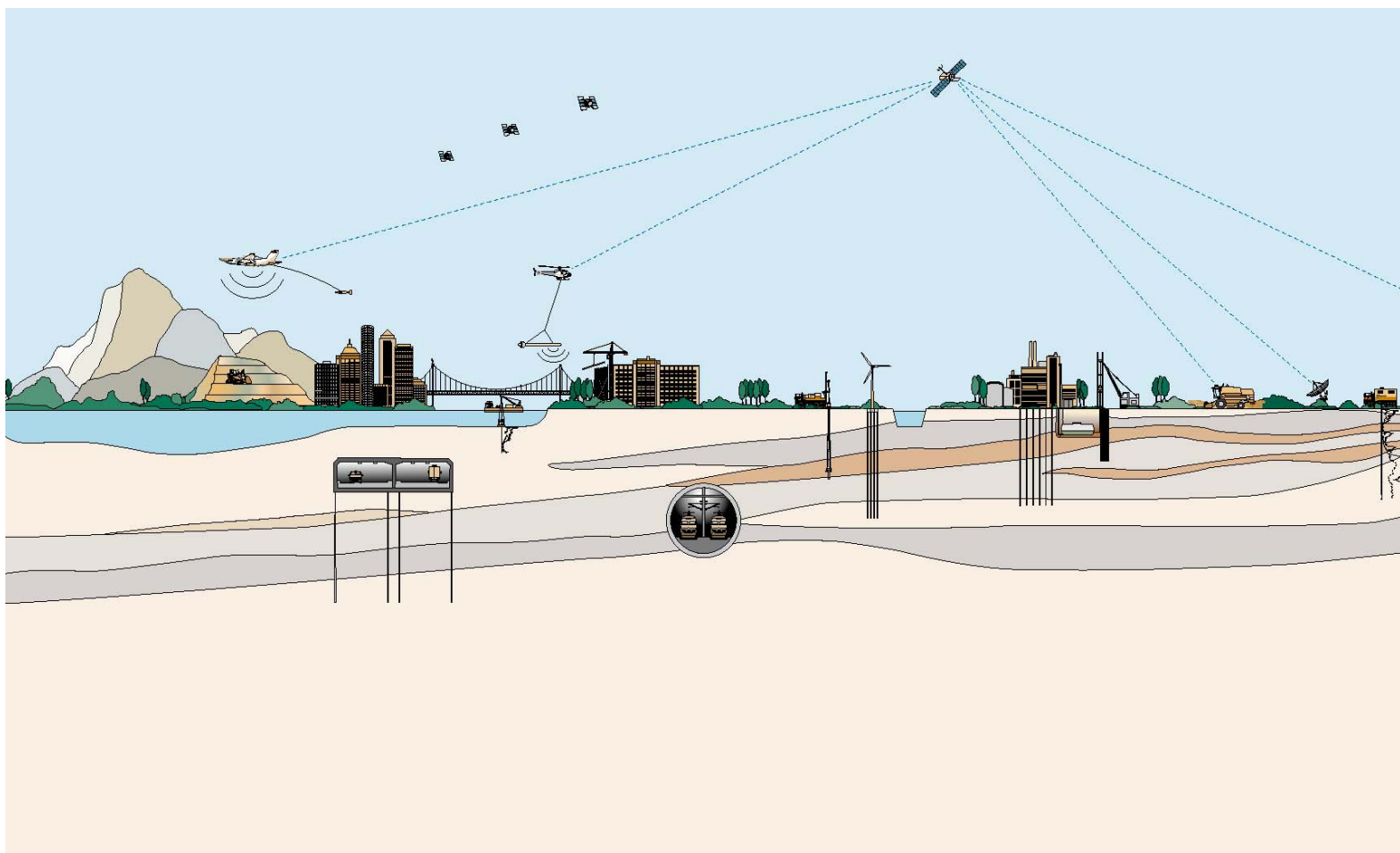


**KWELONDERZOEK  
ONTWIKKELLOCATIE VEENSE  
PLASSEN**

Opdrachtnummer: 1213-0085-002



**KWELONDERZOEK  
ONTWIKKELLOCATIE VEENSE  
PLASSEN**

Opdrachtnummer: 1213-0085-002

Opdrachtgever : Bax & Van Kranenburg Beheer B.V.  
Postbus 20  
4260 AA Wijk en Aalburg

Projectleider en  
gecontroleerd door : MSc. W. Kooijman  
Adviseur Hydrologie

Opgesteld door : ir. M.J.H. van der Valk  
Adviseur Hydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	25 september 2014	Eerste versie	
2	23 oktober 2014	Tweede versie, incl. verwerking opmerkingen Waterschap	

FILE: 1213-0085-002\_33 R01.docx Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden ALV 2012 van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

## INHOUDSOPGAVE

<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1. Opdracht	1
1.2. Projectomschrijving	1
<b>2. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE</b>	<b>3</b>
2.1. Bodemdata en bodemopbouw	3
2.2. Geohydrologische schematisering	3
2.3. Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil	5
2.4. Overstormingsgebied maatgevend hoogwater	6
2.5. Grid	7
<b>3. BEREKENINGEN</b>	<b>8</b>
3.1. Gemiddelde buitenwaterstand	8
3.2. Hoge buitenwaterstand	9
<b>4. CONCLUSIES</b>	<b>14</b>
 <b>BIJLAGEN</b>	
- Boringen en sonderingen omgeving	1
- Locatieoverzicht en locaties peilbuizen TNO	2
- Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen TNO	3
- Berekeningsresultaten kwelanalyse	4.1 t/m 4.6

## 1. INLEIDING

### 1.1. Opdracht

Fugro GeoServices B.V. te Leidschendam ontving van Bax & Van Kranenburg Beheer B.V. te Wijk en Aalburg, opdracht voor het uitvoeren van een kwelanalyse. Deze analyse heeft betrekking op de ontwikkellocatie Veense Plassen te Veen.

Voorliggend rapport betreft de kwelanalyse die is opgesteld conform onze offerte 1213-0085-002F d.d. 1-9-2014. Het rapport bevat de volgende onderdelen:

- Geohydrologische inventarisatie van de (maatgevende) bodemopbouw, open waterpeilen, grondwaterstanden en geohydrologische parameters;
- Resultaten kwelberekening: de toename van het waterbezwaar per dag en het invloedsgebied;
- Indicatie noodzaak en kwalitatieve beschouwing mitigerende maatregelen.

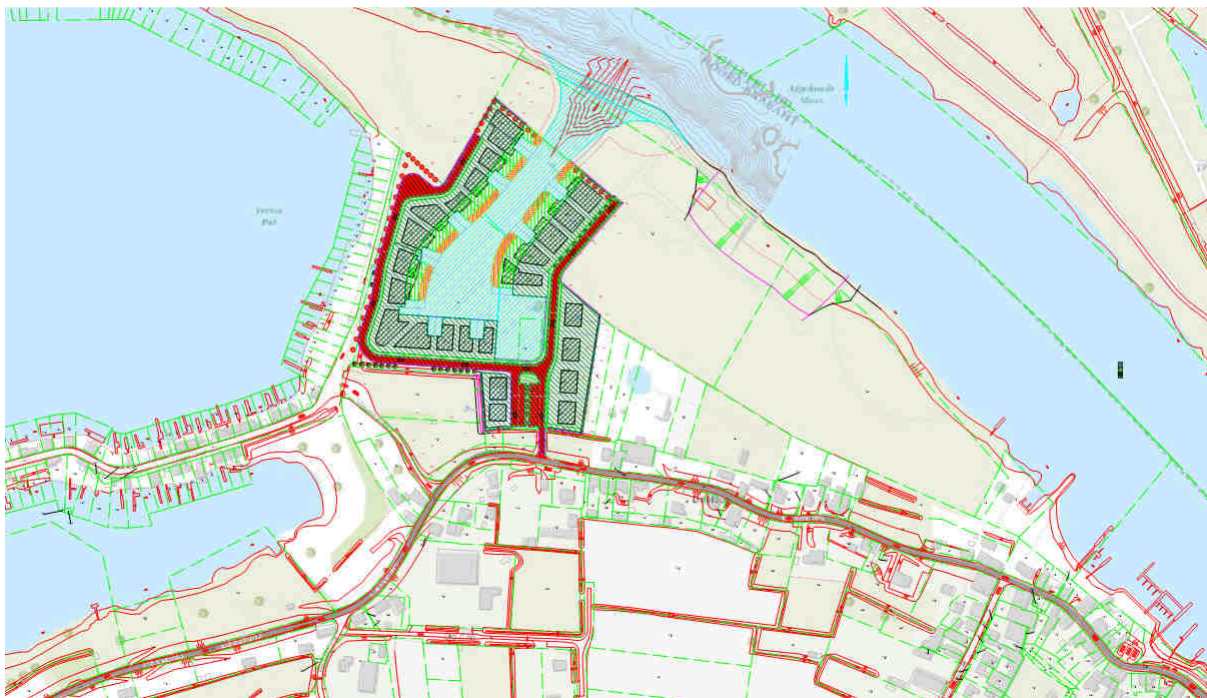
De doelstelling van deze rapportage is inzicht te verschaffen in de kweltoename als gevolg van de aanleg van open water op de ontwikkellocatie Veense Plassen, op basis waarvan het Waterschap Rivierenland kan oordelen over de noodzaak van compenserende maatregelen.

Deze rapport versie betreft een herziene versie, waarbij de opmerkingen van het Waterschap zijn meegenomen.

Voor het berekenen van de kwelstroom is een hydrologisch model gemaakt met het programma MicroFEM. MicroFEM is een grondwatermodel waarin stroming kan worden gemodelleerd. In dit model zijn de gegevens gebruikt uit het verbeterde ondergrond database van het MORIA model. In dit verbeterde model zijn stroomgeulen in het gebied opgenomen. Deze gegevens zijn door Waterschap Rivierenland en Deltares beschikbaar gesteld. Door het Waterschap is aangegeven dat door het gebruik van het MORIA voornamelijk geen aanvullend grondonderzoek noodzakelijk is.

### 1.2. Projectomschrijving

Het project betreft de aanleg van buitendijkse woningen, net ten noorden van Veen. Tussen de woningen wordt een haven gerealiseerd die in verbinding staat met de Afgedamde Maas. De projectlocatie is in figuur 1-1 op een topografische ondergrond weergegeven.



Figuur 1-1: Toekomstige situatie projectlocatie (Bron: World Topo Map en concept ontwerp ADCIM)

Voor het vervullen van de opdracht is door Bax & Van Kranenburg Beheer B.V. en Deltares de volgende informatie ter beschikking gesteld:

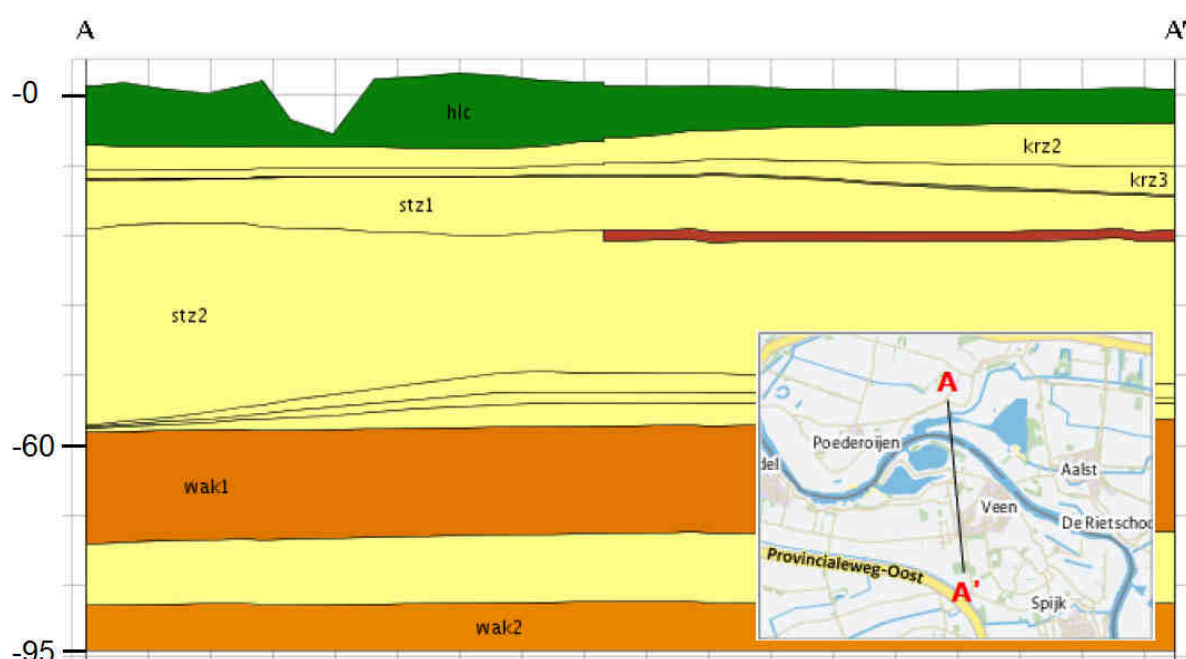
- Concept ontwerp tekeningen: Inrichtingsplan Veense Plassen te veen, ADCIM, tekeningnummer 20130443-C10.1 t/m C80, d.d. januari 2014;
- Regionaal model: MORIA, Deltares, projectnummer 1208395-000, d.d. juli 2014;
- Kwelonderzoek 1: Hydrologisch onderzoek De Veense Plassen, Tauw B.V., projectnummer 4723679, d.d. 1 juli 2010;
- Rapportage: Piping-onderzoek ontwikkellocatie Veense Plassen, Fugro, projectnummer 1213-0085-000, d.d. 27 februari 2014;
- Brief waterschap: Aanpassen concept voorontwerp bestemmingsplan De Veense Plassen, Waterschap Rivierenland, kenmerk 201309202/232242, d.d. 3 juli 2013.

## 2. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

Dit hoofdstuk geeft een technische beschrijving van de modelinvoer.

### 2.1. Bodemdata en bodemopbouw

Voor deze modelstudie is op aangegeven van Waterschap Rivierenland gebruik gemaakt van de ondergrondgegevens uit het regionale grondwatermodel MORIA. Dit model gaat uit van de bodemopbouw zoals deze is beschreven in REGIS II en aanvullende informatie over de ligging van zandbanen in de Holocene deklaag. Een doorsnede van de bodemopbouw uit REGIS is weergegeven in figuur 2-1.



Figuur 2-1: Doorsnede REGIS II v2.1, gele lagen zijn zandlagen, overige kleuren duiden op klei of leem. Diepte in m t.o.v. NAP.

De samenstelling van de toplaag is geanalyseerd op basis van REGIS, sonderingen uit het Fugro-archief, boring B44F0011 (ca. 50 m afstand vanaf de projectlocatie) en de zandbanenkaart. Hieruit blijkt dat tussen de Maasdijk en de haven, van maaiveld tot ca. NAP -5,0 à -7,5 m diepte, kleilagen aanwezig zijn. Aan de kant van de Afgedamde Maas is de Holocene deklaag opgesplitst in een toplaag bestaande uit klei en zandlagen tot een diepte van NAP -2,0 m, een zandlaag van NAP -2,0 m tot NAP -7,5 m en een kleiige laag tussen NAP -7,5 en -9,2 m. De onderkant van de deklaag is mede bepalend voor de resterende kleilaag dikte na aanleg van de haven in de woonwijk. In de modelberekeningen is rekening gehouden met de variërende bodemopbouw.

REGIS boring B44F0011 en enkele sonderingen uit het Fugro archief zijn toegevoegd als bijlage 1.

### 2.2. Geohydrologische schematisering

De parameterwaarden die behoren bij de geohydrologische schematisering van MORIA zijn globaal beschreven in tabel 2-1. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming

door een waterremmende laag weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde.

Tabel 2-1: Geohydrologische schematisering

Laag	Typering	Parameterwaarden (ca.)
1a	Holocene deklaag, watervoerend deel	$kD = 7 \text{ à } 60 \text{ m}^2/\text{dag}$
1b	Holocene deklaag, waterremmend deel	$c = 50 \text{ à } 1.500 \text{ dagen}$
2	1 <sup>e</sup> watervoerend pakket (deel 1)	$kD = 500 \text{ à } 1.000 \text{ m}^2/\text{dag}$
3	Kleilaag formatie Stamproy	$c = 2 \text{ à } 270 \text{ dagen}$
4	1 <sup>e</sup> watervoerend pakket (deel 2)	$kD = 150 \text{ à } 650 \text{ m}^2/\text{dag}$

In deze modellering is de kleilaag van de formatie van Waalre (Waalre k1 en k2) op ca. 65 m diepte aangenomen als geohydrologische basis. Deze kleilaag heeft een weerstand van ca. 1.000 à 5.000 dagen. De bovenliggende lagen uit MORIA, 11 watervoerende en 10 waterremmende lagen, zijn gebruikt als input voor het model.

#### *Weerstanden open water*

Voor grote wateren, zoals de Afgedamde Maas en aangrenzende bekkens, is gebruik gemaakt van de conductance data uit MORIA.

Zoals in MORIA wordt als uitgangspunt voor infiltratie uit de sloten een bodemweerstand van 2 dagen en een bodembreedte van 2 m aangehouden. Dit is in het model gecorrigeerd voor de cel breedte. Daarnaast is ter plaatse van de sloten uitgegaan van een reductie van de deklaag dikte met 1/3, waardoor de deklaag weerstand ook met ca. 1/3 zal afnemen.

Voor sloten op meer dan 1 km afstand van de nieuwe waterpartij is een uniforme infiltratieweerstand aangehouden van 200 dagen.

#### *Nieuwe haven*

Bij de aanleg van de nieuwe haven wordt de deklaag tot NAP -2,0 m afgegraven. Hier wordt conform de naastgelegen Afgedamde Maas de (horizontale) transmissiviteit van de deklaag onder de haven gereduceerd tot  $7,5 \text{ m}^2/\text{dag}$  (laag 1a). De reductie van de verticale weerstand van laag 1b is afhankelijk van de ligging van de onderkant van de klei- en leemlaag.

In de berekeningen is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de verticale weerstand van de deklaag (laag 1b), waarbij deze wordt gereduceerd met 50% en 99%. De 50% reductie is gebaseerd op de sonderingen waarbij een kleilaag tot ca. NAP -5,0 m aanwezig is. De reductie van 99% is gebaseerd op de zandbanenkaart, waarop is aangegeven dat de bovenste kleilaag ca. 1 m dik is. Opgemerkt wordt dat bij de laatste variant (99%) geen rekening is gehouden met diepere stoorlagen welke aanwezig zijn boven NAP -10 m.

Als infiltratieweerstand wordt voor deze doodlopende haven een weerstand van 15 dagen aangehouden voor de gebruiksfase. Dit is overeenkomstig met de weerstand in de naastgelegen waterbekkens De Veense Put in het MORIA model (omgerekend op basis van de conductance).

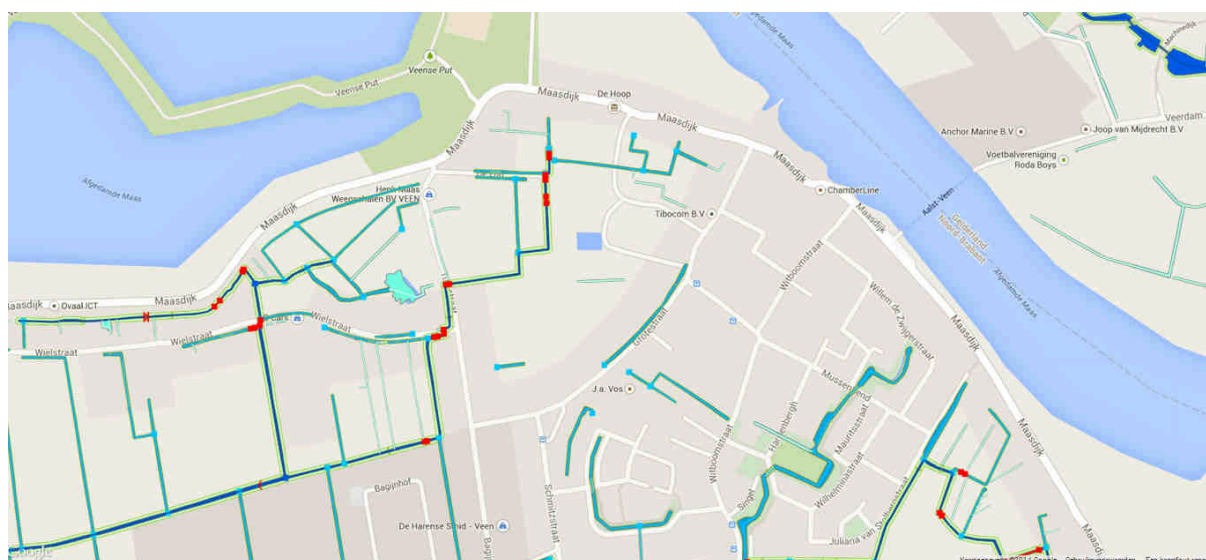


## 2.3. Grondwaterstand, stijghoogte en open waterpeil

### Open water

Het water staat in open verbinding met de Afgedamde Maas met een gemiddelde waterstand van ca. NAP +0,6 m. In de polder wordt een zomer- en winterpeil van NAP +0,0 m gehandhaafd.

Binnen dit onderzoek worden twee kwelsituaties beschouwd. Eén voor een gemiddelde situatie (waterstand NAP +0,6 m) en één voor een situatie met hoogwater. Bij hoogwater wordt uitgegaan van een T = 10 situatie, waarbij de maatgevende hoogwaterstand in de Afgedamde Maas gelijk is aan ca. NAP +3,5 m. De situatie met hoogwater duurt gemiddeld ca. 10 dagen. Wanneer geen afvoergolf is bepaald, mag de golf worden gemodelleerd als een blokgolf, waarbij (op aangeven van het waterschap) gedurende 6,7 dagen de maatgevende hoogwaterstand wordt opgelegd.



Figuur 2-2: Watergangen uit de Legger van het Waterschap Rivierenland.

De nieuw te realiseren haven komt minimaal 80 m ten noorden van de Maasdijk te liggen. De Maasdijk vormt de scheiding tussen de polder en het buitendijkse gebied. De bodemdiepte van de nieuwe haven komt op ca. NAP -2,0 m. Binnen de grenzen van de nieuwe wijk komt ca. 11.500 m<sup>2</sup> open water bij. Rondom het open water worden lokaal houten damwanden geplaatst tot ca. NAP -5,0 m. Deze hebben geen significant effect op de grondwaterstroming.

### Stijghoogte

Binnen een straal van één kilometer rondom de projectlocatie zijn geen grondwaterstandsgegevens van de toplaag beschikbaar.

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de stijghoogte in de omgeving van de projectlocatie zijn stijghoogtegegevens van het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket opgevraagd uit de DINO-database van TNO. De locaties van de TNO-peilbuizen zijn weergegeven op bijlage 2. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn uitgewerkt op bijlage 3.

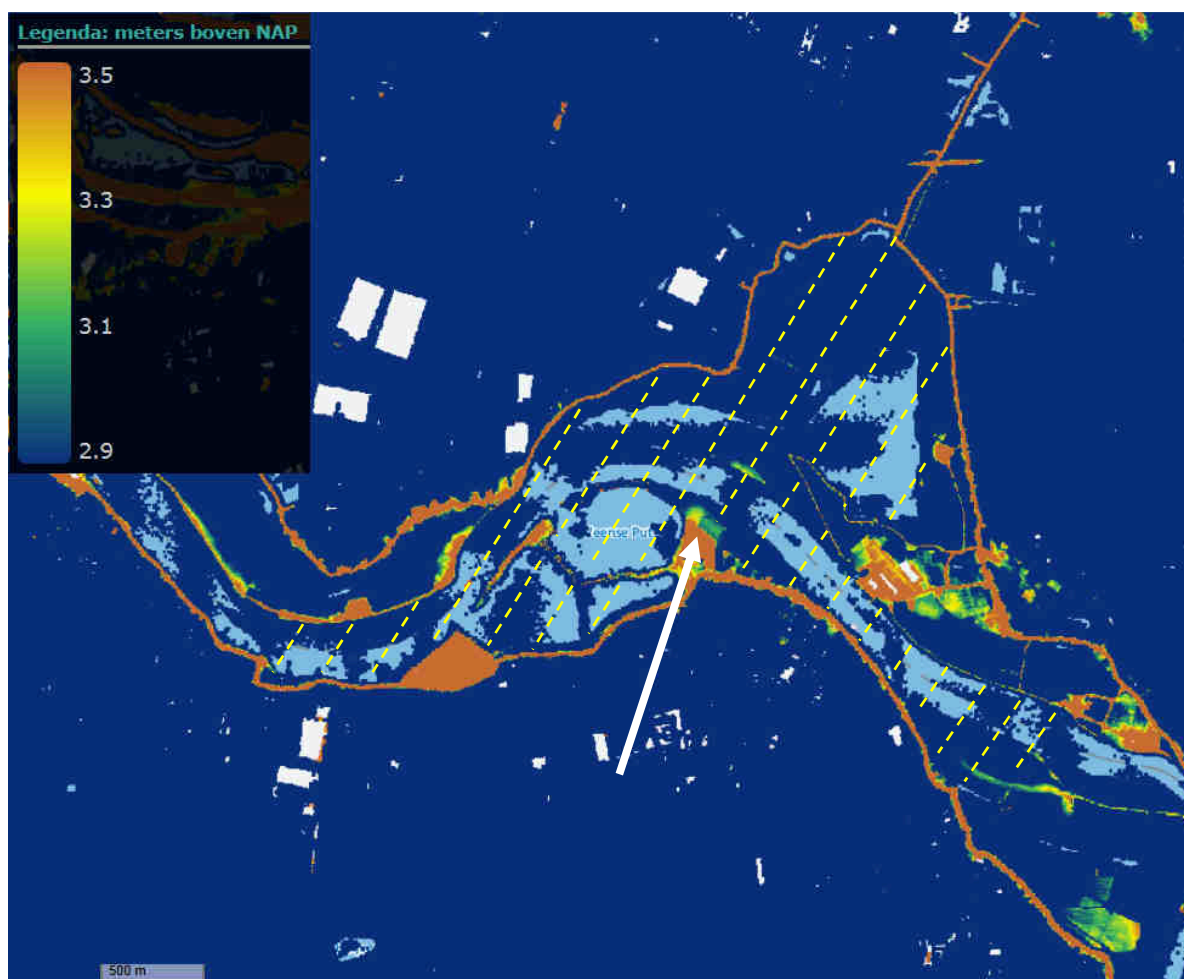
Op basis van bovenstaande informatie is een gemiddelde stijghoogte van NAP +0,6 m afgeleid voor het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket. De hoge stijghoogte fluctueert op jaarbasis tussen



ca. NAP +1,5 m en NAP +0,0 m. De afgeleide waarden zijn niet tot stand gekomen met behulp van een statistische analyse.

#### 2.4. Overstromingsgebied maatgevend hoogwater

Voor het bepalen van het overstromingsgebied bij een maatgevende hoogwaterstand van NAP +3,5 m, is een analyse gemaakt van de maaiveldhoogtes in de omgeving. De analyse is gebaseerd op data van het AHN. Het overstromingsgebied en het AHN zijn weergegeven in figuur 2-3.



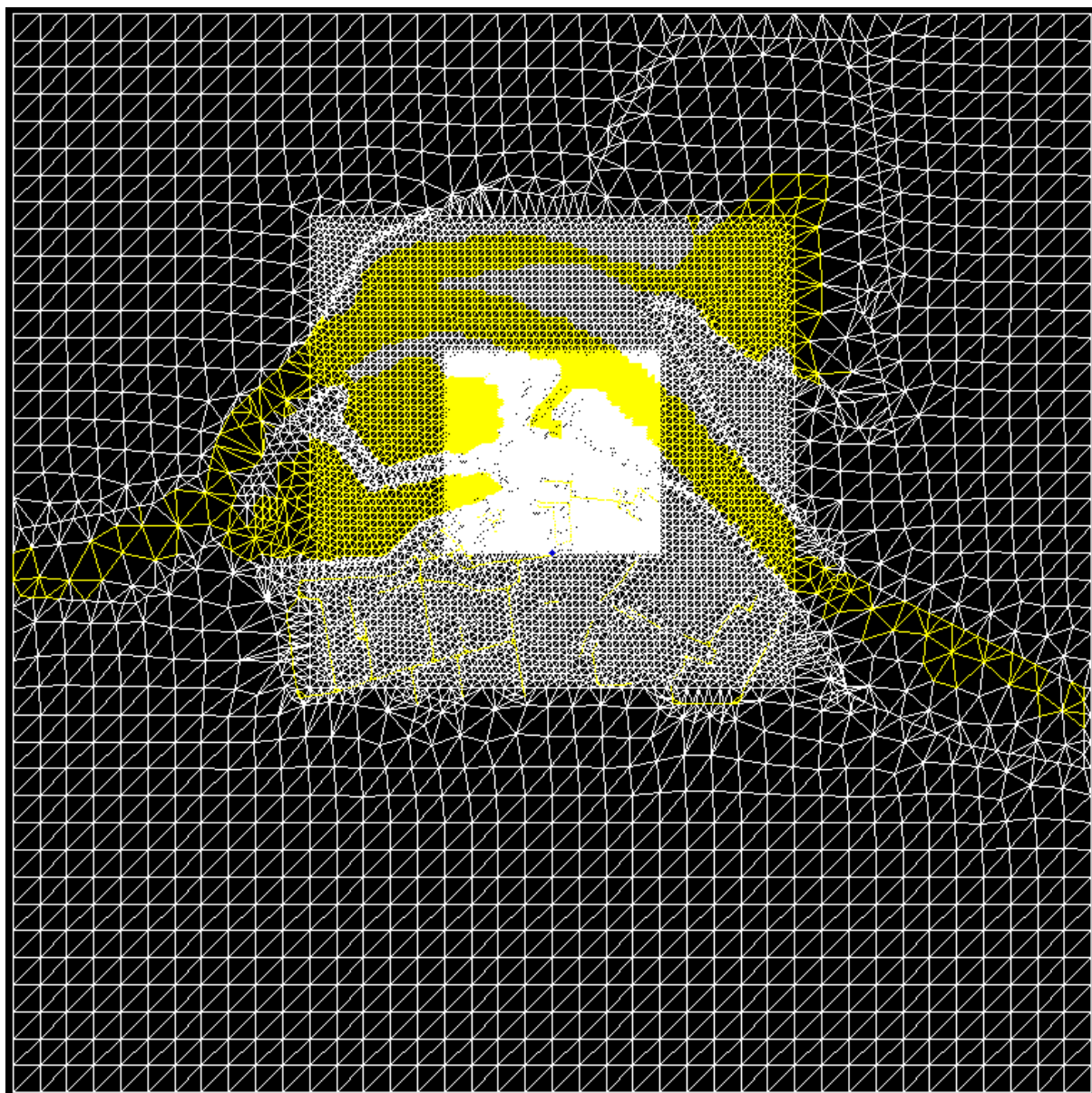
Figuur 2-3: AHN, arcering geeft het overstromingsgebied weer bij een buitenwaterstand van NAP +3,5 m. De pijlduidt de projectlocatie aan.

Uit bovenstaande figuur blijkt dat de projectlocatie bij hoogwater als een schiereiland uitsteekt boven de omliggende wateren.

## 2.5. Grid

De spreidingslengte ( $\lambda$ ) van het model is ca. 250 à 500 m. Voor minimale effecten van de randvoorwaarden op de berekeningen is rondom het interessegebied van ca. 1 x 1 km een bufferzone van 1,5 km aangehouden ( $3x \lambda_{\max}$ ). De totale omvang van het model komt daarmee op 4 x 4 km.

Hierbij is het interessegebied gemodelleerd met een celgrootte van 10 x 10 m, de schil daaromheen heeft een celgrootte van 25 x 25 m en de buitenste schil heeft cellen van 100 x 100 m. Een screenshot van het model is weergegeven in onderstaande figuur.



*Figuur 2-4: Screenshot van het MicroFEM model grid met in het geel het open water bij een gemiddelde buitenwaterstand.*

### 3. BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk worden alle berekeningsresultaten voor de kwelanalyse gepresenteerd. De gepresenteerde figuren zijn tevens in bijlage 4.1 t/m 4.6 vergroot weergegeven.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het software pakket MicroFEM. Er zijn twee situaties beschouwd. Eén situatie bij een gemiddelde buitenwaterstand en één bij een maatgevende hoge buitenwaterstand ( $T = 10$ ).

#### 3.1. Gemiddelde buitenwaterstand

Doel van de berekeningsresultaten is inzicht te bieden in de kweltoename door de aanleg van de nieuwe haven in een periode met een gemiddelde buitenwaterstand. Daarvoor zijn stationaire (niet tijdsafhankelijke) berekeningen gemaakt. De resultaten tonen het verschil tussen de beginsituatie (zonder het te realiseren open water) en de eindsituatie (na aanleg van de haven).

##### *Verschillen grondwaterstand en stijghoogte*

Het verschil tussen de huidige grondwaterstand en het waterpeil in het nieuwe open water zijn minimaal voor een gemiddelde situatie.

Wanneer er veel neerslag valt zal de grondwaterstand in de huidige situatie hoger zijn dan het waterpeil in de toekomstige haven. Dit betekent dat door het graven van de haven binnen een beperkte straal sprake zal zijn van een afname van de kwelstroom. Dit is reeds aangetoond in de genoemde rapportage van TAUW uit 2010.

In deze studie is gekeken naar de situatie na een lange droge periode, waardoor er sprake is van een beperkte verhoging van de grondwaterstand. De berekende grondwaterstandsverhoging onder de waterpartij bedraagt maximaal 10 cm en direct naast het water ca. 5 cm (figuur 3-1). De stijghoogte (grondwaterstand onder de holocene deklaag) verandert niet significant.



Figuur 3-1: Berekende grondwaterstandsverhoging [m] bij een gemiddelde buitenwaterstand.

#### *Effecten kwel en toestroom*

Door de beperkte berekende verschillen is er geen negatief effect op de kwelstroom in de polder te verwachten. Ook de toename van de horizontale grondwaterstroming in droge periodes is naar verwachting verwaarloosbaar klein. Geconcludeerd wordt dat in periodes met een gemiddelde grondwaterstand geen sprake is van extra kwel in de polder.

### **3.2. Hoge buitenwaterstand**

Doel van de berekeningsresultaten is inzicht te bieden in de kweltoename door de aanleg van de nieuwe haven in een periode met hoogwater ( $T = 10$ ). Daarvoor zijn instationaire (tijdsafhankelijke) berekeningen gemaakt, waarbij een instantané peilverhoging (blokgolf) van NAP +0,6 m naar NAP +3,5 m gedurende 6,7 dagen is beschouwd (zie paragraaf 2.3). De resultaten tonen het verschil tussen de beginsituatie (zonder het te realiseren open water) en de eindsituatie (na aanleg van de haven).

Bij de hoogwater berekening is het overstromingsgebied aangehouden zoals aangegeven is in paragraaf 2.4. Bij het bekijken van de figuren moet er rekening mee gehouden worden dat in deze situatie de uiterwaarden overstroomd zijn.

#### *3.2.1. Deklaag 50% vergraven*

Op basis van REGIS, sonderingen uit het Fugro-archief en boring B44F0011 bevindt de onderkant van de klei in de deklaag zich tussen NAP -5,8 m en NAP -10 m. Bij het graven van de haven tot een diepte van ca. NAP -2,0 m wordt tot 50% van de deklaag vergraven, waardoor de weerstand van deze laag met een vergelijkbare hoeveelheid afneemt. Onderstaande berekeningen zijn uitgegaan van deze aanname.

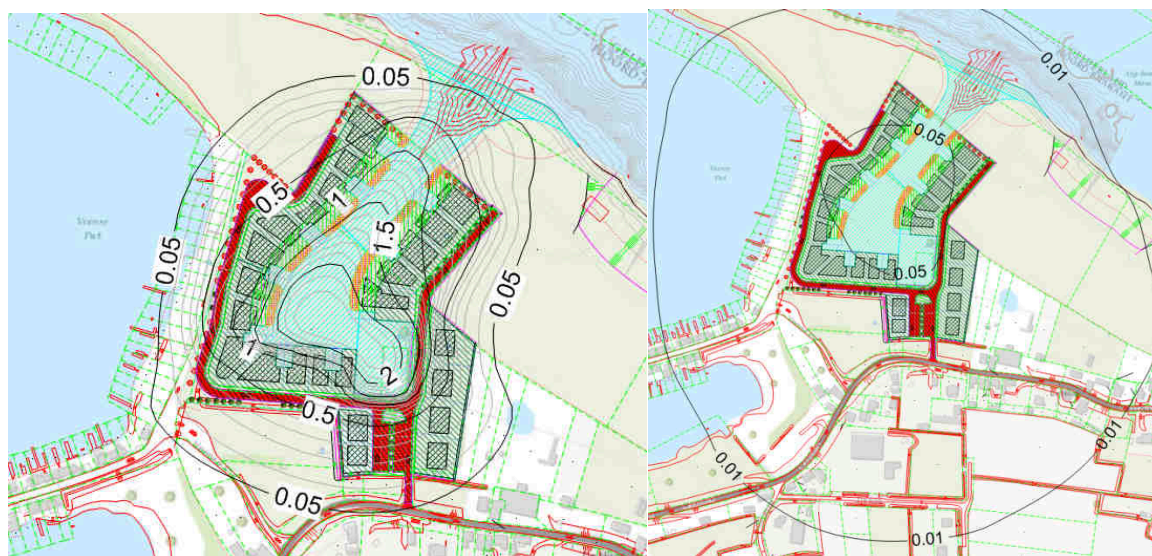
#### *Verschillen grondwaterstand en stijghoogte*

Figuur 3-2 toont respectievelijk de berekende grondwaterstands- en stijghoogte verhoging ten opzichte van de situatie zonder de nieuwe waterpartij. Hieruit blijkt dat het grondwaterpeil



onder de nieuwe waterpartij met maximaal 2,2 m stijgt. De maximaal berekende grondwaterstandsverhogingen bij huizen in de omgeving bedraagt minder dan 5 cm.

De verhoging van de stijghoogte onder de deklaag is vrijwel nihil. Op basis van de berekeningsresultaten is de berekende verhoging van de stijghoogte bij Maasdijk ca. 3 cm.

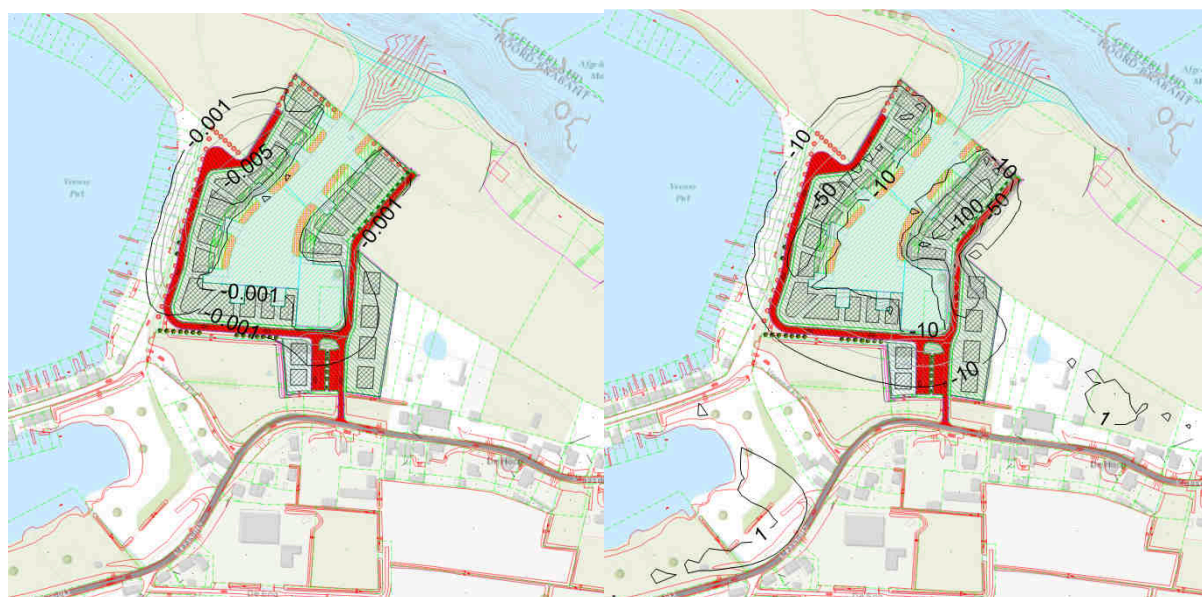


Figuur 3-2: Links: berekende freatische grondwaterstandsverhoging [m] bij een hoge buitenwaterstand. Rechts: berekende stijghoogte verhoging [m] bij een hoge buitenwaterstand.

#### *Effecten kwel en toestroom*

De geringe verhoging van de stijghoogte leidt ook tot een minimale toename van de kwelstroom.

In onderstaande figuur is links de kweltoename in meters per dag weergegeven en rechts de kweltoename in procenten. Nabij de nieuwe waterpartij is sprake van meer infiltratie (negatieve kweltoename), wat op grotere afstand kan leiden tot een toename van de kwelstroom. Uit de berekeningen blijkt dat in geen enkel deel van de polder een kweltoename van meer dan 1 mm wordt berekend. Voor een hogere nauwkeurigheid is in de rechterfiguur ook de toename in procenten weergegeven. Hieruit blijkt dat net buiten de polder twee zones zijn met ca. 1 % aan kweltoename, in de rest van de polder is de toename kleiner dan 1%.



Figuur 3-3: Links: berekende kweltoename [m/d] bij een hoge buitenwaterstand. Rechts: berekende kweltoename [%] bij een hoge buitenwaterstand.

Naast kwel kan het nieuwe open water ook zorgen voor een verhoogde horizontale grondwaterstroming richting de polder. In figuur 3-4 is de toename van horizontale grondwaterstroming weergegeven. De toename van de horizontale grondwaterstroming zal zorgen voor een beperkte verhoging van de toestroom van freatisch grondwater naar de sloten.



Figuur 3-4: Toename horizontale grondwaterstroming [ $m^2/d$ ] bij een hoge buitenwaterstand.

Voor de sloten in peilvak LHA346 is de toename van de kwel geanalyseerd (globale omvang van het peilgebied). Dit gebied is gekozen aangezien deze sloten effect hebben op 1 poldergemeel. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3-1.



Tabel 3-1: Toename kwel waterbezwaar in sloten uit figuur 2-2

Totale kwel naar sloten [m <sup>3</sup> /dag]	Toename [m <sup>3</sup> /dag]	Toename [%]
3.290	5	0,15

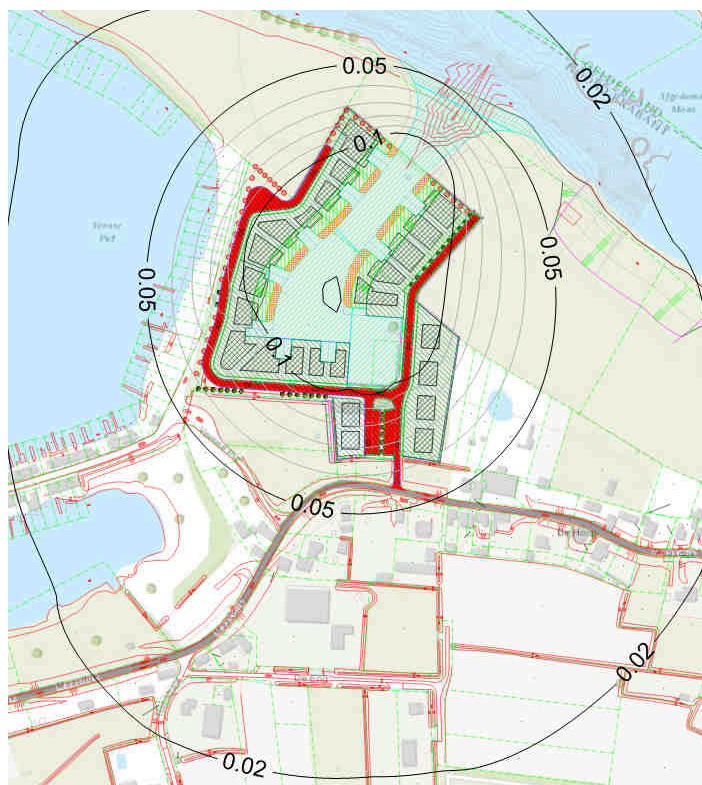
### 3.2.2. Deklaag geheel vergraven

Waterschap Rivierenland geeft in een brief (2013) aan dat door de aanleg van de waterpartij “hydrologische kortsluiting” zal ontstaan. Dit betekent dat de gehele weerstand van de deklaag onder de waterpartij (laag 1b) kan worden verwaarloosd. Voor deze situatie zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd.

#### Verschillen grondwaterstand en stijghoogte

De verlaging van de weerstand van de deklaag heeft met name invloed op de stijghoogte verhoging onder de deklaag. De grondwaterstand blijft nagenoeg gelijk.

In figuur 3-5 is de berekende stijghoogte verhoging weergegeven op een topografische ondergrond. Hieruit blijkt dat de stijghoogte in de polder met maximaal 5 cm toeneemt ten opzichte van de situatie van voor de aanleg van de waterpartij.



Figuur 3-5: Berekende stijghoogte verhoging [m] waarbij de deklaag geheel is vergraven en bij een hoge buitenwaterstand.

#### Effecten kwel en toestroom

De beperkte verhoging van de grondwaterstand leidt tevens tot een verhoging van de kwelstroom in de polder. Dit is weergegeven in figuur 3-6. De berekeningen laten zien dat in

een deel van de polder, bij het volledig vergraven van de deklaag, sprake is van een toename van ca. 1 à 2 % van de kwel.



Figuur 3-6: Berekende kweltoename [%], waarbij de deklaag geheel is vergraven en bij een hoge buitenwaterstand.

De horizontale toestroming is vrijwel gelijk aan de situatie uit de vorige paragraaf.

Voor de sloten in peilvak LHA346 is de toename van de kwel geanalyseerd (globale omvang van het peilgebied). Dit gebied is gekozen aangezien deze sloten effect hebben op 1 poldergemaal. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3-2.

Tabel 3-2: Toename kwel waterbezwaar in sloten uit figuur 2-2

Totale kwel naar sloten [m <sup>3</sup> /dag]	Toename [m <sup>3</sup> /dag]	Toename [%]
3.290	12	0,35

## 4. CONCLUSIES

### *Uitkomsten*

Uit de gepresenteerde berekeningen blijkt dat de kweltoename in peilvak LHA346 bij een hoge waterstand ( $T = 10$ ) en volledige afgraving van de deklaag minder is dan 0,5%, dit acht Fugro zeer klein. In periodes met een gemiddelde grondwaterstand is geen sprake van extra kwel in de polder.

De kweltoename bij hoogwater varieert op basis van de berekeningen tussen  $5 \text{ m}^3/\text{dag}$  en  $12 \text{ m}^3/\text{dag}$ . De  $12 \text{ m}^3/\text{dag}$  is gebaseerd op een situatie zonder waterremmende lagen onder de haven. Uit de geanalyseerde sonderingen van derden (bijlage 1) blijkt dat onder de gehele haven ca. 0,8 m à 3 m klei aanwezig is na ontgraving, de lagen bevinden zich echter niet op eenzelfde diepte. Daardoor kan niet met zekerheid worden vastgesteld of sprake is van een aaneengesloten waterremmende laag. Wel is zeker dat het dikste deel van de waterremmende laag aan de kant van de polder zit, dit deel is het belangrijkste voor het beperken van de kweltoename. Derhalve adviseert Fugro het waterschap om voor de benodigde compenserende maatregelen uit te gaan van een maximale kweltoename van ca.  $8,5 \text{ m}^3/\text{dag}$  (gemiddelde van de 2 varianten).

De kweltoename kan gecompenseerd worden door het creëren van extra waterberging. Waterschap Rivierenland heeft aangegeven, dat de benodigde compensatie gelijk is aan de kweltoename maal de periode van hoogwater van 6,7 dagen (2/3 van 10 dagen). Bij een kwelstroom  $8,5 \text{ m}^3/\text{dag}$  is zodoende een compensatie van  $57 \text{ m}^3$  benodigd.

### *Betrouwbaarheid*

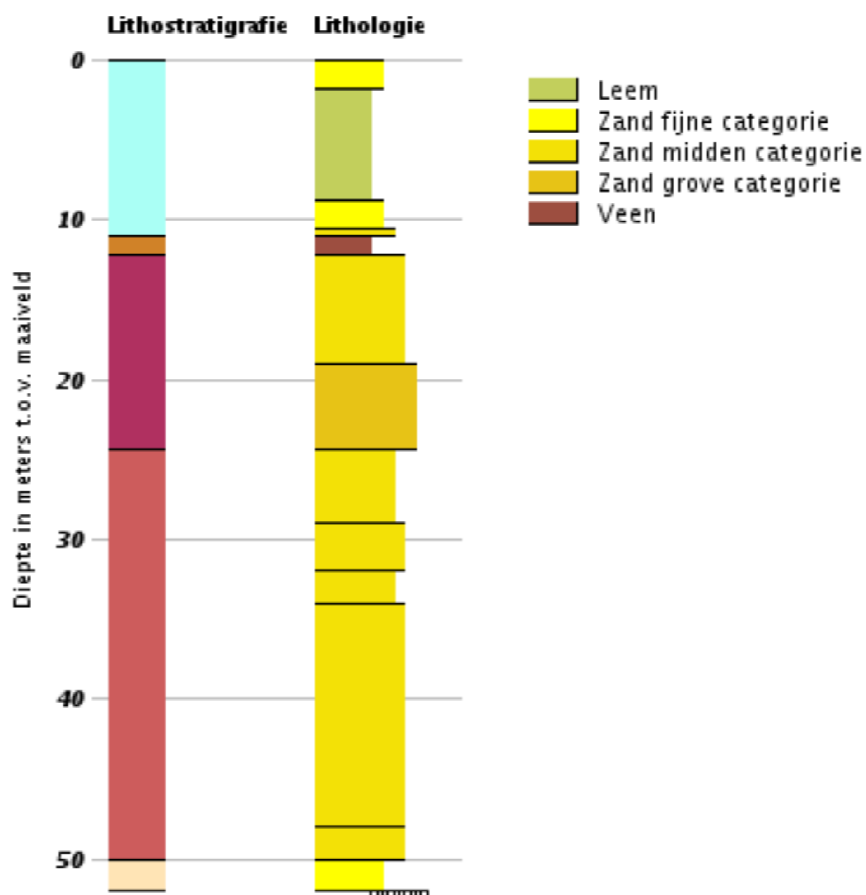
Bij Waterschap Rivierenland bestonden bij eerdere modelstudies twijfels over de betrouwbaarheid. Rede voor deze twijfels waren hoofdzakelijk:

- Het ontbreken van 3D-effecten (Fugro, 2014);
- Te hoge hydraulische weerstand van de deklaag (Tauw, 2010).

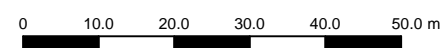
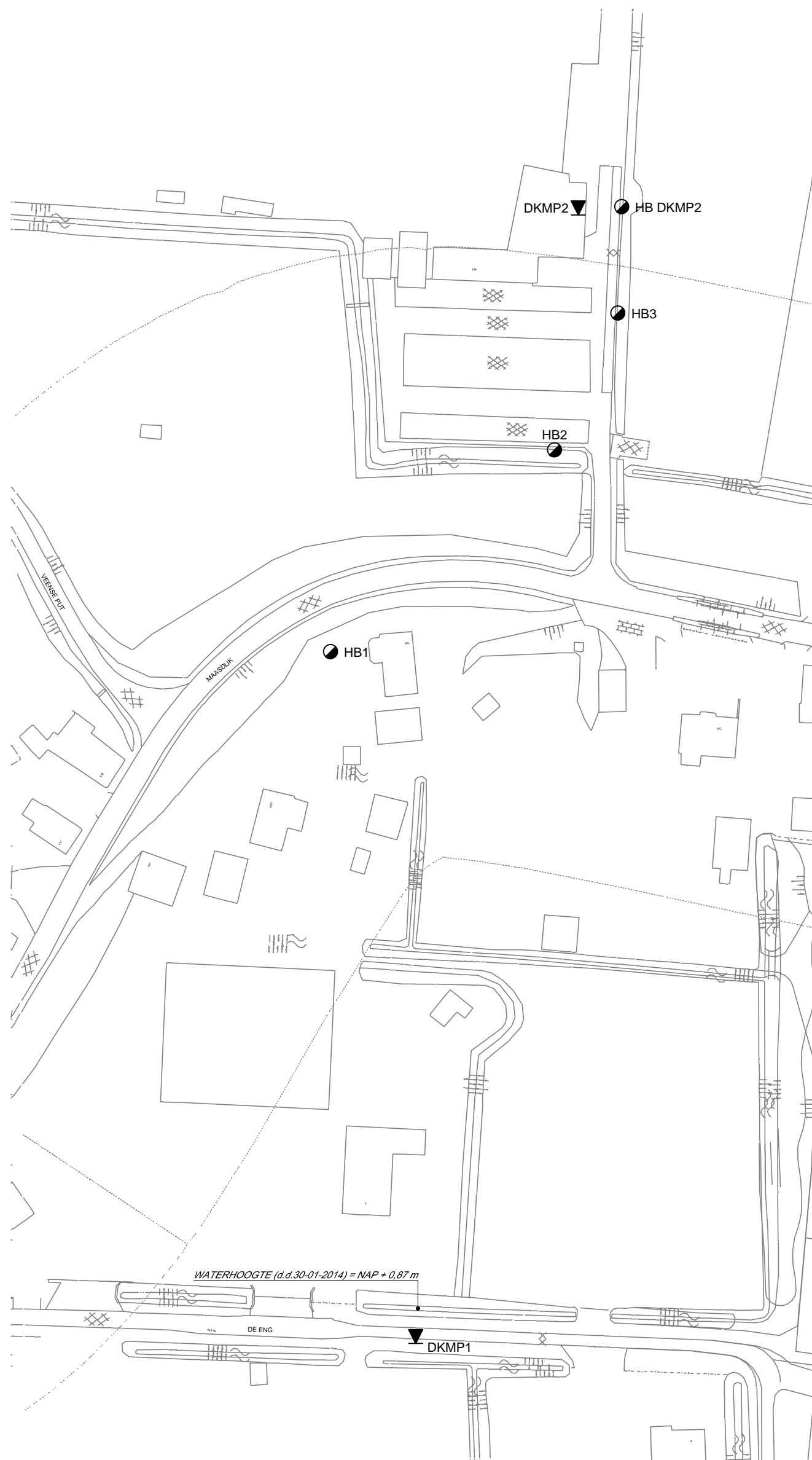
Door gebruik te maken van de bodemparameters van het MORIA model in een (semi-)3D model zijn deze onzekerheden van de voorgaande studies weggenomen. Tevens is tijdsafhankelijk (instationair) gerekend om de werkelijkheid na te bootsen en zijn de sloten binnen 1 km van de ontwikkellocatie opgenomen voor een realistische simulatie van de kwelsituatie.

## Boringen en sonderingen omgeving

### Boomonsterprofiel en interpretatie

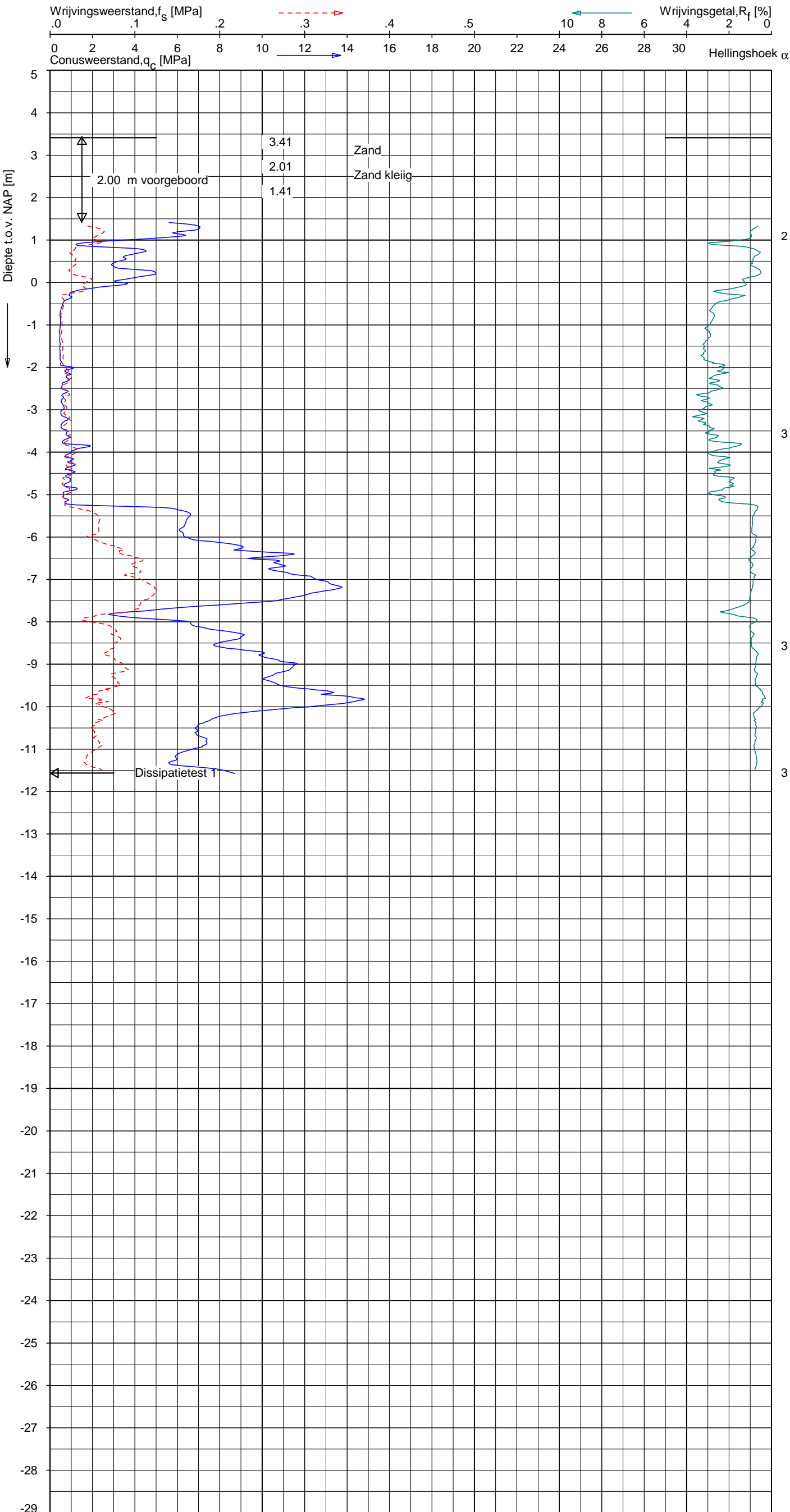


Identificatie: B44F0011  
 Coördinaten: 135300, 421630  
 Maaiveld: 2,85 m [m t.o.v. NAP]

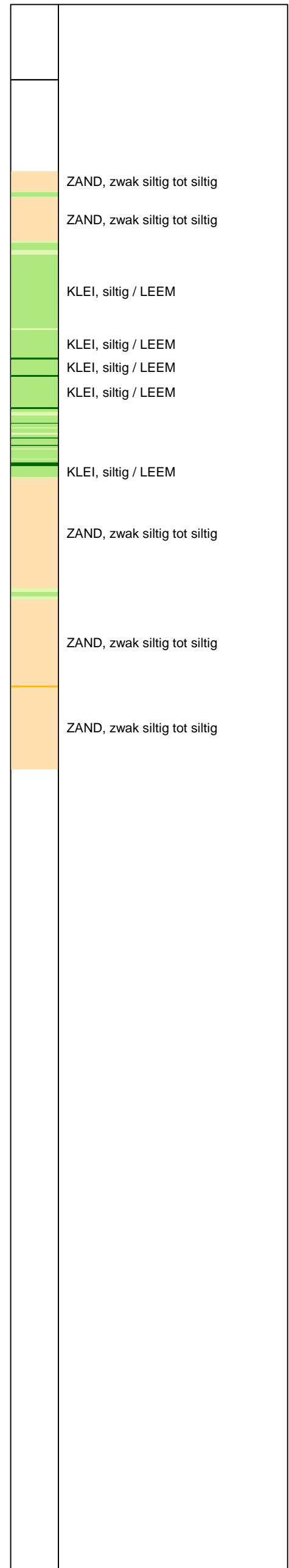


Schaal 1 : 1000

SITUATIE



**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg. : AT/ d.d. 23-jan-2014 Coord.: X=135326.1 m Y= 421671.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get. : VALKF d.d. 06-feb-2014 MV = NAP +3.41 m Conus: F7.5CKE2HAW<sub>1</sub>/B P1 1701-2166 Toepassingsklasse 3. Test type TE1  
 Conustype: A<sub>c</sub> = 1500 mm<sup>2</sup>; A<sub>s</sub> = 19956 mm<sup>2</sup>

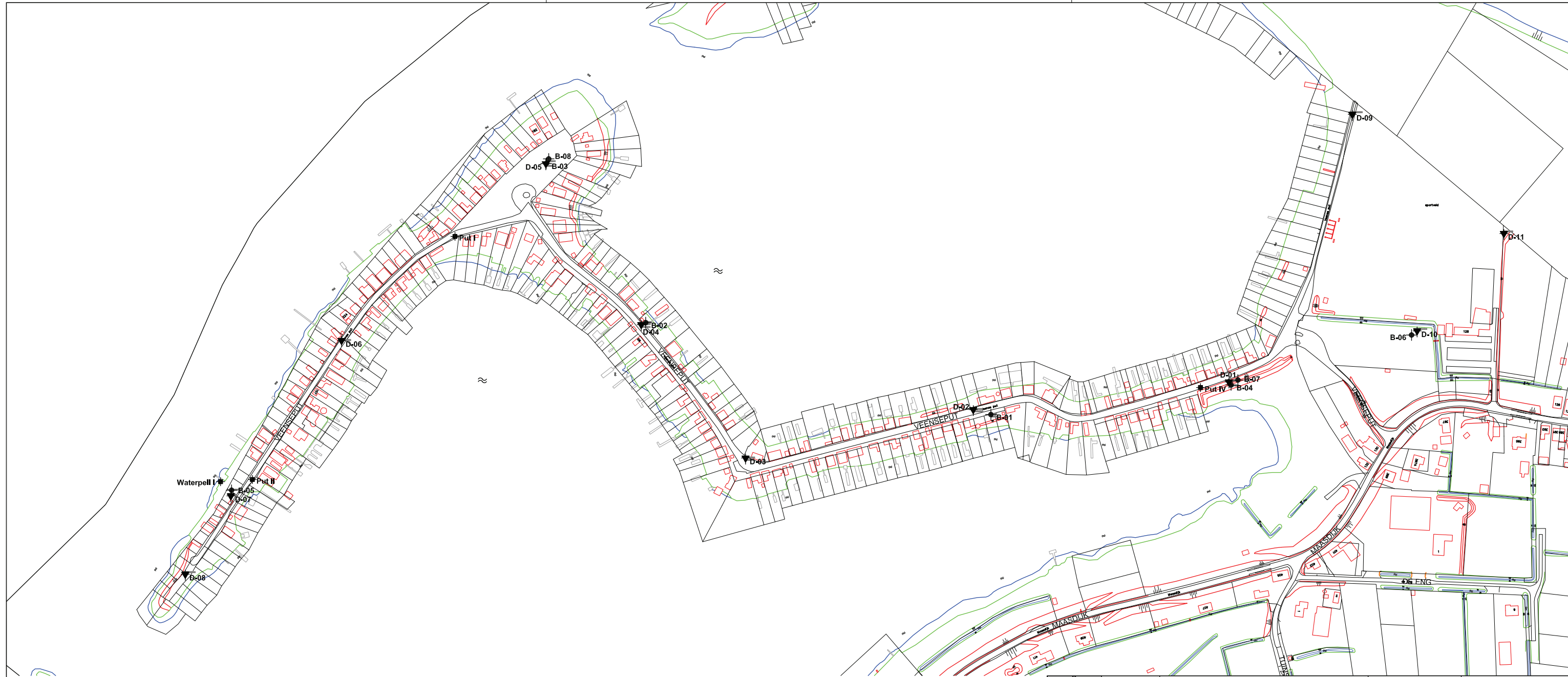


**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

HYDROLOGISCH ONDERZOEK ONTWIKKELLOCATIE VEENSE Plassen

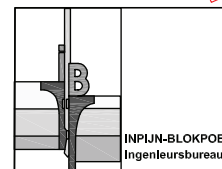
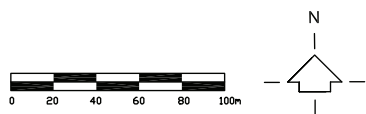
Opdr. 1213-0085-000  
 Sond. DKMP2





Bron:	E-mail digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:	
Tekening-/ bladnummer:	
Datum laatste bewerking:	

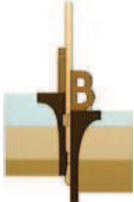
Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.



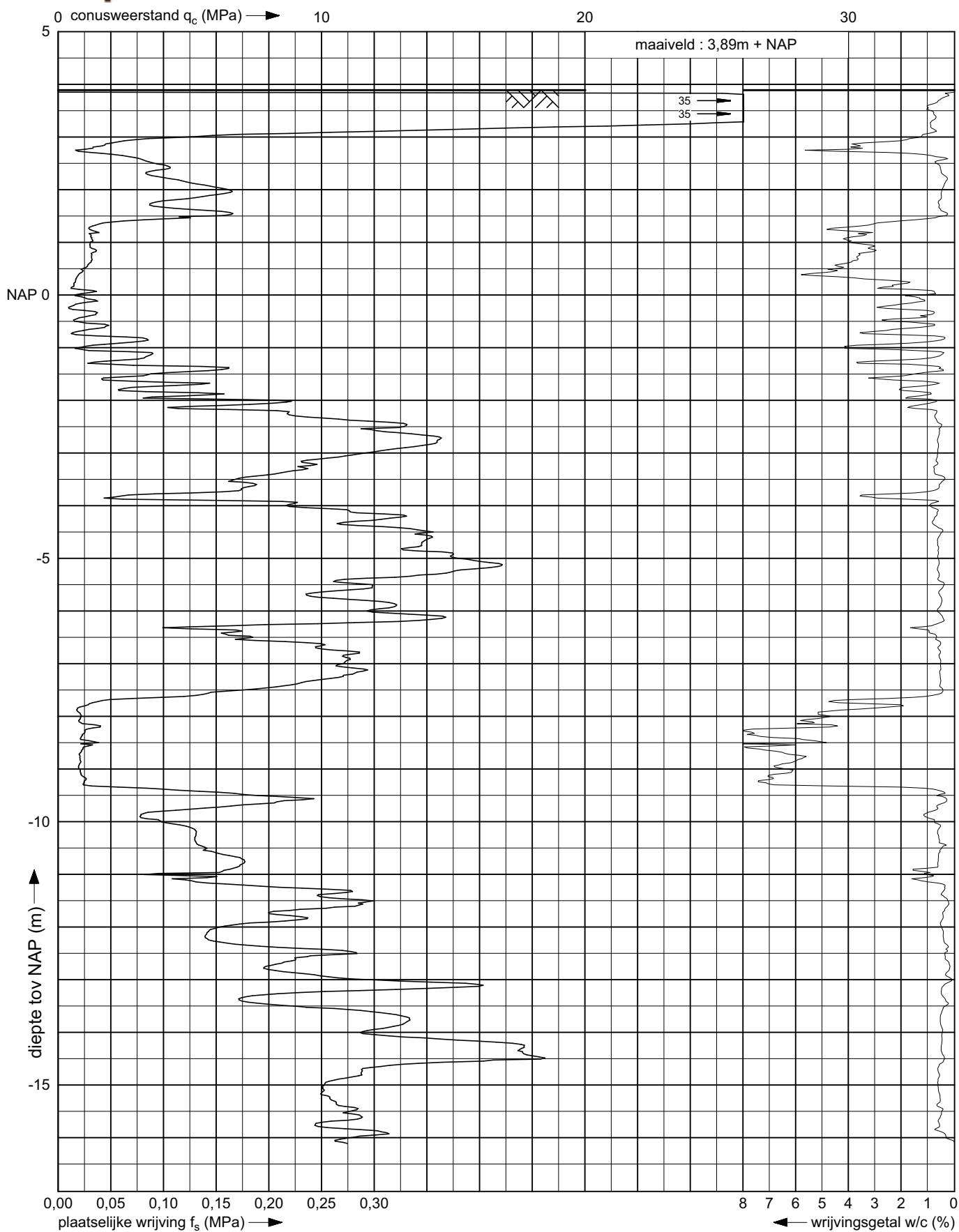
Opdrachtschrijving / locatie:  
**Stabiliteitsbepaling Maasdijk & Veenseput te Veen**  
 Omschrijving tekening:  
**Situatietekening**

Opdrachtnummer:	VH-6220	Bijlage:	SIT-01
Bewerkt:	JBS	Datum:	21-07-2010
X, Y:		Schaal:	1 : 2500
		Formaat:	A3L

M:\Opdrachten\VIH-Veld\Tekening\VIH-6220-01-JBS



Opdracht : VH-6220  
Project : Stabiliteitsbepaling Maasdijk & Veenseput  
Plaats : Veen



Sondering volgens NEN 5140

datum uitvoering : 01-07-2010

uitvoerder : RHL, materieel : S22

type : elektrisch/cilindrisch

conusnummer : 080111

Sondering : DKM-09

x : y :

klasse : 3

Son

T 0499 - 47 17 92

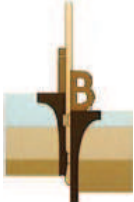
F 0499 - 47 72 02

INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau

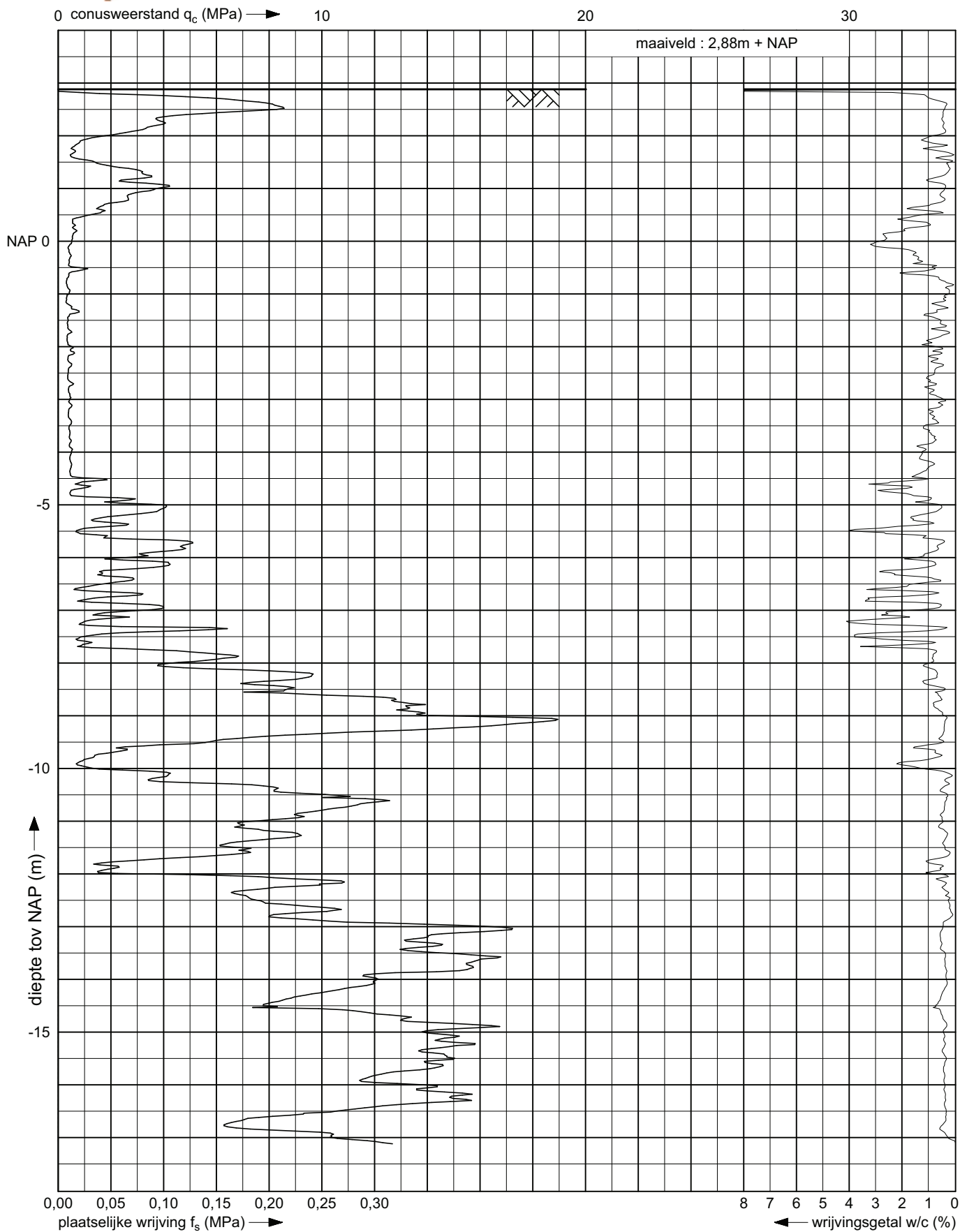
Sliedrecht

T 0184 - 61 80 10

F 0184 - 61 87 82



Opdracht : VH-6220  
Project : Stabiliteitsbepaling Maasdijk & Veenseput  
Plaats : Veen



Sondering volgens NEN 5140

datum uitvoering : 01-07-2010

uitvoerder : RHL, materieel : S22

type : elektrisch/cilindrisch

conusnummer : 080111

Sondering : DKM-10

x : y :

klasse : 3

Son

T 0499 - 47 17 92

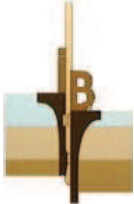
F 0499 - 47 72 02

INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau

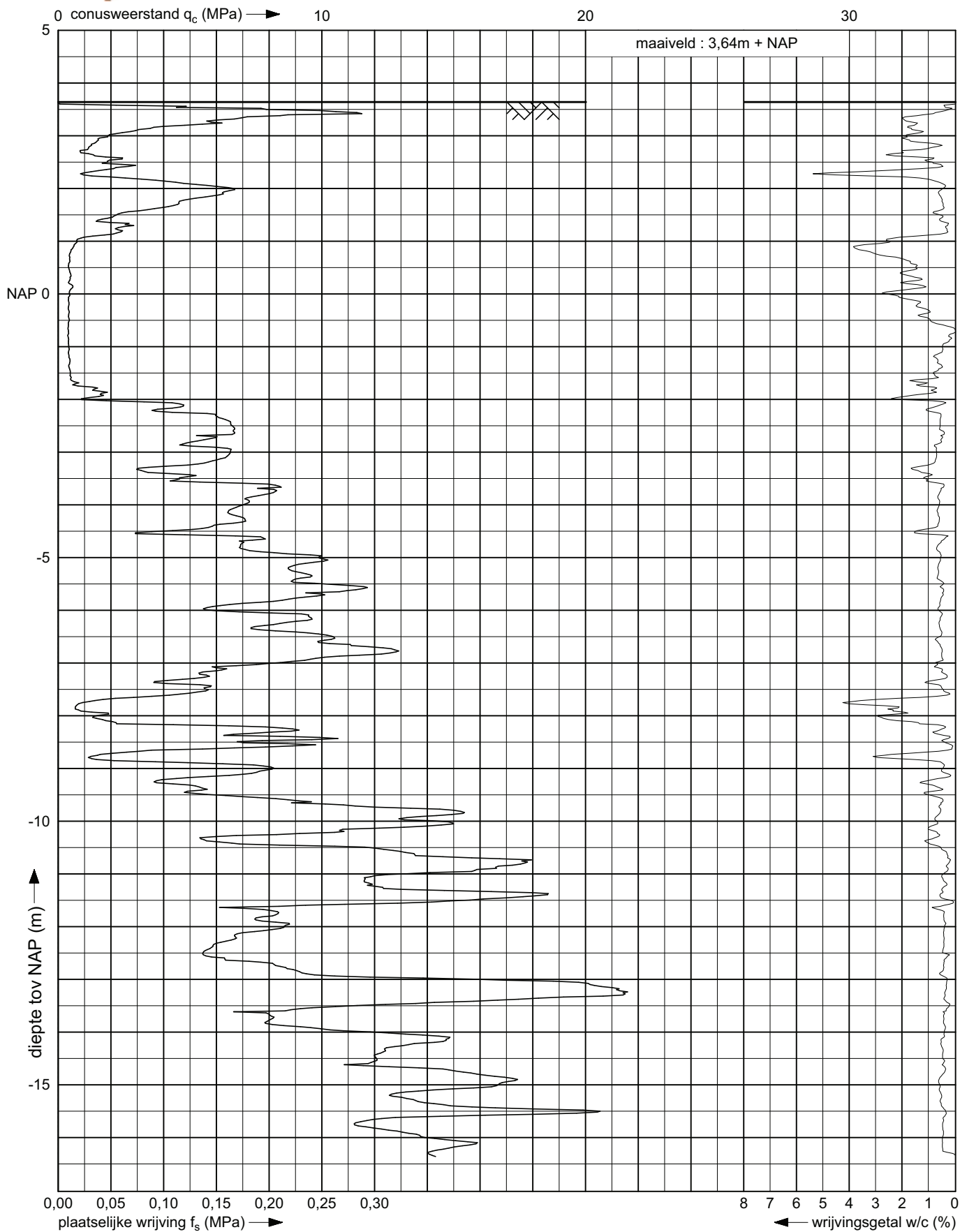
Sliedrecht

T 0184 - 61 80 10

F 0184 - 61 87 82



Opdracht : VH-6220  
Project : Stabiliteitsbepaling Maasdijk & Veenseput  
Plaats : Veen



Sondering volgens NEN 5140

datum uitvoering : 01-07-2010

uitvoerder : RHL, materieel : S22

type : elektrisch/cilindrisch

conusnummer : 080111

Sondering : DKM-11

x : y :

klasse : 3

Son

T 0499 - 47 17 92

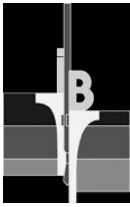
F 0499 - 47 72 02

INPIJN-BLOKPOEL ingenieursbureau

Sliedrecht

T 0184 - 61 80 10

F 0184 - 61 87 82



Opdacht: VH-6220  
Project: Stabiliteitsbepaling Maasdijk & Veenseput  
Plaats: Veen

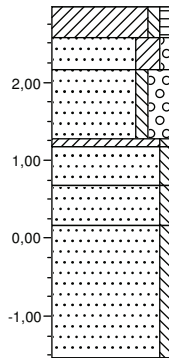
**Boring: B-05**

Uitvoering op: 1-7-2010  
Boring nabij: DKM-07  
Uitvoering door: HLN

**Boring volgens NEN 5119**

maaiveldhoogte: 2,97 m t.o.v. N.A.P.  
Grondwaterstand: 280 cm - maaiveld

**Classificatie volgen NEN 5104**



0.00	Klei, zwak siltig, zwak humeus, bruin
0.40	Zand, zeer fijn, kleiig, zwak grindig, donkerbruin
0.80	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindig, grijs
1.70	Klei, zwak siltig, bruin
1.80	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbruin
2.30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, grijsbruin
2.80	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbruin
4.50	

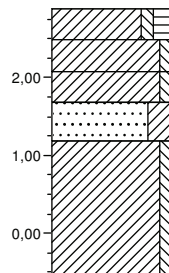
**Boring: B-06**

Uitvoering op: 1-7-2010  
Boring nabij: DKM-10  
Uitvoering door: HLN

**Boring volgens NEN 5119**

maaiveldhoogte: 2,88 m t.o.v. N.A.P.  
Grondwaterstand: 110 cm - maaiveld

**Classificatie volgen NEN 5104**



0.00	Klei, zwak siltig, matig humeus, lichtbruin
0.40	Klei, zwak siltig, bruin
0.80	Klei, zwak siltig, donkerbruin
1.20	Zand, zeer fijn, kleiig, matig roesthoudend, bruingrijs
1.70	Klei, zwak siltig, grijs
3.40	



Copyright © Topografische Dienst, Emmen

■ Peilbuizen van het landelijk meetnet van TNO

*schaal 1 : 20.000*

**LOCATIEOVERZICHT EN PEILBUISLOCATIES TNO**

KWELONDERZOEK ONTWIKKELLOCATIE VEENSE PLASSEN

Opdr. : 1213-0085-002  
Bijlage : 2



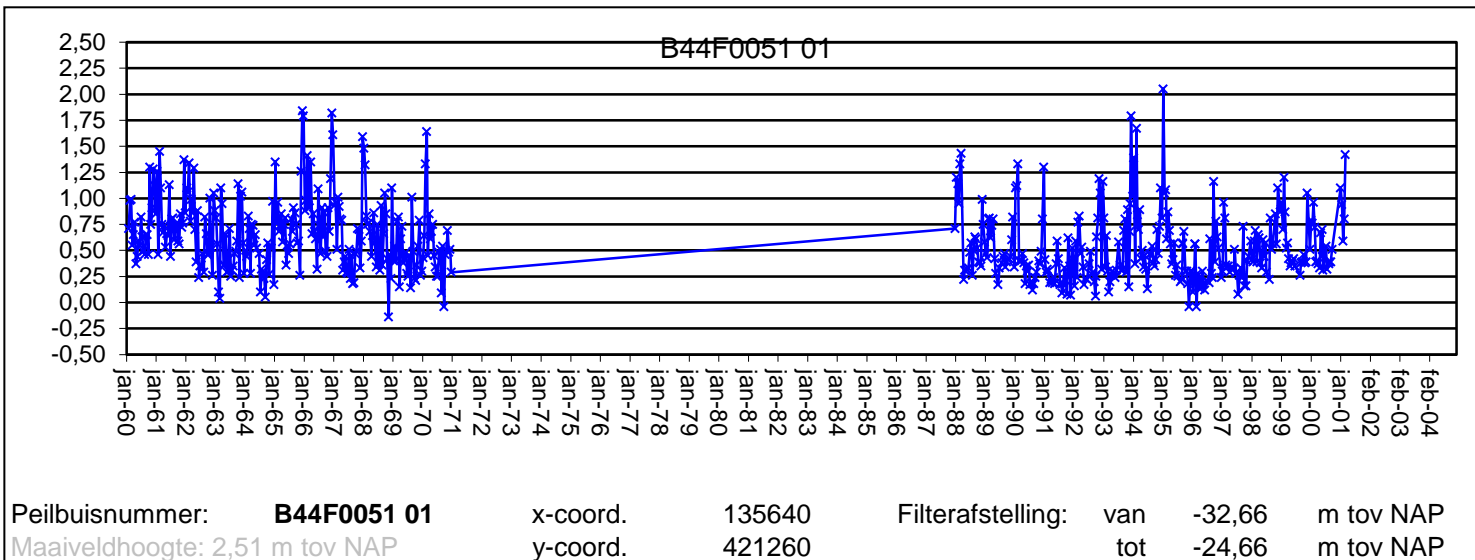
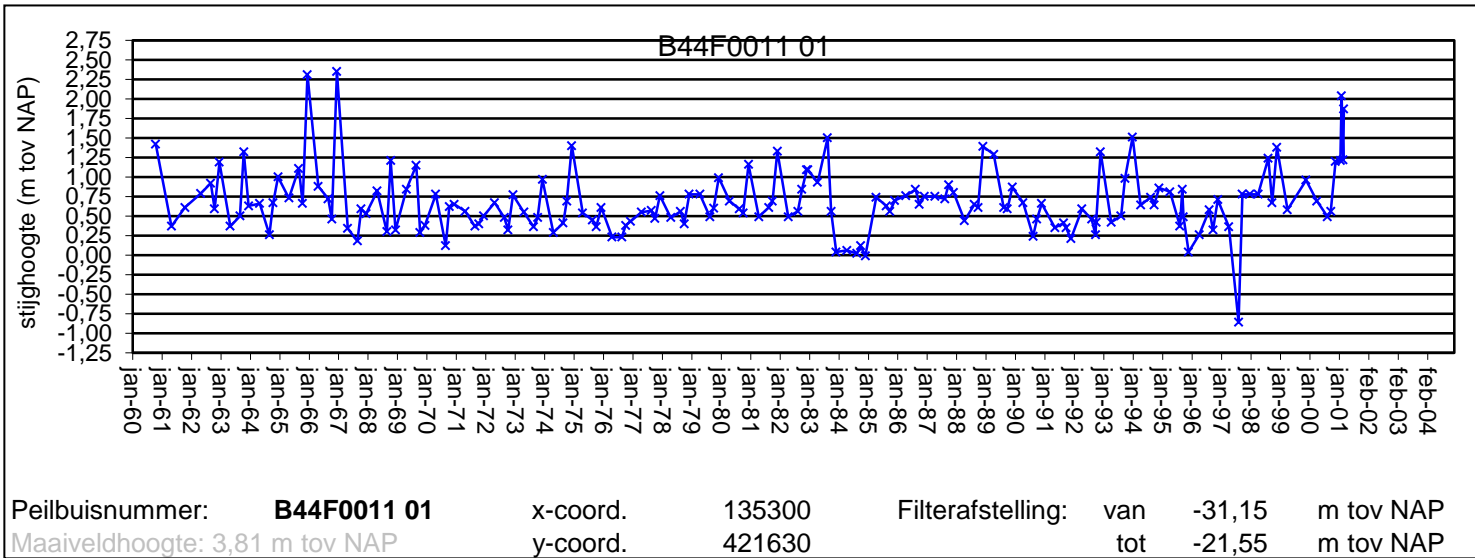


**DINO**  
**Grondwater**  
**TNO**

### Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1960 tot: 1-1-2005

Referentie: NAP





**DINO**  
**Grondwater**  
**TNO**

### Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1960 tot: 1-1-1995

Referentie: NAP

