

Rapport

Projectnummer: 369175

Referentienummer: SWNL0262907

Datum: 26-06-2020

Waterpark Veerse Meer Arnhemuiden

Geohydrologisch onderzoek


Definitief

Opdrachtgever:
DAGnI
Kerkplein 5
8121 BM OLST

Verantwoording

Titel Waterpark Veerse Meer Arnhemuiden
Subtitel Geohydrologisch onderzoek
Projectnummer 369175
Referentienummer SWNL0262907
Revisie D4
Datum 26-06-2020

Auteur Jeroen van Uden
E-mailadres jeroen.vanuden@sweco.nl

Gecontroleerd door Harrie Gielen
Paraaf gecontroleerd 

Goedgekeurd door Ron Buftelaar
Paraaf goedgekeurd 

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 1.1 | Algemeen | 4 |
| 1.2 | Doelstelling | 4 |
| 1.3 | Leeswijzer | 4 |
| 2 | Achtergrondinformatie | 5 |
| 2.1 | Algemeen | 5 |
| 2.2 | Maaiveldhoogten | 5 |
| 2.3 | Bodemopbouw | 5 |
| 2.4 | Grondwater | 7 |
| 2.5 | Oppervlaktewater | 11 |
| 2.6 | Kwetsbare gebieden | 15 |
| 3 | Planontwikkeling | 17 |
| 4 | Invloed grondwaterstanden | 19 |
| 4.1 | Algemeen | 19 |
| 4.2 | Methode | 19 |
| 4.3 | Resultaten | 19 |
| 4.4 | Mitigerende maatregelen | 21 |
| 4.5 | Overige maatregelen | 25 |
| 4.6 | Conclusie | 25 |
| 5 | Invloed zoet-zout | 26 |
| 5.1 | Algemeen | 26 |
| 5.2 | Freshem | 26 |
| 5.3 | Invloed oppervlaktewatersysteem | 28 |
| 6 | Conclusie | 29 |

Bijlage 1 Modelopbouw

Bijlage 2 Resultaten

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het recreatiepark Waterpark Veerse Meer wordt herontwikkeld. Het park krijgt meer voorzieningen en zal gericht zijn op families. Het park krijgt ook een ruimere opzet, waardoor het uitbreidt in noordoostelijke richting. De situering van het vakantiepark is weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1 Situering vakantiepark (rood omcirkeld)

Voor de herontwikkeling van het recreatiepark Waterpark Veerse Meer is een participatietraject opgestart voor de landschappelijke inpassing van het park. Dit is enerzijds gedaan met experts van bijvoorbeeld de provincie, Waterschap Scheldestromen en de Zeeuwse Milieu Federatie en anderzijds met de omwonenden. Het resultaat is een landschapsplan met daarin nieuwe krekken (uitbreiding oppervlaktewatersysteem).

Door de krekken komt het zoute water uit het Veerse Meer verder landinwaarts. Hierdoor kan de verzilting binnendijs toenemen. Aan de oostzijde en zuidzijde van het vakantiepark is een zoetwaterreservoir gelegen met een beschermde status. Deze zoetwatervoorraad wordt gebruikt voor de besproeiing van omliggende landbouwgronden.

1.2 Doelstelling

In dit rapport is gekeken naar de geohydrologische effecten van de herinrichting van het oppervlaktewatersysteem op de omgeving. Daarnaast is het effect van het zoutwater op de omgeving beschouwd.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is achtergrondinformatie gegeven met betrekking tot de bodemopbouw, grondwater en oppervlaktewatersysteem. Vervolgens is de voorgenomen planontwikkeling beschreven in hoofdstuk 3, waarna de effecten zijn beschreven op basis van een grondwatermodellering (hoofdstuk 4). Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen weergegeven.

2 Achtergrondinformatie

2.1 Algemeen

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

- [1] Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Rijkswaterstaat, 2011);
- [2] Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- [3] Grondwatergegevens uit DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en REGIS II.1 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO));
- [4] Proefboring en geohydrologische beschouwing Waterpark Veerse Meer te Arnhem (Brontechnologie, kenmerk 0190205DR, d.d. 7 februari 2020).

De achtergrondinformatie dient als basis voor de berekeningen in hoofdstuk 3.

2.2 Maaiveldhoogten

De hoogte van het huidige maaiveld bevindt zich op circa NAP +0,3 m à NAP +1,7 m.

2.3 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Uit de bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, blijkt dat de bodem binnen het deelgebied voornamelijk bestaat uit kalkhoudende zandgronden (Bodemcode ZN40A) en zeekleigronden zonder een minerale eerdlaag (Bodemcode MN22A en Bodemcode MN82A).

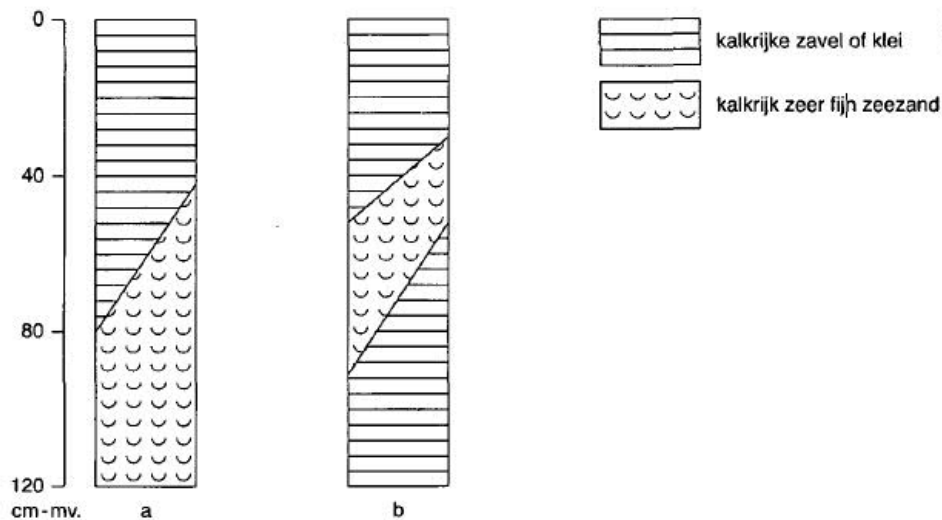
De eilanden en eilandjes in Het Veerse Meer bestaan voornamelijk uit kalkhoudende zandgronden, het zeer fijne zand bevat weinig organisch materiaal (1-5% lutum). Plaatselijk is een zavel- of kleidek aanwezig.

Verder bestaat het gebied uit zeekleigronden, die behoren tot de kalkrijke poldervaaggronden. Ze kenmerken zich door een ondiepe zandlaag ≥ 20 cm of een zandondergrond die begint tussen de 40 en 80 cm. Het is zeer fijn zand met bovenin 3-8% lutum, naar beneden toe neemt het lutumgehalte af (zie figuur 2.1). Ze zijn onderverdeeld naar zwaarte van de bouwvoor.

In het zuidwestelijke deel van het gebied kan er een kleilaag voorkomen tot NAP -5 m. Verder richting het noordoosten wordt de deklaag van wisselend zavel of klei, dunner en reikt tot NAP -1 m en NAP -2 m.

Diepere bodemopbouw

Onder een deklaag van klei, zavel en zand van maximaal NAP -5 m bestaat de ondergrond tot circa NAP -28,5 m uit fijn zand (formatie van Naaldwijk, laagpakket van Walcheren). Hieronder bevindt zich tot circa NAP -30,5 m matig fijn tot zeer grof zand met kleilagen (Eem-formatie). Vervolgens bestaat de bodem uit een laag met matig fijn tot matig grof zand en klei (formatie van Peize en Waalre) tot circa NAP -48,3 m.



Figuur 2.1 Variaties profielopbouw bij kalkrijke vaaggronden

Schematisatie

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

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met de doorlaatfactor (K-waarde in m/dag), hetgeen het quotiënt is van het aantal meter dat grondwater per dag door het watervoerend pakket zal afleggen (in m/dag).

Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

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

Tabel 2.1 *Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters*

| Diepte (m +NAP) | Samenstelling | Formatie | Geohydr. eenheid | Doorlaatfactor (m/d) | Weerstand (d) |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------------|
| 1,7 à 0,3 tot -1,0 à -5,0 | Zand, zavel, klei | Holoceen | Deklaag | | 150-700 |
| -1,0 à -5,0 tot -24 | Fijn tot matig grof zand | Naaldwijk, Walcheren | Watervoerend pakket | 5 | |
| -24 tot -27 | Klei | Eem | Scheidende laag | | 200 |
| -27 tot -41 | Matig grof zand | Peize-Waalre | Watervoerend pakket | 5-10 | |
| -41 tot -42 | Leem | Oosterhout | Scheidende laag | | 50-100 |
| -48 tot -73 | Matig fijn tot matig grove zanden | Oosterhout | Watervoerend pakket | 15 tot 30 | |
| <-73 | Klei | Ruppel | Geohydrologische basis | | >10.000 |

* Volgens REGIS is de kleilaag aanwezig van NAP -28,5 m tot NAP -30,5 m

2.4 Grondwater

Grondwatertrappen

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

Tabel 2.2 Grondwatertrappen

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

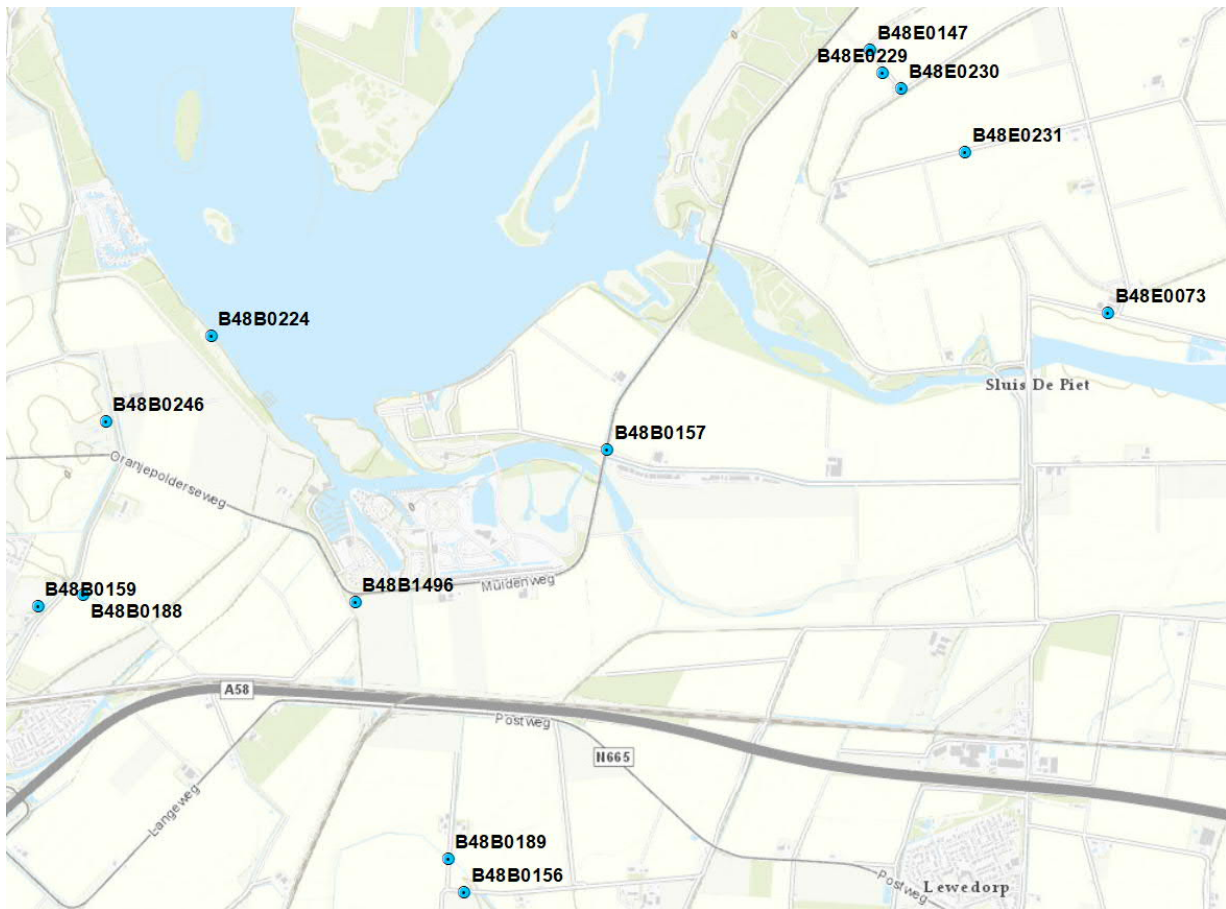
¹ een * achter deze Gt-codes betekent 'droger deel', dat wil zeggen een GHG tussen 25 en 40 cm –mv.

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

Op de locatie komt grondwatertrap VI voor. Bij een grondwatertrap VI bevindt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) zich tussen 40 cm en 80 cm beneden maaiveld en ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) dieper dan 120 cm beneden maaiveld.

Stijghoogten

In de omgeving van de locatie bevindt zich een aantal peilbuizen, waarvan de grondwaterstanden opgenomen zijn in het digitale archief van TNO. De situering is weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Situering peilbuizen TNO

In tabel 2.3 zijn de karakteristieken van de grondwaterstanden weergegeven van de peilbuizen binnen een straal van 3.500 m.

Tabel 2.3 Karakteristieken grondwaterstanden

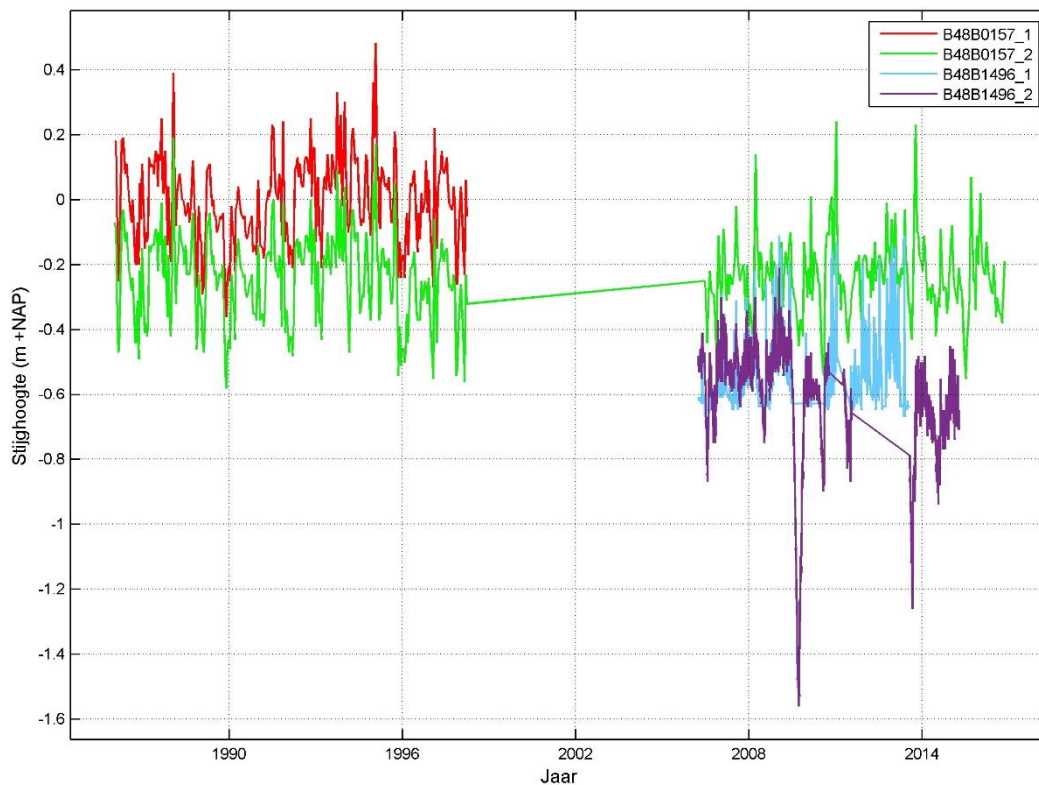
| NITGCode | X-coörd (m) | Y-coörd (m) | Afstand (m) | Diepte filter (m +NAP) | GLG (m +NAP) | Gemiddeld (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| B48B0157_1 | 39427 | 393055 | 751 | -0,88 | -0,19 | -0,01 | 0,15 |
| B48B0157_2 | 39427 | 393055 | 751 | -17,90 | -0,42 | -0,24 | -0,08 |
| B48B1496_1 | 38150 | 392282 | 782 | n.b. | -0,88 | -0,61 | -0,46 |
| B48B1496_1 | 38150 | 392282 | 782 | n.b. | -0,64 | -0,57 | -0,45 |
| B48B0224_1 | 37420 | 393630 | 1520 | -0,73 | -0,83 | -0,22 | 0,30 |
| B48B0189_1 | 38620 | 390980 | 1850 | -10,34 | -0,62 | -0,35 | -0,08 |
| B48B0246_1 | 36884 | 393197 | 1864 | -3,26 | -1,62 | -1,36 | -1,17 |
| B48B0188_1 | 36770 | 392320 | 2006 | -15,53 | -1,00 | -0,87 | -0,72 |
| B48B0156_2 | 38703 | 390809 | 2019 | -19,82 | -0,73 | -0,45 | -0,08 |
| B48B0156_1 | 38703 | 390809 | 2019 | -2,41 | -1,00 | -0,87 | -0,73 |
| B48B0159_1 | 36540 | 392260 | 2244 | -3,24 | -1,19 | -1,03 | -0,85 |
| B48B0159_2 | 36540 | 392260 | 2244 | -19,12 | -1,04 | -0,87 | -0,68 |
| B48E0229_1 | 40825 | 394965 | 3006 | -17,40 | -0,31 | -0,09 | 0,11 |

| NITGCode | X-coörd (m) | Y-coörd (m) | Afstand (m) | Diepte filter (m +NAP) | GLG (m +NAP) | Gemiddeld (m +NAP) | GHG (m +NAP) |
|------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------|
| B48E0229_2 | 40825 | 394965 | 3006 | -23,60 | -0,42 | -0,20 | 0,00 |
| B48E0229_3 | 40825 | 394965 | 3006 | -37,40 | -0,54 | -0,32 | -0,12 |
| B48E0230_1 | 40920 | 394887 | 3020 | -19,00 | -0,25 | -0,08 | 0,08 |
| B48E0230_2 | 40920 | 394887 | 3020 | -27,30 | -0,40 | -0,18 | 0,01 |
| B48E0230_3 | 40920 | 394887 | 3020 | -36,50 | -0,52 | -0,30 | -0,11 |
| B48E0147_1 | 40760 | 395080 | 3045 | -18,80 | -0,40 | -0,18 | 0,01 |
| B48E0147_2 | 40760 | 395080 | 3045 | -27,20 | -0,51 | -0,30 | -0,10 |
| B48E0147_3 | 40760 | 395080 | 3045 | -37,40 | -0,54 | -0,33 | -0,13 |
| B48E0231_1 | 41240 | 394560 | 3065 | -19,10 | -0,26 | -0,06 | 0,11 |
| B48E0231_2 | 41240 | 394560 | 3065 | -28,30 | -0,39 | -0,19 | -0,01 |
| B48E0231_3 | 41240 | 394560 | 3065 | -37,90 | -0,48 | -0,28 | -0,11 |
| B48E0073_1 | 41968 | 393749 | 3385 | -14,20 | -0,58 | -0,45 | -0,31 |
| B48E0073_2 | 41968 | 393749 | 3385 | -29,20 | -0,85 | -0,70 | -0,54 |
| B48E0073_3 | 41968 | 393749 | 3385 | -44,70 | -0,93 | -0,78 | -0,61 |
| Locatie | 38711 | 392828 | | | | | |

n.b. : niet bekend

* : peilbuis met filter op grotere diepte

Peilbuis B48B1496 en B48B0157 bevinden zich het dichtst bij de locatie. In figuur 2.3 zijn de gemeten stijghoogten weergegeven.



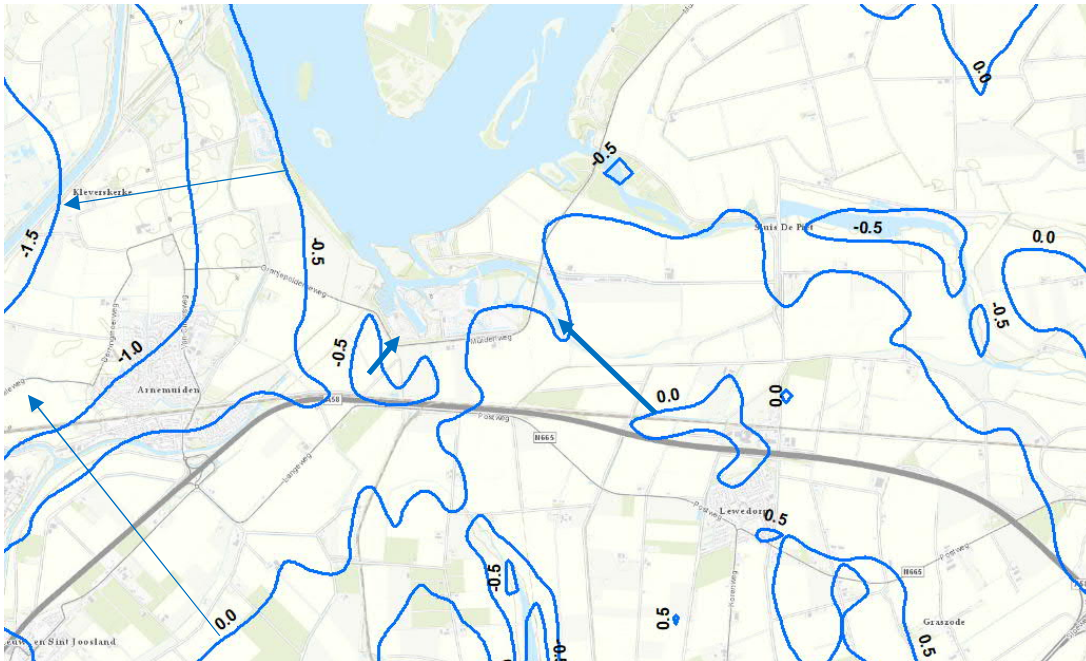
Figuur 2.3 Gemeten stijghoogten (m +NAP)

De gemiddelde grondwaterstand is iets lager dan het gemiddelde peil in het oppervlaktewater (zie ook paragraaf 2.4). De wisseling tussen zomer- en winterpeil is terug te zien in de gemeten grondwaterstanden. Bij peilbuis B48B0157_2 zijn geen meetgegevens beschikbaar tussen 1998 en 2007, waardoor hier een rechte lijn is geprojecteerd.

Opgemerkt wordt dat op de website van provincie Zeeland (<https://kaarten.zeeland.nl/map/grondwaterstanden>) geen recentere grondwaterstanden beschikbaar zijn voor de betreffende peilbuizen.

Grondwaterstroming

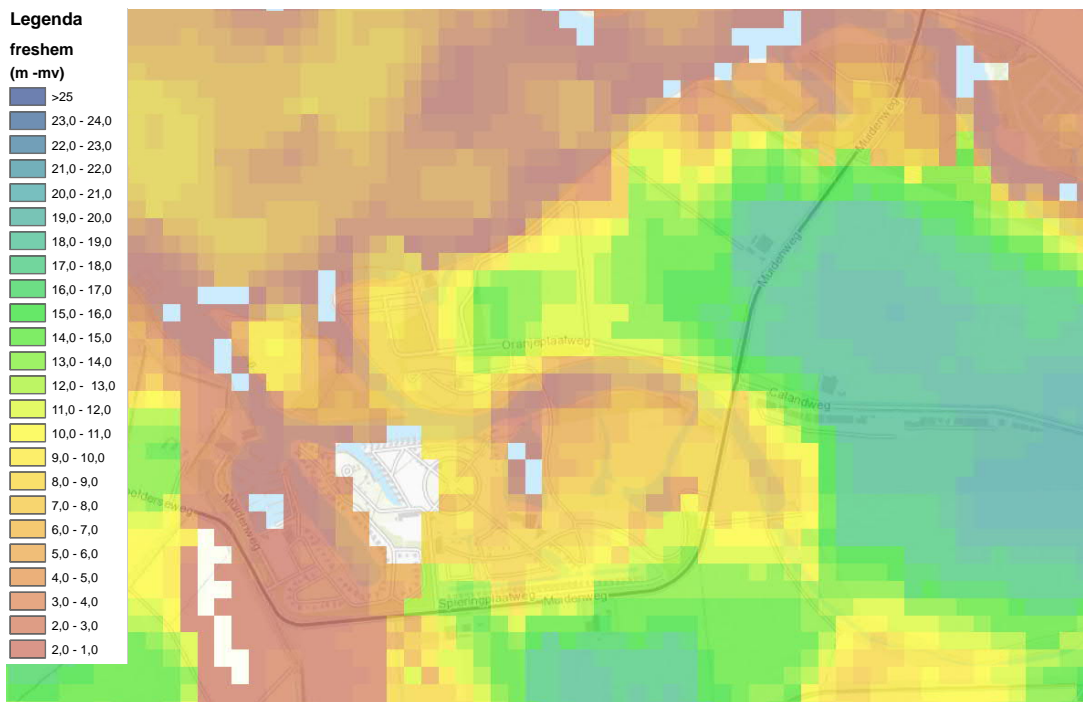
De regionale grondwaterstroming wordt vooral bepaald door het peil in het Veerse Meer en door aanwezige polders en krekens. In figuur 2.4 is het isohypsenpatroon weergegeven (bron: www.grondwatertools.nl). Hieruit blijkt dat bij het plangebied globaal sprake is van een grondwaterstroming richting het plangebied. Meer oostelijk van het plangebied is sprake van een westelijke grondwaterstroming vanuit het Veerse Meer richting laaggelegen polders.



Figuur 2.4 *Isophypsenpatroon in eerste watervoeren pakket in januari 2000 (www.grondwatertools.nl) en globale grondwaterstromingsrichting (pijlen)*

Kwaliteit

Om een goed beeld te krijgen van zoet en zout water in de Zeeuwse ondergrond, zijn in 2014 en 2015 metingen verricht. Deze metingen zijn vertaald naar een kaart en te bekijken via <https://scheldestromen.nl/interactieve-kaarten>. In figuur 2.5 is een uitsnede gegeven van de kaart.



Figuur 2.5 Diepte in m -mv tot zoutgrens (chloride > 1.000 mg/l; bron: Freshem-onderzoek).

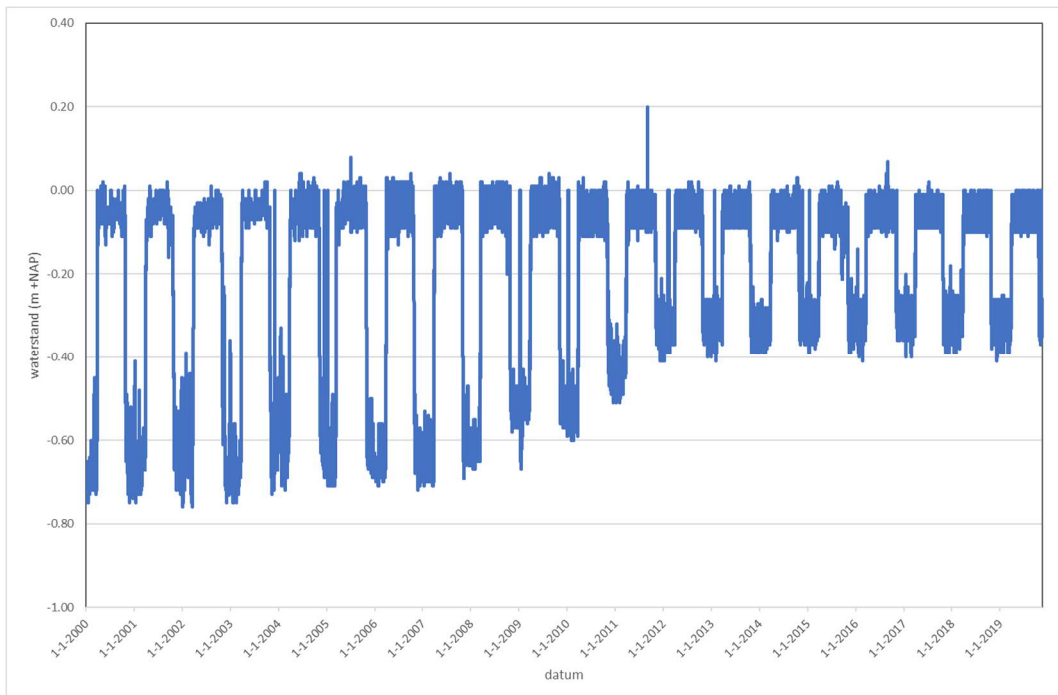
De donkere kleuren geven aan dat de concentratie aan chloride hoger dan 1.000 mg/l ondiep aanwezig is (tot < 1 m -mv). Bij de donkergroene kleuren is de zoutwatergrens relatief diep (> 15 m -mv). Hier bevinden zich de zoetwatervoorkomens (zie ook paragraaf 2.5). In het plangebied is overwegend sprake van zoutwater. Ook in de kreek (leggerwater OAF14323) is duidelijk sprake van zoutwater.

2.5 Oppervlaktewater

Waterstanden

In 2007 is het peilbesluit Veerse Meer vastgesteld, het grootste gedeelte van het plangebied Veerse Meer valt onder dit peilbesluit (GJP11: Peilbesluit Schenge). In 2007 is vastgelegd dat het winterpeil verhoogd wordt van NAP -0,7 m tot NAP -0,3 m. Deze verhoging heeft plaatsgevonden in de periode van 2008 tot 2012. Het zomerpeil is onveranderd gebleven op NAP 0,0 m.

Rijkswaterstaat houdt bij hoe de waterpeilen in de nabijheid van het onderzoeksgebied fluctueren. In figuur 2.6 is de gemeten waterstand weergegeven voor de periode 2000 tot 2019.



Figuur 2.6 Waterstanden meetpunt Oranjeplaat Schenge

In het Veerse Meer is een beperkte ‘getijdewerking’ van circa plus en min enkele centimeters. Deze getijdewerking is in verband met de schaalgrootte niet zichtbaar in figuur 2.6. Uit de meetdata van Rijkswaterstaat is een standaarddeviatie in een zomerpeilperiode van circa 4 cm zichtbaar. Deze standaarddeviatie kan door getijdewerking zijn veroorzaakt, maar ook door opstuwing door de wind. Er kunnen op basis van deze gegevens geen concrete uitspraken worden gedaan over de mate van getijdewerking, wel dat er een geringe getijdewerking aanwezig is.

Polderpeilen

Het omliggend oppervlaktewatersysteem wordt beheerd door Waterschap Scheldestromen. In figuur 2.7 zijn de praktijk polderpeilen weergegeven van het peilbesluit Walcheren (westelijk deel) en peilbesluit Schenge (oostelijk deel).



Figuur 2.7 Polderpeilen Peilbesluit Walcheren en Schenge

Ten noorden van het plangebied is polderpeilgebied GPG1388 gelegen. Dit deelgebied is bestemd voor natuurontwikkeling en water onder vrij verval af op het Veerse Meer. Het oppervlaktewater ter plaatse van het vakantiepark in polderpeilgebied GPG50 staat in openverbinding met het Veerse Meer en heeft dus hetzelfde zomer- en winterpeil.

In 2008 is de drainage in het deelgebied geïnventariseerd in het kader van de planvorming wateropgave Schenge waar het peilbesluit en watergebiedsplan de producten van zijn. In figuur 2.8 is weergegeven waar drainage is aangelegd. Het gebied wordt gedraineerd op 1,0 m onder maaiveld.



Figuur 2.8 Aanwezigheid drainage

Waterkwaliteit

Rijkswaterstaat houdt bij wat de chlorideconcentratie van het oppervlaktewater is nabij het onderzoeksgebied, namelijk bij het meetpunt Oranjeplaat. In figuur 2.9 is het zoutgehalte over de tijd weergegeven. Het zoutgehalte schommelt tussen de 16.000 mg/l en 14.500 mg/l .

In de periode van 23 januari 2020 tot en met 20 februari 2020 is het gemiddelde chloridegehalte circa 15.600 mg/l.



Figuur 2.9 Zoutgehalte meetpunt Oranjeplaat Schenge (in $\mu\text{S}/\text{cm}$).

2.6 Kwetsbare gebieden

Als kwetsbaar gebieden zijn aangeduid de grondwater gerelateerde natuurgebieden, gebieden met de functie landbouw/natuur (beide met hun hydrologisch invloedsgedebied, de zogenaamde bufferzone van 300 m daarom heen) en grondwater-beschermingsgebieden (inclusief waterwingebieden). In deze gebieden gelden strengere regels. In figuur 2.9 zijn de grondwater gerelateerde natuurgebieden donkergroen weergegeven en de bufferzones met lichtgroen.

Gebieden met zoetwatervoorcomens zijn gebieden waar een zoetwaterbel voorkomt met een dikte van minimaal 15 m of waar de zoetwaterbel reikt tot aan de geohydrologische basis. Daarbij wordt water met een gehalte tot 1.500 mg Cl/liter als zoet aangemerkt. In figuur 2.10 zijn de zoetwatervoorcomens blauw gearceerd. Deze bevinden zich oostelijk en zuidelijk bij het plangebied.

Voor onttrekkingen geldt altijd registratie- en/of vergunningsplicht op basis van algemene regels. Enkel onttrekkingen voor veedrenking, huishoudelijke en recreatieve doeleinden met een pompcapaciteit < 5m³/u en minder dan 12.000 m³/jaar zijn vrij van registratie- en/of vergunningsplicht, behalve wanneer ze binnen kwetsbaargebied liggen. Dan geldt altijd de registratie- en vergunningsplicht. In figuur 2.10 zijn de geregistreeerde onttrekkingen weergegeven door middel van een rode punt.

Op grond van het provinciale beleid moeten de zoetwaterbellen in stand worden gehouden en, indien mogelijk, worden vergroot. Dit wil zeggen dat er niet mag worden ingeteerd op de voorraad zoet grondwater. Er mag daarom niet meer zoet grondwater worden onttrokken dan de jaarlijkse aanvulling (80 mm).



Figuur 2.10 Kwetsbare gebieden (<https://scheldestromen.nl/interactieve-kaarten>)

Tot slot zijn er lokaal enkele 'hele lichte kwel'-gebieden aanwezig (figuur 2.10; roze vlakken). Hier is lokaal sprake van hogere grondwaterstanden door de kwel, waarbij het water vooral afgevangen wordt door watergangen.

3 Planontwikkeling

Het plan is om de bestaande park uit te breiden met in noordoostelijke richting herinrichten van het bestaande park. In figuur 3.1 is een schetsontwerp¹ weergegeven van het plan. Zichtbaar is dat het areaal aan water aanzienlijk vergroot wordt, waarbij de kreken in contact staan met het Veerse Meer.



Figuur 3.1 Schetsontwerp herinrichting vakantiepark Veerse Meer

Het polderpeil in het vakantiepark blijft onveranderd op een winterpeil van NAP -0,3 m en een zomerpeil van +0,0 m. Het oppervlaktewater staat in openverbinding met het Veerse Meer. Om de doorspoeling van de bestaande en nieuw te realiseren kreken zo groot mogelijk te maken, zijn de kreken zoveel mogelijk doorlopend. De watergangen hebben een breedte, variërend van circa 8 tot 30 m. De diepte is nog niet bepaald, maar er wordt uitgegaan van circa 1,0 m tot 2,0 m.

De eilanden zullen dusdanig hoog worden aangelegd dat deze voldoen aan de noodzakelijke ontwateringseisen. Eén en ander zal in een volgende fase nader uitgewerkt worden.

In het noordoostelijk gelegen uitbreidingsgebied komen door de ontwikkeling enkele bestaande watergangen te vervallen. Dit gebied wordt momenteel gedraineerd. Door de ontwikkeling komt de drainage hier te vervallen.

¹ Het schetsontwerp kan in detail mogelijk aangepast worden, maar dit betreft aanpassing van de contouren van enkele eilanden in het waterrijke noordelijke deel. Hiervan wordt weinig invloed van verwacht op de grondwaterstanden buiten het plangebied.

De invloed van het oppervlaktewatersysteem op het omliggende gebied is inzichtelijk gemaakt met een grondwatermodel. In volgende hoofdstukken is ingegaan op de effecten als gevolg van de aanleg van de kreken op de grondwaterstanden en effecten op de zoetwatervoorkomens.

4 Invloed grondwaterstanden

4.1 Algemeen

Het grondwaterbeheer door Waterschap Scheldestromen is gericht op duurzaam voorraadbeheer van het zoete grondwater, het zoveel mogelijk voorkomen van verdroging en het tegengaan van verzilting waarbij de kaders afhankelijk zijn van de functies van het water, de aard en de duur van de onttrekking dan wel infiltratie als de locatie daarvan.

Bij de ontwikkeling van het plangebied worden er extra watergangen gerealiseerd. Door het oppervlaktewatersysteem wordt het grondwater beïnvloed en kunnen de zoetwatervoorkomens (negatief) worden beïnvloed en kan de verzilting toenemen.

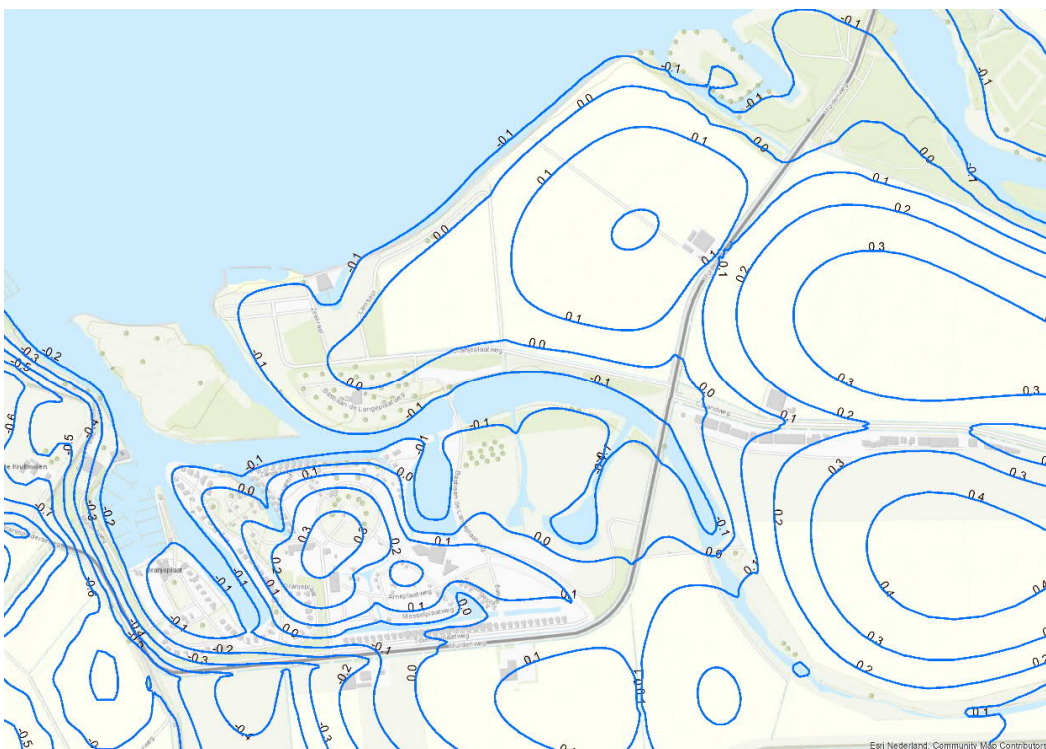
In dit hoofdstuk is ingegaan op de invloed van het oppervlaktewatersysteem op de grondwaterstanden binnendijs. Hierbij is ook gekeken naar het invloedsgebied en ligging van de beschermde zoetwatervoorkomens.

4.2 Methode

Voor het berekenen van de invloed van het oppervlaktewatersysteem op de grondwaterstand is een grondwatermodel opgesteld. Het model is opgesteld in Modflow en uitgebreid beschreven in bijlage 1. Het grondwatermodel is opgebouwd op basis van REGIS II.2-gegevens en uitgevoerde boring in het plangebied.

4.3 Resultaten

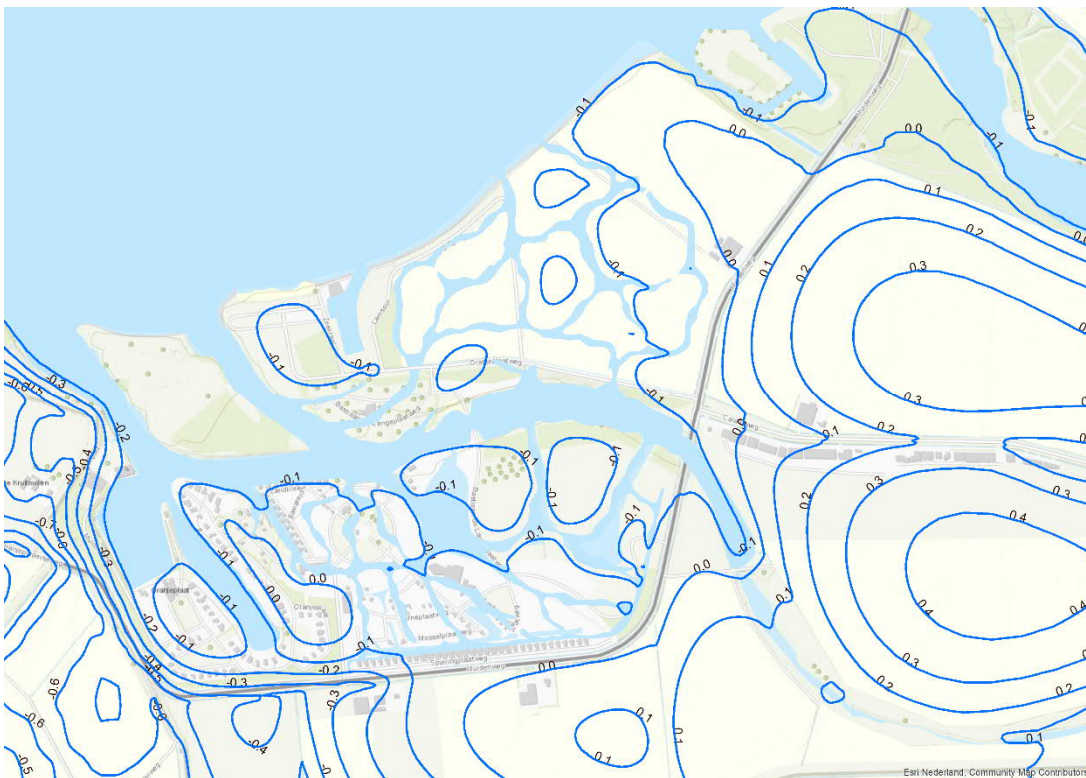
Met het grondwatermodel is de huidige en toekomstige situatie doorgerekend, waarbij het oppervlaktewatersysteem in detail is opgenomen van het schetsontwerp (zie hoofdstuk 3). Voor de weerstand van de kreken is uitgegaan van tien dagen, als gevolg van slib en fijne fracties. De berekende stijghoogten in de huidige situatie is weergegeven in figuur 4.1. De figuren zijn in bijlage 2 ook vergroot opgenomen.



Figuur 4.1 Berekende stijghoogte (m +NAP) huidige situatie

Door het realiseren van krekken wordt de drainage-afstand verkleind, waardoor de opbolling afneemt. De berekende stijghoogte is weergegeven in figuur 4.2. Hierbij is de toekomstige situatie in de figuur geprojecteerd.

Opgemerkt wordt dat het noordelijk gelegen natuurgebied met krekken niet gerealiseerd zal worden. Uit berekeningen blijkt dat de krekken in dit gebied invloed hebben op de zoetwater-voorkomens (zie ook hoofdstuk 5). Ook als er mitigerende maatregelen worden genomen, blijft deze invloed. Hierop is besloten deze krekken te laten vervallen.



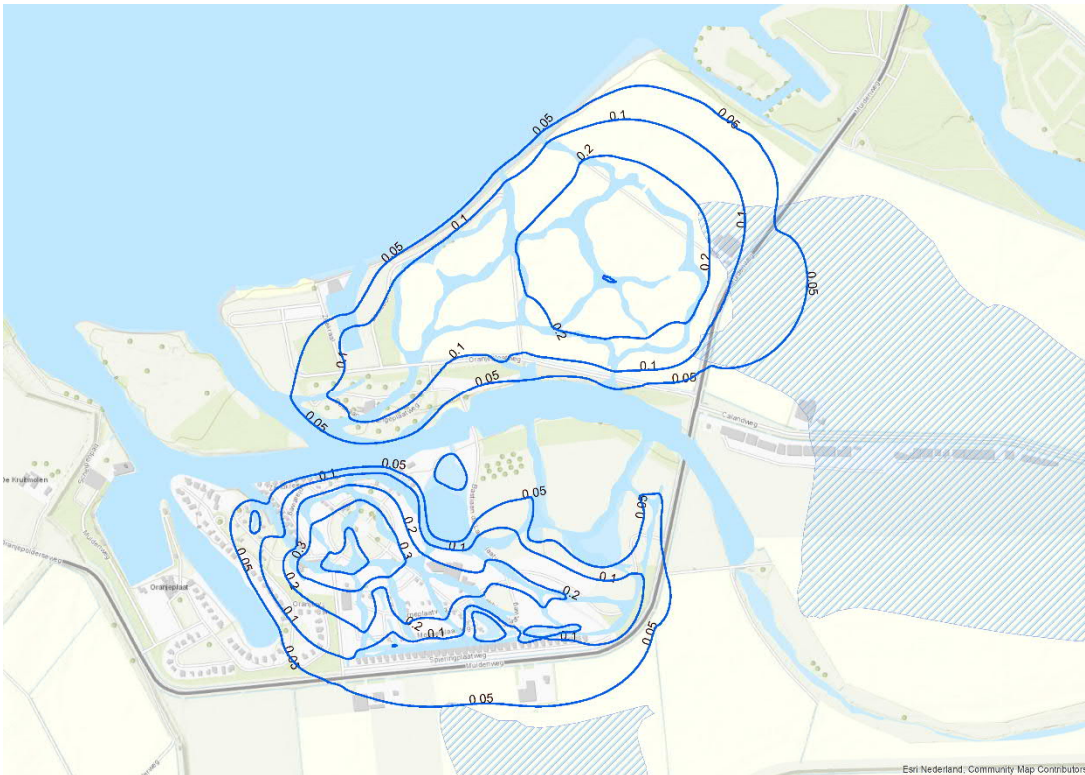
Figuur 4.2 Berekende stijghoogte (m +NAP) toekomstige situatie

De watergangen (breedte variërend van circa 8 tot 30 m worden mogelijk voorzien van beschoeiing uit gerecyclede kunststof om het talud in stand te houden. Deze beschoeiing is deels waterdoorlatend, waardoor deze verwaarsloosbare effecten hebben op de grondwaterstanden.

Door het verschil te berekenen tussen de huidige en de toekomstige situatie, is inzicht verkregen in de invloed van de wijzigingen in het oppervlaktewatersysteem. In figuur 4.3 is het invloedsgebied weergegeven. Daarnaast zijn ook de zoetwatervoorkomens (2019) geprojecteerd.

Zichtbaar is dat de grondwaterstand op de rand van het plangebied circa 0,1 m daalt door de ontwikkeling van de krekken. In het noordelijk gelegen uitbreidingsgebied zal de grondwaterstand als gevolg van de ontwikkeling van de krekken dalen (tot 0,2 m).

Hierdoor zal de grondwaterstroming richting Veerse Meer toenemen en de zoetwater-voorkomens beïnvloed worden. De drainage-afstand tussen ontwateringsmiddelen neemt in het plangebied af, waardoor de grondwaterstand in het plangebied daalt.



Figuur 4.3 Invloed aanleg oppervlaktewatersysteem met bodemweerstand 10 dagen (zoetwatervorkomens zijn gearceerd)

Zichtbaar is dat de invloed reikt tot in het oostelijk gelegen zoetwatervorkomen. Doordat de grondwaterstand daalt, zal de grondwaterstroming richting Veerse Meer toenemen en mogelijk het zoetwatervorkomen beïnvloeden (zie ook hoofdstuk 5). De invloed reikt net tot de rand van het zuidelijk gelegen zoetwatervorkomen.

4.4 Mitigerende maatregelen

Het beleid van het waterschap is er op gericht de zoetwatervorkomens in Zeeland te beschermen. Uit de berekeningen blijkt dat de grondwaterstand ter plaatse van de krekens daalt, waardoor het oostelijk gelegen zoetwatervorkomen wordt beïnvloed. Het zoute water komt dicht bij het zoetwatervorkomen. Daarnaast wordt het gedraineerde gebied waar nu nog een deel zoetwater is, doorsneden met zoutwater waardoor vermenging op zal treden.

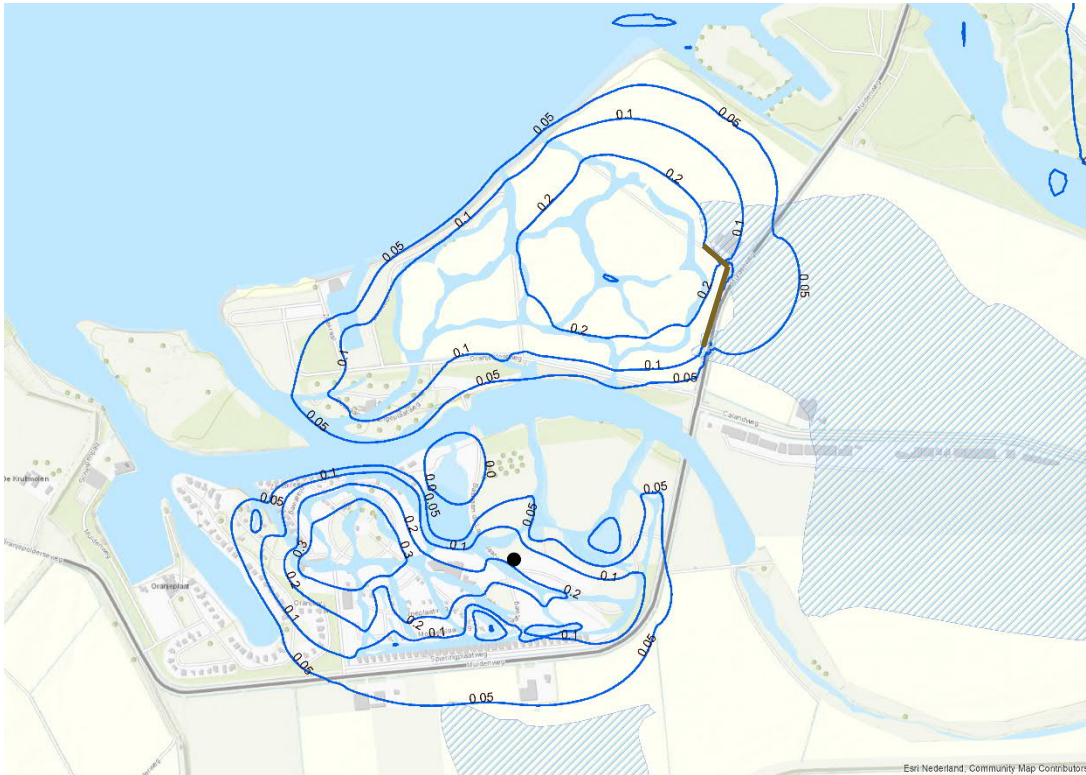
Om die reden is gekeken naar mitigerende maatregelen. Hierbij zijn de volgende maatregelen bepaald en doorgerekend:

1. aanbrengen verticaal scherm in noordoostzijde;
2. peilopzet in het oostelijk deel van de krekens; door de peilopzet vindt er geen verlaging van de grondwaterstand plaats, waardoor de invloed op het zoete water beperkt wordt;
3. aanbrengen van folie onder de krekens ter plaatse van het uitbreidingsgebied; de folie kan in den natte aangebracht worden, waardoor er geen beïnvloeding is van het oostelijke zoetwatervorkomen door een tijdelijke bemaling.

Onderstaand is ingegaan op de mitigerende maatregelen.

1. Verticaal scherm

Een verticaal scherm kan de geohydrologische effecten mitigeren. Met het grondwater-model is de invloed van een verticaal scherm berekend. Uitgangspunt is dat het scherm tot circa 10 m -mv reikt. In figuur 4.4 is de invloed weergegeven.



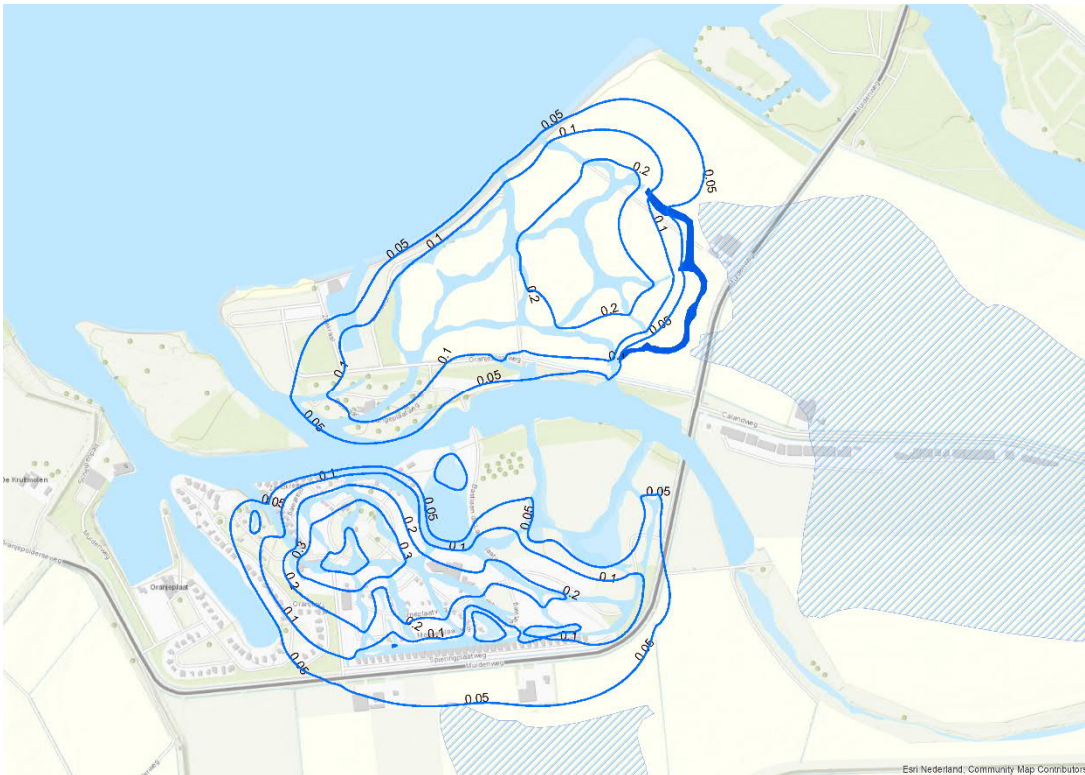
Figuur 4.4 Invloedsgebied met verticaal scherm in noordoostelijke zijde (bruine lijn). zoetwatervoorkomens zijn blauw gearceerd.

Geconcludeerd kan worden dat het invloedsgebied reikt tot in het zoetwatervoorkomen en de effecten onvoldoende gemitigeerd worden.

2. Peilopzet in het oostelijk deel van de kreek.

Overwogen kan worden om de noordoostelijke kreek op de grens van het plangebied af te dammen en hier een hoger peil op te zetten. Uitgegaan is van een verhoogd peil van 0,35 m ten opzichte van het heersend peil in het Veerse Meer. Door middel van wind- of zonne-energie kan het peil duurzaam opgezet worden. Voor de recreatie met bijvoorbeeld kano's kan een oversteekplaats worden gecreëerd, zodat kanoers ook hier kunnen varen.

Het berekende invloedsgebied is weergegeven in figuur 4.5. Hieruit blijkt dat door het opzetten van het peil in de noordoostelijke kreek, er geen invloed is op de stijghoogte ter plaatse van de zoetwatervoorkomens.



Figuur 4.5 Invloedsgebied bij peilopzet in noordoostelijke kreek (donker gearceerd). zoetwatervoorkomens zijn blauw gearceerd.

Uitgaande van een oppervlak van 12.400 m², een peilopzet van 0,35 m en een weerstand van tien dagen, is het noodzakelijke debiet circa 480 m³/dag (20 m³/uur). Door de weerstand te verhogen (door bijvoorbeeld een kleilaag aan te brengen), neemt dit debiet af. Als de weerstand te hoog wordt (bijvoorbeeld door aanbrengen folie), is er geen grondwateraanvulling meer en neemt de werking van de peilopzet af. Onderstaand is deze variant uitgewerkt.

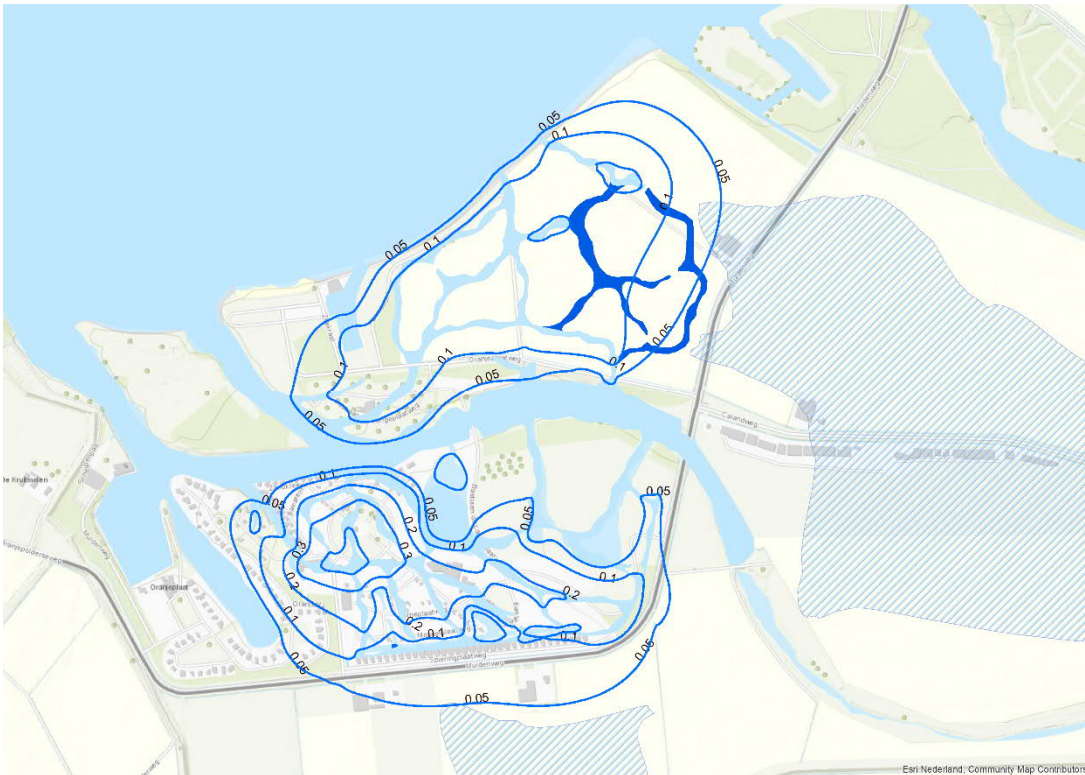
3. Aanbrengen folie

Door het realiseren van de krekens, wordt het grondwater dat nu nog deels zoet is, vermengd met zoutwater uit het Veerse Meer.

Overwogen kan worden om de noordelijke watergangen te voorzien van een folie (zie donkere krekens in figuur 4.6). Het folie kan op diepte in den natte worden aangebracht, waarna een deel van de afgegraven grond weer op de folie kan worden gebracht om opdrijven te voorkomen. Nadeel is dat de folie op een relatief grote diepte aangebracht moet worden, wat bewerkelijk is en veel ruimte vraagt. De folie moet relatief diep liggen om noodzakelijke beschoeiing en/of steigerpalen aan te kunnen brengen.

Door de folie is er geen contact met het grondwater onder de krekens en kan de doorspoeling van deze krekens (marginaal) afnemen.

In figuur 4.6 is de berekende invloed weergegeven bij een folie onder het oostelijk deel van het uitbreidingsgebied.



Figuur 4.6 Invloedsgebied bij folie onder noordelijke krekten (donker gearceerd). zoetwatervoorkomens zijn blauw gearceerd.

Zichtbaar is dat de stijghoogte bij het oostelijk gelegen zoetwatervoorkomen beïnvloed wordt. De land-bouwfunctie komt hier te vervallen en daarmee naar verwachting ook de aanwezige onttrekking.

In plaats van folie, kan ook gebruik worden gemaakt van klei. Echter is geen klei voorradig, waardoor deze extern aangevoerd moet worden. Dit brengt hoge kosten met zich mee en is daarom niet nader uitgewerkt.

4.5 Overige maatregelen

In het noordoostelijk deel is in de huidige situatie gedraineerd op 1 m onder maaiveld. Door het afstoppen/verwijderen van de drainage voor natuurontwikkeling in dit gebied zal de grondwaterstand stijgen (door afname drainage afstand). Door het gebied verder op te hogen met zand, zal de grondwateraanvulling verder toenemen en de zoetwater voorraad in dit gebied verhogen.

De invloed van de drainage bij een gemiddelde neerslag op de berekende grondwaterstanden is gering ($< 0,05$ m). Uit het onderzoek 'Freshem' blijkt echter wel dat hier een geringe zoetwater voorkomen is (zie ook hoofdstuk 5). Door de 'extra' grondwateraanvulling door het verwijderen/afstoppen van de drainage en ophoging kan deze zoetwaterlens ter plaatse van het natuurgebied toenemen. Dit ondersteunt het terugdringen/op zijn plaats houden van de zoetwater voorkomens.

4.6 Conclusie

Uit de berekeningen blijkt dat het opzetten van het peil in de noordoostelijke watergang het meest efficiënt is om invloed op de stijghoogte ter plaatse van de zoetwater voorkomens te beperken. Daarnaast zorgt het verwijderen van de drainage ter plaatse van het toekomstig natuurgebied voor een geringe toename van de dikte van de zoetwaterlens ter plaatse. Ook het ophogen van het maaiveld zorgt voor een mogelijke toename van de dikte van de zoetwaterlens in het gebied.

5 Invloed zoet-zout

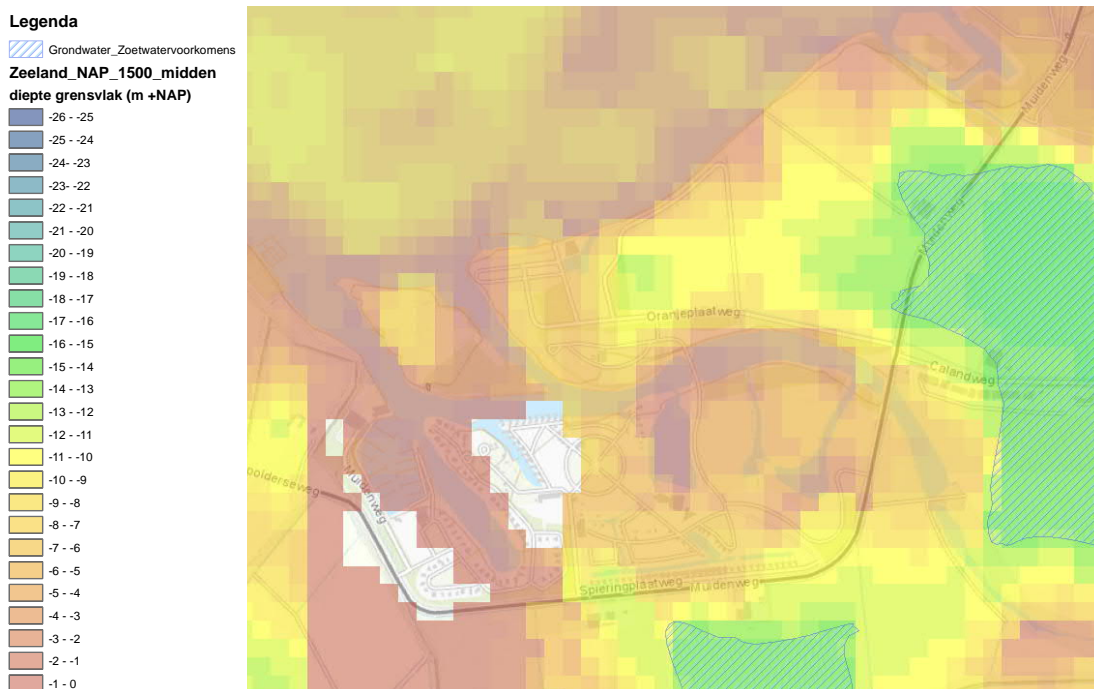
5.1 Algemeen

De invloed van het oppervlaktewatersysteem op de huidige grondwaterkwaliteit is in dit hoofdstuk beschreven. De verdeling van zoet, brak en zout grondwater in provincie Zeeland is complex. In grote delen van Zeeland is het ondiepe en diepe grondwater brak tot zout. Op sommige plaatsen komt zoet grondwater voor. Omdat zoet grondwater lichter is dan zout/brak grondwater, drijft dit zoete grondwater als een zoetwaterbel op het zout/brakke grondwater. De zoetwaterbellen in Zeeland komen vooral voor onder de duinen, de zandige kreekruigen en dekzandgebieden van Zeeuws Vlaanderen. Door opkwellend brak of zout grondwater is ook het oppervlaktewater in grote delen van de provincie brak tot zout.

5.2 Freshem

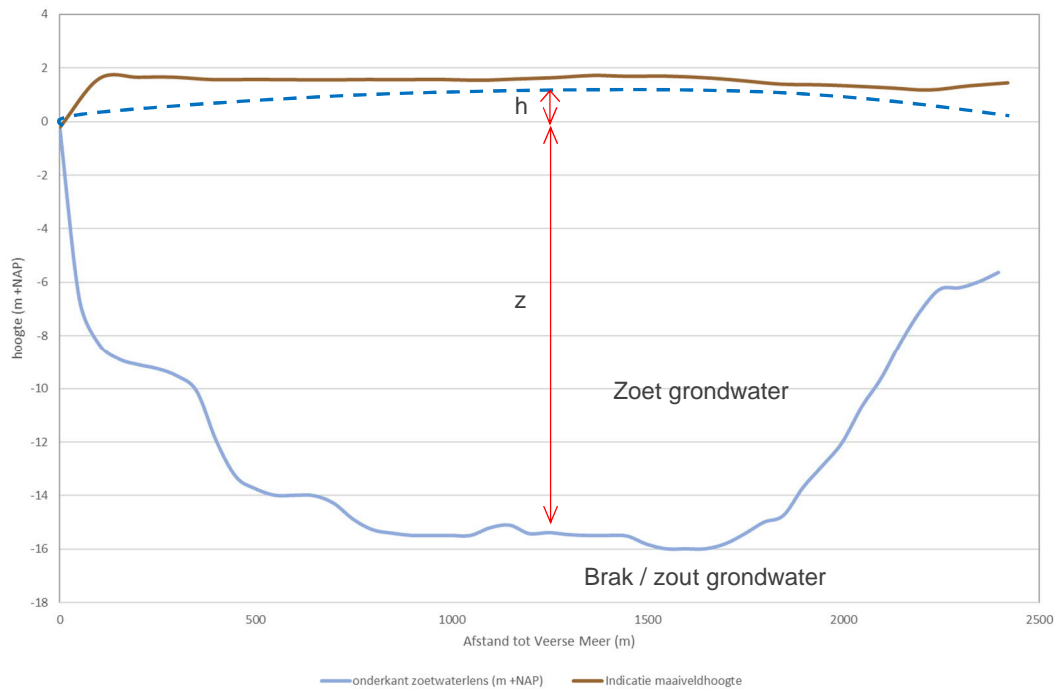
De verdeling van het zoute water in de ondergrond is inzichtelijk gemaakt met het onderzoek 'Freshem'. Freshem is een onderzoeksprogramma van Deltares, TNO en BGR (Duitse Geologische Dienst), waarvan de resultaten inzichtelijk zijn via <https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem#>.

In figuur 5.1 is de zout-brakgrensvlak (1.500 mg/l) ten opzichte van NAP weergegeven op basis van het Freshem-onderzoek. In de figuur is ook de zoetwatervoorkomens (gearceerd) en opgenomen.



Figuur 5.1 Resultaten Freshem (bij rode/donkere kleuren is het zoet-zout-grensvlak relatief dicht bij maaiveld, bij gele/lichte kleuren relatief diep).

Zichtbaar is dat de onderkant van de zoetwaterlens bij de zoetwatervoorkomens relatief diep zit. Richting kreken en het Veerse Meer komt de onderkant van de zoetwaterlens hoger, richting m 0,0 NAP. In figuur 5.2 is de onderkant van de zoetwaterlens weergegeven in een dwarsprofiel vanaf het Veerse Meer op basis van de resultaten van Freshem 1.500 mg/l (midden).



Situering dwarsprofiel (zwarte lijn)

Figuur 5.2 Dwarsdoorsnede onderkant zoetwaterlens (< 1.500 mg/l), schematisatie grondwaterstand (gestippeld) en maaiveldhoogte (in m +NAP).

De relatie van de hoogte van de zoetwaterlens (h) met de diepte (z) van de zoetwaterlens ten opzichte van het omliggende zoute water, kan worden berekend met behulp van de Ghyben-Herzberg vergelijking:

$$z = \frac{\rho_f}{(\rho_s - \rho_f)} * h$$

De verhouding van h en z hangt af van , de dichtheid van zoetwater (ρ_f), en , de dichtheid van zoutwater (ρ_s).

Zoetwater heeft een dichtheid van ongeveer 1,000 g/cm³ bij 20 °C en zeewater van ongeveer 1,025 g/cm³. De uitkomst van de vergelijking is dat de verdringing aan de onderkant veertig maal zo groot is als de opbolling aan de bovenkant.

5.3 Invloed oppervlaktewatersysteem

Getracht is om met de module Seawat de invloed op de zoet-zout-/waterhuishouding te modelleren. Het programma genereert echter extreem grote outputbestanden (> 90 GB) en heeft extreem lange reketijden (> 48 uur), waarbij het model vastloopt. Ook is er te weinig ruimtelijke informatie van de zout-zoutverdeling (in mg/l) in 3D.

Om deze reden is gezocht naar een andere benadering om de invloed op de zoetwater-voorkomens te bepalen. Gekeken is naar de resultaten van het Freshem-onderzoek.

Invloed in plangebied

Bij het uitbreidingsgebied van het plangebied (noordelijk van bestaande park) is een zoetwaterlens aanwezig. De onderkant van de zoetwaterlens ligt hier op circa NAP -12 m (zie ook figuur 5.1 en 5.2).

Het Veerse Meer is relatief zout (circa 15.600 mg/l, zie paragraaf 2.5). Door het realiseren van de kreken, komt het zoute water in het zoetwater. Door het dichtheidsverschil en de verticale stroming zal de het grondwater hier naar verwachting volledig zout worden. Alleen ter plaatse van de 'eilanden' kan een dunne zoetwaterlens ontstaan.

Buiten invloedsgebied

Omdat het zoete water verdrongen wordt, zal de zoetwaterlens landinwaarts worden verschoven. Hierdoor neemt de opbolling af en zal de onderkant van de zoet-/brakgrens ook omhoog komen (zie bovenstaande formule). Hierdoor wordt de totale dikte van de zoetwaterlens minder. Het bovenste deel van de bodem blijft echter zoet als gevolg van de vorming van de zoetwaterlenzen (zie ook figuur 5.2).

Omdat de beïnvloeding niet reikt tot de zoetwatervoorkomens (zie figuur 4.5) als het peil opgezet wordt, zal de dikte van de zoetwatervoorkomens niet wijzigen.

6 Conclusie

Het recreatiepark Waterpark Veerse Meer wordt herontwikkeld. Het park krijgt meer voorzieningen en zal gericht zijn op families. Het park krijgt ook een ruimere opzet, waardoor het uitbreidt in noordoostelijke richting. In het gebied worden diverse kreken gerealiseerd, waardoor de stijghoogten in het gebied lager worden.

De invloed van deze kreken op de stijghoogten reikt tot buiten het plangebied. Dit betekent dat de stijghoogte ter plaatse van de oostelijk gelegen zoetwatervoorkomen beïnvloed wordt zonder mitigerende maatregelen.

Om deze invloed te mitigeren, wordt voorgesteld de oostelijke kreek een hoger peil te geven dan het peil in het Veerse Meer (circa 0,35 m hoger). Het noodzakelijk debiet om het waterpeil permanent verhoogd te houden ten opzichte van het Veerse Meer, is relatief groot. Door het aanbrengen van een kleilaag op de bodem kan dit debiet gereduceerd worden.

Het grondwater ter plaatse van het uitbreidingsgebied zal naar verwachting zout worden door menging van water vanuit de kreken met het zoete grondwater ter plaatse. Door het opzetten van het peil wordt de invloed op de omgeving opgegeven, waardoor de verwachting is dat het invloed op de zoetwatervoorkomens nihil is.

Aan de noordoostzijde komt een natuurgebied. Doordat hier de aanwezige drainage verwijderd/afgestopt wordt, neemt de grondwaterstand in dit gebied toe. De dikte van de zoetwaterlens zal hier naar verwachting toenemen. In combinatie met het ophogen van het maaiveld, kan dit het ertoe leiden dat de invloed op de zoetwatervoorkomens verder gemitigeerd worden.

Monitoring van de stijghoogten en geleidbaarheid op verschillende diepten bij de Muidenweg (nabij en in de zuidelijke en oostelijke zoetwatervoorkomens) moet dit uitwijzen.

Bijlage 1 Modelopbouw

Algemeen

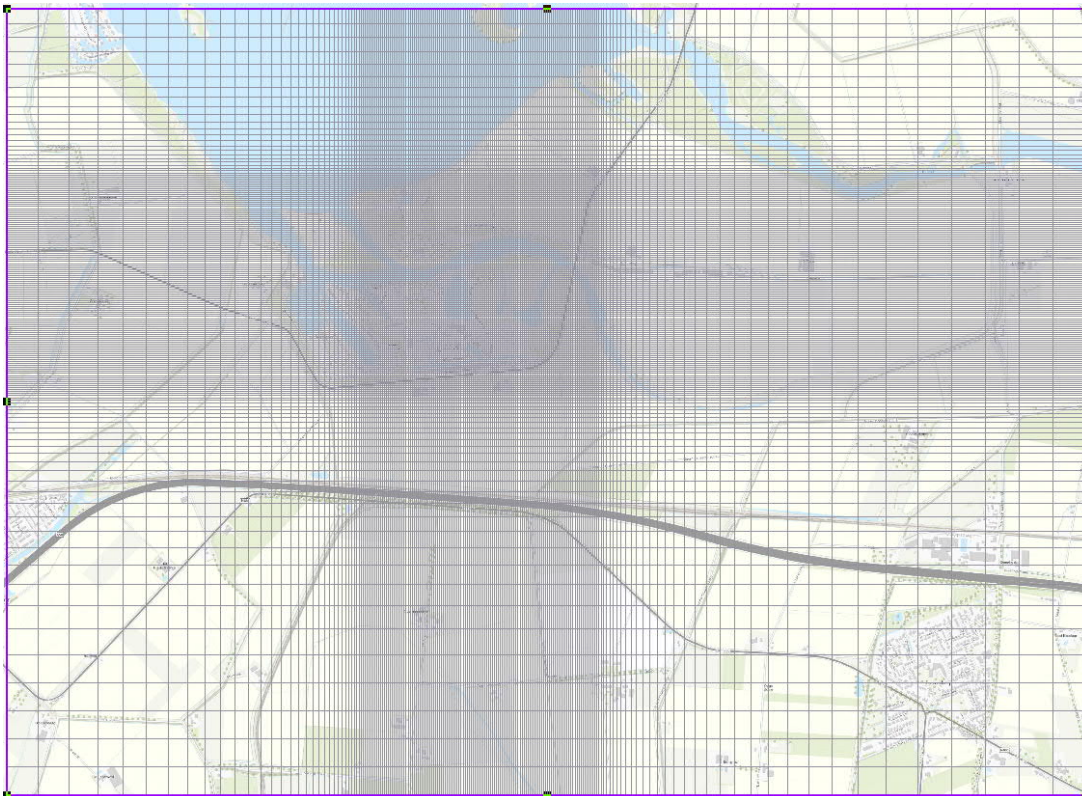
In deze bijlage is de opbouw van het grondwatermodel beschreven. Voor de modellering van de grondwaterstroming is gebruik gemaakt van de rekencode MODFLOW. MODFLOW is een modulair, driedimensionaal, eindige-differentie programma dat is ontwikkeld door de United States Geological Survey (USGS, Mc Donald & Harbaugh, 1988). Het programma kan zowel stationaire als niet-stationaire stroming simuleren in (verzadigd) freatische, semigespannen en gespannen watervoerende lagen.

Als modelschil is gebruik gemaakt van GMS, versie 10.8.3. Deze schil is ontwikkeld door Aquaveo (www.aquaveo.com). Binnen deze gebruikersschil kunnen MODFLOW-invoerfiles worden bewerkt en kunnen de resultaten overzichtelijk worden gepresenteerd.

Grondwaterstromingsmodel

Modelgrid

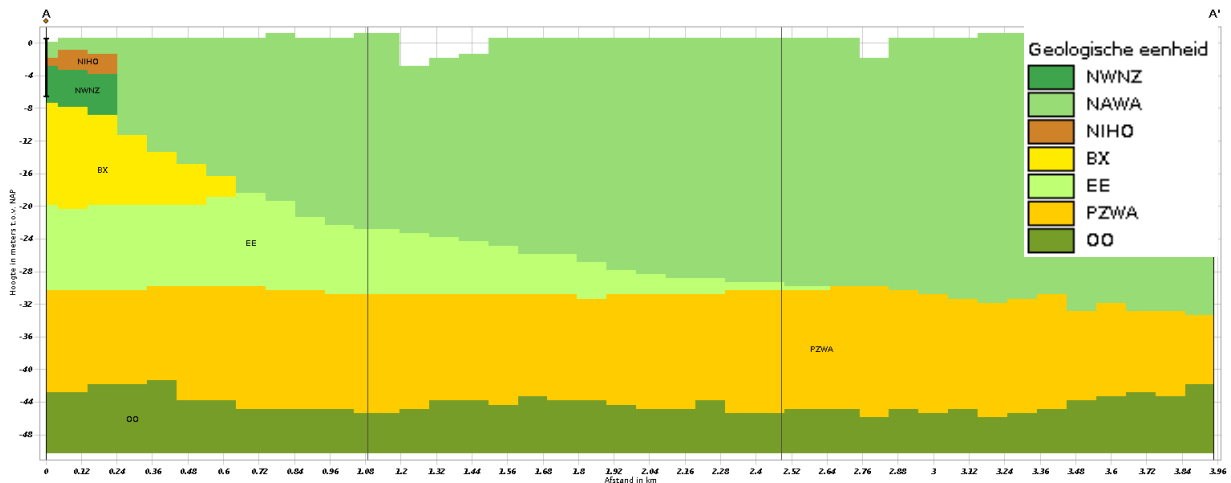
Het grondwatermodel is opgebouwd uit zeven modellagen. De omvang van het model bedraagt 5,5 bij 4,0 km. Ter plaatse van het plangebied is het rekengrid verfijnd tot 5 bij 5 m. In figuur B1.1 is het modelgrid weergegeven.



Figuur B1.1 Modelgrid

Lagenopbouw

Voor de laagopbouw is uitgegaan van Geotop en REGIS II.2. Deze opbouw is gecontroleerd met de uitgevoerde proefboring ter plaatse van het plangebied. De bodemopbouw is relatief complex, waarbij de Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren diep in de bodem insnijdt. Deze Formatie is overwegend fijn zandig van opbouw met enkele klei en/of veenlaagjes boven in het pakket. In figuur B1.2 is een doorsnede weergegeven van west naar oost over het plangebied.



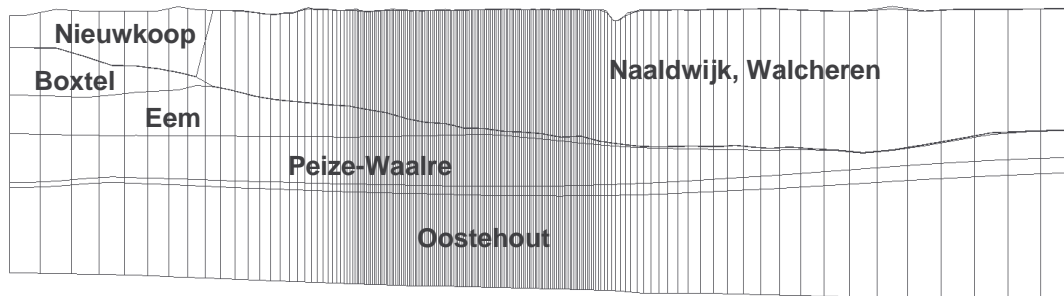
Figuur B1.2 Dwarsdoorsnede (west – oost) Geotop 1.3

De volgende modelopbouw en parameters zijn gehanteerd.

Tabel B1.1 Overzicht gehanteerde parameters in modelgebied

| Laag | Formatie, laagpakket | Textuur | Horizontale doorlaatfactor (m/d) | Verticale doorlaatfactor (m/d) |
|------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Nieuwkoop / Naaldwijk, Wormer | Klei en zandige klei | 0,15 | 0,015 |
| 2 | Boxtel / Naaldwijk, Walcheren | Matig grof / fijn zand | 15,0 / 2,0 | 3,0 / 0,2 |
| 3 | Eem, Naaldwijk, Walcheren | Fijn tot matig grof / fijn zand | 5,0 / 2,0 | 1,0 / 0,2 |
| 4 | Naaldwijk, Walcheren | Fijn zand | 2,0 | 0,2 |
| 5 | Peize-Waalre | Fijn tot matig grof met leemlaagjes | 3,9 tot 7,0 | 0,39 tot 0,7 |
| 6 | Oosterhout, klei | Klei | 0,05 tot 0,07 | 0,005 tot 0,007 |
| 7 | Oosterhout | Matig grof zand | 14,4 tot 18,8 | 1,4 tot 1,8 |

In figuur B1.3 is de opbouw van het model in een dwarsdoorsnede weergegeven.



Figuur B1.3 Modelopbouw dwarsprofiel oost-west

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem (dimensionering watergangen en polderpeilen) is opgevraagd bij Waterschap Scheldestromen. In Arcgis zijn de polderpeilen overgenomen op de watergangen en vervolgens ingelezen in het grondwatermodel. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan van een weerstand van twee dagen. Het oppervlaktewatersysteem is in figuur B1.4 weergegeven.



Figuur B1.4 Oppervlaktewatersysteem

De waterstanden in het Veerse Meer zijn ontleend aan Rijkswaterstaat.

Onttrekkingen

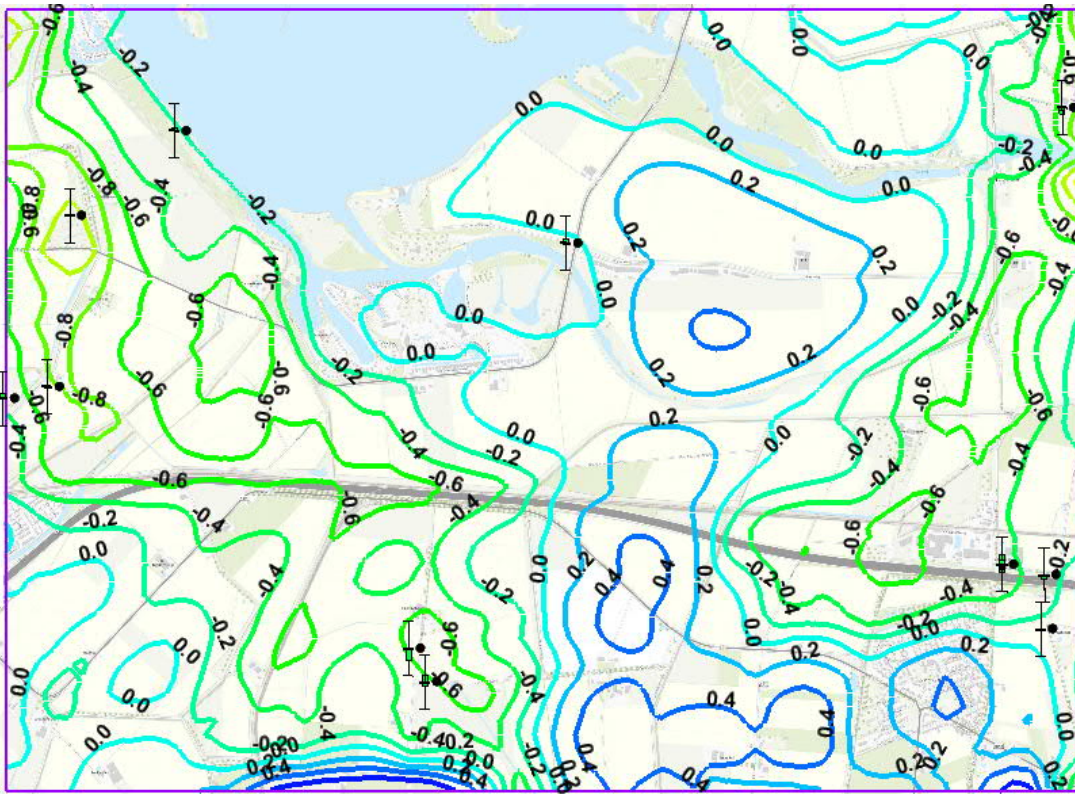
Er bevinden zich enkele agrarische onttrekkingen in het modelgebied. Dit betreffen echter discontinue onttrekkingen met een relatief laagdebiet. De onttrekkingen zijn daarom niet opgenomen in het model.

Randvoorwaarden

In het model zijn geïnterpoleerde stijghoogten in modellaag 5, 6 en 7 opgegeven op basis van www.grondwatertools.nl. Voor de neerslag is uitgegaan van een effectieve grondwateraanvulling van 0,8 mm/dag.

Kalibratie

In het modelgebied zijn relatief weinig grondwaterstandsmetingen beschikbaar.



Figuur B1.5 Kalibratieresultaten

In tabel B1.2 zijn de gemeten gemiddelde waarden en de berekende waarden weergegeven. Opgemerkt wordt dat in de nabijheid van het plangebied geen peilbuizen aanwezig zijn en het model bij het plangebied niet optimaal gekalibreerd kan worden.

Tabel B1.2 Kalibratieresultaten

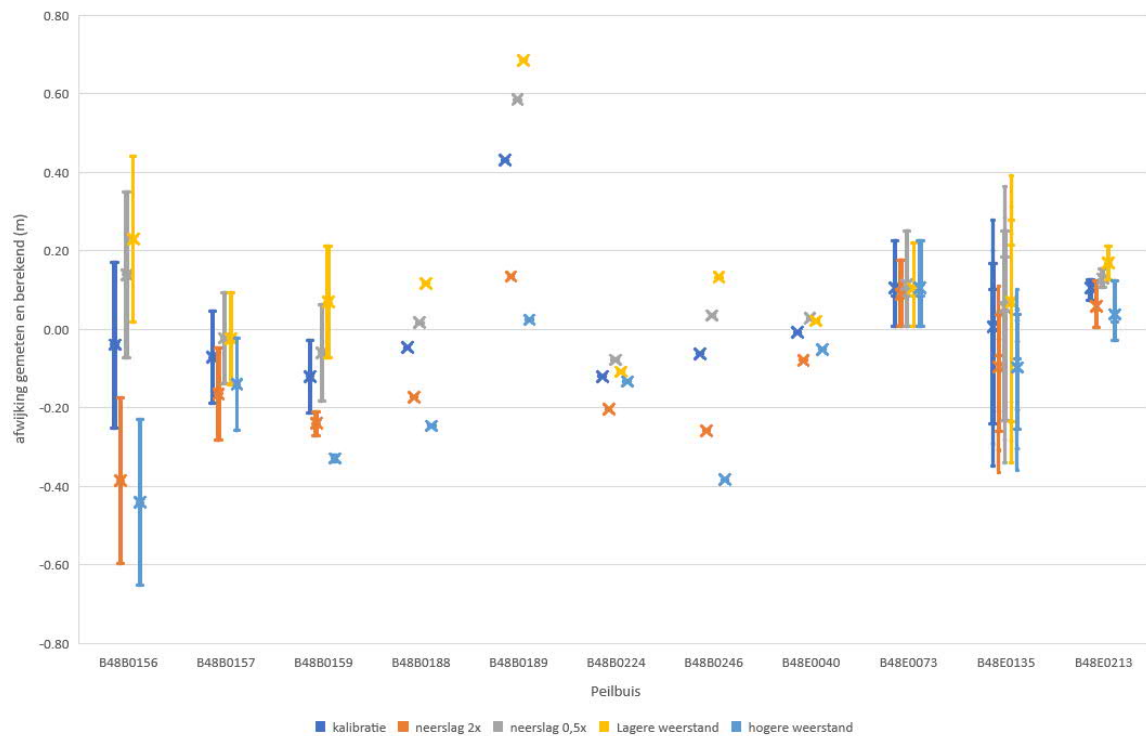
| Peilbuis | Type | Gemiddeld gemeten (m +NAP) | Berekend (m +NAP) | Vershil (m) |
|-------------------|---------|-------------------------------|----------------------|----------------|
| B48B0156 | obs. pt | -0,87 | -0,62 | -0,25 |
| B48B0156 | obs. pt | -0,45 | -0,62 | 0,17 |
| B48B0157 | obs. pt | -0,01 | -0,05 | 0,05 |
| B48B0157 | obs. pt | -0,24 | -0,05 | -0,19 |
| B48B0159 | obs. pt | -1,03 | -1,00 | -0,03 |
| B48B0159 | obs. pt | -0,87 | -0,66 | -0,21 |
| B48B0188 | obs. pt | -0,87 | -0,82 | -0,05 |
| B48B0189 | obs. pt | -0,35 | -0,78 | 0,43 |
| B48B0224 | obs. pt | -0,22 | -0,11 | -0,10 |
| B48B0246 | obs. pt | -1,36 | -1,30 | -0,06 |
| B48E0040 | obs. pt | -0,15 | -0,14 | -0,01 |
| B48E0073 | obs. pt | -0,45 | -0,67 | 0,22 |
| B48E0073 | obs. pt | -0,70 | -0,78 | 0,08 |
| B48E0073 | obs. pt | -0,78 | -0,78 | 0,01 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,14 | -0,42 | 0,28 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,22 | -0,42 | 0,20 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,32 | -0,42 | 0,10 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,32 | -0,42 | 0,10 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,27 | -0,41 | 0,14 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,08 | -0,14 | 0,06 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,43 | -0,14 | -0,29 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,49 | -0,14 | -0,35 |
| B48E0135 | obs. pt | -0,33 | -0,14 | -0,19 |
| B48E0213 | obs. pt | -0,22 | -0,34 | 0,12 |
| B48E0213 | obs. pt | -0,26 | -0,34 | 0,07 |
| B48E0213 | obs. pt | -0,04 | -0,17 | 0,13 |
| Gemiddelde | | | | 0,015 |

Om de effecten te berekenen, worden verschil berekeningen gemaakt. Rekening houdend met de resultaten van de modelkalibratie en de verschilberekeningen is het model voldoende gekalibreerd om de effecten te berekenen.

Gevoeligheid

Het grondwatermodel is een stationair model waardoor deze vrijwel niet gevoelig is voor een verandering van de doorlaatfactoren. Om de gevoeligheid van het model te bepalen, is de neerslag en weerstand van het oppervlaktewater gevarieerd.

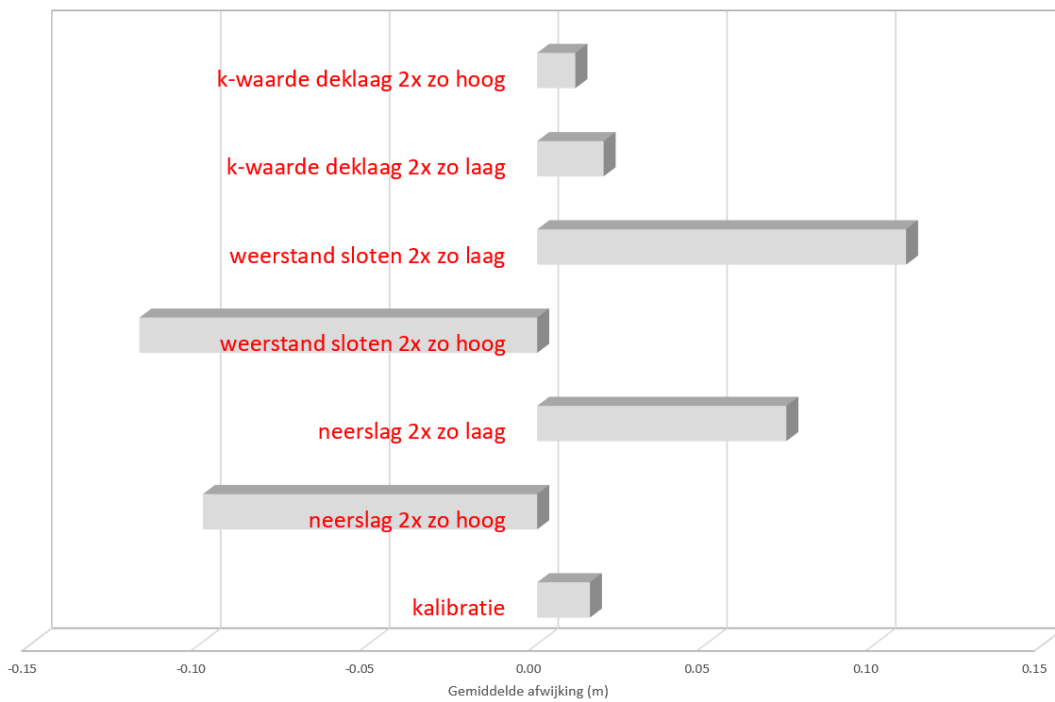
In figuur B1.6 is per peilbuis de verandering weergegeven van de afwijking ten opzichte van de gemeten waarden. Zichtbaar is dat enkele peilbuizen vrijwel niet gevoelig zijn voor neerslag en bodemweerstand.



Figuur B1.6 Afwijking tussen gemeten en berekende waarden per peilbuis

De peilbuizen die vrijwel ongevoelig zijn, zijn gelegen bij (grote) oppervlaktewateren waarbij het oppervlaktewaterpeil bepalend zijn.

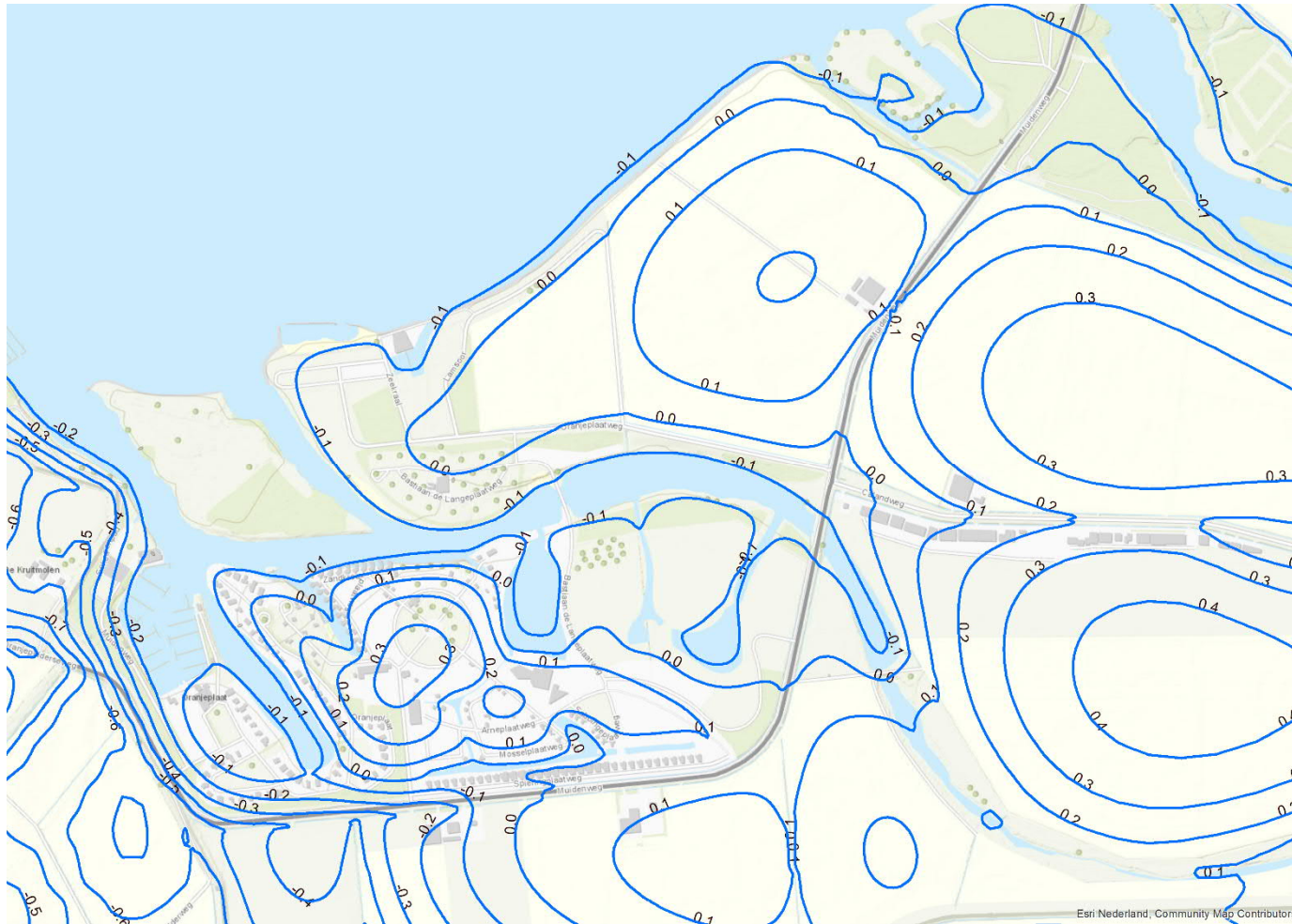
In figuur B1.7 zijn de gemiddelde afwijkingen weergegeven. Hier is ook invloed van de deklaag meegenomen. Hieruit blijkt dat de invloed van de doorlaatfactor van de deklaag nagenoeg geen invloed heeft.



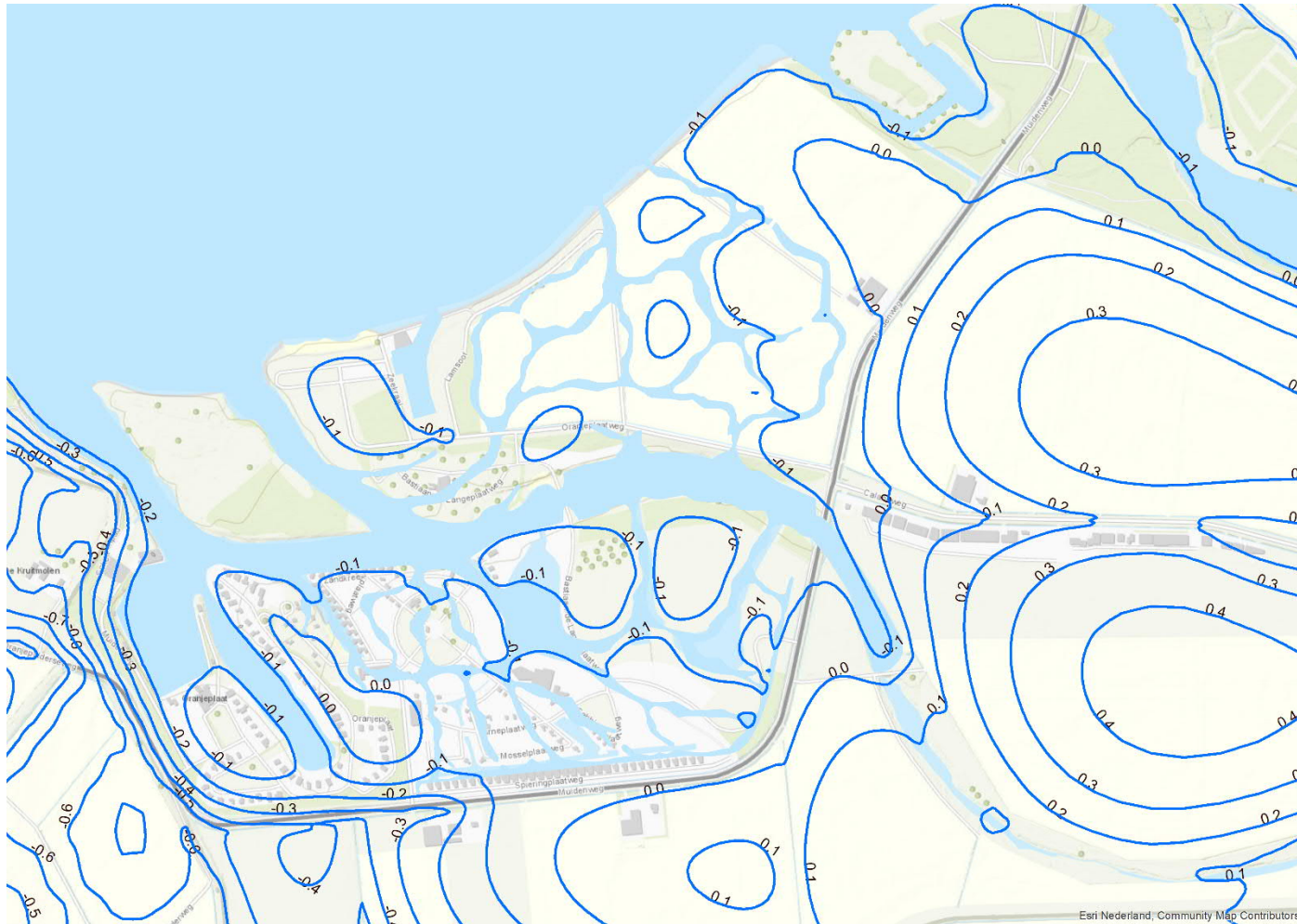
Figuur B1.7 Gemiddelde invloed parameter op kalibratieresultaat

In het algemeen blijkt dat zowel neerslag als bodemweerstand in sloten bepalende factoren zijn. Vooral een hogere neerslag of bodemweerstand heeft invloed op het kalibratieresultaat.

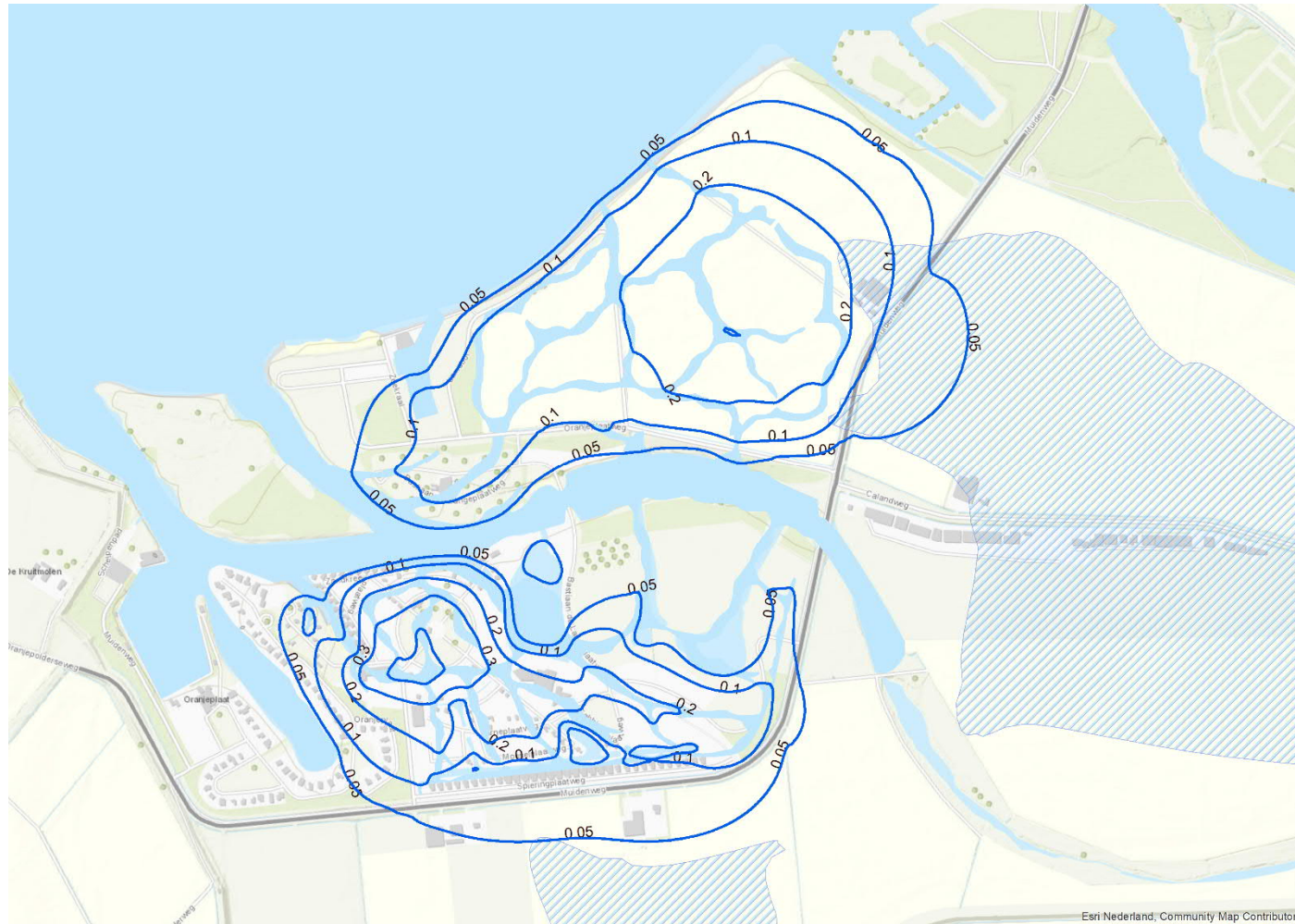
Bijlage 2 Resultaten



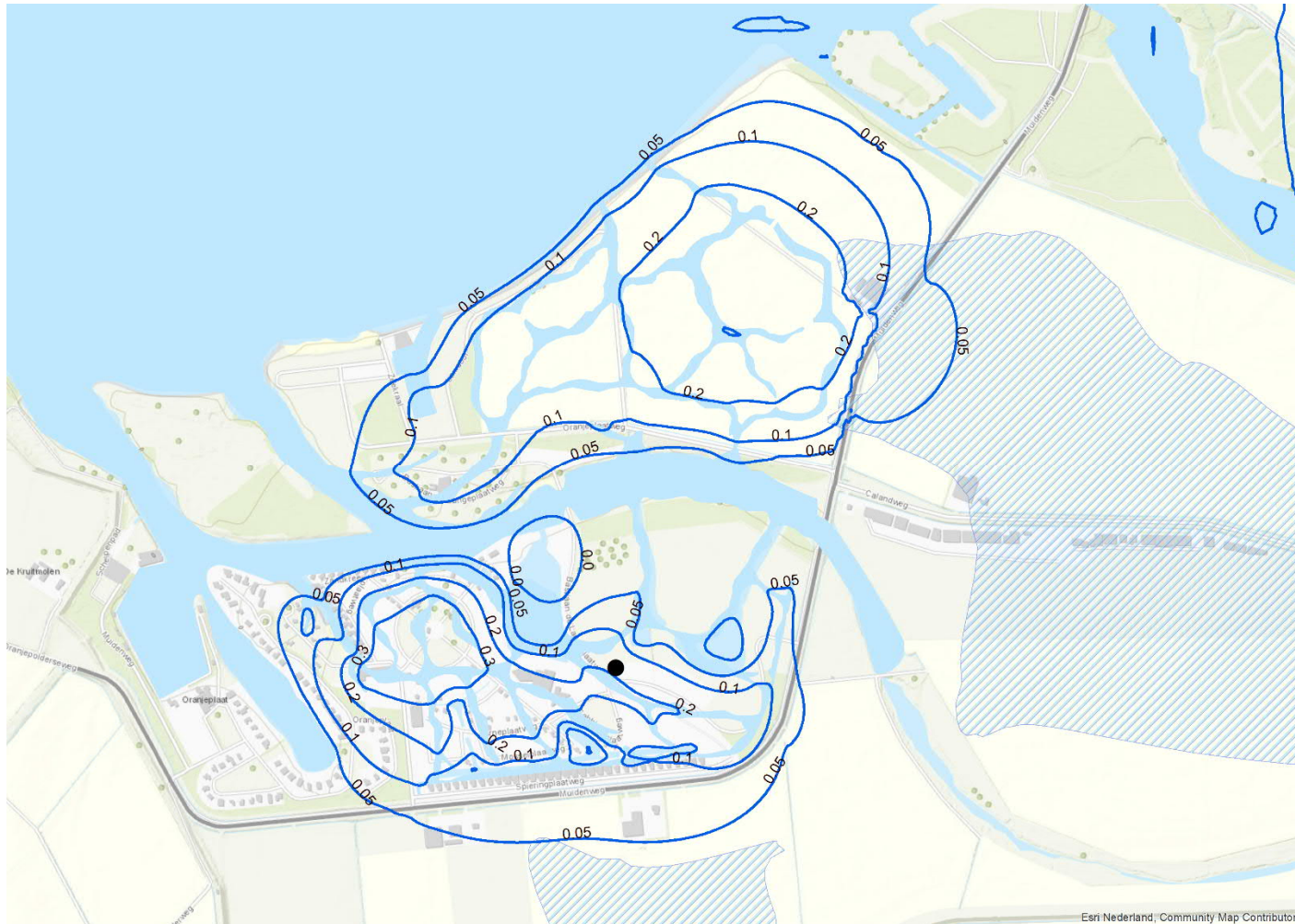
Figuur B2.1 Berekende stijghoogte (m +NAP) huidige situatie



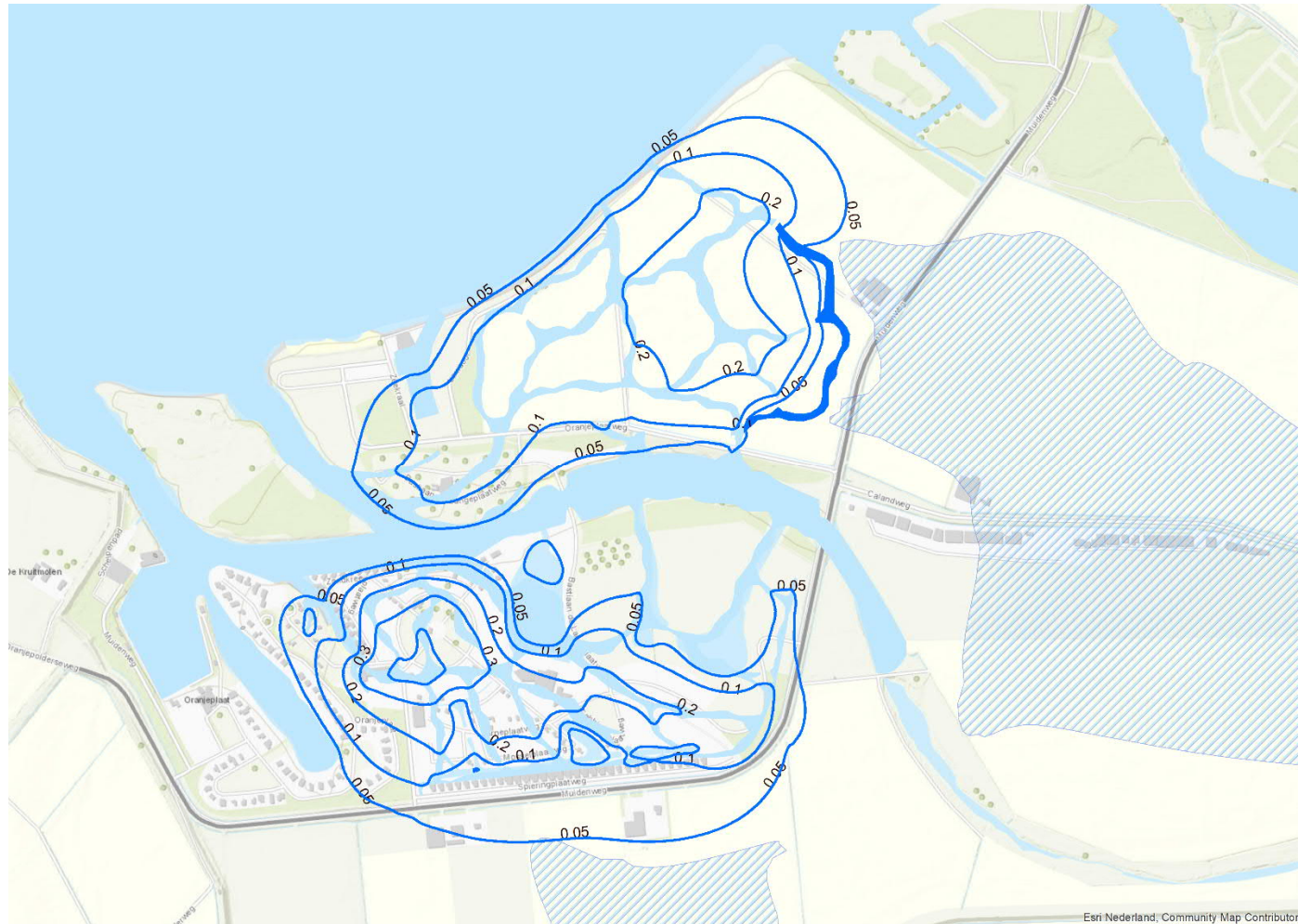
Figuur B2.2 Berekende stijghoogte (m +NAP) toekomstige situatie



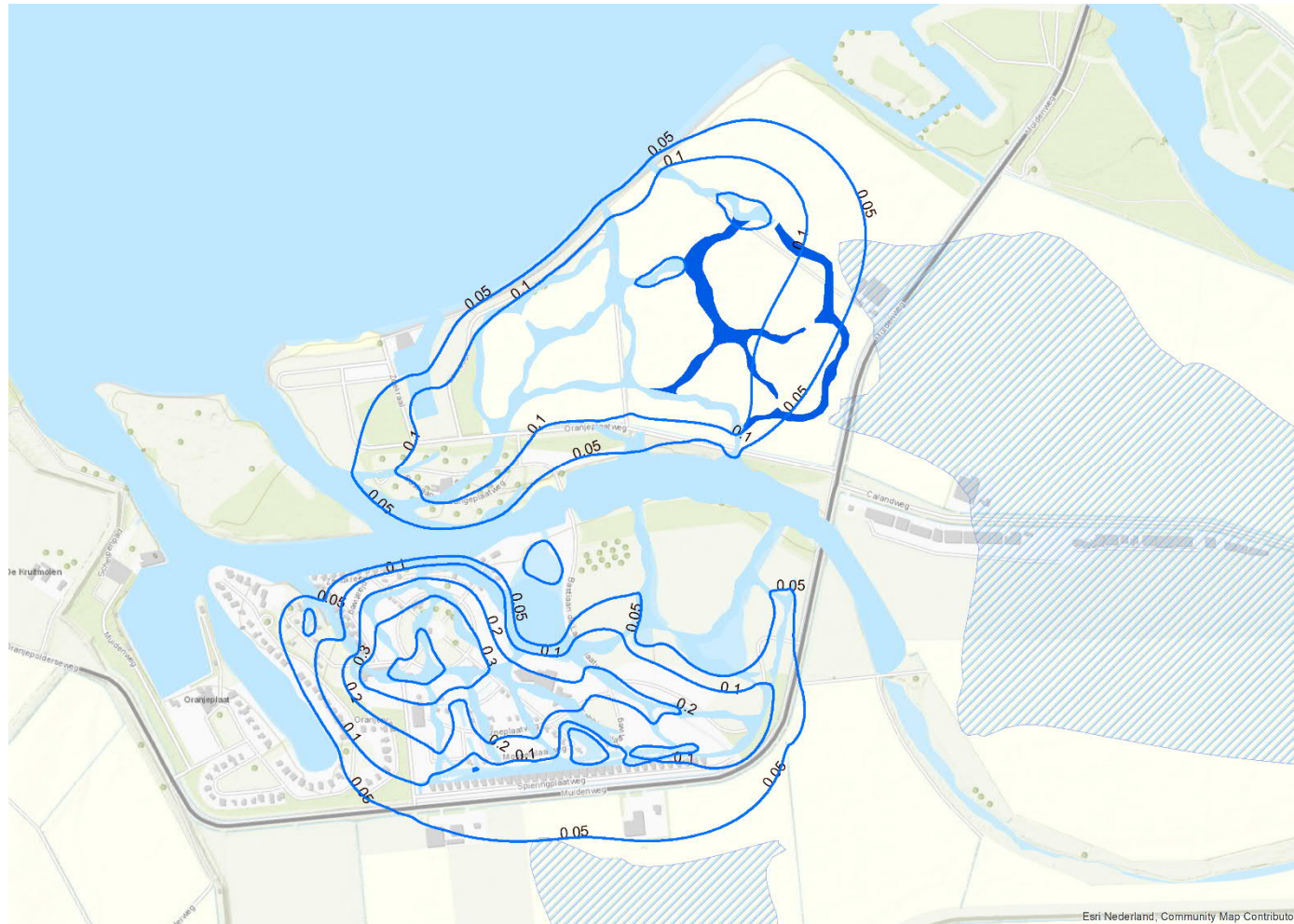
Figuur B2.3 Invloed aanleg oppervlaktewatersysteem met bodemweerstand 10 dagen (zoetwatervoorkomens zijn gearceerd)



Figuur B2.4 Invloed aanleg oppervlaktewatersysteem met verticaal scherm (zoetwatervoorkomens zijn gearceerd)



Figuur B2.5 Invloed aanleg oppervlaktewatersysteem met verhoogd peil (zoetwatervoorkomens zijn gearceerd)



Figuur B2.6 Invloed aanleg oppervlaktewatersysteem met folie (zoetwatervoorcomens zijn gearceerd)