

## RAPPORT

# Eemdijk TGG-toepassing: milieukundige bodemsituatie en onderzoeksvoorstel

Conceptueel model

Klant: Waterschap Vallei en Veluwe

Referentie: T&PBD9964R001F0.1

Versie: 0.1/Finale versie

Datum: 22 september 2017

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35  
3818 EX Amersfoort  
Netherlands  
Transport & Planning  
Trade register number: 56515154

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

Titel document: Eemdijk TGG-toepassing: milieukundige bodemsituatie en onderzoeksvorstel

Ondertitel: Eemdijk TGG-toepassing CM  
Referentie: T&PBD9964R001F0.1  
Versie: 0.1/Finale versie  
Datum: 22 september 2017  
Projectnaam: Eemdijk TGG-toepassing CM  
Projectnummer: BD9964  
Auteur(s): 

Opgesteld door: 

Gecontroleerd door: 

Datum/Initialen: 2017-09-22 / ME

Goedgekeurd door: 

Datum/Initialen: *Volgt na concept*

Classificatie

Vertrouwelijk



### Disclaimer

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

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Situatie en opzet</b>	<b>1</b>
1.1	Situatie	1
1.2	Opzet	2
<b>2</b>	<b>Conceptueel model</b>	<b>3</b>
2.1	Beschrijving bodemsituatie	3
2.1.1	Ligging TGG-toepassing	3
2.1.2	Bodemopbouw, grond- en oppervlaktewater (geohydrologie)	3
2.2	Beschrijving verontreinigingssituatie	4
2.3	Schematisatie	7
2.4	Interpretatie en onderzoeksvragen	8
<b>3</b>	<b>Onderzoeksvoorstel vervolg</b>	<b>9</b>
3.1	Doel	9
3.2	Onderzoeksstrategie en uit te voeren werkzaamheden	9
3.3	Interactie met lopende TGG-onderzoeken	11
3.4	Rapportage en planning	11

## Bijlagen

As-built kaarten

Dijkprofielen

Overzicht onderzoeksgegevens grondwater

## 1 Situatie en opzet

### 1.1 Situatie

Het Waterschap Vallei & Veluwe (WSVV) heeft aan de Eemdijk een dijkversterking uitgevoerd door de binnenberm te vergroten. In de kern van de aanberming is thermisch gereinigde grond (TGG) toegepast, als bekleding is klei toegepast. De TGG is onder certificaat toegepast als grootschalige bodemtoepassing (GBT) zoals is beschreven in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) en de technische uitwerking daarvan de Regeling bodemkwaliteit (Rbk). In figuur 1 is de locatie met de toepassing aangegeven.



Figuur 1: toepassingslocatie

De TGG is bij aanvang toegepast in de binnendijkse aanberming van de dijk, hierbij is een deel van de TGG in de oorspronkelijke sloot toegepast. In combinatie met de zetting op de slappe veenondergrond ligt er nu een fors deel van de TGG-toepassing onder het grondwaterniveau. Hierdoor logen er stoffen uit naar het grondwater en komen via het grondwater in het oppervlaktewater van de naastgelegen sloot. De effecten op de omgeving uiten zich momenteel in een neerslag van zout aan de rand van de sloot (wel zeer plaatselijk) en de aanwezigheid van stoffen in het oppervlaktewater die te relateren zijn aan de toepassing met TGG. Om de potentiële risico's op korte termijn (met name risico's voor veedrenking) te beheersen wordt het oppervlaktewater in de sloot continue verversd en het afgepompte oppervlaktewater afgevoerd naar het Randmeer.

De RUD heeft het WSVV in januari 2017 verzocht om een conceptueel model en een plan van aanpak voor het uitvoeren van verder onderzoek (jan 2017). Een deel hiervan is uitgevoerd door B-ware en aan de RUD gezonden op juli 2017. Het onderzoeksrapport van B-Ware is wetenschappelijk ingestoken en past niet op de wettelijk verplichte onderzoeksprotocollen voor het vaststellen van de milieukundige bodemsituatie.

Het onderzoek van B-ware zich focust op potentiële effecten, vrachten en maximale uitloging en geeft niet aan wat nu de werkelijke verontreinigingssituatie is. Deze focus van het rapport op potentiële effecten is verklaarbaar. Ten tijde van het opstarten van dit onderzoek is de scope vergroot omdat er hoge concentraties van onder andere sulfaat in oppervlaktewater in 2016 waren gemeten. Na het onderzoek bleek de TGG-toepassing van een onnatuurlijke samenstelling, wat zich onder andere uitte in een zeer

hoge sulfaatgehalte en een zeer hoge pH. Grond van een dergelijke samenstelling aanbrengen op een veenlaag, in combinatie met de ligging onder grondwatervluchtlinie, is voor zover ons bekend uniek. Het Waterschap wilde eerst een zo compleet mogelijk beeld vormen van de directe en indirecte (potentiele) risico's.

Nu de potentiële effecten bekend zijn, wil het waterschap de daadwerkelijke verontreinigingssituatie van de bodem vaststellen om daarmee de oplossing te kunnen bepalen. Van de TGG-toepassing is inmiddels voldoende bekend, van de grond en grondwaterkwaliteit niet. Er is immers pas één grond- en grondwateronderzoek uitgevoerd. De huidige set aan onderzoeksgegevens is daarom (op dit moment) te summier om redelijkerwijs en zorgvuldig een oplossing te bepalen om te voldoen aan de gestelde voorwaarden, verwijderen bodemverontreiniging en voorkomen van aantasting. Derhalve volgt het Waterschap de eerdere aanwijzing van de RUD om een conceptueel model op te stellen waarmee de verontreinigingssituatie van grond en grondwater inzichtelijk wordt.

In dit rapport is het conceptueel model opgenomen samen met het daaruit volgende onderzoeksvoorstel.

## 1.2 Opzet

Het onderzoeksdoel is het verkrijgen van voldoende informatie om een gefundeerde keuze te maken hoe de bodemverontreiniging wordt verwijderd en wordt voorkomen dat er verdere aantasting van de plaatsvindt. Vooralsnog zitten er gaten in de informatie. Om op een gestructureerde en navolgbare wijze inzicht te krijgen in de informatiegaten zijn onderzoeksvragen geformuleerd. Hiertoe is het principe van het conceptueel model gebruikt.

Een conceptueel model is een beschrijving van de verontreinigingssituatie aangevuld met een beschrijving van het systeem (bodemopbouw en grondwater) waarin de verontreiniging zich bevindt en welke processen (verspreiding door grondwaterstroming, biologische afbraak, vastlegging) van invloed zijn op de verontreiniging en de receptoren van die verontreiniging (gebruik locatie, bedreigde objecten bijvoorbeeld een grondwaterwinning of oppervlaktewater e.d.). Een conceptueel model is dus een geschematiseerde beschrijving van alles wat er van de verontreiniging bekend is en het generieke gedrag van die stof in bodem en grondwater. Het moet een verklaring bieden voor wat er in het veld wordt waargenomen zonder dat het op peilbuis niveau exacte concentraties moet kunnen berekenen.

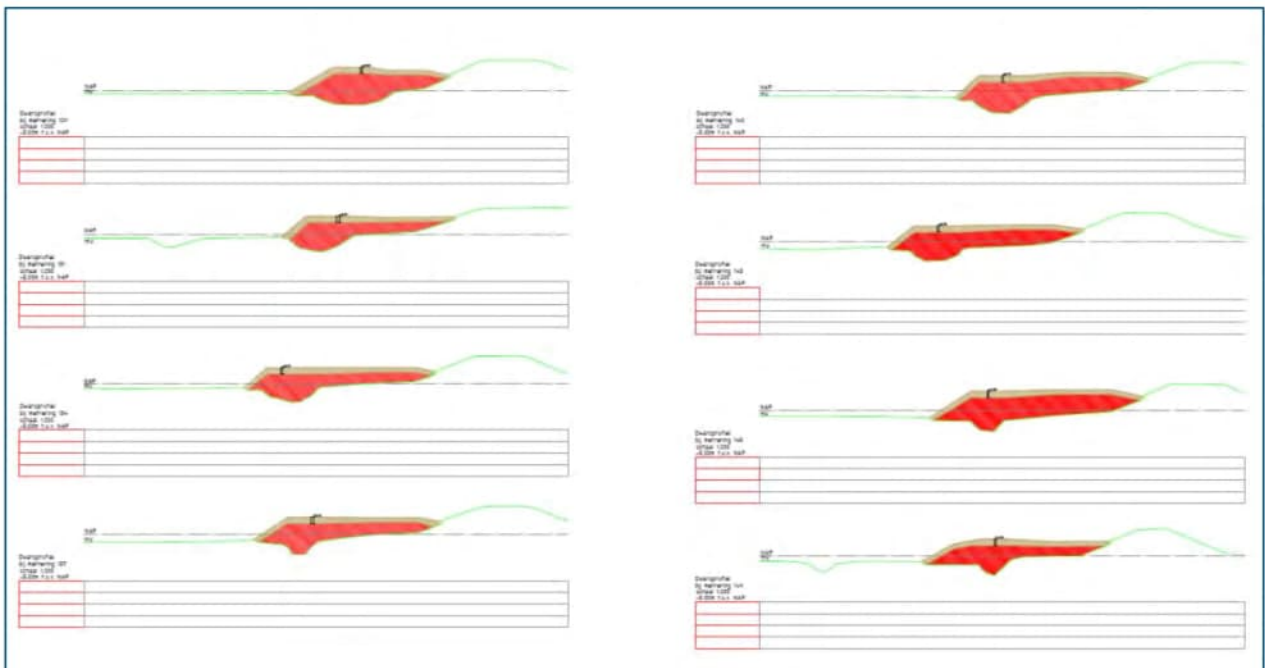
## 2 Conceptueel model

### 2.1 Beschrijving bodemsituatie

#### 2.1.1 Ligging TGG-toepassing

In bijlage 1 is een overzichtskaart en dwarsdoorsneden opgenomen met de ligging van de TGG in het dijklichaam. Over een lengte van ongeveer 2,5 kilometer is TGG toegepast in de binnenberm van het dijklichaam.

In figuur 2.1 zijn voor de beeldvorming de dwarsdoorsneden weergegeven. Uit de dwarsdoorsneden blijkt dat over het hele traject, het diepste punt van de TGG-toepassing ter hoogte van de voormalige sloot ligt. De TGG-toepassing ligt op het diepste punt op een diepte van ongeveer 3 m-NAP, dat is ongeveer 2 meter onder het grondwaterniveau.

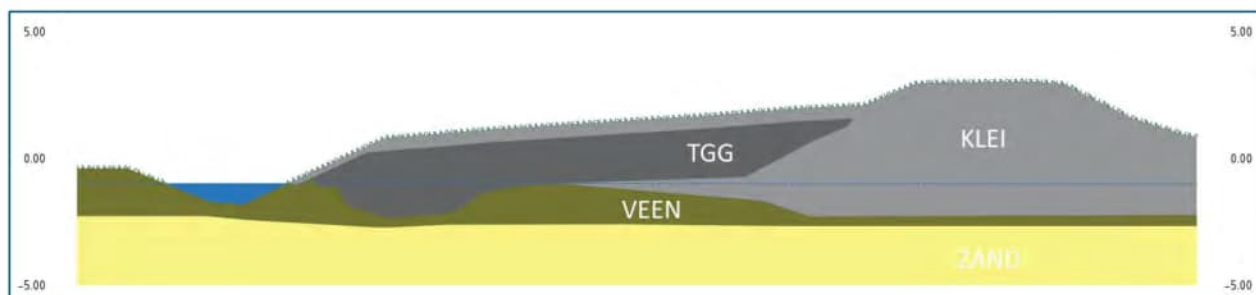


Figuur 2.1: Dwarsdoorsnede TGG-toepassing in de aanberming van het dijklichaam

#### 2.1.2 Bodemopbouw, grond- en oppervlaktewater (geohydrologie)

##### Bodemopbouw

In figuur 2.2 is de dwarsdoorsnede van de toepassing met TGG weergegeven. Uit dit figuur blijkt dat TGG alleen ter plaatse van de oorspronkelijke sloot in het grondwater ligt. Uit de dwarsdoorsnede blijkt tevens dat het veen is gezet onder de TGG laat en nu een dikte heeft van ongeveer 1 meter. De oorspronkelijke kleilaag is nog in het profiel aanwezig en ligt als een "soort" storende laag tussen de TGG-toepassing en het veen.



Figuur 2.2: Dwarsdoorsnede binnendijkse aanberming

### Grond en oppervlaktewater

Het grondwater bevindt zich op ongeveer hetzelfde niveau als het beheerst oppervlaktewaterpeil (1 m-NAP) omdat het veen goed doorlatend is, zelfs na zetting. Het gebied ligt in een polder waarin kwel optreedt.

Het oppervlaktewater in de sloot is onderdeel van het oppervlaktewatersysteem en wordt beheerst op een peil van 1 m-NAP. De sloot wordt continue bemalen waardoor het oppervlaktewater steeds ververscht wordt. Het bemalen water wordt geloosd op het randmeer. De kwaliteit van het geloosde water worden periodiek onderzocht.

Tijdens de aanleg is TGG in de omliggende sloten gespoeld waardoor het slib is verontreinigd. Het Waterschap heeft in september/oktober 2016 de sloten gebaggerd.

## 2.2 Beschrijving verontreinigingssituatie

### Uitgevoerde bodemonderzoeken

1. Effecten van het gebruik van thermisch gereinigde grond als dijkversteving. Een effectstudie aan omgevingseffecten en veenafbraak, Rapportnummer: RP-16.128.17.32, B-Ware 2017
2. Partijkeuring grond, keuring ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, december 2016 en Uitloogonderzoek ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, januari 2017
3. Uitspoelingsonderzoek GBT Eemdijk Noord, Bodex Milieu BV, juli 2016
4. Waterbodemonderzoek Eemdijk/Westdijk, Niebeek Milieumanagement BV, september 2016
5. Hunneman Milieu-advies, Nulonderzoek Dijklichaam Bunschoten
6. Terratest: Keuring ATM-zand GBT Eemdijk, november 2016

### ***Ad. 1) Effecten van het gebruik van thermisch gereinigde grond als dijkversteving. Een effectstudie aan omgevingseffecten en veenafbraak, Rapportnummer: RP-16.128.17.32, B-Ware 2017.***

Het rapport van B-Ware is een wetenschappelijke benadering van de situatie, dat heeft voor en nadelen. Er is veel informatie gegenereerd over de samenstelling van het TGG, de onderliggende bodemlaag en het grondwater. Er worden sterke conclusies getrokken gebaseerd op de gemeten waarden ten opzichte van de referentiewaarden die later weer worden afgezwakt, daarnaast is de betrouwbaarheid van de meetinformatie is niet beschouwd en worden de achtergrondconcentraties en natuurlijke variatie niet meegenomen. Dit heeft tot gevolg dat een eenduidige de vertaling naar een oplossing niet kan worden afgeleid. Derhalve gebruiken het onderzoek als 1e stap om inzicht te krijgen in de daadwerkelijk verontreinigingssituatie. Onderstaand hebben wij een samenvatting opgesomd:

- De TGG verschilt sterk in chemische samenstelling ten opzichte van de aanwezige grondsoorten. TGG bevat hogere uitwisselbare sulfaat-, natrium-, kalium-, chloride-, bromide- en calciumconcentraties. Daarnaast is de pH in de TGG bodems - in vergelijking met wat doorgaans

in Nederlandse bodemtypen wordt aangetroffen – opvallend hoog (pH 10,0-11,5) en zijn er verhoogde gehalten aangetroffen van (zware) metalen waaronder cadmium, koper, lood, barium, molybdeen, nikkel, vanadium, tin en zink. TGG monsters is er een overschrijding van de emissietoetswaarde voor de elementen V, Pb, Zn. Met name de uitspoelbare fracties van sulfaat, natrium en in mindere mate chloride, calcium, kalium en bromide zijn erg hoog.

- Uit analyses van het grondwater in de aanberming van het dijklichaam zijn sterk verhoogde sulfaat-, natrium-, chloride-, kalium-, fluoride-, en bromide concentraties gemeten en soms ook een sterk verhoogde pH. Kortom, er vindt dus aantoonbaar uitspoeling van elementen uit de TGG naar het grondwater plaats. Naast sterk verhoogde concentraties van anionen en kationen zijn ook verhoogde concentraties van molybdeen, arseen en vanadium in het grondwater aangetroffen. Voor de elementen molybdeen (overschrijding van circa 10 X de interventiewaarde), arseen en vanadium wordt de interventiewaarde in het grondwater overschreden. Deze overschrijding van de interventiewaarde wordt enkel aangetroffen in grondwater in bodemlagen die onder invloed staan van het aanwezige TGG. Het grondwater in de regio van de onderzoekslocatie bevat licht verhoogde chloride, natrium en sulfaat concentraties (historische invloed van de Zuiderzee), maar de tijdens dit onderzoek aangetroffen concentraties die uit de TGG spoelen zijn beduidend hoger. Voor overige metalen zoals barium, cadmium, chroom, kwik, nikkel, antimoon en tin overschrijden de concentraties in het grondwater de streefwaarde voor ondiep of diep grondwater (circulaire bodemsanering). Nikkel overschrijdt ook de interventiewaarde maar een relatie met TGG is niet duidelijk aanwezig.
- De resultaten van de hydrologische modellering (op basis van sulfaat, chloride en natrium) duiden op de uitspoeling van elementen uit de TGG laag via de onderliggende bodem naar de watergang ten zuiden van de Eemdijk waar het water opkwelt.
- Er zijn verhogingen ten opzichte van het referentiepunt aangetoond in de direct onderliggende veen of kleilaag. Dit kan ook komen door de natuurlijke variatie of achtergrondgehalten. Er wordt niet ingegaan dat dit het oorspronkelijke maaiveld is.
- Het goed voorspellen van de mate van uitspoeling van stoffen uit de TGG en de potentiële effecten hiervan op de omgeving is complex.

Uit het beoordeling van het onderzoek blijkt het volgende:

- De aanberming heeft binnendijs plaatsgevonden.
- TGG-zand is toegepast in de kern als zandvervanger bij de aanberming.
- TGG-zand is toegepast op het kleidek van de binnenberm van de dijk en het voorland. Onder het kleidek bevindt zich veen en daaronder zand.
- Bij de aanberming is de sloot verplaatst en is de oorspronkelijke sloot onderdeel geworden van de binnenberm.
- De bodem van de oorspronkelijke sloot is veen.
- Bij de aanberming is de oorspronkelijke sloot is opgevuld met TGG-zand. Dit is het diepste deel van de constructie en fungeert als een soort verzamelputje of in de lengte ruimtelijk gezien als een drain.
- De binnenberm is aan de bovenkant afgewerkt met een kleidek waardoor de TGG-zand is afgedekt.
- Er heeft 1,5 meter zetting opgetreden waardoor het TGG-zand deels in het grondwater ligt. Door de zetting is de oorspronkelijke kleidek verdicht en is slecht doorlatend geworden.
- Het grootste deel dat in het grondwater ligt is het deel van de oorspronkelijke sloot (ter plaatse van het verzamelputje).
- De nieuwe sloot is onderdeel van een beheerst polderpeil van 1 m-NAP.
- Het veen heeft voornamelijk een horizontale stroming, de verticale stroming is zeer gering, waardoor er een grondwaterstromingsrichting van de oorspronkelijke sloot naar de nieuwe sloot is



- ontstaan. Vanwege een lichte kwel wordt het freatische grondwater vrijwel direct horizontaal afgevoerd (inzijging naar diepere lagen wordt niet verwacht).
- Door het beheerst polderpeil is de afvoer van grondwater uit de oorspronkelijke sloot met TGG (het verzamelputje) vrijwel volledig richting de sloot.
  - Er zijn vier transecten of raaien met peilbuizen geplaatst in de TGG-toepassing. De filters zijn afgesteld in het TGG-zand, in de veenlaag en in de zandlaag.
  - Er is één referentie-transect geplaatst.
  - Naast de peilbuizen zijn ook keramische cups geplaatst om het grondwater te bemonsteren.
  - Onderzoek van de grond onder de TGG-toepassing, het oorspronkelijke maaiveld, geeft geen indicatie dat deze verontreinigd is door de TGG-toepassing. De gemeten gehalten zijn vergelijkbaar met de gemeten gehalten in het referentietransect (bijlage 4 en 8).
  - Er zijn diverse stoffen verhoogd gemeten in het grondwater onder het TGG-zand (bijlage 7 en 8).
  - Het grondwater in de TGG-zand is niet onderzocht door de peilbuizen te bemonsteren maar door monsters onder vacuüm uit de ceramische cups te trekken. De resultaten van dit onderzoek is opgenomen in bijlage 6 en 8. Deze methode van onderzoek is niet geaccrediteerd.
  - De afstelling van diverse filters direct onder de veenlaag was technisch lastig. Hierdoor is de afdichting niet te garanderen en is lekstroom mogelijk bij het afpompen voor watermonstername. Dit geldt in ieder geval voor de meetpunten 3B en 4B. In deze twee meetpunten zijn ook de hoogste waarden gemeten.
  - Op meetpunt 3B is TGG-zand toegepast in het traject 1,3-3,2 m-mv, het filter is afgesteld op 3-4 m-mv en de grondwaterstand is ongeveer 1,8 m-mv. het filter staat dus deels afgesteld in het TGG-zand. Op dit meetpunt zijn de verhoogde concentraties gemeten van arseen, bromide, chloride, molybdeen, nikkel, sulfaat en vanadium. Arseen en nikkel zijn met deze achtergrondwaarden van nature aanwezige stoffen en de mate van uitloging van chloride uit het TGG-zand is onduidelijk omdat ook hiervan hogere concentraties voorkomen.
  - Het grondwater in de veenlaag onder het verzamelputje is verontreinigd met diverse stoffen.
  - In de zandlaag onder de veenlaag zijn nauwelijks stoffen verhoogd gemeten.
  - In de veenlaag tussen het oppervlaktewater en het verzamelputje met TGG-zand zijn stoffen verhoogd gemeten.
  - Op de twee meetpunten die naast de TGG-toepassing staan (buitendijks en in het weiland) zijn geen stoffen verhoogd gemeten.

***Ad.2) Partijkeuring grond, keuring ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, december 2016 en Uitloogonderzoek ATM-zand GBT Eemdijk, Bodex Milieu BV, januari 2017***

In de partijkeuring is een partij van 5000 m<sup>3</sup> onderzocht en de bodemkwaliteitsklasse vastgesteld. Het onderzoek is volledig volgens de hiervoor geldende protocollen onderzocht. De partij is getoetst als bodemkwaliteitsklasse Industrie en voldoet aan de (maximale) emissiewaarden voor grootschalige toepassingen op of in de landbodem (GBT). De onderzoeksresultaten zijn alleen getoetst aan de genormeerde stoffen zoals opgenomen in de Regeling bodemkwaliteit.

Op de monsters van de partijkeuring is uitloogonderzoek (kolomproef L/S=10 en analyse van het eluaat) uitgevoerd op de anionen. In de briefrapportage is het volgende aangegeven:

*Hierbij wordt opgemerkt dat de analyseresultaten voor zover mogelijk zijn getoetst aan de in tabel 1 van bijlage B in de 'Regeling bodemkwaliteit' genoemde normen. De onderzochte parameters bromide, chloride, sulfaat en fluoride zijn in het Bbk echter niet genormeerd. Derhalve geeft Bodex aan dat deze ook niet conform het Bbk worden getoetst en over deze aanvullend geanalyseerde stoffen derhalve geen conclusies zijn te trekken.*

Uit de resultaten van het uitloogonderzoek blijkt dat bijna alleen bromide en sulfaat normwaarde voor niet vormgegeven bouwstoffen duidelijk overschrijden. Daarnaast is de zuurgraad (pH) hoog, gemiddeld 10,4.

Uit beide onderzoeken kunnen wij concluderen dat de TGG geclassificeerd is als bodemkwaliteitsklasse Industrie maar dat het wel uitlooft waardoor het niet voor alle toepassingen geschikt is.

### 3). *Uitspoelingsonderzoek GBT Eemdijk Noord, Bodex Milieu BV, juli 2016*

Door Bodex Milieu B.V. is onderzoek uitgevoerd, waarbij grondmonsters van het ATM-zand, de nieuw gegraven sloot en uit de zijsloten zijn onderzocht om de actuele bodemkwaliteit te kunnen vaststellen. Aanleiding was de uitspoeling van de fijne fractie naar de slootbodem in de directe omgeving van de TGG-toepassing. Uit het onderzoek bleek dat de fractie een bescheiden negatief effect heeft gehad op de kwaliteit van de waterbodem. Wel zijn van grote trajecten de mengmonsters samengevoegd waardoor er verdunning van het effect heeft plaatsgevonden.

### 4). *Waterbodemonderzoek Eemdijk/Westdijk, Niebeek Milieumanagement BV, september 2016*

De onderzoeksvakken in het uitspoelingsonderzoek van Bodex zijn gecompartmenteerd en nader onderzocht. Hieruit bleek dat de baggerspecie niet verspreidbaar is. Het Waterschap heeft direct na dit onderzoek (oktober 2016) de watergangen laten baggeren.

### 5). *Hunneman Milieuadvies, Nulonderzoek Dijklichaam Bunschoten*

Hunneman Milieuadvies heeft op diverse plaatsen in de aanberming TGG-monsters genomen en hiervan de emissie bepaald. Uit het onderzoek blijkt dat er een emissie is van de stoffen bromide, chloride en sulfaat. Er zijn wettelijk geen emissie-eisen vastgesteld voor deze stoffen in grond, wel in bouwstoffen. Indien de emissiewaarden worden getoetst aan de emissie-eisen voor bouwstof dan blijkt dat bromide, chloride en sulfaat de emissie-eisen overschrijden en als niet toepasbaar beschouwd moeten worden.

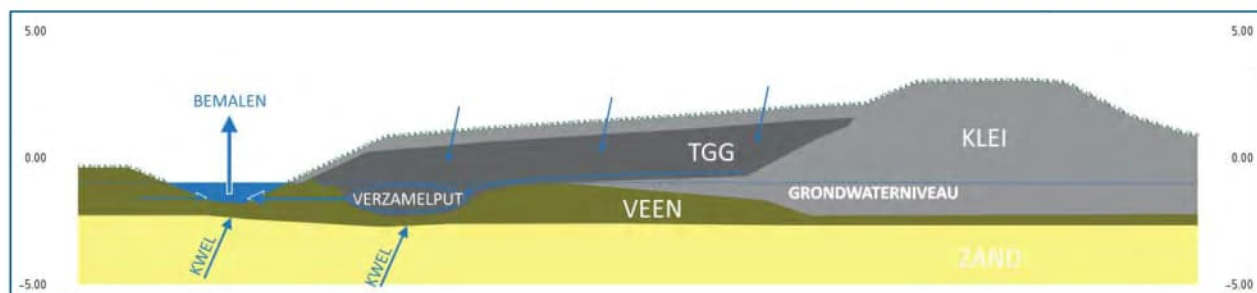
### 6). *Terratest: Keuring ATM-zand GBT Eemdijk, november 2016*

Er is een terratest uitgevoerd op het TGG-zand. Het certificaat met analyseresultaten is opgenomen in bijlage 7 van het Bodex rapport. De TerrAttesT is een compleet bodemonderzoekspakket. De terratest is een kwalitatieve én kwantitatieve screening van meer dan 200 verbindingen en niet een geaccrediteerde analyse onder AS3000. Uit de screening van de TGG blijkt het volgende:

- Enkele metalen zijn verhoogd ten opzichte van de streefwaarde gemeten.
- Benzeen, Fenol en PAK zijn aangetoond (respectievelijk in de gehalten 0,3, 0,11 en 0,37 mg/kg).
- Twee organische verbindingen Bifenyl en Dibenzofuran.
- Chloorbenzenen, Chloorfenolen, Polychloorbifenylen (PCB), Organochloorbestrijdingsmiddelen (OCB) zijn niet gemeten.

## 2.3 Schematisatie

In figuur 2.3 is in de dwarsdoorsnede van de bodemsituatie schematisch weergegeven. In bijlage 2 zijn de dwarsdoorsneden van de 4 profielen opgenomen. Deze profielen zijn op schaal en de filters van de peilbuizen zijn hierin weergegeven ten opzichte van de grondwaterstand.



Figuur 2.3: Schematisatie bodemsituatie (sterk vereenvoudigd)

## 2.4 Interpretatie en onderzoeksvragen

### Interpretatie

Uit de geïnventariseerde gegevens blijkt het volgende:

- De TGG-toepassing is geclassificeerd als bodemkwaliteitsklasse Industrie op basis van de certificatie en een partijkeuring op een deel van de toepassing. Aandachtspunt zijn de anionen: de anionen zijn in hoge gehalten aanwezig en mobiel waardoor een bodemverontreiniging veroorzaakt wordt bij toepassing in (grond)water.
- De TGG-toepassing staat grotendeels droog, alleen ter plaatse van de oorspronkelijke sloot ligt de TGG in het grondwater (verzamelputje).
- Het grondwater in de TGG-toepassing is verontreinigd met een cocktail aan stoffen, slechts in één meetronde zijn de concentraties vastgesteld volgens de hiervoor verplichte protocollen en normen. Het is zeker dat de TGG-toepassing de kwaliteit van het grondwater negatief heeft beïnvloed.
- Er is geen indicatie dat de grond (veen- en zandlaag) onder de TGG-toepassing verontreinigd is geraakt door de TGG-toepassing. De gemeten gehalten van deze lagen zijn vergelijkbaar met de gemeten gehalten in het referentietransect.
- Het grondwater in de veenlaag onder de TGG-toepassing is alleen ter plaatse van de oorspronkelijke sloot en tussen de oorspronkelijke en huidige sloot verontreinigd. Het grondwater in de veenlaag onder het droge deel van de veenlaag is niet verontreinigd.
- In het grondwater van de zandlaag zijn geen zijn nauwelijks stoffen verhoogd gemeten. Deze stoffen zijn waarschijnlijk van nature aanwezig.
- Op de twee meetpunten die naast de TGG-toepassing staan (buitendijks en in het weiland) zijn geen stoffen verhoogd gemeten.
- De huidige set meetgegevens bevestiging de verwachting dat het veen voornamelijk een horizontale stroming heeft en de verticale stroming is zeer gering is. Hierdoor is een grondwaterstromingsrichting van de oorspronkelijke sloot naar de nieuwe sloot ontstaan. Vanwege een lichte kwel wordt het freatische grondwater vrijwel direct horizontaal afgevoerd (inzijging naar diepere lagen wordt niet verwacht).
- Door het beheerst polderpeil is de afvoer van grondwater uit de oorspronkelijke sloot met TGG (het verzamelputje) vrijwel volledig richting de sloot.

### Onderzoeksvragen

Op basis van de geïnventariseerde gegevens zijn de onderstaande onderzoeksvragen geformuleerd.

1. Wat is de kwaliteit van het grondwater in de TGG-toepassing (verzamelputje)?
2. Wat is de omvang van de grondwaterverontreiniging?
3. Wat is de verspreiding van de verontreiniging?
4. Is de kwaliteit van het sediment van het oppervlaktewater negatief beïnvloed?
5. Is de kwaliteit van het grondwater direct onder de TGG toepassing in de oorspronkelijke sloot aangetast?
6. Is de kwaliteit van het oppervlaktewater in de huidige sloot aangetast?
7. Hoe ziet de geohydrologie ter plaatse van de TGG-toepassing (horizontale en verticale stromingsrichting) eruit?

### 3 Onderzoeksvoorstel vervolg

#### 3.1 Doel

De wettelijk verplichte protocollen zijn in zeer beperkte mate gebruikt waardoor het onderzoek formeel maar voor een klein deel bruikbaar is. Het uit te voeren bodemonderzoek wordt uitgevoerd volgens de wettelijk verplichte protocollen en richt zich op het grondwater en de verspreiding naar het oppervlaktewater.

#### 3.2 Onderzoeksstrategie en uit te voeren werkzaamheden

Het onderzoek richt zich op het vaststellen van de kwaliteit van het grondwater en de verspreiding naar het oppervlaktewater. Hiertoe voeren wij de volgende stappen uit:

1. Vaststellen van de geohydrologie. Er zijn 27 divers geplaatst over de hele dijk die de grondwaterstand continue meten. Met de ze gegevens stellen wij de horizontale en verticale grondwaterstromingsrichting vast. Dit is input op de verspreiding inzichtelijk te maken.
2. Vaststellen kwaliteit grondwater in de TGG-toepassing op 4 verschillende meetpunten. Het grondwater en de TGG hebben het maximale contact in het verzamelputje waardoor er een balans in uitwisseling van stoffen is ontstaan. Deze balans is tevens de worse-case situatie en levert input van de kritische stoffen en de concentraties waarin deze voorkomen. Met de gegevens uit dit onderzoek stellen wij het uiteindelijke analysepakket vast waarmee wij de grondwaterkwaliteit gaan monitoren.
3. Vaststellen effect op sediment van de sloot. Er is precies een jaar geleden gebaggerd waarin het verontreinigde sediment is verwijderd. Dat betekent dat in het aangegroeide sediment van afgelopen jaar een jaar lang de met het grondwater meegevoerde vracht uit de TGG-toepassing heeft geaccumuleerd. Het onderzoek dient om vast te stellen of de TGG-toepassing een negatief effect heeft op het sediment.
4. Verspreiding of effect op de grondwaterkwaliteit van de directe omgeving. Om eventuele horizontale verspreiding vast te stellen hebben wij al peilbuizen naast de TGG-toepassing geplaatst (in het weiland en langs de dijk aan de buitenzijde). Deze peilbuizen worden bemonsterd op de geselecteerde stoffen na het grondwateronderzoek in de TGG-toepassing zelf.
5. Uitvoeren van drie meetronden van de peilbuizen op de meetpunten zoals zijn weergegeven in tabel 3.1 (in totaal 38 stuks). Het analysepakket is afhankelijk van de resultaten uit het onderzoek van bullet 2 maar zal sowieso bestaan uit de metalen en de 4 anionen.

Tabel 3.1: Overzicht meetpunten voor grondwateronderzoek

Meetpunt	Filterstelling (m-mv)	GWS (m-mv)	Traject TGG (m-mv)	Grondsoort filterafstelling	Opmerking
1B	1,2-2,2	1,5	0,6-3,0	TGG-zand	Peilbuis staat in TGG-zand, veel grind aanwezig, $k = +/- 15$ m/dag
1B	4,5-5,0	1,5	0,6-3,0	Veen	Oorspronkelijke bodem
1W-1 en 2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in weiland (stroomopwaarts)
1BD1-2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in buitendijks (stroomafwaarts)
2B	1,2-2,2	1,8	0,6-2,4	TGG-zand	Peilbuis staat in TGG-zand

2B	5,0-6,0	1,8	0,6-2,4	Zand	
2C	3,0-4,0	1,8	0,5-2,3	Veen	
2E	3,5-4,5	0,4		Zand	Buiten TGG-toepassing (weiland)
2F	0,8-1,8	0,4		Veen	Buiten TGG-toepassing (tussen TGG-toepassing en rand sloot)
2F	3,0-4,0	0,4		Zand	Buiten TGG-toepassing (tussen TGG-toepassing en rand sloot)
2G	2,2-3,0	?	0,6-1,9	Klei	
2H	3,5-4,5	?	0,6-1,9	Veen	Kleilaag van 1,9-3,2 m-mv
2H	6,0-7,0	?	0,6-1,9	Veen	Kleilaag van 1,9-3,2 m-mv
2W-1				Veen	Referentiepeilbuis in weiland (stroomopwaarts)
2J	4,6-5,6	1,9		Zand	Buiten TGG-toepassing (buitendijks)
2BD-1				Veen	Referentiepeilbuis buitendijks (stroomafwaarts)
3	2,9-3,9	?	0,7-1,6	Klei	Ligt direct naast 3A
3B	3,0-4,0	?	1,3-3,2	Veen/Zand	Peilbuis staat in TGG-zand
3B1	2,8-3,8	?	1,3-3,2	TGG-zand	Lekstroom vanuit TGG-zand
3C	5,5-6,5		1,5-3,2	Zand	
3W-1 en 2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in weiland (stroomopwaarts)
3BD1-2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in buitendijks (stroomafwaarts)
4B	2,0-3,0	1,8	0,8-3,5	TGG-zand	Peilbuis stata in TGG-zand
4B	3,9-4,7	1,8	0,8-3,5	Veen	
4C	5,5-6,5	1,8	0,8-4,1	Zand	
4F	1,3-2,3			Veen	Buiten TGG-toepassing (tussen TGG-toepassing en rand sloot)
4F	4,0-5,0			Zand	Buiten TGG-toepassing (tussen TGG-toepassing en rand sloot)
4G	3,3-4,0	?	0,6-2,7	Klei	filterstelling klopt niet met dwarsdoorsnede
4H	4,5-5,5	?	0,6-2,7	Veen	
4H	7,0-8,0	?	0,6-2,7	Zand	
4W-1 en 2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in weiland (stroomopwaarts)
4BD1-2				Veen en zand	Referentiepeilbuis in buitendijks (stroomafwaarts)

### 3.3 Interactie met lopende TGG-onderzoeken

Vanuit Rijkswaterstaat WVL en Deltares is aangegeven dat de ATM TGG mogelijk de volgende stoffen bevat:

- Antimoon (Sb)
- Arseen (As)
- Barium (Ba)
- Cadmium (Cd)
- Chroom (Cr)
- Kobalt (Co)
- Koper (Cu)
- Kwik (Hg)
- Lood (Pb)
- Molybdeen (Mo)
- Nikkel (Ni)
- Zink (Zn)
- Tin (Sn)
- Vanadium (V)
- Se seleen
- Be beryllium
- Kalium
- Natrium
- Calcium
- 
- PAK
- PCB
- OCB
- Aromatische stoffen (BTEXNS)
- Minerale olie
- Kalium
- Natrium
- Calcium
- Sulfaat
- Fluoride
- Chloride
- Bromide
- Cyanide vrij en totaal
- Fenolen
- Cresolen
- Vluchtige gechloreerde koolwaterstoffen
- Chloorbenzenen (compleet vluchtig en niet-vluchtig)
- Chloorfenolen( compleet )
- Tributyltinverbindingen (TFT en TBT)
- Dioxines (geen Dr Calux maar HR-MS methode)

Het grondwater dat in direct contact staat wordt onderzocht op bovenstaande stoffen behalve dioxine, indien de analyseresultaten aanleiding geven voor onderzoek op dioxine wordt het grondwater ook op deze stof onderzocht.

### 3.4 Rapportage en planning

#### Rapportage

Als eindproduct wordt een rapport opgeleverd met daarin:

- Het doel en te beantwoorden vragen
- De opzet van het uitgevoerde onderzoek
- De onderzoeksgegevens
- Een trendanalyse
- De interpretatie en conclusie van de gegevens

Tussentijds worden alle meetresultaten gedeeld met de RUD en de overige stakeholders (zie plan van aanpak).

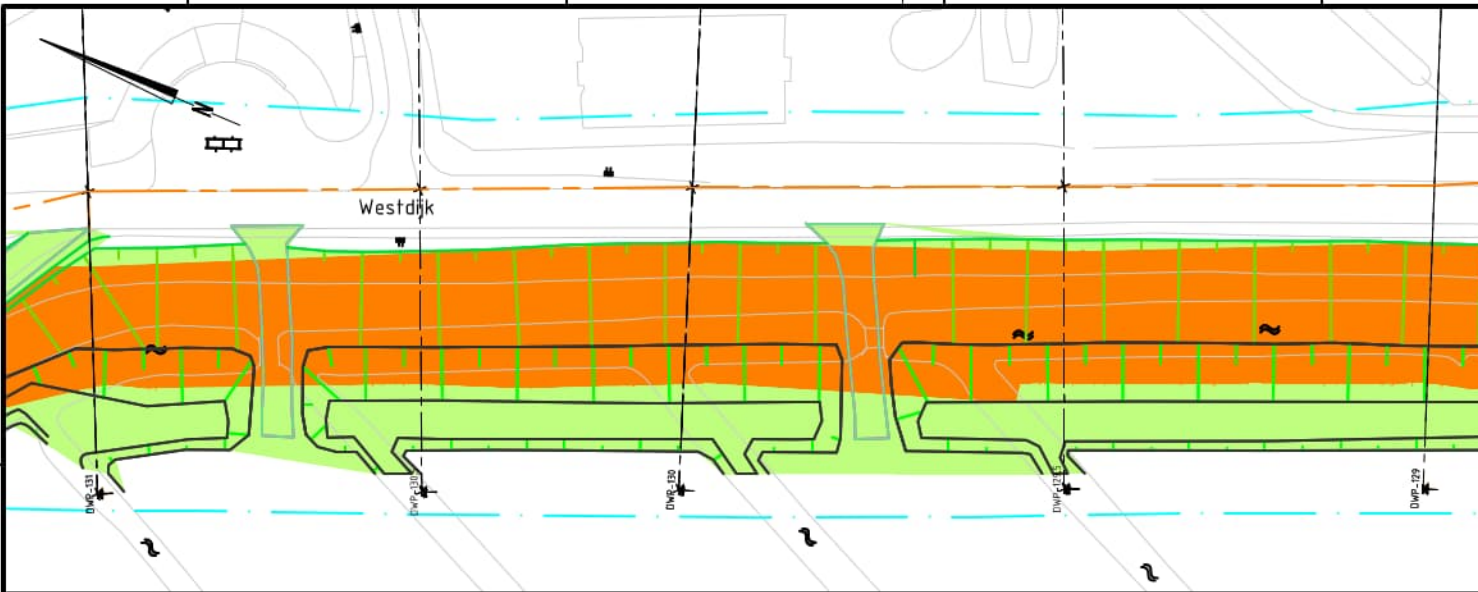
#### Planning

Wij volgen de planning zoals opgenomen in het plan van aanpak.

## **Bijlage 1**

### **As-built kaarten**

Ligging en dwarsdoorsneden



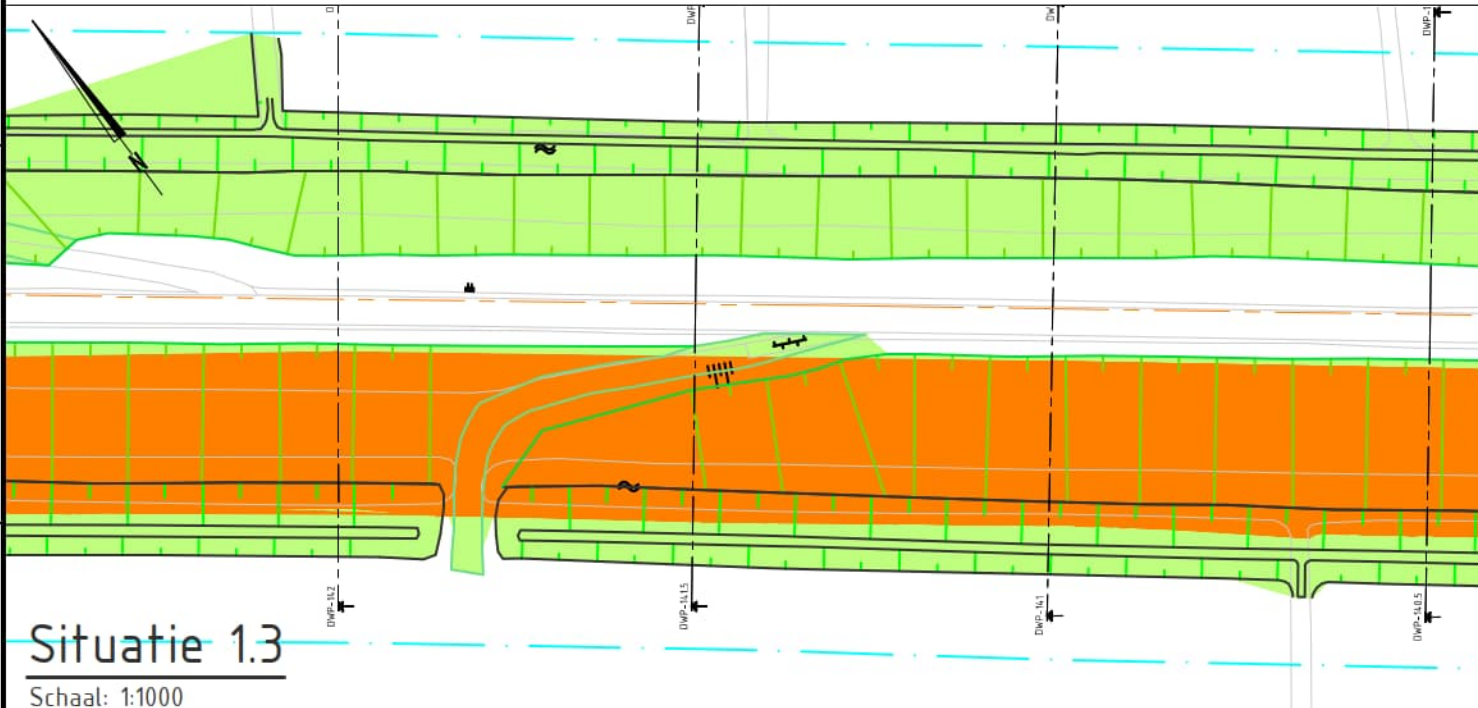
Westdijk

DWP-121

DWP-123

DWP-125

DWP-127



# Situatie 1.3

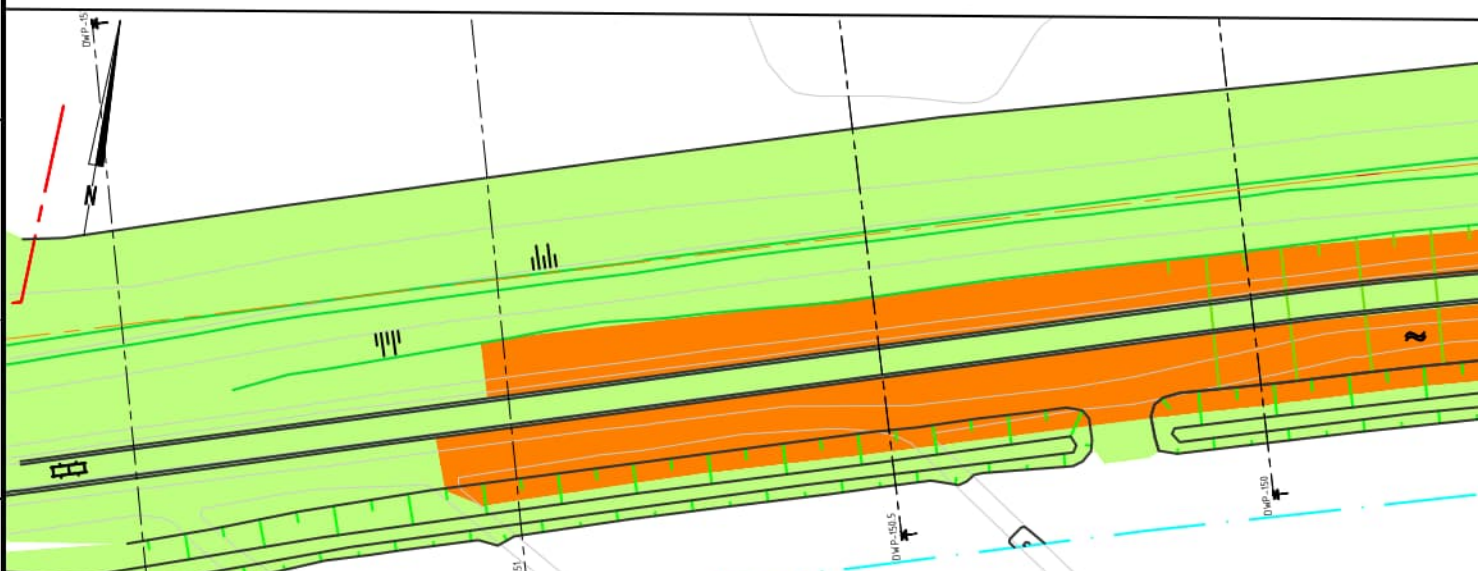
Schaal: 1:1000

DWP-132

DWP-141S

DWP-141

DWP-141S



DWP-151S

DWP-151S

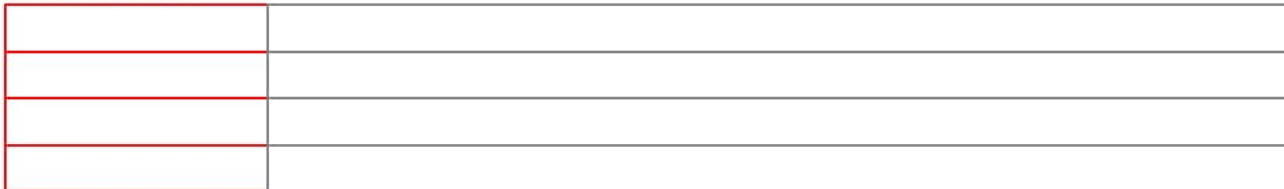
DWP-151





NAP  
MV

Dwarsprofiel  
bij metreering 129  
schaal 1:200  
-5.00m t.o.v. NAP



NAP  
MV

Dwarsprofiel  
bij metreering 131  
schaal 1:200  
-5.00m t.o.v. NAP



NAP  
MV

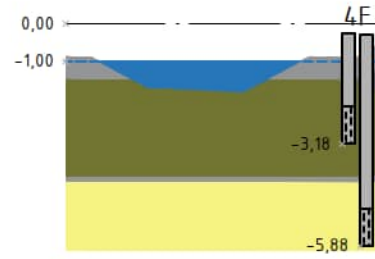
Dwarsprofiel  
bij metreering 134  
schaal 1:200  
-5.00m t.o.v. NAP



## **Bijlage 2**

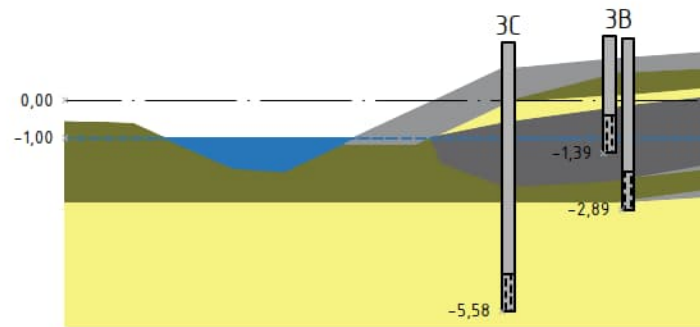
### **Dijkprofielen**

Dwarsdoorsneden met hoogtes peilfilters



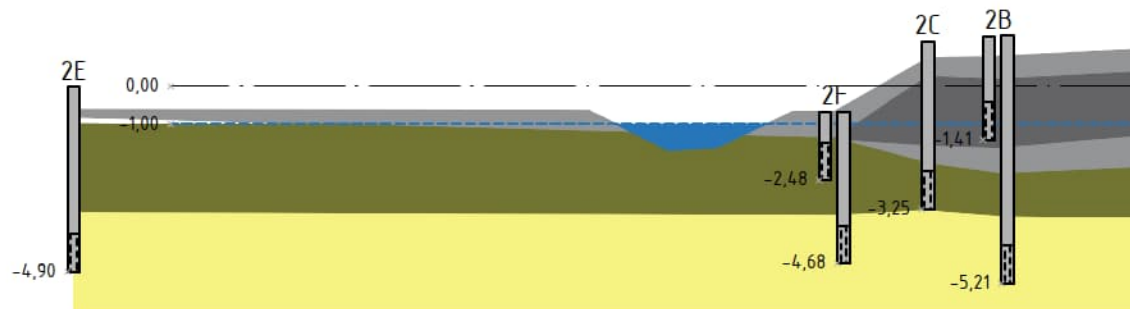
Dwarsprofiel DWP-4  
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	-0,88	-0,88
Afstand bestaande situatie	-27,09	-15,09



Dwarsprofiel DWP-3  
Schaal 1:200

Hoogte bestaande situatie	0,92	0,92	1,11
Afstand bestaande situatie	-32,72	-19,72	-16,79



## **Bijlage 3**

### **Overzicht onderzoeksgegevens grondwater**

Veld- en laboratoriumonderzoeken



Vertrouwelijk

