



SO3 Planuitwerking KRW Sliedrechtse Biesbosch

Voorkeursvariant - Deelrapport Geohydrologie

Rijkswaterstaat

3 november 2023

Project SO3 Planuitwerking KRW Sliedrechtse Biesbosch
Opdrachtgever Rijkswaterstaat

Document Voorkeursvariant - Deelrapport Geohydrologie
Status Definitief 02
Datum 3 november 2023
Referentie 121627-EFO-VV5.1/23-017.611

Projectcode 121627
Projectleider Herman Mondeel
Projectdirecteur Lennart Turlings

Auteur(s) Sanne de Smet, Victor Kramer
Gecontroleerd door Martijn van Dijk, Emiel Kuppen
Goedgekeurd door Herman Mondeel

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding voor het project KRW Sliedrechtse Biesbosch	5
1.2	Achtergrond van de knelpunten in het huidige (ecologische) systeem	5
1.3	Het project en proces	6
1.4	Doel van dit document	6
1.5	Leeswijzer	7
2	HET ONTWERP	8
2.1	Overzicht van de verschillende projectlocaties	8
2.2	Hel- en Zuilespolder	8
	2.2.1 Beschrijving ontwerp	8
2.3	Gors en de Aanwas	9
	2.3.1 Beschrijving variant	9
2.4	Avelingen	10
2.5	Het Wantij	11
3	BELEID	12
3.1	Wetgeving en beleid	12
4	AANPAK	13
4.1	Beoordelingskader	13
4.2	Toelichting criteria	13
	4.2.1 Omgevingseffecten: Binnendijkse ontwatering, natuur en landbouw	13
	4.2.2 Invloed grondwaterstanden op faalmechanismen primaire waterkering	15
5	ONDERZOEKSRESULTATEN	17
5.1	Uitgangspunten huidige watersysteem	17
	5.1.1 Hel- en Zuilespolder	17
	5.1.2 Gros en Aanwas	21
	5.1.3 Het Wantij	24

5.1.4	Avelingen	26
5.2	Beschrijving van effecten	29
5.2.1	Hel- en Zuilespolder	29
5.2.2	Berekeningen effecten stijghoogte en kwel nabij waterkering HZP	30
5.2.3	Het Gors en de Aanwas	32
5.2.4	Het Wantij	33
5.2.5	Avelingen	33
5.3	Beoordeling	33

6 **CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN** **35**

6.1	Conclusies	35
-----	------------	----

7 **BIBLIOGRAFIE** **36**

	Laatste pagina	36
--	----------------	----

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Waterstandseffecten aan de dijk - Gors en de Aanwas (EFO-VV5.2)	4
II	Kwelverandering Poldergebied het Gors en de Aanwas (EFO-VV5.2)	6
III	Bodemopbouw DINOLOket	14
IV	Grondwaterstanden	10

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding voor het project KRW Sliedrechtse Biesbosch

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De algemene doelstelling van de KRW is om aquatische ecosystemen en terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van water, te beschermen tegen verdere achteruitgang en om deze ecosystemen in kwaliteit te verbeteren. Het gebied Boven en Beneden Merwede (afbeelding 1.1) is aangewezen als KRW-waterlichaam. Zonder aanvullende maatregelen zal het oppervlaktewaterlichaam Boven en Beneden Merwede de KRW-norm niet halen in 2027.

Het Verbeterprogramma Waterkwaliteit Rijkswateren heeft als doel om de inrichting van het hoofdwatersysteem te laten voldoen aan de eisen van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Dit verbeterprogramma is verdeeld in drie tranches. Dit project is onderdeel van de 3^e tranche.

Het streven is om in de Boven en Beneden Merwede een gebied van 60,5 hectare liefst aaneengesloten zoetwatergetijdennatuur te ontwikkelen. Locaties met lage bestaande natuurwaarden of locaties waar grote meerwaarde te bereiken is hebben de voorkeur voor ontwikkeling tot getijdennatuur.

Afbeelding 1.1 Waterlichaam Boven en Beneden Merwede (blauwe vlak), met de Sliedrechtse Biesbosch, zone rond Boven Merwede en Afgedamde Maas



1.2 Achtergrond van de knelpunten in het huidige (ecologische) systeem

Aan de hand van de KRW-factsheet van Rijkswaterstaat (januari 2021), de KRW-leidraad Oost-Nederland uit 2020 en het Stowa rapport Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2021 - 2027 uit 2018 zijn de doelen en scores voor de kwaliteitselementen macrofauna, overige waterflora en vis bepaald. De toestand van het waterlichaam voor het onderdeel 'Biologie totaal' scoort matig. Alle drie de kwaliteitselementen hiervan scoren matig. De bepalende deelmaatlaten hiervoor zijn:

- macrofauna : diversiteit en zoetwater;
- overige waterflora : abundantie en soortensamenstelling;
- vis : abundantie en soortensamenstelling voor alle gildes.

Specifieke milieuknelpunten zijn verstoring door scheepvaart, verstening en waterhuishouding (dijken, kribben) en ontbrekend habitat, naast de versturende factoren als gevolg van de beperkte getijdenslag.

Om voldoende te kunnen scoren op alle deelmaatlaten dienen de inrichtingsmaatregelen gericht te zijn op variatie in type milieu (stromend, stilstaand, substraat en begroeiing). Voor getij-minnende soorten is minimaal 0,3 meter getijdeslag nodig, en liever meer. Naast deze abiotische factoren is gezocht naar locaties waar beperkte druk door scheepvaart optreedt.

De gidssoorten die gefaciliteerd moeten worden met de KRW-maatregelen zijn alle gidssoorten voor KRW-type R8. Er is geen specifieke selectie gemaakt voor het waterlichaam Boven en Beneden Merwede omdat gebleken is dat diversiteit, abundantie en soortensamenstelling de beperkende deelmaatlaten zijn. Met het faciliteren van slechts enkele soorten zouden de maatlaten nog steeds niet goed scoren. Maatregelen moeten gericht zijn op het ecosysteem en het totale voedselweb. Habitatdiversiteit (variatie in diepte, stroming, substraat en begroeiing) is bepalend voor het verbeteren van de EKR-scores voor biologie. Hierbij wordt wel opgemerkt dat voor overige waterflora, biezen de meest bepalende soort is.

1.3 Het project en proces

In de ontwikkeling van hoogwaardige getijdennatuur spelen diverse belangen: de aanpassingen aan de waterhuishouding en de herstelmaatregelen voor de gewenste natuurontwikkeling hebben namelijk invloed op bestaande kwaliteiten en functies in het gebied en de directe omgeving. Bovendien hebben partijen in de omgeving hun eigen doelen en belangen, die effect ondervinden van de te nemen maatregelen in dit project. Afstemming tussen deze verschillende belangen is daarom cruciaal bij de ontwikkeling van het project KRW Sliedrechtse Biesbosch. Rijkswaterstaat heeft er daarom voor gekozen om al deze belangen te betrekken in één integraal ontwerpproces.

De probleemanalyse, uitgevoerd als onderdeel van het Startdocument (fase 1), vormt de basis voor het ontwerpproces om de juiste inrichtings- en beheermaatregelen te kunnen vaststellen. Zonder goede kennis over het functioneren van het systeem is het immers niet mogelijk om effectieve maatregelen te ontwerpen. Op basis van de probleemanalyse is een groslijst aan potentiële zoekgebieden en mogelijke maatregelen opgesteld. Vanuit deze groslijst zijn drie, onderscheidende, varianten voor inrichting samengesteld. Deze varianten zijn in de variantennota integraal afgewogen (fase 2). Op basis van een integrale afweging is het voorkeursvariant tot stand gekomen. Deze voorkeursvariant is uitgewerkt: er is nader onderzoek gedaan en het ontwerp is verder gedetailleerd (fase 3).

Na het vaststellen van de voorkeursvariant zal het contract voor de realisatie (fase 4) voorbereid worden: de vraagspecificatie (VSE) zal hierin worden opgesteld ten behoeve van de realisatie.

1.4 Doel van dit document

Dit document is onderdeel van fase 3 en geeft input voor de notitie Voorkeursvariant (fase 3). Dit rapport beschrijft de effecten en/of onderzoeksresultaten van het onderzoek naar Geohydrologie. Het effectonderzoek heeft enerzijds input gegeven aan het ontwerp, het ontwerp is zoveel mogelijk geoptimaliseerd om negatieve effecten op de verschillende aspecten te beperken. Dit effectonderzoek beschrijft de effecten van het definitieve referentieontwerp op Geohydrologie en kan worden gebruikt als basis voor de contractvoorbereiding en voor het aanvragen van vergunningen.

1.5 Leeswijzer

Onderstaande tabel toont de opbouw van het deelrapport.

Tabel 1.1 Leeswijzer

Hoofdstuk	Geeft antwoord op de vraag
1 Inleiding	wat is het doel van het project?
2 Het ontwerp	hoe ziet het ontwerp eruit?
3 Beleid	binnen welke kaders en richtlijnen voeren we het onderzoek uit?
4 Aanpak	hoe onderzoeken we de effecten op Geohydrologie?
5 Onderzoeksresultaten	wat zijn de onderzoeksresultaten van het referentieontwerp op Geohydrologie?
6 Conclusies en aanbevelingen	conclusies en aanbevelingen voor Geohydrologie?

Daarnaast zijn er in de bijlage I en II nog aanvullende onderzoeken opgenomen voor de effecten van de maatregelen op de primaire waterkering van waterschap Rivierenland.

2

HET ONTWERP

2.1 Overzicht van de verschillende projectlocaties

Het referentieontwerp omvat de volgende locaties (zie afbeelding 2.1):

- de Hel- en Zuilespolder;
- het Gors en de Aanwas;
- het Wantij;
- Avelingen.

De verschillende locaties worden in de volgende paragrafen nader toegelicht.

Afbeelding 2.1 Overzicht van de 4 locaties



2.2 Hel- en Zuilespolder

2.2.1 Beschrijving ontwerp

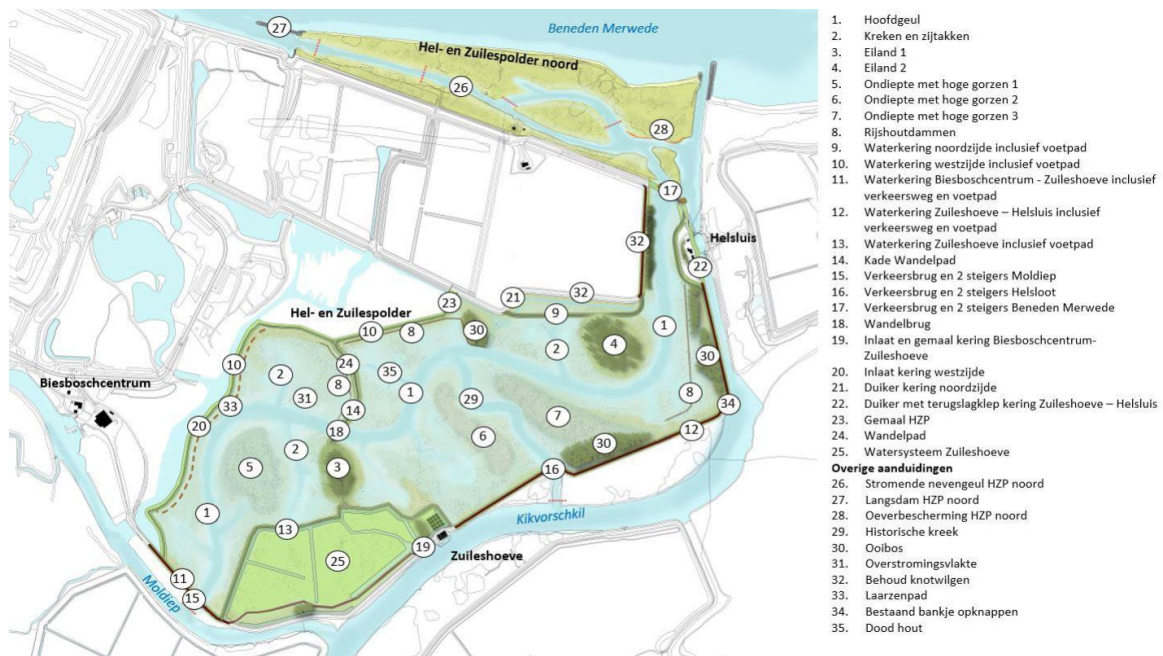
De Hel- en Zuilespolder is een centraal gelegen grote polder waarvan de natuurwaarde op dit moment beperkt is voor grote delen van de polder. De polder is westelijk gelegen en heeft daarom een relatief grote getijdeslag, waardoor er veel potentie is om R8 getijdenatuur te creëren. De bestaande maaiveldhoogtes liggen dicht bij de hoogtes die nodig zijn voor getijdenatuur, waardoor de hoeveelheid grondwerk beperkt is.

Het referentieontwerp bestaat uit de herinrichting van de Hel- en Zuilespolder zelf en de herinrichting van de oeverzone tussen de Hel- en Zuilespolder en de Beneden Merwede. Afbeelding 2.2 toont het inrichtingsontwerp.

Het ontwerp bestaat uit een geul en zijtakken (krekken), droge hoger gelegen oeverwallen en overstromingsvlaktes. De hoofdgeul verbindt de Merwede met het Moldiep en Kikvorschkil en loopt met een groot meanderend patroon door de polder. Ter plaatse van de openingen komt een brug zodat de polder rondom bereikbaar blijft. De zijtakken van de hoofdgeul en de bestaande sloten die blijven liggen zorgen ervoor dat het water zich verspreidt over de polder. Naast de geulen zijn overstromingsvlaktes. Op verschillende locaties binnen de Hel- en Zuilespolder wordt het bestaande bos omgevormd tot een zachthoutoobos.

Ten zuidwesten van de Zuileshoeve en een sloot aan de noordzijde blijft een deel van de polder behouden vanwege de landschappelijke en ecologische waarden. Om de scheiding te maken tussen de bestaande polders en het getijdgebied wordt er aan de westzijde een nieuwe kering aangelegd en wordt de kering aan de noordzijde opgehoogd. Ook komt er een verhoogd wandelpad door de polder voor voetgangers.

Afbeelding 2.2 Referentieontwerp Hel- en Zuilespolder - overzichtstekening



2.3 Gors en de Aanwas

2.3.1 Beschrijving variant

Het Gors en Aanwas is een uiterwaarde grenzend aan de Boven Merwede en ligt ten oosten van Sleeuwijk. Ten westen van de polder ligt een haven en het noordelijke deel bestaat uit zandstranden en een oeverwal. Nabij de primaire waterkering ligt een bestaande geul die enkelzijdig aangetakt is op de Boven Merwede. Er wordt een stromende nevengeul aangelegd die aantakt op de huidige geul en tweezijdig aan de Merwede. Hierdoor wordt er meer doorstroming in de huidige geul en het gebied geïntroduceerd. Naast de geul worden er delen ontgraven als overstromingsvlakte en zijtakken van de nieuwe geul. Ook worden er in de bestaande bosgebieden laagtes aangetakt die daardoor in verbinding komen te staan met de rivier en het getij.

Afbeelding 2.3 toont het inrichtingsontwerp.

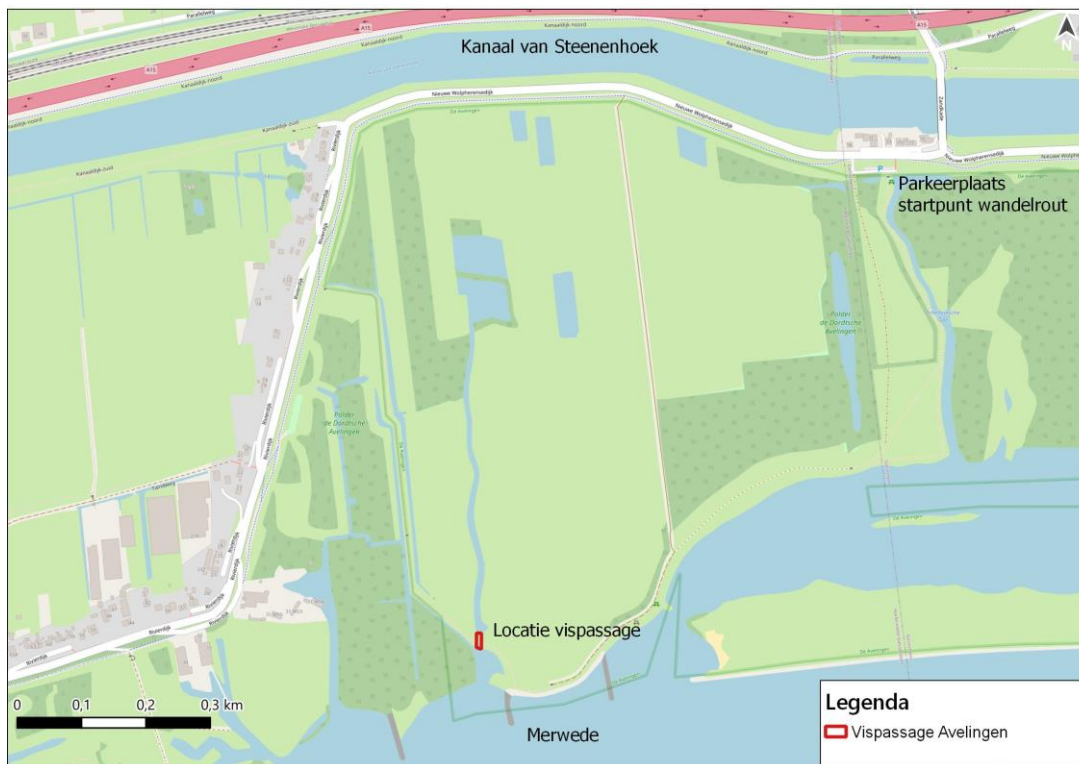
Afbeelding 2.3 Referentieontwerp het Gors en de Aanwas - overzichtstekening



2.4 Avelingen

Het gebied Avelingen wordt door middel van een vispassage aangesloten aan de rivier. Het gebied blijft een polder, maar doordat deze bereikbaar wordt voor vis kan het gebied als broedkamer gaan fungeren. De vispassage zal worden aangelegd aan de zuidzijde, waar ook een luwtezone aanwezig is in de rivier. Het type vispassage is een 'De Wit-sluisvispassage' die door middel van zonne-energie kan functioneren.

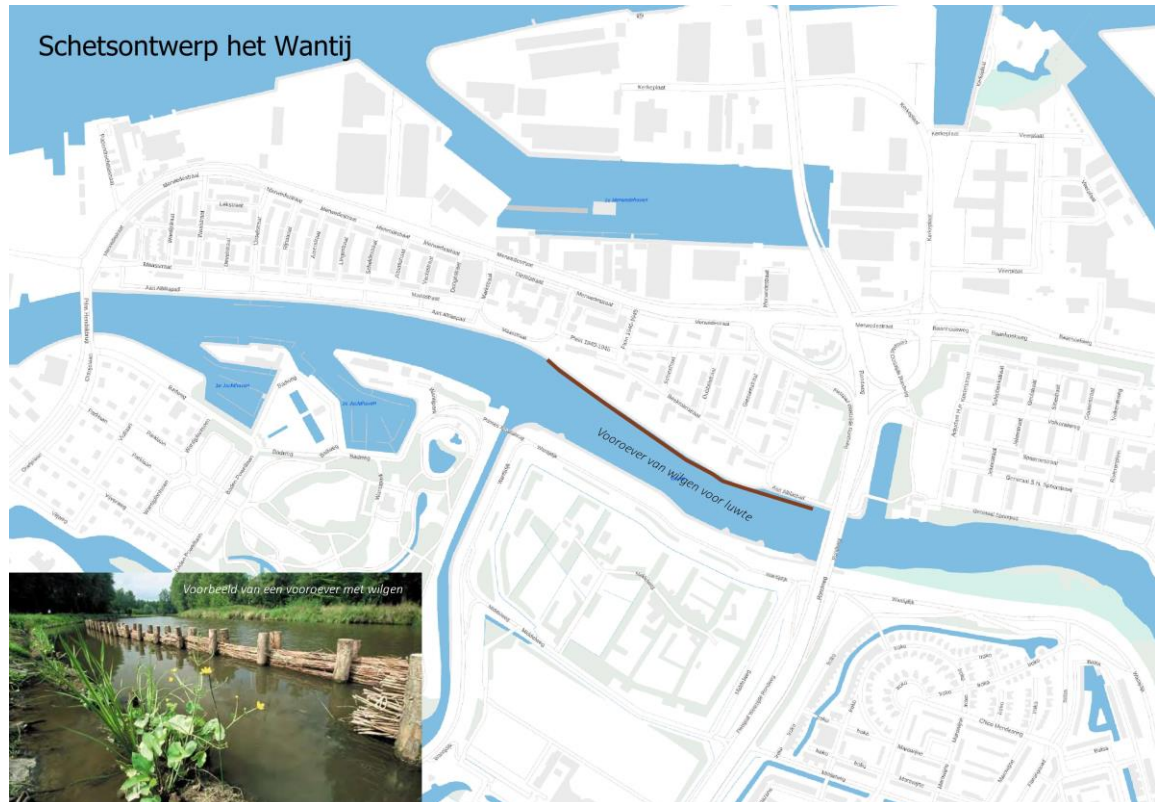
Afbeelding 2.4 Vispassage Avelingen



2.5 Het Wantij

Het Wantij is een belangrijke toevoer richting de Sliedrechtse Biesbosch, maar op de moment voor het deel in Dordrecht behoorlijk versteend. De oevers zijn beschermd met stortstenen. Om de natuurlijke verbinding te versterken is een vooroever voorzien op een traject aan de noordzijde van het Wantij. Deze vooroever vormt een scheiding tussen verschillende stromingen, in dit geval tussen de druk bevaren scheepvaartroute en een luwe zone. Dit is niet alleen aantrekkelijk voor vis, maar zorgt ook voor de ontwikkeling van vegetatie achter de vooroever. Hierdoor ontstaat er een groene oever waar vissen kunnen migreren en de maatregel vormt daarmee een stapsteen richting de Sliedrechtse Biesbosch.

Afbeelding 2.5 Vooroever Wantij



3

BELEID

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de vigerende wet- en regelgeving en het beleid op het gebied van geohydrologie op verschillende schaalniveaus, voor zover van invloed op het studiegebied en/of de varianten.

Per thema wordt in onderstaande tabellen een overzicht gegeven van de belangrijkste wetgeving, beleid en richtlijnen voor zo ver van toepassing.

3.1 Wetgeving en beleid

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de relevante nationale vigerende wet- en regelgeving met betrekking tot geohydrologie.

Tabel 3.1 Wettelijk kader en Beleid

Wet	Vastgestelde datum	Uitleg en relevantie
Nationaal		
Waterwet	22-12-2009	Op 22 december 2009 is de Waterwet in werking getreden. Een achttal wetten is samengevoegd tot één wet, de Waterwet. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Totdat de Omgevingswet in werking treedt blijft de Waterwet van kracht.
Nationaal Basisbestand Primaire Waterkeringen (NBPW)	1-01-2017	De ligging en de bijbehorende veiligheidsnormen (de dijktrajecten) van de primaire waterkeringen zijn beschreven in het NBPW. Het NBPW is opgebouwd uit twee onderdelen; <ul style="list-style-type: none">- de normtrajecten (begin- en eindcoördinaten) met de veiligheidsnorm. Deze zijn in de Waterwet opgenomen. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (DGRW) is hiervan bronhouder;- de ligging van de waterkering (lijn). Hiervan zijn de waterkeringbeheerders bronhouder.
Waterschappen		
Keur en Legger waterschap Rivierenland	2014	De Keur, of Waterschapsverordening, geeft een compleet overzicht van de wet- en regelgeving van het waterschap. Dit is aangevuld met een legger, een kaart waar alle objecten van het waterschap op terugkomen.
Keur en Legger waterschap Hollandse Delta	2-12-2014	De Keur, of Waterschapsverordening, geeft een compleet overzicht van de wet- en regelgeving van het waterschap. Dit is aangevuld met een legger, een kaart waar alle objecten van het waterschap op terugkomen.

4

AANPAK

Dit hoofdstuk licht toe hoe de effectbeoordeling plaatsvindt voor het thema geohydrologie. Op basis van de belangrijkste effecten is het beoordelingskader opgesteld en concreet gemaakt.

4.1 Beoordelingskader

Beoordelingskader

Tabel 4.1 bevat het beoordelingskader voor de drie varianten. Deze worden elk op dezelfde criteria beschreven en beoordeeld. Effecten zijn verschillend, maar door steeds dezelfde criteria toe te passen zijn de resultaten objectief te vergelijken.

Voor het thema geohydrologie wordt er maar naar twee aspecten gekeken, namelijk de omgevingseffecten en de stabiliteit binnen de beschermingszones van de primaire waterkeringen.

Tabel 4.1 Beoordelingskader geohydrologie

Aspect	Criterium	Type beoordeling	Methode
omgevingseffecten	invloed grondwaterstanden op binnendijkse ontwatering, natuur en landbouw	kwalitatief	expert judgement, op basis van uitgangspunten
stabiliteit van de waterkering	invloed grondwaterstanden op faalmechanismen primaire waterkering	kwalitatief	expert judgement, met waar nodig aanvulling van berekeningen met de Formule van Mazure

4.2 Toelichting criteria

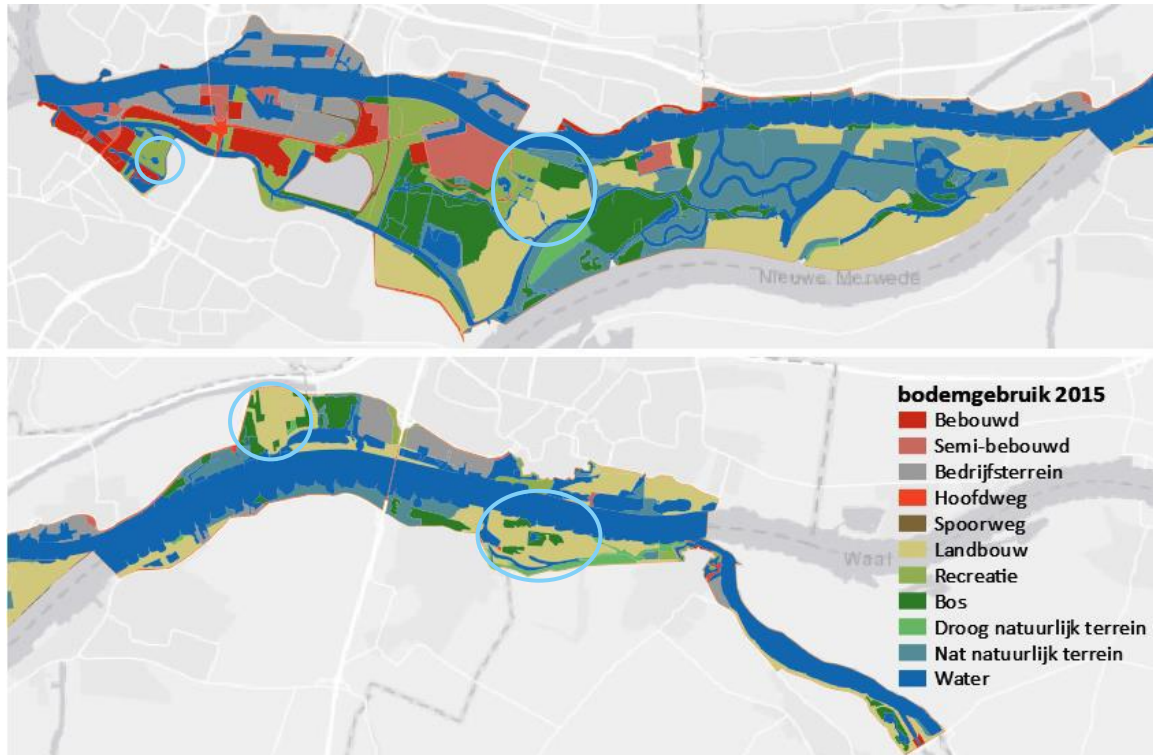
4.2.1 Omgevingseffecten: Binnendijkse ontwatering, natuur en landbouw

Op een aantal van de locaties worden werkzaamheden voorzien die invloed kunnen hebben op de lokale grondwaterstand. Dit kan vervolgens invloed hebben op de binnendijkse ontwatering, natuur, landbouw en bebouwing. Voor de locaties waar een invloed op de lokale grondwaterstand is verwacht is nagegaan welke omgevingseffecten kunnen optreden en in welke mate.

Studiegebied

Voor de inschatting van de omgevingseffecten is het bodemgebruik rondom de gebieden van de voorkeursvariant van belang. In afbeelding 4.1 is het bodemgebruik in 2015 weergegeven. Sindsdien is er hier en daar wat veranderd, maar dit geeft een goede indruk van de verwachte bodemgebruiken rondom de gebieden.

Afbeelding 4.1 Bodemgebruik 2015 (CBS)



v.l.n.r.: Wantij (boven), Avelingen (beneden), Hel- en Zuilespolder (boven) en Het Gros en de Aanwas (beneden).

Veel van het door het CBS aangegeven gebruik als landbouw is binnen het waterlichaam op zijn minst agrarisch natuurbeheer of geheel ('droge') natuur zoals de Hengstpolder, Louw Simonswaard en Kraaiennest. Deze landbouwgebieden vallen binnen het Natura 2000-gebied, met uitzondering van de Hel- en Zuilespolder en Noordbovenpolder.

Zoals te zien is op afbeelding 4.1, zijn de mogelijke omgevingseffecten per variant verschillend. De omgevingseffecten zijn onderverdeeld in: binnendijkse ontwatering, landbouw, natuur en bebouwing. De mogelijke omgevingseffecten per variant worden gegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2 Mogelijke omgevingseffecten per variant

Voorkeursvariant	Mogelijke omgevingseffecten
Hel- en Zuilespolder	landbouw, natuur en uitspoeling afvalberging
Gros en de Aanwas	landbouw, bebouwing en binnendijkse ontwatering
het Wantij	bebouwing, natuur en binnendijkse ontwatering
Avelingen	landbouw, natuur en binnendijkse ontwatering

Daarnaast ligt er in de buurt van de Hel- en Zuilespolder een afvalberging, die mogelijk ook beïnvloed wordt door de veranderingen in het gebied. Aangezien dit zou kunnen leiden tot extra uitspoeling dient hier extra aandacht aan te worden gegeven.

Onderzoeksmethodiek

De effecten voor het thema geohydrologie worden in deze fase kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement. Hiervoor worden de huidige situatie en uitgangspunten gebruikt om zo een inschatting van de te verwachten omgevingseffecten te geven. Hierbij wordt er gekeken naar grondwater standen en

oppervlaktewater peilen, de bodemopbouw, en de huidige overige kenmerken van het gebied die invloed kunnen hebben op de geohydrologie.

Beoordelingsschaal

Tabel 4.3 Beoordelingsschaal voor invloed grondwaterstanden op omgevingseffecten

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Wanneer toegekend?
---	sterk negatief	grote negatieve effecten op de grondwaterstand in de omgeving. Inrichting van een gebied binnen de variant is uitgesloten
-	negatief	kleine negatieve effecten die aanleiding geven voor een aanpassing aan het ontwerp
0	neutraal	geen verandering aan de bestaande situatie
+	positief	verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
++	sterk positief	n.v.t.

4.2.2 Invloed grondwaterstanden op faalmechanismen primaire waterkering

In een aantal gebieden worden werkzaamheden voorzien binnen de (buiten)beschermingszone van de primaire waterkeringen van waterschap Hollandse Delta en waterschap Rivierenland. Voor de locaties waar dit het geval is, is nagegaan of de voorgenomen werkzaamheden in de varianten van invloed zijn op de faalmechanismen van de kering en aanleiding geven voor een verhoogd risico van het falen van de kering, specifiek voor het risico op piping, stabiliteit van het buitentalud en voorland en de freatisch lijn in het dijklichaam wat de macrostabiliteit kan beïnvloeden.

Studiegebied

Dit onderdeel van de effectenanalyse focust zich uitsluitend op de primaire waterkeringen die rondom de in te richten gebieden liggen. Onderstaande afbeelding geeft hiervan een overzicht. In de kaart zijn zowel de keringen binnen waterschap Hollandse Delta (zuidwestelijke deel) en de keringen van waterschap Rivierenland opgenomen.

Afbeelding 4.2 Waterkeringen rondom het projectgebied



Zoals te zien is op de afbeelding zijn er een aantal locaties waarbij er een raakvlak is met een primaire kering. Het gaat daarbij (van west naar oost) om de volgende gebieden:

- het Gors en de Aanwas;
- Oevers Wantij;
- Avelingen.

Dit onderdeel van de analyse naar gevolgen van veranderende grondwaterstanden op de waterkeringen gaat alleen in op de hierboven genoemde locaties. Van alle andere locaties kan op voorhand dus worden geconcludeerd dat deze geen effect hebben op de primaire waterkeringen.

Onderzoeksmethodiek

De effecten voor het thema geohydrologie zijn in deze fase kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement. Omdat kwel onder waterkeringen kan leiden tot piping, wat gezien wordt als een potentieel risico is ervoor gekozen om de expert judgement te onderbouwen met een berekening. Daarom wordt de formule van Mazure toegepast om een inschatting te maken van de effecten op de stijghoogte nabij de waterkering en de kwel onder de dijk door. De uitkomsten van deze berekening worden als maatgevend beschouwd voor de eventuele risico's.

Beoordelingsschaal

Tabel 4.4 Beoordelingsschaal voor invloed grondwaterstanden op faalmechanismen primaire waterkering

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie	Wanneer toegekend?
---	sterk negatief	stabiliteit van een primaire kering komt in gevaar. Inrichting van een gebieden binnen de variant is uitgesloten
-	negatief	kleine negatieve effecten die aanleiding geven voor een aanpassing aan het ontwerp
0	neutraal	geen verandering aan de bestaande situatie
+	positief	verbetering ten opzichte van de referentiesituatie
++	sterk positief	n.v.t.

5

ONDERZOEKSRISULTATEN

In dit hoofdstuk zijn de effecten van de voorkeursvariant voor het thema geohydrologie uitgewerkt. Op basis van uitgangspunten is een inschatting van de te verwachten effecten gemaakt en deze zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van de beoordelingscriteria die zijn opgesteld in het vorige hoofdstuk.

5.1 Uitgangspunten huidige watersysteem

5.1.1 Hel- en Zuilespolder

Omgeving

De Hel- en Zuilespolder is onderdeel van het Eiland van Dordrecht en de Merwelanden. Het ligt tussen de rivier Beneden-Merwede in het noorden en de Helsloot en Moldiep in het zuiden en oosten. Ten westen van de polder ligt een bosgebied dat voor recreatie wordt gebruikt. Ten westen daarvan ligt de afvalberging. Aan de overzijde van de Helsloot en Moldiep bevinden zich polders.

De afvalberg is omringd met cementbentonietwanden die verankerd zijn in een kleilaag op een diepte van ongeveer 30 meter. Hierin wordt de grondwaterstand verlaagd, zodat er alleen een grondwaterstroming van buiten naar binnen plaatsvindt (Derde Merwedehaven B.V., 2021).

Historie

Eeuwenlang was de invloed van rivieren in dit gebied groot en werd er slibrijk bosveen gevormd. Net als de omliggende polders is de Hel- en Zuilespolder overstroomd tijdens de St. Elisabethsvloed van 1421 en fungeerde het als een vloedkom. Na de vloed was het milieu wisselend zout, brak en zoet. Echter is het daarna geleidelijk zoeter geworden en is vooral in de bovenste 50 à 70 cm van het bodemprofiel bevinden zich gronden die in het zoete milieu zijn gevormd. De polder behoort tot de jonge-zeekleipolders (Steeghs & Westerveld, 1971).

Bodemopbouw

De bodemopbouw is beschouwd via:

- een langsdoorsnede uit het GeoTop v1.4 en REGIS II model, zie bijlage III;
- in DINOloket beschikbare boorprofielen, zie bijlage III.

De bodemopbouw is samengevat in tabel 5.1. Belangrijk om op te merken is dat de bodemopbouw onder de noordelijke kreek afwijkt van de polder daarom is de opbouw hiervan samengevat in tabel 5.2. De bodemopbouw die is beschreven in tabel 5.1 komt ook overeen met de resultaten van de sonderingen die zijn uitgevoerd t.b.v. het ontwerp van het ontwerp van de kades.

Tabel 5.1 Bodemopbouw poldergebied

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale weerstand [dagen/m]
mv (ca. +0,35)	- 4	klei met (dunne) zandlagen	deklaag	Formatie van Naaldwijk	10 ⁻²	100
-4	-8	riet- en zeggeveen	deklaag	Formatie van Nieuwkoop	10 ⁻²	500
-8	-12	humeuze klei met dunne veenlagen, siltige en zandige klei met dunne zandlagen	deklaag	Formatie van Echteld	0,05	150
-12	-28	matig tot uiterst grof zand, matig tot sterk grindhoudend	watervoerend pakket	Formatie van Kreftenheye en Formatie van Sterksel	30	
-28	-37	Kleiig zand tot klei richting de rivier met dunne veenlagen	waterscheidende laag	Formatie van Stramproy, Formatie van Peize-Waalre	0,05	50
-36	<-50	matig tot uiterst grof zand. In minder mate kleiig zand en veen	watervoerend pakket	Formatie van Peize-Waalre	5	

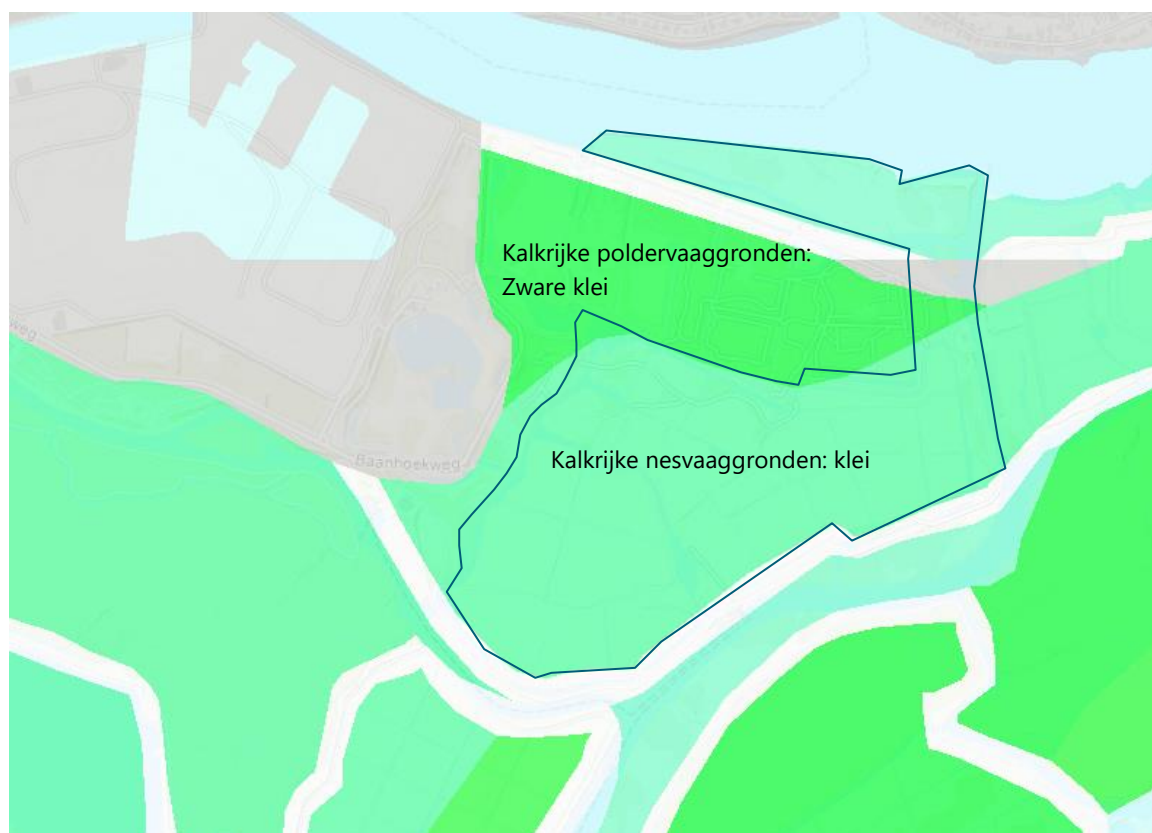
Tabel 5.2 Bodemopbouw noordelijke kreek

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
mv (+0.35)	-4	humeuze klei	deklaag	Formatie van Echteld	10 ⁻²	150
-4	-11	matig tot uiterst grof zand. In mindere mate kleiig zand	watervoerend	Formatie van Echteld	20	
-11	-13	humeuze klei met dunne zandlagen	waterscheidende laag	Formatie van Echteld	10 ⁻²	100
-13	-34	fijn tot uiterst grof zand met dunne kleilagen	watervoerend	Formatie van Kreftenheye en Formatie van Sterksel	15	

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
-34	<-50	klei tot zandige klei met dunne zand en veen lagen	waterscheidende laag	Formatie van Peize-Waalre.	0,05	100

In de directe omgeving van deze polder komen vooral kalkrijke poldervaaggronden en kalkrijke nesvaaggronden (afbeelding 5.1). Dit zijn zeekleigronden, waarbij de eerst genoemde zwaardere klei bevat dan de laatst genoemde.

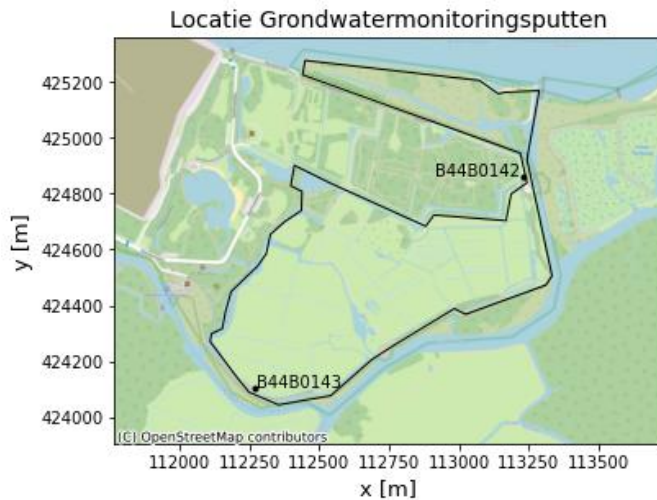
Afbeelding 5.1 Bodemkaart via (Witteveen+Bos, 2021). Gebied voorkeursvariant blauw omkaderd



Grondwaterstanden

In de Hel- en Zuilespolder bevinden zich twee grondwatermonitoringsputten; één ter hoogte van de Helsluis (B44B0142) en één in het zuiden van de polder (B44B0143), met respectievelijk 5 en 4 peilbuizen. In de directe omgeving van de polder bevinden zich verder geen peilbuizen. De gemiddelde grondwaterstand is berekend voor de periode 2000 - 2015 met een tweemaandelijks meetfrequentie.

Afbeelding 5.2 Locaties van de grondwatermonitoringsputten in de omgeving



Tabel 5.3 Samenvatting grondwatermonitoringsputten

Monitoringsput	Filter	X	Y	Gemiddelde diepte filter [m NAP]	Gemiddelde grondwaterstand [m NAP]	7 ^{de} percentiel* [m NAP]	93 ^{ste} percentiel* [m NAP]
B44B0142	1	113232	424863	-1,97	-0,15	-0,37	0,06
B44B0142	2	113232	424863	-5,97	0,06	-0,17	0,33
B44B0142	3	113232	424863	-24,47	0,50	0,2	0,83
B44B0142	4	113232	424863	-45,97	0,14	-0,05	0,40
B44B0142	5	113232	424863	-71,97	-0,59	-0,76	-0,42
B44B0143	1	112266	424105	-2,42	0,08	-0,08	0,25
B44B0143	2	112266	424105	-7,42	0,14	0,02	0,25
B44B0143	3	112266	424105	-14,42	0,15	-0,03	0,37
B44B0143	4	112266	424105	-24,42	0,16	-0,02	0,37

* Literatuur heeft uitgewezen dat in 85 % van de gevallen het 7^{de} percentiel en het 93^{ste} percentiel een benadering vormen van de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) en GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) respectievelijk.

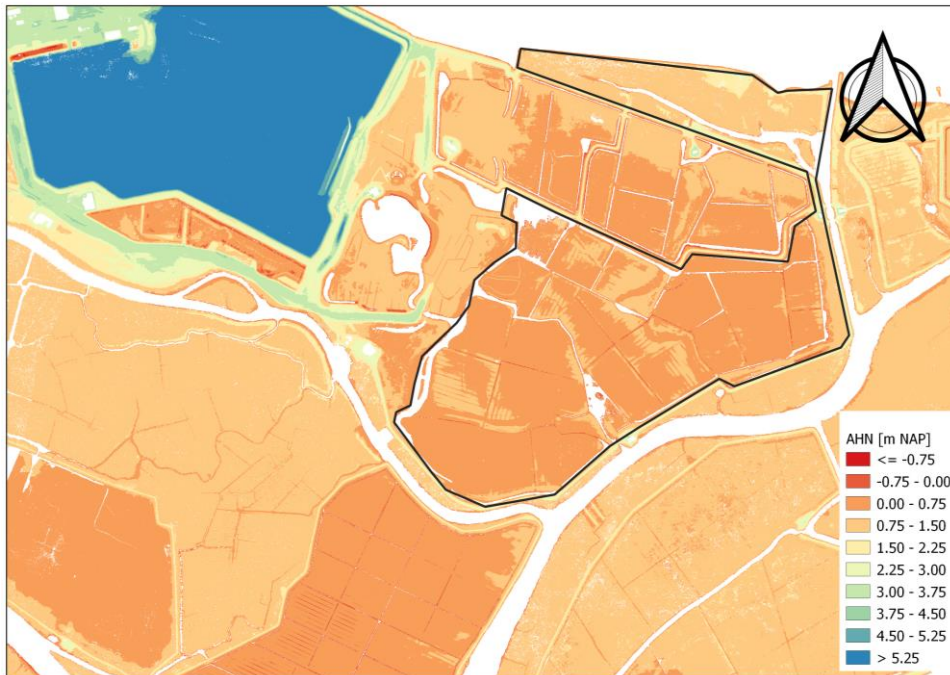
Oppervlaktewater

De gemiddelde hoogste waterstand (GHW) en gemiddelde laagste waterstand (GLW) zijn respectievelijk NAP +0,95 m en NAP +0,35 m.

AHN

In afbeelding 5.3 is de maaiveldhoogte weergegeven van de Hel- en Zuilespolder en het omliggende gebied. Het maaiveld ligt binnen de polder vrijwel geheel tussen de NAP 0 en +0,75 m met enkele stukken waar het maaiveld hoger ligt. De afvalberg gelegen ten westen van de polder zorgt voor een maaiveld niveau beduidend hoger dan het omliggende gebied.

Afbeelding 5.3 Maaiveldhoogte. Hel- en Zuilespolder is zwart omrand



5.1.2 Gros en Aanwas

Omgeving

Het Gros en Aanwas is een gebied grenzend aan de Boven Merwede en ligt ten oosten van de Biesbosch. Ten westen van het gebied ligt een haven en het noordelijke deel bestaat uit zandstranden die veel voor recreatie worden gebruikt. In het gebied ligt een bestaande geul die enkelzijdig aangetakt is op de Boven Merwede.

Historie

Het Gros en Aanwas is ontstaan doordat tijdens het uitgraven van de Nieuwe Merwede tussen 1861 en 1874 ook uiterwaarden zijn gecreëerd. Rond 1999 is de Oudendijkse Geul uitgegraven deze is 40 meter breed en 1,4 km lang. Gedurende hoogwater stroomt deze met de rivier mee (Holland Groen, 2010).

Bodemopbouw

De bodemopbouw is beschouwd via:

- een langsdoorsnede uit het GeoTop v1.4 en REGIS II model, zie bijlage III;
- in DINOket beschikbare boorprofielen, zie bijlage III.

De bodemopbouw is samengevat in tabel 5.4. Er zijn geen boorprofielen beschikbaar in het poldergebied. Daarom zijn de drie dichtstbijzijnde gebruikt in de analyse van de bodemopbouw.

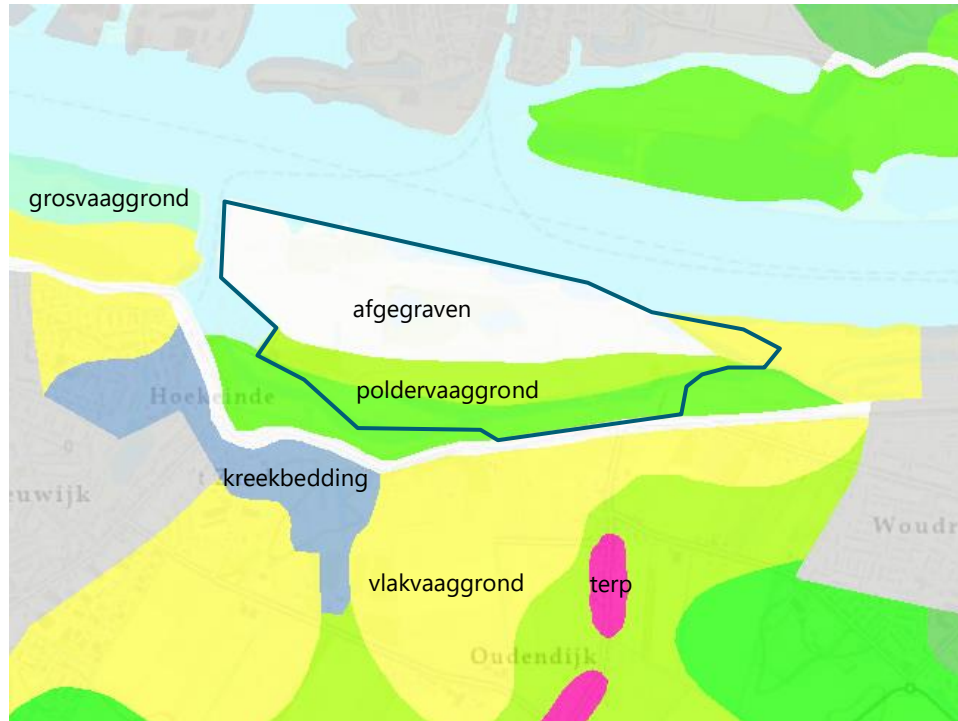
Tabel 5.4 Bodemopbouw

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
mv (ca. +1,75)	-4	klei met dunne zandlagen	deklaag	Formatie van Echteld,	0,05	100
-4	-9	veen met dunne klei en zeer fijn tot matig zand	deklaag	Formatie van Echteld, dunne laag Formatie	10 ⁻²	300

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
				van Nieuwkoop		
-9	-10	klei	deklaag	Formatie van Kreftenheye laag van Wijchen	10^{-3}	1.000
-10	-43	fijn tot uiterst grof zand. In mindere mate kleilig zand. Buiten de polder komen dunne lagen klei voor	watervoerend pakket	Formatie van Kreftenheye en Bostel Formatie van Sterksel en Strampoy	15	
-43	-45	klei tot kleilig zand	waterscheidende laag	Formatie van Peize-Waalre	0,05	1.000
-45	< -50	matig tot uiterst grof zand	watervoerend pakket	Formatie van Peize-Waalre	30	

In de directe omgeving van deze polder komen vooral kalkrijke poldervaaggronden (zware zavel en lichte klei) en kalkhoudende vlakvaaggronden (matig fijn zand) voor (afbeelding 5.4). De vaaggronden zijn rivierkleigronden.

Afbeelding 5.4 Bodemkaart via (Witteveen+Bos, 2021). Gebied voorkeursvariant blauw omkaderd



Grondwaterstanden

In Gros en de Aanwas bevinden zich geen grondwatermonitoringsputten. De dichtstbijzijnde grondwatermonitoringsput bevindt zich in Sleeuwijk (B44E0109). Deze meetreeks loopt tot en met 2002 met

een tweemaandelijke meetfrequentie. Daarom is de gemiddelde grondwaterstand bepaald over de periode 1992 - 2002.

Afbeelding 5.5 Locatie grondwatermonitoringsput met projectgebied zwart omkaderd



Tabel 5.5 Overzicht grondwatermonitoringsput

Monitoringsput	Filter	X	Y	Gemiddelde diepte filter [m NAP]	Gemiddelde grondwaterstand [m NAP]	7 ^{de} percentiel* [m NAP]	93 ^{ste} percentiel* [m NAP]
B44E0109	1	125170	424900	-17,73	-0,12	-0,31	0,16

* Literatuur heeft uitgewezen dat in 85 % van de gevallen het 7^{de} percentiel en het 93^{ste} percentiel een benadering vormen van de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) en GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) respectievelijk.

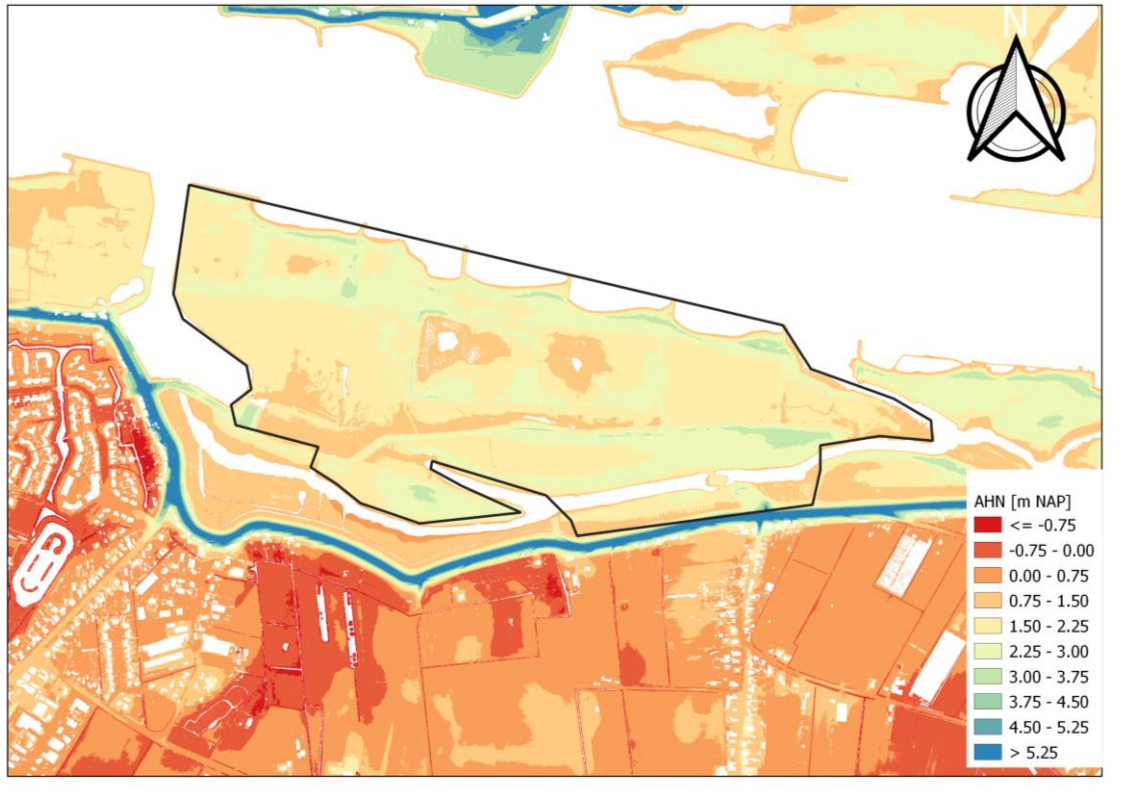
Oppervlaktewater

De gemiddelde hoogste waterstand (GHW) en gemiddelde laagste waterstand (GLW) zijn respectievelijk NAP +1,05 m en NAP +0,70 m van de Boven Merwede. De peilen van de poldergebieden rondom het Gros en Aanwas zijn gemiddeld NAP -1,0 m met enkele gebied waarin een peil van NAP -0,6 m geldt.

AHN

In afbeelding 5.6 is de maaiveldhoogte weergegeven van Gros en de Aanwas en het omliggende gebied. Het maaiveld in de polder is sterk variërend. Verder is de primaire waterkering goed te onderscheiden.

Afbeelding 5.6 Maaiveldhoogte Gros en Aanwas (zwart omrand) en omgeving



5.1.3 Het Wantij

Omgeving

het Wantij is Natura 2000-gebied en het heeft een belangrijke verbindende functie tussen de Biesbosch en de benedenstroomse rivieren. Het westelijke (benedenstroomse) deel ligt in stedelijk gebied en is sterk versteend. Vanaf de Prins Hendrikbrug in westelijke richting is er vanwege de vaarwegklasse geen ruimte voor versmalling van de rivier door natuurontwikkeling (zoals natuurvriendelijke oevers in de rivier, of eilandjes). Vanaf de Prins Hendrikbrug in oostelijke richting is er alleen recreatievaart en is er op bredere delen wel ruimte voor ontwikkeling van de oevers in het Wantij.

Bodemopbouw

De bodemopbouw is beschouwd via:

- een langsdoorsnede uit het GeoTop v1.4 en REGIS II model, zie bijlage III;
- in DINOLOket beschikbare boorprofielen, zie bijlage III.

De bodemopbouw van het Wantij is samengevat in tabel 5.6.

Tabel 5.6 Bodemopbouw het Wantij

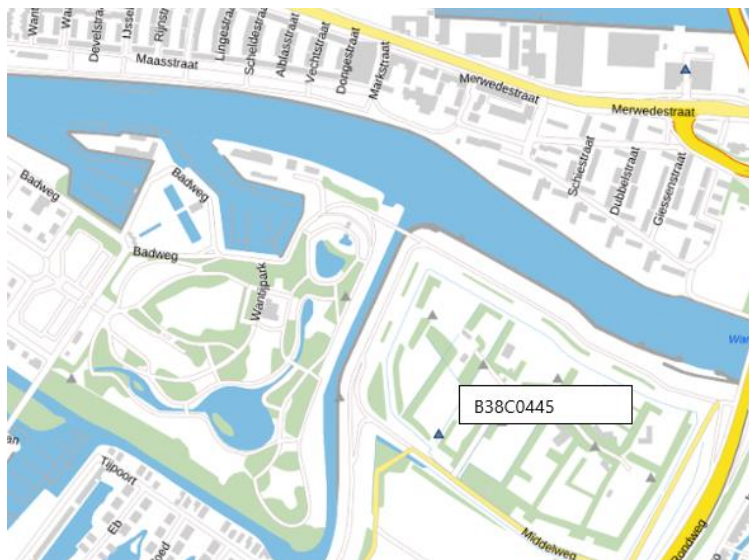
Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
mv (ca. +1,0)	- 0	antropogene afzetting	deklaag	Antropogene afzetting	8	150
-0	-12	afwisselend veen en klei lagen met lokaal kleiige	deklaag	Formatie van Echteld, Formatie van Nieuwkoop en	10 ⁻²	100

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
		tot zeer fijne zandlagen.		Formatie van Naaldwijk		
-12	-25	fijn tot uiterste grof zand. Plaatselijk zeer grof grind. Vergroving in de diepte	watervoerend pakket	Formatie van Kreftenheye laag van Wijchen	30	
-25	-38	klei	waterscheidende laag	Formatie van Peize-Waalre	10 ⁻²	100
-38	-44	fijn tot uiterst grof zand	watervoerend pakket	Formatie van Peize-Waalre	15	
-44	< -50	klei met lokaal een veenlaag	waterscheidende laag	Formatie van Peize-Waalre	10 ⁻²	800

Grondwaterstanden

In het Wantij bevinden zich geen grondwatermonitoringsputten. De dichtstbijzijnde grondwatermonitoringsput bevindt zich aan de overzijde van het Wantij net ten noorden van de Middenweg (B38C0445). De gemiddelde grondwaterstand is bepaald over de periode 2000 - 2020 met een maandelijkse meetfrequentie.

Afbeelding 5.7 Locatie grondwatermonitoringsput



Tabel 5.7 Overzicht grondwatermonitoringsputten

Monitoringsput	Filter	X	Y	Gemiddelde diepte filter [m NAP]	Gemiddelde grondwaterstand [m NAP]	7 ^{de} percentiel* [m NAP]	93 ^{ste} percentiel* [m NAP]
B38C0445	1	107600	425080	-18,41	-0,45	-0,59	-0,35
B38C0445	2	107600	425080	-41,41	-1,43	-1,78	-1,12
B38C0445	3	107600	425080	-62,41	-1,95	-2,39	-1,53
B38C0445	4	107600	425080	-156,41	-1,40	-1,72	-1,11
B38C0445	5	107600	425080	-171,41	-1,36	-1,15	-0,97

* Literatuur heeft uitgewezen dat in 85 % van de gevallen het 7^{de} percentiel en het 93^{ste} percentiel een benadering vormen van de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) en GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) respectievelijk.

Oppervlaktewater

Het Wantij wordt gekenmerkt door een getijdeslag van 70 cm. Gedurende hoogwater is de waterstand tussen de NAP +0,7 en 1 m en gedurende laagwater is de waterstand tussen de NAP +0,05 en 0,3 m. (Watersport Almanak, 2021).

5.1.4 Avelingen

Omgeving

Avelingen is een polder ten noorden van de Boven-Merwede en net ten westen van het Avelingerdiep. Aan de noordkant wordt water ingelaten vanuit het kanaal van Steenenhoek. Het gebied ligt buitendijks.

Historie

De Avelingen liep voor de afsluiting van de Haringvliet regelmatig onder water. Sinds de bouw van de Haringvliet gebeurt dit alleen nog bij zeer hoog water.

Bodemopbouw

De bodemopbouw is beschouwd via:

- een langsdoorsnede uit het GeoTop v1.4 en REGIS II model, zie bijlage III;
- in DINOloket beschikbare boorprofielen, zie bijlage III.

De bodemopbouw is samengevat in tabel 5.8. Er zijn geen boorprofielen beschikbaar in het poldergebied. Daarom zijn alle de drie dichtstbijzijnde gebruikt.

Tabel 5.8 Bodemopbouw

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
mv (ca. +0,60)	- 2	kleilig zand met dunne klei lagen	deklaag	Formatie van Echteld,	0,05	100
-2	-5	veen met dunne klei en zeer fijn tot matig zand	deklaag	Formatie van Nieuwkoop	0,005	50
-5	-10	klei met lagen van	deklaag	Formatie van Echteld	0,05	100

Van [m NAP]	Tot [m NAP]	Lithologie	Geohydrologie	Formatie	Horizontale Doorlatendheid [m/dag]	Verticale Weerstand [dagen/m]
		zeer fijn tot kleiig zand				
-10	<-50	fijn tot uiterst grof zand. Lokaal dunne lagen van kleiig zand en klei	watervoerend pakket	Formatie van Kreftenheye en Boxtel Formatie van Sterksel en Strampoy, Formatie van Peize-Waalre	10	

In de polder komt kalkhoudende nesvaaggronden (zware klei) en grosvaaggronden (zware zavel en klei) voor (afbeelding 5.8). De vaaggronden zijn rivierkleigronden.

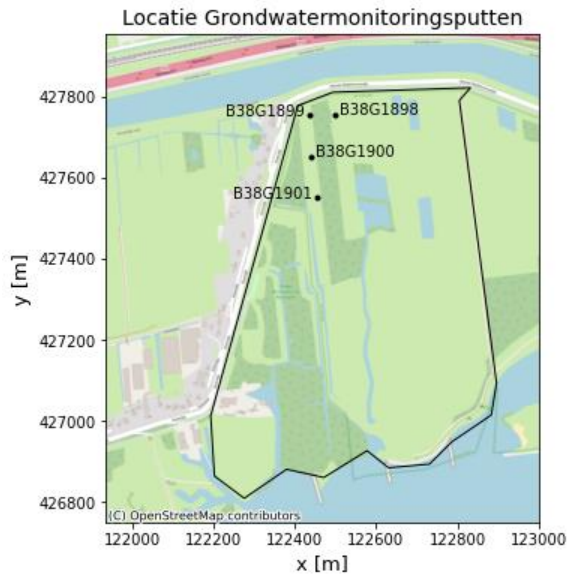
Afbeelding 5.8 Bodemkaart via (Witteveen+Bos, 2021). Gebied voorkeursvariant blauw omkaderd



Grondwaterstanden

In het noorden van de polder bevinden zich 4 grondwatermonitoringsputten. De gemiddelde grondwaterstand is berekend over de periode 2006 - 2018 met een tweemaandelijks meetfrequentie.

Afbeelding 5.9 Locaties Grondwatermonitoringsputten



Tabel 5.9 Overzicht grondwatermonitoringsput

Monitoringsput	Filter	X	Y	Gemiddelde diepte filter [m NAP]	Gemiddelde grondwaterstand [m NAP]	7 ^{de} percentiel* [m NAP]	93 ^{ste} percentiel* [m NAP]
B38G1898	1	122500	427755	-0,08	0,34	-0,18	0,73
B38G1899	1	122435	427754	-0,39	0,38	0,04	0,55
B38G1900	1	122439	427652	-0,26	0,40	0,03	0,60
B38G1901	1	122453	427550	-1,21	0,42	0,02	0,69

* Literatuur heeft uitgewezen dat in 85 % van de gevallen het 7^{de} percentiel en het 93^{ste} percentiel een benadering vormen van de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) en GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) respectievelijk.

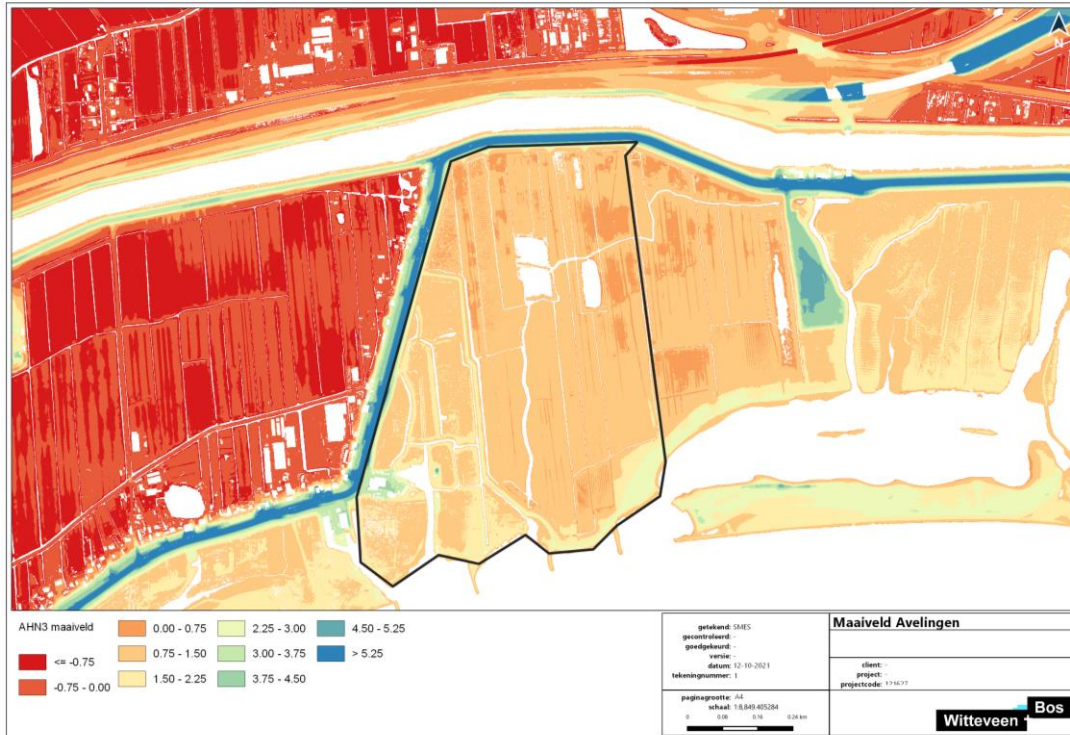
Oppervlaktewater

Het kanaal van Steenenhoek ten noorden van Avelingen heeft een peil van NAP +0,85 m. Het peil van het poldergebied ten oosten van het gebied heeft een zomerpeil van NAP -1,28 m en een winterpeil van NAP -1,33 m.

AHN

In afbeelding 5.10 is de maaiveldhoogte in de polder Avelingen en omgeving weergegeven. Zoals te zien is het maaiveld tot wel 1,5 meter lager binnendijks dan buitendijks.

Afbeelding 5.10 Maaiveldhoogte Avelingen (zwart omkaderd) en omgeving



5.2 Beschrijving van effecten

Paragrafen 5.2.1 tot en met 5.2.5 geven een samenvatting van de ingrepen in de vier gebieden en de te verwachten effecten.

5.2.1 Hel- en Zuilespolder

De geplande ingrepen kunnen worden samengevat als:

- uitgraven bestaande watergangen;
- aanleggen ondiep krekensstelsel;
- creëren overstromingsvlakte met oeverwallen en eilanden;
- behouden lokaal polderlandschap door plaatsing waterkering;
- plaatsing langsdam in de noordelijke kreek.

De verwachte omgevingseffecten die hieruit volgen zijn:

- het uitgraven van bestaande watergangen en de aanleg van een ondiep krekensstelsel leidt mogelijk tot een verlaging van de bodemweerstand waardoor de watergangen een grotere invloed kunnen krijgen op het omliggende grondwater. Echter is de verwachting dat de krekens niet door de bestaande deklaag gaan, waardoor het waarschijnlijk is dat het effect beperkt blijft tot de lokale omgeving rondom de krekens;
- de grondwaterstand zal meebewegen met de Beneden Merwede. Daarnaast zal de (grond)waterstand over het gehele gebied hoger zijn (vernatting). De vernatting is het gevolg van het loslaten van het huidige polderpeil, welke lager is dan de waterstand van de Beneden Merwede waarvan dit gebied de overstromingsvlakte wordt. Dit effect is lokaal en werkt niet door in de omgeving, omdat het projectgebied omgeven worden door watergangen. Wel treedt hierdoor meer kwel op, zie paragraaf 5.2.2;
- het behouden van lokaal polderlandschap rondom Zuileshoeve brengt met zich mee dat de fluctuaties van de waterstanden in dit gebied sterk kunnen gaan fluctueren en beïnvloed worden door het

- omliggende getijdegebied. Het is daarom van belang dat er in dit gebied een extra gemaal geplaatst wordt om het peil in het te behouden deel van de polder op peil gehouden kan worden;
- de langsdam heeft geen effect op de geohydrologie, doordat de langsdam slechts een golfdempend effect heeft en verder geen invloed heeft op het waterpeil en grondwaterpeil.

De verwachte effecten op de primaire kering:

- er zijn geen effecten te verwachten, aangezien deze polder ver buitendijks ligt.

5.2.2 Berekeningen effecten stijghoogte en kwel nabij waterkering HZP

De polder ten westen van de Hel- en Zuilespolder en het noordelijke deel van de Hel- en Zuilespolder zullen effecten ondervinden van de geplande ingrepen. Deze effecten zullen zowel kortstondig zijn, gedurende hoog water, maar ook permanent. Het gaat hierbij om een toename van de kwel richting de polder vanuit de Hel- en Zuilespolder. Deze extra kwel dient met een gemaal te worden verpompt. De stijghoogte zal niet veranderen in het gebied als het gemaal extra gaat pompen. Daarom wordt er in deze paragraaf een eerste inschatting gemaakt van de extra kwel die de geplande ingreep zal genereren met behulp van de formule van Mazure.

Uitgangspunten

Voor de berekeningen zijn een aantal uitgangspunten gebruikt met betrekking tot de huidige en geplande nieuwe situatie. Dit betreft voor de huidige situatie:

- het polderpeil is gelijk in de Hel- en Zuilespolder en de westelijk gelegen polder met het recreatiepark Merwedelanden;
- de grondwaterstand ligt gemiddeld op NAP 0 m op basis van peilbuizen B44B0142 en B44B0143;
- ondergrondgegevens uit tabel 5.1;
- er is maar één gemaal ter hoogte van de Zuiderhoeve in de Hel- en Zuilespolder.

Voor de nieuwe situatie gelden de volgende uitgangspunten:

- de geplande ingrepen in het beoogde gebied leiden in de gemiddelde situatie tot een (grond)waterstandsverhoging van 50 cm;
- de westelijk gelegen polder en het noordelijke deel van de Hel- en Zuilespolder waar geen ingrepen zijn gepland behouden het oude polderpeil;
- de nieuwe waterkering heeft een lengte van 1,8 km;
- het uitgraven van de kreken bedraagt maximaal een meter.

Formule van Mazure

Met de formule van Mazure kan het kwelbezwaar worden berekend. Dit is de totale hoeveelheid kwel naar de polder dat door het gemaal moet worden uitgemalen, boven op de neerslag in de polder. Het gaat hierbij om een indicatieve berekening aangezien 3D effecten niet worden meegenomen en de situatie wordt versimpeld naar een 2D situatie. Deze versimpeling is in deze fase toegestaan en geeft een goede indicatie van het te verwachte range in kwelbezwaar met een situatie tussen peil op de overstromingsvlakte tussen GLW en GHW.

$$q_0 = -\frac{kH(h_p - h_0)}{\lambda}$$

met,

$$\lambda = \sqrt{kHc_{gem}}$$

met,

$$\frac{1}{c_{gem}} = \sum \frac{a_n}{c_n}$$

Toelichting

- q_0 : debiet van het grondwater op afstand 0m van een dijklichaam (m²/dag)
- k : doorlatendheid van het watervoerend pakket (m/dag)
- H : dikte van de watervoerende laag (m)
- h_p : gemiddelde freatische grondwaterstand in de polder (m)
- h_0 : stijghoogte op $x = 0$ (peil van het buitenwater) (m)
- λ : spreidingslengte (m)
- c_{gem} : gemiddelde weerstand van het afdekkende pakket (dagen)
- a_n : fractie van het totale oppervlak
- c_n : weerstand van een laag van het afdekkende pakket (dagen)

In tabel 5.10 en tabel 5.11 zijn de gebruikte gegevens voor de formule van Mazure gegeven op basis van tabel 5.1 en paragraaf 5.1.1.

Tabel 5.10 Gegevens formule van Mazure

Gegevens	Waarde
k	30 m/dag
H	16 m
h_p	NAP 0 m
$h_{0,GLW}$	NAP 0,35 m
$h_{0,GHW}$	NAP 0,95 m
c_{gem}	605 dagen
λ	539 m

Tabel 5.11 Gegevens berekening gemiddelde weerstand afdekkend pakket

Laag in afdekkend pakket	Dikte [m]	Weerstand [dagen]	Fractie van totaal oppervlak
Formatie van Naaldwijk (klei met dunne zandlagen)	4,35 - 1 = 3,35	100 * 3,35 = 335	0,3
Formatie van Nieuwkoop (riet- en zeggeveen)	4	500 * 4 = 2.000	0,35

Laag in afdekkend pakket	Dikte [m]	Weerstand [dagen]	Fractie van totaal oppervlak
Formatie van Echteld (humeuze klei met dunne veen- en zandlagen)	4	150 * 4= 600	0,35
totaal	11,35		1

De bovenstaande gegevens resulteert in een debietsrange tussen de 0,31 m²/dag, bij een waterstand gelijk aan GLW in de overstromingsvlakte, en 0,85 m²/dag, bij een waterstand gelijk aan GHW in de overstromingsvlakte. Dit debiet zal extra moeten worden uitgemaakt langs elke meter waterkering. In het totaal wordt de nieuwe waterkering 1,8 km lang. Dit betekent dat het kwelbezwaar 561 m³ per dag bedraagt gedurende GLW en 1.523 m³ per dag gedurende GHW. Deze range is een schatting van het debiet dat elke dag extra zal moeten worden uitgemaakt door het nieuwe gemaal om geen verandering in de freatisch grondwaterstand te bewerkstelligen.

De huidige polder wordt drooggehouden door middel van een gemaal dat aan de oostzijde van het plangebied staat, niet ver ten zuiden van de Helsluis. Dit gemaal zorgt ervoor dat de huidige polder op peil blijft. Dit gaat om een gebied dat een stuk groter is dan de polder die overblijft in de toekomstige situatie. Om het water in het gedeelte van de polder dat overblijft af te voeren is ervoor gekozen om het bestaande gemaal te verplaatsen. Hierdoor kan het overgebleven gedeelte van de polder met dezelfde pomp drooggehouden worden. Omdat dit een aanzienlijk kleiner gebied is, heeft het gemaal hier voldoende capaciteit voor (afname benodigde capaciteit is 3.000 tot 8.000 m³/dag).

5.2.3 Het Gors en de Aanwas

De geplande ingrepen kunnen worden samengevat als:

- doorbreken oeverwal zodat er verbinding ontstaat tussen noordelijk gelegen gebieden;
- uitgraven laagtes tot stromende kreken;
- creëren ondiepe dynamische plassen;
- stromende nevengeul door verbinding Boven Merwede.

De verwachte omgevingseffecten die hieruit volgen zijn:

- het uitgraven van bestaande watergangen en aanleg van kreken leidt mogelijk tot een verlaging van de bodemweerstand waardoor de watergangen een grotere invloed kunnen krijgen op het lokale grondwater. Daarnaast zal er lokaal verlaging plaatsvinden door de extra watergangen, doordat de watergangen een drainerend effect hebben. Hierdoor zal rondom de watergangen een lokale verlaging plaatsvinden. Dit effect treedt alleen in de zomer op, in de winter is en blijft het gebied immers overstroomt;
- kwelstroming. De te graven geul komt mogelijk in verbinding met het watervoerend pakket. Hierdoor zal de kwelstroom naar de achterliggende polder toenemen. Maximaal (worst-case) is de toename van kwel +0,17 mm/dag per strekkende meter dijk. Dit is uitgewerkt in bijlage II. Nader onderzoek zal worden uitgevoerd om dit beter te kunnen bepalen.

De verwachte effecten op de primaire waterkering zijn:

- in overleg met waterschap Rivierenland is vastgesteld dat er niet uitgesloten kan worden dat er effecten zijn op de waterkering als gevolg van de ingrepen. Om uit te sluiten dat er negatieve effecten zijn op de primaire waterkering zijn er voor de ingrepen in G&A extra analyses gedaan. Dit is uitgewerkt in de bijlages I (EFO-VV5.2 - Analyse Piping en Stabiliteit Voorland).

5.2.4 Het Wantij

De geplande ingrepen kunnen worden samengevat als:

- creëren natuurvriendelijke oevers.

De verwachte omgevingseffecten die hieruit volgen zijn:

- er worden geen omgevingseffecten verwacht op het gebied van Geohydrologie. De vooroever is een doorlatende oever die niet zorgt voor veranderende waterpeilen.

De verwachten effecten op de (primaire) waterkering zijn:

- het aanleggen van de vooroever wordt aan de kant van het Wantij uitgevoerd waar geen primaire waterkering ligt. Het Wantij is op deze locatie erg breed, waardoor de maatregel zich op meer dan 50 m afstand tot de voet van de waterkering bevindt. Er geen effecten te verwacht op de primaire waterkering.

5.2.5 Avelingen

De geplande ingrepen kunnen worden samengevat als:

- een dichte duiker te veranderen in een vispassage.

De verwachte omgevingseffecten die hieruit volgen zijn:

- de duiker is momenteel dicht, dus de creatie van de vispassage zal mogelijk kunnen leiden tot een verandering in het peil als het peil verschillend is aan beide zijden van de duiker. In het geval dat er grote peilverschillen zitten tussen het gebied voor en achter de duiker zal er lokaal vernatting optreden in het lagere peilgebied en verdroging in het hogere peilgebied. Grote verschillen zijn echter onwaarschijnlijk, waardoor de omgevingseffecten gering zullen zijn.

De verwachte effecten op de (primaire) waterkering zijn:

- door de geringe ingreep is er geen effect te verwachten op de primaire waterkering.

5.3 Beoordeling

Tabel 5.12 Overzicht de te verwachte effecten

Nr.	Naam gebied	Ingrepen	Beoordeling
1	Hel- en Zuilespolder	uitgraven watergangen, aanleg krekensysteem, overstromingsvlakte met oeverwallen en eilanden, behoud lokaal polderlandschap door plaatsing waterkering en plaatsing langsdam in de noordelijke kreek	0 neutraal (toename kwel in resterende polder, maar afname af te voeren oppervlak middels gemaal)
2	Het Gors en de Aanwas	doorbreken oeverwal zodat er verbinding ontstaat tussen noordelijk gelegen gebieden, uitgraven laagtes tot stromende krekensysteem, creëren ondiepe dynamische	- (mogelijk negatief) Op dit moment is niet uit te sluiten of er mogelijk negatieve gevolgen zijn voor de primaire waterkering als gevolg van de ingrepen in de G&A en dat de kwelstroom naar de achterliggende polder toeneemt. Er is extra onderzoek nodig om te onderzoeken of het huidige ontwerp negatieve effecten heeft op de kering.

Nr.	Naam gebied	Ingrepen	Beoordeling
		plassen, stromende nevengeul door verbinding Boven Merwede	Omdat dit niet is toegestaan zal er in dat geval een aanpassing aan het ontwerp nodig zijn.
3	Het Wantij	natuurvriendelijke oevers	0 neutraal De afstand tot de waterkering is groot en er worden geen veranderende peilen voorzien.
4	Avelingen	vispassage	0 neutraal De ingreep is dermate klein dat er geen negatieve effecten op de omgeving en waterkering te verwachten zijn.

6

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de belangrijkste conclusies en aanbevelingen die volgde uit het effectenonderzoek met betrekking tot de geohydrologie.

6.1 Conclusies

Voor de voorkeursvarianten van de vispassage in Avelingen en het Wantij zijn er geen geohydrologische effecten te verwachten. In de voorkeursvarianten Hel- en Zuilespolder en het Gors en de Aanwas zijn er een de volgende aandachtspunten:

- Hel- en Zuilespolder:
 - de westelijk gelegen polder en de Hel- en Zuilespolder hebben momenteel hetzelfde gemaal. Als de Hel- en Zuilespolder een overstromingsoppervlakte wordt dient er daarom een gemaal geplaatst te worden in de westelijk gelegen polder. Gezien de goede staat van het huidige gemaal en het feit dat deze in de toekomstige situatie op deze locatie geen functie meer heeft, is ervoor gekozen om dit gemaal te verplaatsen. De toename van het kwelbezwaar wordt gecompenseerd door de afname van het aangesloten gebied, waardoor de capaciteit voldoende is;
 - voor het gedeelte van de polder dat behouden blijft moet er een nieuwe gemaal geplaatst worden. Ook hier zal kwel intreden vanuit het omliggende gebied;
- Gors en Aanwas:
 - kwelstroming. De te graven geul komt mogelijk in verbinding met het watervoerend pakket. Hierdoor zal de kwelstroom naar de achterliggende polder toenemen. Maximaal (worst-case) is de toename van kwel +0,17 mm/dag per strekkende meter dijk. Dit is uitgewerkt in bijlage II. Nader onderzoek zal worden uitgevoerd om dit beter te kunnen bepalen;
 - waterveiligheid. Voor de drie relevante faalmechanismen (piping, macrostabiliteit binnenwaarts en graserosie kruin en binnentalud) is aangetoond dat het effect verwaarloosbaar klein is of dat de waterkering nog steeds ruim voldoet aan de waterveiligheidseisen, zie hiervoor bijlage I.

7

BIBLIOGRAFIE

- Derde Merwedehaven B.V. (2021). *Bescherming van het milieu*. Opgehaald van merwedeheuvel:
<https://www.merwedeheuvel.nl/over-merwedeheuvel/bescherming-van-het-milieu.htm>
- Holland Groen. (2010). *Holland Groen*. Opgehaald van Revierreservaat Groesplaat (Het Gros):
<http://www.hollandgroen.nl/natuurgebieden/nl/noord-brabant/revierreservaat-groesplaat>
- Steeghs, B., & Westerveld, G. (1971). *Eiland van Dordrecht en Merwelanden*. Wageningen: Centrale Landbouwcatalogus.
- Watersport Almanak. (2021). *Getijdentabel: Dordrecht-2021*. Opgehaald van Watersport Almanak:
<http://www.watersportalmanak.nl/getijdentabellen-2021/dordrecht/9>
- Witteveen+Bos. (2021). *Bodemkaart*. Opgehaald van Kaart NL.

Bijlage(n)



BIJLAGE: WATERSTANDEFFECTEN AAN DE DIJK - GORS EN DE AANWAS (EFO-VV5.2)

I.1 Algemeen

Voor de maatregelen die zijn voorzien bij het gebied Gors en Aanwas zijn er effecten op geohydrologie en waterveiligheid. Deze maatregelen hebben effect op het functioneren van de waterkering tijdens hoogwater en mogelijk op de kwel. In deze bijlage zijn deze effecten gekwantificeerd, deze effecten zijn vervolgens besproken met waterschap Rivierenland. Daarmee kan deze bijlage (samen met bijlage II) dienen als onderbouwing voor een eventuele vergunningsaanvraag bij waterschap Rivierenland.

Er zijn drie maatregelen die effect hebben op de waterkering kunnen hebben:

- 1 het graven van een geul in het voorland van de waterkering;
- 2 de rivierverruiming. Bij iedere rivierverruiming zal er ergens een nieuwe flessenhals ontstaan waardoor er ondanks de verlaging van de waterstand ook lokaal opstuwing zal ontstaan;
- 3 effect van een mogelijke hoogwatervluchtplaats.

I.2 Effect lokale waterstandsverhoging op waterkering

Naast het effect van de geul op de kwel is er ook een effect van de rivierverruiming en de aanleg van een hoogwatervluchtplaats die lokaal opstuwing geeft. Deze opstuwing geeft een mogelijke verhoging van de faalkans van de dijkvakken ter plaatse van de verhoging. Er is in de WBI2017-beoordeling [bron: waterschap Rivierenland, Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans Veiligheidsoordeel Dijktraject 24-3, v1.0, 28 maart 2022] geen faalkans per vak gegeven, daarom is op basis van expert judgement de verhoging van de faalkans beschouwd.

Doordat het graven van de geul een verwaarloosbaar effect heeft de stijghoogte in het watervoerend pakket is voor het effect op de waterkering alleen gekeken naar de verhoging van de lokale waterstandsverhoging door de rivierverruiming en de (mogelijke) aanleg van de hoogwatervluchtplaats van de bevers. Relatief heeft het faalmechanisme STBI de meeste faalkansbijdrage, omdat dit faalmechanisme niet voldoet en de overige faalmechanismen wel [bron: Waterschap Rivierenland, Eerste beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans Veiligheidsoordeel Dijktraject 24-3, v1.0, 28 maart 2022].

Niveau waterstandsverhoging

De waterstandsverhoging staat uitgebreid beschreven in Rapport Referentieontwerp - Deelrapport Rivierkunde [Witteveen+Bos, kenmerk 121627/23-007.416, definitief, 28 april 2023].

Samenvatting relevante paragrafen uit Deelrapport Rivierkunde

Uit de resultaten blijkt dat de herinrichting van de het Gors en de Aanwas bovenstrooms van rkm 954,5 een waterstandsverlagend effect heeft. De grootste waterstandsverlaging is in het Gors en de Aanwas zelf, maar de waterstandsverlaging strekt zich uit over de gehele breedte van het winterbed.

Haven van Sleeuwijk

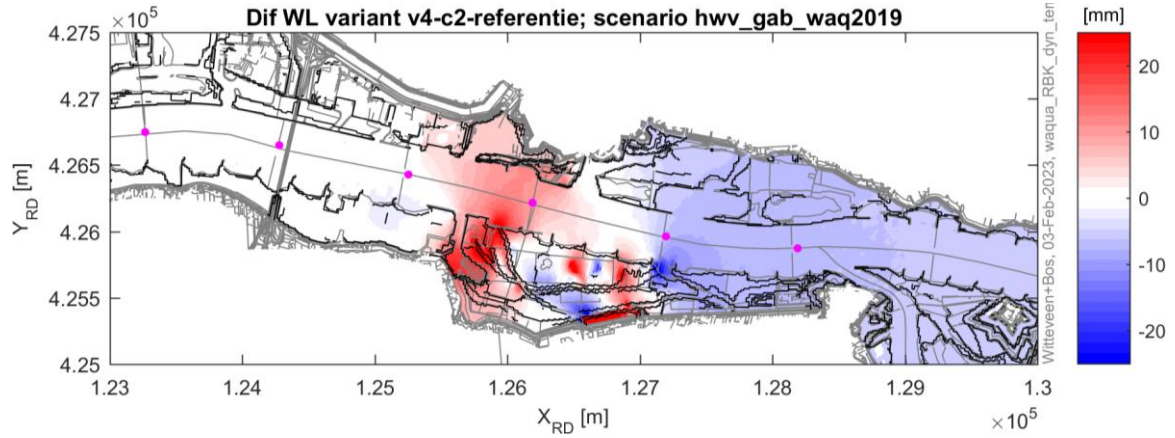
De maximale hoogte van de opstuwingspiek langs de kering ter hoogte van de haven is 2 cm (punt 48 in afbeelding I.3).

Hoogwatervluchtplaats

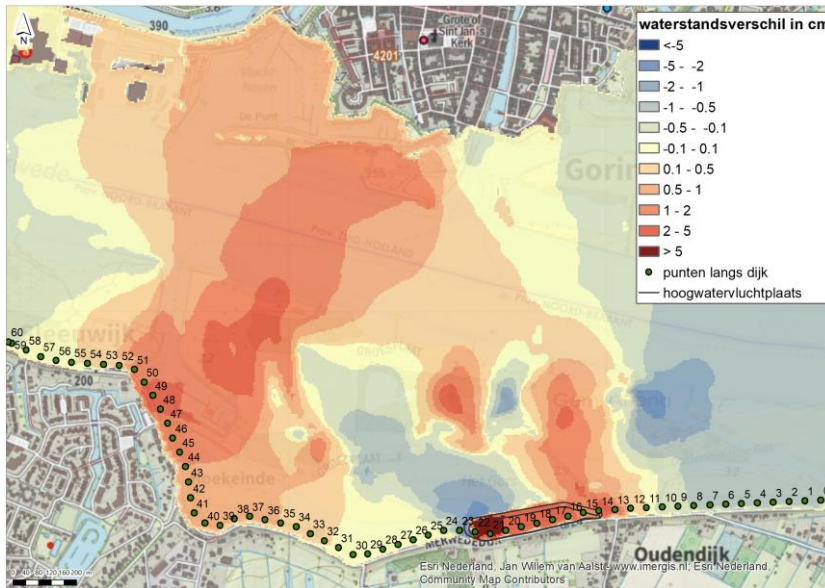
Een tweede lokale opstuwing concentreert zich rondom de hoogwatervluchtplaats. Langs de primaire kering is de maximale opstuwing bovenstrooms van de hoogwatervluchtplaats 3 cm (punt 14 in afbeelding I.3). De toename ter hoogte van de hoogwatervluchtplaats is groter dan de maximale waterstandstoename in het westelijke deel van het projectgebied, namelijk 2 cm (punt 48-49 in afbeelding I.2). Op basis van de voorliggende resultaten kan worden vastgesteld dat de hoogwatervluchtplaats een lokaal opstuwend effect heeft, over een lengte van ongeveer 150 meter langs de kering direct bovenstrooms van de hoogwatervluchtplaats van orde grootte 3 cm.

De abrupte verschillen in waterstanden en waterstandverschillen langs de primaire waterkering tussen XRD 126,5 en 127,0 km (rode en blauwe strepen op kruin hoogwatervluchtplaats) zijn niet realistische resultaten van het model, en moeten daarom buiten beschouwing gelaten worden.

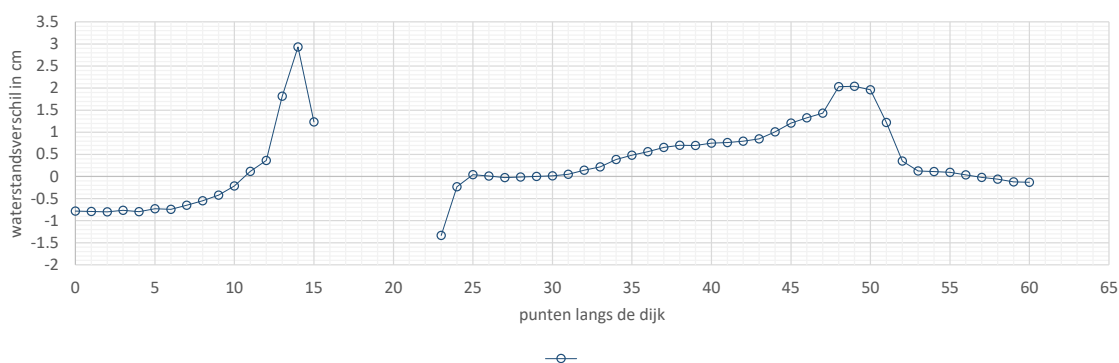
Afbeelding I.1 Effecten van Gors en Aanwas op de waterstand bij CIP gab (terugkeertijd 30.000 jaar, Boven-Rijnafvoer 16.960 m³/s)



Afbeelding I.2 Waterstandsverschil [mm] langs de waterkering van Sleewijk bij CIP gab (terugkeertijd 30.000 jaar, Boven-Rijnafvoer 16.960 m³/s)



Afbeelding I.3 Waterstandsverschil [mm] langs de waterkering van Sleeuwijk bij CIP gab (terugkeertijd 30.000 jaar, Boven-Rijnafvoer 16.960 m³/s). Voor de locatie van de punten van de dijk wordt verwezen naar Afbeelding I.2



I.3 Effect waterstandsverhoging en vergravingen op faalmechanismen

Er zijn drie faalmechanismen waar de waterstandsverhoging en de vergravingen in het voorland effect op kunnen hebben: Graserosie kruin- en buitentalud, Macrostabieliteit binnenwaarts en piping. Bij de overige faalmechanismen is de waterstandsverhoging een veel minder relevante parameter en heeft een waterstandsverhoging van enkele centimeters een verwaarloosbaar effect.

Graserosie kruin- en binnentalud (GEKB)

Dit faalmechanisme is beschouwd zoals dit ook in het Achtergrondrapport GEKB van de WBI-beoordeling is uitgevoerd [bron: TAUW, Beoordeling primaire kering hoogte en bekleding, normtraject 24-3 (WSRL), kenmerk R000-1278483TXA-V02, 9 juli 2021].

Er zijn twee locaties met opstuwing voorzien waarbij de waterstand bij norm 3 cm (LA180) en 2 cm (LA198) stijgt. Om het effect van de opstuwing te bepalen is het ringtoets-bestand¹ van de WBI-beoordeling gebruikt. Een hogere waterstand hanteren in het model is complex en tijdrovend, daarom is een verlaging van het maaiveldprofiel gebruikt die gelijk is aan de waterstandsverhoging.

In onderstaande tabel is het resultaat weergegeven van de ringtoetsberekeningen. Bij de twee locaties stijgt de faalkans met 0,02 % en 0,04 % ten opzichte van het faalmechanisme met de grootste faalkans: STBI. Aangezien de faalkans van het dijkvak niet bepaald is in de WBI-beoordeling, maar STBI bepalend is voor de faalkans van het dijkvak, is in deze analyse de faalkans van STBI aangehouden als faalkans van het dijkvak als indicatie. Dit betekent dat voor GEKB de faalkans 0,02 % en 0,04 % stijgt. De stijging van het overslagdebiet bij norm is ook bepaald en is maximaal 0,03 l/m/s. De verhoging van de faalkans en overslagdebiet zijn zo minimaal dat het effect van de waterstandsverhoging een verwaarloosbaar kleine faalkansbijdrage heeft op de faalkans van de waterkering.

Tabel I.1 Faalkansen GEKB origineel en nieuw

Dijkvak ter plaatse van	Faalkans STBI [1/jaar]	Originele faalkans GEKB [1/jaar]	Faalkans GEKB met waterstandsverhoging [1/jaar]	Faalkans GEKB nieuw in % t.o.v. faalkans STBI	Faalkans GEKB nieuw in % t.o.v. faalkans STBI	Verandering faalkans GEKB in % t.o.v. faalkans STBI	Overslag debiet origineel [l/m/s]	Overslagdebiet met waterstandsverhoging [l/m/s]
LA180	1/297	1/154.724	1/139.419	0,19 %	0,21 %	-0,02 %	0,28	0,31
LA198	1/3096	1/997.804	1/877.986	0,31 %	0,35 %	-0,04 %	0,00	0,01

¹ 24-3_HBN_v3_GEKB_Prob.overslagdebiet_0-1m_(incl_Buiten toep.).

Macrostabieliteit binnenwaarts (STBI)

Dit faalmechanisme is beschouwd zoals dit ook in het Achtergrondrapport STBI van de WBI-beoordeling is uitgevoerd [bron: TAUW, WS Rivierenland - Beoordeling Primaire Keringen Overstromingskans 24-3 Land van Altena, Achtergrondrapportage Macrostabieliteit, kenmerk R005-1269816XRV-V01-mdg-NL, 21 juli 2021].

Bij LA180 zal de opstuwing niet voor een lagere faalkans van het vak zorgen. Er ligt daar een weg die haaks op de dijk aansluit en het binnentalud zeer flauw is.

Voor STBI dijkvak 27 (LA198) is het effect van een 2 cm hogere buitenwaterstand is een stabiliteitsberekening uitgevoerd met een hogere waterstand en stijghoogte van 2 cm. De stabiliteitsfactor was 0,975 en blijft 0,975, ook na de verhoging van de waterstand. Dit betekent dat de faalkans niet verandert voor het faalmechanisme STBI.

Piping (STPH)

Voor het faalmechanisme STPH (piping) is er mogelijk een effect van een hogere stijghoogte in het watervoerend pakket door de waterstandsverhoging en met name de vergravingen in het voorland zoals de aanleg van de geul. Het effect van de vergravingen het voorland heeft daarbij een groter effect de verhoging van de lokale waterstand, omdat alleen lokaal de waterstand hoger wordt en de stijghoogte wordt bepaald door de waterstand door een groter gebied.

Omdat voor STPH in tegenstelling tot GEKB en STBI de vergravingen relevanter zijn, is er niet gekozen om het effect bij twee dijkpalen te bepalen, maar voor een dijkvak. Dijkvak 22 van STPH uit de WBI-beoordeling [TAUW, Beoordeling primaire kering, achtergrondrapport Piping en heave Dijktraject 24-3, kenmerk R003-1279724XRV-V02-kzo-NL, 9 juli 2021] is het meest relevant. In overleg met WSRL kan het effect van de vergravingen worden gezien als een verlaging van de voorlandweerstand. Een conservatieve aanname hiervoor is dat de weerstand van het voorland door de vergravingen daalt van 5 dagen naar 2 dagen (parameter c).

Deze weerstand is in de berekeningen van de WBI-beoordeling gebruikt. De WBI-beoordeling werkt met een uittredepunten methode, daardoor zijn er heel veel berekeningen gemaakt binnen een dijkvak. Met de standaard weerstand van 5 dagen vallen alle punten in categorie I_v (voldoet ruim aan de signaleringswaarde). Het effect van de weerstand van het voorland is bepaald met behulp van Excelsheet 'Input_TOM_piping_24_3_v12.xlsx' en 'PipingAnalyseBovenrivierengebied.ipynb', beide uit het opleverdossier van de WBI-beoordeling. Met een weerstand van 2 dagen vallen nog steeds alle punten in categorie I_v. Daarmee is aangetoond dat ook met de vergravingen in het voorland de kans op piping nog steeds ruim voldoet aan de signaleringswaarde.

Let op: in de beoordelingsrapportage van STPH is ook een zandmeevoerende wel gevonden bij dijkpaal LA191. De conclusie in het rapport is dat deze wel niet verklaard kan worden. De schematisatie van de ondergrond en berekende faalkansen zijn daarom ook niet aanpast in de beoordelingsrapportage naar aanleiding van deze wel.

Conclusie waterveiligheid

Er is aangetoond dat voor de drie relevante faalmechanisme waar de lokale waterstandsverhoging en vergravingen in het voorland mogelijk effect op kunnen hebben het effect verwaarloosbaar klein is of dat de waterkering nog steeds ruim voldoet aan de waterveiligheidseisen. Bij de overige faalmechanismen heeft een waterstandsverhoging nog een kleiner effect en is dus ook verwaarloosbaar.



BIJLAGE: KWELVERANDERING POLDERGEBIED HET GORS EN DE AANWAS

NOTITIE

Onderwerp Kwel Poldergebied Gros en Aanwas
Project SO3 Planuitwerking KRW Sliedrechtse Biesbosch
Opdrachtgever Rijkswaterstaat
Projectcode 121627
Status Definitief
Datum 28 juli 2023
Referentie 121627-EFO-VV5.2/23-012.146
Auteur(s) Sanne de Smet

Gecontroleerd door Jan Dirk Smidt
Goedgekeurd door Herman Mondeel (b/a Emiel Kuppen)
Paraaf



Bijlage(n) -

Aan Rijkswaterstaat
Kopie -

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Sinds 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. De algemene doelstelling van de KRW is om aquatische ecosystemen en terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van water, te beschermen tegen verdere achteruitgang en om deze ecosystemen in kwaliteit te verbeteren. Het gebied Boven en Beneden Merwede is aangewezen als KRW-waterlichaam. Zonder aanvullende maatregelen zal het oppervlaktewaterlichaam Boven en Beneden Merwede de KRW-norm niet halen.

Een van de aanvullende maatregelen is het realiseren van getijdenatuur in het waterlichaam. Een van de gebieden waar dit gepland wordt is het Gros en de Aanwas. Dit is een buitendijks gebied grenzend aan de Boven Merwede. Bij de nieuwe inrichting van het Gros en de Aanwas wordt een nieuwe meestromende geul met kreken voorgesteld welke aantakt op de bestaande geul, en gelegen tussen het voorland en de dijk, en de Boven Merwede. Door de aanleg van de geul is er een mogelijkheid dat de kwel aan binnendijkse zijde toeneemt. Deze mogelijke kweltoename is in deze notitie getoetst.

1.2 Doel

Het doel van deze notitie is om een inschatting te maken van de maximale toename in kwel ten gevolg van de aanleg van de nieuwe geul in het geval van een worst-case benadering.

2 ACHTERGROND

2.1 Inrichtingsontwerp

Het belangrijkste kenmerk van het inrichtingsontwerp met betrekking tot de verandering in kwel is de aanleg van de meestromende geul met kreek, aangegeven met 1 en 2 in afbeelding 2.1. De bestaande geul, grijs gearceerd, stopt momenteel ongeveer bij punt 2 en staat al in verbinding met de Boven Merwede en volgt het waterpeil van de rivier.

Afbeelding 2.1 Voorkeursvariant Het Gros en de Aanwas - overzichtstekening



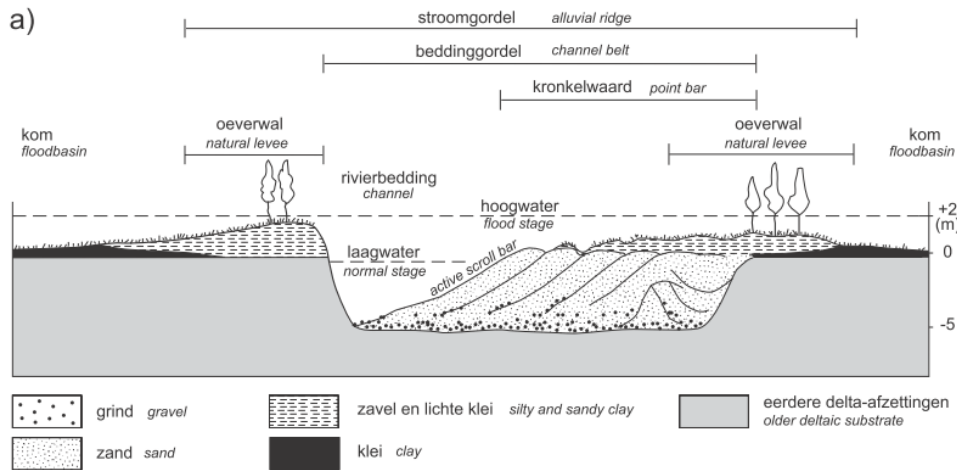
2.2 Geomorfologie

De bodemopbouw op de projectlocatie is sterk bepaald door de rivier. Vroegere zandige getijdegeulen doorsnijden de bodem op verschillende locaties. Deze zandige afzettingen worden geflankeerd en bedekt door kleiigere afzettingen langs de vroegere rivieroeveren (oeverwallen). Achter deze oeverwallen, in de lager gelegen delen in het overstromingsgebied, liggen de komgronden. Door de lage ligging en het bodemtype van komgronden is de ontwatering beperkt en heeft lokaal veen gevormd. Bij verleggingen en afsnijdingen van de rivier zijn de oude komgronden doorsneden en nieuwe oevergronden gevormd. Door de opvolging van sedimentatie is de bodemopbouw gekenmerkt door het afwisselend voorkomen van zand, klei en veen.

Een rivier is daarnaast continu in beweging, hierbij wordt er in de buitenbocht zand afgezet en erodeert de binnenbocht. De projectlocatie ligt in de buitenbocht van de Boven-Merwede. Zoals op afbeelding 2.2 te zien is, is het daarom te verwachten dat er zich onder een dunne deklaag van klei een zandig pakket bevindt waarna er oudere delta-afzettingen van veen of klei verwacht worden ter plaatse van de projectlocatie.

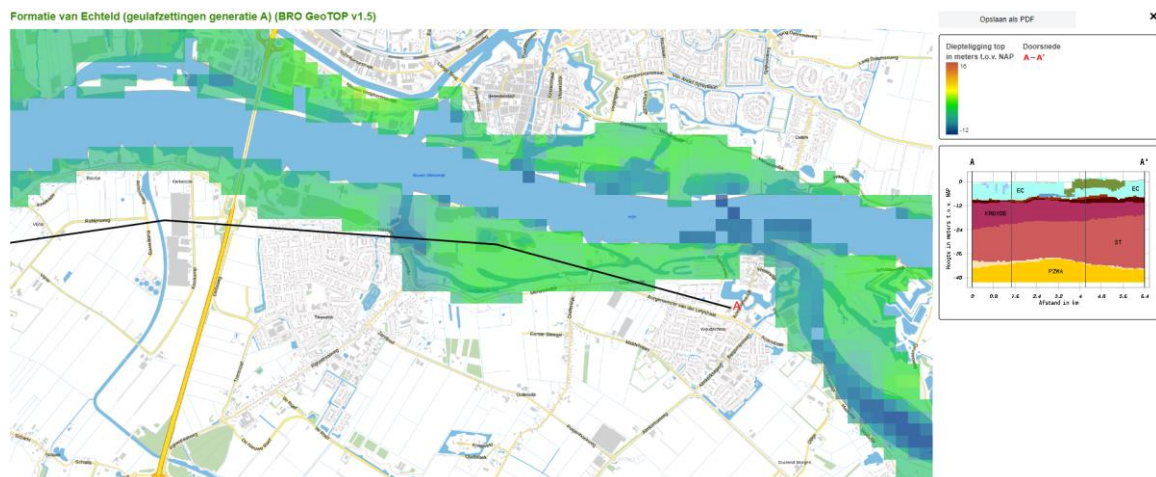
Deze verwachting wordt ondersteund door de genomen boringen ter plaatse van de mogelijke nieuwe geul. Gezien de geringe diepte van de boringen is op basis van deze boringen niet vast te stellen hoe dik de zandlaag in de beddinggordel is.

Afbeelding 2.2 Ontwikkeling rivierbedding



GeoTOP [ref. 4] heeft echter wel een inschatting van de locatie van de stroomgordel met geulafzettingen. Op de onderstaande afbeelding is te zien dat het gehele voorland inclusief een deel achter de dijk waarschijnlijk een geulafzetting kent van zandig materiaal. Opvallend is dat de top van de laag over het gehele voorland vrijwel gelijk is. De dikte van deze laag neemt wel af richting het achterland.

Afbeelding 2.3 GeoTOP inschatting top geulafzetting generatie A ter hoogte van Het Gros en Aanwas

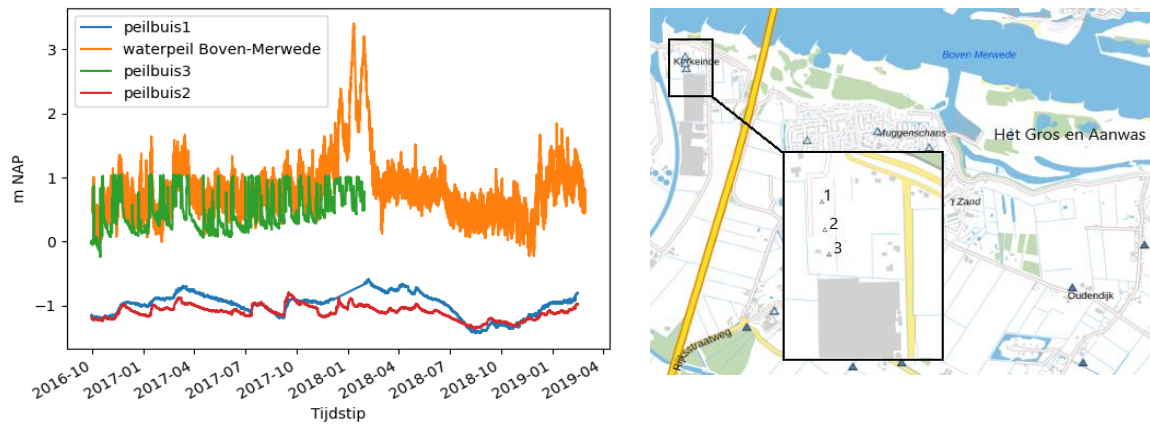


2.3 Geohydrologie

De aanwezigheid van de zandbanen in de ondergrond is zeer bepalend voor de hydrologie in de omgeving. Een deel van de zandbanen in het gebied staan in connectie met de rivieren in de omgeving. Hierdoor is de grondwaterstand in deze zandbanen afwijkend van de grondwaterstand buiten de zandbanen. Het effect van de zandbanen met connectie met de Boven-Merwede is duidelijk zichtbaar in een peilbuisraai ten westen van het projectgebied. Alle peilbuizen in deze raai zijn ondiep geplaatst op circa NAP -1,5 m, op een afstand

van minder dan 100 meter van elkaar. Het opvallende is dat alleen peilbuis 3 in een oude zandbaan geplaatst is en de overige twee peilbuizen, welke dichtbij de Boven-Merwede staan, niet. In afbeelding 2.4 is te zien dat peilbuis 3 hierdoor een hogere grondwaterstand heeft dan de overige twee peilbuizen. De grondwaterstand in peilbuis 3 volgt daarnaast het peil in de Boven-Merwede, ondanks iets van verval. De overige peilbuizen staan veel minder onder invloed van de rivier.

Afbeelding 2.4 Peilbuismetingen in een raai in combinatie met het waterpeil in de Boven-Merwede



3 EFFECT INRICHTING OP KWEL

3.1 Definitie maatgevende situatie

Gezien er grote onzekerheden zijn over de exacte bodemopbouw ter plaatse van de projectlocatie is er besloten om een maatgevende bodemopbouw te definiëren waarbij de inrichting het grootste effect op kwel heeft (worst case scenario). Om het grootste effect op kwel te hebben moet de bodemopbouw de volgende kenmerken hebben:

- 1 de tussenzandlaag (getijdegeulafzetting) is ononderbroken en loopt tot onder de dijk door;
- 2 de bestaande geul buitendijks ligt niet in de tussenzandlaag en heeft een beperkte invloed op de druk in de tussenzandlaag;
- 3 de nieuwe geul ligt in de tussenzandlaag en beïnvloed hierdoor de druk in de tussenzandlaag;
- 4 maximale weerstand van de deklaag in het voorland;
- 5 de dikte van de deklaag van veen en klei in het achterland is beperkt, i.e. weinig weerstand tegen kwel;

Ononderbroken tussenzandlaag

In het geval van een ononderbroken tussenzandlaag vanaf het voorland richting binnendijksgebied is dit een watervoerend laag die eenvoudig geïnfiltreerd water vanuit de rivier richting het binnendijksgebied leidt, waar het als kwel naar het oppervlak stroomt. Als de tussenzandlaag wel onderbroken wordt ondervindt het kwelwater meer weerstand en is de kwelflux dus lager. Deze aanname is geomorfologisch gezien zeker mogelijk.

Bestaande geul niet in tussenzandlaag

Wanneer de bestaande geul invloed zou uitoefenen op de tussenzandlaag en de druk daar zou bepalen, dan heeft de ingreep tussen de bestaande geul en de Boven-Merwede geen effect op de druk in de tussenzandlaag aan de dijkzijde van de bestaande geul. De metingen in peilbuizen 1, 2 en 3 laten echter zien dat de tussenzandlaag op kleine afstanden zeer heterogeen aanwezig kan zijn, dus dat er een kans bestaat dat de bestaande geul momenteel niet in een tussenzandlaag zit en de nieuwe wel. Met dit scenario wordt in deze 'worst-case' analyse rekening gehouden door aan te nemen dat de bestaande geul geen significante

invloed heeft op de druk in de tussenzandlaag. In de berekening wordt dus aangenomen dat de geul niet bestaat.

Nieuwe geul in de tussenzandlaag

Wanneer de nieuwe geul insnijdt in de tussenzandlaag zal deze het waterpeil uit de Boven-Merwede opleggen aan de tussenzandlaag op die locatie. In andere woorden de druk ter plaatse van de nieuwe geul in de tussenzandlaag zal toenemen. Als gevolg hiervan zal de druk richting het achterland ook toenemen.

Maximale weerstand deklaag voorland

De stijghoogte in de tussenzandlaag onder het voorland wordt relatief meer beïnvloed door het polderpeil wanneer de deklaag in het voorland een hoge weerstand heeft. Hierdoor is het verval relatief hoog onder het voorland. Wanneer er dan een nieuwe geul dichterbij de dijk wordt aangelegd wordt deze weerstand weggegraven en wordt de stijghoogte in de tussenzandlaag ter plaatse van de nieuwe geul gelijk aan het waterpeil in de geul. Op deze manier is de druk hoger in de tussenzandlaag ook achter de dijk in het achterland. Hierdoor zal de kwelflux ook groter zijn .

Minimale weerstand deklaag achterland

De kwelflux in het achterland wordt bepaald door het drukverschil tussen de stijghoogte en het polderpeil en de weerstand van de deklaag:

$$kwel = (h_{tussenzandlaag} - h_{polder}) / (weerstand_{deklaag})$$

Hoe kleiner de weerstand hoe groter de kwel. De weerstand wordt bepaald door de dikte en materiaal van de deklaag in het achterland.

3.2 Berekening kwel

Om de verandering in kwelflux te bepalen is het noodzakelijk om de verandering in de stijghoogte ter plaatse van de teensloot te bepalen. Dit is gedaan met behulp van TimML [ref. 1]. Hierbij is aangehouden dat het voorland door de aanleg van de extra geul afneemt van 800 meter (model 1, bestaande geul) naar 200 meter (model 2, nieuwe geul). De overige uitgangspunten staan hieronder kort benoemd:

- het rivierpeil dat is aangehouden in de Boven-Merwede (model 1) en de geul (model 2) is het gemiddeld hoogste waterpeil van NAP +1,05 m;
- een polderpeil in de teensloot (1,5 m breed op 90 meter achter de binnenteen van de dijk) van NAP -1,2 m;
- de weerstanden die zijn aangenomen zijn 1^1 , 6.000^2 , 50^3 , en 10^4 dagen voor respectievelijke de bodemweerstand van de Boven-Merwede/geul, de deklaag in het voorland, de deklaag in het achterland en de bodemweerstand van de teensloot;
- de tussenzandlaag heeft een doorlatendheid van 15 m/d. Dit komt goed overeen met middelgrof rivierzand [ref. 2]

In afbeelding 3.1 is de uitkomst van de analytische berekening gegeven. Hieruit blijkt dat het verschil in de druk in de tussenzandlaag in het achterland minimaal is. Gemiddeld is deze 8 mm hoger met de geul. Dit betekent dat gemiddeld de kwel van 0,28 mm/dag in het achterland in het geval van hoog water toeneemt tot 0,45 mm/dag per strekkende meter dijk. De huidige berekende kwel in het achterland ligt in de range

¹ Een bodemweerstand van 1 dag komt vaker voor bij snelstromende rivieren in zandige ondergrond [ref. 2], waaraan de Boven-Merwede voldoet.

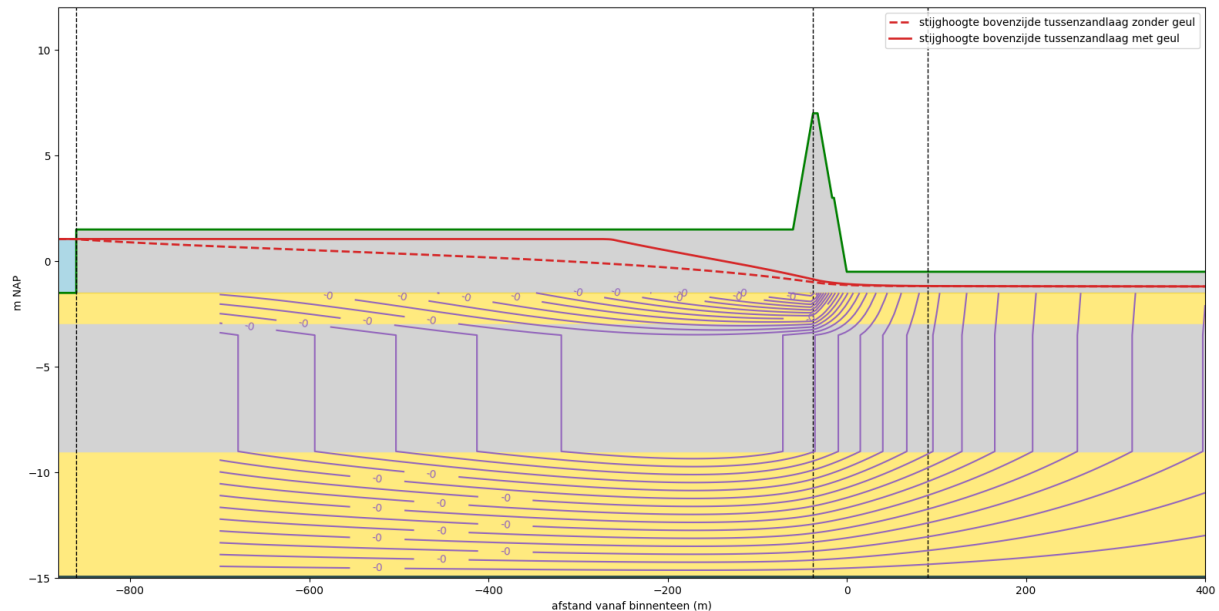
² 6.000 dagen is een extreem hoge weerstand. Dit is gekozen omdat het model met semi-confinede lagen werkt, terwijl wordt aangenomen dat de tussenzandlaag onder het voorland niet wordt beïnvloed door het freatisch systeem en dus confined is. Het is dus een manier om van semi-confined, confined te maken.

³ 50 dagen weerstand voor een meter deklaag staat gelijk aan een kleiige deklaag. Dit wordt ook gevonden in de boringen [ref. 2].

⁴ Een bodemweerstand van 10 dagen komt voor bij sloten zonder veel stroming [ref. 2]. De relatief hoge waarde is gekozen om er voor te zorgen dat de teensloot de druk in de tussenzandlaag niet volledig beïnvloed.

van 1,5 mm/dag direct achter de dijk tot 0,1 mm/dag verder in het achterland in het geval van hoogwater. Dit komt overeen met de huidige kwel gegeven in de klimaateffectatlas [ref. 3]. In de nieuwe situatie, met de worst-case benadering dat de huidige geul geen invloed heeft en de nieuwe wel, wordt een kwel berekend van circa 2,5 mm/dag direct achter de dijk en 0,15 mm/dag verder in het achterland.

Afbeelding 3.1 TimML uitkomst voor de situatie zonder geul (stippellijn) en met geul (doorlopende lijn) inclusief stroomlijnen in paars



4 CONCLUSIE

Uitgaande van een worst-case benadering, waarbij de nieuwe geul in het voorland bij Het Gros en de Aanwas connectie maakt met een tussenzandlaag die doorloopt tot in het achterland en de huidige geul deze tussenzandlaag niet beïnvloed, wordt een gemiddelde toename in de kwel berekend van +0,17 mm/dag per strekkende meter dijk in het gehele achterland. Dit is aanzienlijk. Er zal moeten worden bekeken of de huidige gemalen in staat zijn om deze extra hoeveelheid water te kunnen afpompen.

De in deze rapportage gepresenteerde berekening is echter zeer worst-case. De kans dat de bestaande geul wel de tussenzandlaag snijdt is echter aanzienlijk gezien de grote lengte, breedte en diepgang van de geul en de verwachte bodemopbouw uit GeoTOP. Om te bepalen of dit het geval is, wordt daarom aangeraden om grondonderzoek uit te voeren rondom zowel de huidige als nieuwe geul. Wanneer de huidige geul de tussenzandlaag wel snijdt zal de aanleg van de nieuwe geul slechts zeer beperkte invloed hebben op de kwelflux, gezien deze gebufferd wordt door de bestaande geul.

5 REFERENTIES

- 1 Bakker, M. 2006. An analytic element approach for modeling polygonal inhomogeneities in multi-aquifer systems. *Advances in Water Resources*, 29(10), 1546-1555.
- 2 Bot, B. (2011). Grondwaterzakboekje. Bot Raadgevend Ingenieur.
- 3 Stichtings Climate Adaptation Services (CAS). Klimaateffectatlas. <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/>. Geraadpleegd: 07 juli 2023.
- 4 TNO Geologische Dienst Nederland. BRO GeoTOP v1.5 <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>.

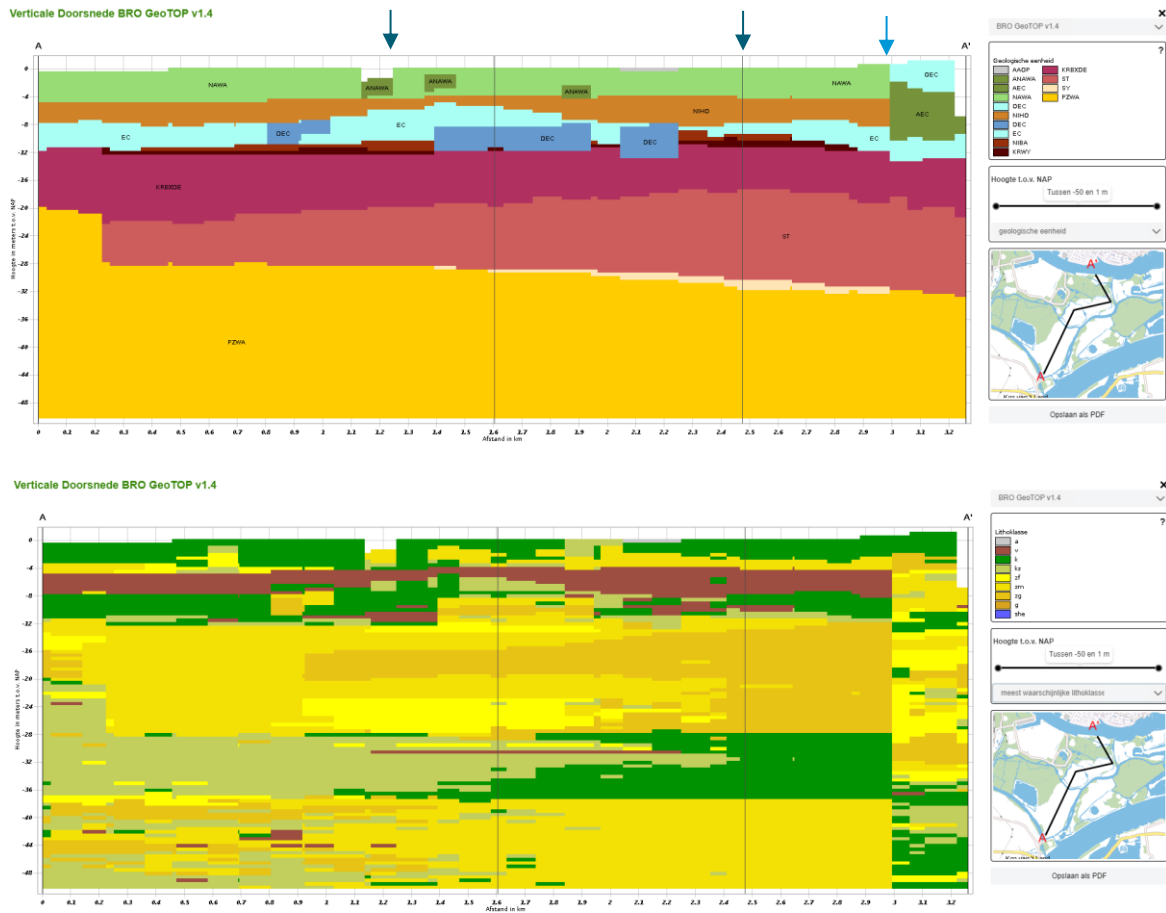


BIJLAGE: BODEMOPBOUW DINOLOKET

In deze bijlage worden ondergrondgegevens van de verschillende gebieden gegeven.

III.1 Hel- en Zuilespolder

Afbeelding I.4 Verticale doorsnede GeoTOP v1,4 dwars door het onderzoeksgebied (tussen de twee donkerblauwe peilen) en het landbouw gebied ten zuiden van de polder, en de noordelijke kreek (vanaf de lichtblauwe peil)



Afbeelding I.5 Locatie boringmonsterprofielen DINOloket



Afbeelding I.6 Boormonsterprofiel locatie 1

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38D0440
 Coördinaten: 112760, 425130 (RD)
 Maaiveld: 1.40 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 7.60 m

Geologische eenheid

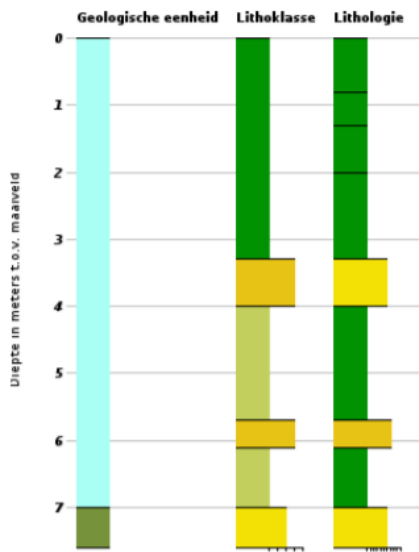
- DEC
- AEC

Lithoklasse

- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand midden
- zand grof

Lithologie

- Klei
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie



Afbeelding I.7 Boormonsterprofiel locatie 2

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B44B0547
 Coördinaten: 113250, 424675 (RD)
 Maaiveld: 0.70 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 11.20 m

Geologische eenheid

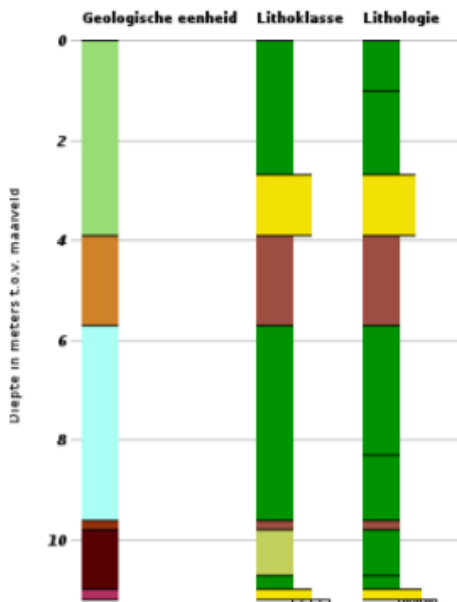
- NAWA
- NIHO
- EC
- NISA
- KRWY
- KR

Lithoklasse

- zand midden
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem

Lithologie

- Klei
- Zand midden categorie
- Veen



Afbeelding I.8 Boormonsterprofiel locatie 3

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B4480537
 Coördinaten: 112785, 424570 (RD)
 Maaiveld: 0.90 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 11.01 m

Geologische eenheid

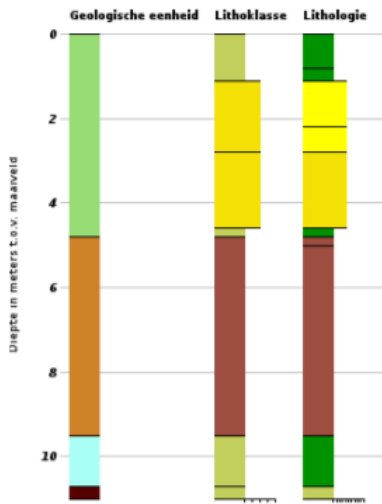
- NAWA
- NIHO
- EC
- KRWY
- KR

Lithoklasse

- zand midden
- organisch materiaal (veen)
- kleig zand, zandige klei en leem

Lithologie

- Leem
- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Veen



Afbeelding I.9 Boormonsterprofiel locatie 4

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B4480539
 Coördinaten: 112380, 424390 (RD)
 Maaiveld: 0.90 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 11.00 m

Geologische eenheid

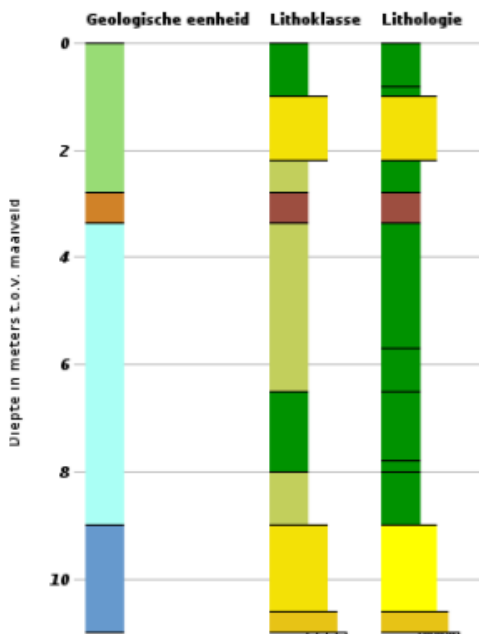
- NAWA
- NIHO
- EC
- DEC

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

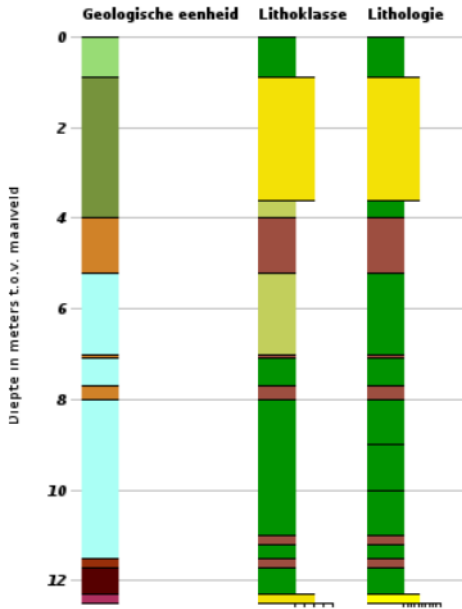
- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie
- Veen



Afbeelding I.10 Boormonsterprofiel locatie 5

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B44B0528
 Coördinaten: 112255, 424082 (RD)
 Maaiveld: 0.50 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 12.50 m



Geologische eenheid

- NAWA
- ANAWA
- NIHO
- EC
- NI
- NIBA
- KRWY
- KR

Lithoklasse

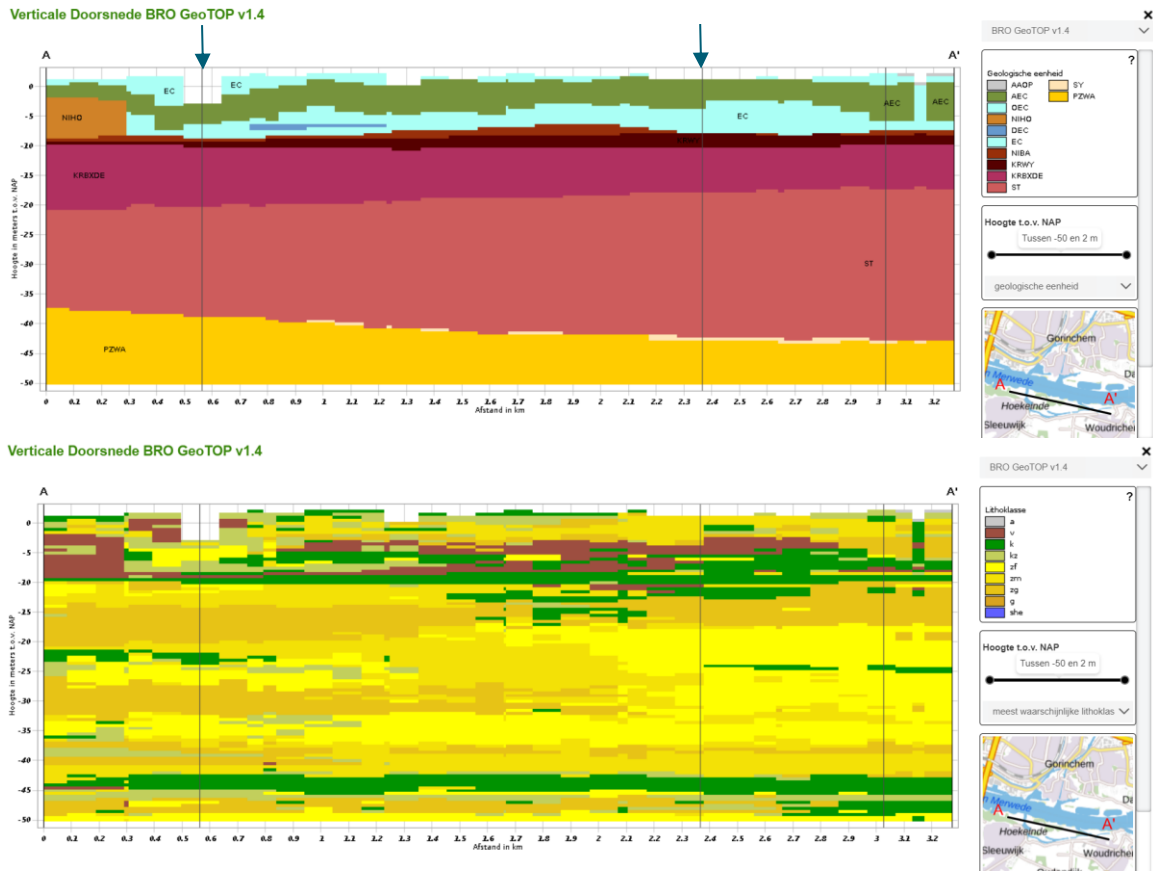
- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleiig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

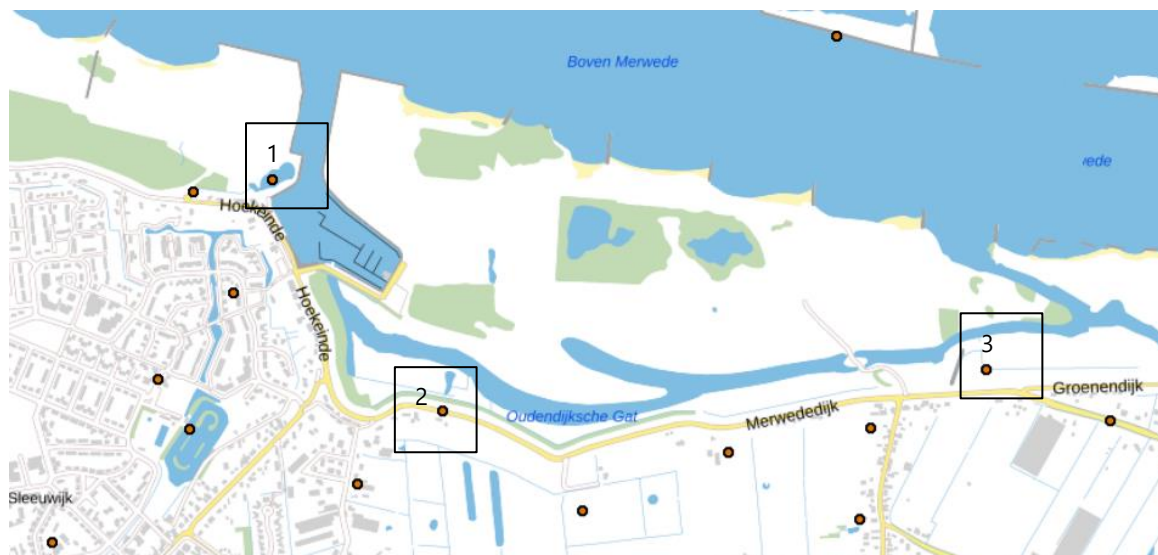
- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Veen
- Gytja

III.2 Gros en de Aanwas

Afbeelding I.11 Verticale doorsnede GeoTOP v1.4 dwars door het onderzoeksgebied (tussen de twee donkerblauwe peilen)



Afbeelding I.12 Overzicht boormonsterlocaties



Afbeelding I.13 Boormonsterprofiel locatie 1

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0470
 Coördinaten: 125530, 425870 (RD)
 Maaiveld: -0.40 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 9.00 m

Geologische eenheid

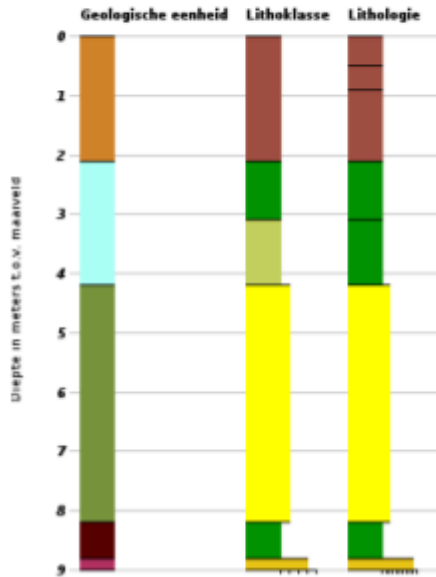
- NI
- EC
- AEC
- KRWY
- KR

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand grove categorie
- Veen



Afbeelding I.14 Boormonsterprofiel locatie 2

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0207
 Coördinaten: 125939, 425316 (RD)
 Maaiveld: 2.20 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 12.50 m

Geologische eenheid

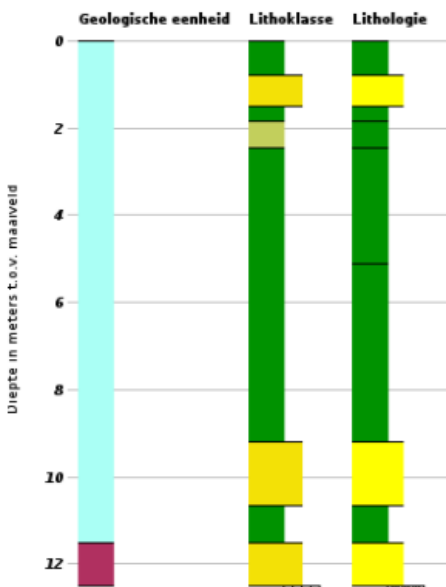
- EC
- KR

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Klei
- Zand fijne categorie



Afbeelding I.15 Boormonsterprofiel locatie 3

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0482
 Coördinaten: 127245, 425415 (RD)
 Maaiveld: 1.50 m L.o.v. NAP
 Diepte L.o.v. maaiveld: 0.00 m - 4.70 m

Geologische eenheid

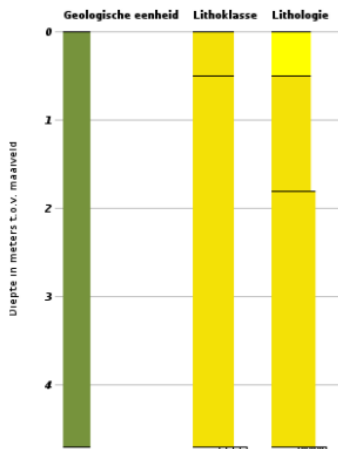
AEC

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

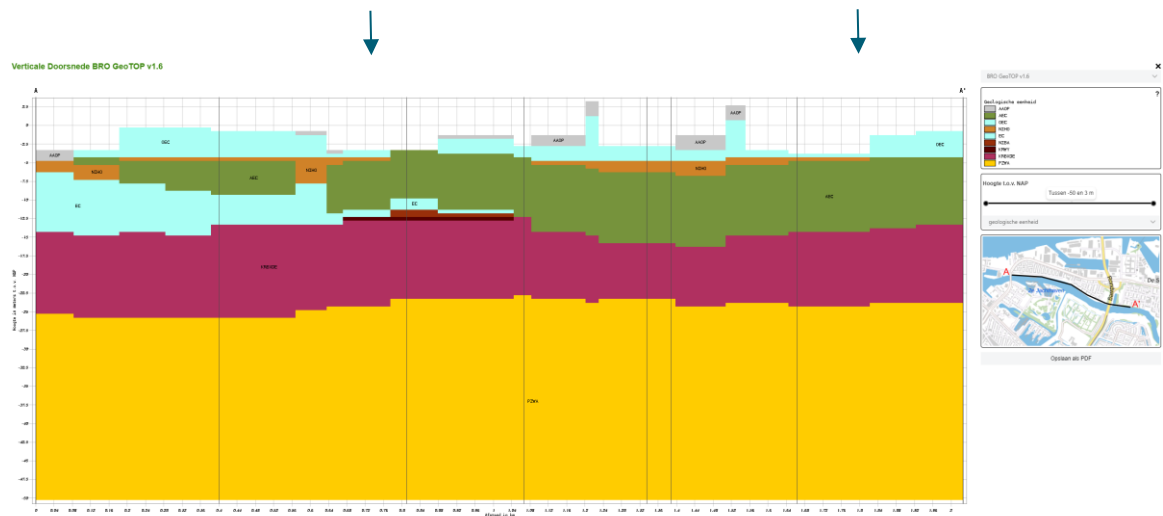
Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie

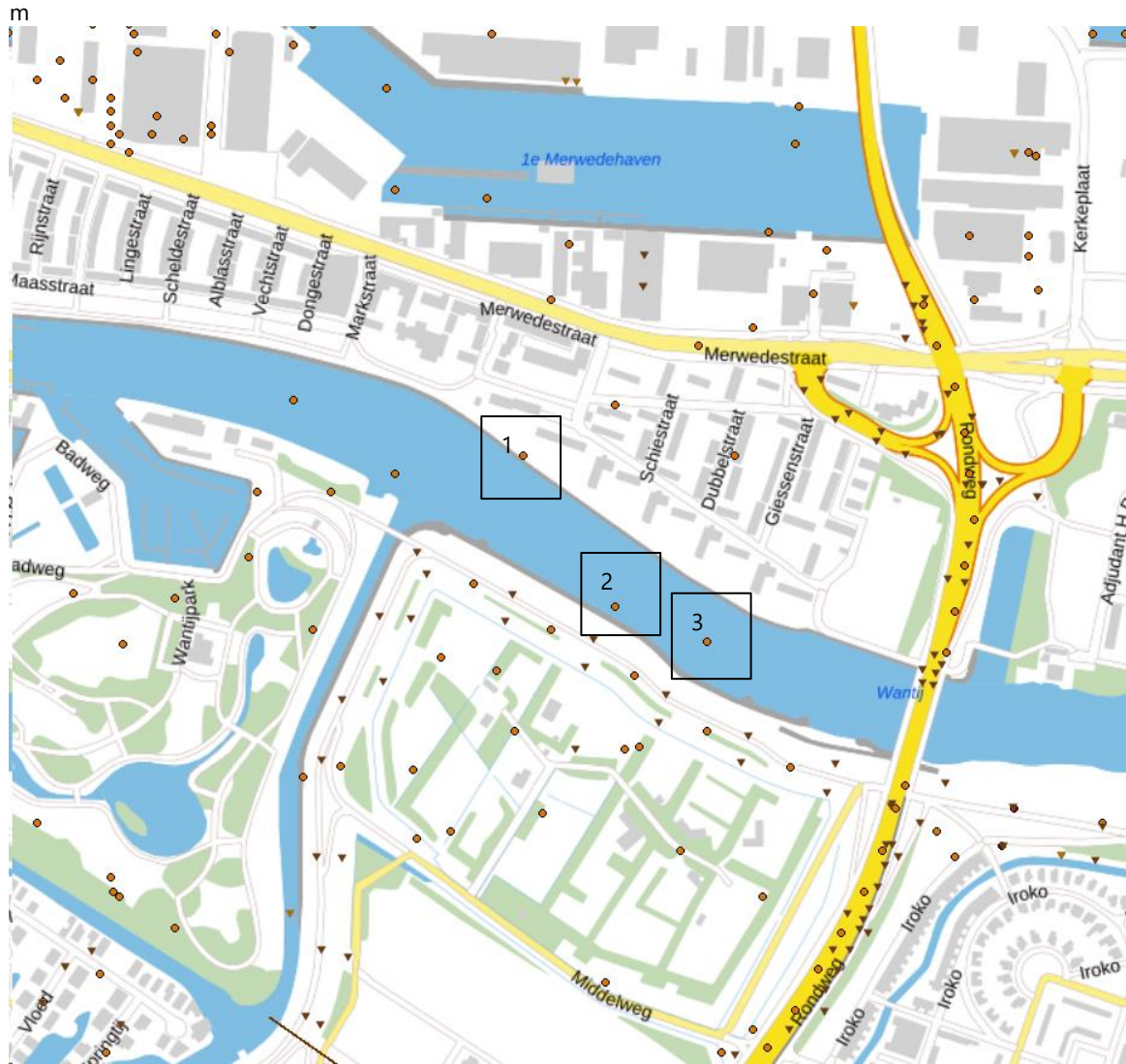


III.3 Het Wantij

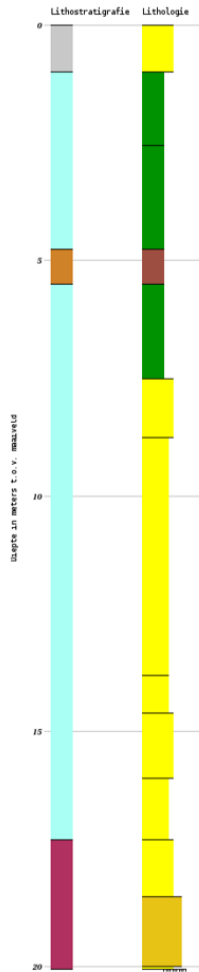
Afbeelding I.16 Verticale doorsnede GeoTOP v1.4 met het onderzoeksgebied tussen de donkerblauwe pijlen.



Abbeelding I.17 Overzicht boormonsterlocaties



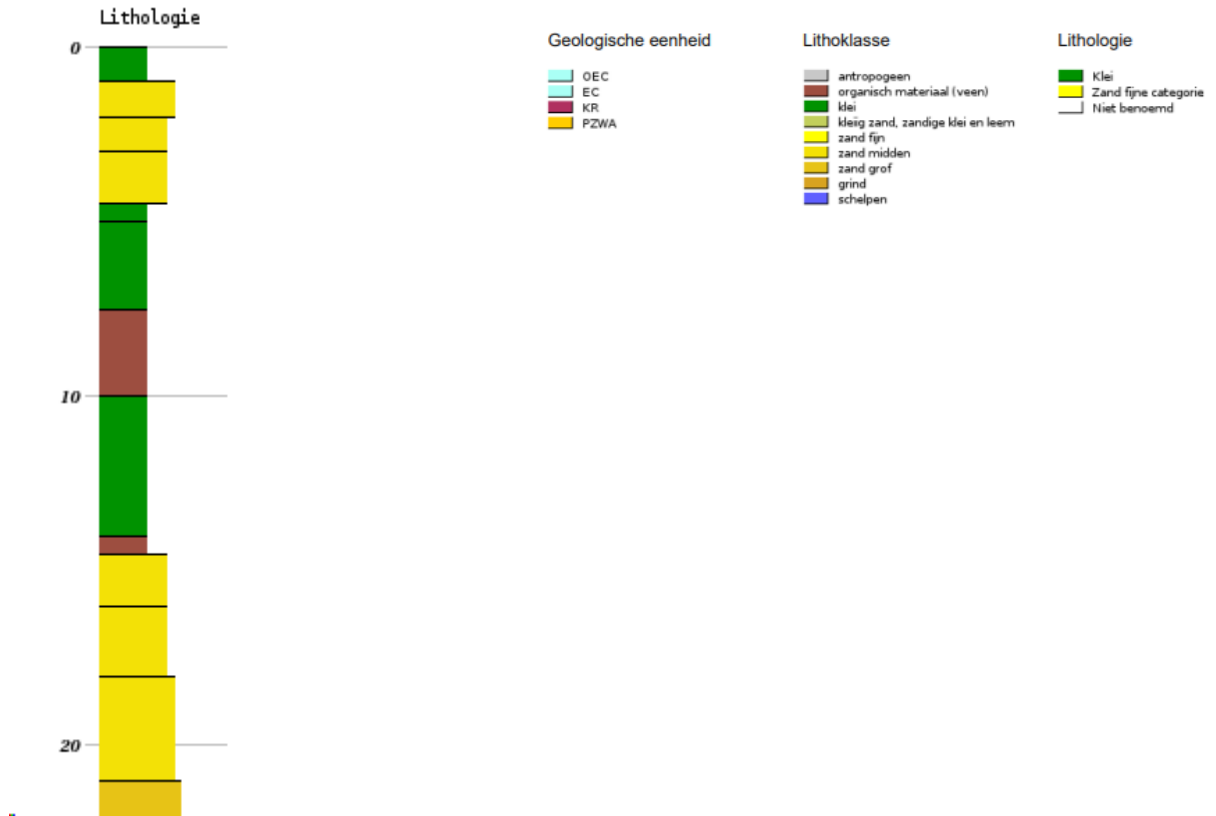
Afbeelding I.18 Boormonsterprofiel locatie 1
Boormonsterprofiel



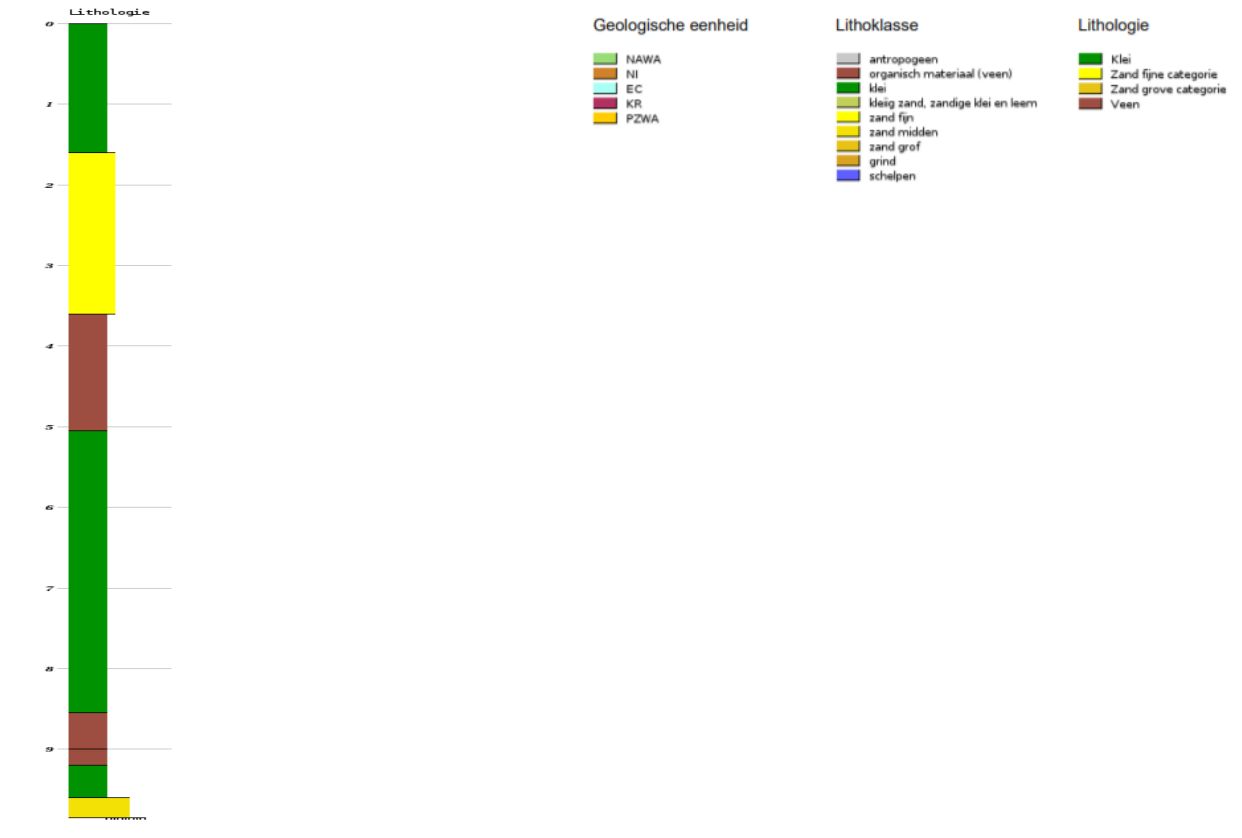
Identificatie : B38C0177
 Coördinaten : 107680 , 425490 (RD)
 Maaiveld: 1.75 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Geautomatiseerd toegekend

Lithostratigrafie	Lithologie
AAOP	Klei
EC	Zand fijne categorie
NI	Zand grove categorie
KR	Veen

Afbeelding I.19 Boormonsterprofiel locatie 2



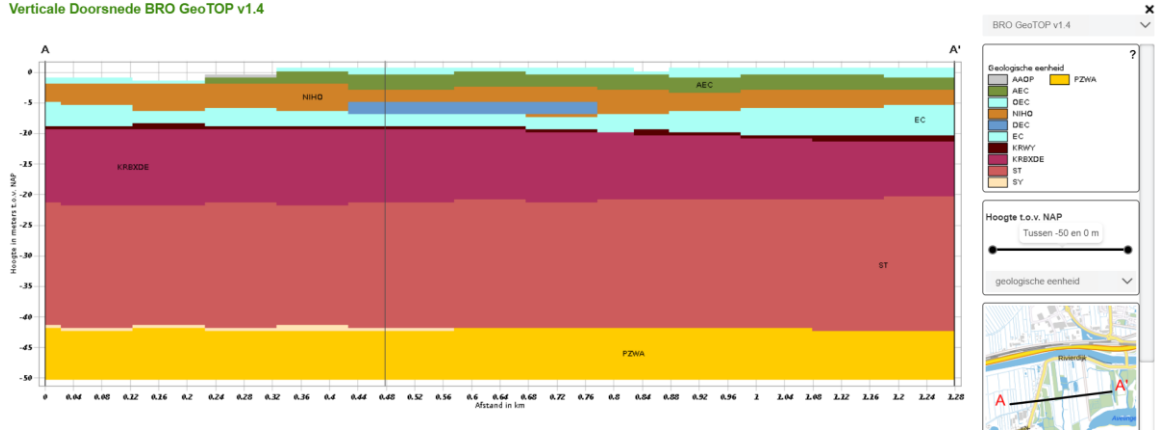
Afbeelding I.20 Boormonsterlocatie 3



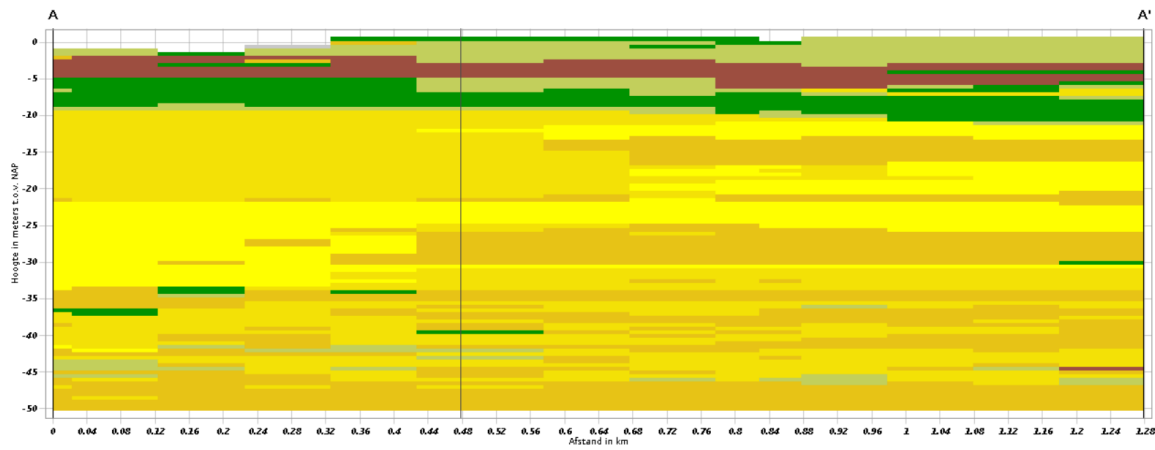
III.4 Avelingen

Afbeelding I.21 Verticale doorsnede GeoTop v1.4, de zwarte lijn zit ter plaatse van de voorgestelde vispassage

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Afbeelding I.22 Overzicht locaties boormonsterprofielen



Afbeelding I.23 Boormonsterprofiel locatie 1

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0543
 Coördinaten: 122160, 427190 (RD)
 Maaiveld: -0.90 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 8.50 m

Geologische eenheid

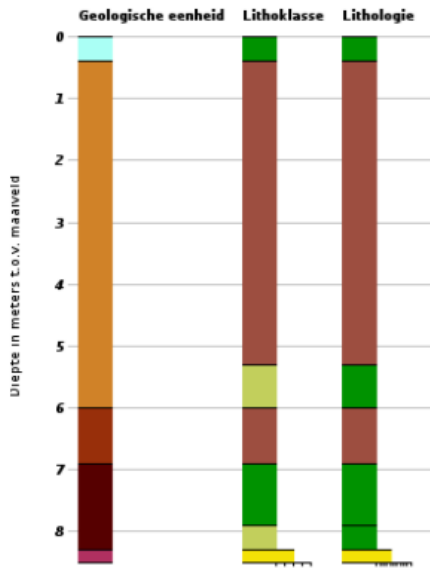
- DEC
- NIBO
- NIBA
- KRWY
- KR

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Klei
- Zand midden categorie
- Veen



Afbeelding I.24 Boormonsterprofiel locatie 2

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0546
 Coördinaten: 122676, 427730 (RD)
 Maaiveld: 0.80 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 10.00 m

Geologische eenheid

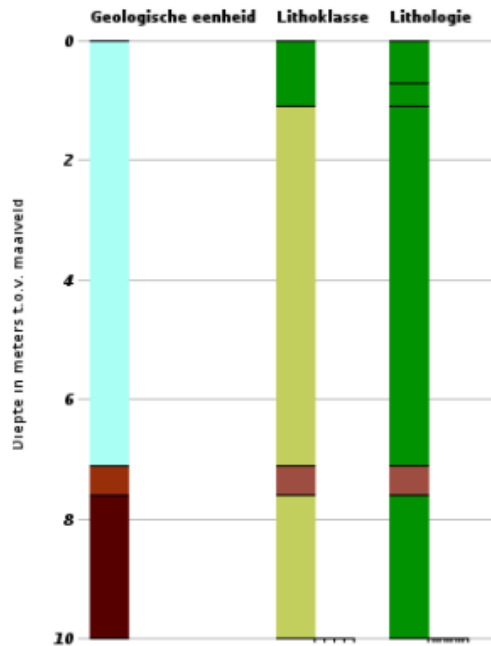
- DEC
- NIBA
- KRWY

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Klei
- Veen



Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4

Identificatie: B38G0545
 Coördinaten: 122730, 427320 (RD)
 Maaiveld: 1.00 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 10.30 m

Geologische eenheid

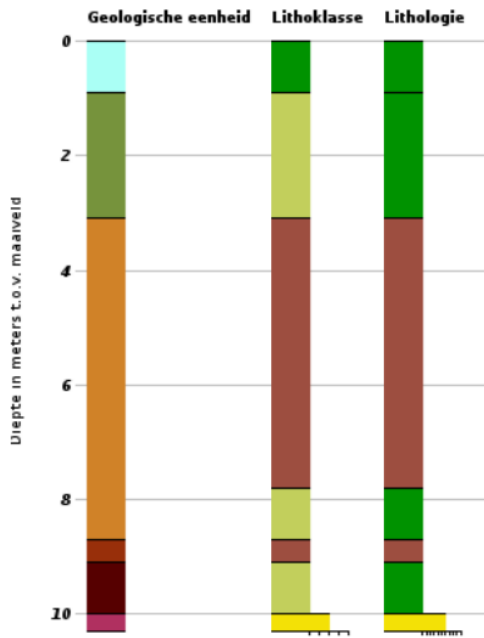
- QEC
- AEC
- NIHO
- NIBA
- KRWY
- KR

Lithoklasse

- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Klei
- Zand midden categorie
- Veen

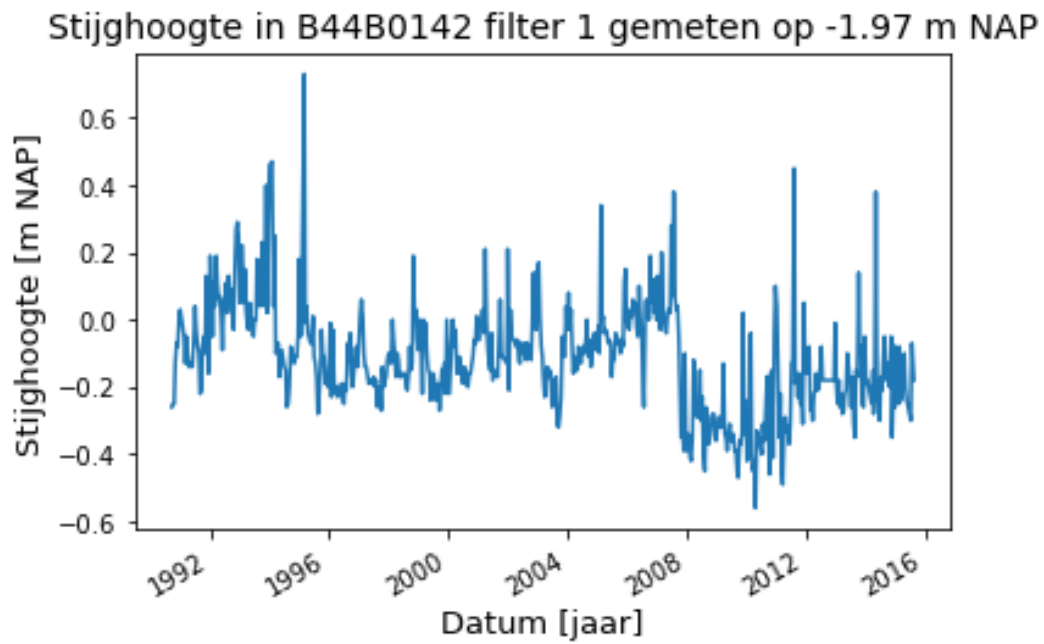


IV

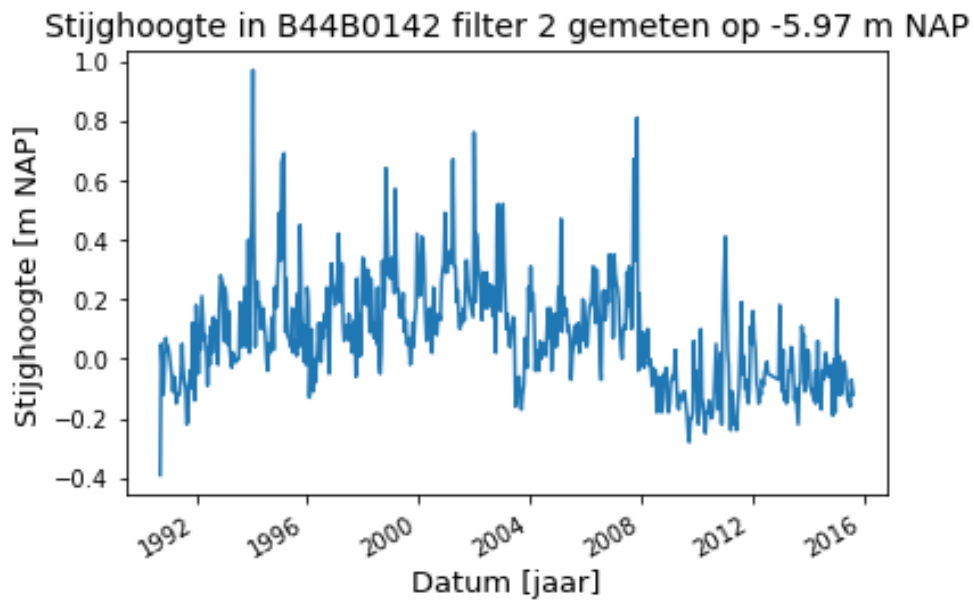
BIJLAGE: GRONDWATERSTANDEN

IV.1 Hel- en Zuilespolder

Afbeelding IV.1 Grondwaterstand B44B0142 filter 1

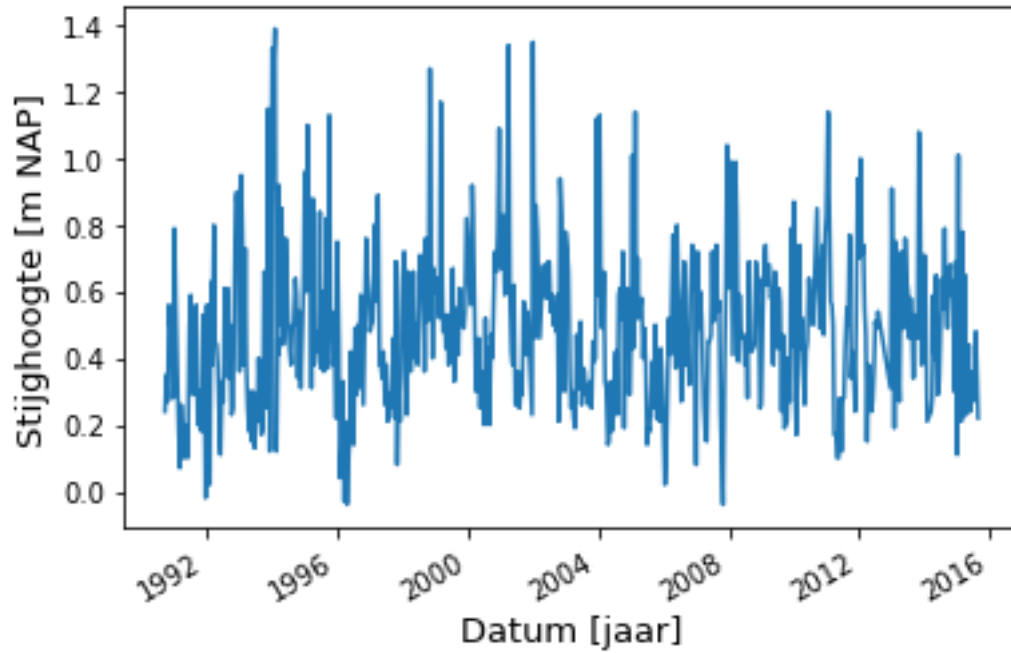


Afbeelding IV.2 Grondwaterstand B44B0142 filter 2



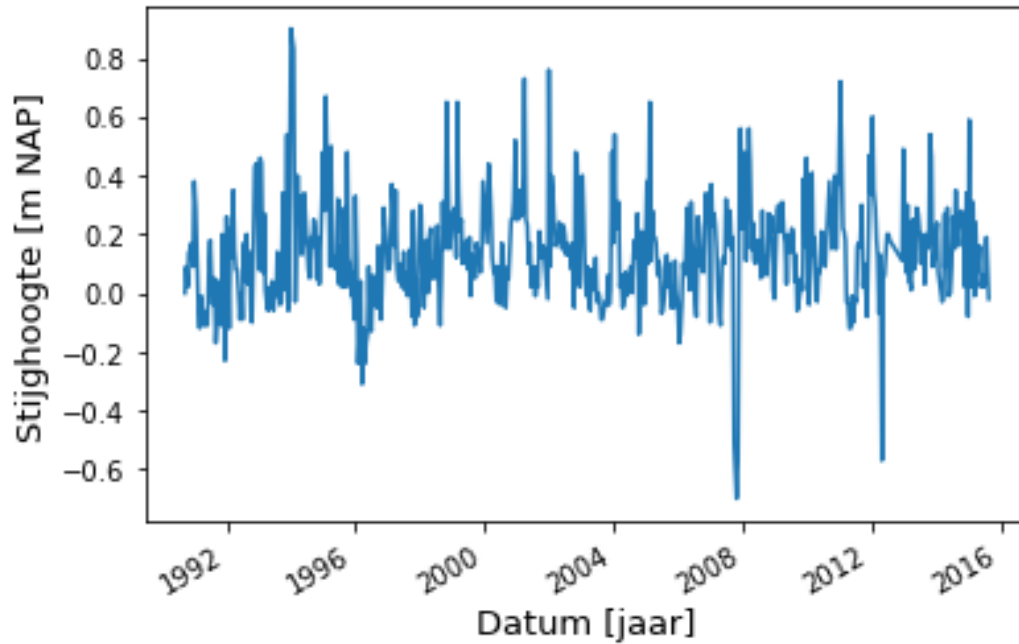
Afbeelding IV.3 Grondwaterstand B44B0142 filter 3

Stijghoogte in B44B0142 filter 3 gemeten op -24.47 m NAP

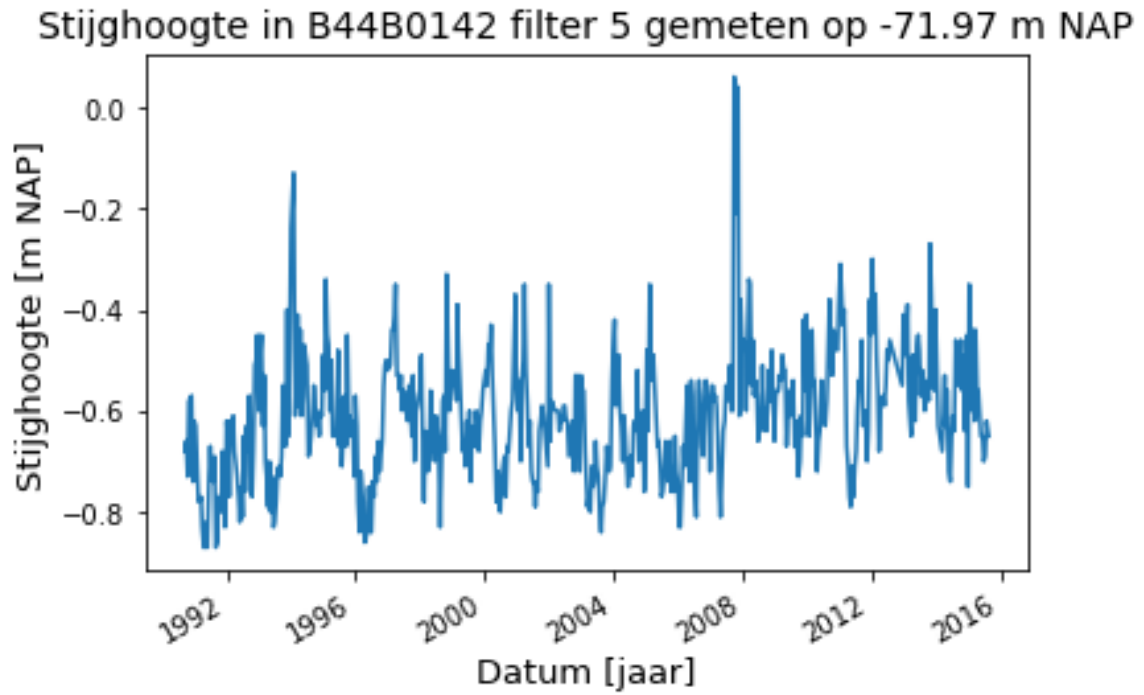


Afbeelding IV.4 Grondwaterstand B44B0142 filter 4

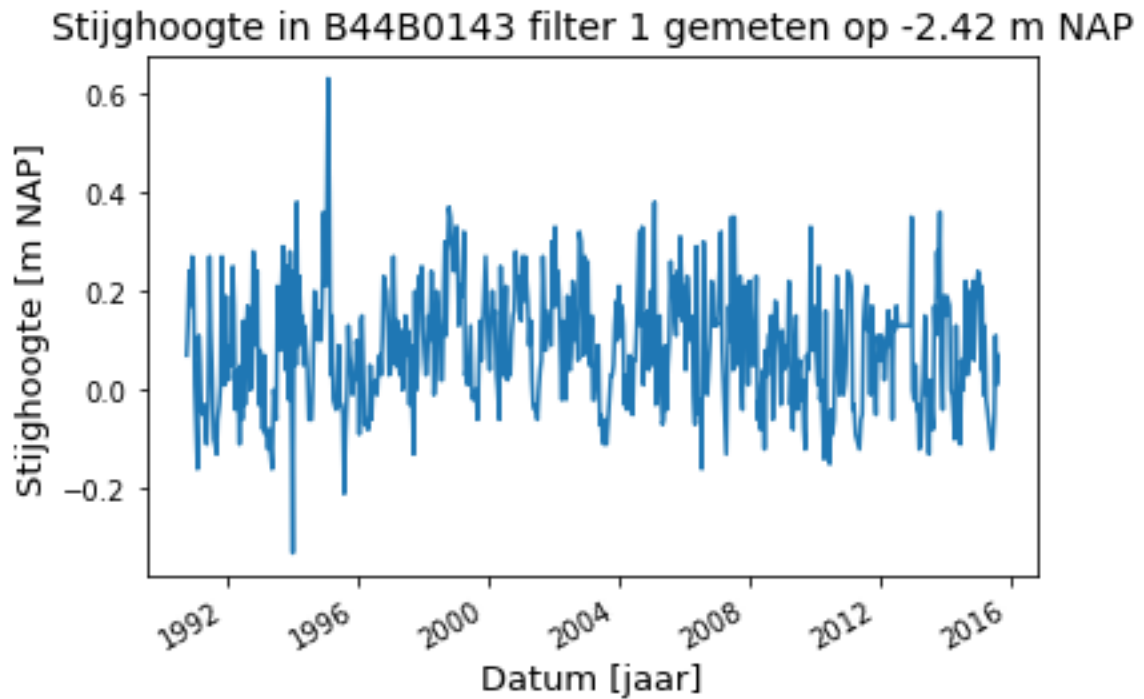
Stijghoogte in B44B0142 filter 4 gemeten op -45.97 m NAP



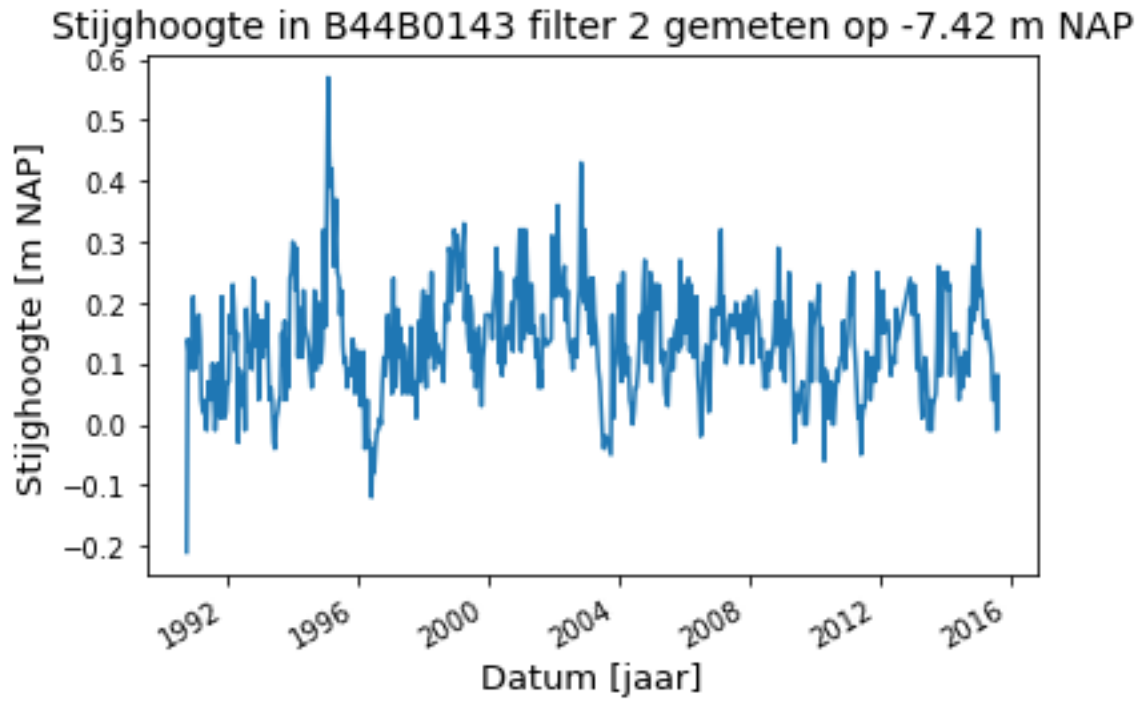
Afbeelding IV.5 Grondwaterstand B44B0142 filter 5



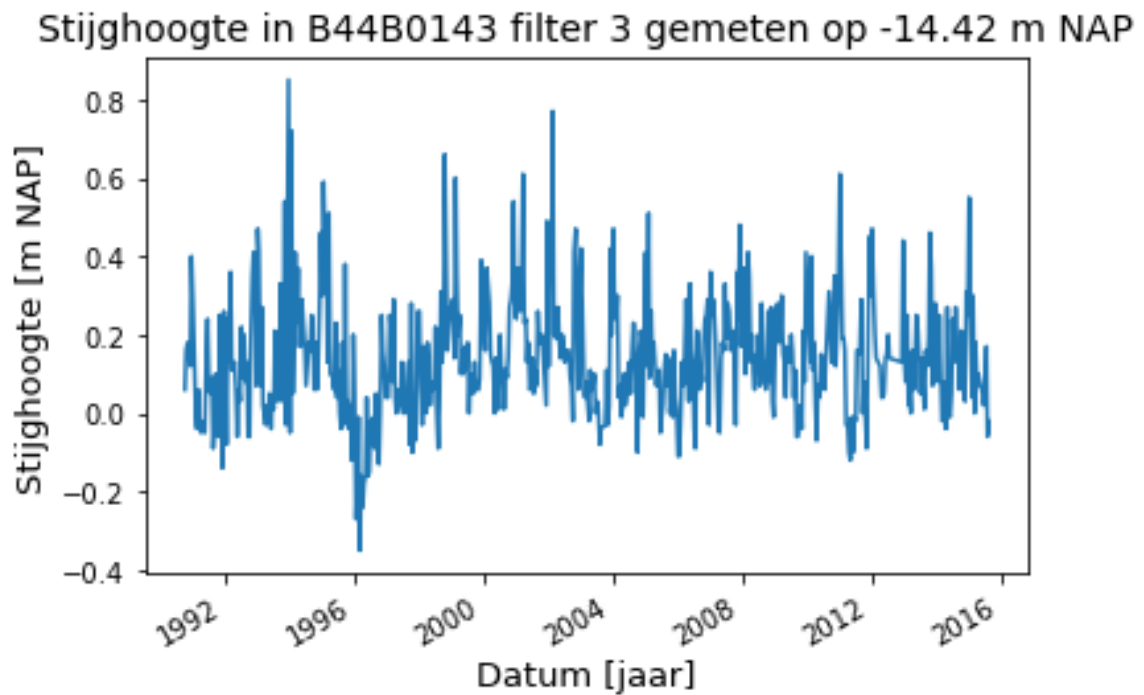
Afbeelding IV.6 Grondwaterstand B44B0143 filter 1



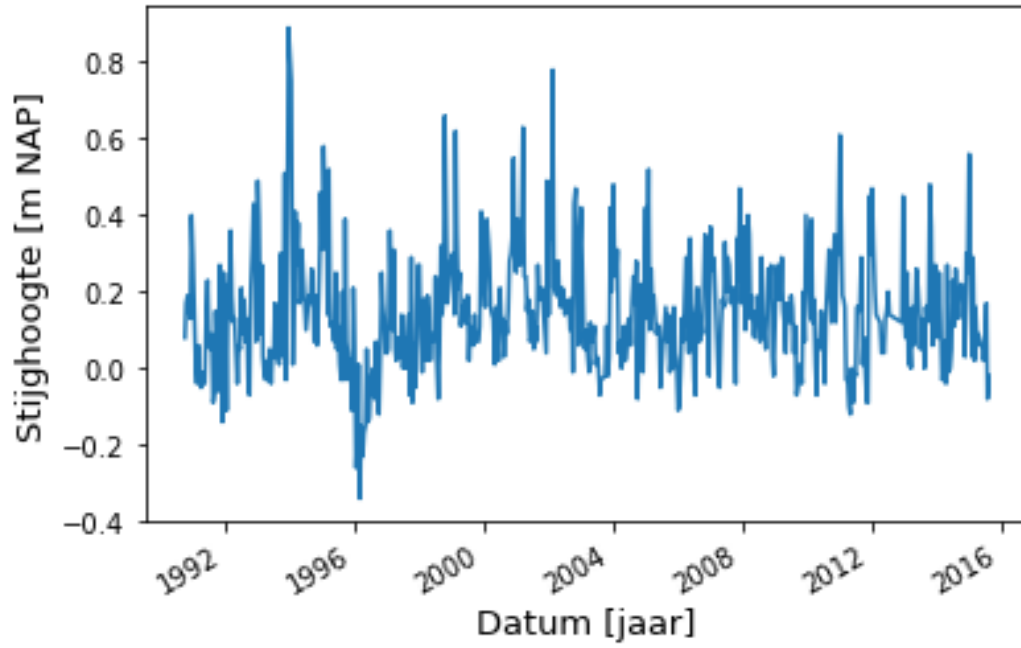
Afbeelding IV.7 Grondwaterstand B44B0143 filter 2



Afbeelding IV.8 Grondwaterstand B44B0143 filter 3

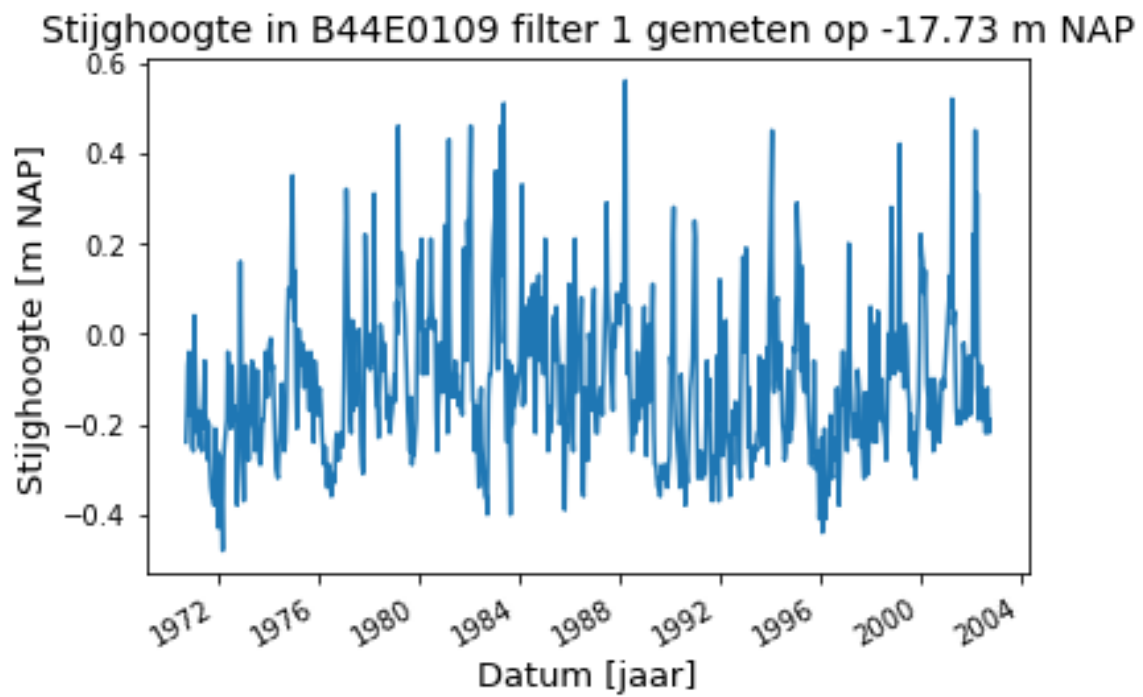


Stijghoogte in B44B0143 filter 4 gemeten op -24.42 m NAP



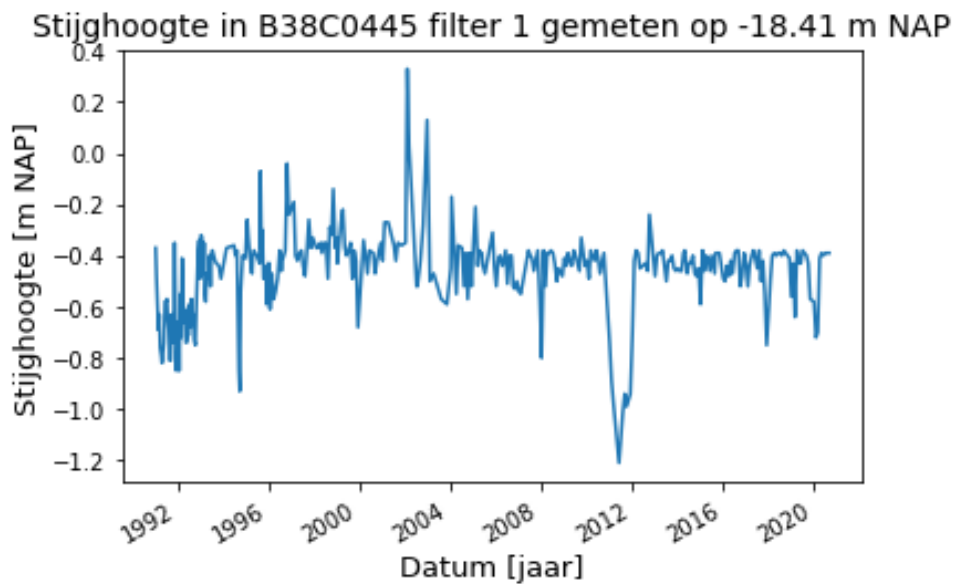
IV.2 Gros en de Aanwas

Afbeelding IV.10 Grondwaterstand B44E0109 filter 1

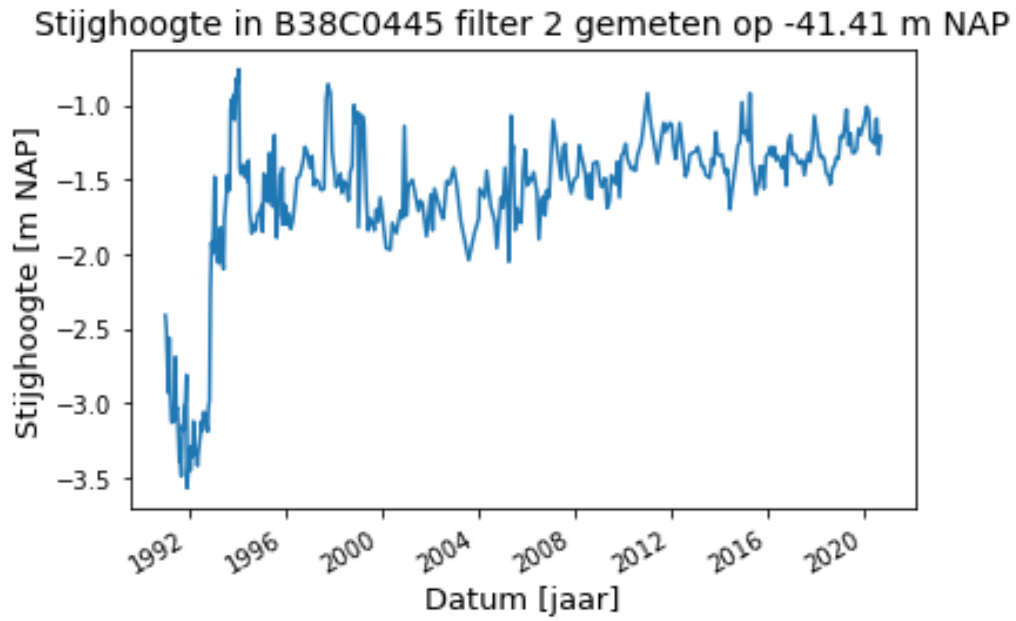


IV.3 Het Wantij

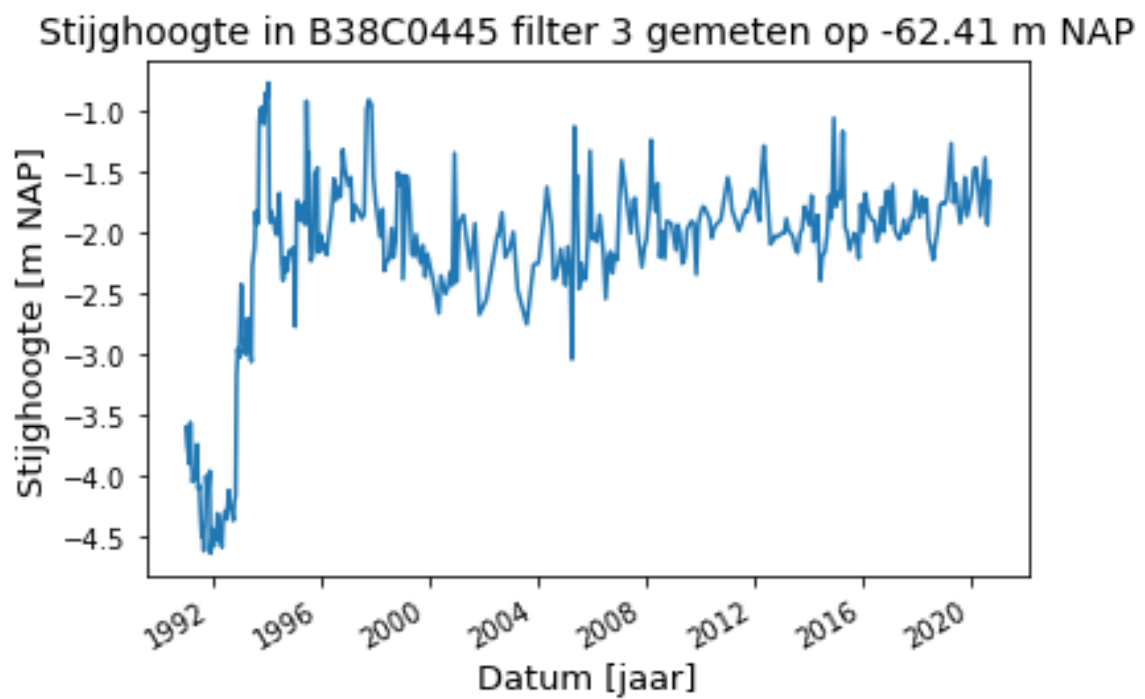
Afbeelding IV.11 Grondwaterstand B38C0445 filter 1



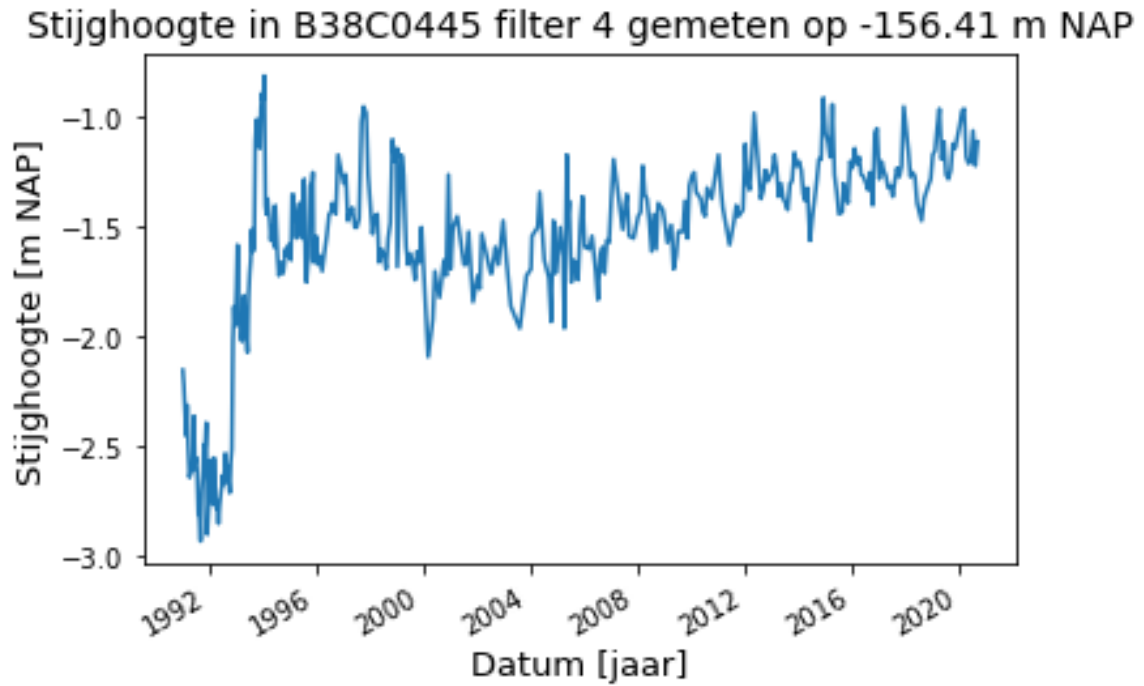
Afbeelding IV.12 Grondwaterstand B38C0445 filter 2



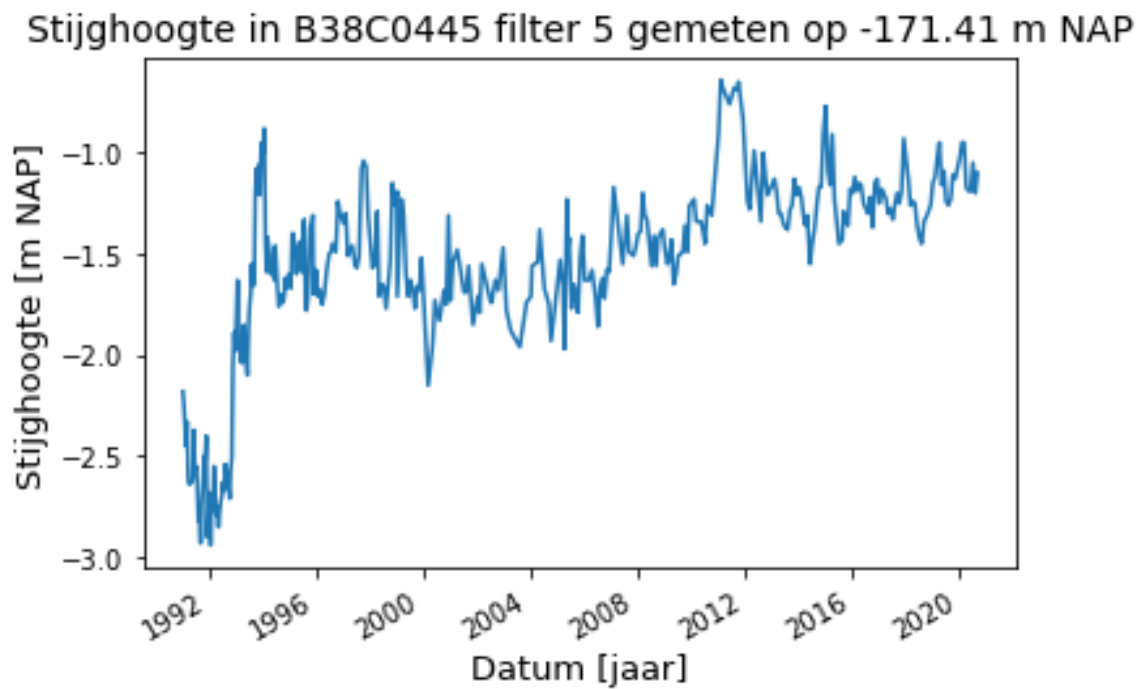
Afbeelding IV.13 Grondwaterstand B38C0445 filter 3



Afbeelding IV.14 Grondwaterstand B38C0445 filter 4

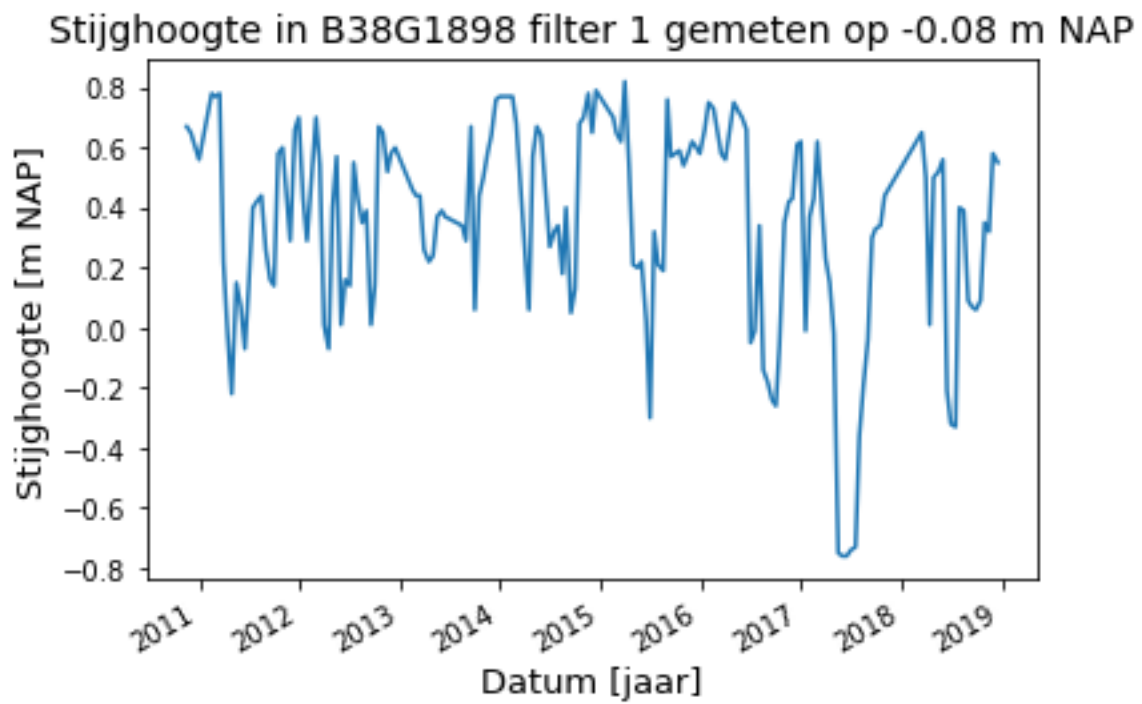


Afbeelding IV.15 Grondwaterstand B38C0445 filter 5

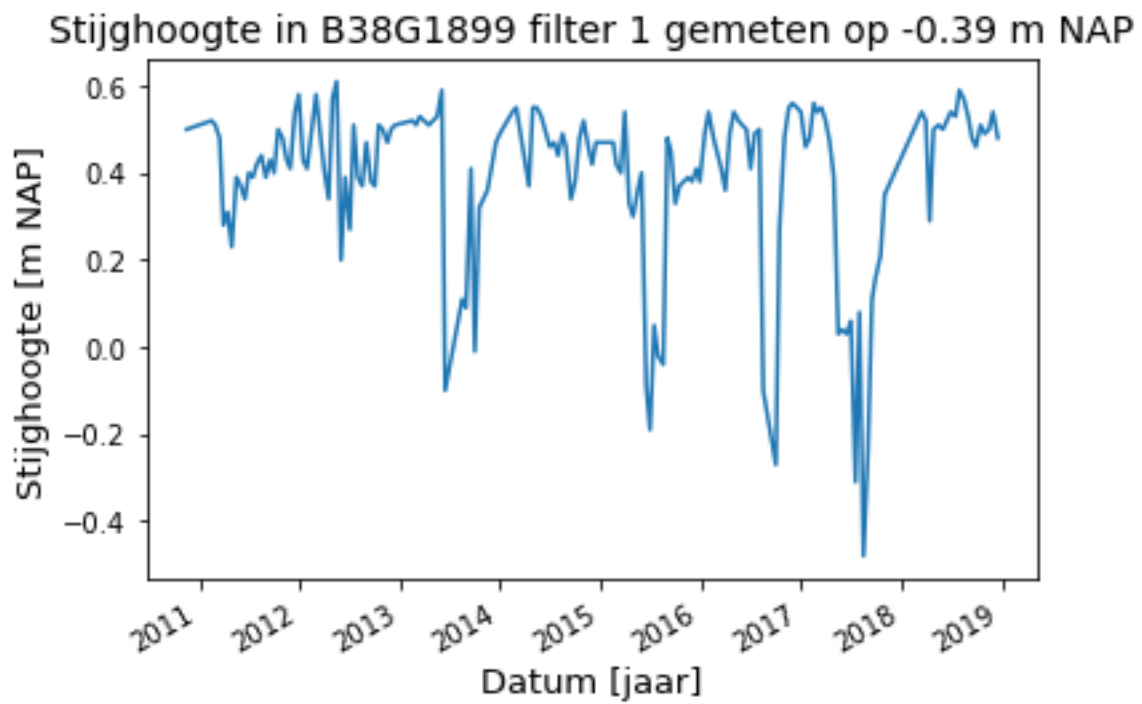


IV.4 Avelingen

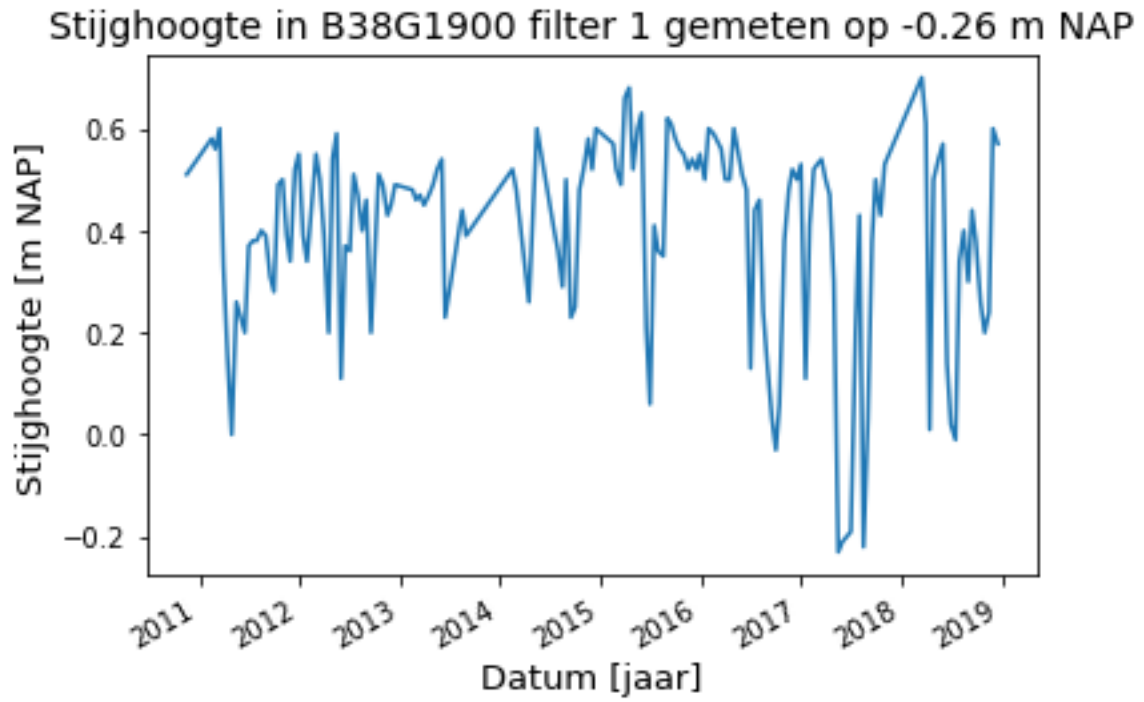
Afbeelding IV.16 Grondwaterstand B38G1898 filter 1



Afbeelding IV.17 Grondwaterstand B38G1899 filter 1



Afbeelding IV.18 Grondwaterstand B38G1900 filter 1



Afbeelding IV.19 Grondwaterstand B38G1900 filter 1

