnings and errors                                | 9 |

## 2 Echo of the Input

### 2.1 Layer Boundaries

| Boundary number | Co-ordinates [m] |         |  |  |  |
|-----------------|------------------|---------|--|--|--|
| 6 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 6 - Y -         | 1,400            | 1,400   |  |  |  |
| 5 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 5 - Y -         | 0,200            | 0,200   |  |  |  |
| 4 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 4 - Y -         | -0,800           | -0,800  |  |  |  |
| 3 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 3 - Y -         | -1,800           | -1,800  |  |  |  |
| 2 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 2 - Y -         | -3,000           | -3,000  |  |  |  |
| 1 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 1 - Y -         | -4,000           | -4,000  |  |  |  |
| 0 - X -         | 0,000            | 75,000  |  |  |  |
| 0 - Y -         | -10,000          | -10,000 |  |  |  |

### 2.2 PI-lines

| PI-line number | Co-ordinates [m] |        |        |        |        |
|----------------|------------------|--------|--------|--------|--------|
| 1 - X -        | 0,000            | 75,000 |        |        |        |
| 1 - Y -        | -1,100           | -1,100 |        |        |        |
| 2 - X -        | 0,000            | 30,000 | 35,000 | 50,000 | 60,000 |
| 2 - Y -        | -3,000           | -3,000 | -2,600 | -2,600 | -2,600 |
| 2 - X -        | 75,000           |        |        |        |        |
| 2 - Y -        | -2,600           |        |        |        |        |

### 2.3 General Data

|                            |                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Soil model:                | NEN Bjerrum                                         |
| Consolidation model:       | Darcy                                               |
| Strain model:              | Linear                                              |
| Groundwater level:         | Initial determined by PI-line number 1              |
| Unit weight of water:      | 9,81 [kN/m³]                                        |
| Stress distribution        |                                                     |
| - Soil:                    | Buisman                                             |
| - Loads:                   | None                                                |
| End of consolidation:      | 20,00 [days]                                        |
| No maintain profile        |                                                     |
| Pc (initial):              | Variable parallel to the initial effective stress   |
| Pc (per step):             | Automatic increased to the final effective stresses |
| Creep rate reference time: | 1,000 [days]                                        |
| No imaginary surface       |                                                     |
| No submerging              |                                                     |
| Load column width          |                                                     |
| - Non-Uniform Loads :      | 1,00 [m]                                            |
| - Trapeziform Loads :      | 1,00 [m]                                            |

### 2.4 Soil Profiles

| Layer number | Material name      | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|--------------------|-------------|----------------|
| 6            | Zand, schoon los   | 1           | 1              |
| 5            | Zand, sterk kleiig | 1           | 1              |
| 4            | Klei sterk zandig  | 1           | 1              |

| Layer number | Material name           | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------------------|-------------|----------------|
| 3            | Zand, schoon los        | 1           | 1              |
| 2            | Potklei (Klei geen vst) | 1           | 1              |
| 1            | Potklei (Klei geen vst) | 1           | 1              |

## 2.5 Soil Properties

| Layer number | Drained | Unit weight         |                   |
|--------------|---------|---------------------|-------------------|
|              |         | Unsaturated [kN/m³] | Saturated [kN/m³] |
| 6            | Yes     | 17,00               | 19,00             |
| 5            | Yes     | 18,00               | 20,00             |
| 4            | No      | 18,00               | 18,00             |
| 3            | Yes     | 17,00               | 19,00             |
| 2            | No      | 19,00               | 19,00             |
| 1            | No      | 19,00               | 19,00             |

| Layer number | Storage type | Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s] |
|--------------|--------------|---------------------------------------|
| 6            | Vert. cons.  | -                                     |
| 5            | Vert. cons.  | -                                     |
| 4            | Vert. cons.  | 1,00E-07                              |
| 3            | Vert. cons.  | -                                     |
| 2            | Const. perm. | -                                     |
| 1            | Const. perm. | -                                     |

| Layer number | Vertical permeability [m/s] | Permeability strain mod. [-] | Initial vertical permeability [m/s] |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 6            | -                           | -                            | -                                   |
| 5            | -                           | -                            | -                                   |
| 4            | -                           | -                            | -                                   |
| 3            | -                           | -                            | -                                   |
| 2            | 5,800E-08                   | -                            | -                                   |
| 1            | 5,800E-08                   | -                            | -                                   |

| Layer number | POP [kN/m²] | OCR [-] | Equiv. age [days] |
|--------------|-------------|---------|-------------------|
| 6            | 0,00        | -       | -                 |
| 5            | 0,00        | -       | -                 |
| 4            | 0,00        | -       | -                 |
| 3            | 0,00        | -       | -                 |
| 2            | -           | 1,30    | -                 |
| 1            | -           | 1,30    | -                 |

| Layer number | Reloading/ swelling ratio RR [-] | Compression ratio CR [-] | Coeff. of sec. compression Ca [-] | Reloading/ swelling index Cr [-] | Compression index Cc [-] | Initial void ratio (e0) [-] |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 6            | 0,0011500                        | 0,0011500                | 0,0000000                         | -                                | -                        | -                           |
| 5            | 0,0017000                        | 0,0510000                | 0,0000000                         | -                                | -                        | -                           |
| 4            | 0,0310000                        | 0,0920000                | 0,0037000                         | -                                | -                        | -                           |
| 3            | 0,0011500                        | 0,0011500                | 0,0000000                         | -                                | -                        | -                           |
| 2            | 0,0310000                        | 0,0920000                | 0,0037000                         | -                                | -                        | -                           |
| 1            | 0,0310000                        | 0,0920000                | 0,0037000                         | -                                | -                        | -                           |

## 2.6 Uniform Loads

| Load number | Time [days] | Magnitude [kN/m³] | Height [m] | Y-app. [m] |
|-------------|-------------|-------------------|------------|------------|
|-------------|-------------|-------------------|------------|------------|

| Load number | Time [days] | Magnitude [kN/m <sup>3</sup> ] | Height [m] | Y-app. [m] |
|-------------|-------------|--------------------------------|------------|------------|
| 1           | -1          | 18,00                          | 0,80       | 1,40       |

## 2.7 Water Loads

### 2.7.1 Water Load: Bemalen

Phreatic line 1  
Time: 0 [days]

| Layer number | PI-line top | PI-line bottom |
|--------------|-------------|----------------|
| 6            | 2           | 2              |
| 5            | 2           | 2              |
| 4            | 2           | 2              |
| 3            | 2           | 2              |
| 2            | 99          | 99             |
| 1            | 1           | 1              |

## 2.8 Verticals

| Vertical number | X co-ordinates [m] |        |  |  |  |
|-----------------|--------------------|--------|--|--|--|
| 1 - 2           | 15,000             | 56,459 |  |  |  |

### 3 Results per Vertical

#### 3.1 Results for Vertical 1 (X = 15,00 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 1,400        | 14,400                       | 1,400                    | 0,000            | 0,010             |
| 1,300        | 16,100                       | 1,300                    | 0,000            | 0,010             |
| 1,200        | 17,800                       | 1,200                    | 0,000            | 0,010             |
| 1,100        | 19,500                       | 1,100                    | 0,000            | 0,010             |
| 1,000        | 21,200                       | 1,000                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,900        | 22,900                       | 0,900                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,800        | 24,600                       | 0,800                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,700        | 26,300                       | 0,700                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,600        | 28,000                       | 0,600                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,500        | 29,700                       | 0,500                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,400        | 31,400                       | 0,400                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,200        | 34,800                       | 0,200                    | 0,000            | 0,010             |
| 0,200        | 34,800                       | 0,200                    | 0,000            | 0,010             |
| -0,300       | 43,800                       | -0,300                   | 0,000            | 0,010             |
| -0,800       | 52,800                       | -0,800                   | 0,000            | 0,010             |
| -0,800       | 52,800                       | -0,800                   | 0,000            | 0,010             |
| -1,100       | 55,560                       | -0,831                   | 0,000            | 0,009             |
| -1,300       | 58,496                       | -0,763                   | 1,962            | 0,008             |
| -1,800       | 70,800                       | -1,100                   | 6,867            | 0,005             |
| -1,800       | 70,800                       | -1,100                   | 6,867            | 0,005             |
| -2,400       | 82,200                       | -1,100                   | 12,753           | 0,005             |
| -3,000       | 93,600                       | -1,100                   | 18,639           | 0,005             |
| -3,000       | 93,600                       | -1,100                   | 18,639           | 0,005             |
| -3,500       | 88,802                       | -1,093                   | 9,319            | 0,003             |
| -4,000       | 84,030                       | -1,088                   | 0,000            | 0,002             |
| -4,000       | 84,030                       | -1,088                   | 0,000            | 0,002             |
| -5,000       | 93,157                       | -1,081                   | 0,000            | 0,002             |
| -6,000       | 102,317                      | -1,078                   | 0,000            | 0,001             |
| -7,000       | 111,510                      | -1,079                   | 0,000            | 0,001             |
| -8,000       | 120,737                      | -1,082                   | 0,000            | 0,001             |
| -9,000       | 129,997                      | -1,089                   | 0,000            | 0,000             |
| -10,000      | 139,291                      | -1,100                   | 0,000            | 0,000             |

#### 3.2 Results for Vertical 2 (X = 56,46 m; Z = 0,00 m)

| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 1,400        | 14,400                       | 1,400                    | 0,000            | 0,009             |
| 1,300        | 16,100                       | 1,300                    | 0,000            | 0,009             |
| 1,200        | 17,800                       | 1,200                    | 0,000            | 0,009             |
| 1,100        | 19,500                       | 1,100                    | 0,000            | 0,009             |
| 1,000        | 21,200                       | 1,000                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,900        | 22,900                       | 0,900                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,800        | 24,600                       | 0,800                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,700        | 26,300                       | 0,700                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,600        | 28,000                       | 0,600                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,500        | 29,700                       | 0,500                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,400        | 31,400                       | 0,400                    | 0,000            | 0,009             |



| Depth<br>[m] | Effective<br>Stress<br>[kPa] | Hydraulic<br>head<br>[m] | Loading<br>[kPa] | Settlement<br>[m] |
|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| 0,200        | 34,800                       | 0,200                    | 0,000            | 0,009             |
| 0,200        | 34,800                       | 0,200                    | 0,000            | 0,009             |
| -0,300       | 43,800                       | -0,300                   | 0,000            | 0,009             |
| -0,800       | 52,800                       | -0,800                   | 0,000            | 0,009             |
| -0,800       | 52,800                       | -0,800                   | 0,000            | 0,009             |
| -1,100       | 55,560                       | -0,831                   | 0,000            | 0,008             |
| -1,300       | 58,496                       | -0,763                   | 1,962            | 0,008             |
| -1,800       | 70,800                       | -1,100                   | 6,867            | 0,005             |
| -1,800       | 70,800                       | -1,100                   | 6,867            | 0,005             |
| -2,400       | 82,200                       | -1,100                   | 12,753           | 0,005             |
| -2,600       | 86,000                       | -1,100                   | 14,715           | 0,005             |
| -3,000       | 89,676                       | -1,100                   | 14,715           | 0,005             |
| -3,000       | 89,676                       | -1,100                   | 14,715           | 0,005             |
| -3,500       | 86,844                       | -1,093                   | 7,357            | 0,003             |
| -4,000       | 84,034                       | -1,088                   | 0,000            | 0,002             |
| -4,000       | 84,034                       | -1,088                   | 0,000            | 0,002             |
| -5,000       | 93,160                       | -1,082                   | 0,000            | 0,002             |
| -6,000       | 102,320                      | -1,078                   | 0,000            | 0,001             |
| -7,000       | 111,513                      | -1,079                   | 0,000            | 0,001             |
| -8,000       | 120,739                      | -1,082                   | 0,000            | 0,001             |
| -9,000       | 129,998                      | -1,090                   | 0,000            | 0,000             |
| -10,000      | 139,291                      | -1,100                   | 0,000            | 0,000             |

## 4 Settlements

### 4.1 Settlements

| Vertical number | X co-ordinate [m] | Z co-ordinate [m] | Surface level [m] | Settlement [m] |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1               | 15,00             | 0,00              | 1,40              | 0,010          |
| 2               | 56,46             | 0,00              | 1,40              | 0,009          |

### 4.2 Residual Times

| Vertical number | Time [days] | Settlement [m] | Part of final settlement [%] | Residual settlements [m] |
|-----------------|-------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| 1               | 0           | 0,000          | 0,000                        | 0,010                    |
|                 | 5           | 0,005          | 45,077                       | 0,006                    |
|                 | 10          | 0,007          | 67,352                       | 0,003                    |
|                 | 15          | 0,009          | 85,559                       | 0,001                    |
|                 | 20          | 0,010          | 100,000                      | 0,000                    |
| 2               | 0           | 0,000          | 0,000                        | 0,009                    |
|                 | 5           | 0,004          | 43,059                       | 0,005                    |
|                 | 10          | 0,006          | 65,945                       | 0,003                    |
|                 | 15          | 0,008          | 84,896                       | 0,001                    |
|                 | 20          | 0,009          | 100,000                      | 0,000                    |

## 5 Warnings and errors

List of non-fatal warnings and errors generated during calculation.

- 1 If multiple layers, that are designated as 'drained' in the 'Materials' window, are used in the subsurface schematisation, the (effective) stresses in these layers are immediately adapted to the water pressure in the layer to which the Water Loads are applied if that layer is also designated as a drained layer. For more information, the user manual can be consulted.

## End of Report