
Projectnummer: 361019
Referentienummer: SWNL0226594
Datum: 31-05-2018

Verdiepen Hollandse IJssel in Oudewater

Geohydrologische berekeningen

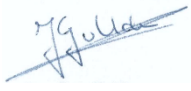
Concept

Opdrachtgever:
Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR)
Molen 48
3994 DD HOUTEN

Verantwoording

Titel	Verdiepen Hollandse IJssel in Oudewater
Subtitel	Geohydrologische berekeningen
Projectnummer	361019
Referentienummer	SWNL0226594
Revisie	C1
Datum	31-05-2018

Auteur(s)	Vincent de Haan
E-mailadres	vincent.dehaan@sweco.nl

Gecontroleerd door	Jeroen van Uden
Paraaf gecontroleerd	

Goedgekeurd door	Ron Buitelaar
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Algemeen.....	4
1.2	Doelstelling	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Achtergrondinformatie.....	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Maaiveld	5
2.3	Bodemopbouw.....	5
2.4	Grondwaterdynamiek	7
2.5	Oppervlaktewater.....	10
3	Analyse	11
3.1	Uitgangspunten.....	12
3.2	Effecten.....	13
4	Conclusies en aanbevelingen	18

Bijlage 1: Situering boorpunten

Bijlage 2: Boorprofielen

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Ten behoeve van de scheepsvaart (pleziervaart) zal de Hollandse IJssel gedeeltelijk worden verdiept. Als gevolg van deze baggerwerkzaamheden kan de kwel binnendijs toenemen en effecten hebben op de waterhuishoudkundige situatie.

Op een tweetal locaties langs de Hollandse IJssel is momenteel sprake van wateroverlast: Oudeweg 8 en Waardsedijk 44. De ligging van de locaties is weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1: Ligging van de twee locaties (Luchtfoto, 2017).

Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden heeft Sweco gevraagd te bepalen wat de gevolgen zijn van het baggeren van de Hollandse IJssel. In deze rapportage is de verandering van de stijghoogte en kwelflux, als gevolg van de verdieping van de Hollandse IJssel, berekend om de gevolgen te kunnen bepalen.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit advies is het inzicht geven in de te verwachten verandering in stijghoogten en kwelflux ter plaatse van de percelen als gevolg van de verdieping van de Hollandse IJssel.

1.3 Leeswijzer

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 komt de analyse van de resultaten aan bod. In hoofdstuk 4 is tot slot conclusies en aanbevelingen opgenomen.

2 Achtergrondinformatie

2.1 Algemeen

Ten behoeve van de berekeningen dient inzicht te worden verkregen in de opbouw van de bodem, het heersende grondwaterregime en de terreingesteldheid. In dit hoofdstuk is ingegaan op deze aspecten. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Rijkswaterstaat, 2011);
- Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- Grondwatergegevens uit DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS II.2 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem NITG-TNO);
- Legger Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, 2017;
- Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA);
- Uitgevoerde boringen op 18 mei 2018. De locatie van de boringen is opgenomen in bijlage 1. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 2.

2.2 Maaiveld

Waardsedijk

De locatie waar wateroverlast optreedt bevindt zich in de uiterwaard. Het maaiveld loopt in noordelijke richting af van circa NAP -0,2 m nabij de dijk tot NAP -1,0 m nabij de Waardsedijk. De kruin van de dijk bevindt zich op circa NAP +1,5 m.

Oudeweg

Ter plaatse van het perceel Oudeweg, waar wateroverlast is geconstateerd, ligt het maaiveld op circa NAP -0,5 m. Het perceel aan de westzijde is opgehoogd en heeft een maaiveldhoogte van circa NAP 0 m. Meer oostelijk is een lager gelegen perceel met een maaiveldhoogte van circa NAP -0,7 m. Zuidelijk van de Willeskop (N228) is het maaiveld lager gelegen: circa NAP -1,2 m. De kruin van de dijk bevindt zich op circa NAP +1,4 m.

2.3 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Van de Bodemkaart van Nederland is de ruimtelijke informatie over de ondergrond tot circa 1,0 m -mv afgeleid. De bodem ter plaatse van de locaties bestaat uit kalkhoudende polder-vaaggronden met zware zavel en lichte klei, profielverloop 5 (bodemcode Rn95A).

Poldervaaggronden komen voornamelijk voor in het jonge rivierengebied. Ter plaatse van de locaties heeft de Hollandse IJssel rivierklei afgezet. De afzetting van de rivierklei vond plaats tijdens overstromingen. Hierbij werd het grofste materiaal (zand) dicht bij de normale loop van de rivier afgezet en op grotere afstand van de rivier fijner materiaal (klei). Bij poldervaaggronden worden de hydromorfe kenmerken (roest- en oxidatieverschijnselen) relatief ondiep aangetroffen, wat aangeeft dat de grondwaterstand relatief ondiep is.

In de dijk, bij het perceel van de Waardsedijk 44, is een boring uitgevoerd die is opgenomen in het digitale archief van TNO (www.dinoloket.nl; boring B38E01772). Hieruit blijkt dat de bodem tot NAP -4,0 m bestaat uit klei. Op circa 40 m van de dijk is een boring uitgevoerd. Hier is tot NAP -1,2 m sprake van een dunne deklaag bestaande uit matig fijn, matig siltig zand. Hieronder is een matig zandige kleilaag aangetroffen tot circa NAP -1,7 m.

Onder de kleilaag is zwak siltig, zeer fijn tot matig fijn zand en grof zand aangetroffen, die vanaf circa 4 m -mv zwak grindhoudend is. Vanaf NAP - 7,9 m tot NAP -8,7 m is een zandige kleilaag aangetroffen. Onder de kleilaag is zeer grof, zwak grindig, zand aanwezig tot NAP -10,7 m (boordiepte).

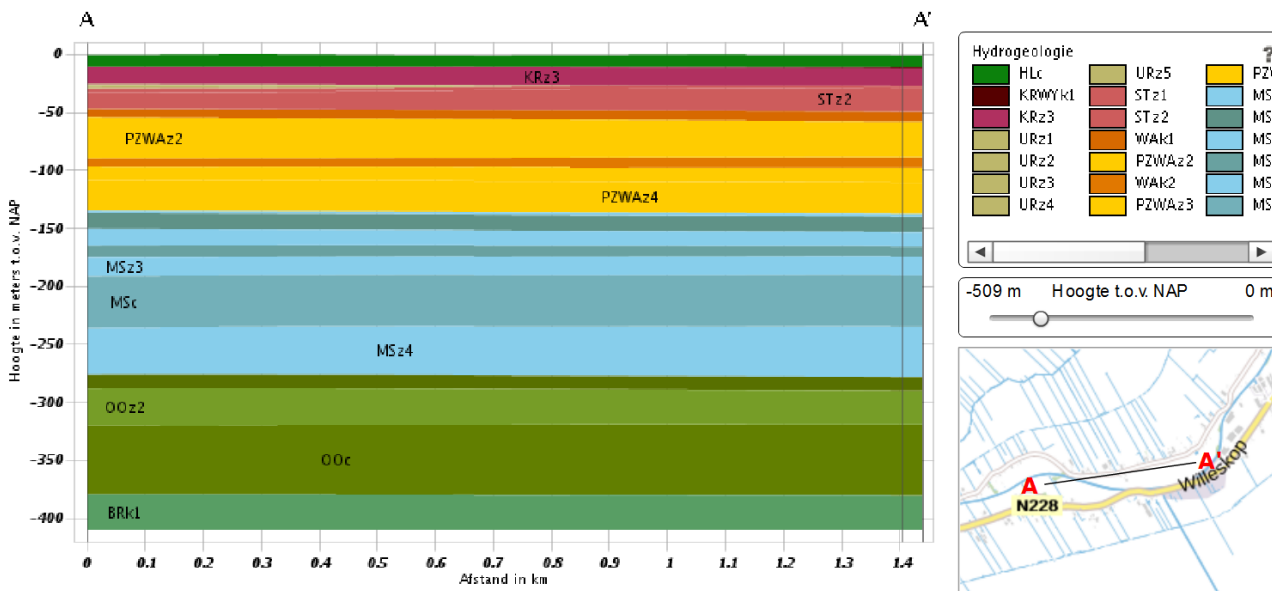
Bij Oudeweg is aan de noordzijde van de Hollandsche IJssel een boring uitgevoerd in de dijk (boring B38E1766). Hieruit blijkt dat de bodem tot NAP -2,8 m uit klei bestaat. In het perceel van Oudeweg 8 is op circa 50 m uit de teen van de dijk een boring uitgevoerd tot 6 m -mv. Hieruit blijkt dat vanaf maaiveld tot NAP -1,6 m uiterst zandige klei aanwezig is. Hieronder is tot boordiepte (NAP -6,7 m) overwegend zeer grof zand aangetroffen. De zandige klei die aangetroffen is bij Waardsedijk 44 niet aangetroffen, omdat niet tot deze diepte geboord is. Uit informatie van GeoTOP V1.3 zou in dit gebied ook nog veen aanwezig kunnen zijn tot 4 m -mv. Deze veenlaag is in de boring niet aangetroffen.

Diepe bodemopbouw

Op basis van REGIS II.2 informatie bestaat de bodem onder de Holocene afzettingen tot circa NAP -47 m uit matig tot uiterst grof zand en fijn tot matig grof grind, afkomstig van de Formatie van Kreftenheye, Urk en Sterksel. Dit zandpakket wordt beschouwd als het eerste watervoerend pakket. Hieronder bevindt zich, tot circa NAP -56 m, een afzetting van zwak tot matig siltige klei afkomstig van de Formatie van Waalre (eerste scheidende laag). Hierna volgt tot circa NAP -90 m een zandpakket afkomstig van de Formatie van Waalre en de Formatie van Peize, bestaande uit matig tot uiterst grof zand. Dit zandpakket wordt aan de onderkant tot NAP -97 m afgesloten door de kleiige afzettingen van de Formatie van Waalre.

In figuur 2.1 is de bodemopbouw in een dwarsdoorsnede weergegeven op basis van REGIS II.2.

Verticale Doorsnede REGIS II v2.2



Figuur 2.1: Verticale REGIS II.2 doorsnede door het plangebied.

Geohydrologische schematisering

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m²/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In tabel 2.1 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven voor beide locaties. Deze zijn gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG.

Tabel 2.1: Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters op basis van REGIS II.2

Diepte (m +NAP)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid	Doorlaat vermogen (m ² /d)	Weerstand (d)
0 à -1 tot -1 à -2	Zandige klei	Echteld	Deklaag	-	20 à 40
-2 tot -10	Matig fijn tot zeer grof zand	Echteld	Eerste watervoerend pakket	240	
-10 tot -47	Matig tot uiterst grof zand en fijn tot matig grof grind	Kreftenheye, Sterksel, Urk.	Eerste watervoerend pakket	1.725	-
-47 tot -56	Zwak tot matig siltige klei	Waalre	Eerste scheidende laag	-	800 à 860
-56 tot -90	Matig tot uiterst grof zand	Peize-Waalre	Tweede watervoerend pakket	1.400	-
-90 tot -96	Klei, zandige klei	Waalre	Geohydrologische basis	-	370 à 430

De zwak tot matig siltige klei op NAP -47 m kan in het kader van dit project als geohydrologische basis beschouwd worden.

2.4 Grondwaterdynamiek

Grondwatertrappen

Als gevolg van seizoensfluctuaties verandert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft het bereik weer, waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt. Dit kan vertaald worden naar een klasse-indeling: grondwatertrappen (Gt). In tabel 2.2 zijn de grondwatertrappen weergegeven, zoals deze in de Bodemkaart van Nederland gehanteerd worden.

Tabel 2.2: Grondwatertrappen

Grondwaterstand (cm –mv)	Grondwatertrap (Gt)						
	I	II ¹	III	IV ¹	V	VI ¹	VII ²
GHG	<20	<40	<40	>40	<40	40 - 80	>80
GLG	<50	50 -80	80 -120	80 - 120	>120	>120	(>160)

¹ een * achter deze Gt-codes betekent 'natter deel', dat wil zeggen een GHG tussen 25 en 40 cm –mv.

² een * achter deze Gt-codes betekent 'zeer droger deel', dat wil zeggen een GHG dieper dan 140 cm –mv.

Ter plaatse van de locatie Waardsedijk 44 komt grondwatertrap III voor. Bij een grondwatertrap III bevindt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) zich beneden 0,4 m -mv en de ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tussen de 0,8 en 1,2 m -mv.

Bij de locatie van de Oudeweg komt grondwatertrap VI voor. Bij een grondwatertrap VI bevindt de GHG zich tussen 0,40 en 0,80 m -mv en ligt de GLG beneden de 1,20 m -mv.

Grondwaterdynamiek

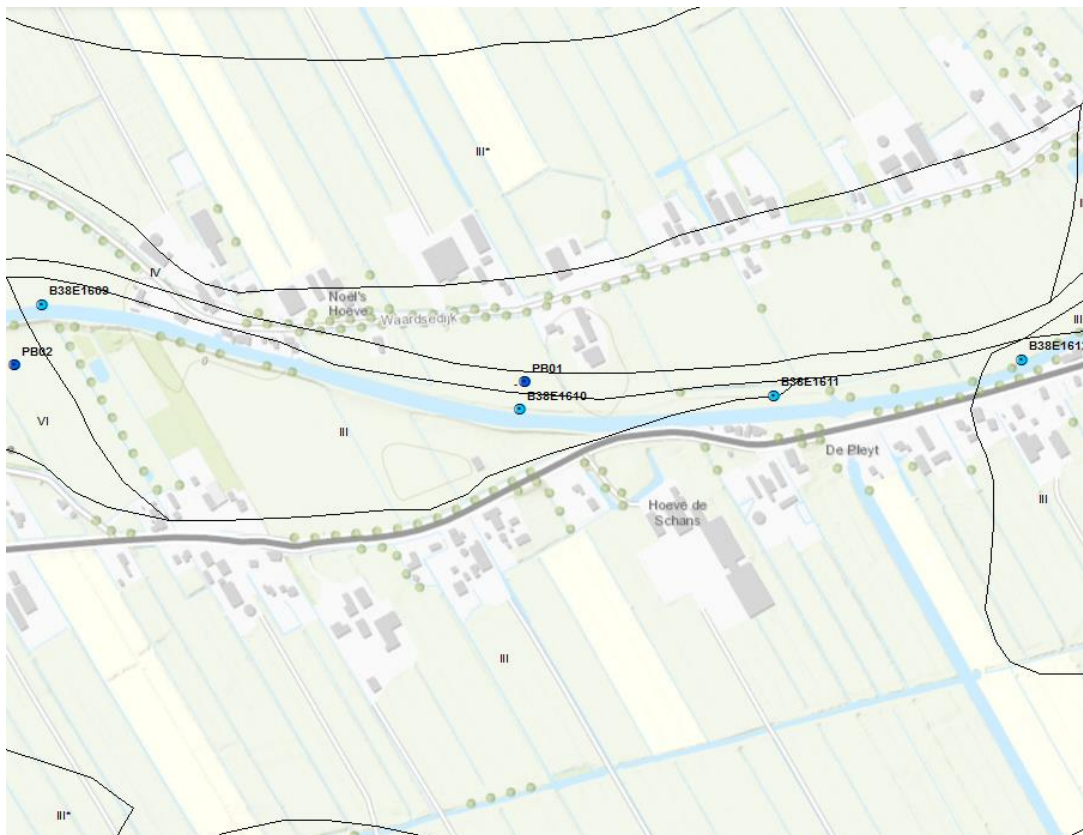
De richting van de grondwaterstroming wordt voornamelijk bepaald door het rivierpeil van de Hollandse IJssel. Dit rivierpeil is gemiddeld circa NAP +0,56 m. De algemene grondwaterstroming stroomt vanuit de Hollandse IJssel gezien richting het achterland.

In de omgeving van de locaties bevindt zich een aantal peilbuizen met een filter in het watervoerend pakket, waarvan de grondwaterstanden opgenomen zijn in het digitale archief van TNO. In tabel 2.2 zijn de karakteristieken van de grondwaterstanden weergegeven van de peilbuizen. Hierbij is de Gemiddeld Hoogste Stijghoogte (GHS), Gemiddelde Stijghoogte (GS) en Gemiddeld Laagste Stijghoogte (GLS) afgeleid. De situering van de peilbuizen en grondwatertrappen is weergegeven in figuur 2.2 en het stijghoogteverloop is weergegeven in figuur 2.3.

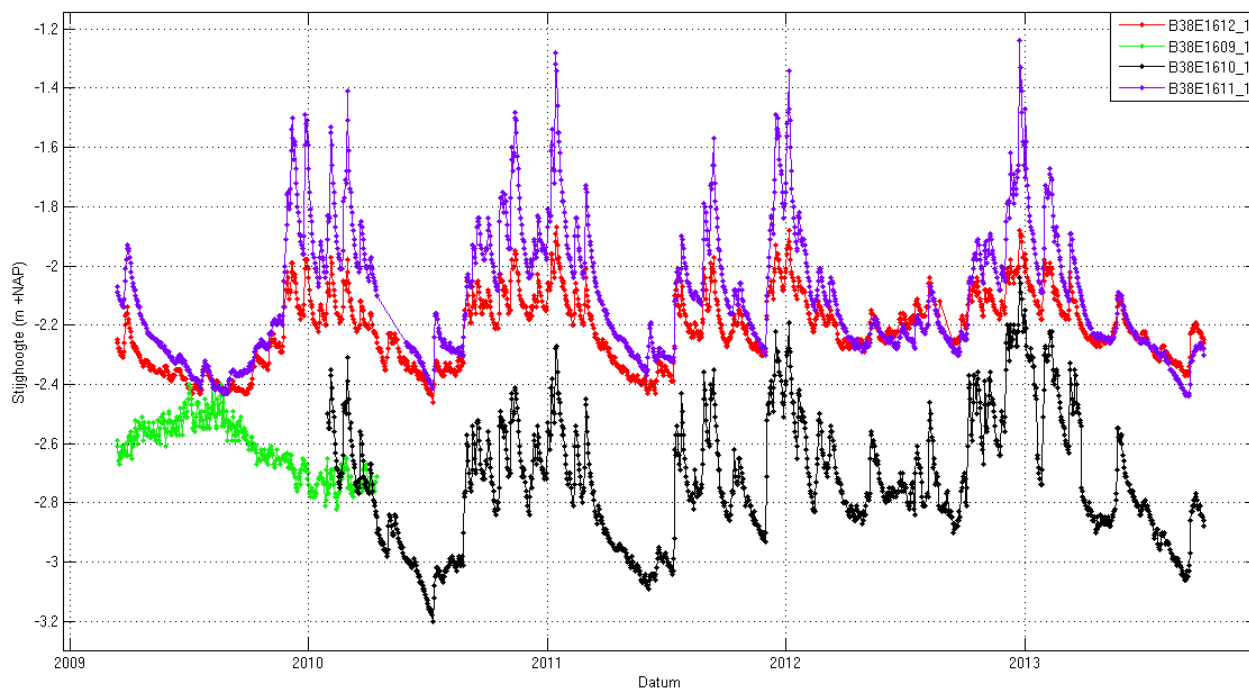
Tabel 2.3: Karakteristieken grondwaterstanden op basis van tijdreeksen

Peilbuis	Periode data	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveld (m +NAP)	Filterdiepte (m +NAP)	GLS (m +NAP)	GS (m +NAP)	GHS (m +NAP)
B38E1612	2009 - 2013	123097	448737	1,53	-7,72	-2,35	-2,19	-2,02
B38E1610	2010 - 2013	122432	448671	0,98	-3,52	-2,99	-2,73	-2,41
B38E1611	2009 - 2013	122769	448690	1,33	-4,42	-2,31	-2,06	-1,69
B38E1609	2009 - 2010	121799	448810	1,53	-2,97	n.b.	n.b.	n.b.

n.b.: niet bekend



Figuur 2.2: Situering peilbuizen en grondwatertrappen rondom de locaties.



Figuur 2.3: Stijghoogteverloop peilbuizen.

Uit bovenstaande blijkt dat de gemiddelde stijghoogte (GS) ter plaatse van locatie Waardedijk 44 circa NAP -2,73 m bedraagt (peilbuis B38E1610).

Bij de locatie Oudeweg bevindt zich aan de noordzijde van de Hollandse IJssel peilbuis B38E1609. De meetreeks is te kort om een GHS af te leiden. De gemiddelde stijghoogte over de meetperiode bedraagt NAP -2,62 m. De hoogst gemeten grondwaterstand bedraagt NAP -2,39 m en de laagst gemeten grondwaterstand is NAP -2,82 m.

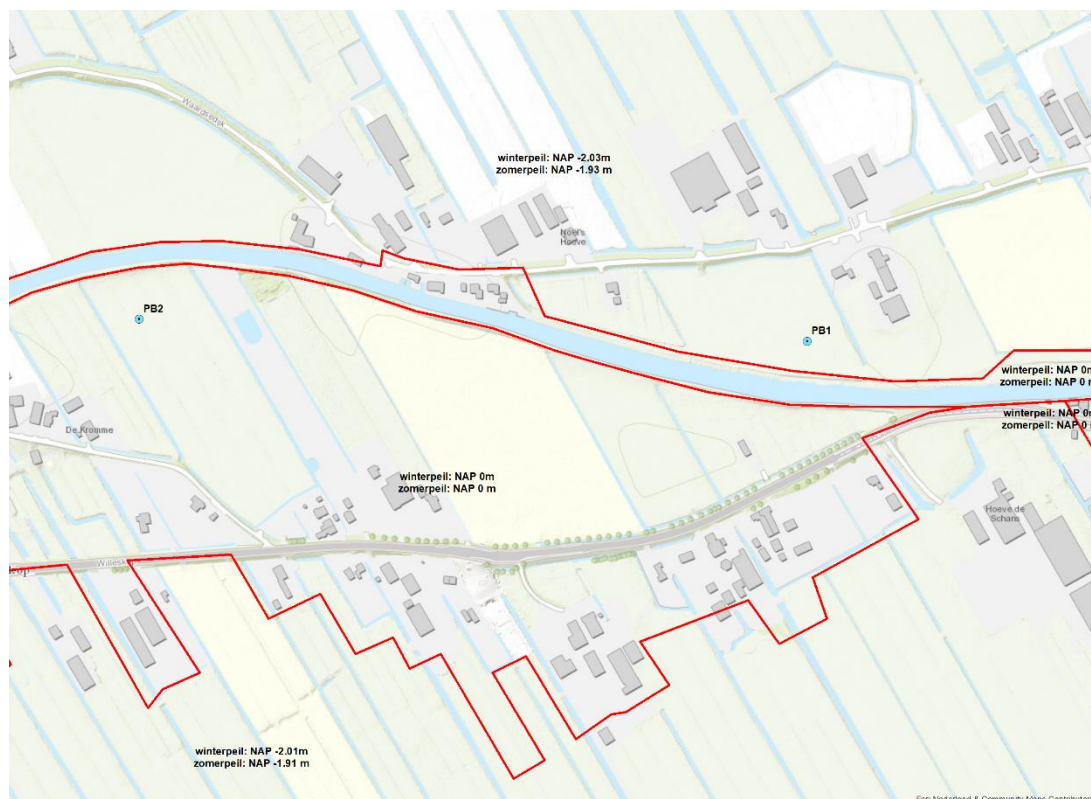
Op beide locaties is een monitoringsmeetpunt ingericht. Elk monitoringsmeetpunt is voorzien van twee filters (zie bijlage 2). De peilfilters zijn voorzien van een datalogger, die per uur de grondwaterstand registreert. Er zijn echter nog geen gegevens beschikbaar.

De grondwaterstand is, tijdens plaatsing van de peilfilters, op 18 mei 2018 gemeten en is op beide locaties 1,5 m -mv (circa NAP -2,2 m). Bij de locatie Waardsedijk is de gemeten stijghoogte circa 0,5 m hoger dan de gemiddelde waarden in peilbuis B38E1610. Dit verschil kan verklaard worden door de natte periode in begin mei 2018. Bij de locatie Oudeweg is de gemeten stijghoogte circa 0,4 m hoger dan de gemiddelde stijghoogte in peilbuis B38F1609. Gelet op de tijdstijghoogtelijnen (figuur 2.3) zijn dit geen extreme situaties.

2.5 Oppervlaktewater

Rondom de locaties bevinden zich een aantal watergangen. De locatie bij de Waardsedijk is gelegen in een peilgebied waar een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -1,93 m en NAP -2,03 m geldt.

Bij de locatie Oudeweg is geen zomer- en winterpeil vastgesteld is. Op basis van de AHN en locatiebezoek wordt een peil aangehouden van circa NAP -1,2 m. Ten zuiden van de Willeskop is een peilgebied aanwezig met een zomer- en winterpeil van respectievelijk NAP -1,91 m en NAP -2,01 m. De peilgebieden zijn weergegeven in figuur 2.4.



Figuur 2.4: Peilgebieden in m +NAP (bron: Legger Hoogheemraadschappen de Stichtse Rijnlanden).

3 Analyse

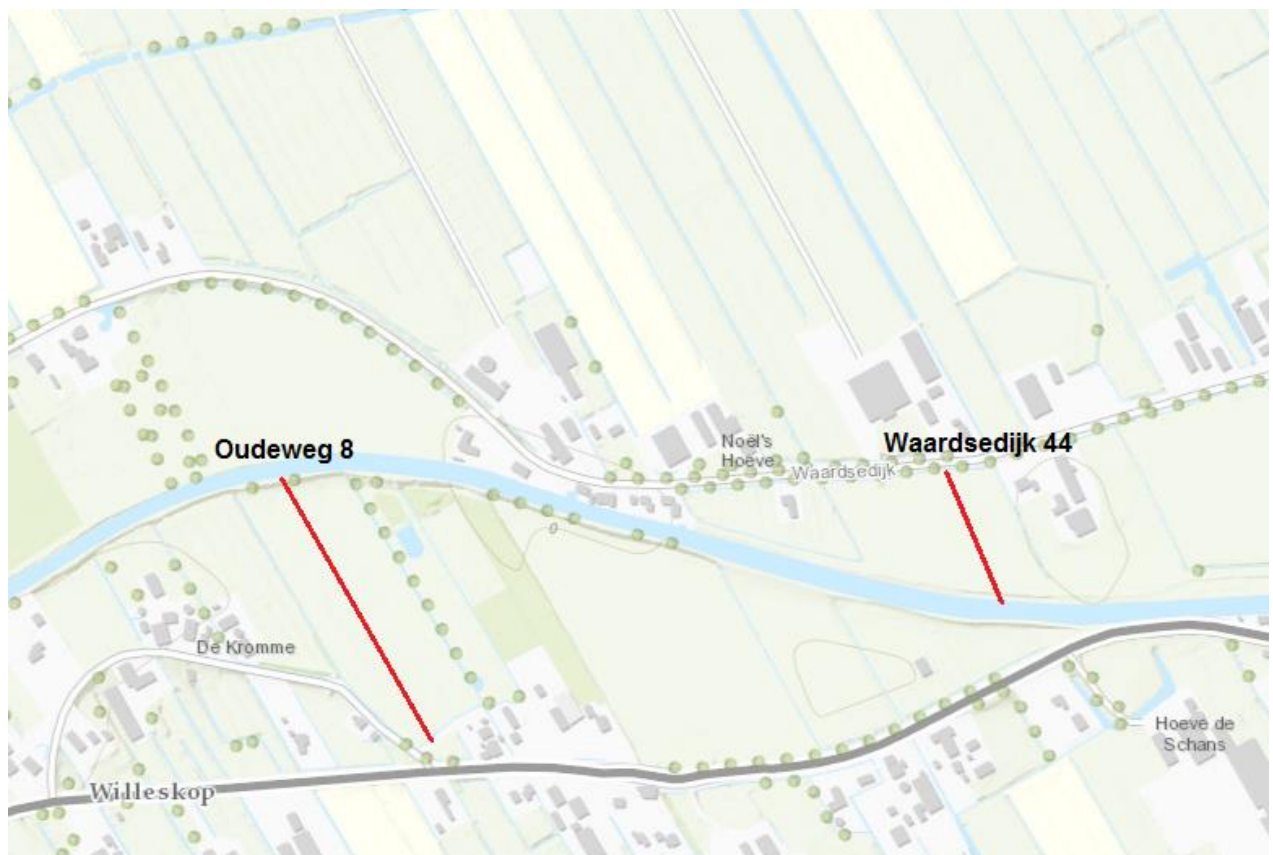
In dit hoofdstuk is ingegaan op de verandering van de stijghoogte en kwelflux, als gevolg van het uitdiepen van de Hollandse IJssel. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma SEEP/W. SEEP/W is een softwareproduct voor eindige elementen voor het modelleren van grondwaterstroming in poreuze media in tweedimensionaal vlak. SEEP/W kan eenvoudige verzadigde stationaire problemen modelleren of geavanceerde verzadigde / onverzadigde niet-stationaire analyses met atmosferische koppeling op het grondoppervlak.

Er zijn twee situaties gemodelleerd om vervolgens met elkaar te vergelijken:

- Situatie 1: Huidige diepte van de Hollandse IJssel (huidige situatie).
- Situatie 2: Uitdieping van de Hollandse IJssel tot NAP -2,7 m (uitvoeringsfase).

In praktijk zal de bodem van de Hollandse IJssel, na het uitdiepen, langzaam weer dichtslibben. Deze situatie is niet meegenomen in de analyse, omdat de uitvoeringsfase maatgevend is voor de kwelsituatie.

Voor beide deellocaties is een Seep/W dwarsdoorsnedemodel opgesteld en doorgerekend. De locatie van de dwarsprofielen, waarop de resultaten zijn gebaseerd, zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1: De ligging van de dwarsprofielen in rood voor de modelberekening.

Het dwarsprofiel ter plaatse van Oudeweg 8 wordt aan de zuidkant begrensd door de watergang ten noorden van de N228. De watergang parallel aan de Waardsedijk, vormt de noordelijke begrenzing voor het dwarsprofiel ter plaatse van Waardsedijk 44.

3.1 Uitgangspunten

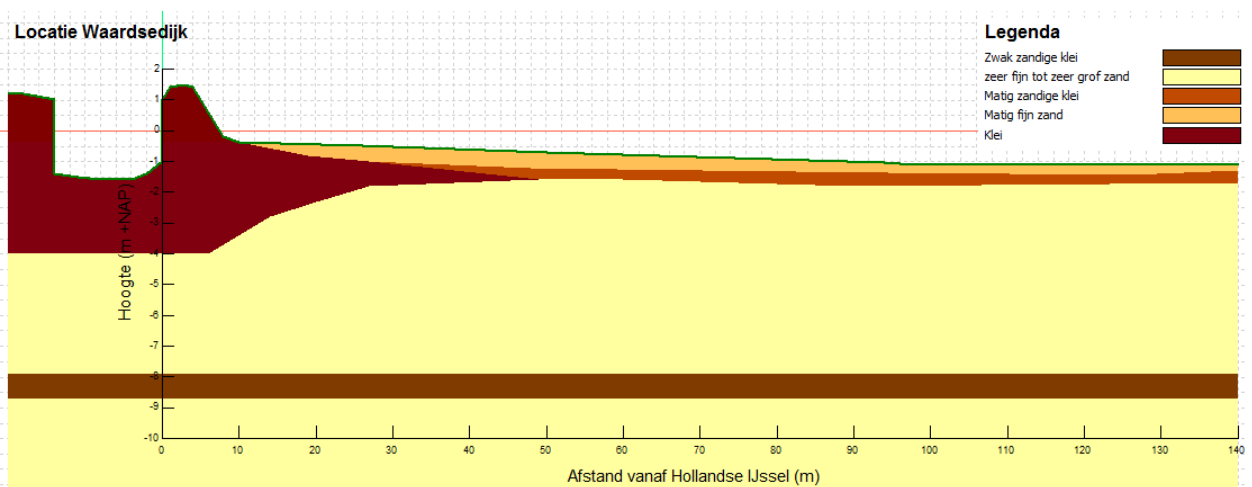
Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

Bodem

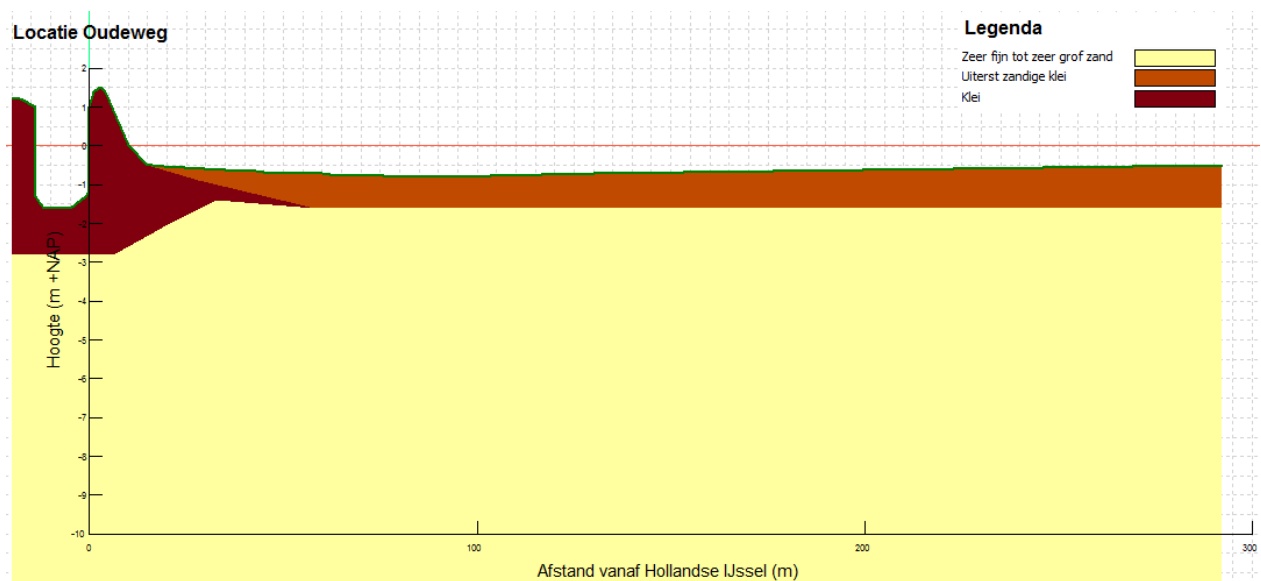
- De hoogte van het maaiveld is op basis van de AHN3 afgeleid ter plaatse van de dwarsprofielen.
- De dikte en doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket is conform bodem-schematisatie beschreven in tabel 2.1.
- De doorlaatfactoren van de grondsoorten zijn gebaseerd op de waarden van STIBOKA. De doorlaatfactor van het dijklichaam is gekalibreerd op waarnemingen in het veld, waarbij het water aan de teen van de dijk het maaiveld op stroomde.
- De dikte van de deklaag en bodemopbouw van de dijk is voor beide locaties bepaald aan de hand van de lokaal uitgevoerde boringen in combinatie met nabijgelegen GeoTOP V1.3 boringen (zie paragraaf 2.3).
- Ter plaatse van locatie Waardsedijk wordt uitgegaan van een kleilaag van NAP -7,9 m tot NAP -8,7 m (conform lokale boring).
- Voor zandige afzettingen wordt uitgegaan van een verticale doorlaatfactor (K_y) en horizontale doorlaatfactor (K_x) ratio van 0,2 ($=K_y/K_x$) en voor kleiige afzettingen bedraagt deze ratio 0,1.
- In figuur 3.2 en 3.3 is de schematische bodemopbouw ter plaatse van beide dwarsdoorsneden weergegeven.

Berekeningen

- Het gemiddelde peil van de Hollandse IJssel bedraagt NAP +0,56 m.
- De huidige diepte van de Hollandse IJssel bedraagt ter plaatse van de locaties circa NAP -1,6 m. De toekomstige diepte van de Hollandse IJssel bedraagt NAP -2,7 m.
- Het winterpeil ter plaatse van de locatie Waardsedijk bedraagt NAP -2,03 m. Het winterpeil ter plaatse van locatie Oudeweg is geschat op NAP -1,2 m.
- Het grondwatermodel is, zover mogelijk, gekalibreerd op de grondwaterstandsmeting in de lokale peilbuizen en waarnemingen in het veld.
- De kwelfluxen en stijghoogten zijn berekend op een diepte van NAP -1 m (net onder het maaiveld in de deklaag).
- De kade van de Hollandse IJssel bestaat uit verweerde houten palen waardoor ervanuit wordt gegaan dat het water overal in direct contact staat met de grondlagen.
- Er wordt gerekend vanuit een stationaire situatie (worstcase).



Figuur 3.2: Schematische bodemopbouw ter plaatse van dwarsprofiel locatie Waardsedijk voor de huidige situatie.



Figuur 3.3: Schematische bodemopbouw ter plaatse van dwarsprofiel locatie Oudeweg voor de huidige situatie.

3.2 Effecten

Waardsedijk 44

Bij een gemiddeld peil van de Hollandse IJssel van NAP +0,56 m bedraagt het verschil tussen de gemeten grondwaterstand (NAP -2,18 m) circa 2,8 m. Dit grote verschil tussen oppervlaktewaterpeil en stijghoogten nabij de Hollandsche IJssel duidt op relatief grote weerstand van de bodem.

Huidige situatie

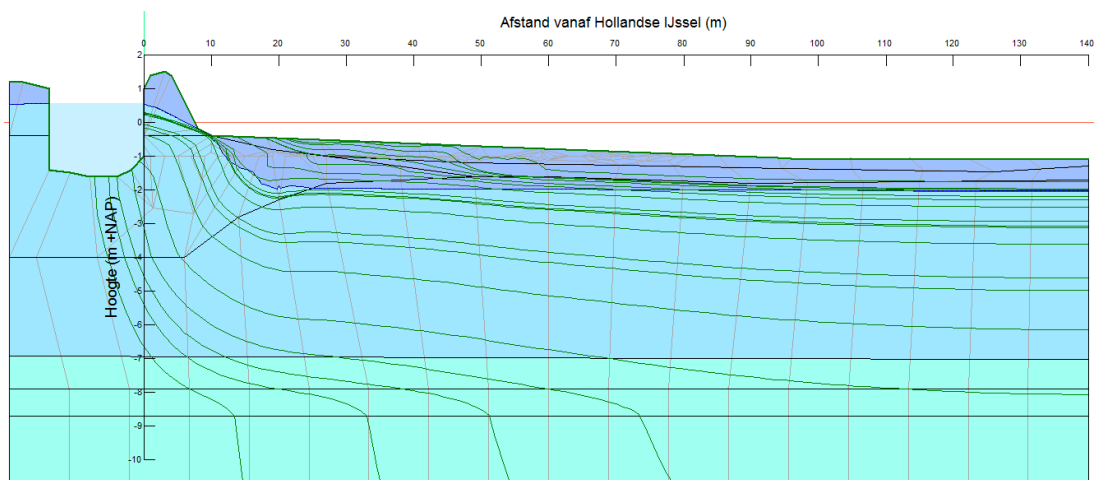
Tot circa 1,8 m beneden de bodem van de Hollandse IJssel zijn kleiige afzettingen en slib aanwezig (hoge weerstand). Het grondwater stroomt door de dijk, waar het bij de voet van de dijk als kwel over het maaiveld stroomt. Het grootste gedeelte van het grondwater zakt hier ook dieper weg en stroomt door middel van horizontale stroming van de Hollandse IJssel af richting het binnendijks gebied.

Na uitvoering

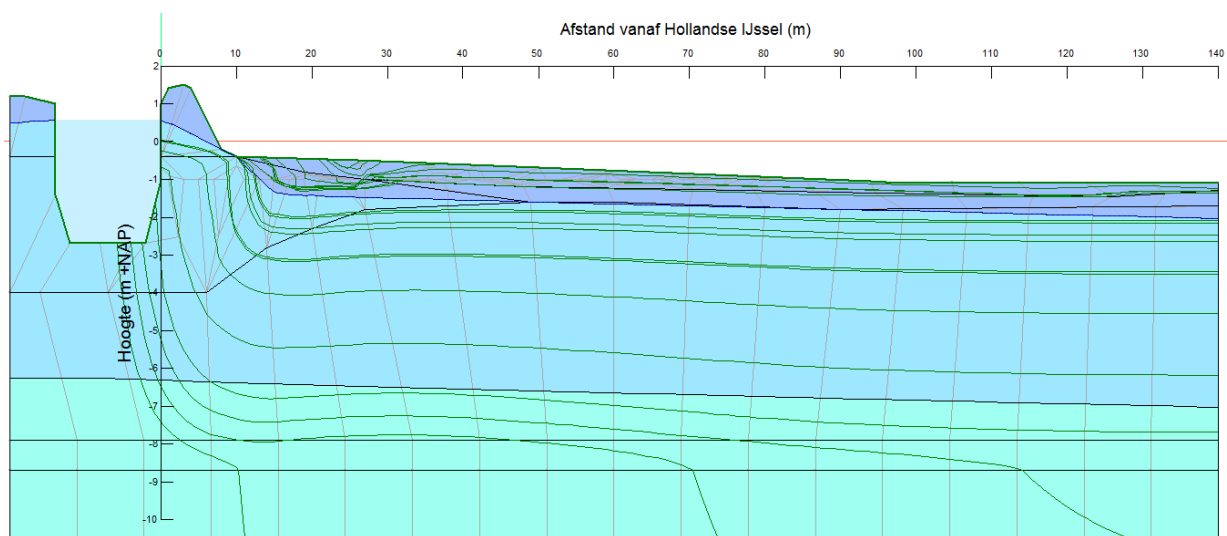
Bij het baggeren wordt de Hollandse IJssel uitgediept tot NAP -2,7 m. Hierbij wordt de aanwezige deklaag niet geheel afgegraven, waardoor een deel van de weerstand wordt behouden.

Doordat het water van de Hollandse IJssel niet rechtstreeks infiltreert in het goed doorlatende zandpakket, is er geen sprake van een significante toename in overdruk in het dieper gelegen zandpakket. De hoeveelheid kwel zal toenemen, door het afnemen van de weerstand.

Figuur 3.4 en figuur 3.5 geven de stroombanen vanuit de Hollandsche IJssel weer bij de locatie Waardsedijk voor de huidige situatie en na baggeren. Zichtbaar is dat nabij de dijk het water aan maaiveld komt.

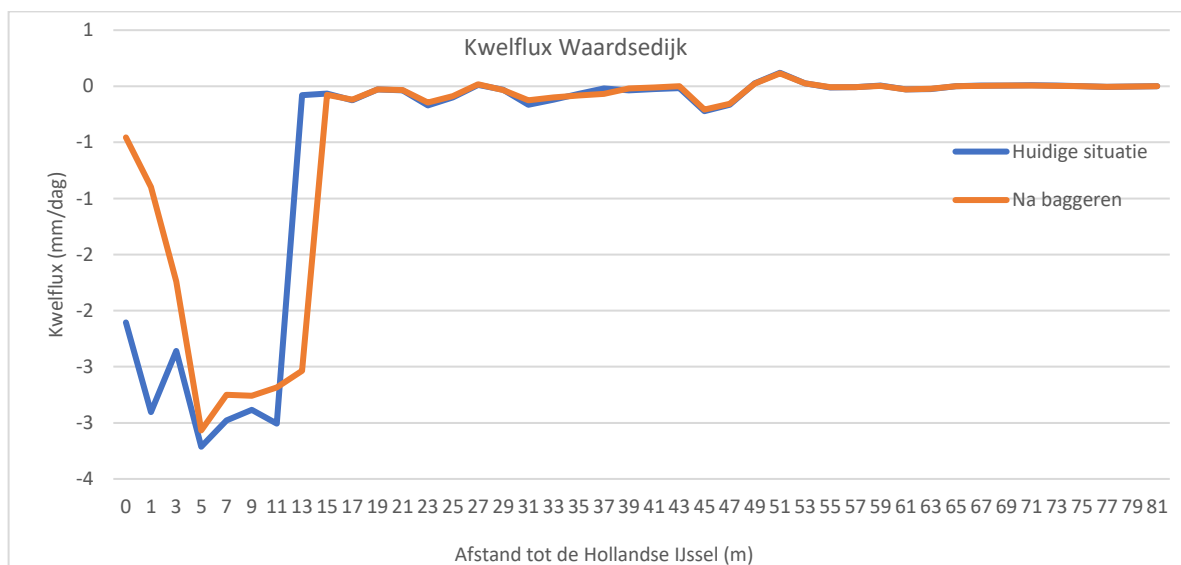


Figuur 3.4: Stroombanen (groene lijnen) en grondwaterstand (blauw gestippelde lijn) in huidige situatie bij de locatie Waardsedijk.



Figuur 3.5: Stroombanen (groene lijnen) en grondwaterstand (blauw gestippelde lijn) na baggeren van Waardsedijk 44.

In figuur 3.6 is de verticale flux weergegeven in relatie tot de afstand van de Hollandsche IJssel bij de locatie Waardsedijk. In figuur 3.11 is deze weergegeven bij de locatie Oudeweg.



Figuur 3.6: Verticale flux (kwelflux) vanaf de Hollandse IJssel voor de locatie Waardsedijk.

Uit figuur 3.6 blijkt dat de kwelflux in het dijklichaam negatief is. Het grote hoogteverschil tussen rivierpeil en maaiveld zorgt voor een drukverschil, waardoor het water door de dijk afzakt, resulterend in een negatieve kwelflux.

Door de geringe toename in stijghoogte na baggeren is de toename van de kwelflux ook relatief klein. De hoeveelheid kwel neemt alleen nabij de dijk toe als gevolg van het uitbaggeren van de Hollandsche IJssel. De toename bedraagt circa 0,1 mm/dag. Uit modelberekening volgt dat de kwelflux 0,1 m beneden maaiveld maximaal 1 mm/dag is op circa 25 mm vanaf de Hollandse IJssel.

Oudeweg 8

Bij een gemiddeld peil van de Hollandse IJssel van NAP +0,56 m bedraagt het verschil tussen de gemeten grondwaterstand (NAP -2,24 m) eveneens circa 2,8 m.

Huidige situatie

Tot circa 0,4 m beneden de bodem van de Hollandse IJssel zijn kleiige afzettingen en slib aanwezig. De grondwaterstand stroomt door de dijk, waar het bij de voet van de dijk als kwel over het maaiveld stroomt. Bij een locatiebezoek op 22 maart jl. is waargenomen dat het grondwater aan de teen van de dijk relatief hoog staat (rietvorming) en dat het water vanuit de Hollandsche IJssel bij laag gelegen delen/ontgravingen uitstroomt (zie figuur 3.7)

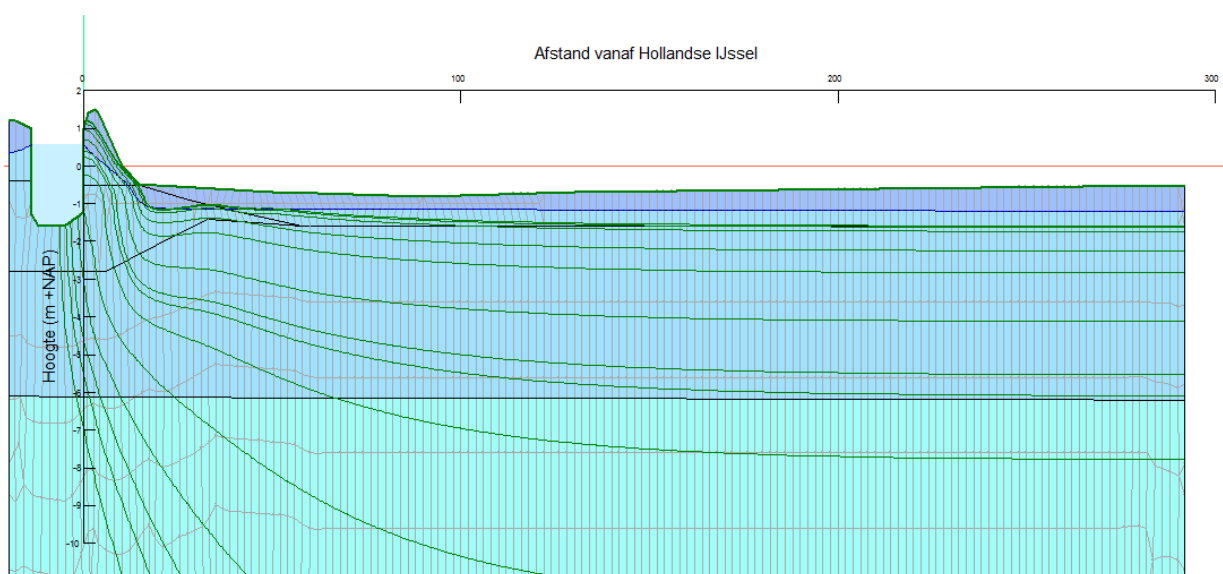


Figuur 3.7: Rietvorming (links) en uitstroom van water (rechts)

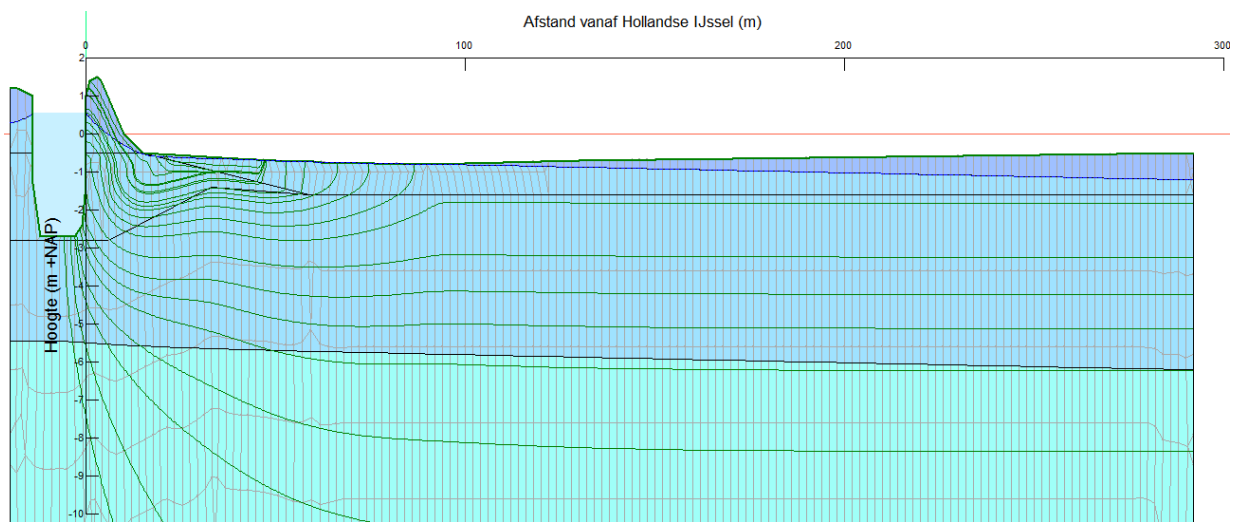
Het grootste gedeelte van het water vanuit de Hollandse IJssel zakt dieper weg en stroomt door middel van horizontale stroming richting het binnendijs gebied. Er is geen sprake van kwel op grotere afstand van de dijk.

Na baggeren

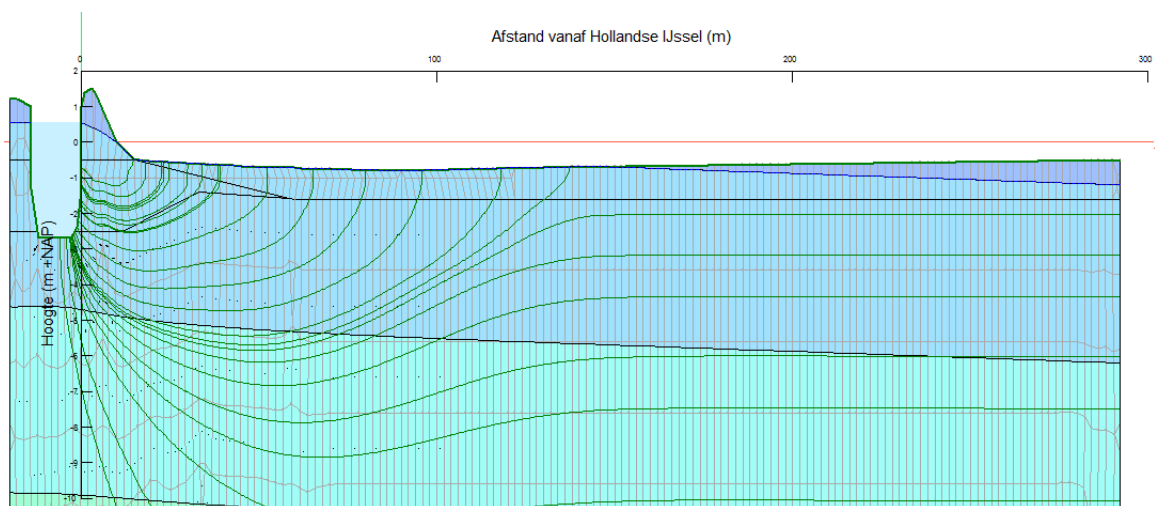
Bij het baggeren wordt de Hollandse IJssel uitgediept tot maximaal NAP -2,7 m. Hierdoor wordt de aanwezige deklaag bijna geheel afgegraven. Er zal circa 0,1 m achterblijven en op sommige plaatsen mogelijk geheel afgegraven waardoor de Hollandse IJssel in direct contact staat met de goed doorlatende zandondergrond (eerste watervoerend pakket). De hoeveelheid kwel aan de teen van de dijk zal hier dus toenemen. Vanwege de onzekerheid in de dikte van de deklaag en om een worstcase te benaderen is ook een situatie doorgerekend waarbij de deklaag 0,3 m dunner is bij de dijk (onderkant op NAP -2,5 m) en volledig wordt afgegraven.



Figuur 3.8: Stroombanen (groene lijnen) en grondwaterstand (blauw gestippelde lijn) in huidige situatie ter plaatse van locatie Oudeweg.



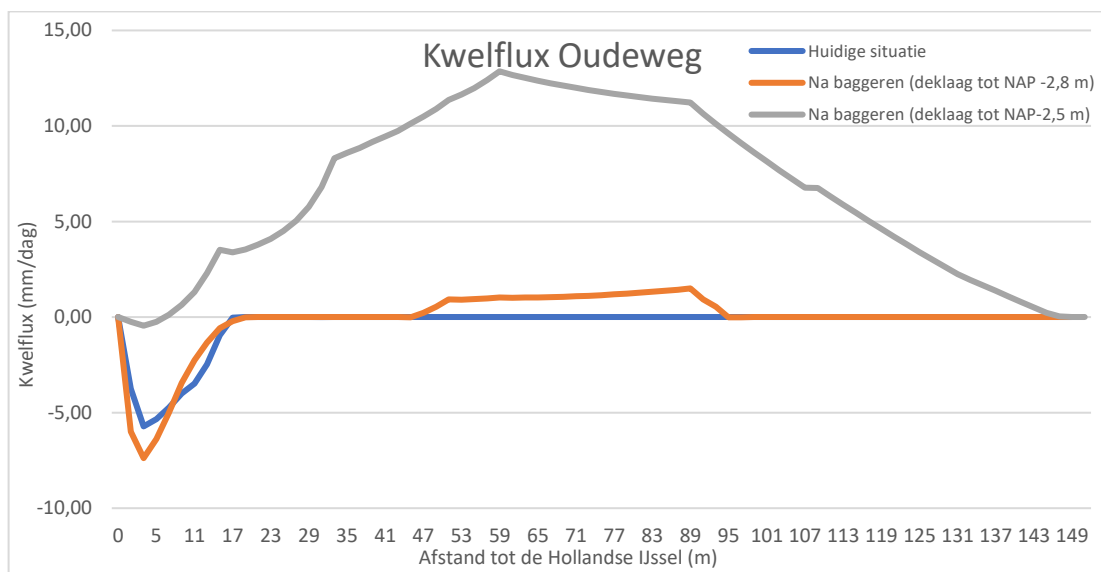
Figuur 3.9: Stroombanen (groene lijnen) en grondwaterstand (blauw gestippelde lijn) na baggeren ter plaatse van de locatie Oudeweg (onderkant deklaag bij dijk op NAP -2,8 m).



Figuur 3.10: Stroombanen (groene lijnen) en grondwaterstand (blauw gestippelde lijn) na baggeren ter plaatse van de locatie Oudeweg (onderkant deklaag bij dijk op NAP -2,5 m).

In figuur 3.10 is te zien dat ter plaatse van Oudeweg 8 kwelwater op het maaiveld komt te staan tot circa 100 m achter de dijk als 0,1 m deklaag over blijft. Als de deklaag volledig wordt afgegraven komt tot circa 130 m achter de dijk kwelwater op het maaiveld te staan.

In figuur 3.11 is de verticale flux in huidige situatie en na baggeren weergegeven. Net als bij Waardsedijk is de kwelflux in het dijklichaam negatief, doordat de grondwaterstand afzakt door het hoogteverschil tussen rivierpeil en maaiveld. Uit figuur 3.11 blijkt dat ter plaatse van de locatie Oudeweg na baggeren sprake is van een toename in kwelflux richting het binnendijks gebied. Wanneer 0,1 m van de deklaag intact blijft is de kwelflux maximaal 1 tot 1,5 mm/dag tussen 50 en 90 m vanaf de Hollandse IJssel. Wanneer de deklaag volledig wordt afgegraven is de kwelflux maximaal circa 13 mm/dag op circa 60 m vanaf de Hollandse IJssel. Hierna neemt de kwelflux gestaag af richting het achterland, waar de kwelfluxtoename op circa 96 m vanaf de Hollandse IJssel 0 mm/dag bedraagt wanneer de deklaag niet volledig wordt afgegraven. Wanneer de deklaag volledig wordt afgegraven is de kwelfluxtoename 0 mm/dag op circa 145 m vanaf de Hollandse IJssel.



Figuur 3.11: Verticale flux (kwelflux) vanaf de Hollandse IJssel voor de locatie Oudeweg.

Om de kwelflux te beperken kan een drain of watergang (kwelsloot) aan de teen van de dijk worden gerealiseerd. Stabiliteitsberekeningen moeten uitwijzen hoever de ontwateringsvoorziening van de Hollandsche IJssel moet worden aangebracht zodat de dijk stabiel blijft.

4 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

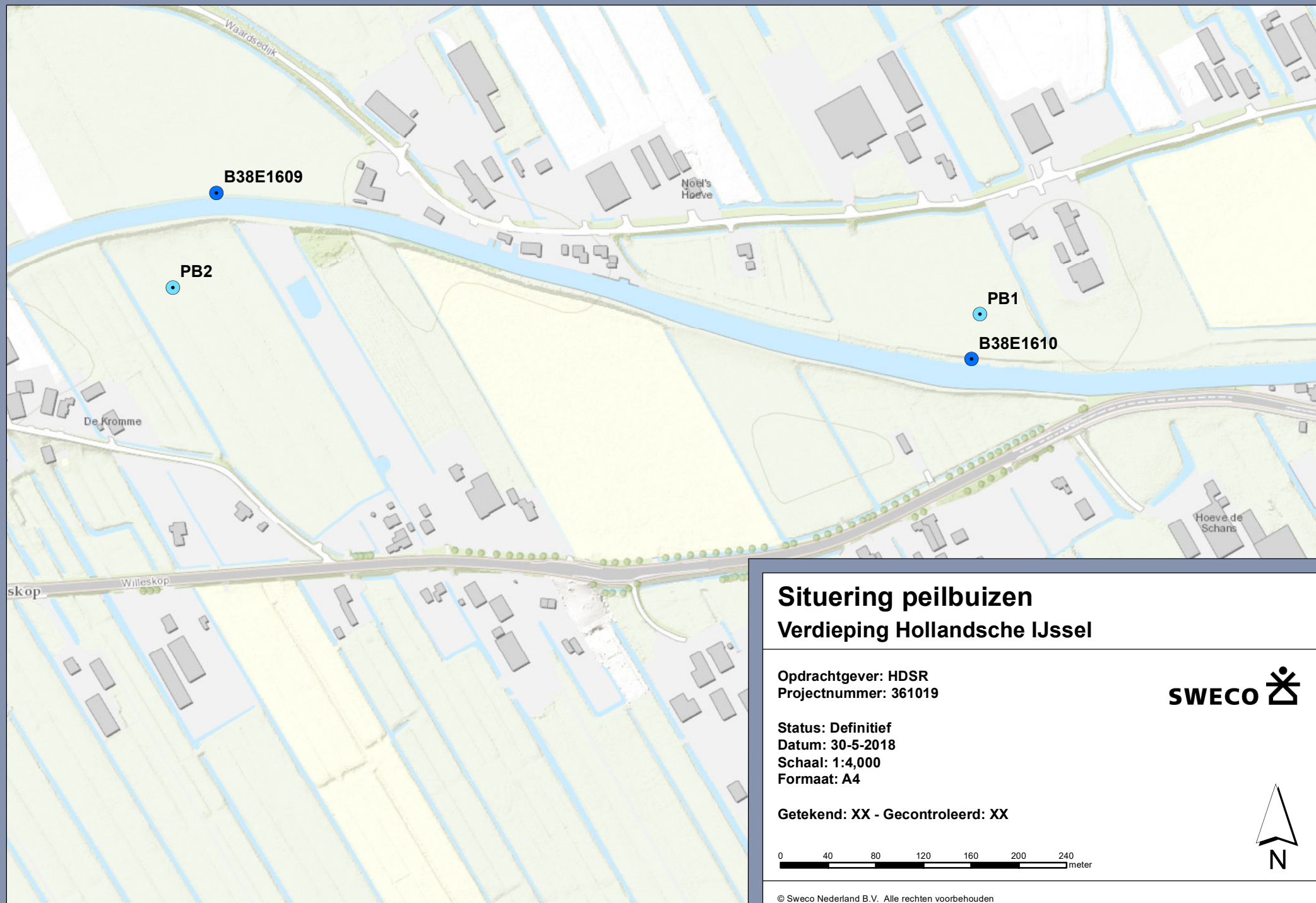
Door het baggeren van de Hollandsche IJssel neemt de (bodem)weerstand af. Hierdoor neemt de kwel naar de omgeving toe. Met name bij de locatie Oudeweg zal deze toename van de kwel nabij de dijk aanzienlijk zijn omdat als de deklaag gedeeltelijk helemaal afgegraven wordt. Als gevolg hiervan treedt (extra) wateroverlast op (natschade). Bij de locatie Waardsedijk blijft een groot deel van de kleiige deklaag intact waardoor de kwel minder toeneemt.

Aanbevelingen

De dikte van de deklaag ter plaatse van de Hollandsche IJssel en directe omgeving is niet geheel inzichtelijk. Door de relatief grote onzekerheid in dikte van de slecht doorlatende lagen onder de rivierbodem (slib- en kleiafzettingen), kan de kwelsituatie in werkelijkheid afwijken. Om de kwelsituatie ter plaatse van de percelen nauwkeuriger te kunnen voorstellen, wordt geadviseerd de dikte van de slib- en kleiige afzettingen op de bodem van de Hollandse IJssel en de dijkopbouw in kaart te brengen voor beide locaties.

Grondwaterstandsmonitoring vindt momenteel plaatst. Geadviseerd wordt deze gegevens in het onderzoek te betrekken om betrouwbaarder het verschil in gemiddelde stijghoogte en oppervlaktewaterpeil inzichtelijk te maken. Hiermee kan het grondwatermodel, samen met informatie over de bodemopbouw, betrouwbaarder worden gemaakt.

Bijlage 1. Situering boorpunten



Situering peilbuizen Verdieping Hollandsche IJssel

Opdrachtgever: HDSR
Projectnummer: 361019

SWECO 

Status: Definitief
Datum: 30-5-2018
Schaal: 1:4,000
Formaat: A4

Getekend: XX - Gecontroleerd: XX

0 40 80 120 160 200 240 meter



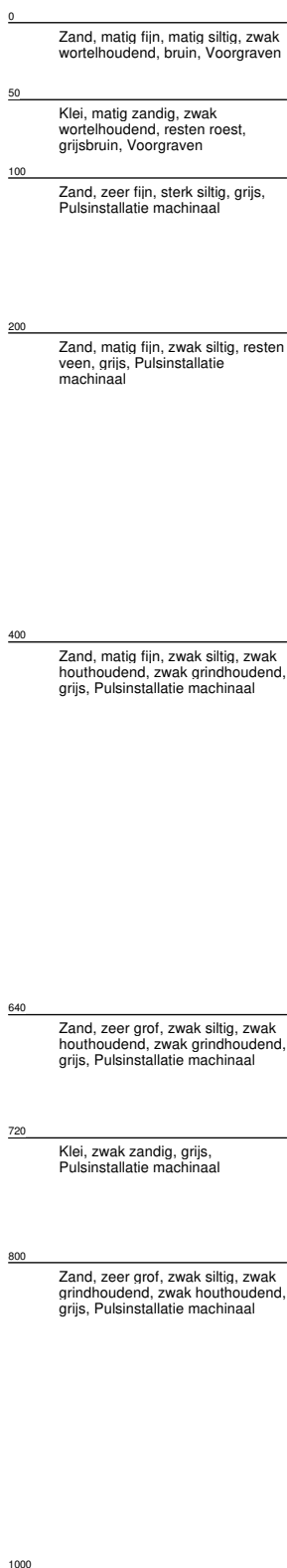
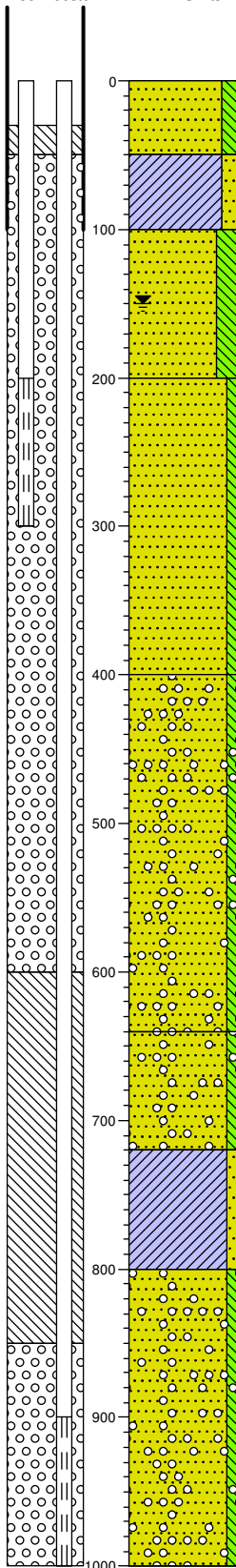
© Sweco Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 2. Boorprofielen

Boring: B01

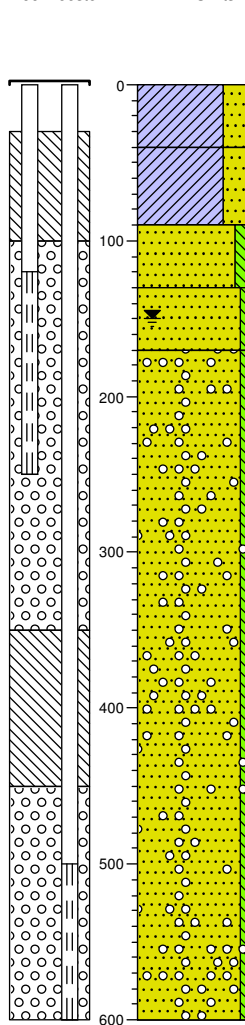
Datum: 18-05-2018
X: 122439,12
Y: 448708,56
Maaiveld (Z): -0,744

Boormeester: W.Smits

**Boring: B02**

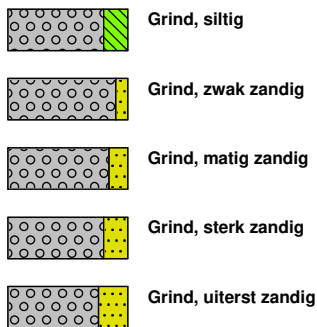
Datum: 18-05-2018
X: 121762,37
Y: 448730,82
Maaiveld (Z): -0,676

Boormeester: W.Smits

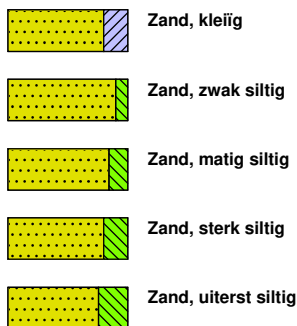


Legenda (conform NEN 5104)

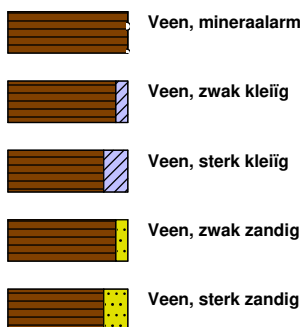
grind



zand



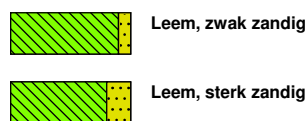
veen



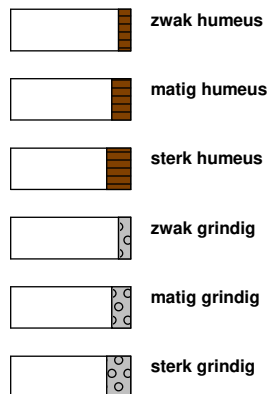
klei



leem



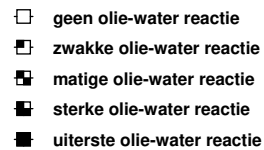
overige toevoegingen



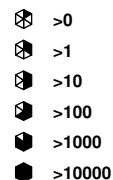
geur



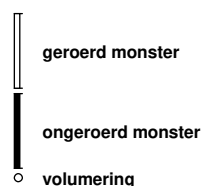
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



peilbuis

