



Effectenstudie grond- en oppervlaktewater Kustwerk Nieuwvliet

Arcus Projectontwikkeling B.V.

17 augustus 2012
Definitief rapport
9V9185



ROYAL HASKONING
Enhancing Society



VD B.V.
WATER

George Hintzenweg 85
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 10 443 36 66 Telefoon
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	Effectenstudie grond- en oppervlaktewater Kustwerk Nieuwvliet
Verkorte documenttitel	Effectenstudie Kustwerk Nieuwvliet
Status	Definitief rapport
Datum	17 augustus 2012
Projectnaam	Effectenstudie Kustwerk Nieuwvliet
Projectnummer	9V9185
Opdrachtgever	Arcus Projectontwikkeling B.V.
Referentie	9V9185/R00001/500745/Rott

Auteur(s)	Ir. L. (Léon) Brouwer, ir. M. van (Marloes) Ginkel, ir. I.K. (Ingrid) Jensen, ir. C.C.G. (Co) Laan, ir. S.H. (Saskia) Vuurens
Collegiale toets	Ir. L. (Léon) Brouwer
Datum/paraaf	17 augustus 2012 
Vrijgegeven door	Ir. M.M. (Mirjam) Walbeek
Datum/paraaf	17 augustus 2012 

0 EFFECTBESCHRIJVING GEWIJZIGDE BEGRENZING PLANGEBIED

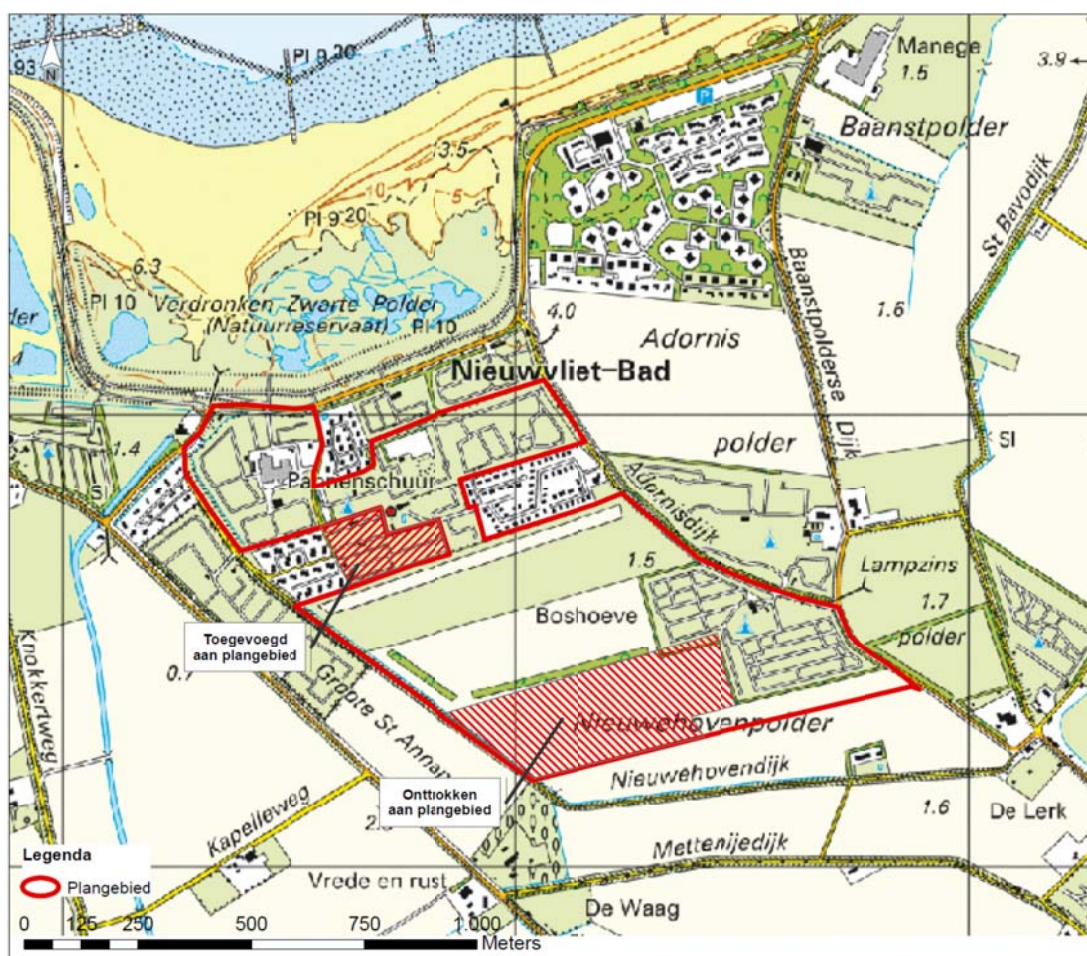
0.1 Inleiding

Naar aanleiding van een wijziging in de begrenzing van het plangebied van Plan Kustwerk Nieuwvliet is in het kader van het MER nader inzicht benodigd in de effecten van deze wijziging op het grond- en oppervlaktewatersysteem. Dit addendum geeft een kwalitatieve beschrijving van deze effecten ten opzichte van de effecten die beschreven zijn voor het *inrichtingsalternatief* en is daarmee een aanvulling op de rapportage 'Effectenstudie grond- en oppervlaktewater Kustwerk Nieuwvliet' (Royal Haskoning, 4 mei 2012). Voor deze kwalitatieve effectbeschrijving zijn geen nieuwe grondwater- en grondbalansberekeningen gemaakt.

0.2 Gewijzigd plangebied

De begrenzing van het plangebied is gewijzigd (figuur 0.1), waardoor het plangebied ten opzichte van de eerdere plannen kleiner is geworden. De percelen ten noorden van de Nieuwenhovendijk tot camping de Boshoeve behoren niet meer tot het plangebied. Daarnaast is een deel van het terrein van de camping Hof ter Willigen aan het plangebied toegevoegd.

Figuur 0.1 Begrenzing plangebied met wijzigingen



Ondanks de gewijzigde begrenzing van het plangebied blijft de structuur uit het inrichtingsalternatief voor het nieuwe inrichtingsalternatief hetzelfde.

Dit houdt in dat de centrale verhoogde rug met een duin- en strandkarakter van noord naar zuid behouden blijft met het omliggende gebied (min of meer) op polderniveau. Het water blijft gesitueerd aan de randen van het park (ringstructuur), waarbij langs de westzijde, net als in het inrichtingsalternatief, ook een ruimere strook wordt gecreëerd voor waterberging. De meest recente versie van de inrichtingsschets voor het gebied is weergegeven in figuur 0.2 (Kragten, 2012).

Figuur 0.2 Inrichtingsschets (Kragten, 2012)



0.4 Effectbeschrijving

Grondwater binnen plangebied

Ontwateringsdiepte

Door waterschap Scheldestromen wordt als eis gesteld dat ter plaatse van (recreatie)woningen de ontwateringsdiepte altijd 0,70 meter of meer moet zijn. Door aanleg van drainage is er ook bij een gewijzigde begrenzing van het plangebied voor het inrichtingsalternatief sprake van maximale grondwaterstanden die altijd lager zullen zijn dan 0,70 meter.

Zoetwatervoorkomen

Voor de referentiesituatie is in het zuidelijke peilgebied een uitlaat berekend van gemiddeld 111 mm/jaar. In het inrichtingsalternatief blijkt dat de gemiddelde uitlaat voor het zuidelijke peilgebied ongeveer 53 mm per jaar bedraagt als gevolg van extra berging in het oppervlaktewatersysteem en een peil dat binnen dit open water fluctueert. In het gewijzigde inrichtingsalternatief wordt ook circa 53 mm per jaar uitgelaten, het percentage oppervlaktewater blijft namelijk nagenoeg gelijk als in het inrichtingsalternatief. In het noordelijke peilgebied verandert er behalve de locatie van een enkele watergang vrijwel niets.

Op grond hiervan wordt geconcludeerd dat de zoetwatervoorraad bij een kleiner plangebied niet zal worden aangetast.

Grondwater buiten plangebied

In het noordelijke deel van het plangebied is in het inrichtingsalternatief voor gekozen het huidige streefpeil aan te houden om zo min mogelijk verstoring van de huidige situatie te krijgen. Een gewijzigde begrenzing bij het Hof ter Willigen heeft geen invloed op het streefpeil.

In het zuidelijke deel van het plangebied komt de nieuwe grens van het plan noordelijker te liggen. Het peil in het zuidelijke gedeelte blijft gelijk aan het inrichtingsalternatief, fluctuerend tot NAP 0 m.

Natuurgebieden

De gewijzigde begrenzing nabij het Hof ter Willigen, en het mogelijk verleggen van de ringsloot, zal geen effect hebben op de ondiepe grondwaterstanden nabij het natuurgebied, omdat het peil, net als in het inrichtingsalternatief ongewijzigd blijft. De effecten van de te realiseren intensieve drainage in het kleinere zuidelijke peilgebied werkt niet door op de ondiepe grondwaterstanden in het natuurgebied.

De veranderingen in de diepere grondwaterstanden (stijghoogten) zijn bij de gewijzigde begrenzing niet anders dan in het inrichtingsalternatief. Deze effecten zijn verwaarloosbaar.

Landbouwgebieden

In het vernieuwde inrichtingsalternatief met gewijzigde begrenzing zijn de watergangen net als in het inrichtingsalternatief direct langs de randen van het plangebied gesitueerd. Daarnaast is om te voldoen aan de eisen voor ontwateringsdiepte binnen het plangebied intensieve drainage voorzien. De nieuwe watergangen en intensieve drainage zorgen op de aangrenzende percelen binnen de Nieuwehavenpolder voor lagere grondwaterstanden, zowel in de winterperiode als in de jaargemiddelde situatie. Naar verwachting zullen de verlagingen vergelijkbaar zijn als in het inrichtingsalternatief,

Recreatiewoningen- en gebieden

Voor het inrichtingsalternatief geldt dat in geval van nieuw oppervlaktewater nabij bestaande recreatiewoningen, grondwaterstanden lokaal merkbaar lager kunnen uitvallen. Dit geldt ook voor nieuw te realiseren oppervlaktewater nabij de bestaande delen van camping Hof ter Willigen. Hierdoor kan extra zetting optreden. Deze zettingen en eventueel de negatieve gevolgen hiervan, kunnen worden weggenomen door het nemen van extra maatregelen (zie hoofdstuk 6.3 en 7).

Aangezien de grondwaterstanden nabij het Hof ter Willigen, net als bij het inrichtingsalternatief, lager komen te liggen dan in de referentiesituatie valt extra grondwateroverlast, ook bij het vernieuwde inrichtingsalternatief, niet te verwachten. Gemiddeld neemt het risico op wateroverlast nabij de watergangen juist iets af.

Oppervlaktewater binnen plangebied

Voor wat betreft waterkwantiteit dient het vernieuwde inrichtingsalternatief ook te voldoen aan drie criteria. Aan de criteria voor waterberging en afvoer wordt voldaan. Aan het criterium van drooglegging kan, zonder maatregelen (hoofdstuk 7), nog niet geheel worden voldaan.

- De drooglegging dient minimaal 110 cm te bedragen. In het inrichtingsalternatief wordt net niet aan dit criteria voldaan. Voor het vernieuwde inrichtingsalternatief zal ook niet aan dit criterium worden voldaan, omdat de locaties met geringere drooglegging nog steeds in het plangebied liggen.
- De waterberging in het gewijzigde inrichtingsalternatief bedraagt ca. 6%. Zowel het benodigde oppervlak voor waterberging als het oppervlak van het plangebied neemt met voor het gewijzigde inrichtingsalternatief met ca. 30% af, waardoor het oppervlak aan waterberging gelijk blijft aan ca. 6%. Daarmee voldoet dit vernieuwde inrichtingsalternatief aan de norm van 75 mm waterbergingsbehoefte.

- De afvoer voldoet met maximaal 7 mm/dag voor het gewijzigde inrichtingsalternatief ook aan de norm van een maximum van 10 mm/dag, omdat de fluctuatie van het peil, en daarmee de aflat, nagenoeg hetzelfde blijft als bij het inrichtingsalternatief. De fluctuatie van het peil blijft nagenoeg gelijk omdat zowel het oppervlak voor waterberging als het oppervlak van het plangebied met gelijke verhouding (ca. 30%) afneemt.

De te vervangen recreatiewoningen en herin te richten recreatiegebieden zullen worden afgekoppeld. Doordat in het gewijzigde inrichtingsalternatief bij het Hof ter Willigen extra nieuwe recreatiewoningen worden gerealiseerd, zal het af te koppelen gebied toenemen. Dit heeft een positieve invloed op de waterkwaliteit.

Voor wat betreft de waterkwaliteit in relatie tot de herinrichting van het gebied (uitspoeling nutriënten) zijn de effecten voor het vernieuwde inrichtingsalternatief niet anders dan bij het inrichtingsalternatief.

Oppervlaktewater buiten plangebied

Omdat in het vernieuwde inrichtingsalternatief ook wordt voldaan aan de waterbergings- en afvoernorm, zijn de effecten op het oppervlaktewater buiten het plangebied niet relevant.

Grondbalans

Het benodigde oppervlak voor waterberging neemt voor het gewijzigde inrichtingsalternatief met ca. 30% af. Dit houdt in dat de grond die vrijkomt bij het graven van watergangen grofweg ook met 30% afneemt (ca. 61.000 m³). Er van uitgaande dat de verhouding klei en zand niet veel verandert ten opzichte van het inrichtingsalternatief, zal een groot deel van deze vrijkomende grond uit klei bestaan (ca. 45.000 m³) en een geringer deel uit zand (ca. 16.000 m³).

Een deel van de vrijgekomen grond kan worden hergebruikt. Het zand met name voor de weginfrastructuur en de duinrug. Het oppervlak van de duinrug zal ook met ca. 30% afnemen. De duinrug ligt van noord naar zuid gesitueerd en een deel van het zuidelijke deel zal niet worden gerealiseerd, vanwege de gewijzigde begrenzing. Indien hier ook 30% minder zand benodigd is, komt dit neer op ca. 90.000 m³. In totaal zal dus ca. 74.000 m³ zand moeten worden aangevoerd. Uitgaande van een hergebruik van 40% van de hoeveelheid klei (ca. 18.000 m³) binnen het gebied zou in totaal ca. 100.000 m³ zand en klei moeten worden aan- en afgevoerd.



INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Voorgenomen activiteit	1
1.3 Doelstellingen effectenstudie grond- en oppervlaktewater	1
1.4 Motivering en beschrijving onderzoeksmethodiek	2
1.5 Planvormings- en ontwerpproces	3
1.6 Leeswijzer	3
2 ALTERNATIEVEN	5
2.1 Referentiesituatie	5
2.2 Basisalternatief	6
2.3 Inrichtingsalternatief	7
3 UITGANGSPUNTEN	11
3.1 Beleidsuitgangspunten	11
3.1.1 Waterkwantiteit en -inrichting	11
3.1.2 Waterkwaliteit	12
3.1.3 Grondbalans	12
3.2 Ontwerputgangspunten	12
3.2.1 Drooglegging en ontwateringsdiepte	12
3.2.2 Peilgebied en peilbeheer	13
3.2.3 Waterberging	14
3.2.4 Riolering en drainage	15
3.2.5 Structuur watersysteem	15
3.2.6 Grondbalans	16
3.3 Aannamen (grondwater)berekeningen	16
3.3.1 Referentiesituatie	16
3.3.2 Basisalternatief	17
3.3.3 Inrichtingsalternatief	17
3.4 Samenvatting ontwerpcriteria	17
4 REFERENTIESITUATIE	19
4.1 Plangebied	19
4.2 Grondgebruik	19
4.3 Maaiveldhoogte	19
4.4 Bodemopbouw	20
4.5 Grondwater	22
4.6 Oppervlaktewatersysteem	27
4.7 Riolering	28
4.8 Drainage	28
4.9 Waterkwaliteit	28
4.10 Natuur	30
4.11 Autonome ontwikkelingen	31



5	RESULTATEN ONDERZOEK ALTERNATIEVEN	33
5.1	Algemeen	33
5.2	Grondwatermodel	33
5.2.1	Basisalternatief	33
5.2.2	Inrichtingsalternatief	38
5.3	Waterbalans	43
5.3.1	Basisalternatief	43
5.3.2	Inrichtingsalternatief	45
5.3.3	Gevoeligheid	48
5.4	Grondbalans	48
6	EFFECTBESCHRIJVING ALTERNATIEVEN	51
6.1	Inleiding	51
6.2	Grondwater binnen plangebied	51
6.3	Grondwater buiten plangebied	52
6.4	Oppervlaktewater binnen plangebied	56
6.5	Oppervlaktewater buiten plangebied	58
6.6	Grondbalans	58
7	MAATREGELEN	59
8	LITERATUUR EN BRONNEN	63

BIJLAGEN

1. Beschrijving grondwatermodel
2. Beschrijving waterbalans
3. Uitgangspunten grondbalans Kustwerk Nieuwvliet

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Roompot Recreatie Beheer B.V heeft als eigenaar van de campings De Pannenschuur, Hof ter Willegen en De Boshoeve samen met Arcus Projectontwikkeling B.V een plan opgesteld om de bestaande campings te herontwikkelen, Plan Kustwerk. De campings liggen in de Nieuwehovenpolder nabij Nieuwvliet-Bad, in de gemeente Sluis (figuur 1.1).

Ten behoeve van het MER en het op te stellen bestemmingsplan voor het Plan Kustwerk te Nieuwvliet dient inzicht te worden verkregen in de waterkwaliteits- en kwantiteitseffecten die met de beoogde ontwikkeling van het plan samenhangen. Zo is bekend dat het plangebied is gelegen binnen een aandachtsgebied voor water. Daarnaast is bekend dat het plangebied relatief hoog is gelegen ten opzichte van de omliggende polders. Dit heeft consequenties voor de mogelijkheden om waterberging in het plangebied te realiseren. Uit overleg met het Waterschap Scheldestromen¹ (toen nog Waterschap Zeeuws-Vlaanderen) is naar voren gekomen dat het wenselijk is om, in het kader van de MER-studie, een integraal waterhuishoudkundig plan voor het plangebied op te stellen.

RBOI –Middelburg B.V. heeft in opdracht van Arcus Projectontwikkeling B.V. aan Royal Haskoning gevraagd een effectenstudie grond- en oppervlaktewater uit te voeren ten behoeve van het plan Kustwerk dat als onderlegger dient voor het MER en het bestemmingsplan voor dit project. Het hiervoor genoemde integraal waterhuishoudkundig plan maakt onderdeel uit van deze effectenstudie.

1.2 Voorgenomen activiteit

Plan Kustwerk betreft een kwaliteitsverbetering en uitbreiding van de bestaande campings De Pannenschuur, Hof ter Willigen en De Boshoeve. Dit wordt bereikt door een herstructurering en kwaliteitsverbetering van de bestaande campings (25,0 hectare) en een uitbreiding van het verblijfsrecreatieve terrein met 34,2 hectare. Onderdeel van de kwaliteitsverbetering is de bouw van circa 350 nieuwe recreatiewoningen.

1.3 Doelstellingen effectenstudie grond- en oppervlaktewater

De doelstellingen van de effectenstudie zijn:

- Uitvoeren van een waterhuishoudkundige systeemanalyse van de huidige situatie.
- Beschrijven van bestaand beleid en uitgangspunten.
- Bepalen noodzakelijke waterberging en overige effecten van de voorgenomen activiteit.
- Inventariseren mogelijke maatregelen en oplossingen voor het tegengaan van ongewenste effecten op de waterhuishouding en oplossingen voor de bestaande problematiek.
- Uitwerking van de te nemen waterhuishoudkundige maatregelen tot niveau van waterhuishoudkundig structuurplan.
- Opstellen globale grondbalans.

¹ 1e wateroverleg Kustwerk Nieuwvliet, d.d. 10 december 2009.

Figuur 1.1 ligging van het plangebied voor de voorgenomen activiteit, met in oranje, paars en lichtgroen de betrokken campings, met in donker groen de beoogde uitbreidingslocatie en met in geel het wijzigingsgebied (bron: RBOI, 2011)



1.4 Motivering en beschrijving onderzoeksmethodiek

Motivatie onderzoek

Dit onderzoek wordt uitgevoerd vanwege het belang van 'water' in relatie tot de herstructurering en uitbreiding van het recreatiepark. Het plangebied is gelegen binnen een aandachtsgebied voor water. Het gegeven dat in het gebied geen inlaat van water mogelijk is, vraagt om een specifieke aanpak van het waterbeheer. Direct ten noorden van het gebied bevindt zich voorts een Natura2000-gebied met grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen. Bij het ontwerp van het watersysteem dient ook rekening te worden gehouden met de belangen van bestaande recreatiewoningen/-gebieden grenzend aan het plangebied. Daarnaast is bekend dat het plangebied relatief hoog is gelegen ten opzichte van de omliggende polders. Dit heeft consequenties voor de mogelijkheden om waterberging in het plangebied te realiseren.

Mede in overleg met het Waterschap Scheldestromen is overeengekomen om via een integraal onderzoek aandacht te besteden aan de wateraspecten die samenhangen met het planontwerp.

Onderzoeksmethodiek

Het onderzoek bestaat deels uit het – op basis van beschikbare informatie – in samenhang beschrijven van het huidige grond- en oppervlaktewatersysteem, zowel kwaliteit als kwantiteit. Daarnaast wordt voor het in beeld brengen van de effecten van alternatieven gebruik gemaakt van een *grondwatermodel* en andere rekenkundige tools (*water- en stoffenbalans* in de vorm van een spreadsheet).

Aangezien de hoeveelheid (meet)informatie die beschikbaar is over het gebied beperkt is, zijn hierbij wel een aantal aannamen gedaan. De focus van de berekeningen ligt niet op het 'op de millimeter nauwkeurig' berekenen van bijvoorbeeld grondwaterstanden, maar op het inzicht krijgen in de werking van het grond- en oppervlaktewatersysteem - nu en in de toekomst - en op het ordegrrootte bepalen van de (bandbreedte van) effecten van de verschillende alternatieven op het huidige grond- en oppervlaktewatersysteem.

Het grondwatermodel wordt gebruikt om inzicht te krijgen in veranderingen van grondwaterstanden- en stromingen. De water- en stoffenbalans (spreadsheet) wordt gebruikt om inzicht te krijgen in het peilverloop en de effecten op de waterkwaliteit (voor zover dit mogelijk is op basis van beschikbare meetdata).

Aan de hand van de uitgevoerde (model)berekeningen kan worden beoordeeld welke aanvullende informatie eventueel nodig is om de betrouwbaarheid van de uitspraken te vergroten.

1.5 Planvormings- en ontwerpproces

Op 3 juni 2011 is Royal Haskoning gestart met het uitvoeren van de hydrologische systeemanalyse, het opstellen van het grondwatermodel en het beschrijven en beoordelen van de referentiesituatie en het basis- en inrichtingsalternatief zoals verwoord in de Notitie van uitgangspunten alternatieven (RBOI, 10 juni 2010). Dit heeft geresulteerd in een eerste conceptrapportage. Nadat deze rapportage was besproken met de werkgroep (augustus 2011) heeft het project enige tijd stilgelegen.

In december 2011 is het project weer opgestart. Op basis van de inzichten die het project tot dan toe had opgeleverd is het ontwerp van het inrichtingsalternatief, zoals beschreven in de Nota van uitgangspunten, op verschillende onderdelen aangepast. Deze versie is in februari 2012 gepresenteerd door Kragten/Arcus en uiteindelijk door Royal Haskoning als basis genomen voor het te beschrijven en beoordelen inrichtingsalternatief.

In deze rapportage worden enkel de effecten beschreven van het basisalternatief en het uiteindelijk opgestelde inrichtingsalternatief (april 2012). Niet alle effecten op de tussenliggende versies van het inrichtingsalternatief zijn in deze rapportage besproken. Wel is in hoofdstuk 2 aangegeven welke iteratieve ontwerpstappen deel hebben uitgemaakt van het proces om te komen tot het uiteindelijk gepresenteerde inrichtingsalternatief. De tussenliggende versies van het inrichtingsalternatief zijn gedurende het ontwerpproces mede aangepast door uitgangspunten en randvoorwaarden ten aanzien van een robuust watersysteem mee te nemen (bijvoorbeeld droogleggingseisen en eisen voor ontwateringsdiepte). Daarmee zijn de negatieve effecten op het watersysteem in dit 'iteratief' proces zo veel mogelijk al verminderd.

1.6 Leeswijzer

De eerste vier hoofdstukken vormen de introductie en het kader van de effectenstudie. In hoofdstuk 2 worden de beleids- en ontwerpuitgangspunten voor het ontwerp beschreven. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de referentiesituatie, het basisalternatief en het inrichtingsalternatief.



In hoofdstuk 4 worden de aspecten die samenhangen met de waterhuishouding van de referentiesituatie (huidige situatie en autonome ontwikkelingen) beschreven. Daarbij horen ook de resultaten van de watersysteemanalyse voor de huidige waterhuishoudkundige situatie die met een grondwatermodel en water- en stofbalans inzichtelijk zijn gemaakt. Hoofdstuk 5 beschrijft de (berekende) primaire hydrologische effecten van het basisalternatief en het inrichtingsalternatief. In hoofdstuk 6 worden deze primaire effecten doorvertaald naar effecten op de verschillende gebruiksfuncties en de relatie met gehanteerde normen vanuit het waterschap. Hoofdstuk 7 geeft een opsomming van mogelijke maatregelen om negatieve effecten verder weg te nemen c.q. de positieve effecten van de voorgenomen activiteiten te versterken. Het rapport sluit af met vermelding van gebruikte literatuur en bronnen (hoofdstuk 8).

2 ALTERNATIEVEN

In dit hoofdstuk worden de verschillende ontwerpalternatieven van het MER beschreven waar de waterhuishoudkundige effecten voor zijn bepaald. Voor de beschrijving van de alternatieven wordt verwezen naar het hoofdrapport van het MER Kustwerk.

2.1 Referentiesituatie

De referentiesituatie beschrijft de situatie die ontstaat als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd. De referentiesituatie vormt de referentie ten opzichte waarvan de effecten van de overige alternatieven worden bepaald. De referentiesituatie wordt gevormd door de huidige situatie in het plangebied en de autonome ontwikkelingen.

Het plangebied bevindt zich in de Nieuwehovenspolder nabij Nieuwvliet-Bad. Het plangebied wordt globaal begrensd door de Nieuwehovendijk, Adornisdijk en de Zeedijk (figuur 2.1).

Figuur 2.1 Plangebied en locatie campings (bron: RBOI, 2010)



Aan de Zeedijk en de Adornisdijk liggen een aantal kampeerterreinen en verblijfsrecreatieve terreinen met recreatiewoningen. Drie hiervan maken deel uit van het plan Kustwerk: de terreinen van de campings De Pannenschuur, Hof ter Willegen en de Boshoeve. De overige verblijfsrecreatieve terreinen in de Nieuwehovenpolder maken geen deel uit van het plangebied. Door het plangebied loopt een openbare weg die in eigendom en beheer is van gemeente Sluis.

2.2 Basisalternatief

Voorafgaande aan de start van de mer-procedure heeft de initiatiefnemer een 'ontwikkelingsvisie' gepresenteerd. Het basisalternatief komt overeen met het plan dat ten grondslag lag aan de ontwikkelingsvisie. De hoofdkenmerken van dit alternatief zijn kort samengevat:

- Het uitbreidingsgebied kent een parkachtige inrichting op het huidige polderniveau.
- Uitgangspunt voor landschappelijke structuur is de lagenbenadering: de aanwezige structuren in de ondergrond (zoals dijken, landschappelijke groenelementen) zijn leidend bij de verdere inrichting van het gebied.
- Water is in de inrichting van dit alternatief een sterk leidend principe.

In figuur 2.2 is het basisalternatief weergegeven.

Figuur 2.2 Basisalternatief (Kragten, 2012)



In het basisalternatief wordt een waterpartij voor waterberging in de zuidwestzijde van het plangebied gesitueerd. Dit is het meest laag gelegen deel van het plangebied. Via kreken en waterlopen vindt de afwatering van de rest van het gebied naar deze waterberging plaats. Afwatering vindt plaats via de bestaande watergang aan de westrand van het plangebied in zuidelijke richting.

Bij de berekeningen ten behoeve van het basisalternatief is uitgegaan van een verhard oppervlak van circa 50.000 m². Dit komt neer op circa 5% van het plangebied.

2.3 Inrichtingsalternatief

In dit alternatief krijgt het park een structuur die aansluit bij het noordoostelijk gelegen natuurgebied de Verdrongen Zwarte Polder. Centraal door het gehele plangebied loopt echter in dit alternatief een ca. 1 à 1,5 meter verhoogde rug met een duin-/strandkarakter waaraan recreatiewoningen zijn gesitueerd. Het overige verblijfsrecreatieve gebied komt (min of meer) op het huidige polderniveau te liggen (figuur 2.3).

Figuur 2.3 Inrichtingsalternatief (Kragten 2012)



Bij de uitwerking van de waterstructuur en de uitgangspunten voor het waterbeheer voor dit alternatief is mede gebruik gemaakt van inzichten over de effecten van het basisalternatief. Het water wordt in dit alternatief meer gesitueerd aan de randen van het park (ringstructuur) waarbij, evenals in het basisalternatief langs de westzijde een ruimere strook wordt gecreëerd voor waterberging.

Hier bevinden zich ook de natuurlijk lager gelegen delen. Meer centraal in het park is het maaiveld hoger (1 tot 1,5 meter) en droger (het 'duin').

Bij de berekeningen ten behoeve van het inrichtingsalternatief is uitgegaan van een verhard oppervlak van circa 160.000 m². Dit komt neer op circa 30% van het plangebied².

Het inrichtingsalternatief is tot stand gekomen op basis van een aantal tussentijdse, iteratieve ontwerpstappen. Vanuit het basisalternatief en een eerste versie van het inrichtingsalternatief is het huidige voorstel van het inrichtingsalternatief geoptimaliseerd. In het ontwerp is rekening gehouden met een aantal aspecten die hieronder kort worden toegelicht:

Eisen ten aanzien van drooglegging en ontwateringsdiepte

Bij het basisalternatief bleek niet te kunnen worden voldaan aan de, door het waterschap gestelde criteria ten aanzien van drooglegging en ontwateringsdiepte. Dit wordt mede veroorzaakt door de slechte doorlatendheid van de ondergrond in combinatie met een gebrekkig functionerend (oud) drainagesysteem. Bij het ontwikkelen van het inrichtingsalternatief is daarom nadrukkelijk gekeken naar de invloed van het streefpeil en drainage (zie navolgend) op met name de ontwateringsdiepte.

Optimaliseren streefpeil (voorkomen grondwateroverlast)

In eerste instantie was het ontwerp van het streefpeil gebaseerd op een maximaal peil waarbij in de omgeving van het plangebied nog net geen sprake was van ontoelaatbare vernatting (in relatie tot de functies *natuur* en *landbouw*). In eerste instantie is op grond hiervan een forse verhoging van het streefpeil ten opzichte van de huidige situatie voorgesteld (van huidig NAP -0,86 m (winter) / NAP -0,08 m (zomer) naar NAP +0,25 m). Later is ook nadrukkelijker gekeken naar de effecten op bestaande *recreatiewoningen/-gebieden* 'binnen' het plangebied. Op grond hiervan is besloten om een streefpeil aan te houden van NAP 0 meter.

Afweging één of twee peilgebieden

Bij het opstellen van het basisalternatief en inrichtingsalternatief is ook de afweging gemaakt om uit te gaan van één of twee peilgebieden. In de huidige situatie is het noordelijke deel van het plangebied droger dan het zuidelijke peilgebied. Het voordeel van 1 peilgebied is een robuuster watersysteem met meer mogelijkheden voor sturing en opvang en berging van water binnen het plangebied. Nadeel is dat mogelijk door de forse peilstijging (met name in het noordelijke deel) en ondanks de aanleg van extra drainerend oppervlaktewater er problemen ontstaan rond de bestaande recreatiewoningen door te hoge grondwaterstanden. Ook dient ten aanzien van het noordelijk gelegen (Natura2000) natuurgebied zekerheid te worden geboden dat er geen negatieve effecten optreden in de toekomst. Om die reden is er uiteindelijk toch voor gekozen om in het inrichtingsalternatief uit te gaan van twee peilgebieden.

² Dit verharde oppervlak is groter dan in het basisalternatief, omdat op basis van een plan voor een vergelijkbaar park een betere inschatting is gemaakt. Het verharde oppervlak per kavel wordt geschat op maximaal 30%. Dit is inclusief woning, terras, parkeerplaats en weg grenzend aan de woning, en exclusief wegen die niet aan de percelen liggen.

Het watersysteem in het noordelijke deel van het bestaande peilgebied (met veel bestaande functies) wordt zo min mogelijk gewijzigd. Het watersysteem in het zuidelijke deel (met voornamelijk nieuwe functies) wordt wel aangepast en zal vooral de bergingsfunctie van het gebied op zich nemen.

Optimaliseren structuur watergangen

In het basisalternatief was sprake van relatief veel (kleine en geïsoleerde) watergangen en plassen. Geconcludeerd is dat dit niet gunstig is voor de waterkwaliteit, mede gelet op het feit dat het lastig zal worden om al deze watergangen voldoende watervoerend te houden. Daarom is ervoor gekozen om bij het inrichtingsalternatief meer uit te gaan van enkele grotere, robuuste en aaneengesloten watergangen. Door te variëren met bodemdiepte van deze watergangen kan onderscheid gemaakt worden in permanente watervoerende watergangen en periodiek droogvallende watergangen.

Invloed (buis)drainage

Als onderdeel van de berekening is gekeken naar de invloed van bestaande (buis)drainage op de ontwateringsdiepte. Deze blijkt aanzienlijk te zijn. In de huidige situatie (en de situatie bij het basisalternatief) is de huidige drainage suboptimaal verondersteld (verouderde drainage). Dit resulteert in relatief hoge grondwaterstanden waarbij het moeilijk is om, ondanks de voorgestelde waterstructuur bij het basisalternatief de vereiste ontwateringsdiepten te halen. Daarom is bij het inrichtingsalternatief de invloed van (buis)drainage uiteindelijk vergroot. In het kader van de nadere uitwerking van het ontwerp kan worden bekeken op welke wijze deze drainage in het gebied uiteindelijk vorm kan krijgen. Dat hoeft niet perse met (traditionele) buisdrainage, maar kan ook op andere manieren gestalte krijgen. (zie hiervoor hoofdstuk 7).



3 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten voor het ontwerp van de alternatieven van het watersysteem Kustwerk Nieuwvliet beschreven. Het gaat dan om het integrale watersysteem, dat zowel het oppervlaktewater als het grondwatersysteem, de drainage en riolering behelst. Uitgangspunten gebaseerd op bestaand beleid, ontwerpuitgangspunten en aannames voor de (grondwater)berekeningen zijn beschreven.

Tijdens de uitvoering van de studie zijn, mede ten behoeve van één van de ontwerpessies met bureau Kragten, waterhuishoudkundige eisen en wensen voor het ontwerp van Kustwerk Nieuwvliet in een notitie verwerkt. Deze notitie is als bijlage opgenomen bij dit rapport. De punten uit deze notitie die als input hebben gediend voor het uiteindelijke ontwerp van het inrichtingsalternatief (februari 2012) zijn tevens in de volgende paragrafen opgenomen.

3.1 Beleidsuitgangspunten

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten vanuit water gerelateerd beleid met betrekking tot de ontwikkeling van Plan Kustwerk Nieuwvliet opgesomd. Vanuit het waterschap Scheldestromen is daarnaast de Keur van toepassing, waarin onder meer de aspecten voor beheer en onderhoud aan bod komen. In de hoofdrapportage van het MER zijn de verschillende beleidsstukken beschreven.

3.1.1 Waterkwantiteit en -inrichting

- Voor het plangebied geldt de trits 'vasthouden-bergen-afvoeren'. Daarbij zijn de afvoernorm en de bergingsnorm als volgt gedefinieerd:
 - * Afvoer: Het plangebied mag maximaal 10 mm/dag afvoeren op het omringende regionale watersysteem.
 - * Berging: Het overige water moet worden geborgen in het plangebied, door bergingsvoorzieningen of infiltratie naar het grondwater. Als richtlijn kan worden gerekend met een bergingsbehoefte van 75 mm. In een gemiddelde situatie dient dan 6% van het plangebied te worden gereserveerd voor openwaterberging.
- Bij het graven van watergangen moet de aan- en afvoer van water gegarandeerd zijn. Doodlopende watergangen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.
- De drooglegging dient minimaal 1,10 meter te bedragen; de ontwateringsdiepte 0,70 meter.
- De stabiliteit van de oever moet verzekerd worden. Het verhang en de stroomsnelheid moeten niet te groot zijn, om ongewenste erosie, opstuwing en wateroverlast te voorkomen. Om dit te voorkomen dienen zoveel mogelijke lange duikers e.d. te worden voorkomen, en de watergangen voldoende breed te zijn, zonder steil talud (1:2 of flauwer). De exacte breedte en vorm van de watergangen volgen uiteindelijk uit het ontwerpproces. Er is een voorkeur voor het reserveren van ruimte voor natuurvriendelijke oevers.

3.1.2 Waterkwaliteit

- Voor het plangebied geldt de trits 'schoonhouden-scheiden-reinigen'. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat in nieuwe gebieden geen schoon hemelwater naar de zuivering wordt getransporteerd. Alleen het vuilwater wordt aangesloten op de riolering. Afstromend regenwater wordt afgekoppeld en geloosd op het oppervlaktewater of geborgen in het gebied. Voor het afkoppelen is de Beslisboom Aan- en Afkoppelen uitgangspunt.
- De algemene waterkwaliteitsdoelstelling vanuit de KRW is het behouden, beschermen en ontwikkelen van ecologisch gezond water en het komen tot duurzaam watergebruik.
- Aanwezige zoetwatervoorkomens in het plangebied mogen niet worden verkleind als gevolg van de ingrepen in het watersysteem.

3.1.3 Grondbalans

Er wordt gestreefd naar een zo veel mogelijk gesloten grondbalans.

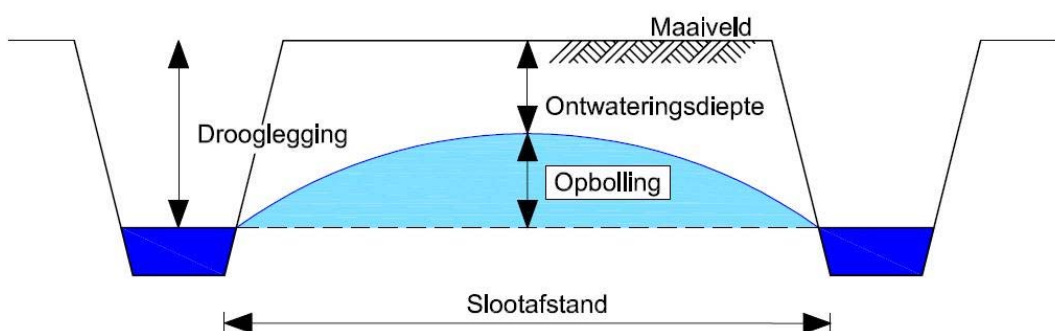
3.2 Ontwerputgangspunten

In deze paragraaf zijn de water gerelateerde ontwerputgangspunten voor het Plan Kustwerk Nieuwvliet beschreven.

3.2.1 Drooglegging en ontwateringsdiepte

Voor een toelichting op de begrippen ontwateringsdiepte en drooglegging wordt verwezen naar navolgend kader.

Figuur 3.1 Verschil tussen ontwateringsdiepte en drooglegging



Uitgegaan wordt van een droogleggingsrichtlijn van 1,10 m, de eis ten aanzien van ontwateringsdiepte is 0,70 meter. Aangezien de (recreatie)woningen in het plangebied vrij intensief en ruimtelijk verdeeld zijn over het gehele plangebied wordt uitgegaan van deze eisen voor het gehele gebied. Het ontwerp van het oppervlaktewatersysteem, het te hanteren peil en de toepassing van drainage bepaalt de uiteindelijke ontwateringsdiepte in relatie tot de drooglegging.

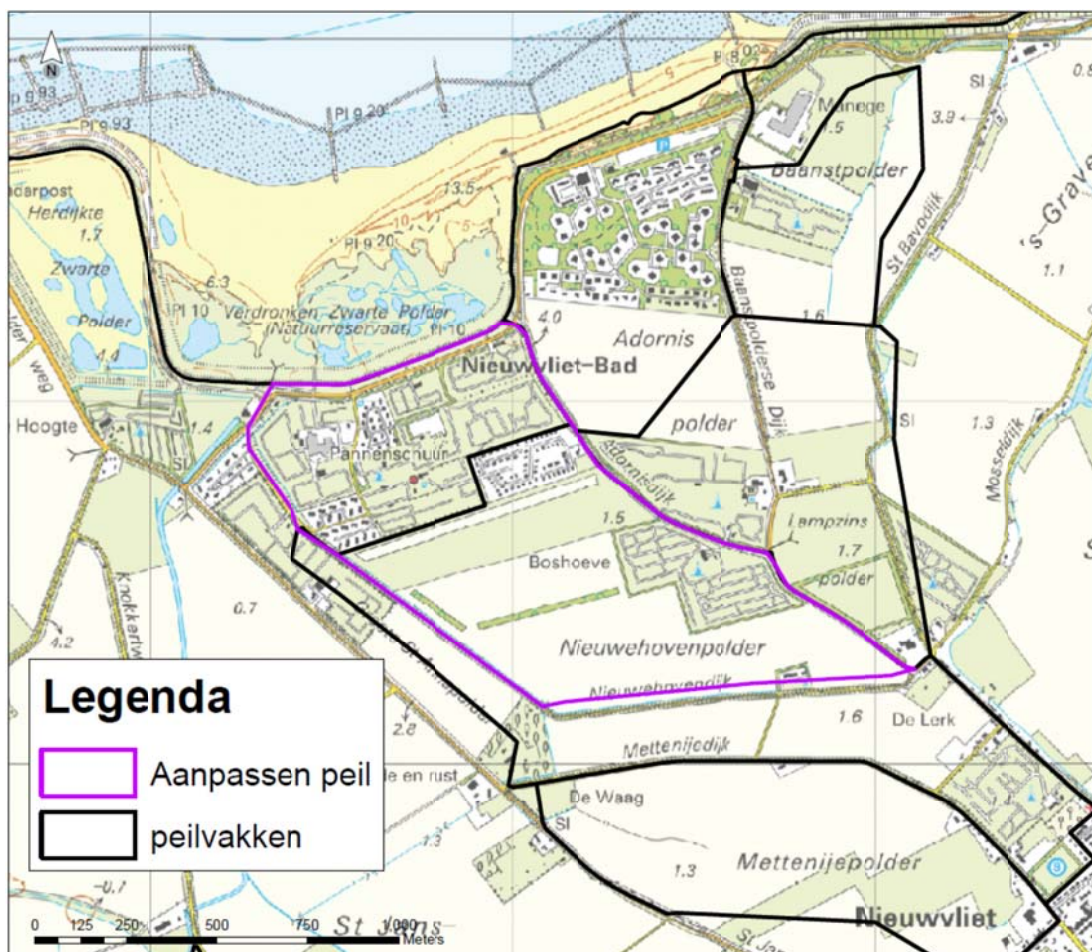
Tenslotte geldt als ontwerpeis dat peilveranderingen geen negatieve effecten mogen hebben buiten het plangebied (zowel vernatting als verdroging). Dit betreft effecten op de aanwezige natuur- en landbouwgebieden en de bestaande camping- en recreatiegebieden. De grondwaterstanden in de toekomstige situatie mogen dus niet hoger zijn dan de huidige hoogste grondwaterstanden. Daarnaast dienen te lage grondwaterstanden te worden voorkomen.

3.2.2 Peilgebied en peilbeheer

Uitgangspunt voor het waterpeil is een flexibel peilbeheer. Dat wil zeggen dat in de zomer het peil uitzakt (er kan geen water worden ingelaten) en in de winter via een stuw aan de zuidzijde van het plangebied water wordt afgelaten als een streefpeil is bereikt.

Bij het basisalternatief is hierbij het uitgangspunt dat het gehele plangebied uit één peilgebied bestaat (zie figuur 3.1). Bij het inrichtingsalternatief is, om zoveel mogelijk te voldoen aan de ontwerpuitgangspunten (tegengaan van negatieve effecten op de omgeving), besloten om uit te gaan van twee peilgebieden (zie figuur 3.2), waarbij het streefpeil in het noordelijke peilgebied (inclusief het bestaande recreatiepark Le Rivage) ongewijzigd blijft ten opzichte van de referentiesituatie.

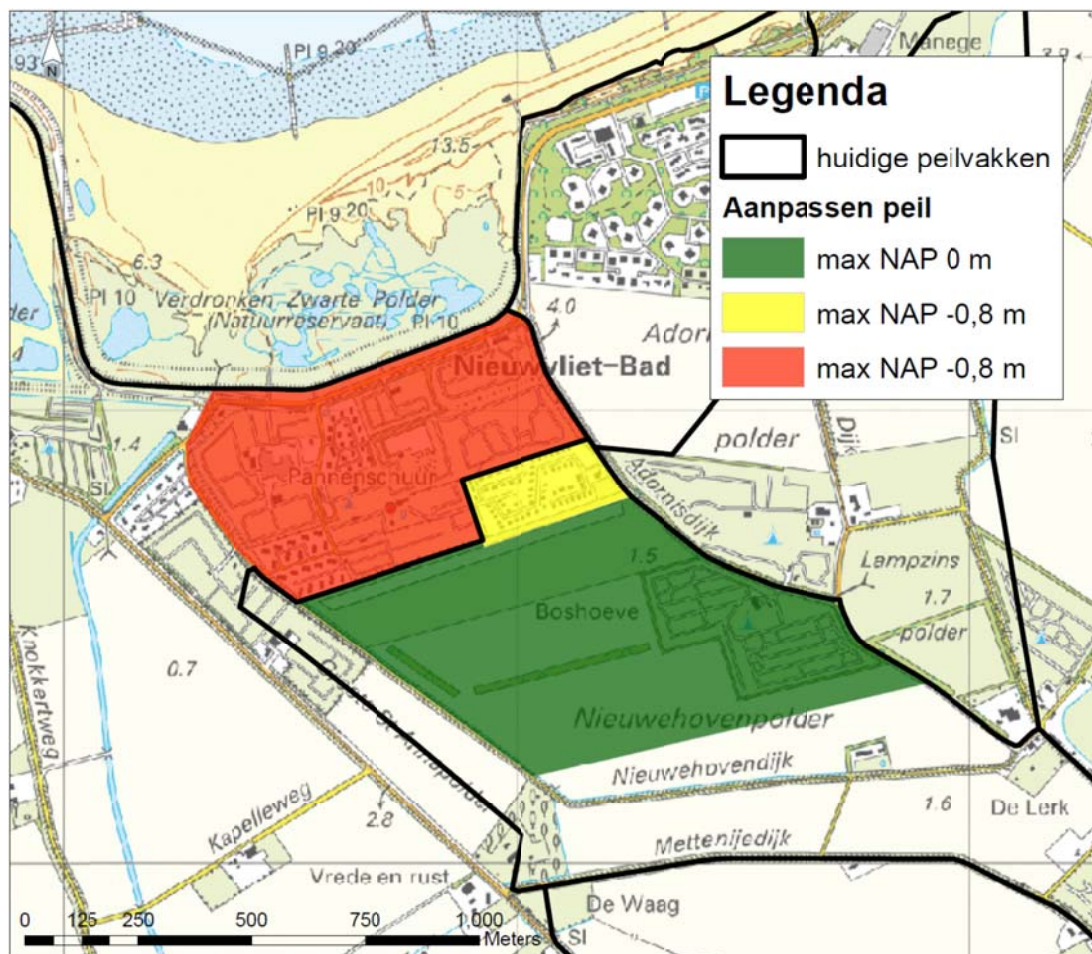
Figuur 3.2 Gebied waar peil aangepast is voor het basisalternatief.



Sturing peilbeheer

Hoe het watersysteem functioneert in de zomer en bij (piek)neerslag, hangt ook af van de sturing van de stuw. Gekozen kan worden voor een vaste stuw of een flexibele (klep)stuw. Een vaste stuw is goedkoper en eenvoudiger in het beheer. Met een klepstuw daarentegen kan het peil beter worden gereguleerd en kan de beschikbare berging volledig worden benut. Het waterschap geeft aan, vanuit het aspect beheer en onderhoud, voorkeur te hebben voor een vaste stuw. Vanuit het peilbeheer (betere benutting berging) ligt een flexibele (klep)stuw meer voor de hand.

Figuur 3.3 Gebied waar peil aangepast is voor het inrichtingsalternatief.



3.2.3 Waterberging

Het waterschap Scheldestromen hanteert als richtlijn een bergingsbehoefte van 75 mm in het plangebied, die overeenkomt met een benodigd wateroppervlak van circa 6%. Deze bergingsbehoefte is benodigd om piekneerslag te kunnen opvangen, zonder dat omliggend gebieden mee worden belast (trits vasthouden – bergen - afvoeren). Deze bergingsbehoefte komt bovenop de seizoensfluctuatie (uitzakken van peilen in de zomer en aanvulling in de winter). Indien er het percentage oppervlaktewater groter wordt, neemt de benodigde waterschijf af (en vice versa).

3.2.4 Riolering en drainage

Aangenomen wordt dat het huidige riolerings- en drainagesysteem op de bestaande campings niet wijzigt. De wijze van afvoeren van het regen- en afvalwater via een gemengd rioolstelsel op de bestaande campings blijft vooralsnog ongewijzigd (Royal Haskoning, 2004). In de civieltechnische ontwerpfase moet blijken of er aanpassingen nodig zijn aan het bestaande systeem om het extra aanbod van de nieuw te ontwikkelen recreatiewoningen te kunnen verwerken.

Voor de nieuw te ontwikkelen recreatiewoningen wordt uitgegaan dat de verharde oppervlaktes (huisjes, terrassen, etc.) worden afgekoppeld en water wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Hierbij moet rekening worden gehouden met de Beslisboom Afkoppelen (zie kader).

Daarnaast wordt er vanuit gegaan dat, om het gebied te ontwateren en te hoge grondwaterstanden te voorkomen, buisdrainage wordt gerealiseerd.

Afkoppelen en waterkwaliteit

Volgens de Beslisboom Afkoppelen kunnen schone dakoppervlakken, gevels en terrassen van de recreatiewoningen worden afgekoppeld en kan het afstromende water direct geloosd worden op de kreek. De voorkeur gaat uit naar het nemen van bronmaatregelen om verontreiniging van afstromend regenwater te voorkomen. Het gebruik van uitloogbare materialen zoals zinken en loden dakgoten, loodslabben, koper verwerkt in daken, geïmpregneerd tuinhout en bestrijdingsmiddelen moet zoveel mogelijk worden voorkomen.

Het afstromende regenwater van (licht) verontreinigde oppervlakten zoals wegen, parkeerterreinen en dient in goten te worden opgevangen en middels een bodempassage te worden afgevoerd naar de kreek. Volgens de Beslisboom Afkoppelen is voor de beoogde gebruiksfuncties in het plangebied een bodempassage (eventueel gecombineerd met een zand-/slibvang) in de meeste gevallen voldoende om het afstromende water te zuiveren. De ontwikkeling heeft daarom geen negatieve invloed op de waterkwaliteit van het omringende oppervlaktewater.

Als bronmaatregelen niet mogelijk of onvoldoende zijn, dient gebruik te worden gemaakt van voorbehandelingvoorzieningen zoals filters, slibvangputten, bezinkbassins, helofytenfilters en lamellenafscheiders voordat het afgekoppelde water wordt geloosd.

3.2.5 Structuur watersysteem

Om een goede waterkwaliteit in de watergangen te realiseren is de doorstroming van het water belangrijk. Doodlopende watergangen moeten worden voorkomen. De watergangen moeten zoveel mogelijk met elkaar worden verbonden. Als waterpartijen partijen in de vorm van (losliggende) wadi's worden uitgevoerd dienen ze via een goot- of drainagesysteem in verbinding te staan met het hoofdwatersysteem. Daarbij is het voor vissen en planten optimaal als er een variatie is in diepte van de waterpartijen.

Gedurende het jaar zal het peil in de watergangen kreken flink fluctueren. Vanuit ecologisch oogpunt is het belangrijk om diepere en ondiepere delen in de watergangen en kreken aan te leggen en wordt geadviseerd om natuurvriendelijke oevers aan te leggen.

Daarbij moet er aan gedacht worden dat droogval niet altijd een verslechtering betekent, omdat een geringe waterdiepte voor teveel opwarming van water kan zorgen, wat een nadelig effect heeft op de waterkwaliteit.

3.2.6 Grondbalans

Er is een globale grondbalans opgesteld voor de uit te voeren werkzaamheden binnen het plangebied. De algemene uitgangspunten die hierbij zijn gehanteerd zijn weergegeven in bijlage 3. Deze uitgangspunten gelden zowel voor het basisalternatief als voor het inrichtingsalternatief. Daarnaast zijn er enkele specifieke uitgangspunten voor beide alternatieven.

3.3 Aannamen (grondwater)berekeningen

In bijlage 1 (grondwatermodel) en bijlage 2 (waterbalans) is een beschrijving gegeven van de opbouw van het gebruikte grondwatermodel/spreadsheets en de aannamen die hiervoor zijn gedaan. Onderstaand zijn specifiek voor de (bestaande) watergangen en de (bestaande) drainage in het plangebied de aannamen die hiervoor zijn gedaan weergegeven. Met name over de bestaande drainage is weinig bekend, terwijl uit de berekeningen blijkt dat de drainage zeer bepalend is voor de hoogte van de grondwaterstanden.

3.3.1 Referentiesituatie

Watergangen

In de referentiesituatie is aangenomen dat alle watergangen in het plangebied een breedte hebben van 2 meter.

Drainage

Voor de huidige situatie is er aangenomen dat overal in het agrarische gebied drainage aanwezig is. De drainage ligt circa 0,75 meter onder maaiveld (op basis van veldbezoek). Aangezien de aanwezige drainage minimaal 15 jaar oud is, is aangenomen dat de drainageweerstand relatief hoog is: 100 dagen. Ter plaatse van de bestaande campings is, op basis van het veldbezoek, aangenomen dat de drainageafstand ongeveer 20 meter is. De drainageweerstand ter plaatse van deze gebieden is daarom lager aangenomen: 25 dagen. Voor het buitendijkse natuurgebied Zwarte Polder is geen drainage aangenomen.

3.3.2 Basisalternatief

Watergangen

In het basisalternatief heeft de watergang langs de zuidwestkant van het plangebied een breedte van 15 meter. De overige watergangen hebben een breedte van 7 meter. In verband met het eventueel droogvallen van watergangen is in het basisalternatief er vanuit gegaan dat de watergangen tot circa 2,5 meter onder het maaiveld worden uitgegraven. De bodemhoogte komt hiermee op circa NAP -1,10 meter.

Drainage

Voor het basisalternatief is de bestaande situatie wat betreft aanwezige (buis)drainage niet gewijzigd (zowel binnen de bestaande recreatiegebieden als binnen de agrarische gebieden). Gerekend is dus met de drainageweerstand zoals genoemd onder de referentiesituatie.

3.3.3 Inrichtingsalternatief

Watergangen

In het inrichtingsalternatief heeft de watergang langs de zuidwestkant van het plangebied (zuidelijke peilgebied) een breedte van 40 meter. De watergang langs de noordwestkant van het plangebied (noordelijke peilgebied) een breedte van 5 meter. De overige watergangen hebben een breedte van 2 meter. Het idee hierachter is dat de grote watergangen langs de westzijde vooral een waterbergende functie hebben en de overige watergangen vooral een waterafvoerende functie. Dit komt ook tot uitdrukking in de aangehouden bodemhoogten: voor de bredere watergangen langs de westzijde (noordelijke en zuidelijke peilgebied) is uitgegaan van een bodemhoogte van NAP -1,5 m (bij een waterdiepte van 1,5 m en een peil van NAP 0 m); voor de smallere watergangen is uitgegaan van een bodemhoogte van NAP -0,7 meter. De smallere watergangen zullen hierdoor sneller droogvallen terwijl de diepere watergangen aan de westkant juist langer watervoerend zullen zijn.

Drainage

In het inrichtingsalternatief is de drainage aangepast om te voldoen aan de minimale ontwateringsdiepte. Aangenomen is dat overal waar het plangebied wordt heringericht nieuwe drainage wordt aangelegd. Daar waar nieuwe drainage wordt voorgesteld, wordt aangenomen dat deze drainage dieper wordt aangelegd dan in de huidige situatie (circa 10 cm boven maximum oppervlaktewaterpeil, dit is circa 0,9 tot 1,6 meter beneden maaiveld) en intensiever (drainafstand 10 à 15 meter). De bijbehorende drainageweerstand zijn geschat op 20 dagen. Ter plaatse van de huidige campings die heringericht worden, wordt de drainage op de huidige diepte (0,75 meter beneden maaiveld) aangelegd om ongewenste verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van het natuurgebied de Verdrongen Zwarte Polder te voorkomen.

3.4 Samenvatting ontwerpcriteria

Navolgend zijn alle ontwerpcriteria voor de verschillende aspecten van het watersysteem) samengevat. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen eisen en aanbevelingen.

Eisen

- Afvoer niet meer dan 10 mm/dag.
- Bergingsbehoefte 75 mm (ca. 6% open water).
- Drooglegging 1,10 meter.
- Ontwateringsdiepte 0,70 meter.
- Talud minimaal 1:2.
- Aan- en afvoer van de te graven watergangen moet gegarandeerd zijn.
- Rekening houden met de eisen voor beheer en onderhoud volgens uit de Keur.

Aanbevelingen

- Doodlopende watergangen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.
- Natuurvriendelijke oevers.
- Paden, wegen en parkeerterreinen dienen via een bodempassage te lozen op de watergangen.
- Daken/gevels van recreatiewoningen kunnen rechtstreeks worden afgekoppeld op de kreken en dienen geen uitlopende materialen te bevatten.
- Er wordt gestreefd naar een gesloten grondbalans.

4 REFERENTIESITUATIE

In dit hoofdstuk worden de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen van het studiegebied beschreven. Deze vormen de referentiesituatie. De effecten van de alternatieven worden in hoofdstuk 6 beschreven ten opzichte van deze referentiesituatie.

De huidige situatie wordt beschreven aan de hand van de volgende onderwerpen: grondgebruik, maaiveldhoogte, bodemopbouw, geohydrologie, oppervlaktewater-systeem, waterberging, riolering, drainage, waterkwaliteit en natuur. In de huidige situatie zijn een aantal knelpunten in het watersysteem aanwezig. Deze worden kort benoemd.

Onder de autonome ontwikkelingen wordt de ontwikkeling in de huidige situatie bij het ingezette en/of voorgenomen/vastgestelde beleid verstaan. Het initiatief dat aanleiding vormt voor het opstellen van het MER behoort niet tot de autonome ontwikkeling.

4.1 Plangebied

Het plangebied van Kustwerk Nieuwvliet is reeds weergegeven in figuur 2.1. In deze studie worden de effecten onderzocht die verband houden met het Plan Kustwerk. De omvang van het beïnvloede gebied kan zich in principe tot buiten het plangebied van de uitbreiding uitstrekken.

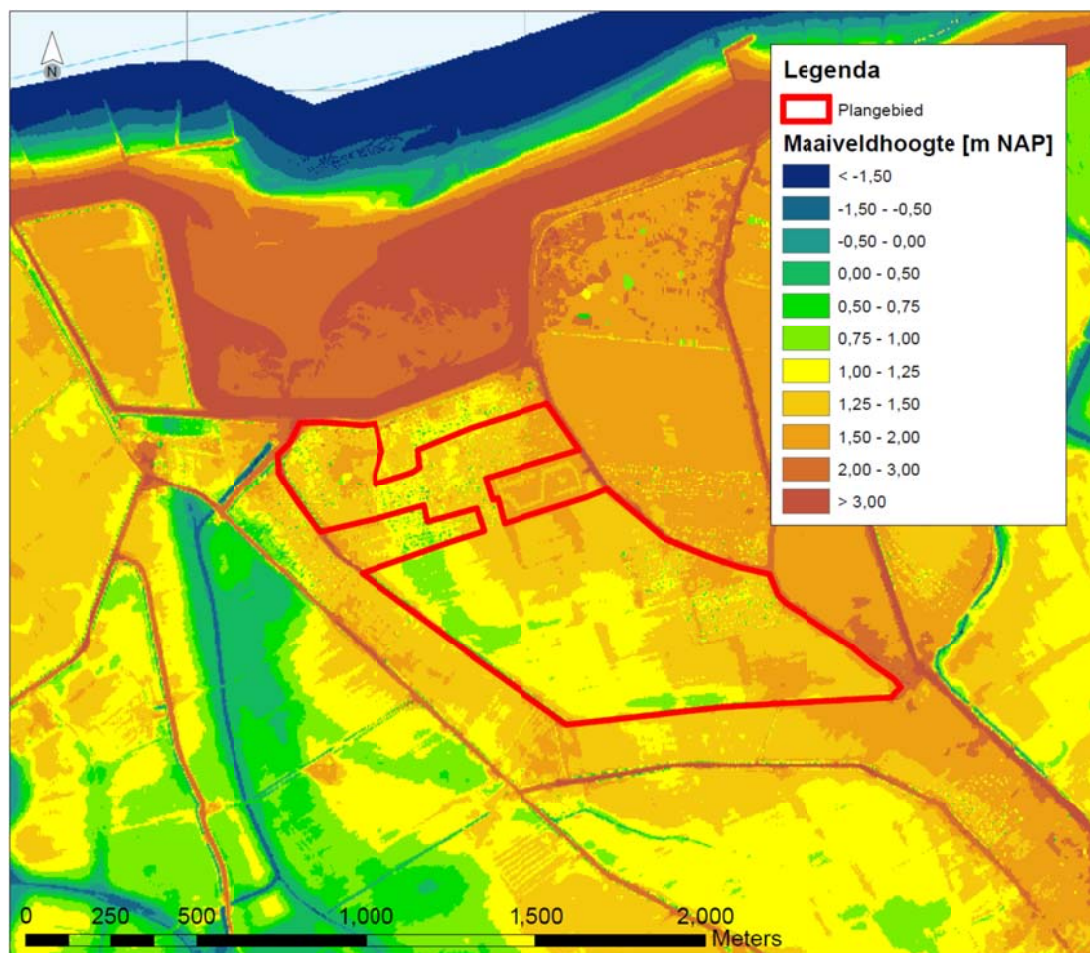
4.2 Grondgebruik

Het plangebied is momenteel grotendeels in agrarisch of recreatief gebruik. Het grondgebruik in de omgeving van het plangebied is voornamelijk agrarisch. Ten noorden bevinden zich de natuurgebieden Verdrongen Zwarte Polder en de Herdijkte Zwarte Polder.

4.3 Maaiveldhoogte

In figuur 4.1 is de maaiveldhoogte weergegeven. In het plangebied ligt de maaiveldhoogte tussen circa NAP +1,0 meter en NAP +1,7 meter met een gemiddelde van circa NAP +1,4 meter. De meest zuidwestelijke zijde van het plangebied is het meest laaggelegen.

Figuur 4.1 Maaiveldhoogte



4.4 Bodemopbouw

De bodem bestaat uit kalkrijke poldervaaggronden (zavel/lichte zavel). In de loop van de tijd hebben afwisselend inpolderingen, overstromingen en dijkdoorbraken het huidige plangebied gevormd. De locatie van het huidige dorp Nieuwvliet vormde min of meer de grens tussen het Eiland van Cadzand en het 'Oudtland van Groede en Breskens'. Geleidelijk aan zijn de stroomgeulen, die de verschillende eilanden van elkaar scheidden, ingepolderd.

De Nieuwehopenpolder is een ingepolderd deel van het Eiland van Cadzand in het hart van de vroegere scheidende stroomgeul. Het grootste deel van de Nieuwehopenpolder bestaat uit lichte schorren. Hier komt lichte zavel voor. In het centrale deel van de polder bevindt zich een plaat. De bodem bestaat uit zavel. In figuur 4.2 is de ligging van geulen in de bodem weergegeven.

Figuur 4.2 Geulen (bron: Compendium voor de leefomgeving)



In tabel 4.1 is de regionale bodemopbouw weergegeven. De gegevens zijn ontleend aan de REGIS II database (TNO-NITG, 2009).

Tabel 4.1 Schematisatie geologische opbouw

Globale diepte (m +NAP)	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)		Samenstelling
0 tot -2	Holocene afzettingen.	Deklaag (Formatie van Naaldwijk)	Klei
-2 tot -25		Eerste watervoerend pakket (Formatie van Naaldwijk)	Matig fijn en fijn zand, zandige klei en kleig zand
-25 tot -40	Scheidende laag (Formatie van Tongeren, Laagpakket van Zelzate, Laag van Watervliet Klei 1)		Klei, fijne zanden
-40 tot -43 (niet overall aanwezig)	Watervoerend pakket (Formatie van Tongeren, Zand 2)		Zeer fijne tot matig fijne zanden
-40/43 tot -80	Scheidende laag (Formatie van Dongen, Laagpakket van Asse Klei 1)		Klei, fijne zanden

De Holocene afzettingen bestaan uit de Formatie van Naaldwijk. Deze afzettingen bestaan uit klei en matig fijne tot uiterst fijne zanden. Uit lokale boringen (B48C0422, B48C0423, B48C0424, B48C0426, B48C0310) blijkt dat de bodemopbouw bestaat uit een kleilaag met een dikte tussen circa 0,5 en 2 meter. Hieronder bevindt zich het eerste watervoerend pakket tot een diepte van circa 27 meter onder maaiveld met hieronder fijn zand. Dieper wordt het zand minder fijn. Ook bevinden zich zandige kleilagen in het watervoerende pakket.

Onder de Holocene afzettingen bevindt zich de scheidende laag (Formatie van Tongeren, laagpakket van Zelzate, Laag van Watervliet Klei 1), deze laag heeft een zeer grote weerstand (50.000-100.000 dagen). Onder deze scheidende laag bevindt zich een dunne watervoerende laag (Formatie van Tongeren, Zand 2). Niet overal is deze laag aanwezig. Hieronder bevindt zich weer een scheidende laag (Formatie van Dongen Klei 1), ook deze scheidende laag heeft een grote weerstand (400.000-600.000 dagen). Gelet op de zeer grote weerstand van deze laag en de focus van het hydrologische onderzoek (ingrepen in het freatische systeem) kan deze scheidende laag als hydrologische basis worden aangehouden voor deze studie.

4.5 Grondwater

Algemeen

In het plangebied zijn geen grondwatermeetpunten aanwezig. In de omgeving van het plangebied zijn wel grondwatermeetpunten beschikbaar. Genoemde grondwaterpunten zijn gebruikt voor de ijking van het grondwatermodel (bijlage 1).

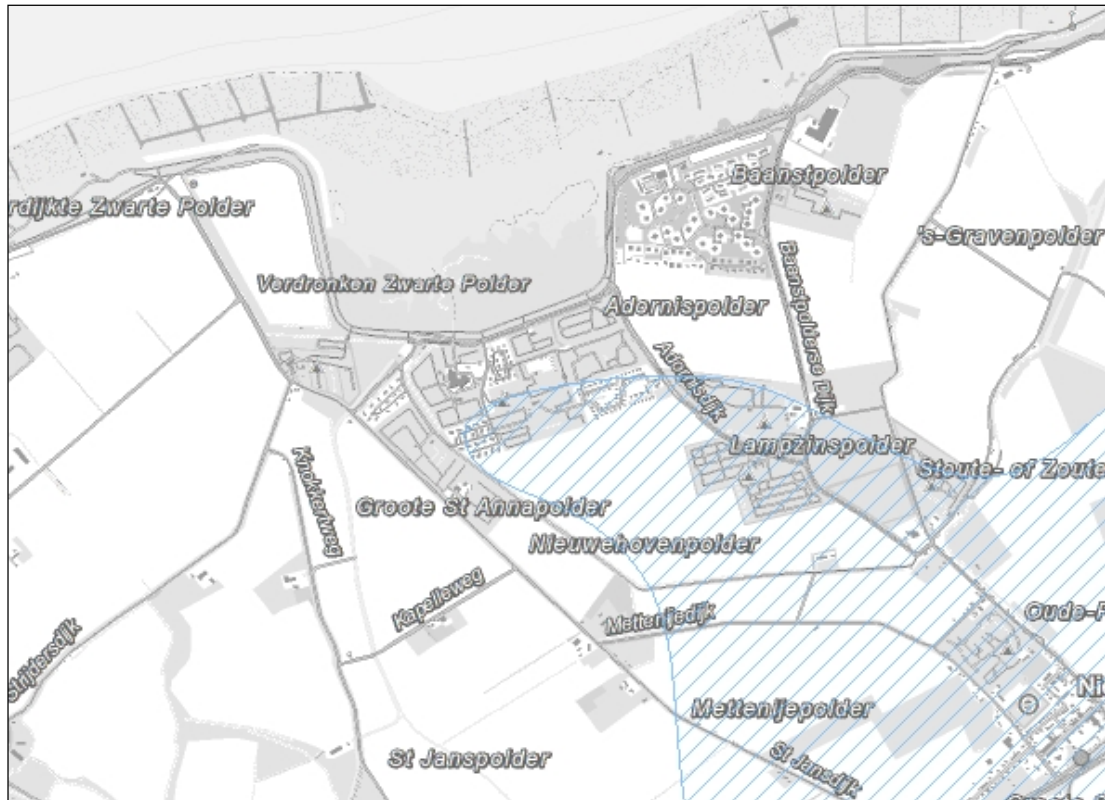
Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland en de gemeten stijghoogtes wordt geconcludeerd dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket zich bevindt tussen circa NAP +0,5 meter en NAP -0,5 meter. In de duinen vindt waarschijnlijk infiltratie plaats terwijl er in de polders kwel optreedt. Langs de randen van de duinen zal dit zoete kwel zijn, verder landinwaarts zal de kwel brak zijn. Meetgegevens hierover (kwaliteitsgegevens) zijn echter niet voorhanden bij het waterschap.

Er zijn geen grondwateronttrekkingen in de directe omgeving van het plangebied aanwezig.

In figuur 4.3 zijn zoetwatervoorkomens weergegeven. Hieruit blijkt dat in een groot deel van het plangebied in de ondergrond zoetwater aanwezig is. Dit kan worden verklaard uit het feit dat het gebied wat hoger ligt dan de omgeving, zodat zich hier in de loop van de tijd een zoetwaterbel heeft kunnen vormen.

Het zoetwatervoorkomen in de ondergrond kan consequenties hebben bij grondwaterbemalingen. In de praktijk zal er geen – of hoogstens tijdens de aanleg – grondwater bemalen worden. Mocht dit het geval zijn dan is hiervoor een vergunning benodigd bij het waterschap als bevoegd gezag.

Figuur 4.3 Zoetwatervoorkomens (blauw gearceerd) (Bron: Provincie Zeeland)



Berekende grondwaterstanden referentiesituatie (modelresultaten)

Aan de hand van het grondwatermodel (bijlage 1) is de huidige grondwatersituatie (referentiesituatie) berekend. Bij de controle (ijking) van dit model is zoveel als mogelijk gebruik gemaakt van de hiervoor genoemde beschikbare gegevens en kennis van het gebied. Daarnaast is ook gebruik gemaakt van de oppervlaktewatergegevens (zoals peilen) die navolgend nog besproken worden.

Met het model is een inschatting gemaakt van de optredende hoogste grondwaterstanden in de huidige situatie³. Deze berekende referentiesituatie wordt in hoofdstuk 5 gebruikt als basis voor het berekenen van de veranderingen in grondwaterstanden als gevolg van de effecten van het basisalternatief en inrichtingsalternatief.

³ Hiervoor zijn een aantal aanpassingen aan het model gedaan ten opzichte van een gemiddelde huidige situatie. De calibratie van het model (bijlage 1) is wel uitgevoerd voor de gemiddelde huidige situatie.

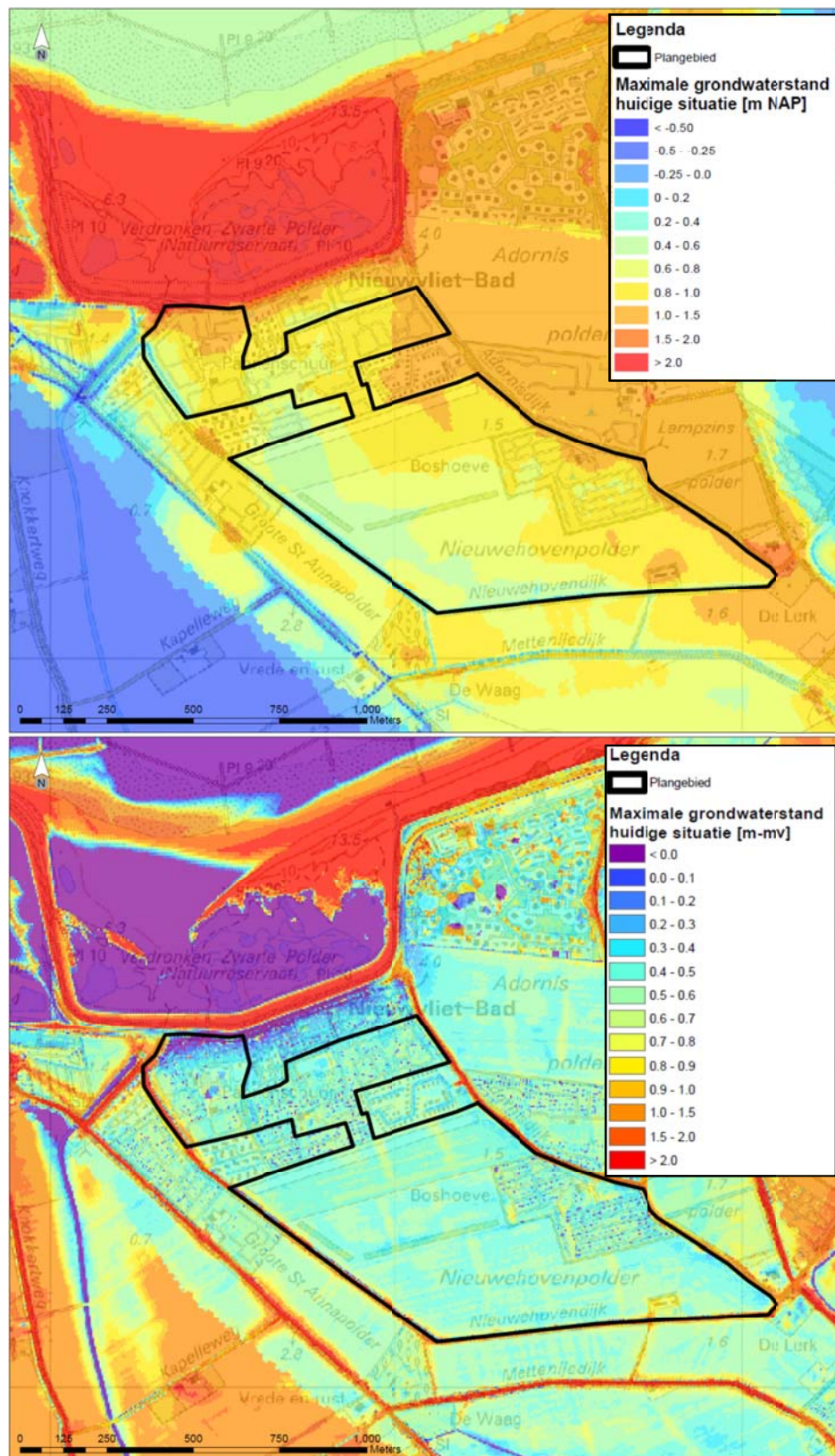
Daarbij zijn de volgende twee punten van belang:

- De hoogste grondwaterstanden zullen optreden bij de hoogste oppervlaktewaterpeilen in combinatie met veel neerslag. Daarom is het model stationair doorgerekend waarbij de oppervlaktepeilen zijn ingesteld op de huidige zomerpeilen (in plaats van het gemiddelde van het zomer- en winterpeil).
- De neerslag die in het model is gebruikt gaat uit van 2,5 mm/dag (in plaats van 2 mm/dag = jaargemiddelde neerslag). Dit is gebaseerd op een de langjarig (1981-2010) gemiddelde neerslagsom in augustus (75-80 mm). In augustus is de maandelijkse neerslag gemiddelde het grootst in de omgeving van het plangebied. De hoeveelheid neerslag per dag kan in augustus veel groter zijn dan 2,5 mm, maar omdat het model stationair wordt doorgerekend is een grotere waarde niet realistisch.
- De verdamping is ingesteld op 0 mm, aangezien er weinig verdamping zal zijn tijdens een periode met hevige regenval.

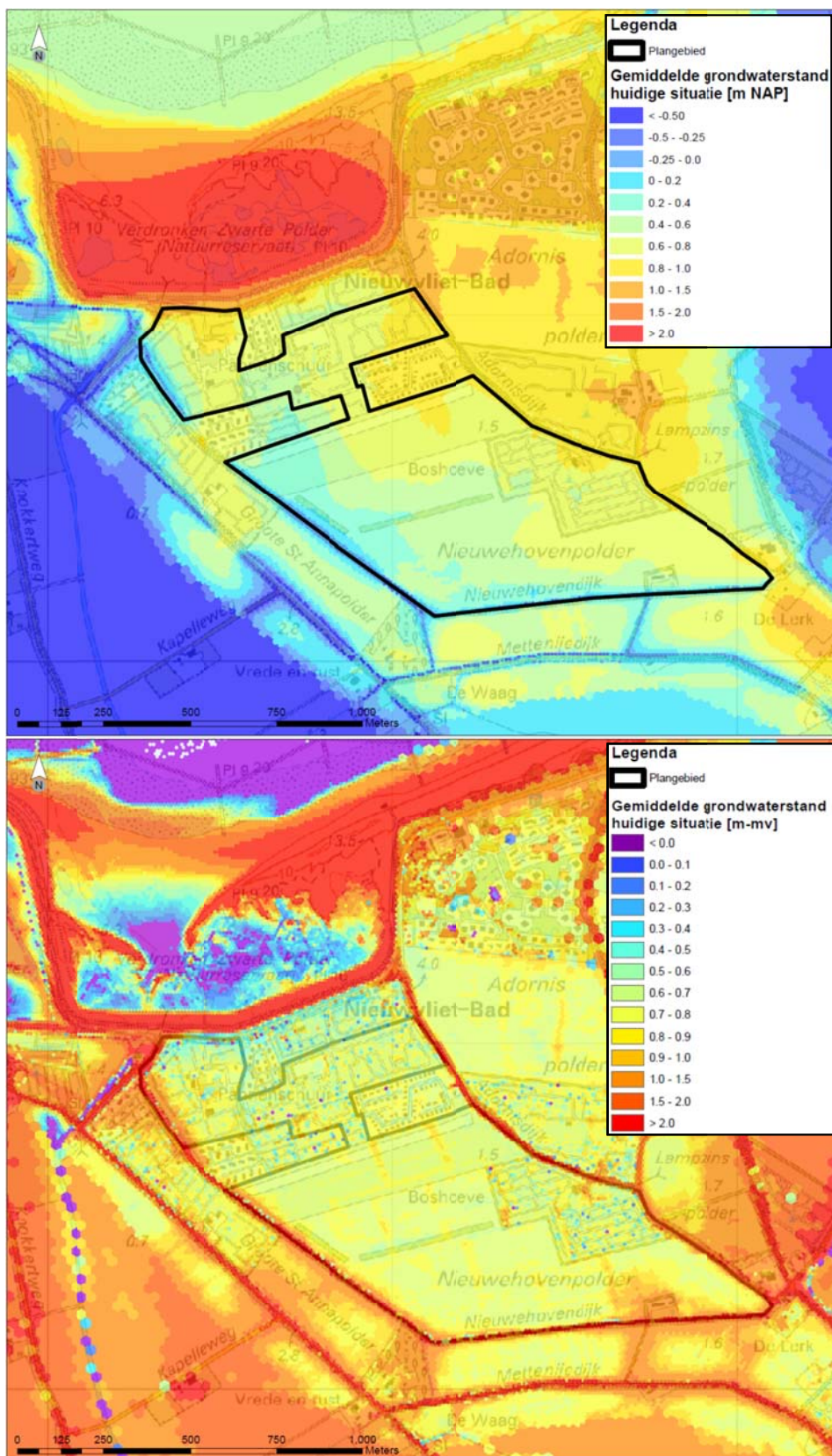
In figuur 4.4 is een aantal berekeningsresultaten weergegeven van de referentiesituatie, te weten de inschatting van de hoogste grondwaterstanden (4.4a) in meter t.o.v. NAP (boven) en in meter t.o.v. maaiveld (onder) alsmede de inschatting van de berekende gemiddelde grondwaterstanden (4.4b), eveneens onderscheiden in meter t.o.v. NAP (boven) en meter t.o.v. maaiveld (onder).

De hoogste grondwaterstanden worden aangetroffen langs de oostzijde van het plangebied, de laagste waterstanden langs de westzijde. Ook duidelijk zichtbaar zijn de hogere grondwaterstanden in het duingebied ten noorden van het plangebied. Wat betreft de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld (overeenkomend met ontwateringsdiepte) wordt geconcludeerd dat een groot deel van het gebied in de referentiesituatie met hoogste grondwaterstanden niet voldoet aan de, door het waterschap gestelde criteria wat betreft ontwateringsdiepte voor de aanleg van het recreatiepark. De berekende ontwateringsdiepten variëren in dit geval tussen overwegend tussen 0,4 en 0,7 meter beneden maaiveld. Voor de gemiddelde situatie is overwegend wel sprake van ontwateringsdiepten groter dan 0,7 meter beneden maaiveld.

Figuur 4.4a Berekende hoogste grondwaterstanden referentiesituatie (boven: in m t.o.v. NAP; onder: in m t.o.v. maaiveld)



Figuur 4.4b Berekende gemiddelde grondwaterstanden referentiesituatie (in m t.o.v. NAP)

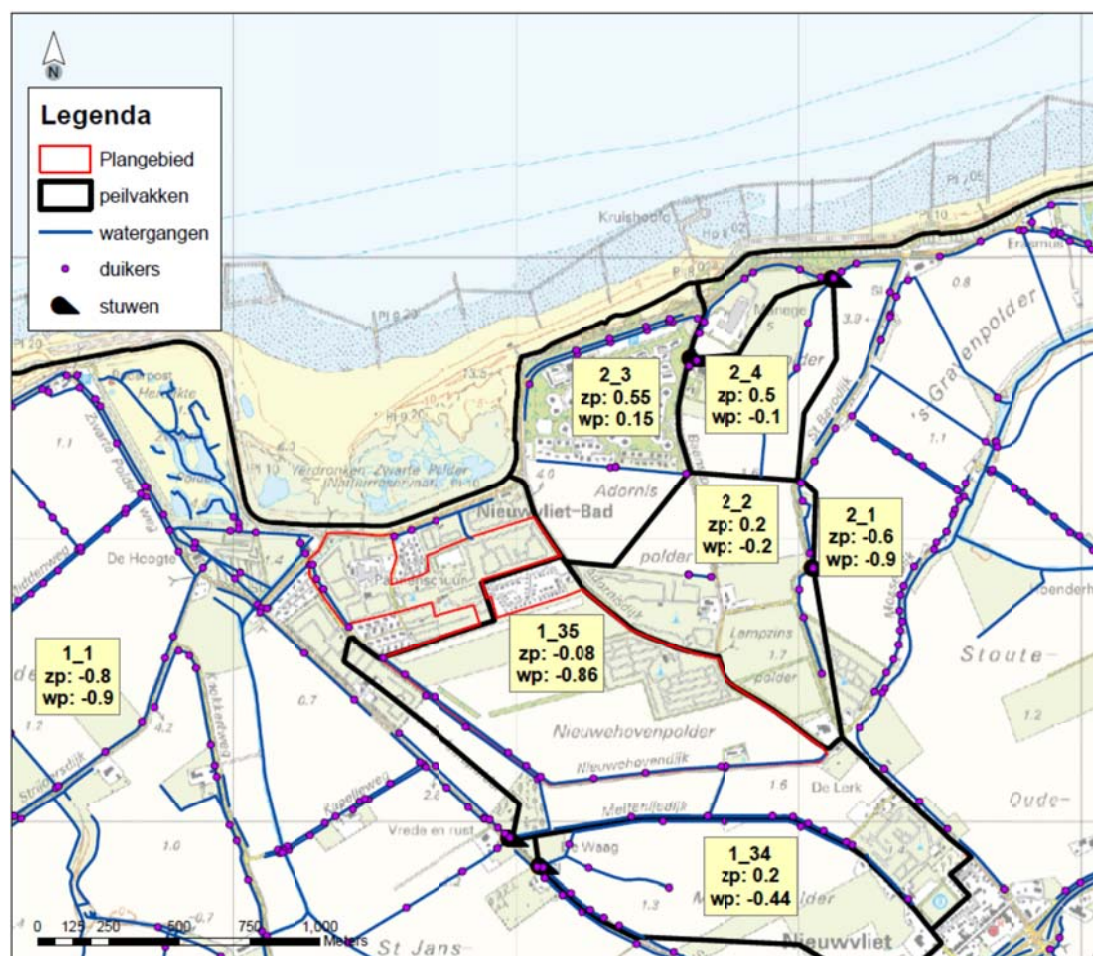


4.6 Oppervlaktewatersysteem

Peilgebieden

Het plangebied ligt in de Nieuwehavenpolder (figuur 4.5). Het plangebied ligt in twee peilvakken. Het noordelijke deel van het plangebied (met daarin de camping Pannenschuur en Hof ter Willegen) ligt in peilvak 1_1 met een zomerpeil van NAP -0,8 meter en een winterpeil van NAP -0,9 meter. Het zuidelijk deel van het plangebied ligt in peilvak 1_35 met een zomerpeil van NAP -0,08 meter en een winterpeil van NAP -0,86 meter.

Figuur 4.5 Watersysteem (peilen in meter NAP)



Afvoer- en aanvoer

De Nieuwehavenpolder watert af richting Cadzand, dit gebeurt in zuidelijke richting via een duiker en een stuw. De Nieuwehavenpolder ontvangt geen water vanuit andere polders (geen inlaat). Oorspronkelijk waterde het systeem af in de omgekeerde richting, op zee. Doordat het watersysteem is omgedraaid, watert het systeem nu niet meer in een logische richting af (van hoog naar laag), maar omgekeerd⁴. Dit bemoeilijkt de afwatering.

⁴ Verslag 1^e wateroverleg Kustwerk Nieuwvliet (10-12-2009) en verslag vergadering watertoets Kustwerk Nieuwvliet (13-02-2007).

Tijdens het onderzoek naar wateroverlast ter plaatse van camping De Pannenschuur (Royal Haskoning, 2006) na hevige regenval in de zomer van 2005, is gebleken dat sloten op het terrein van de camping dichtgegroeid waren. Door het dempen van watergangen en het laten dichtgroeien ervan is de afwatering op het terrein niet goed en treedt er wateroverlast op. Daarnaast zijn er enkele lange duikers aanwezig. Deze duikers beperken de afvoermogelijkheden.

Slechts een deel van de aanwezige watergangen is (continu) watervoerend. Een aantal watergangen is alleen watervoerend in tijden van hoge grondwaterstanden/afvoeren. In de zomerperiode staan deze watergangen droog (greppels). Dit geldt vooral voor de watergangen in het noordelijke gedeelte van het plangebied.

4.7 Riolering

Ter plaatse van De Pannenschuur is een gescheiden rioolstelsel aanwezig, op het terrein van de Boshoeve een gemengd riool.

4.8 Drainage

Over de aanwezige drainage zijn weinig gegevens beschikbaar, behalve dat de drainage minimaal 15 jaar oud is en de mate van onderhoud minimaal. De functionaliteit van de drainage is daardoor beperkt. Hierdoor wordt het grondwater niet goed afgevoerd en kunnen hoge grondwaterstanden optreden. Het gedraineerde grondwater wordt deels via het riool afgevoerd. Het is niet bekend waar precies drainage aanwezig is.

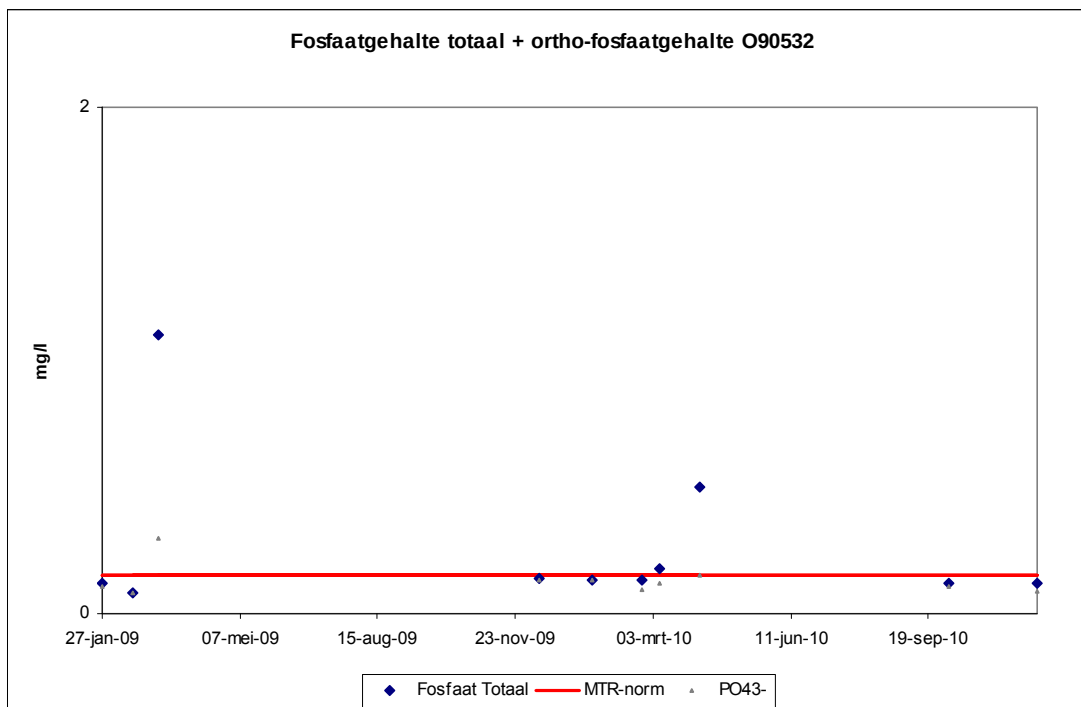
De bovenste laag van de bodem bestaat uit een kleilaag. Van delen van het gebied is bekend dat bij hevige regenval de bodem dichtslaat. De neerslag kan niet infiltreren en zal over het maaiveld naar de watergangen worden afgevoerd. Dit kan worden ervaren als 'grondwateroverlast' maar is feitelijk een afvoerprobleem aan maaiveld.

4.9 Waterkwaliteit

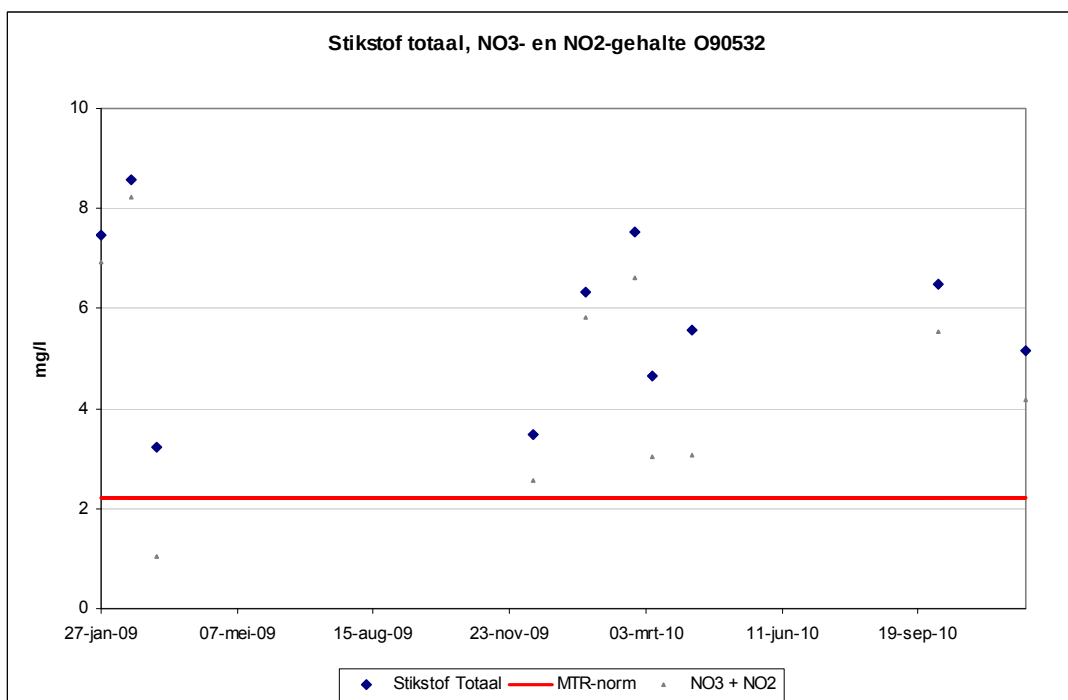
Binnen het plangebied zijn geen gegevens beschikbaar over de huidige grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Voor de beschrijving van de waterkwaliteit is gebruik gemaakt van meetgegevens buiten het plangebied die zijn aangeleverd door Waterschap Scheldestromen. Het betreft meetpunt O90532 in het peilgebied ten oosten van plangebied met een vergelijkbare agrarische functie. Dit meetpunt wordt representatief verondersteld voor het plangebied.

Het fosfaatgehalte (totaal P) ligt voor de watergangen binnen het plangebied gemiddeld op 0,30 mg/l P-totaal (een factor 2 boven de MTR-waarde van 0,15 mg/l). Zie figuur 4.6a. Het stikstofgehalte (totaal N) ligt gemiddeld op 5,8 mg/l N-totaal. Dit betekent dat in de huidige situatie het stikstofgehalte ruim een factor 2 boven de MTR-waarde (2,2 mg/l) ligt.

Figuur 4.6a Fosfaatgehalte (mg/l) huidige situatie



Figuur 4.6b Stikstofgehalte (mg/l) huidige situatie



De hoge stikstof-en fosfaatgehalte liggen in het feit dat in en rondom het plangebied percelen met landbouwgrond aanwezig zijn. De gronden zijn in de loop der jaren bijgemest waardoor de bodem is opgeladen met nutriënten. Het drainagewater voert daardoor nutriënten af richting de watergangen.

Naast het nutriëntrijke karakter kent het oppervlaktewater eveneens een licht brak tot brak karakter, dit komt vooral door menging van zout kwelwater met zoet regenwater. Het chloride-gehalte van oppervlaktewater binnen het plangebied is op basis van de geleidbaarheid geschat op circa 700 mg/l. Mogelijk is het werkelijke chloridegehalte binnen het plangebied lager door de aanwezigheid van zoetwater voorkomens (figuur 4.3).

4.10 Natuur

Nabij het plangebied zijn de Verdrongen Zwarte Polder en de Herdijkte Zwarte Polder gelegen. Beide gebieden maken deel uit van het Natura2000-gebied Westerschelde – Saeftinge (figuur 4.7).

De Natura 2000-gebieden 't Zwin en de Kievittepolder, Voordelta en Grootte Gat zijn op grotere afstand gelegen, buiten het hydrologische invloedsgebied van het Plan Kustwerk. Deze gebieden zijn daarom niet bij het opstellen van het MER betrokken en worden daarom ook niet meegenomen in dit rapport.

Figuur 4.7 Natura2000-gebied Westerschelde en Saeftinghe en daarbinnen de Herdijkte Zwarte Polder en Verdrongen Zwarte Polder (Bron: Waterschap Scheldestromen).





4.11 Autonome ontwikkelingen

Rondom de Nieuwehovenpolder worden momenteel meerdere initiatieven met betrekking tot de revitalisatie en opwaardering van bestaande verblijfsrecreatieve terreinen ontwikkeld. Het gaat concreet om de volgende initiatieven:

- Baanstpolder: Dit betreft een nieuwe verblijfsrecreatieve ontwikkeling bestaande uit de bouw van 165 recreatiewoningen. Het bestemmingsplan hiervoor is vastgesteld en het project is in uitvoering.
- Lampzinspolder: Dit is de ontwikkeling van een nieuw verblijfsrecreatief terrein met recreatiewoningen en kampeerplaatsen. Hiervoor is nog geen bestemmingsplan vastgesteld.

In deze studie wordt er van uit gegaan dat deze ontwikkelingen geen invloed hebben op het watersysteem van het plangebied, vanuit de gedachte dat elk gebied 'zijn eigen broek' dient op te houden.



5 RESULTATEN ONDERZOEK ALTERNATIEVEN

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen met het grondwatermodel, water- en grondbalansberekeningen weergegeven. Voor een beschrijving van de achtergronden bij de uitgevoerde berekeningen wordt verwezen naar bijlage 1, 2 en 3.

Grondwatermodel

Met het grondwatermodel is getoetst of bij de verschillende alternatieven geen extra vernatting (hoger dan huidige grondwaterstanden) optreedt en of wordt voldaan aan de eisen voor de ontwateringsdiepte en drooglegging. Ook zijn de effecten op het grondwater in de nabijheid van nieuw aan te leggen watergangen nader bekeken, dit mede in verband met eventuele (te grote) grondwaterstandsverlagingen. Dit hoofdstuk beperkt zich tot het beschrijven van de berekeningsresultaten van het basis- en inrichtingsalternatief. De berekeningsresultaten van de referentiesituatie zijn al beschreven als onderdeel van paragraaf 4.5.

Waterbalans

Met een waterbalans is de mate van peilfluctuatie bepaald. Hieruit is afgeleid in welke mate de watergangen voldoende watervoerend zullen zijn. Ook is er getoetst of er wordt voldaan aan de eisen voor waterafvoer en waterberging. Daarnaast is specifiek rekening gehouden met drainage. Het gebruikte model is een zogenaamd bakjesmodel, waar per tijdstap de grondwaterstand en oppervlaktewaterpeil wordt bepaald op basis van onder andere (zie verder bijlage 2):

- het oppervlak aan oppervlaktewater, land (verhard en onverhard);
- tijdreeksen voor neerslag en verdamping;
- afkoppeling van de neerslag (naar riolering of naar oppervlaktewater);
- en de kwel-/wegzijging naar het diepere grondwater.

Grondbalans

In bijlage 3 zijn de uitgangspunten voor de grondbalansberekeningen gepresenteerd. Enerzijds is gekeken naar de hoeveelheid grond (onderscheiden naar zand en klei) die vrijkomt bij het ontgraven van de watergangen. Anderzijds is gekeken naar de benodigde hoeveelheid grond (zand) voor de aanleg van de wegen (basisalternatief) alsmede de 'duinrug' (inrichtingsalternatief). De hierbij gehanteerde uitgangspunten en berekeningsresultaten zijn gepresenteerd in bijlage 3.

5.2 Grondwatermodel

5.2.1 Basisalternatief

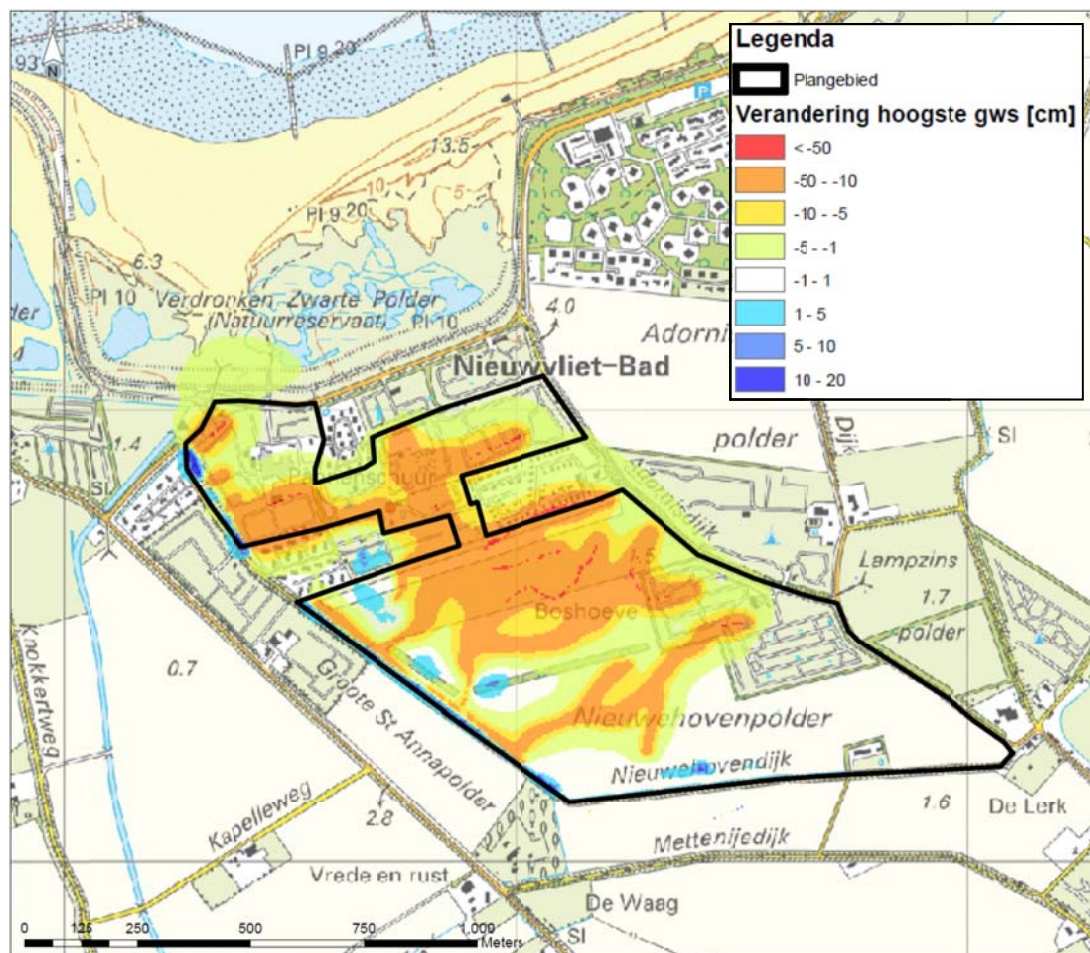
Op basis van uitgevoerde berekeningen is in het basisalternatief gekozen voor een maximaal te hanteren oppervlaktewaterpeil (streefpeil) van NAP + 0,25 meter. Bij een hoger peil treedt er vernatting op.

In de figuren 5.1a tot en met 5.1d zijn de volgende berekeningsresultaten gepresenteerd:

- Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. referentie, *wintersituatie* (5.1a).
- Verandering freatische grondwaterstand t.o.v. referentie, *jaargemiddelde situatie* (5.1b).
- Ontwateringsdiepte, *wintersituatie* (5.1c).
- Drooglegging uitgaande van streefpeil basisalternatief van NAP +0,25 meter (5.1d).

Per figuur wordt een korte beschrijving gegeven van de berekeningsresultaten. De doorvertaling van de berekeningsresultaten naar de effecten voor de omgeving komt aan bod in hoofdstuk 6.

Figuur 5.1a Effect basisalternatief op freatische grondwaterstand, *wintersituatie* (verandering in cm ten opzichte van referentiesituatie)



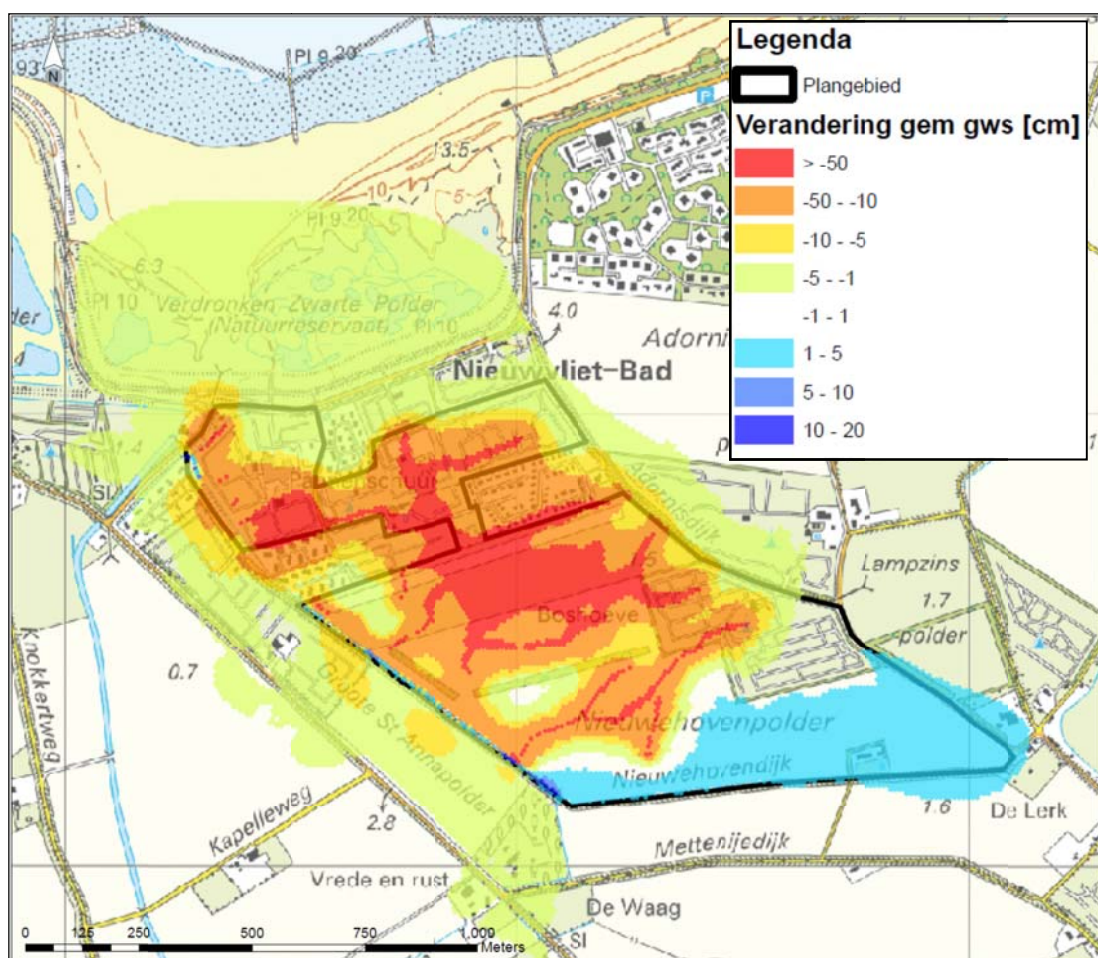
Toelichting bij figuur 5.1a: Effecten freatische grondwaterstand, wintersituatie

Vrijwel overal worden lagere grondwaterstanden berekend dan in de referentiesituatie. Ondanks het feit dat het streefpeil in het basisalternatief hoger komt te liggen dan in de referentiesituatie zorgt de aanwezigheid van meer (drainerend) oppervlaktewater netto voor lagere grondwaterstanden.

Direct naast de watergangen wordt tot 50 cm lagere grondwaterstanden berekend. Midden tussen de watergangen bedragen de veranderingen in de grondwaterstand minder dan 5 cm. Buiten het plangebied zijn de veranderingen in de grondwaterstand hooguit minder dan 5 cm.

Op enkele plaatsen wordt een verhoging van de grondwaterstanden berekend. Dit heeft een modeltechnische reden. In werkelijkheid zullen de grondwaterstand hier niet veranderen.

Figuur 5.1b Effecten basisalternatief op freatische grondwaterstand, *jaargemiddelde situatie* (verandering in cm ten opzichte van referentiesituatie)

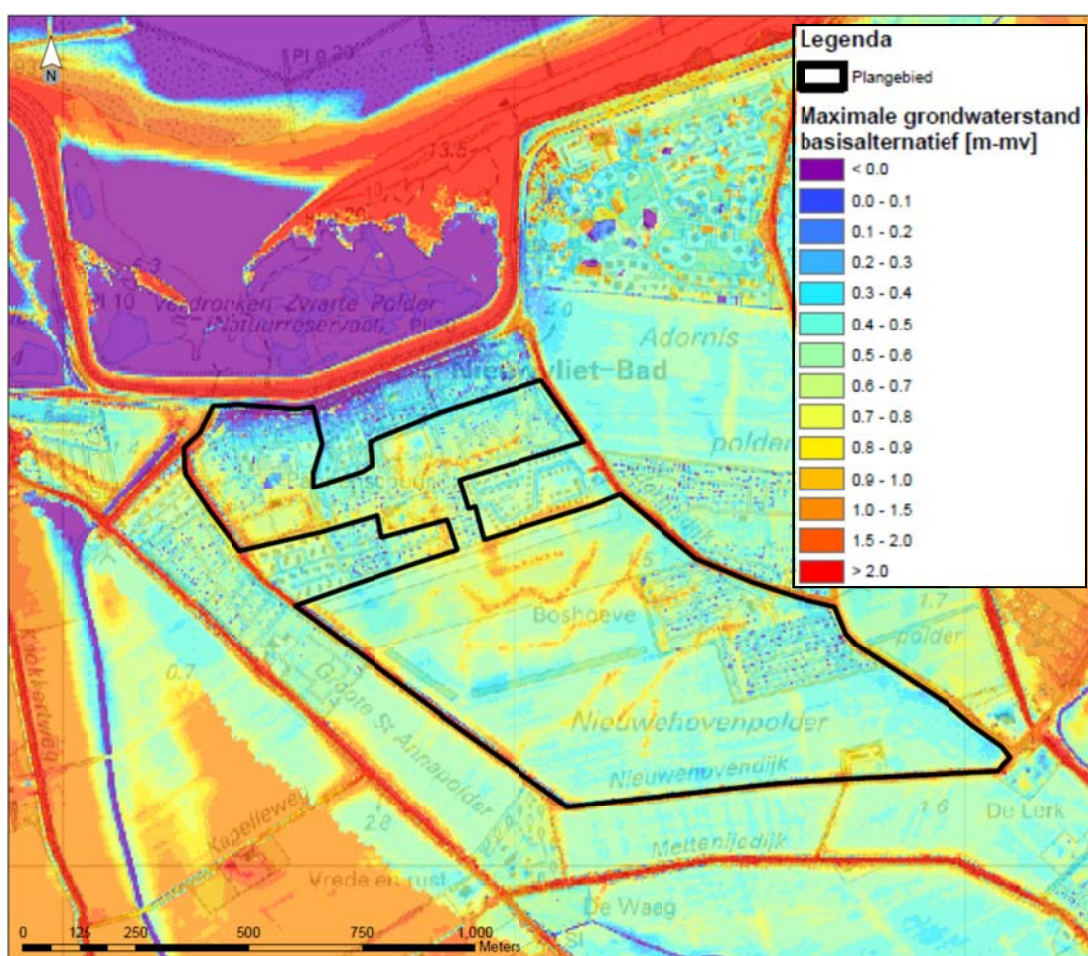


Toelichting bij figuur 5.1b: Effecten freatische grondwaterstand, jaargemiddelde situatie
Het patroon van de verlaging in een gemiddelde situatie is vergelijkbaar met de wintersituatie (figuur 5.1a). De verlagingen zijn echter groter; met in een vrij groot gebied verlagingen van meer dan 50 cm. Dit heeft te maken met het feit dat de drainerende werking van de nieuwe watergangen in de zomerperiode naar verhouding meer doorwerkt in de omgeving van de watergangen, doordat de grondwateraanvulling veel minder is dan in de winterperiode.

De berekeningen zijn stationair uitgevoerd waarbij als oppervlaktewaterpeil gerekend is met het gemiddelde peil dat volgt uit de waterbalansberekeningen (NAP -0,25 meter, zie paragraaf 5.3). In de praktijk zal het oppervlaktewaterpeil (en daarmee samenhangend het grondwaterpeil) gedurende de zomer geleidelijk aan wegzakken. Aan het eind van de zomer (afhankelijk van de voorkomende extremen) zullen de oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden dus nog verder kunnen uitzakken dan volgend uit figuur 5.1b.

Ook buiten het plangebied zijn de effecten iets groter als in de wintersituatie, maar nog steeds zijn de berekende veranderingen van de grondwaterstand grotendeels minder dan 5 cm. Zeer lokaal worden verlagingen tussen 5 en 10 cm berekend.

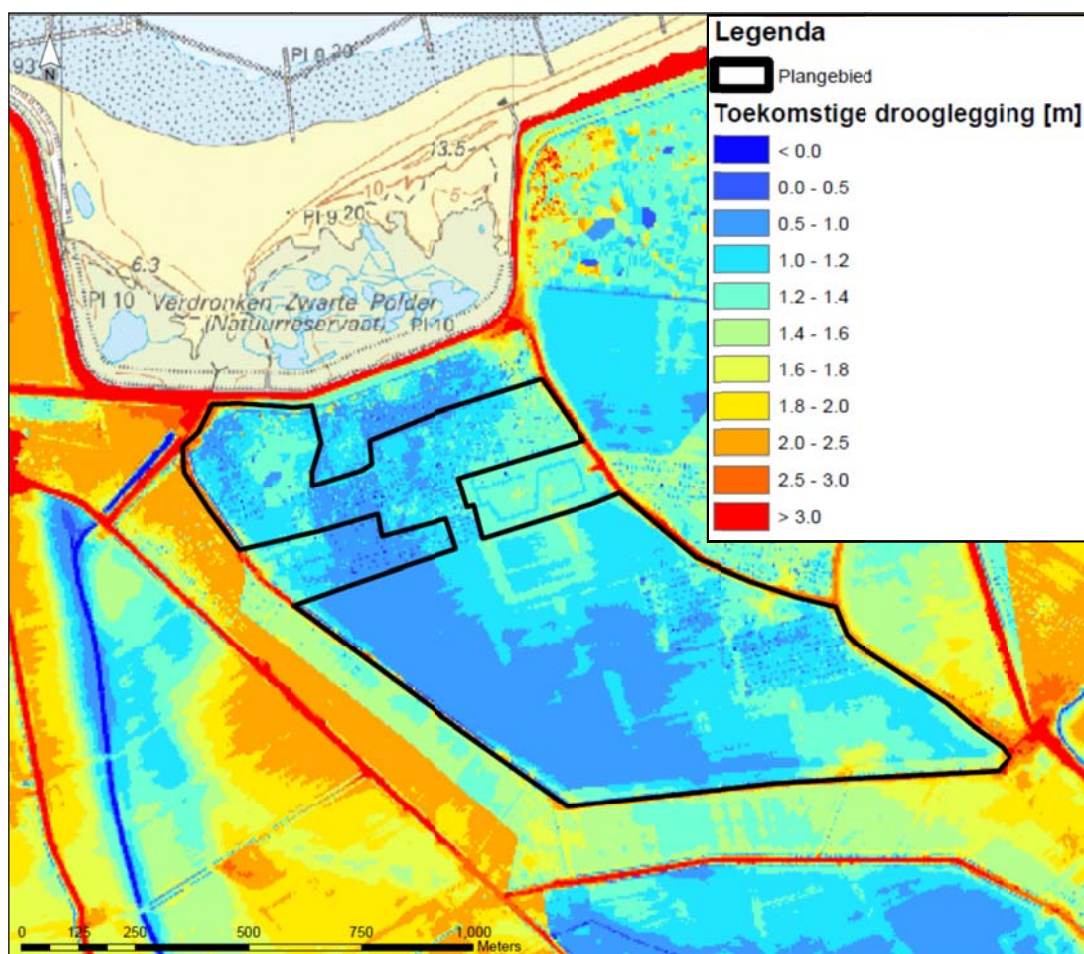
Figuur 5.1c Ontwateringsdiepte (in m-mv) basialternatief, wintersituatie



Toelichting bij figuur 5.1c: Ontwateringsdiepte wintersituatie

De berekende ontwateringsdiepten in de wintersituatie laat grondwaterstanden zien die variëren van meer dan 1 m onder maaiveld nabij de nieuwe watergangen tot 0,4 m onder maaiveld of minder tussen de watergangen. Langs de uiterste noordgrens van het plangebied worden nog geringere ontwateringsdiepten berekend. De grondwaterstanden zijn hier hoger door de invloed van de hogere grondwaterstanden in het duingebied ten noorden van het plangebied.

Figuur 5.1d Drooglegging (in meter) basisalternatief (situatie met streefpeil NAP +0,25 m)



Toelichting bij figuur 5.1d: Drooglegging

Uit deze figuur blijken de berekende droogleggingen tussen 0,5 en 1,0 meter langs de zuidwestzijde van het plangebied tot lokaal 1,2 tot 1,4 meter in het oostelijke deel van het plangebied. Aan de richtlijn van het waterschap voor de drooglegging (1,1 m) wordt in grote delen van het gebied niet voldaan.

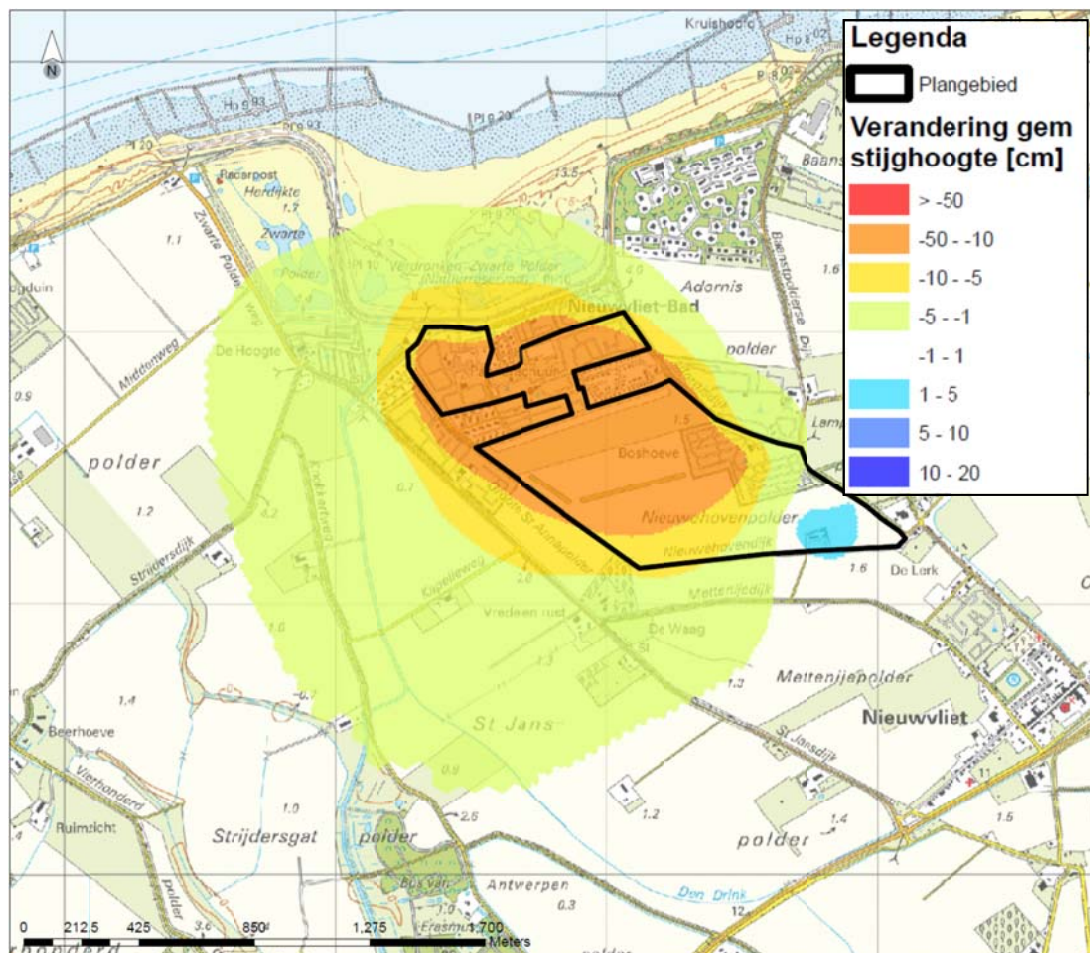
Relatie met diepere stijghoogte en veranderingen in verticale grondwaterstroming

In figuur 5.2 is het verschil in stijghoogte in de ondergrond (ca. 20 m beneden maaiveld) gepresenteerd het basisalternatief en de referentiesituatie. Het betreft de *jaargemiddelde situatie*. Voor deze situatie en op deze locatie in de ondergrond is de stijghoogteverandering die optreedt het grootst. De stijghoogteverandering (groter dan 5 cm) is grotendeels beperkt tot het plangebied met een geringe uitstraling buiten het plangebied.

De weerstand tussen de freatische laag en het watervoerende pakket is gering (ter plaatse van het plangebied circa 0 tot 125 dagen). Als gevolg hiervan volgen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in de bovenste laag van het watervoerende pakket elkaar sterk.

Als gevolg hiervan zullen er geen grote veranderingen optreden in de verticale grondwaterfluxen in het basisalternatief ten opzichte van de referentiesituatie.

Figuur 5.2 Verschil in stijghoogte (laag 5, ca. 20 meter -maaiveld) tussen basisalternatief en referentiesituatie, *jaargemiddelde situatie*



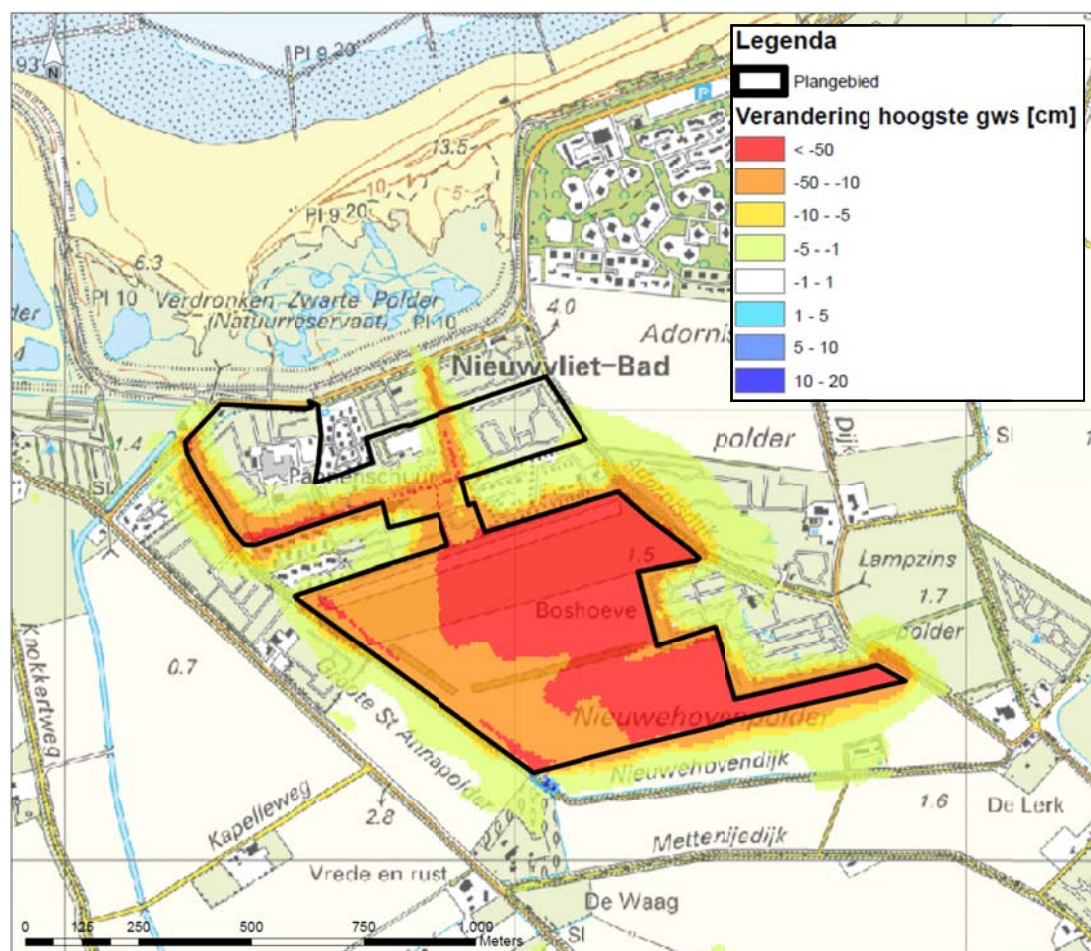
5.2.2 Inrichtingsalternatief

Bij het inrichtingsalternatief is gekozen voor twee peilgebieden. Het noordelijke peilgebied blijft wat betreft streefpeil ongewijzigd (NAP -0,8 meter). Ook het bestaande recreatiepark Le Rivage wordt bij dit peilgebied betrokken. Het zuidelijke peilgebied krijgt wel een hoger streefpeil (NAP + 0 meter). Dit betreft een iets lager streefpeil dan aangehouden bij het basisalternatief. Evenals in het basisalternatief, is bij het inrichtingsalternatief de waterbergende functie (en daarmee het waterbergende oppervlak benodigd voor het gehele plangebied) vooral geconcentreerd in het zuidelijke peilgebied. De toename van het percentage oppervlaktewater in het noordelijke deel is beperkt. Verder is in het inrichtingsalternatief intensievere (buis)drainage aangebracht waardoor de invloed van (buis)drainage bij het inrichtingsalternatief veel groter is dan bij de referentiesituatie c.q. het basisalternatief.

Deze wijzigingen zijn doorgevoerd om, ten opzichte van het basisalternatief meer rekening te houden met de eisen van het waterschap voor wat betreft ontwateringsdiepte en drooglegging *binnen* het plangebied.

Op eenzelfde wijze als in paragraaf 5.2.1 zijn in de figuren 5.3a tot en met 5.3d zijn de berekeningsresultaten gepresenteerd van de berekende veranderingen in grondwaterstanden, ontwateringsdiepte en drooglegging (deels onderscheiden naar wintersituatie en jaargemiddelde situatie). Ook hier wordt per figuur een korte beschrijving gegeven van de berekeningsresultaten. De doorvertaling van de berekeningsresultaten naar de effecten voor de omgeving komt aan bod in hoofdstuk 6.

Figuur 5.3a Veranderingen (in cm) in freatische grondwaterstand inrichtingsalternatief ten opzichte van referentiesituatie, *wintersituatie* (veel neerslag, hoog oppervlaktewaterpeil, hoge grondwaterstanden)

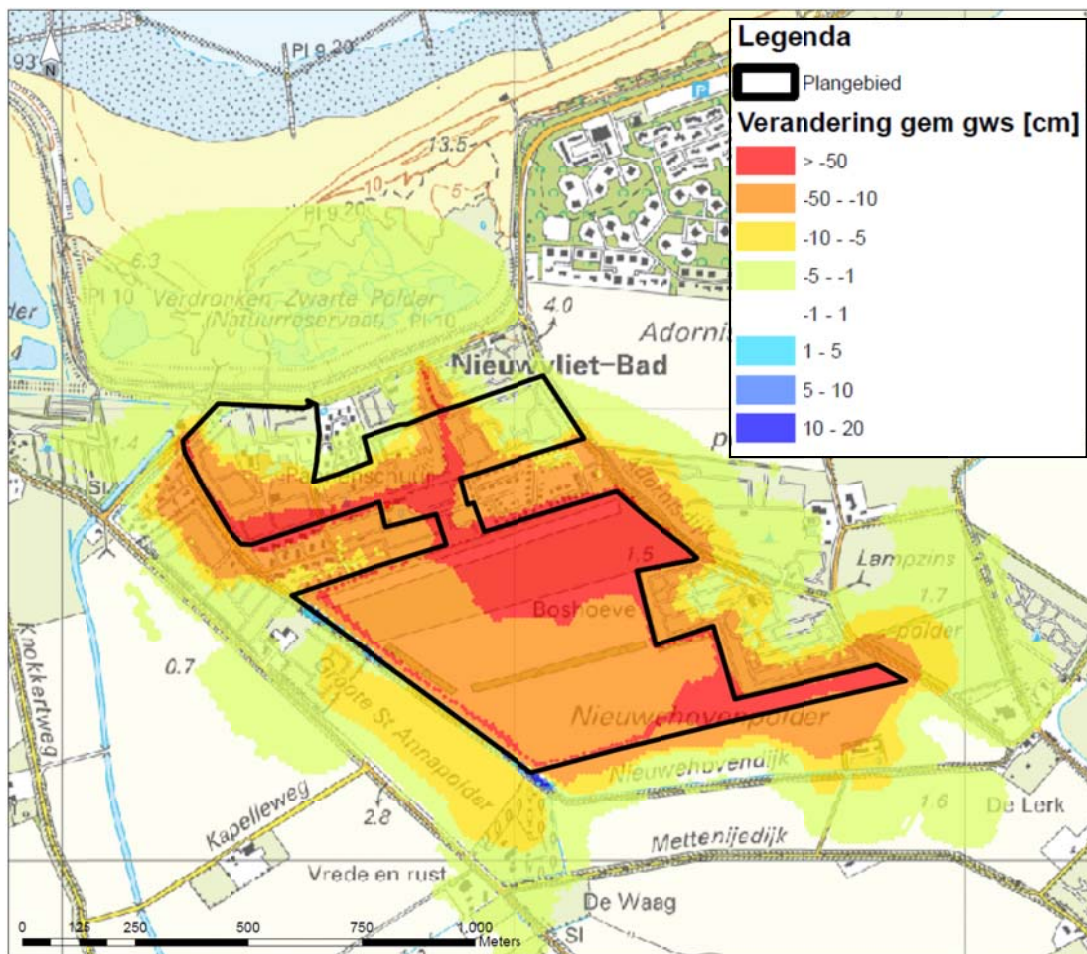


Toelichting bij figuur 5.3a

De invloed van intensieve (buis)drainage (zowel wat betreft drainafstand als draindiepte) vertaalt zich in het zuidelijke deel in fors lagere grondwaterstanden. In een groot deel van het zuidelijke deel van het plangebied worden verlagingen van meer dan 50 cm berekend, in het westelijke deel 10 tot 50 cm. In het noordelijke deel van het plangebied is nog steeds de invloed zichtbaar van nieuw drainerend oppervlaktewater, maar de invloed hiervan op de bestaande terreinen is minder groot dan bij het basisalternatief.

Buiten het plangebied aan de noordzijde wordt geen effect meer berekend. Langs de overige randen wordt buiten het plangebied nog wel effect berekend (5 tot 50 cm verlaging). Dit komt omdat de randsloten in de berekening ook echt op de rand van het plangebied zijn gelegd. De afstand vanaf de randsloten tot de 5 cm verlagingsslijn bedraagt maximaal 60 à 80 meter. Dit betreft vooral de zuidzijde en de oostzijde van het plangebied.

Figuur 5.3b Effecten inrichtingsalternatief op freatische grondwaterstand, jaargemiddelde situatie (veranderingen in cm ten opzichte van referentiesituatie)

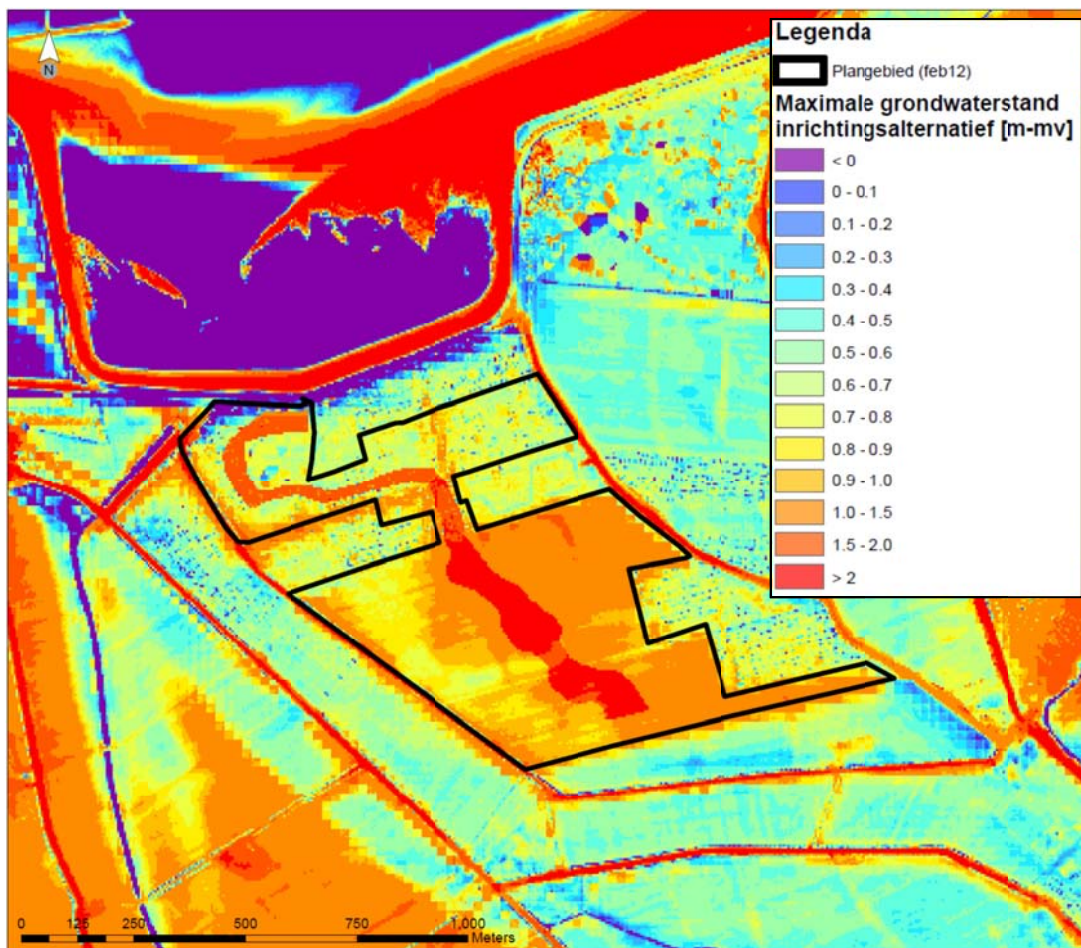


Toelichting bij figuur 5.3b: Effecten freatische grondwaterstand, jaargemiddelde situatie
Ook voor de gemiddelde situatie bij het inrichtingsalternatief geldt dat de verlagingen groter zijn dan bij de wintersituatie, met in een vrij groot gebied verlagingen van meer dan 50 cm. Ook buiten het plangebied zijn nu effecten merkbaar. Ten noorden van het plangebied is dit nog steeds minder dan 5 cm. Langs de overige randen van het plangebied zijn tot op grotere afstanden veranderingen zichtbaar van 5 tot 50 cm. Duidelijk is dat de invloed van de drainage in dit geval te groot is (zie verder hoofdstuk 6).

In het noordelijke deel van het plangebied is de berekende situatie wat betreft grondwaterstandsveranderingen min of meer vergelijkbaar met de gemiddelde situatie bij het basisalternatief. De gemiddelde situatie is uitgerekend met het gemiddeld oppervlaktewaterpeil dat volgt uit de balansberekeningen (zie paragraaf 5.3). Dit betreft een peil van NAP -0,50 meter.

In de praktijk zal het oppervlaktewaterpeil (en daarmee samenhangend het grondwaterpeil) gedurende de zomer geleidelijk aan wegzakken. Aan het eind van de zomer (afhankelijk van de voorkomende extremen) zullen de oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden dus nog verder kunnen uitzakken dan volgend uit figuur 5.3b.

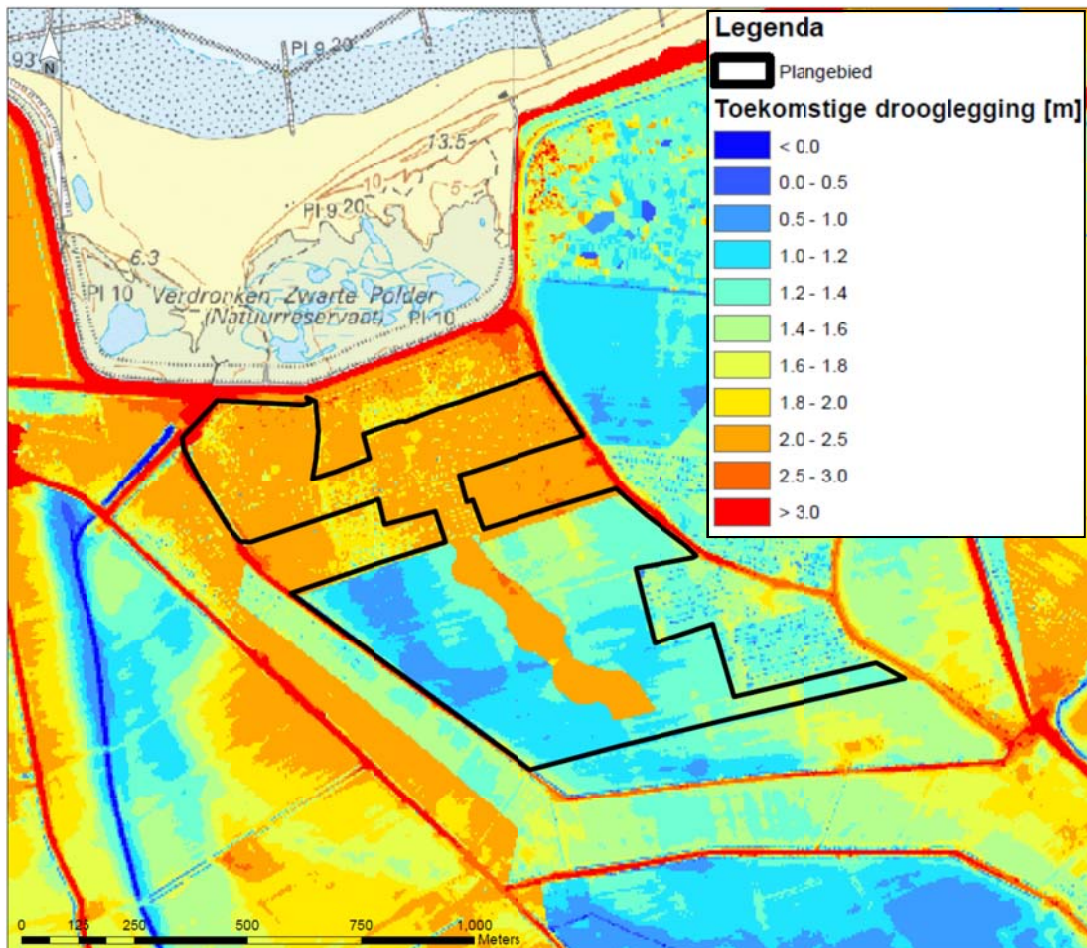
Figuur 5.3c Ontwateringsdiepte (in m-mv) inrichtingsalternatief, wintersituatie



Toelichting bij figuur 5.3c: Ontwateringsdiepte wintersituatie

De berekende ontwateringsdiepten bij de wintersituatie laat grondwaterstanden zien die vrijwel overal meer zijn dan 0,70 m onder maaiveld tot meer dan 2 m onder maaiveld ter hoogte van de duinrug.

Figuur 5.3d Drooglegging (in meter) inrichtingsalternatief (situatie met streefpeil NAP 0 meter (zuidelijk deel) en NAP -0,8 meter (noordelijk deel))



Toelichting bij figuur 5.3d: Drooglegging

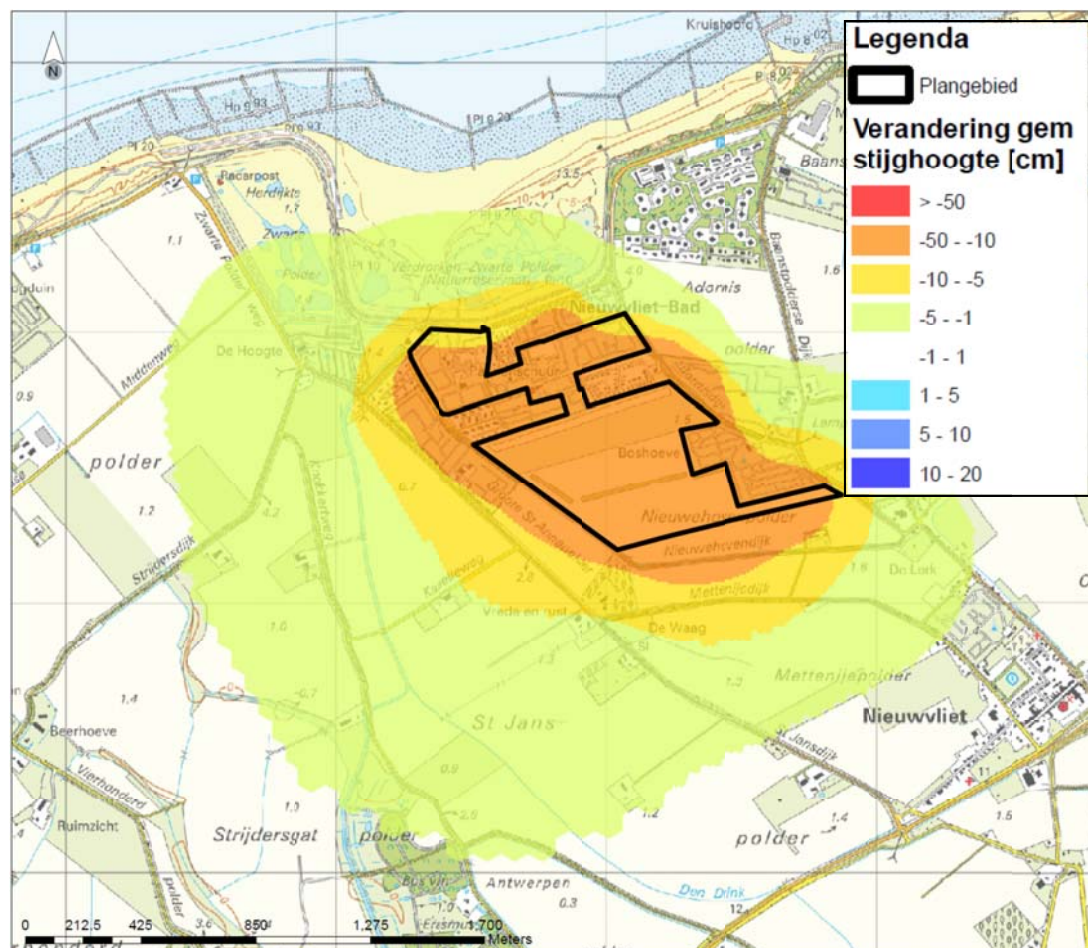
Bij deze figuur komen de verschillen in streefpeil tussen het noordelijke en zuidelijke deel tot uitdrukking. In het noordelijke deel (streefpeil NAP -0,8 meter) bedraagt de drooglegging overwegend meer dan 1,8 meter. In het zuidelijke deel (streefpeil NAP 0 meter) bedraagt de drooglegging langs de westzijde deels 0,5 tot 1 meter, in de overige delen 1,0 tot 2,0 meter en op de duinrug meer dan 2,0 meter.

Relatie met diepere stijghoogte en veranderingen in verticale grondwaterstroming

In figuur 5.4 is het verschil in stijghoogte in de ondergrond (ca. 20 m beneden maaiveld) gepresenteerd tussen het inrichtingsalternatief en de referentiesituatie. Het betreft de *jaargemiddelde situatie*. Voor deze situatie en op deze locatie in de ondergrond is de stijghoogteverandering die optreedt, het grootst.

Ten opzichte van het basisalternatief is over een groter gebied sprake van een effect in het eerste watervoerend pakket. De 5 cm verlagingsslijn reikt aan de noordzijde tot iets binnen de grenzen van het natuurgebied. Met name aan de westzijde is sprake van een grotere invloed naar de omgeving toe.

Figuur 5.4 Verschil in stijghoogte (laag 5, ca. 20 meter -maaiveld) tussen inrichtingsalternatief en referentiesituatie, *jaargemiddelde situatie*



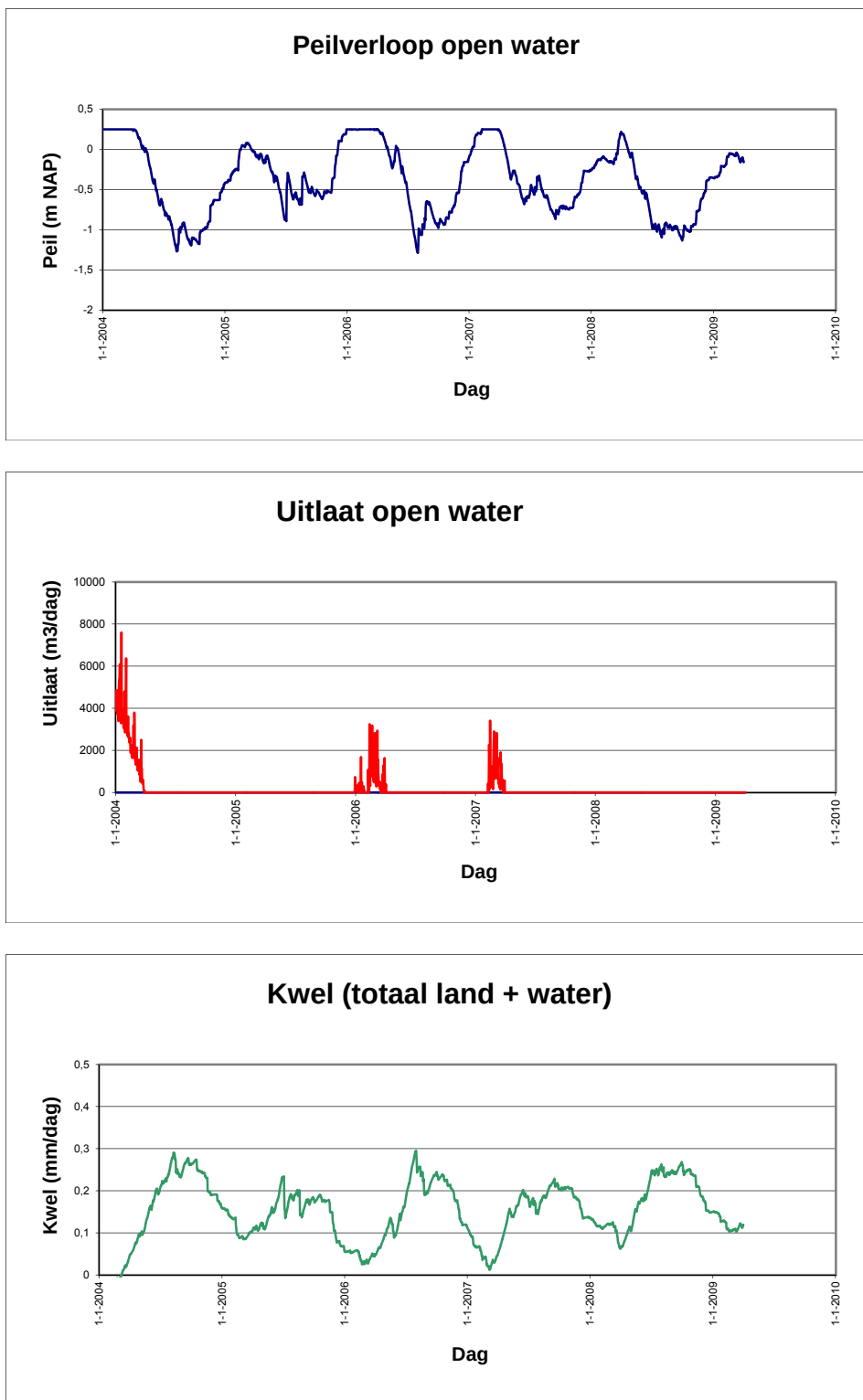
5.3 Waterbalans

5.3.1 Basisalternatief

In figuur 5.5 zijn de resultaten van de waterbalans voor het basisalternatief te zien. In het bovenste plaatje wordt het peilverloop weergegeven. Zoals hieruit blijkt zijn er grote peilfluctuaties in de loop van het jaar. De peilfluctuatie in de watergangen binnen de doorgerekende tijdsperiode van circa 5 jaar varieert tussen 0,75 meter (jaren 2005, 2007) en 1,25 meter (jaren 2004, 2006, 2008). Er hoeft slechts beperkt water uitgelaten te worden. In het basisalternatief wordt maximaal circa 8 mm per dag uitgelaten. Het gemiddelde peil in de watergangen is in dit alternatief circa NAP -0,25 meter.

Uit figuur 5.5 kan worden afgeleid dat er gemiddeld over het jaar genoeg water is. Echter, door instelling van een streefpeil (gekoppeld aan de eis dat de grondwaterstanden niet te hoog mogen worden) wordt er in de winter en het vroege voorjaar beperkt water uit het gebied afgevoerd. Onder invloed van verdamping in het late voorjaar en de zomer zakt het waterpeil in de watergangen uit. De watergangen vallen niet droog, maar de waterdiepte is op die momenten wel beperkt (<20 cm).

Figuur 5.5 Resultaat waterbalans basisalternatief (maximaal peil NAP +0,25 m)



5.3.2 Inrichtingsalternatief

In figuur 5.6a/5.6b zijn de resultaten van de waterbalans voor het inrichtingsalternatief weergegeven, onderscheiden naar noordelijk en zuidelijk peilgebied.

Noordelijk peilgebied

In het noordelijk peilgebied is het maximumpeil begrensd tot NAP -0,8 meter en zijn de watergangen dusdanig ondiep dat beneden een peil van NAP -1,5 meter droogval plaatsvindt. Uit de berekening volgt dat elk jaar gedurende enkele maanden afvoer van water uit het gebied plaatsvindt. Ook vindt elk jaar droogval van watergangen plaats. De fluctuatie in oppervlaktewaterpeil bedraagt daarmee jaarlijks 0,70 meter.

Zuidelijk peilgebied

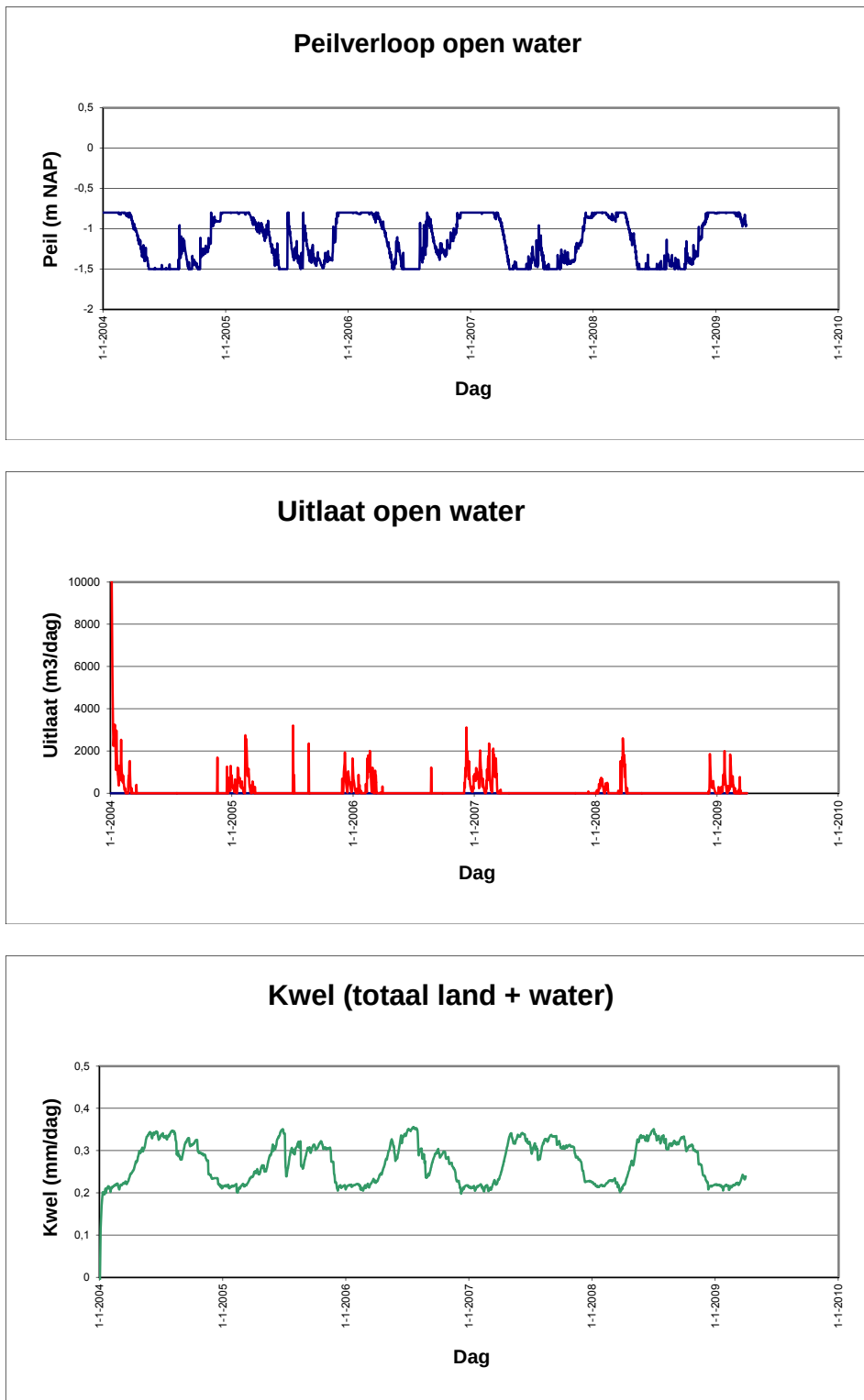
In het zuidelijk peilgebied wordt een hoger streefpeil gehanteerd en is, door diepere watergangen (bodemhoogte NAP -1,0 meter) meer fluctuatie mogelijk in waterstanden zonder droogval van watergangen. De hoeveelheid water die hier wordt uitgelaten is aanmerkelijk minder dan in het noordelijke peilgebied. Toch zal, bij een gemiddelde bodemdiepte van de watergangen van NAP -1,0 meter de waterdiepte regelmatig toch nog beperkt zijn (< 20 cm) en vallen de watergangen af en toe droog.

In de waterbalansen is er van uit gegaan dat (met uitzondering van de bestaande recreatiegebieden) er geen gedraineerd grondwater of regenwater via het riool afgevoerd wordt. Al het (gedraineerde) regenwater komt uiteindelijk dus ten goede aan het oppervlaktewatersysteem. Wanneer wel afvoer naar het riool plaatsvindt, zal er minder water in het systeem beschikbaar zijn. Afhankelijk van de hoeveelheid water die via het riool uit het gebied wordt gevoerd, zullen de watergangen vaker/voor een langere periode droogvallen.

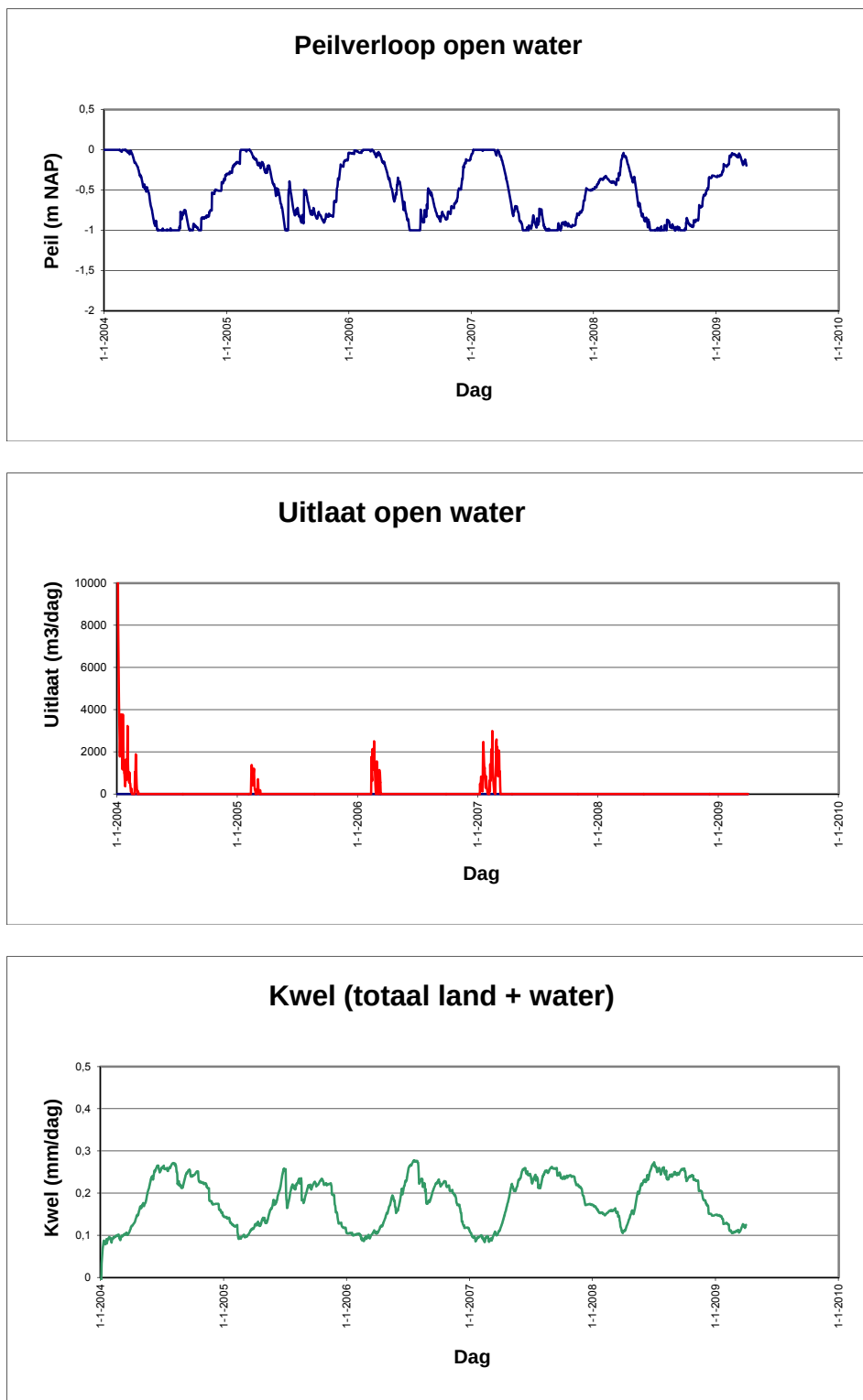
Verschillen tussen inrichtingsalternatief en basisalternatief

Uit de vergelijking tussen inrichtingsalternatief en basisalternatief blijkt dat een groter peilgebied met een hoger streefpeil en relatief diepe watergangen leidt tot een robuuster watersysteem met zo min mogelijk afvoer van regenwater en droogvallende sloten.

Figuur 5.6a Resultaat waterbalans inrichtingsalternatief (noordelijk deel) (maximaal peil NAP -0,8 m)



Figuur 5.6b Resultaat waterbalans inrichtingsalternatief (zuidelijk deel) (maximaal peil NAP 0 m)



5.3.3 Gevoeligheid

De mate van fluctuatie van het oppervlaktewaterpeil hangt voor de twee alternatieven samen met verschillende aspecten, waarvan de belangrijkste zijn:

1. Uitlaatniveau.
2. Mate van afkoppeling / afvoer van hemel- en grondwater op het oppervlaktewater en hiermee samenhangend: drainageniveau en dichtheid.
3. Het wateroppervlak en hiermee samenhangend de vorm van het talud en de hoeveelheid en dichtheid oppervlaktewater.

Ad 1.

Door te variëren met het peil en de bodemhoogte is de mate van peilfluctuatie bepaald.

Ad 2.

De mate van afkoppeling bepaalt voor een groot deel de hoeveelheid hemel- en grondwater die naar het oppervlaktewater wordt gevoerd. Des te meer water wordt aangevoerd, des te sneller het peil kan stijgen.

Ad 3.

In de berekening van de waterbalans is uitgegaan van een rechthoekige bak ('bakjesmodel'). Indien sprake is van flauwe taluds en/of meer wadiachtige watergangen, zal de fluctuatie naar verwachting beperkter zijn (enkele decimeters), doordat bij een stijgend peil de berging flink toeneemt.

5.4 Grondbalans

In bijlage 3 zijn de berekeningsresultaten weergegeven van de grondbalans van het basisalternatief en het inrichtingsalternatief. Onderstaand zijn alleen de conclusies samengevat.

Basisalternatief

In totaal komt uit de af te graven watergangen circa 110.000 m³ grond vrij. Circa 86% hiervan bestaat uit klei (circa 94.000 m³) en circa 14% (15.000 m³) uit zand. De hoeveelheid zand is beperkt doordat zich binnen het plangebied over een diepte van 0,50 tot 1,90 meter (gebaseerd op de informatie van een aantal grondboringen in het gebied) klei bevindt. Alleen de diepere delen van de te ontgraven watergangen zullen tot in het zand reiken.

Voor de aanleg van weginfrastructuur wordt op basis van de aannamen (bijlage 3) een benodigde hoeveelheid grond geschat van circa 42.000 m³. Ervan uitgaande dat hiervoor zand benodigd is, wordt geconcludeerd dat er vanuit het gebied zelf te weinig zand beschikbaar zal zijn. Gesteld dat alle zand dat vrijkomt bij ontgraving bruikbaar is, zal nog een hoeveelheid van circa 27.000 m³ zand moeten worden aangevoerd. Daarnaast dient dus 94.000 m³ klei te worden afgevoerd.



Inrichtingsalternatief

In totaal komt uit de af te graven watergangen circa 88.000 m³ grond vrij. Circa 74% hiervan bestaat uit klei (circa 65.000 m³) en circa 26% (23.000 m³) uit zand. Ten opzichte van het basisalternatief wordt in totaal minder grond ontgraven, maar wel dieper. Hierdoor komt netto iets meer zand beschikbaar.

Echter, bij het inrichtingsalternatief is ook meer zand nodig (zie bijlage 3). Voor de aanleg van de weginfrastructuur en de centrale duinrug wordt geschat dat in totaal circa 127.000 m³ grond (zand) benodigd is. Gesteld dat alle zand dat vrijkomt bij ontgraving bruikbaar is, zal nog een hoeveelheid van circa 104.000 m³ zand moeten worden aangevoerd. Daarnaast dient dus 65.000 m³ klei te worden afgevoerd.



6 EFFECTBESCHRIJVING ALTERNATIEVEN

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de effecten van het basisalternatief en het inrichtingsalternatief ten opzichte van de referentiesituatie op de verschillende wateraspecten beschreven. Bij de beschrijving wordt indien relevant onderscheid gemaakt tussen:

- grond- en oppervlaktewater;
- waterkwantiteit en waterkwaliteit;
- binnen en buiten plangebied.

Daarnaast wordt gekeken naar de grondbalans.

Wat betreft de gebieden buiten het plangebied wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande woningen/recreatieterreinen, landbouw- en natuurgebieden.

6.2 Grondwater binnen plangebied

Criteria

Ontwateringsdiepte

Binnen het plangebied is de grondwaterkwantiteit van belang. Het aspect grondwaterkwantiteit wordt gedefinieerd door de ontwateringsdiepte, dat is de hoogte van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Door waterschap Scheldestromen wordt als eis gesteld dat ter plaatse van (recreatie)woningen de ontwateringsdiepte altijd 0,70 meter of meer moet zijn.

De grondwaterkwaliteit is belangrijk indien er sprake is van de aanwezigheid van bepaalde natuurdoeltypen die afhankelijk zijn van een bepaalde grondwaterkwaliteit (bijvoorbeeld chloridegehaltes of basenrijkdom). Dat is hier niet het geval. In de huidige situatie bevinden zich geen bijzondere natuurdoeltypen binnen het plangebied (landbouwgebied) en in de toekomst krijgt het gebied een recreatieve bestemming.

Zoetwatervoorkomen

Daarnaast speelt het aspect zoetwatervoorkomen. Dit is voornamelijk van belang in het zuidelijke deel (peilgebied) van het plangebied (figuur 4.3). Dit zoetwatervoorkomen mag niet worden verkleind als gevolg van ingrepen in het watersysteem.

Effecten Basisalternatief

Ontwateringsdiepte

Bij het basisalternatief worden binnen een groot deel van het plangebied maximale grondwaterstanden ondieper dan 0,70 meter berekend. Alleen in de nabijheid van de nieuw geplande watergangen liggen de berekende maximale grondwaterstanden lager dan 0,70 meter.

Zoetwatervoorkomen

Voor de referentiesituatie wordt met de waterbalansberekeningen in het zuidelijke deel (peilgebied) een uitlaat berekend van gemiddeld 50.000 m³/jaar. In het basisalternatief (bestaande uit één peilgebied) blijkt dat de gemiddelde uitlaat 25.000 m³/jaar bedraagt.

Dit betekent voor alleen het zuidelijke peilgebied een uitlaat van minder dan deze 25.000 m³/jaar. In het basisalternatief wordt dus ruim 2x zoveel zoetwater vastgehouden als in de referentiesituatie. Dit als gevolg van extra berging in het oppervlaktewatersysteem en een peil dat binnen dit open water fluctueert. Op grond hiervan wordt geconcludeerd dat de zoetwatervoorraad niet zal worden aangetast.

Effecten Inrichtingsalternatief

Ontwateringsdiepte

Bij het Inrichtingsalternatief is door de aanleg van drainage en het lagere oppervlaktewaterpeil sprake van maximale grondwaterstanden die altijd lager zijn dan 0,70 meter.

Zoetwatervoorkomen

Voor de referentiesituatie wordt met de waterbalansberekeningen in het zuidelijke peilgebied een uitlaat berekend van gemiddeld 50.000 m³/jaar. In het inrichtingsalternatief blijkt dat de gemiddelde uitlaat voor het zuidelijke peilgebied 25.000 m³/jaar bedraagt. Dit betekent dat in het basisalternatief 2x zoveel zoetwater wordt vastgehouden als in de referentiesituatie (maar minder dan in het basisalternatief waar voor het zuidelijke en noordelijke gebied samen een uitlaat is bepaald van 25.000 m³/jaar). Dit als gevolg van extra berging in het oppervlaktewatersysteem en een peil dat binnen dit open water fluctueert. Op grond hiervan wordt geconcludeerd dat de zoetwatervoorraad niet zal worden aangetast.

6.3 Grondwater buiten plangebied

Criteria

Ten noorden van het plangebied bevinden zich de Herdijkte Zwarte Polder en de Verdrongen Zwarte Polder. Beide gebieden maken onderdeel uit van het Natura2000-gebied Westerschelde-Saeftinge. Deze natuurgebieden bestaan vooral uit natte, grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen. Hier zullen vooral verlagingen van de grondwaterstanden (verdroging) al dan niet in combinatie met veranderingen in de grondwaterkwaliteit (bijvoorbeeld door veranderingen in grondwaterstromingen en daarmee veranderingen in samenstelling van kwel-/infiltratiewater) negatieve effecten kunnen hebben. Afhankelijk van de huidige toestand zou een (geringe) verhoging van de grondwaterstanden mogelijk ook een positief effect kunnen hebben op de natuurontwikkeling.

Ten zuiden en ten zuidwesten van het plangebied enkele landbouwpercelen. Voor deze gebieden kan zowel door toename van grondwaterstanden (natschade) als door verlaging van grondwaterstanden (droogteschade) opbrengstderving optreden. Grondwaterkwaliteitsveranderingen zijn naar verwachting niet relevant voor de landbouwgebieden

Tenslotte liggen langs de randen van – en deels omsloten door – het plangebied een aantal bestaande recreatiewoningen en –terreinen. Voor deze gebieden geldt als eis dat de uitvoering van het plan geen negatieve effecten optreden. Negatieve effecten kunnen optreden in het geval van hogere grondwaterstanden ((grond)wateroverlast) of in het geval van lagere grondwaterstanden (zetting, eventueel aantasting funderingen).

Effecten Basisalternatief

Uit de berekeningen van het basisalternatief volgt dat de effecten op de landbouw- en natuurgebieden zeer beperkt zijn. Het streefpeil van het oppervlaktewater in het plangebied is hoger dan in de Referentiesituatie en zodanig gekozen dat de effecten op de omgeving minimaal zijn. Voor de bestaande recreatiewoningen en –gebieden kunnen lokaal lagere grondwaterstanden ontstaan door de drainerende werking van nabijgelegen nieuw oppervlaktewater.

Natuurgebieden

Voor de natuurgebieden ten noorden van het plangebied worden zowel in de periode met hoogste grondwaterstanden als in de periode met gemiddelde grondwaterstanden verschillen in grondwaterstand tussen basisalternatief en Referentiesituatie van minder dan 5 cm berekend (hydrologisch niet significant). Ook de veranderingen in de diepere grondwaterstanden (stijghoogten) ter hoogte van de natuurgebieden zijn zeer klein (minder dan 10 cm, grotendeels minder dan 5 cm) zodat veranderingen in (verticale) grondwaterstroming niet worden verwacht. De stijghoogteverandering (die al gering is) zal slechts gedeeltelijk doorwerken in de verandering van de kwel/infiltratiestromen (door de aanwezigheid van tussenliggende weerstandbiedende lagen). Daarom zullen de veranderingen in kwel/infiltratie zeer klein zijn. Het totale effect is daarmee verwaarloosbaar.

Landbouwgebieden

Ook voor de landbouwgebieden geldt dat de veranderingen in de grondwaterstanden nihil zijn. Voor de situatie met hoogste grondwaterstanden wordt overal een verandering van minder dan 5 cm berekend (hydrologisch niet significant). Voor de situatie met gemiddelde grondwaterstanden worden overwegend veranderingen minder dan 5 cm berekend. Alleen lokaal ten westen van het plangebied (Groote Sint Annapolder) wordt lokaal een iets grotere verandering (verlaging) van 5 tot 10 cm berekend. Aangezien het gaat om een zeer klein gebied en een beperkte verandering zullen de effecten hiervan in de praktijk verwaarloosbaar zijn.

Recreatiewoningen en -gebieden

De recreatiewoningen en -gebieden binnen de Nieuwehovenpolder krijgen in dit alternatief een ander peilbeheer. Uit de berekeningen volgt dat ondanks het hogere oppervlaktewaterpeil (streefpeil), de aanwezigheid van meer drainerende watergangen in het plangebied ervoor zorgen dat de grondwaterstanden ter plaatse van de recreatiewoningen en –gebieden overal netto lager zijn dan in de Referentiesituatie. In de wintersituatie (natte periode met hoogste grondwaterstanden) is aan de randen van deze gebieden een effect van 10 tot 50 cm verlaging merkbaar, voor de gemiddelde situatie (zomerperiode met relatief lage grondwaterstanden) kan dit plaatselijk (aangrenzend aan watergangen) oplopen tot 75 cm verlaging.

Aangezien de grondwaterstanden bij het basisalternatief lager komen te liggen dan in de Referentiesituatie valt extra grondwateroverlast dan ook niet te verwachten. Gemiddeld neemt het risico op wateroverlast juist af.

Bestaande recreatiewoningen die in het basisalternatief vlak naast een nieuw te graven watergang komen te liggen kunnen echter wel te maken krijgen met (periodiek) lagere grondwaterstanden.

Dit geeft, vooral in de zomerperiode, kans op extra zetting en eventueel aantasting van funderingen. Of dit in de praktijk ook werkelijk optreedt, is afhankelijk van een groot aantal factoren zoals de historisch gezien laagst voorgekomen grondwaterstanden, de bouwkundige kwaliteit van de bestaande recreatiewoningen, de mate waarin ongelijkmatige zetting optreedt, het soort fundering van de recreatiewoningen, etc. De effecten hiervan kunnen worden beperkt door de watergangen op enige afstand van bestaande bebouwing aan te leggen. Gelet op de kleiige ondergrond zal het verhang in de grondwaterstand direct naast de sloot vrij stijl zijn en de verlaging van de grondwaterstand dus over korte afstand vrij snel afnemen. Ook zijn er andere maatregelen te bedenken om de drainerende invloed van nieuw te graven watergangen zoveel mogelijk te beperken (zie verder hoofdstuk 7).

Effecten Inrichtingsalternatief

Ook bij het Inrichtingsalternatief zijn de effecten op de landbouw- en natuurgebieden beperkt. Het streefpeil van het oppervlaktewater in het plangebied is minder hoog gekozen dan bij het basisalternatief. In het noordelijke deel van het plangebied is ervoor gekozen om het huidige (lagere) streefpeil aan te houden om zo min mogelijk verstoring van de huidige situatie te krijgen. Evenals bij het basisalternatief geldt voor het Inrichtingsalternatief dat in het geval nieuw oppervlaktewater nabij bestaande recreatiewoningen wordt gepland, grondwaterstanden lokaal merkbaar lager kunnen uitvallen. In het inrichtingsalternatief is, om te voldoen aan de eisen ten aanzien van ontwateringsdiepte, in het zuidelijke peilgebied naast extra oppervlaktewater voorzien in de aanleg van extra (buis)drainage. De diepte van deze drainage is gekoppeld aan het streefpeil van NAP 0 meter. Daarmee komt deze drainage dieper te liggen dan de huidige drainage. Ook is gerekend met intensievere drainage (lagere drainage weerstanden). Deze lagere drainageweerstanden vertalen zich in grotere verlagingen binnen het plangebied (waardoor wordt voldaan aan de eisen vanuit het waterschap, zie paragraaf 6.2), maar dus ook in iets grotere effecten buiten het plangebied.

Natuurgebieden

Voor de natuurgebieden ten noorden van het plangebied worden zowel in de periode met hoogste grondwaterstanden als in de periode met gemiddelde grondwaterstanden verschillen in grondwaterstand tussen inrichtingsalternatief en referentiesituatie van minder dan 5 cm berekend. De effecten van intensievere drainage in het zuidelijke deel van het plangebied werken niet door tot in deze gebieden en ook de invloed van nieuw aangelegde watergangen in het noordelijke deel van het plangebied hebben geen effecten tot in het natuurgebied. De veranderingen in de diepere grondwaterstanden (stijghoogten) ter hoogte van de natuurgebieden zijn zeer klein (minder dan 10 cm, grotendeels minder dan 5 cm) zodat veranderingen in (verticale) grondwaterstroming ook niet worden verwacht (zie ook onder basisalternatief). Het totale effect is daarmee ook in dit alternatief verwaarloosbaar.

Landbouwgebieden

In het Inrichtingsalternatief zijn watergangen direct langs de randen van het plangebied gesitueerd. Deze zorgen op de aangrenzende percelen binnen de Nieuwehovenpolder voor drainage en daarmee lagere grondwaterstanden, zowel in de winterperiode als in de jaargemiddelde situatie. De verlagingen bedragen maximaal 50 cm. In de jaargemiddelde situatie strekken deze verlagingen zich uit over een groter gebied dan in de winterperiode.

In een wintersituatie (met hoge grondwaterstanden) zal een lagere grondwaterstand gunstig uitpakken (minder nat). Afhankelijk van de situatie later in het seizoen (zomerperiode) kunnen lagere grondwaterstanden mogelijk (zonder nadere maatregelen zie hoofdstuk 7) een licht negatief effect veroorzaken (opbrengstderving door verdroging).

Recreatiewoningen en -gebieden

Het deel van de bestaande recreatiegebieden met recreatiewoningen valt in het gebied waar geen peilverandering wordt doorgevoerd (noordelijke peilgebied). Wel zullen, ook bij het inrichtingsalternatief, door de nabijheid van een nieuwe, drainerende watergangen lokaal lagere grondwaterstanden optreden. De berekende situatie is daarom in grote lijnen vergelijkbaar met die van het basisalternatief (vergelijk de figuren 5.1a/5.3a en 5.1c/5.3c), waarbij de volgende bijzonderheden zijn te noemen:

- In de *winterperiode* is ter plaatse van Le Rivage bij het inrichtingsalternatief sprake van vergelijkbare maximale verlagingen (tot 50 cm) maar is sprake van een minder grote uitstraling van het effect naar de omgeving. In de *jaargemiddelde situatie* zijn er nauwelijks verschillen in effecten tussen het inrichtingsalternatief en het basisalternatief bij Le Rivage.
- In de *winterperiode* is ter plaatse van het deelgebied Pannenschuur, met name de noordwest- en oostzijde, bij het inrichtingsalternatief sprake van minder grote verlagingen. Ook in de jaargemiddelde situatie is bij het inrichtingsalternatief sprake van minder grote verlagingen (maar nog steeds komen tot 50 cm lagere grondwaterstanden voor dan bij de referentiesituatie).

Aangezien de grondwaterstanden bij het inrichtingsalternatief lager komen te liggen dan in de referentiesituatie valt extra grondwateroverlast, ook bij het inrichtingsalternatief, niet te verwachten. Gemiddeld neemt het risico op wateroverlast nabij de watergangen juist iets af.

Evenals bij het basisalternatief is er (afhankelijk van de exacte omstandigheden) wel kans op extra zetting door de optredende grondwaterstandsverlagingen in de zomerperiode. Deze zettingen en eventuele negatieve gevolgen hiervan kunnen worden weggenomen door het nemen van een aantal extra maatregelen (zie hoofdstuk 7 voor nadere toelichting) zoals:

- het in acht nemen van voldoende afstand van de nieuw te graven watergangen tot de bestaande bebouwing;
- de watergangen langs bestaande bebouwing niet te diep aan te leggen;
- watergangen in de nabijheid van bestaande bebouwing, voor zover ze insnijden tot in de eerste zandlaag, te bekleden met klei om de drainerende invloed zoveel mogelijk te beperken;
- nieuwe (buis)drainage niet te diep aan te leggen (alleen draineren bij hoge grondwaterstanden en niet bij lage grondwaterstanden).

De verwachting is dat met deze maatregelen de eventuele negatieve invloed van drainerend oppervlaktewater tot een minimum kan worden beperkt.

6.4 Oppervlaktewater binnen plangebied

Criteria

Binnen het plangebied zijn zowel de waterkwantiteits- als waterkwaliteitsaspecten relevant.

Waterkwantiteit

De waterkwantiteit wordt bepaald door drooglegging (peil), waterberging en afvoer. Voor genoemde drie aspecten hanteert waterschap Scheldestromen de volgende normen:

- Droogleggingsnorm: minimaal 1,10 meter.
- Afvoernorm: Het plangebied mag maximaal 10 mm/dag afvoeren op het omringende regionale watersysteem.
- Bergingsnorm: Het overige water moet worden geborgen in het plangebied, door bergingsvoorzieningen of infiltratie naar het grondwater. Het plangebied dient 75 mm te kunnen bergen. Dit komt overeen met ca. 6% oppervlaktewater.

Waterkwaliteit

Effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit kunnen enerzijds worden veroorzaakt door veranderingen in het (grond)watersysteem en anderzijds door de invloed van aanwezige riolering en overstorten in het gebied. Bergen en vasthouden van water heeft overwegend een conserverende, gunstige invloed op de (grond)waterkwaliteit. De oppervlaktewaterkwaliteit kan negatief worden beïnvloed door overstorten van aanwezige (gemengde) rioolstelsels in het gebied.

Effecten Basisalternatief

Wat betreft waterkwantiteit wordt in vergelijking met de referentiesituatie een duidelijke verbetering van de situatie bereikt. De drooglegging en waterberging verbeteren aanzienlijk. Toch wordt in het basisalternatief niet voldaan aan twee van de drie criteria van het waterschap:

- De drooglegging dient minimaal 110 cm te bedragen. In het basisalternatief wordt niet aan dit criterium voldaan. In een relatief groot deel van het gebied wordt een te geringe drooglegging berekend (50 tot 100 cm).
- De waterberging in dit alternatief bedraagt circa 5%. Daarmee voldoet dit basisalternatief niet aan de norm van minimaal 6% waterbergingsbehoefte.
- De afvoer voldoet met 8 mm/dag in dit alternatief aan de norm van een maximum van 10 mm/dag.

Wat betreft waterkwaliteit geldt dat bestaande en te handhaven recreatiewoningen zijn en blijven aangesloten op een gemengd rioolstelsel. Er zijn geen overstorten in het gebied. De te vervangen recreatiewoningen en herin te richten recreatiegebieden zullen worden afgekoppeld. Daarmee is netto sprake van een positieve invloed op de waterkwaliteit.

Wat betreft het effect van gewijzigde inrichting van het gebied op de waterkwaliteit geldt het volgende: Het streefpeil in de watergangen in het geval van het basisalternatief is NAP +0,25 meter en het peil kent gedurende het seizoen (afhankelijk van de jaarlijkse schommelingen in neerslag en verdamping) een fluctuatie van 0,75 tot 1,25 meter.

In totaal wordt circa 5% oppervlaktewater aangelegd, relatief fijnmazig verdeeld over het gebied. In de referentiesituatie is veel minder oppervlaktewater aanwezig en zijn de aanwezige watergangen minder diep. De verwachting is dat bij het basisalternatief meer uitspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater valt te verwachten. Dit zal gedurende de eerste jaren het geval zijn. Aangezien de landbouwfunctie in het gebied verdwijnt en er geen nieuwe nutriënten worden aangevoerd zal de situatie na verloop van jaren verbeteren en wordt naar verwachting uiteindelijk een betere waterkwaliteit bereikt als in de referentiesituatie. De snelheid waarmee deze daling plaatsvindt, is sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van nutriënten voor nalevering in de bovenste laag. Als deze laag bij het bouwrijp maken van het terrein wordt verwijderd of geïsoleerd zal de waterkwaliteit naar verwachting sneller verbeteren dan in de situatie waarbij deze voedselrijke toplaag aanwezig blijft.

In de referentiesituatie is sprake van brakke (grond)watercondities met geschatte chloridegehalten van circa 700 mg/l. Het bergen en vasthouden van regenwater via flexibel peilbeheer heeft een conserverende, gunstige invloed op de (grond)waterkwaliteit. De verwachting is dan ook dat chloride concentraties sterk zullen dalen.

Effecten Inrichtingsalternatief

Wat betreft waterkwantiteit betekent het inrichtingsalternatief een verdere duidelijke verbetering ten opzichte van het basisalternatief. Aan twee van de gestelde criteria voldoet dit alternatief geheel. Aan het criterium van de drooglegging kan, zonder maatregelen (hoofdstuk 7) nog niet geheel worden voldaan:

- De drooglegging dient minimaal 110 cm te bedragen. In het inrichtingsalternatief wordt net niet aan dit criteria voldaan (14% te nat in plaats van de maximale 10%).
- De waterberging in dit alternatief bedraagt ca. 6%. Daarmee voldoet dit basisalternatief net aan de norm van 75 mm waterbergingsbehoefte.
- De afvoer voldoet met 7 mm/dag in dit alternatief aan de norm van een maximum van 10 mm/dag.

Wat betreft waterkwaliteit gelden dezelfde argumenten als bij het basisalternatief: bestaande en te handhaven recreatiewoningen zijn en blijven aangesloten op een gemengd rioolstelsel. De te vervangen recreatiewoningen en her in te richten recreatiegebieden zullen worden afgekoppeld. Daarmee is netto sprake van een positieve invloed op de waterkwaliteit.

Wat betreft de waterkwaliteit in relatie tot de herinrichting van het gebied is het Inrichtingsalternatief wat betreft effecten vergelijkbaar met het basisalternatief. Bij het Inrichtingsalternatief is sprake van een streefpeil voor het zuidelijke deel van NAP 0 meter. Voor het noordelijke deel worden geen wijzigingen in het streefpeil voorgesteld. De peilfluctuatie bij het Inrichtingsalternatief is circa 1 meter. In totaal wordt circa 6% oppervlaktewater aangelegd, vooral in de vorm van enkele grotere, robuuste watergangen langs de randen van het plangebied. Op grond hiervan wordt ordegrrootte een vergelijkbaar verschil in uitspoeling van nutriënten verwacht als bij het basisalternatief. Het Inrichtingsalternatief is naar verwachting iets gunstiger doordat de peilfluctuatie minder groot is en doordat het watersysteem minder fijnmazig verdeeld is over het plangebied.

Daarnaast geldt ook bij dit Inrichtingsalternatief dat de landbouwfunctie in het gebied verdwijnt en er geen nieuwe nutriënten worden aangevoerd. Ook hier is bepalend voor de snelheid waarmee concentraties nutriënten in het oppervlaktewater dalen, de beschikbaarheid van nutriënten voor nalevering in de bovenste laag (zie verder onder basisalternatief).

Bij het Inrichtingsalternatief ligt het streefpeil iets lager ligt dan bij het basisalternatief. Om die reden worden bij het Inrichtingsalternatief iets lagere chloride gehalten verwacht dan bij het basisalternatief, maar ook bij het Inrichtingsalternatief is nog steeds sprake van een sterke daling van chloride gehalten als gevolg van flexibel peilbeheer, waardoor zoet regenwater wordt vastgehouden en brakke kwel wordt weggedrukt.

6.5 Oppervlaktewater buiten plangebied

Effecten op het oppervlaktewater buiten het plangebied (kwaliteit/kwantiteit) zijn naar verwachting niet relevant omdat wordt voldaan aan de afvoernorm (zie paragraaf 6.2.3). De effecten buiten het plangebied zullen zich meer vertalen in grondwater-(kwaliteits)veranderingen. Deze effecten zijn aan bod gekomen in paragraaf 6.2.2.

6.6 Grondbalans

Criteria

Gestreefd wordt naar een zo veel mogelijk gesloten grondbalans.

Effecten Basisalternatief

Uit de indicatieve grondbalans volgt dat een significante hoeveelheid grond die vrijkomt uit het gebied bij het graven van de watergangen bestaat uit klei (86%, circa 94.000 m³). Slechts een klein deel (14%, circa 15.000 m³) bestaat uit zand. Gesteld dat voor de aanleg van benodigde weginfrastructuur gebruik gemaakt wordt van beschikbaar zand uit het plangebied zelf, dan is de conclusie dat er onvoldoende zand beschikbaar is en er circa 27.000 m³ zand moet worden aangevoerd. Daarnaast komt 94.000 m³ afgegraven klei beschikbaar, waarvan op dit moment onduidelijk is hoeveel daarvan in het gebied kan worden hergebruikt. Uitgaande van een beperkt hergebruik van circa 40% binnen het gebied zou de totale aan- en afvoer van grond in totaal circa 82.000 m³ bedragen.

Effecten Inrichtingsalternatief

Uit de indicatieve grondbalans volgt dat een significante hoeveelheid grond die vrijkomt uit het gebied bij het graven van de watergangen bestaat uit klei (74%, circa 65.000 m³). Slechts een klein deel (26%, circa 23.000 m³) bestaat uit zand. Gesteld dat voor de aanleg van benodigde weginfrastructuur en de duinrug door het gebied gebruik gemaakt wordt van beschikbaar zand uit het plangebied zelf, dan is de conclusie dat er onvoldoende zand beschikbaar is en er circa 104.000 m³ zand moet worden aangevoerd. Daarnaast komt ca. 65.000 m³ de afgegraven klei beschikbaar. Uitgaande van een hergebruik van 40% binnen het gebied zou in totaal 143.000 m³ zand en klei moeten worden aan- of afgevoerd.

7**MAATREGELEN**

In dit hoofdstuk worden mogelijke maatregelen beschreven om de effecten op de wateraspecten verder te verbeteren. Dit kunnen mitigerende maatregelen zijn (maatregelen om de negatieve effecten te minimaliseren) of optimaliserende maatregelen (maatregelen waarmee het effect van de voorgenomen activiteit nog positiever wordt).

De maatregelen dienen als input voor het meest milieuvriendelijke alternatief en het voorkeursalternatief voor het MER. Per type effect zijn verschillende maatregelen denkbaar. Deze maatregelen en oplossingen worden in het kader van deze studie nog niet uitgewerkt, alleen gerangschikt naar type effect kort toegelicht.

Drooglegging plangebied*Ophoging maaiveld*

In het Inrichtingsalternatief is alleen gerekend met een verhoogd maaiveld ter hoogte van de centrale duinrug door het gebied. Door ook het maaiveld ten noorden en ten zuiden van deze duinrug (lokaal) te verhogen wordt extra ontwateringsdiepte en drooglegging gerealiseerd. Bij het inrichtingsalternatief is vooral ten zuiden van de geplande duinrug de drooglegging nog onvoldoende (zie figuur 5.9). Ook kan overwogen worden om het gebied als geheel op te hogen. In dit geval hoeft minder intensieve drainage te worden aangelegd. De samenstelling en eventuele bewerking van het ophoogmateriaal is daarbij wel van belang.

Aanpassen vloerhoogte recreatiewoningen

Ook kan overwogen worden om alleen de recreatiewoningen zelf iets hoger aan te leggen ten opzichte van het omringende maaiveld (terpachtige constructies). Hiermee wordt ter plaatse van de woningen (ruim) voldaan aan de gestelde ontwateringseisen zodat, ook bij minder intensieve drainage, eventuele grondwateroverlast ter plaatse van de woningen wordt voorkomen.

Toepassen grondverbetering

Door toepassing van grondverbetering (bijvoorbeeld het diep omploegen en opmengen met zand) kunnen de doorlatende eigenschappen van de bovenlaag sterk worden verbeterd en daarmee de drainerende werking van de bovengrond. Ook de klei die vrijkomt uit de watergangen zou, mits goed bewerkt, wellicht kunnen dienen als extra ophooggrond.

Aanleg robuuste drainage

In het basisalternatief is er vanuit gegaan dat de aanwezige, bestaande buisdrainage blijft functioneren (gelet op de ouderdom van deze buisdrainage is aangenomen dat het functioneren hiervan gebrekkig is). In het Inrichtingsalternatief is uitgegaan van de aanleg van nieuwe buisdrainage (op kortere afstanden van elkaar en dieper dan in de huidige situatie). De opdrachtgever heeft de wens uitgesproken om wat betreft de drainage zoveel mogelijk aan te sluiten bij 'natuurlijke' vormen van ont- en afwatering (passend bij een 'duinlandschap'). Ook dient deze drainage robuust te zijn qua uitvoering en onderhoud. Gekozen zou kunnen worden om naast, of onder, de aan te leggen weginfrastructuur boven- en/of ondergrondse buffercapaciteit aan te leggen met afvoermogelijkheden naar het oppervlaktewater.

Te denken valt bijvoorbeeld aan de aanleg van doorlatende grindkoffers en doorlatende rioolbuizen die afvoeren naar het aangrenzende oppervlaktewater. Deze grindkoffers kunnen onder de wegen worden aangelegd, maar beter is nog om deze naast de weg aan te leggen in combinatie met een greppel. Dit biedt mogelijkheden voor waterberging aan maaiveld, buffering van water ondergronds en afvoer naar het oppervlaktewater en het verbetert de ontwatering van de bodem (grondverbetering). De weginfrastructuur bij beide alternatieven vormt een fijnmazig netwerk over het plangebied, zodat een goede, ruimtelijk verdeelde werking van de drainage kan worden gerealiseerd.

Aanleg wadi's

In aanvulling op het vorige punt kan overwogen worden om ook tussen de verschillende recreatiewoningen nog wadi's aan te leggen met een infiltratievoorziening. Deze infiltratievoorzieningen kunnen via de centrale drainage'leidingen' langs de wegen of rechtstreeks afwateren op oppervlaktewater. Het principe van deze wadi's is feitelijk hetzelfde als die langs de wegen: door verschillen in maaiveldhoogte wordt neerslagwater in het geval van intensieve buien naar bepaalde plekken geleid alwaar het infiltreert in een ondergrondse buffer/grindkoffer, vanwaar uit het vertraagd afstroomt naar oppervlaktewater. Door ook de afvoer van verhardingen en daken zoveel mogelijk op deze wadi's uit te laten komen wordt zoveel mogelijk voorkomen dat neerslagwater lokaal (rond de woningen en in de tuinen) infiltreert en daar zorgt voor (te) hoge grondwaterstanden. Doordat de ondergrond onder de wadi goed doorlatend is en afvoer naar het oppervlaktewater is gegarandeerd wordt voorkomen dat er na een bui lang water in de wadi's staat. Voorkomen moet worden dat de wadi's vervuilen of veranderen in 'modderpoeltjes'.

Effecten bestaande recreatiewoningen en landbouwpercelen

Afstemmen exacte ligging watergangen

Uit de effectbeoordeling volgt dat het wegzakken van de grondwaterstand in de zomerperiode in de directe nabijheid van de nieuw te graven watergangen een probleem zou kunnen geven (in de winterperiode met hoge grondwaterstanden is dit gunstig omdat het zorgt voor extra drainage, in de zomerperiode echter kan het zorgen voor extra lage grondwaterstanden). Door de watergangen zo te plannen dat deze niet direct grenzen aan bestaande bebouwing/recreatiewoningen, maar op enige afstand hiervan worden eventuele negatieve effecten als gevolg van drainerende watergangen zoveel mogelijk voorkomen.

Aanpassen diepte watergangen

Uit de effectberekeningen blijkt een positief invloed van de nieuw te graven watergangen bij te hoge grondwaterstanden (wintersituatie) maar een mogelijk negatieve invloed bij gemiddelde of lage grondwaterstanden (zomersituatie). Voorkomen moet worden dat de watergangen in de nabijheid van bestaande woningen dus teveel draineren. Dit kan door de diepte van deze watergangen aan te passen (zie ook onder 'Waterkwaliteit', maar in dit geval dus om negatieve effecten op het grondwater tegen te gaan). Door deze watergangen relatief ondiep te houden zijn we wel beschikbaar voor berging en afwatering, maar wordt de ontwateringsfunctie van de watergangen beperkt.

Aanpassen diepte overige vormen van (buis)drainage

Uit de berekeningen van het inrichtingsalternatief blijkt dat (te) diep aangelegde (buis)drainage nadelige gevolgen kan hebben op de grondwaterstanden in de zomerperiode. Evenals voor de watergangen in de nabijheid van bestaande woningen geldt voor de aan te leggen drainage (in het algemeen) dat deze niet te diep moet worden aangelegd. De drainage moet er alleen voor zorgen dat de grondwaterstanden in de winter voldoende verlaagd worden, zodat voldaan wordt aan de ontwateringseisen van het waterschap. In de zomermaanden is invloed van drainage niet nodig c.q. niet wenselijk.

Bekleden watergangen met uitkomende klei

Daar waar de watergangen zodanig diep zijn dat ze insnijden tot in het zand kan de watergang iets verder worden uitgegraven en vervolgens worden bekleeft met klei. Hiermee wordt de drainerende invloed van de watergang op de omgeving beperkt. Tegelijkertijd biedt dit mogelijkheden voor de waterkwaliteit en in relatie tot de grondbalans (zie navolgend).

Riolering

Uitgangspunt voor deze studie is dat het bestaande rioleringsstelsel niet wordt gewijzigd en dat de nieuwe recreatiewoningen worden afgekoppeld, de afvoer van het regen- en afvalwater wordt gescheiden. Door toename van het aantal nieuwe recreatiewoningen zal het aanbod van afvalwater naar het bestaande stelsel toenemen. In de nog op te starten ontwerpfase voor het civieltechnisch ontwerp moet blijken welke aanpassingen aan het gemeentelijk rioleringsstelsel noodzakelijk zijn om het toenemende aanbod te kunnen verwerken.

Waterkwaliteit

Aanpassen diepte watergangen aan watervoerendheid

Door bij het ontwerp van de watergangen rekening te houden met verschillen in diepte wordt voorkomen dat watergangen gedurende de zomermaanden min of meer droog staan en vervuilen c.q. modderpoelen vormen (zie hiervoor). In plaats van te proberen om alle watergangen watervoerend te houden kan er beter voor gekozen worden onderscheid te maken tussen (hoofd)watergangen die het hele jaar door watervoerend zijn en watergangen die een groot deel van de tijd droog staan en alleen water afvoeren (naar de hoofdwatgang) in periode met extreme neerslag. Daarom wordt geadviseerd om de centrale, brede watgang langs de westzijde van het plangebied uit te voeren als diepe watgang en de bodemhoogte van de overige watergangen juist beperkt te houden.

Slim ontwerpen en ontgraven watergangen, karteren bodemopbouw

Uit de beschikbare boringen volgt dat er een aanzienlijke variatie is in dikte van de kleilaag aan maaiveld (0,50 tot 1,90 meter dik). Door vooraf de bodemopbouw van de bovenste meters via kartering in beeld te brengen ontstaat een compleet beeld van de variatie in dikte van de kleilaag. Het ontwerp van de watergangen (ligging en diepte) kan hier zo nodig op worden aangepast, door bijvoorbeeld daar te graven waar het meeste zand valt te verwachten. Dit is gunstig voor de grondbalans.



Bekleden watergangen met uitkomende klei

De wens is om de watergangen in de zomerperiode zoveel en zolang mogelijk watervoerend te houden en de peilvariatie zoveel mogelijk te beperken. Door uit de watergangen extra zand af te graven (waar dit aan de onderzijde van het profiel beschikbaar is) en dit te vervangen door een kleidek (er is een overschot aan kleigrond beschikbaar) kan de wegzijging van water vanuit de watergangen in de zomer zoveel mogelijk worden voorkomen.

Nutriëntrijke toplaag afvoeren of isoleren

Om de toekomstige waterkwaliteit zoveel mogelijk te verbeteren wordt voorgesteld om de nutriëntrijke toplaag zoveel mogelijk af te voeren of geïsoleerd toe te passen in het gebied. Hiermee wordt uitloging van nutriënten uit deze toplaag zoveel mogelijk voorkomen.

Grondbalans

Duinrug met kleikern

Aangezien er een tekort is aan zand en een overschot aan klei zou overwogen kunnen worden om de kern van de duinrug op te bouwen met klei en alleen een toplaag aan te brengen van zand.

Aanpassing ontwerp

Door het ontwerp anderszins zodanig aan te passen dat er meer klei kan worden verwerkt in het gebied kan een gunstigere situatie wat betreft de grondbalans worden bereikt. Te denken valt bijvoorbeeld aan meer ophogingen met klei, desnoods in combinatie met toepassing van een grondverbetering.



8 LITERATUUR EN BRONNEN

RBOI, 2010: *Kustwerk Nieuwvliet, Startnotitie m.e.r.*, 16 februari 2010

Gemeente Sluis/ RBOI: *Kustwerk, Advies Reikwijdte en Detailniveau MER*, 14 februari 2011

Arcus, 2008: *Kustwerk Nieuwvliet Ontwikkelingsvisie*, december 2008

Royal Haskoning, 2010: *Grondwateroverlast Nieuwvliet-Bad*, 17 februari 2010

Royal Haskoning, 2006: *Wateroverlast Nieuwvliet-Bad West*, 22 mei 2006

Royal Haskoning, 2004. *Kaart 'verhard oppervlak Nieuwvliet-Bad'. Project 'herberekening riolering gemeente Sluis'*, 9M9219C0.



Bijlage 1 **Beschrijving grondwatermodel**

Inleiding

Voor het geohydrologisch onderzoek is een numeriek grondwatermodel opgezet. Op grond van dit model kan de werking van het hydrologische systeem worden onderzocht alsmede de 'gevoeligheden' binnen het systeem.

Het model heeft een globaal karakter vanwege de beschikbare gegevens en de mate van detail in de resultaten die in deze fase vereist is. De analyse levert voldoende inzicht in de 'kritische parameters' die sturend zijn voor de veranderingen die in het systeem kunnen optreden als gevolg van ingrepen. Zo nodig kan dit model in een later stadium verder worden verfijnd als er meer specifieke vragen beantwoord moeten worden.

Begrenzing modelgebied

De modelgrenzen zijn gekozen op voldoende grote afstand van het plangebied, zodat het effect van de voorgenomen maatregelen in het plangebied geen effect meer heeft op de randen van het model. Een vuistregel voor de minimale afstand van de modelrand is $3 \times$ de spreidingslengte (λ), waarbij $\lambda = \sqrt{(kD \cdot c)}$ en kD is de transmissiviteit (watervoerend vermogen) van het watervoerend pakket (in m^2/dag) en c de deklaagweerstand (in dagen). Bij de gekijkte waarden is de spreidingslengte circa 1000 meter ($\sqrt{(100 \times 1000)}$). Vanwege de onbekendheid van de parameters was het model ruim opgezet met 1,5 km marge, waar de minimale 3λ binnen valt. De randen liggen dus op voldoende afstand.

Laagopbouw en parameters bodemopbouw

Het model bestaat uit 5 modelaquifers waarvan de bovenste modelaquifer gebruikt wordt om de freatische grondwaterstanden te berekenen en de overige modelaquifers om de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket te modelleren. Door meerdere lagen te gebruiken om het watervoerende pakket te modelleren kan de grote heterogeniteit van de Holocene afzettingen beter meegenomen worden. In tabel 1 is de bodemopbouw weergegeven.

Tabel 1 Bodemopbouw

Globale diepte (m +NAP)	Geohydrologische eenheid	schematisatie (geologische)	Samenstelling
0 tot -2	Holocene afzettingen.	Deklaag (Formatie van Naaldwijk)	Klei
-2 tot -25		Eerste watervoerend pakket (Formatie van Naaldwijk)	Matig fijn en fijn zand, zandige klei en kleig zand
-25 tot -40	Scheidende laag (Formatie van Tongeren, Laagpakket van Zelzate, Laag van Watervliet Klei 1)		Klei, fijne zanden
-40 tot -43 (niet overal aanwezig)	Watervoerend pakket (Formatie van Tongeren, Zand 2)		Zeefijne tot matig fijne zanden
-40/43 tot -80	Scheidende laag (Formatie van Dongen, Laagpakket van Asse Klei 1)		Klei, fijne zanden

De scheidende laag onder de Holocene afzettingen (Formatie van Tongeren) heeft een zeer grote weerstand (50.000-100.000 dagen).

Gelet op de zeer grote weerstand van deze laag en de focus van het hydrologische onderzoek (ingrepen in het freatische systeem) kan deze scheidende laag als hydrologische basis worden aangehouden voor deze studie. Alleen de Holocene afzettingen worden dus gemodelleerd. Vanwege de grote heterogeniteit van de Holocene afzettingen is het model opgebouwd uit 5 watervoerende lagen. De bovenste laag representeert de freatische laag (watervoerend deel van de deklaag).

Tabel 2 Modelschematisatie laagopbouw

Laag	Type	Diepte
Aquifer 1	Freatische grondwater	0 – 2 m-mv
Aquifer 2	Watervoerend pakket	2 – 5 m-mv
Aquifer 3	Watervoerend pakket	5 – 10 m-mv
Aquifer 4	Watervoerend pakket	10 – 15 m-mv
Aquifer 5	Watervoerend pakket	15 – 25 m-mv
Geohydrologische basis		

De parameters met betrekking tot de bodemopbouw, weerstanden en doorlatendheden, zijn gebaseerd op GeoTop van TNO/Deltares (www.dinoloket.nl). GeoTop geeft voor vlakken van 100 bij 100 meter per meter diepte onder andere de hoeveelheid klei en zand. Voor de modellen is op basis van GeoTop een raster gemaakt met voor elke vlak van 100 bij 100 meter de totale dikte aan klei en zand in die laag. Op basis van deze diktes zijn de doorlatendheden en weerstanden van de lagen berekend. Hierbij is gerekend met een doorlatendheid van 1 m/d per meter fijn zand en 2 m/d per meter middel zand. Het totale doorlaatvermogen voor het Holocene pakket komt hiermee bij benadering overeen met het doorlaatvermogen op basis van de grondwaterkaart van Nederland (TNO, kaart: Zeeuwsch-Vlaanderen 47 oost, 48, 49 west, 53 oost, 54, 55 west). De weerstanden hangen af van de dikte van de klei, hierbij is uitgegaan van een weerstand van 200 dagen per meter klei en 100 dagen per meter zandige klei. Op basis van de calibratie is de weerstand tussen aquifer 2 en 3 en tussen aquifer 3 en 4 extra verhoogd.

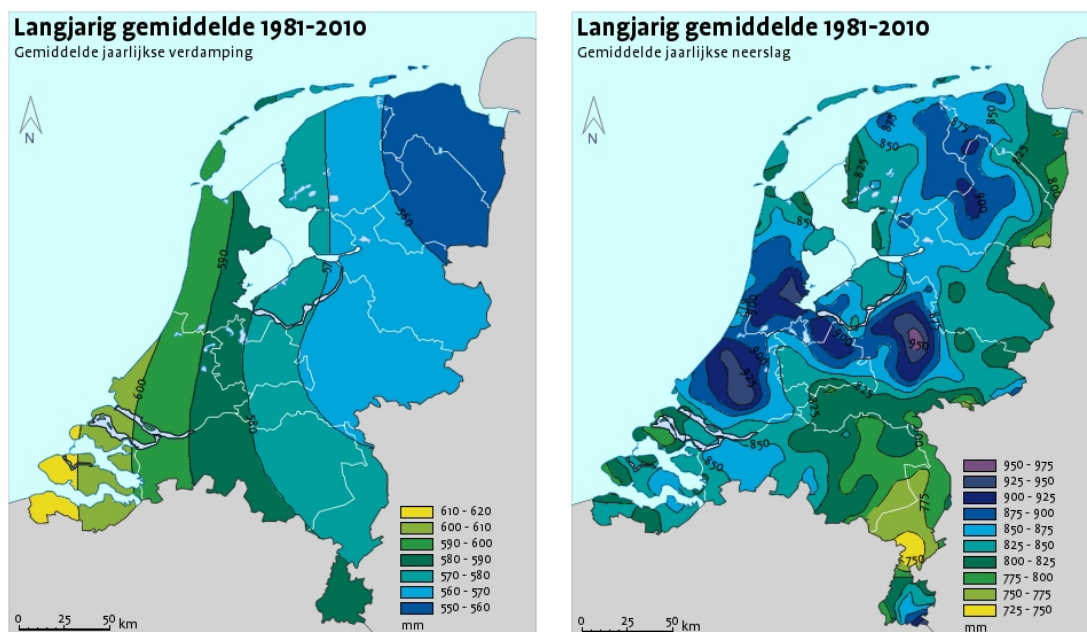
Grondwateraanvulling

De berekeningen zijn stationair uitgevoerd. Op basis van de Klimaatatlas (KNMI), zie figuur 1, is bepaald hoe groot de gemiddelde neerslag en verdamping ter plaatse van het modelgebied is. De gemiddelde neerslag is circa 2 mm per dag, de gemiddelde verdamping 1,6 mm per dag. De exacte gemiddelden zijn bepaald op basis van de meetgegevens van weerstation Vlissingen voor de periode 1 januari 2004 tot en met 1 april 2009.

Deze verdamping betreft de potentiële verdamping. De verdamping hangt af van het landgebruik. De hoeveelheid grondwateraanvulling is de neerslag min verdamping, waarbij de potentiële verdamping vermenigvuldigd is met een verdampingsfactor. Er zijn verschillende verdampingsfactoren gebruikt voor bebouwd gebied (0,70), agrarisch gebied (0,80), bos (1,0), water (1,30), duin (0,80) en natuur (1,0). Het type landgebruik is gebaseerd op de LGN-kaart. Ter plaatse van het plangebied is voor het basis- en inrichtingsalternatief overal het landgebruik 'bebouwd gebied' toegepast (dit betreft een 'mengvorm' van verhard oppervlak en 'groen').

Hierdoor verandert de grondwateraanvulling in het plangebied ten opzichte van de huidige agrarische functie in de referentiesituatie. In de omringende gebieden blijft de grondwateraanvulling ongewijzigd.

Figuur 1 Neerslag en verdamping (Klimaatatlas KNMI)



Invloed oppervlaktewater

In de omgeving van het plangebied zijn de watergangen expliciet opgenomen in het model. Daarbuiten zijn de watergangen niet expliciet opgenomen maar via het zogenaamde topsysteem.

Watergangen

De watergangen in de directe omgeving van het plangebied zijn expliciet opgenomen in het model. Het peil in de watergangen is gelijk genomen aan het gemiddelde van het zomer- en winterpeil. Omdat een groot aantal van de watergangen in de omgeving van het plangebied (regelmatig) droog staan is aangenomen dat de infiltratieweerstand heel groot is.

Er is aangenomen dat er drainage aanwezig is, behalve daar waar natuurgebieden aanwezig zijn. Aangenomen is dat de drainagediepte op 0,75 meter onder maaiveld ligt (in de huidige situatie).

Tabel 3 Parameters watergangen

Par.	Beschrijving	Waarde			Eenheid
		Ref.sit.	Bas.alt.	Inr.alt.	
HR1	waterpeil	gem. van zp/wp	+ 0,25 en lager	+0 en lager	m NAP
RW1	breedte	2	15 of 7	40, 5 of 2	m
CD1	drainageweerstand	10	10	10	dagen
CI1	infiltratieweerstand	>1000000	>1000000	>1000000	dagen

In het model zijn niet alleen de watergangen zoals in de huidige situatie aanwezig opgenomen, maar ook de watergangen zoals op de ontwerpschetsen voor de alternatieven voor de toekomstige situatie. Deze toekomstige watergangen worden voor de berekeningen voor de huidige situatie op niet-actief gezet, terwijl ze actief worden gemaakt bij de berekeningen voor de toekomstige situatie.

Topsysteem

Via het 'topstelsysteem' wordt de grondwateraanvulling berekend voor een gemiddeld vlak (vlakparameters). Bij een poldertopsysteem wordt dus niet de interactie tussen elke sloot/watergang en het grondwater apart beschouwd. De watergangen worden in dat geval dus 'impliciet' meegenomen in de berekening. Het gebruikte topsysteem heeft drie drainageniveaus. De watergangen zijn in het model gemodelleerd via het eerste drainagesysteem. Het tweede drainagesysteem wordt gebruikt om afstroming over het maaiveld te simuleren. Het derde drainagesysteem wordt gebruikt om de aanwezigheid van drainage te modelleren. In het gebied waar de watergangen niet expliciet in het model zijn opgenomen is de eventuele drainage niet apart opgenomen maar ook samen met de invloed van de watergangen meegenomen.

Langs de noordwestzijde van het plangebied is de Noordzee gemodelleerd als 'randvoorwaarde' door middel van een vast peil van +0,50 meter NAP (dit om het dichtheidsverschil te compenseren).

In tabel 4 worden de parameters van het topsysteem gegeven.

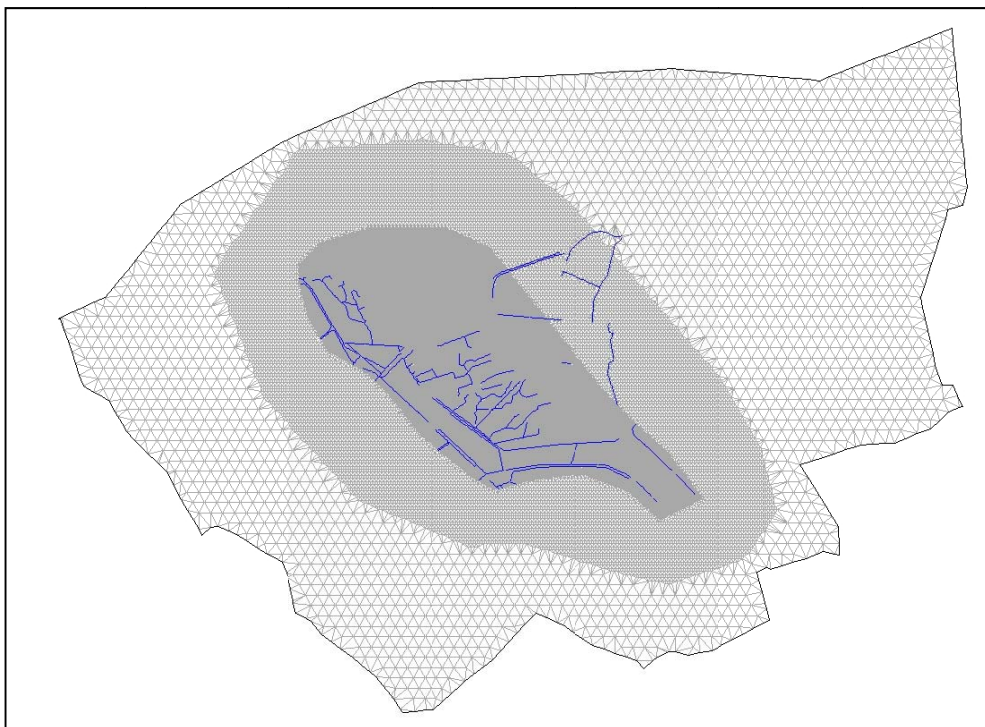
Tabel 4 Parameters topsysteem

Naam parameter	Code	Deelgebied	Waarde	Eenheid
Grondwateraanvulling	RP1	Afhankelijk van landgebruik		mm/dag
Deklaagweerstand	RP2	Overall	0,2	dagen
Polderpeil	RP3	Polder	gemiddelde van zp en wp	m NAP
		Duin/dijk (fictieve waarde)	999	m NAP
		Zee (met dichtheidscorrectie)	0,50	m NAP
Drainage weerstand systeem 1	RP4	Omgeving plangebied	> 1000000	dagen
		Polder	200	dagen
		Natuur	400	dagen
Drainageweerstand systeem 2	RP5	Overall	1	dagen
Drainage weerstand systeem 3	RP6	Natuur	> 1000000	dagen
		Bestaande campings	25	dagen
		Overig	100	dagen
Infiltratie weerstand systeem 1	RP7	Overall	> 1000000	dagen
Infiltratieweerstand	RP8	Overall	> 1000000	dagen
Infiltratie weerstand systeem 3	RP9	Natuur	> 1000000	dagen
		Overig	200	dagen
Bodemniveau systeem 1	RP10	Polder	0,5 meter onder polderpeil	m NAP
		Duin/dijk/zee	999	m NAP
Bodemniveau systeem 2	RP11	Zee	999	m NAP
		Overig	maaiveldhoogte + 0,05 m	m NAP
Bodemniveau systeem 3	RP12	Omgeving plangebied	0,75 m onder maaiveld	m NAP
		Overig	999	m NAP

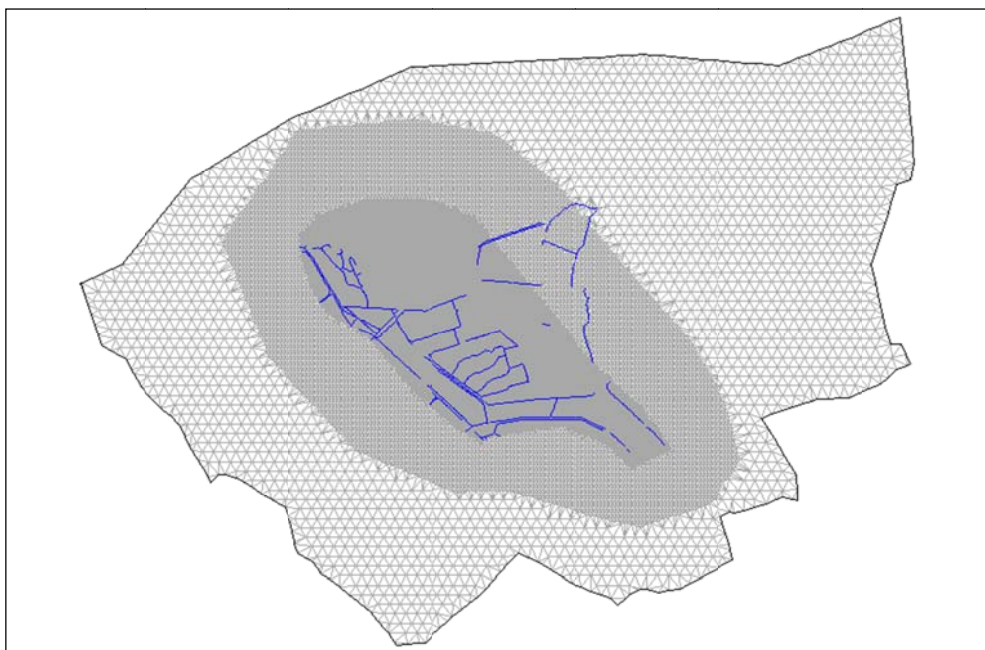
Modelnetwerk

Voor het model is een netwerk gegenereerd bestaande uit 116034 elementen en 58148 knopen (zie figuur 2). De maximale knoopafstand is 100 meter. Rondom het plangebied is het rekengrid verfijnd. De kleinste knoopafstand is hier 5 meter.

Figuur 2a Rekennetwerk eerste model



Figuur 2b Rekennetwerk inrichtingsalternatief februari 2012



Modelbetrouwbaarheid

Ter controle van het grondwatermodel zijn de berekende grondwaterstanden vergeleken met grondwaterstandmetingen. Aangezien het aantal metingen dat beschikbaar is beperkt is, kan er niet echt gesproken worden van modelcalibratie/ijsing, maar eerder van een 'modelcontrole'.

De ligging van de beschikbare meetpunten (afkomstig uit het meetnet van TNO-DINO) is weergegeven in figuur 3. In totaal zijn 15 meetpunten met voldoende lange meetreeksen beschikbaar. De meetpunten bevinden zich op enige afstand vanaf het plangebied. De karakteristieken van de meetpunten zijn weergegeven in tabel 5.

De grondwaterstand in de maatgevende droge periode zijn bepaald met het zogenaamde 10^e percentiel: tien procent van de gemeten grondwaterstanden zijn lager dan deze grondwaterstand. De grondwaterstand in de maatgevende natte periode wordt bepaald met het 90^e percentiel: 10% van de metingen zijn hoger dan deze grondwaterstand.

Figuur 3 Ligging grondwatermeetpunten



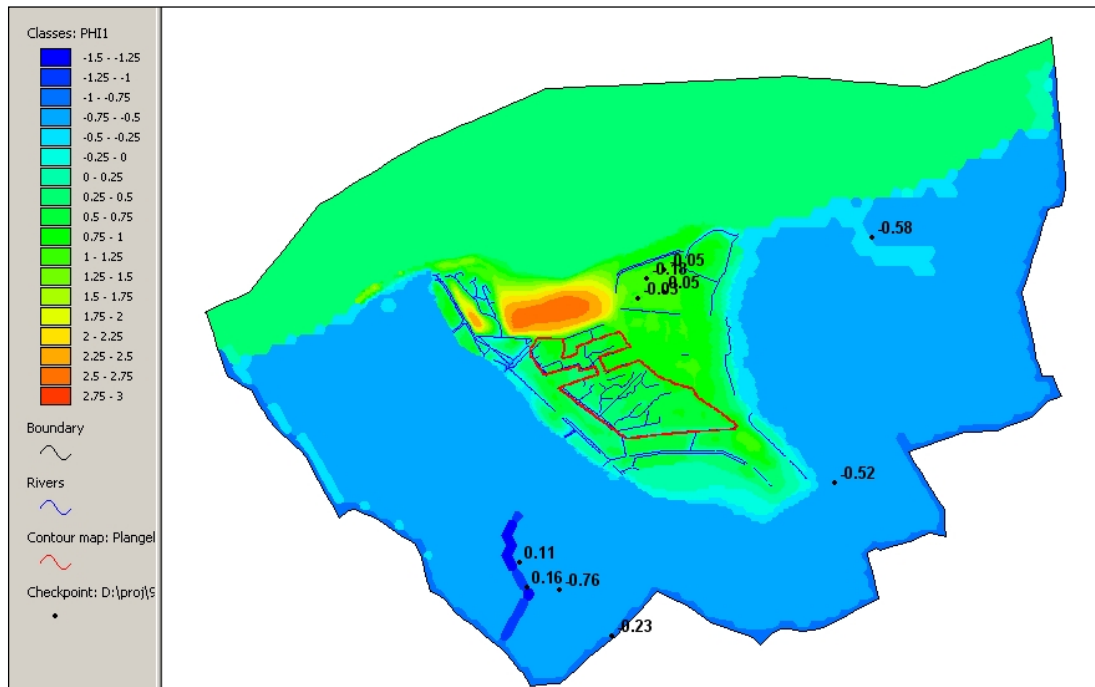
Tabel 5 Overzicht grondwatermeetpunten

Code	Filter	Bk filter [m NAP]	Ok filter [m NAP]	Meetreeks [van - tot]	Gem gws [m NAP]	10% percentiel [m NAP]	90% percentiel [m NAP]
B47H0036	1	-0.64	-1.64	1995-2001	-0.57	-0.79	-0.38
B47H0036	2	-18.39	-19.39	1985-2001	-0.41	-0.76	-0.11
B47H0108	2	-2.17	-2.67	1992-2011	-1.48	-1.81	-1.19
B47H0111	1	-1.50	-2.00	1992-2011	-0.94	-1.39	-0.49
B47H0112	1	-0.94	-1.44	1992-2011	0.19	-0.4	0.69
B47H0113	1	-1.66	-2.16	1992-2011	-1.25	-1.57	-0.87
B48C0156	1	-0.41	-1.41	1985-2011	0.04	-0.58	0.39
B48C0156	2	-17.40	-18.40	1985-2011	-0.52	-0.7	-0.36
B48C0213	1	-7.52	-8.52	1980-2000	-0.73	-0.9	-0.56
B47H0102	1	-14.30	-15.30	1980-1997	-0.16	-0.43	0.09
B48C0164	1	-0.57	-1.57	1986-2011	-0.05	-0.5	0.44
B48C0164	2	-17.47	-18.47	1986-2011	-0.39	-0.81	0.03
B48C0230	1	-12.26	-13.26	2003-2011	0.55	0.28	0.79
B47H0034	1	-17.51	-18.51	1985-2001	0.24	0.09	0.42
11NI06	1	1.21	0.71	2010-2011	1.15	0.71	1.38
11NI06	2	-0.28	-1.28	2010-2011	1.52	1.29	1.7
11NI07	1	1.39	0.89	2010-2011	1.28	0.89	1.63
11NI07	2	-0.12	-1.12	2010-2011	1.26	0.78	1.57
11NI08	1	0.01	0.01	2010-2011	1.09	0.88	1.34
11NI08	2	0.00	-0.01	2010-2011	1.43	0.88	1.85
11NI09	1	1.23	0.73	2010-2011	1.06	0.73	1.35
11NI09	2	-0.31	-1.31	2010-2011	1.12	0.58	1.48

De gemiddelden van de gemeten grondwaterstanden over de beschouwde periode zijn vergeleken met de berekende grondwaterstanden. Op basis van de afwijkingen zijn aanpassingen gedaan in de weerstand van de scheidende lagen, de transmissiviteit van de watervoerend pakketten en de drainage- en infiltratieweerstand van het topsysteem.

In de figuren 4 t/m 8 zijn de berekeningsresultaten voor de huidige gemiddelde situatie na calibratie gegeven voor de verschillende modellagen. Ook zijn per laag de verschillen tussen gemeten en berekende waarden van het geoptimaliseerde model weergegeven.

Figuur 4 Gemiddelde freatische grondwaterstand, huidige situatie



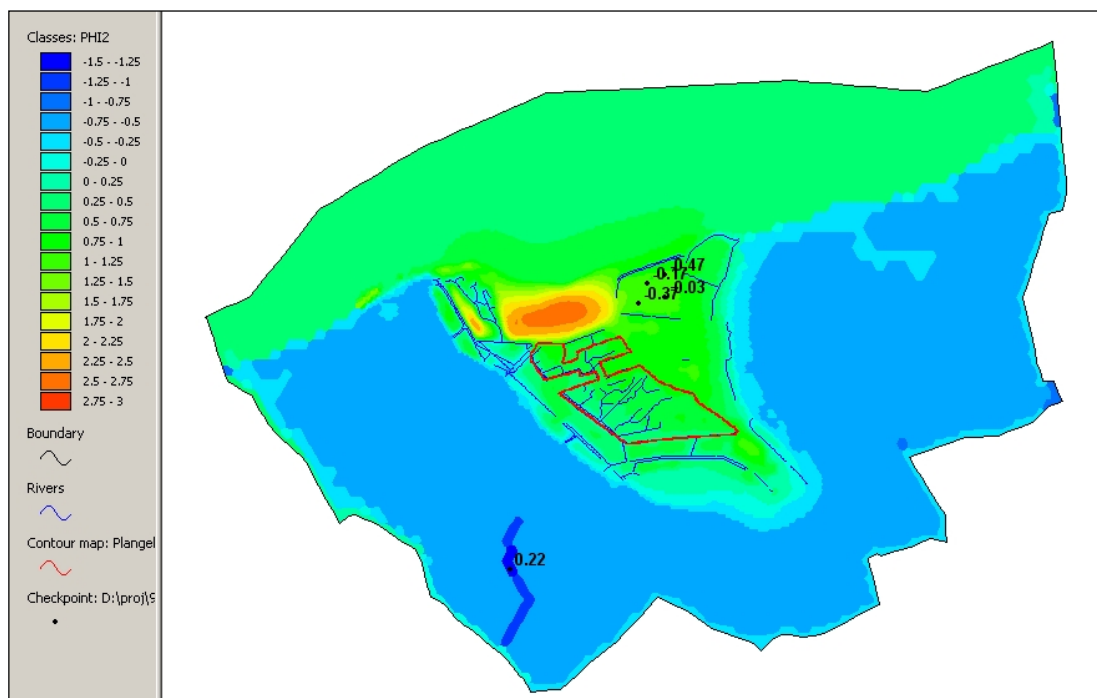
In de directe omgeving van het studiegebied (aangegeven met rode lijn) waar de watergangen expliciet in het model zijn opgenomen, komt de berekende gemiddelde freatische grondwaterstand (figuur 4) goed overeen met de gemeten gemiddelde grondwaterstanden (afwijkingen 0 tot 20 cm).

In het gedeelte waar de watergangen niet expliciet zijn opgenomen, wijkt de berekende gemiddelde grondwaterstand af van de gemeten gemiddelde grondwaterstand (afwijkingen 20 tot 80 cm). Dit is te verklaren vanuit het feit dat de watergangen hier niet expliciet zijn opgenomen. De grondwaterstand wordt hier als een vlak berekend. De opbolling tussen de watergangen wordt dus niet berekend, maar een gemiddelde waterstand. Hierdoor is de berekende grondwaterstand lager dan de werkelijke grondwaterstand.

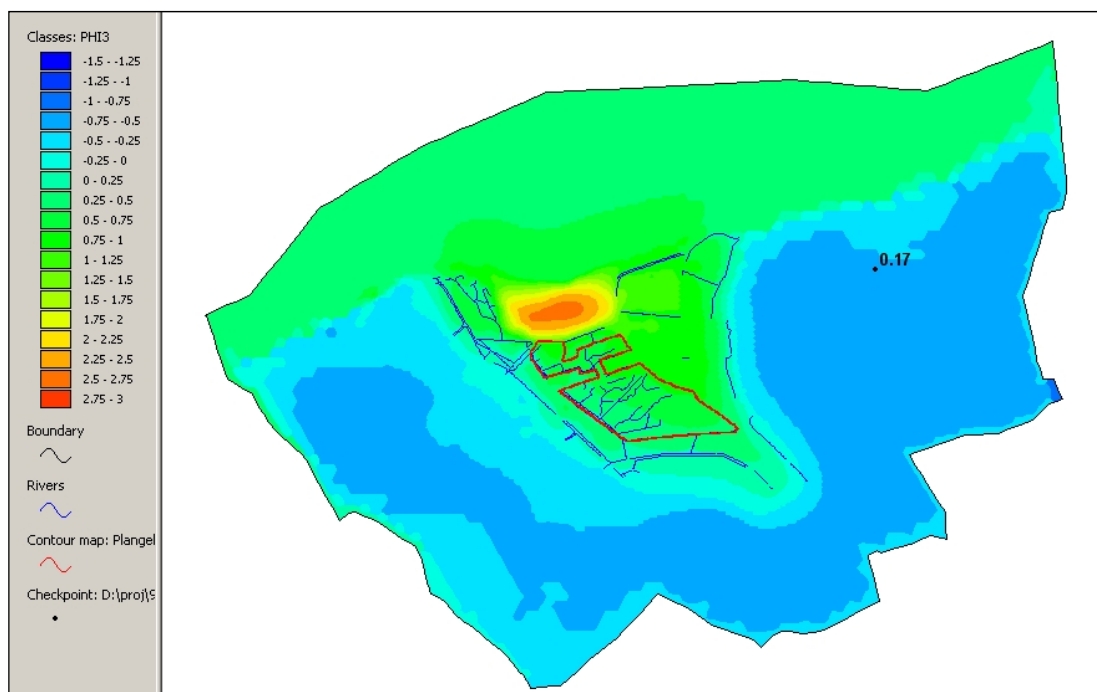
Omdat verwacht wordt dat de aanpassing van het watersysteem ter plaatse van het plangebied slechts beperkt invloed zal hebben op de freatische grondwaterstanden verderop gelegen, is dit verschil tussen berekende en gemeten grondwaterstanden acceptabel.

In het zuidwesten van het model worden juist te hoge grondwaterstanden berekend (10 tot 20 cm). Dit gebied betreft een natuurgebied. De mate van drainage zal hier afwijken van de rest van het gebied. De gemeten grondwaterstanden zullen hier dus niet representatief zijn voor de rest van het gebied.

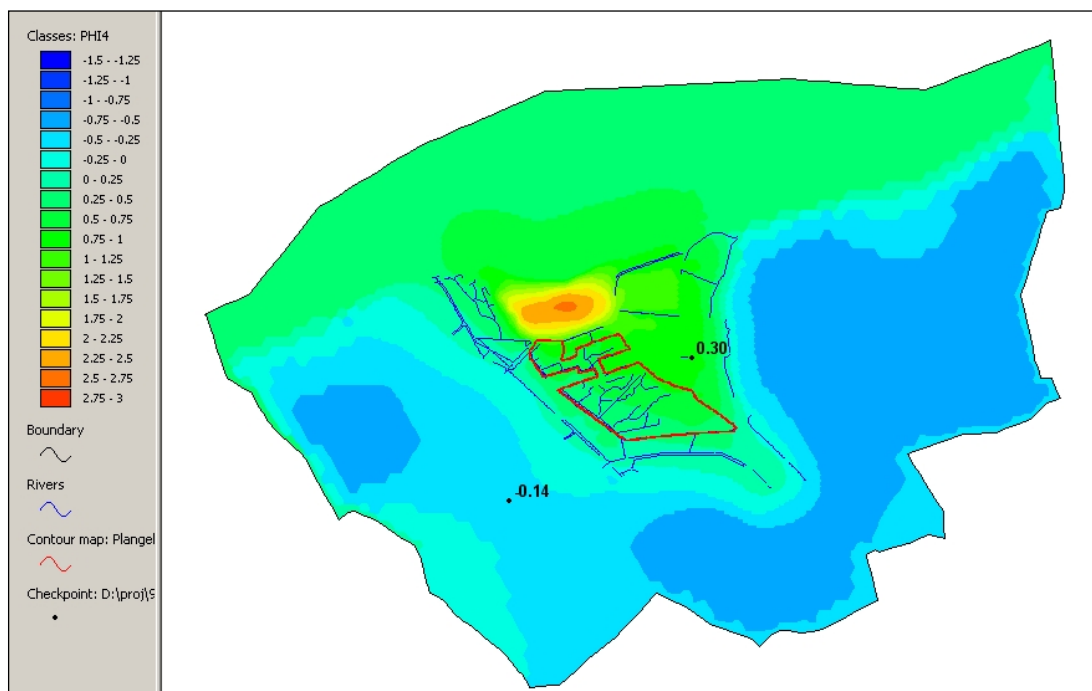
Figuur 5 Gemiddelde stijghoogte laag 2 (circa 4 m-mv), huidige situatie



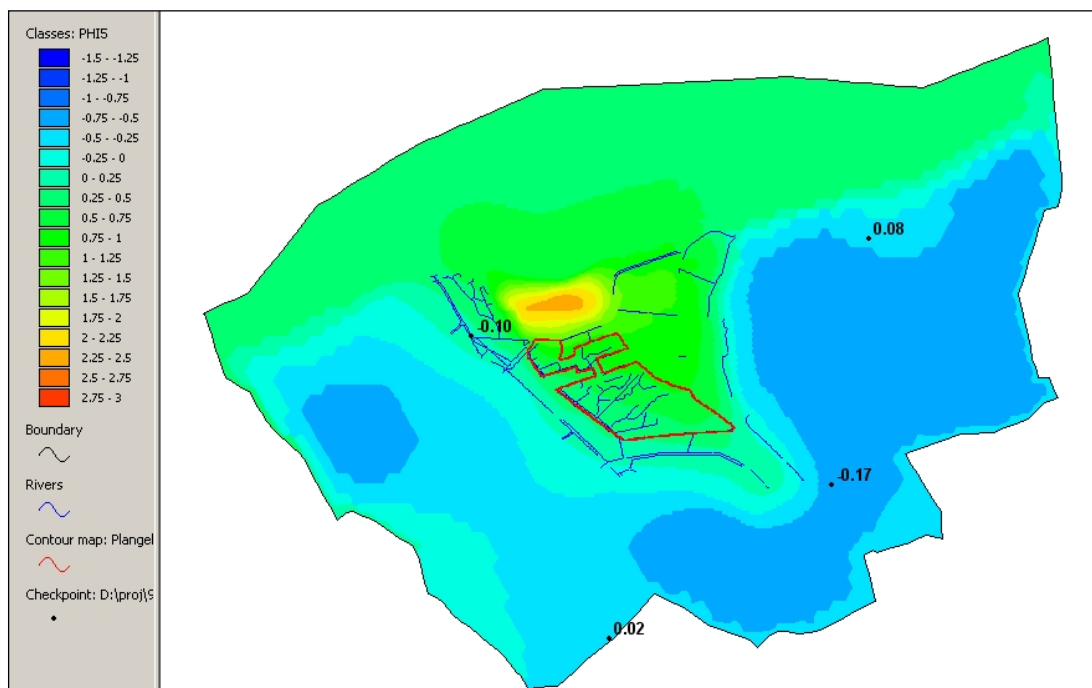
Figuur 6 Gemiddelde stijghoogte laag 3 (circa 7 m-mv), huidige situatie



Figuur 7 Gemiddelde stijghoogte laag 4 (circa 12 m-mv), huidige situatie



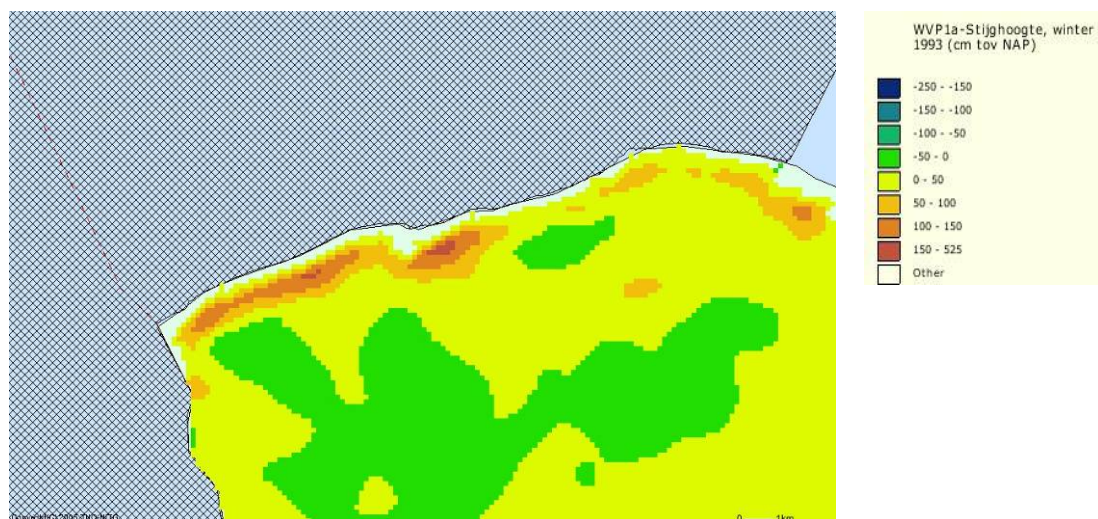
Figuur 8 Gemiddelde stijghoogte laag 5 (circa 20 m-mv), huidige situatie



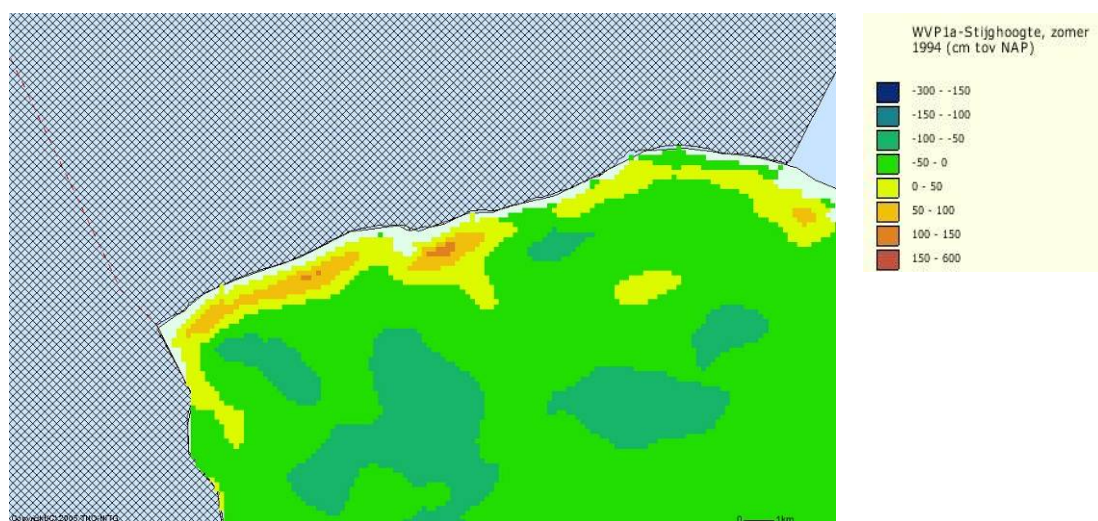
De verschillen tussen de berekende en de gemeten gemiddelde stijghoogtes zijn acceptabel.

In figuur 9 en 10 worden de winter en zomer stijghoogte uit Regis weergegeven. De berekende waarden komen globaal overeen met de stijghoogtes uit Regis.

Figuur 9 Winter stijghoogte eerste watervoerende pakket



Figuur 10 Zomer stijghoogte eerste watervoerende pakket



Omdat de weerstand tussen de freatische laag en het watervoerende pakket gering is (ter plaatse van het plangebied circa 0 tot 125 dagen) volgen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in de bovenste laag van het watervoerende pakket elkaar sterk. Dit resulteert in relatief lage fluxen.



Bijlage 2 **Beschrijving waterbalans**



Inleiding

Met een spreadsheet model zijn waterbalansen opgesteld voor het gebied waar het peil aangepast wordt. De basis voor deze spreadsheet is ontleend aan spreadsheets die eerder zijn ontwikkeld door Royal Haskoning in het kader van vergelijkbare projecten.

In de waterbalans wordt onderscheid gemaakt tussen het compartiment oppervlaktewater en het compartiment bodem/grondwater. Tussen deze twee compartimenten vindt uitwisseling plaats via drainage/infiltratie naar/vanuit het oppervlaktewater. Per dag wordt de gemiddelde grondwaterstand en oppervlaktewaterstand berekend op grond van de termen neerslag, verdamping, kwel vanuit het watervoerende pakket, uitlaat en eventuele inlaat (voor Nieuwvliet is inlaat niet relevant). Voor verdamping is rekening gehouden met een verschil tussen verdamping voor grasland en open water.

Per berekening wordt, naast het totale oppervlak van het plangebied, de verdeling % land-water, de gemiddelde maaiveldligging voor de landdelen en de gemiddelde diepte van het open water opgegeven. De neerslag- en verdampingscijfers zijn ontleend aan metingen (op dagbasis) over de periode 2004 tot en met 2009, de kwelterm is gebaseerd op de hoeveelheid kwel in het grondwatermodel bij verschillende oppervlaktewaterpeilen. Alle balansposten worden op dagbasis berekend.

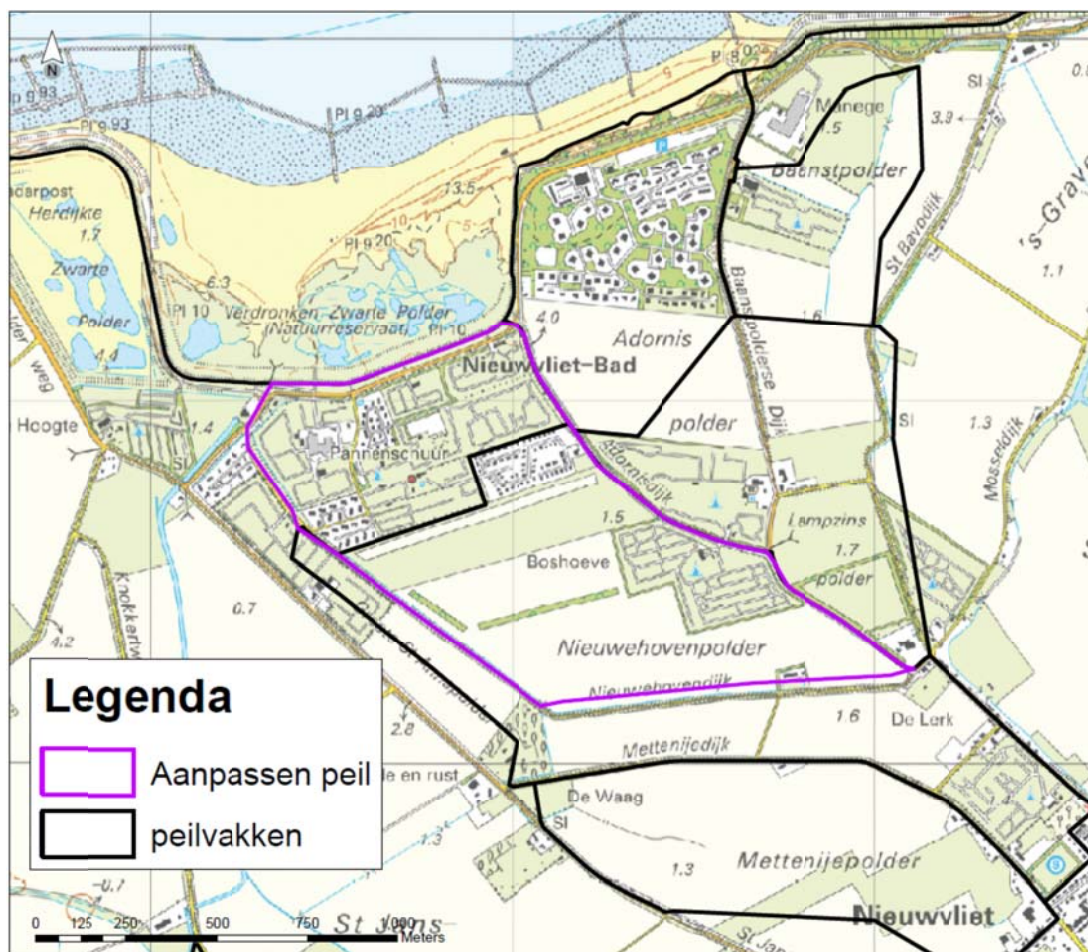
Uitgangspunten

Onderstaand is een overzicht gegeven van de gehanteerde uitgangspunten.

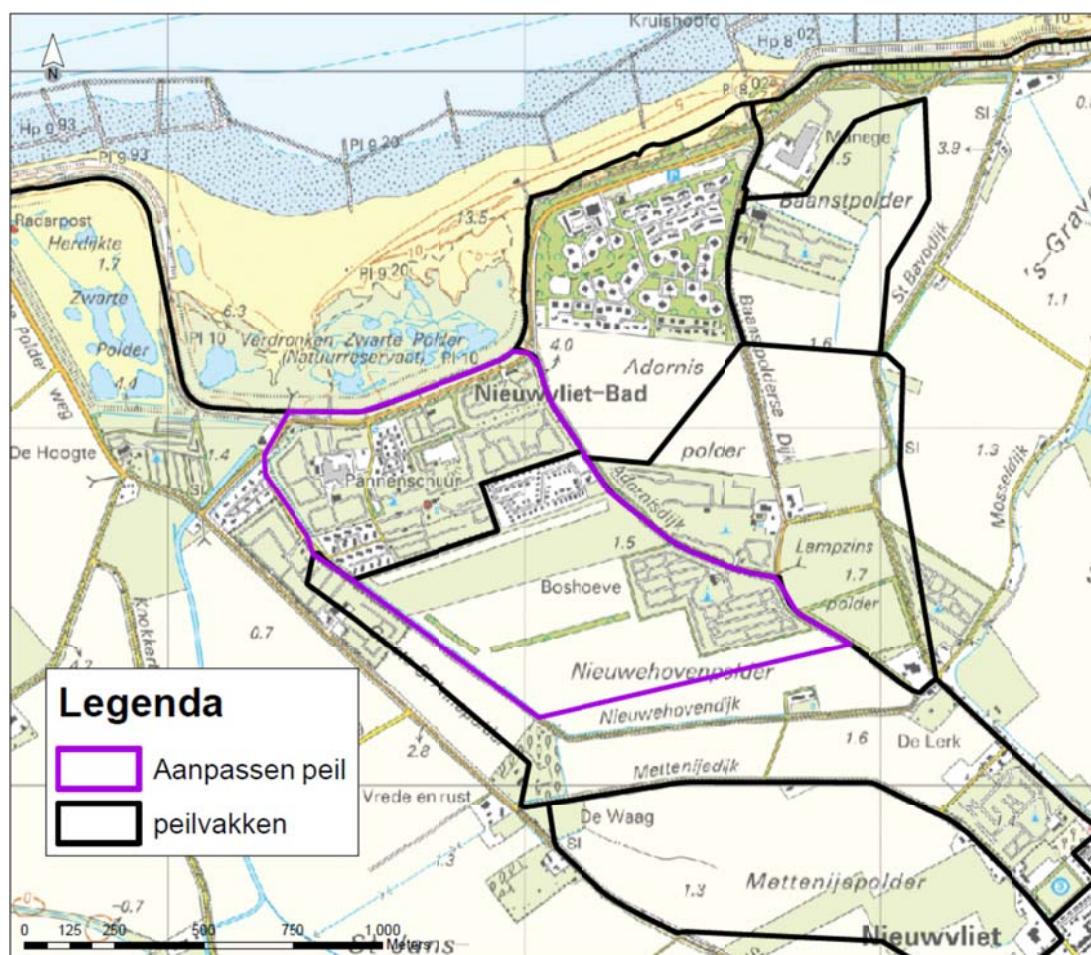
Plangebied

In figuur 1 (basisalternatief) en figuur 2 (inrichtingsalternatief) is het plangebied weergegeven waarvoor de waterbalansen zijn opgesteld. Het betreft het gebied waar het peil aangepast wordt.

Figuur 1 Plangebied waterbalansberekening basisalternatief (gebied waar het peil aangepast wordt)



Figuur 2 Plangebied waterbalansberekening inrichtingsalternatief (gebied waar het peil aangepast wordt)



Het gebied heeft een oppervlak van circa 95 ha. De gemiddelde maaiveldhoogte is circa NAP + 1,41 meter.

Water

Op basis van de schetsen van de twee varianten is het percentage oppervlaktewater in de twee varianten bepaald. De lengte van de watergangen is met GIS bepaald. Door deze lengte te vermenigvuldigen met de aangenomen breedte van 15 meter kan het oppervlak water worden bepaald. In onderstaande tabel zijn de gegevens van de twee alternatieven weergegeven. De berekende percentages zijn afgerond tot 10% water in het basisalternatief en 5% water in het inrichtingsalternatief.

Tabel 1 Oppervlak water

	Basisalternatief	Inrichtingsalternatief
Lengte [m]	5500	3720
Oppervlak [m2]	82500	32100
Totaal oppervlak [m2]	950000	820000
Percentage water [%]	8.7	6.1
Percentage gebruikt in waterbalans [%]	10	6

De bodemhoogte is van invloed of de watergangen droogvallen of niet. In het basisalternatief is er vanuit gegaan dat de watergangen tot circa 2,5 meter onder het maaiveld worden uitgegraven. De bodemhoogte komt hiermee op circa NAP -1,10 meter. In het inrichtingsalternatief is er vanuit gegaan dat de bodemhoogte gemiddeld op circa NAP -1,0 meter ligt. De bredere watergangen aan de westkant hebben een bodemhoogte op NAP -1,5 meter en de overige watergangen een bodemhoogte van NAP -0,7 meter.

Neerslag en verdamping

Voor neerslag en verdamping is voor deze balansstudie uitgegaan van neerslag en verdampingsgegevens van station Vlissingen voor de periode 1 januari 2004 t/m 1 april 2009. Als verdampfactors zijn aangehouden 1 (voor land) en 1,25 (voor water).

Neerslag die op verhard oppervlak valt kan direct naar het oppervlaktewater worden afgevoerd. Ook kan via een drainagesysteem een deel van de neerslag niet ten goede komen aan het grondwater. In de waterbalans is er van uitgegaan dat 20% van de neerslag die niet op het water valt toch direct naar de watergangen gaat door deze twee processen.

Ook kan gedraineerd water naar het riool afgevoerd worden. Dit water verdwijnt dan uit de waterbalans omdat het niet ten goede komt aan het grondwater of het oppervlaktewater. Door beleidsuitgangspunten en om voldoende water in de watergangen te houden, is aangenomen dat dit in de toekomstige situatie niet meer voorkomt.

Kwel

De kwel is berekend per tijdstap van 1 dag. Met het grondwatermodel is voor verschillende peilen in de watergangen bepaald hoe groot de kwel is. Op basis van deze gegevens is een formule opgesteld die het verband tussen het peil en de hoeveelheid kwel beschrijft. Per dag wordt de hoeveelheid kwel berekend op basis van het peil van de vorige dag.

De kwelterm varieert per tijdstap op grond van verschillen in freatische grondwaterstand/oppervlaktewaterpeil. Bij een uitzakkend (grond)waterpeil neemt de kwelintensiteit toe, en omgekeerd.

De hoeveelheid kwel/wegzijging ter plaatse van het plangebied is gering.

Relatie tussen grond- en oppervlaktewater

De relatie tussen grond- en oppervlaktewater is op twee manieren verwerkt.

- surface-runoff: in het voorjaar kan de grondwaterstand op/aan maaiveld komen. In dit geval is bepaald dat dit volume grondwater rechtstreeks ten goede komt aan het oppervlaktewater, waarbij als concentratie wordt aangehouden de gemiddelde grondwaterkwaliteit van de voorgaande stap;
- drainage-/infiltratie: per stap is bepaald hoe de berekende grondwaterstand en oppervlaktewaterstand zich tot elkaar verhouden. Op basis van het berekende peilverschil en een aangenomen drainage- of infiltratieweerstand wordt per stap een flux berekend van of naar oppervlaktewater. De bijbehorende kwaliteit van dit water is het berekende gemiddelde gehalte van oppervlaktewater dan wel grondwater van de voorgaande stap.

Inlaat en uitlaat

De inlaat- en uitlaatterm worden per stap berekend als resultante van de verschillen tussen neerslag, verdamping en kwel. Uitlaat vindt plaats als de berekende waterstand per tijdstap hoger wordt dan het maximale peil. In het basisalternatief is gerekend met een uitlaatpeil van NAP 0,25 meter. In het inrichtingsalternatief is gerekend met een uitlaatpeil van NAP 0 meter. Er kan in het gebied geen water ingelaten worden.

De hoeveelheid te bergen water per rekenstap wordt bepaald door de hoeveelheid neerslag-verdamping en kwel die in het systeem komt. Voor het bepalen van de hoeveelheid berging in het systeem is rekening gehouden met de verdeling land-water, gemiddelde waterdiepte en de bergingscoëfficiënten voor land en water. De percentages land-water en gemiddelde waterdiepte variëren per alternatief, de bergingscoëfficiënten zijn vaste waarden. Voor water is gerekend met een bergingscoëfficiënt van 1, voor bodem met een bergingscoëfficiënt van 0,15.



Bijlage 3 **Uitgangspunten grondbalans Kustwerk Nieuwvliet**

Algemene uitgangspunten grondbalans

- Er is gebruik gemaakt van de gemiddelde maaiveldhoogte rondom de toekomstig te graven watergangen (met behulp van GIS).
- Er is gebruik gemaakt van de lengte van de toegangswegen. Deze zijn afgeleid aan de hand van de schetsontwerpen (met behulp van GIS).
- Aangenomen is dat de wegverharding in asfalt zal worden uitgevoerd, voor de aanleg van asfaltverharding is grondverbetering nodig in de vorm van:
 - * Een zandlaag met een dikte van 0,5 m;
 - * Een funderingslaag (betongranulaat) met een dikte van 0,3 meter.
 - * De benodigde breedte van de wegen is geschat op een breedte van 7 meter

Uitgangspunten basisalternatief grondbalans

- In de schetstekening van het basisalternatief is geen parkeeroppervlak ingetekend. Het parkeeroppervlak is daarom gelijk gesteld aan het parkeeroppervlak van rotondes in inrichtingsalternatief.
- In het basisalternatief zijn 2 profieltypen aan watergang opgenomen namelijk:
 - * Profiel XI, 15 meter breed (op waterlijn), bodem -1.10 meter NAP, maaiveld +1.25 NAP, talud 2-zijdig 1:2.
 - * Profiel XII, 7 meter breed, bodem (op waterlijn) -1.10 NAP, m.v. +1.32 NAP, talud 2-zijdig 1:2.

Uitgangspunten inrichtingsalternatief grondbalans

- De "rotondes" / parkeerhofjes, gelegen aan de kopse kanten van de toegangswegen hebben een straal van 6.75 meter. In totaal zijn er 37 "rotondes" / "parkeerhofjes" in het ontwerp opgenomen.
- In het basisalternatief zijn 4 profieltypen aan watergang opgenomen namelijk:
 - * Profiel A, 15 meter breed (op waterlijn), bodem -1.50 NAP, m.v. +1.40 NAP, talud 2-zijdig 1:2.
 - * Profiel B, 2 meter breed (op waterlijn), bodem -0.70 meter NAP, m.v. +1.40 meter NAP, talud 2-zijdig 1:2.
 - * Profiel C, 2 meter breed (op waterlijn), bodem -0.70 meter NAP, m.v. +1.21 NAP, LET OP talud 2-zijdig 1:1.
 - * Profiel D, 30 meter breed (op waterlijn), bodem -1.50 NAP, m.v. +1.21, NAP talud 2-zijdig 1:2.
- In het inrichtingsalternatief wordt in het centrale deel een duinrug gecreëerd door het terrein gemiddeld 1 meter in hoogte op te hogen.



Berekeningsresultaten basisalternatief en inrichtingsalternatief

Basisalternatief

Watergangen	Lengte	Totaal	Klei	Zand
Profiel XI, 15 m breed (op waterlijn), bodem -1.10 m NAP, maaiveld +1.25 NAP, talud 2-zijdig 1:2	605	21758	17473	4284 m3
Profiel XII, 7 m breed, bodem (op waterlijn) -1.10 NAP, m.v. +1.32 NAP, talud 2-zijdig 1:2	4892	88073	76920	11153 m3
SUBTOTAAL	5497	109830		
gemiddelde breedte wegen (m)	7			
diepte zandlaag (m)	0.5	23620		m3
fundering (betongranulaat) (m)	0.3	14172		m3
Lengte aan wegen (m)	6748.5			
SUBTOTAAL		37792		
gemiddelde straal hofjes	6.75			
diepte zandlaag/ grondverbetering (m)	0.5	2648		m3
fundering (betongranulaat)	0.3	1589		m3
Parkeeroppervlak/ hofjes (m2)	5296			
SUBTOTAAL		4237		
Duinrug				
oppervlak (ha)	0	0		m3
gemiddelde ophoging	1			
SUBTOTAAL		0		m3

94393 15437 m3
67802 m3 resterend volume aan grond

Inrichtingsalternatief

Watergangen	Lengte	Totaal ontgraven	Klei	Zand
Profiel A, 15 m breed (op waterlijn), bodem -1.50 NAP, m.v. +1.40 NAP, talud 2-zijdig 1:2	562	24129	17945	6184 m3
Profiel B, 2 m breed (op waterlijn), bodem -0.70 m NAP, m.v. +1.40 m NAP, LET OP talud 2-zijdig 1:1	2226	12622	12265	356 m3
Profiel C, 2 m breed (op waterlijn), bodem -0.70 m NAP, m.v. +1.21 NAP, LET OP talud 2-zijdig 1:1	311	1491	1441	50 m3
Profiel D, 30 m breed (op waterlijn), bodem -1.50 NAP, m.v. +1.21 NAP, talud 2-zijdig 1:2	620	49416	33301	16115 m3
SUBTOTAAL	3719	87657		
gemiddelde breedte wegen (m)	7			
diepte zandlaag (m)	0.5	28921		m3
fundering (betongranulaat) (m)	0.3	17352		m3
Lengte aan wegen (m)	8263			
SUBTOTAAL		46273		
gemiddelde straal hofjes	6.75			
diepte zandlaag/ grondverbetering (m)	0.5	2648		m3
fundering (betongranulaat) (m)	0.3	1589		m3
Parkeeroppervlak/ hofjes (m2)	5296			
SUBTOTAAL		4237		
Duinrug				
oppervlak (ha)	7.640635	76406		m3
gemiddelde ophoging	1			
SUBTOTAAL		76406		m3

64953 22705 m3
-39259 m3 resterend volume aan grond