Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

9 augustus 2012

Nader onderzoek waterhuishouding Waterdunen

Rapportage technische onderbouwing peilbesluit en watervergunning

Kenmerk R001-4781059BJQ-nnc-V02-NL

Verantwoording

Titel	Nader Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen
Opdrachtgever	Provincie Zeeland
Projectleider	ir. R. (Reinder) Siebinga
Auteur(s)	B. (Bart) de Jong BASc
Tweede lezer	Ir. J. (Jacob) Luijendijk
Uitvoering meet- en inspectiewerk	
Projectnummer	4781059
Aantal pagina's	62 (exclusief bijlagen)
Datum	8 augustus 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
afdeling Water
Rhijnspoor 209
Postbus 6
2900 AA Capelle aan den IJssel
Telefoon +31 10 28 86 10 0
Fax +31 10 28 86 16 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.
De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon **5**

1 Inleiding **9**
1.1 Inleiding 9
1.2 Doel 9
1.3 Leeswijzer 9

2 Huidige situatie **11**
2.1 Landschap en functies 11
2.2 Bodemopbouw en geohydrologie 12
2.2.1 Maaiveld 12
2.2.2 Bodemopbouw 12
2.2.3 Grondwater 13
2.3 Watersysteem 15

3 Toekomstige situatie **17**
3.1 Beschrijving toekomstige situatie 17
3.2 Waterhuishouding 19
3.2.1 Veranderingen en effecten op hoofdlijnen 19
3.2.2 Maatregelen op hoofdlijnen 20

4 Mogelijke effecten en mitigerende maatregelen buiten het plangebied **23**
4.1 Mogelijke effecten buiten het plangebied 23
4.2 Omvang van effecten en maatregelen 24
4.3 Beschouwing resultaten 27

5 Mogelijke effecten en mitigerende maatregelen binnen plangebied **29**
5.1 Mogelijke effecten binnen het plangebied 29
5.2 Vernatting en verzilting: effecten en maatregelen 30
5.2.1 Analyse ontwateringsdiepte 30
5.2.2 Verzilting 35
5.2.3 Maatregelen 36

6 Uitwerking nieuwe watersysteem **39**
6.1 Ontwateringsstructuur probleemlocaties 39
6.2 Ontwateringstructuur resterende locatie 47

6.3 Ontwerp dwarsprofielen nieuwe afwateringstrajecten 49
6.4 Extreme situaties 58
6.5 Te dempen en te graven watergangen 59
6.6 Schaderegelingen 59

7 Bronvermelding 61
7.1 Literatuur 61
7.2 Websites 61

Bijlage(n)

1. Hoogtekaart
2. Watersysteemkaart - huidige situatie
3. Ontwateringsdiepte en probleemgebieden
4. Zoet-zout kaart
5. Watersysteemkaart – toekomstige situatie
6. Te dempen en te graven watergangen
7. Kaart met huidige drooglegging
8. Kaart met toekomstige drooglegging
9. Alternatieve scenario’s afwatering Waterdunen

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Het project Waterdunen, gelegen ten westen van Breskens, combineert zilte natuur- en landschapsontwikkeling met recreatie en kustversterking. Het 'Nader onderzoek waterhuishouding Waterdunen' heeft als doel om een technische onderbouwing te geven van de benodigde mitigerende waterhuishoudkundige maatregelen, voor zover deze aanvullend zijn op het bestaande inrichtingsplan.

In de voorliggende rapportage zijn de hydrologische knelpunten als gevolg van de voorgenomen herinrichting van het gebied voor de functies (agrarisch en bebouwing) binnen en buiten het plangebied beschreven.
Op hoofdlijnen betreft dit de volgende knelpunten:

- De hogere peilen en het zoute(re) water in het plangebied kunnen leiden tot nat- en zoutschade voor de genoemde functies binnen en buiten het plangebied
- De bestaande afwateringsroute van de gebieden het Zandertje, Schoneveld en het Heem via het plangebied komt te vervallen en er dient een alternatieve route te worden gezocht langs de oost- en zuidkant van Waterdunen.

Vervolgens zijn in dit rapport de voorgestelde mitigerende maatregelen voor de oplossing van beide knelpunten uitgewerkt. Met deze maatregelen wordt het mogelijk om het risico op schade aan de genoemde functies te voorkomen.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde onderzoeken en beschikbare gegevens. De gehanteerde bronnen zijn opgenomen in hoofdstuk 7 van de voorliggende rapportage.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is om een goede technische onderbouwing te geven voor de mitigerende hydrologische maatregelen die nodig zijn om schade als gevolg van het binnenlaten van zout water en gedempt getij binnen en buiten het projectgebied te voorkomen. Daarbij gaat het op hoofdlijnen om zaken als zoutschade, natschade en zettingen voor de functies bebouwing en landbouw. Dit rapport levert hiermee een onderbouwing voor de peilwijziging en aanvraag watervergunning voor het plangebied Waterdunen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt allereerst de huidige situatie van het plangebied beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de toekomstige situatie in beeld gebracht op basis van het inrichtings- en inpassingsplan. De mogelijke effecten en mitigerende maatregelen als gevolg van deze

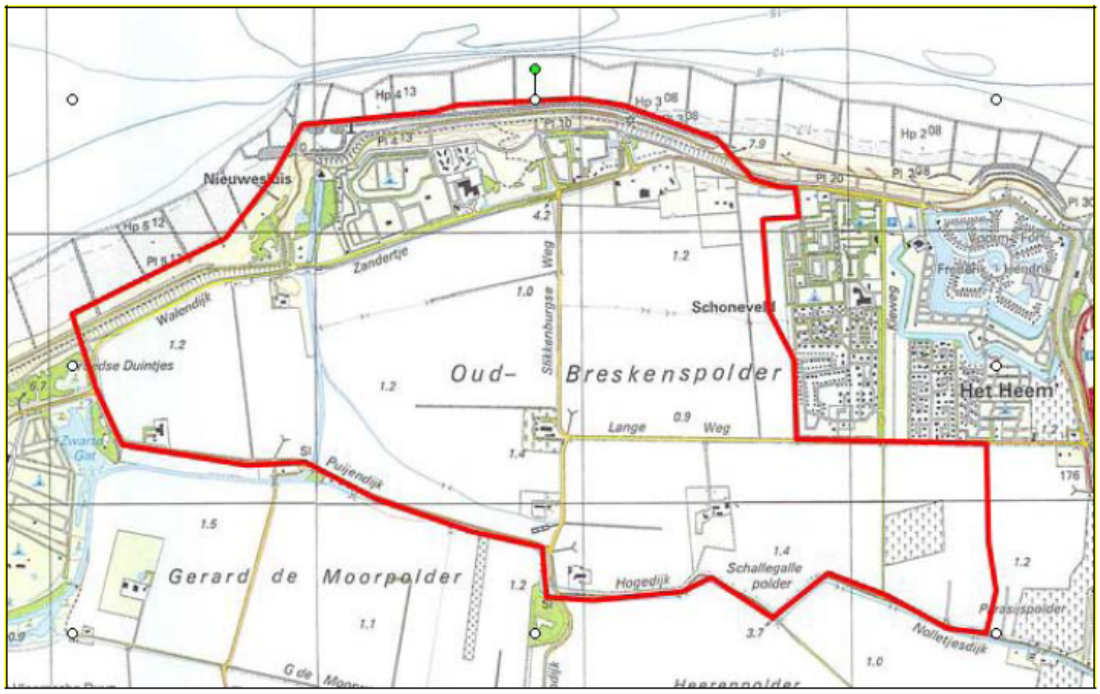
voorgenomen herinrichting worden in de hoofdstukken 4 en 5 beschreven. Daarbij gaat het in hoofdstuk 4 om de mogelijke effecten en mitigerende maatregelen voor functies buiten het plangebied, en in hoofdstuk 5 voor functies binnen het plangebied.
Met behulp van het verkregen inzicht in mogelijke effecten en maatregelen worden in hoofdstuk 6 de voorgestelde maatregelen nader uitgewerkt.
Tot slot worden in hoofdstuk 7 de relevante en voor het onderzoek gehanteerde bronnen genoemd.

2 Huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt de huidige situatie van het bodem- en watersysteem in en rondom het plangebied Waterdunen beschreven. Deze informatie is gebaseerd op onder andere een veldbezoek en de bestaande literatuur die beschikbaar is gesteld door de opdrachtgever. De geraadpleegde literatuur is terug te vinden in de literatuurlijst achterin deze rapportage.

2.1 Landschap en functies

Het plangebied Waterdunen is ca. 350 ha groot. De begrenzing van dit plangebied wordt in onderstaand figuur 2.1 weergegeven.



Figuur 2.1 Begrenzing plangebied. (Bron kaart: Oranjewoud)

Het plangebied bestaat uit twee zeekleipolders: de Jong- en Oud-Breskenspolder. Het betreft een algemeen grootschalig en open agrarisch gebied met kenmerkende dijken aan de randen van de polders.
Het plangebied kenmerkt zich in de huidige situatie door de volgende functies:

- **Landbouw:** het overgrote deel van het plangebied heeft een agrarische functie; de grond (circa 290 ha) is voornamelijk in gebruik als grootschalige en intensieve landbouwgrond waarbij vooral sprake is van akkerbouw
- **Wonen:** verspreid in en rondom het gebied staan een aantal woningen. Het betreft zowel enige woningen verspreid liggend in het gebied, voornamelijk behorende bij de aanwezige landbouwbedrijven, alsmede woningen die deel uitmaken van kleine buurtschappen; bij deze laatsten gaat het specifiek om de buurtschappen 't Killetje en het Zandertje
- **Recreatie:** de recreatie in en grenzend aan het plangebied bestaat uit dag-, en verblijfsrecreatie. Ten behoeve van deze recreatie bevinden zich, met name geclusterd in de Jong Breskenspolder en aan de oostkant van het plangebied, bungalowparken, campings, strandpaviljoens (buiten het plangebied gelegen) en overige horecagelegenheden
- **Natuur:** binnen het plangebied zijn een aantal bospercelen gelegen. Het gebied grenst - aan de zeezijde - direct aan het Habitatrichtlijngebied Westerschelde. De Nolletjesdijk in het zuiden van het plangebied Waterdunen maakt deel uit van de EHS (Ecologische hoofdstructuur). De noordoosthoek van het gebied, waar karrevelden liggen, is in het Natuurgebiedsplan aangewezen als natuurcompensatiegebied
- **Infrastructuur:** de infrastructuur binnen het gebied bestaat uit dijken, wegen, fietspaden en watergangen

2.2 Bodemopbouw en geohydrologie

2.2.1 Maaiveld

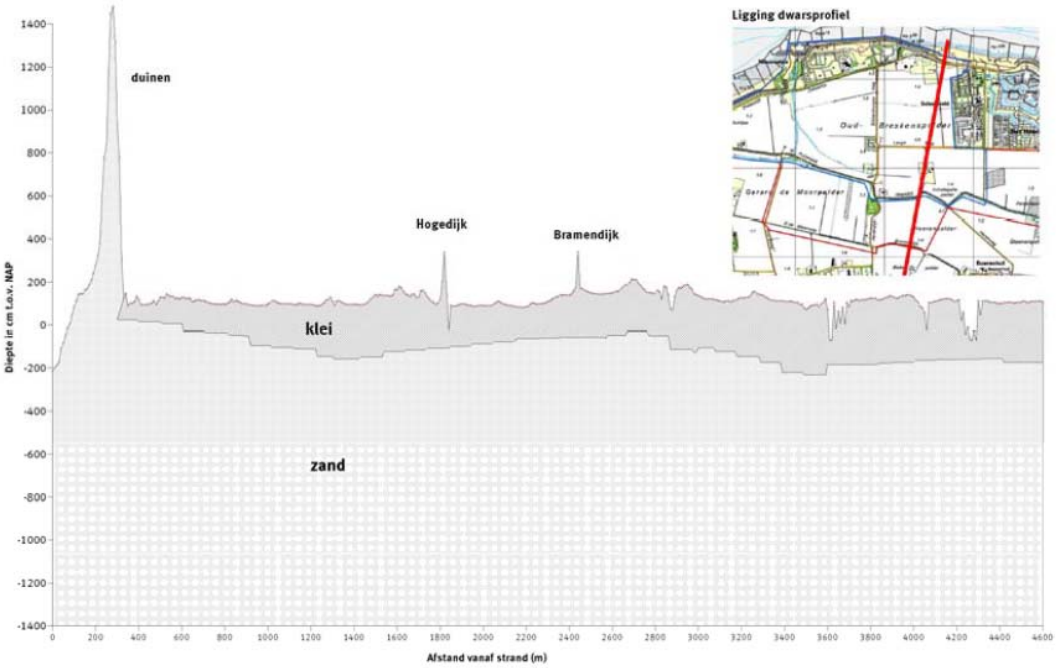
Op de kaart in bijlage 1 is de hoogtekaart van het gebied weergegeven. Het huidige maaiveld ligt tussen de NAP +0,5 en + 1,5 m. Gemiddeld bedraagt de maaiveldhoogte ca +1,0 m NAP. Op de locaties waar boerderijen of woningen liggen is het maaiveld plaatselijk hoger, van NAP +1,3 m tot +1,8m.

2.2.2 Bodemopbouw

Via DINO, REGIS, en de Grondwaterkaart van Nederland zijn gegevens verzameld omtrent de bodemopbouw van zowel het plangebied als het gebied rondom het plangebied. De deklaag en eerste watervoerend pakket (wvp) worden gevormd door het Laagpakket van Walcheren.

De deklaag bestaat vooral uit klei met tussendoor verschillende fijn zandige lagen. In het kader van onderzoek voor de getijdenduiker en het monitoringsplan is veldonderzoek naar de bodemopbouw uitgevoerd waaruit bleek dat de bodemopbouw sterk kan variëren. De deklaag in het gebied bestaat voornamelijk uit zware zavel en klei. De dikte van deze deklaag varieert daarbij globaal tussen de 0,5 en 6,0 meter. De dikte van de deklaag lijkt daarbij in zuidelijke en oostelijke richting enigszins toe te nemen.
Het eerste watervoerende pakket onder de deklaag bestaat uit fijn zand.

Onderstaande dwarsdoorsnede (figuur 2.2.) geeft een beeld van de bodemopbouw.



Figuur.2.2. Doorsnede bodemopbouw

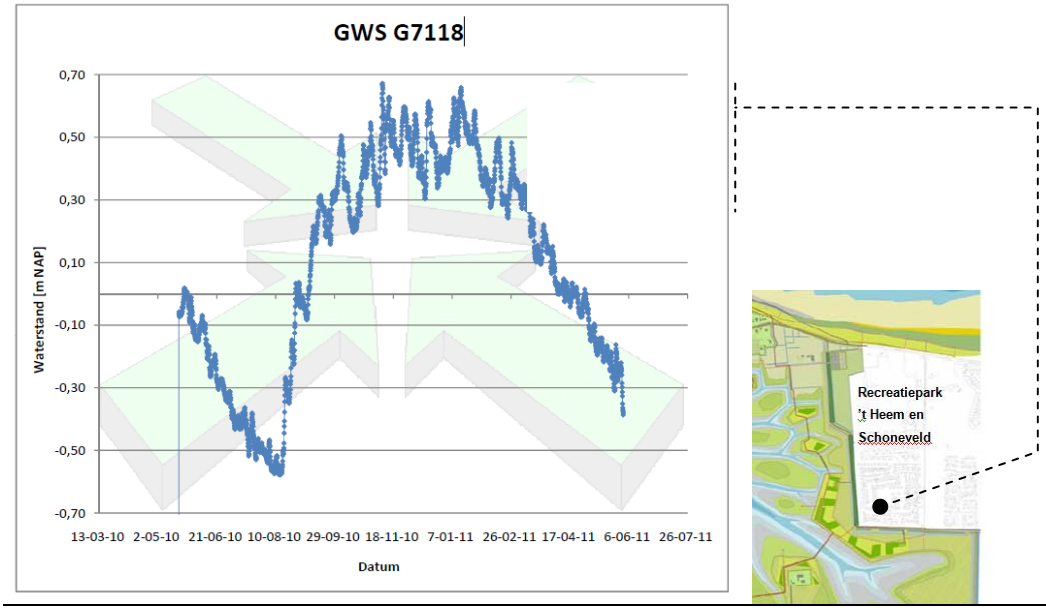
De bodemkaart van Stiboka (1:25.000) laat zien dat in het plangebied voornamelijk kalkrijke poldervaaggronden voorkomen, waarbij sprake is van een textuur van zware zavel tot zware klei met een homogeen profiel. Het profiel wordt geleidelijk met de diepte toe iets lichter van textuur. In de Jong-Breskenspolder is daarnaast ook sprake van een kalkhoudende vlakvaaggrond met een dun kleidek (15 a 40 cm) op zand.

2.2.3 Grondwater

De huidige verdeling van zoet en zout grondwater in en rond het plangebied is beschreven in de memo *“Zoet en zout grondwater in Zeeland: Hoe zit dat?”* (september 2011) en het rapport “Monitoringsplan Waterdunen en omgeving” (Deltares in 2008).

Het plangebied heeft (Stibka, bodemkaart 1:25.000) grotendeels grondwatertrap VI. De bijbehorende gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) liggen hierbij respectievelijk, tussen de 0,40 en 0,80 m -mv en lager dan 1,20 m -mv. In het midden van het plangebied valt een gedeelte binnen grondwatertrap VII. Deze grondwatertrap heeft een GHG tussen de 0,80 en 1,40 m –mv.

In het kader van het monitoringsplan hebben op een aantal plaatsen grondwaterstandsmetingen plaatsgevonden. Deze grondwaterstandsmetingen sluiten goed aan op de verwachting op basis van de genoemde grondwatertrappen. De grondwaterstanden bij een gemiddelde maaiveldligging van +1,0 m NAP fluctueren gemiddeld tussen de +0,5 m en -0,5 m NAP en liggen dus gemiddeld op ongeveer NAP. De hoogste grondwaterstanden komen tot circa 0,3 m –mv.
Figuur 2.3 toont als voorbeeld van deze grondwaterstanden de meetreeks van peilbuis G7118. In deze peilbuis is gedurende 1 jaar de grondwaterstand gemeten. Het maaiveld ligt op dit meetpunt op +1,0 m NAP.



Figuur `2.3 Grondwaterstand Peilbuis G7118. (Bron: Resultaten veldwerkzaamheden GSNED)

De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ligt in de winter in het grootste deel van het plangebied juist boven NAP (0,0 tot +0,25 m). In de richting van de zee en onder de duinen ligt de stijghoogte iets hoger, overwegend tussen NAP +0,25 m en NAP +0,5 m. In de zomer liggen de stijghoogten in het grootste deel van het plangebied tussen NAP en NAP -0,5 m. Bij de duinen liggen de stijghoogten iets hoger, tussen NAP en NAP +0,25 m.

Volgens de provinciale waterkansenkaart staat het plangebied niet onder invloed van zoute kwel. Naar de sloten is wel sprake van kwel. In de zomer is deze kleiner dan in de winter. Omdat het bij de sloten om relatief beperkte afmetingen gaat, is deze kwel van beperkte invloed op de waterbalans.

De diepte waarop een overgang is waar te nemen tussen het zoete en brakke grondwater varieert door het hele plangebied. Op basis van eerste metingen via sonderingen in het kader van het monitoringsprogramma vindt men deze overgang in het algemeen op diepten tussen NAP -5 m -10 m.

2.3 Watersysteem

Het huidige oppervlaktewatersysteem is op kaart weergegeven in bijlage 2. Het plangebied is gelegen in peilgebied 2.1 en heeft als streefpeilen NAP -0,.90 m in de winter en NAP -0,60 m in de zomer. De totale oppervlakte van peilgebied is circa 4.500 ha. Het overtollig water van het gehele peilgebied wordt, deels via watergangen in het plangebied, via het gemaal Nieuwe Sluis naar zee afgevoerd. De drooglegging (verschil tussen maaiveld en oppervlaktewaterpeil) die dit oplevert is te zien op de kaart in bijlage 7.

De genoemde oppervlaktewaterpeilen zijn streefpeilen die gehanteerd worden bij het gemaal. Controle van de bodemhoogten van de watergangen leert dat in veel watergangen sprake is van hogere waterpeilen dan de hierboven genoemde streefpeilen. Op de kaart in bijlage 2 zijn de watergangen te zien (groen gemarkeerd) die boven het huidige zomerpeil van NAP -0,60 m liggen. Dit is met name het geval in de noordoosthoek van het plangebied in de omgeving van ’t Zandertje.
Uitgangspunt voor bebouwing (die in de toekomstige situatie behouden blijft) is, om het risico op schade te voorkomen, dat de drooglegging op deze percelen ongewijzigd blijft. [1]

[1] Centraal blijft dat de randvoorwaarden worden geboden om op het betreffende perceel de benodigde ontwateringsdiepte te kunnen realiseren. Feitelijk mag de huidige ontwateringsdiepte niet verslechteren (geen vernatting), maar ook verdroging kan een risico zijn in verband met zettingen.

3 Toekomstige situatie

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe op hoofdlijnen de toekomstige inrichting en waterhuishoudkundige situatie zal zijn, gebaseerd op de voorgenomen nieuwe inrichting van het gebied conform het inrichtingsplan en inpassingsplan.

3.1 Beschrijving toekomstige situatie

Het plangebied Waterdunen ligt aan de kust van West Zeeuws-Vlaanderen, ten westen van Breskens, en maakt onderdeel uit van de Oud-Breskenspolder en de Jong Breskenspolder. Aan de noordzijde vormt de Westerschelde de grens van het plangebied. De gehele kustverdediging maakt onderdeel uit van het plangebied. Aan de oostzijde vormen de camping en het recreatiepark Schoneveld de grens. De Puijendijk, Hogedijk en Nolletjesdijk vormen de zuidgrens van het plangebied. De Zwartegatse Kreek en de Groedse duintjes begrenzen de westzijde. Het plangebied heeft een oppervlakte van ruim 350 ha. Het zal een transformatie ondergaan die is gericht op de verhoging van de kustveiligheid, een impuls in de economie en een ruimtelijke kwaliteitsslag in de regio.

Het project Waterdunen maakt gebruik van de bijzondere kwaliteiten van de kust in West Zeeuws-Vlaanderen. De rust, ruimte, natuur, het gastvrije achterland en het vrije spel van zand, water en wind vormen een unieke combinatie. Deze combinatie geeft de mogelijkheid veiligheid, recreatie, toerisme en ecologie in onderlinge samenhang te versterken. Het project bestaat uit de realisatie van 250 ha vrij toegankelijke natuur, die onder invloed staat van een gecontroleerd getij. In figuur 3.1 is het inrichtingsplan van de Waterdunen weergegeven. Een afwisseling van slikken, schorren en geulen wordt gerealiseerd, die in aanvulling op de intergetijdengebieden langs de Westerschelde als voedsel- en broedgelegenheid gaat dienen voor kustvogels.

Figuur 3.1 Inrichtingsplan Waterdunen.

Door de dynamiek wordt voor recreanten een aantrekkelijk gebied gecreëerd. Via een slimme zonering wordt in bepaalde delen de rust gegarandeerd, die nodig is voor de kwetsbare (vogel)natuur. Achter de bestaande dijk wordt een breed duingebied ingericht waarmee de kustveiligheid voor langere tijd op orde wordt gebracht. Het brede duingebied geeft ook de mogelijkheid voor een duincamping. Tussen het duingebied en het schorren- en slikkengebied komen een hotel en ongeveer 400 recreatiewoningen.

Met de realisatie van Waterdunen verandert het huidige polderlandschap, momenteel voornamelijk in gebruik als grootschalige en intensieve landbouwgrond. De landbouw in zijn huidige vorm verdwijnt uit het plangebied. Beperkte mogelijkheden voor onder andere zilte teelten en mogelijkheden voor bedrijfsverbreding van omliggende bedrijven, gericht op het meeprofiteren van recreatie en toerisme, staan daar tegenover.

Kwalitatief hoogwaardig gebied
Het plangebied zelf verandert in een kwalitatief hoogwaardig en aantrekkelijk gebied voor toerisme, recreatie, natuur en landschap. Daarbij wordt de beperkte introductie van gecontroleerde en gereduceerde getijdenwerking vooral ingezet voor het creëren van een spannend en dynamisch voor recreanten aantrekkelijk gebied. De aanwezigheid van de estuariene dynamiek wordt zo goed mogelijk benut met veel vogelsoorten, die dankzij een goede zonering rustend, etend en broedend ook bekeken kunnen worden door de recreant.

De recreatie is gericht op meerwaarde en beleving van de dagelijkse veranderingen in het omringende landschap die de rijkdom van de estuariene natuur, waar maar mogelijk, zichtbaar en beleefbaar maakt voor de recreant. In het plangebied Waterdunen is het vangen van krabbetjes, garnaaltjes mogelijk, evenals het snijden van zilte zeegroenten, het volgen van een laarzenpad door de natuurgebieden, het overwaden naar een recreatie-eiland met speelvoorzieningen, per fluisterboot de kernnatuurgebieden verkennen, et cetera. Door deze verwevenheid van landschap, natuur en recreatie verbreedt de Waterdunen het toeristisch-recreatief product in de regio, en komt in de Waterdunen natuur tot ontwikkeling, die waar maar mogelijk niet op slot gaat maar toegankelijk is of op een natuurlijke manier wordt gezoneerd.

De voorgenomen activiteiten voor het plan bestaan uit de realisatie van de volgende functies binnen het plangebied:
- Kustversterking
- 40 hectare recreatieverblijven
- 14 hectare duinkamperen
- Een hotel
- Een onthaalparking
- 100 hectare recreatienatuur
- 150 hectare kernnatuur, dat door adequate zonering voor het grootste deel tevens toegankelijk is voor op natuur gerichte recreanten

3.2 Waterhuishouding

3.2.1 Veranderingen en effecten op hoofdlijnen
Voor het creëren van het gecontroleerd getij in dit gebied wordt een nieuwe duiker aangelegd, die afgesloten kan worden. Deze duiker staat in verbinding met een nieuw te graven inlaatkanaal. Via de duiker en het inlaatkanaal komt zeewater met een gedempte getijslag het te realiseren krekengebied binnen.

Uit het document 'Vervolgonderzoek gedempt getij Waterdunen' (Soresma, april 2009) valt af te leiden dat sprake zal zijn van een gedempte getijbeweging waarbij het peil fluctueert van NAP - 0,55 m bij eb tot NAP + 0,55 m. bij vloed. Er is op deze wijze sprake van een gemiddelde

waterstand van 0 m NAP en van een gemiddelde amplitude van 55 cm. Bij doodtij en springtij is deze amplitude ten opzichte van de gemiddelde waterstand (NAP 0,0 m) respectievelijk circa 33 cm en 77 cm.

Het in het gebied brengen van zeewater met gedempt getij betekent dus een verandering in het plangebied van de grond- en oppervlaktewaterstanden en -fluctuaties. Daarbij gaat het in elk geval om een gemiddelde verhoging van de waterstanden. Daarnaast is er echter ook sprake van een verandering van de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. Immers, er is sprake van het binnenlaten van zout water in een gebied waar nu sprake is van een zoetwaterlens. Dit zal in het gebied zodoende leiden tot een toename van de verzilting van het grond en oppervlaktewater.

Deze veranderingen in de waterhuishouding binnen het plangebied kunnen ook leiden tot hydrologische veranderingen buiten het plangebied. Zo kan er sprake zijn van vernatttings- en verziltingseffecten. Daarnaast is het huidige watersysteem in het plangebied na herinrichting niet langer beschikbaar voor de doorvoer van overtollig water van de omliggende gebieden. Dit betekent onder meer dat het overtollig water van ’t Zandertje niet langer in westelijk richting naar het gemaal kan worden afgevoerd, en dat ook doorvoer door het plangebied van het overtollig water vanuit recreatiepark ’t Heem en Schoneveld niet langer mogelijk is.

Op grond van deze te verwachten effecten zijn in het inrichtingsplan op hoofdlijnen al maatregelen geformuleerd om deze effecten te mitigeren. In onderstaande paragraaf worden deze maatregelen beschreven.

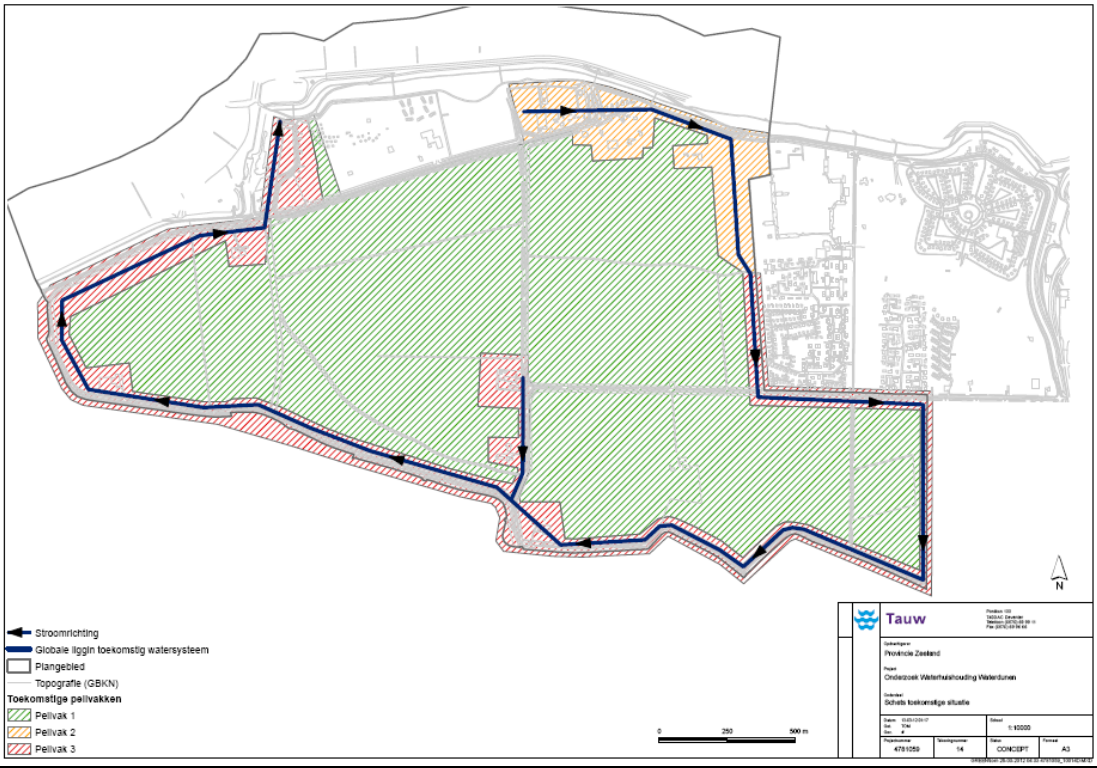
3.2.2 Maatregelen op hoofdlijnen

Om de waterafvoer van overtollig water, afkomstig van ‘t Zandertje en de recreatieparken t’Heem en Schoneveld, afdoende te kunnen blijven garanderen, zal het overtollig water via de oost- , zuid- en westrand van het plangebied worden afgevoerd. Hiervoor zullen de dimensies van de huidige watergangen langs de rand van het plangebied moeten worden aangepast en/of zullen nieuwe watergangen moeten worden aangelegd.

Er zal in elk geval ten zuiden van recreatiepark ‘t Heem en Schoneveld een nieuwe watergang langs de oostrand van het plangebied worden gerealiseerd om de waterafvoer in zuidelijke richting (richting Puijendijk) mogelijk te maken. Deze watergang kan aansluiten op de watergang ten zuiden van de Pijendijk, maar kan ook aansluiten op een nieuw te realiseren watergang/kwelsloot aan de binnenkant van de dijk. De afvoer vindt vervolgens in westelijke richting plaats, waarna aansluiting plaatsvindt op de nieuw te realiseren hoofdwatergang in het westelijk deel van het plangebied. Deze nieuwe hoofdwatergang sluit iets ten zuiden van het Killetje aan op het reeds bestaande traject van de hoofdwatergang, en mondt vervolgens uit bij het gemaal Nieuwe Sluis.

Om het risico op schade als gevolg van hydrologische effecten buiten het plangebied te voorkomen, is de aanleg van een nieuwe watergang aan de binnenzijde van de oostelijke en zuidelijke rand van het plangebied in het inrichtingsplan geprojecteerd. Deze nieuwe watergang zorgt voor een hydrologische isolatie waardoor uitstralingseffecten van vernatting en verzilting kunnen worden voorkomen. Er kan in dit geval gesproken worden van een kwelsloot, die de schade ook buitenplans moet wegnemen.

In het inrichtingsplan is ook een kwelsloot geprojecteerd ten zuiden van de woningen bij ‘t Zandertje in het plangebied. Dit om vernatting en verzilting hier te voorkomen. Dit geldt ook voor het Killetje. Het watersysteem op hoofdlijnen, op basis van het inrichtingsplan, is schematisch weergegeven in onderstaand figuur 3.2.



Figuur 3.2 Afwateringsysteem Waterdunen op hoofdlijnen.

4 Mogelijke effecten en mitigerende maatregelen buiten het plangebied

Dit hoofdstuk gaat nader in op de mogelijke hydrologische effecten van het introduceren van gedempt getij en zout water in het plangebied op kwetsbare functies buiten het plangebied. Ook de mogelijke mitigerende maatregelen komen hierbij aan de orde.

4.1 Mogelijke effecten buiten het plangebied

Het introduceren van gedempt getij (met gemiddeld hogere waterpeilen) en zout water in het plangebied kan leiden tot een risico op schade aan functies buiten het plangebied.
Mogelijke risico's op schade kunnen het gevolg zijn van vernatting en/of verzilting.

Kwetsbare functies voor **vernatting** zijn de direct aan het plangebied grenzende landbouwgronden (natschade aan gewassen door verhoogde grondwaterstanden), en de aan het plangebied grenzende recreatiewoningen in de parken 't Heem en Schoneveld (optrekkend vocht, schimmel etc., eveneens als gevolg van verhoogde grondwaterstanden).

De aangrenzende landbouwgronden zijn eveneens kwetsbaar voor **verzilting**. Verzilting kan hier op twee manieren tot schade leiden:

- Via een afname van de dikte van de zoetwaterlens waardoor zilte invloed optreedt in de wortelzone van de landbouwgewassen
- Via de zogenaamde achterwaartse verzilting: de concentratie van zout in het oppervlaktewater stijgt als gevolg van de toename van zoute kwel; dit infiltreert vervolgens via laagliggende drains in de bodem en leidt tot een (extra) zilte invloed op de wortelzone van de landbouwgewassen; bekend is dat op een aantal landbouwpercelen ten zuiden van het plangebied inderdaad sprake is van drains die beneden het zomerpeil liggen

De huidige verdeling van zoet en zout grondwater in en rond het plangebied is beschreven in de memo 'Zoet en zout grondwater in Zeeland: Hoe zit dat?' (sept.2011) en het rapport 'Monitoringsplan Waterdunen en omgeving' (Deltares, 2008).

In de Oud-Breskenspolder heeft de zoetwaterlens, op basis van eerste metingen, globaal een dikte van tussen de 5 a 10 m. Het huidige streefpeil voor het oppervlaktewaterpeil varieert tussen NAP -0,9 m in de winter en NAP -0,6 m in de zomer. Het oppervlaktewater in de Oud-Breskenspolder is brak met een chloridegehalte tussen 1.000 (eind winter) en 8.000 mg/l (eind zomer). Het zoete grondwater wordt benut door de gewassen. De grondwaterstanden bij een

gemiddelde maaiveldligging van +1,0 m NAP fluctueren gemiddeld tussen de +0,5 m en -0,5 m NAP en liggen dus gemiddeld op NAP.

Door de inrichting van Waterdunen stijgt het oppervlaktewaterpeil op jaarbasis van gemiddeld NAP -0,75 m naar 0 m NAP. Tevens zal door instroming via de getijdegeul en het gedeeltelijk afgraven van de deklaag meer zout water in de ondergrond infiltreren. Als gevolg hiervan zal de zoetwaterlens binnen het plangebied naar verwachting grotendeels verdwijnen.
In de agrarische percelen grenzend aan het plangebied zal naar verwachting de zoetwaterlens dunner worden en zal het oppervlaktewater te maken krijgen met een toename van (zout) kwelwater. Dit leidt, zoals hierboven is aangegeven, tot een mogelijk extra risico op zoutschade aan de gewassen op de agrarische percelen grenzend aan het plangebied.

4.2 Omvang van effecten en maatregelen

In het inrichtingsplan (zie ook hoofdstuk 3) is aangegeven dat door de aanleg van een kwelsloot langs de binnenzijde van de plangrens, het risico op schade als gevolg van vernatting en verzilting mogelijk kan worden gemitigeerd. Deze kwelsloot begint logischerwijs aan de zuidkant van het Zandertje en loopt vervolgens langs de gehele oost- en zuidgrens van het plangebied over een totale afstand van ongeveer 6.750 m. Deze kwelsloot mondt vervolgens bij het Zwarte Gat uit in de nieuwe hoofdafwatering naar het gemaal Nieuwesluis.

De afschermende werking van de kwelsloot met betrekking tot vernatting en/of verzilting van aangrenzende percelen buiten het plangebied is onderzocht met een hydrologisch raaimodel gebaseerd op de analytische formules van *Mazure*[2] voor grondwaterstroming in twee watervoerende lagen gescheiden door een weerstandbiedende laag. Voor de bodemopbouw zijn de volgende parameters toegepast:

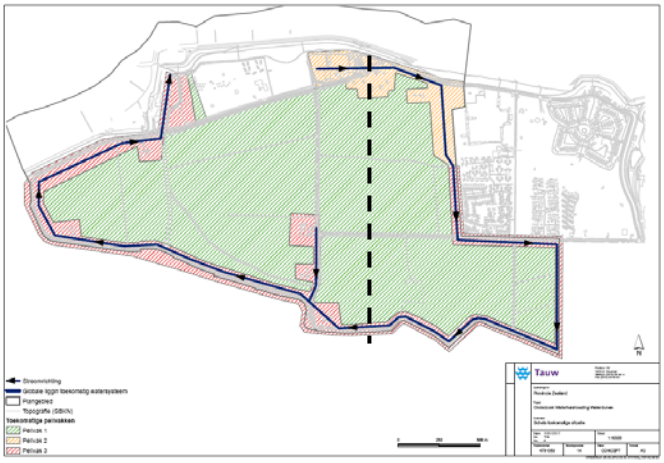
- Freatisch kD1 = 10 m^2/dag
- Deklaag c1 = 100 dagen
- Watervoerend pakket kD2 = 125 m^2/dag

Met dit hydrologische raaimodel, toegepast in een noord-zuid raai, zijn vier situaties beschouwd:

- De huidige situatie met agrarisch winterpeil op NAP -0,90 m
- Aanleg Waterdunen zonder kwelsloot en een gemiddeld peil rond NAP
- Aanleg Waterdunen met kwelsloot op agrarisch peil NAP -0,90 m
- Aanleg Waterdunen met kwelsloot op peil NAP -0,65 m

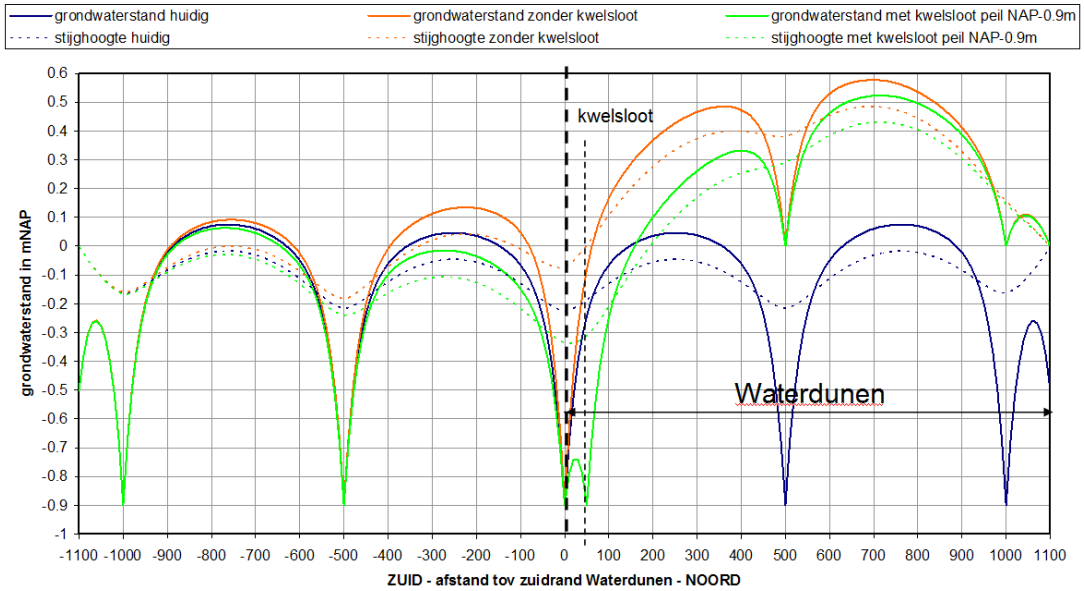
De ligging van de hydrologische raai is globaal weergegeven in onderstaand figuur.

[2] *De formule van Mazure beschrijft kwelstroming in een polder.*



De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in figuur 4.1 en 4.2.

In onderstaand figuur 4.1 zijn de resultaten weergegeven van de effecten op de grondwaterstanden en stijghoogtes in het geval er geen kwelsloot wordt aangelegd, en in het geval dat een kwelsloot wordt aangelegd op het huidige winterstreefpeil (-0,9 m NAP).



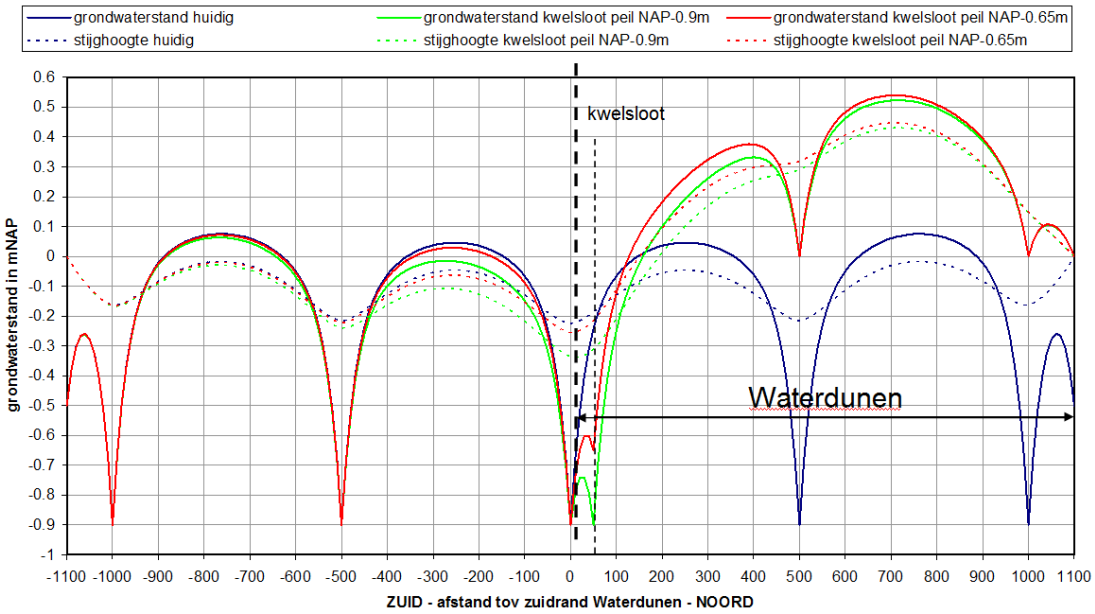
Figuur 4.1 Effecten kwelsloot Waterdunen met agrarisch peil op NAP -0,90 m

Figuur 4.1 laat zien dat in de huidige situatie de grondwaterstand in de Oud-Breskenspolder rond NAP ligt. Dit komt overeen met de beschikbare meetgegevens (zie paragraaf 2.2.3). Door de peilverhoging in het getijdegebied Waterdunen stijgt de gemiddelde grondwaterstand zonder kwelsloot hier naar circa NAP+0.5 m. In het aangrenzende agrarische perceel ten zuiden van het plangebied gaan de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerende pakket hierdoor maximaal 10 cm omhoog. Als gevolg hiervan neemt het risico op schade als gevolg van vernatting en verzilting toe.

Om het risico op schade te voorkomen is vervolgens gekeken naar de effecten van het aanleggen van een kwelsloot parallel aan de Nolletjesdijk, Hogedijk en Puijendijk binnen de grenzen van het plangebied. Het peil in de kwelsloot wordt via de open benedenstroomse verbinding gehandhaafd op het (huidige) agrarische winterstreefpeil van NAP -0.9 m. Figuur 4.1 laat zien dat door een dergelijke kwelsloot de grondwaterstand en de stijghoogte in het aangrenzende perceel ten zuiden van Waterdunen 5 tot 10 cm lager komen te liggen dan in de huidige situatie (figuur 1). De effecten van Waterdunen buiten het plangebied en het risico van natschade en/of verzilting worden door een dergelijke kwelsloot dus meer dan volledig gemitigeerd.

Binnen het plangebied is de peilstijging door de inrichting van het getijdegebied 5 tot 25 cm minder groot dan in de situatie zonder kwelsloot. In een zone langs de kwelsloot van circa 100 m breed wordt de grondwaterstand binnen het plangebied zelfs lager dan in de huidige situatie. In deze zone langs de kwelsloot wordt de zoetwaterlens mogelijk daardoor zelfs iets dikker dan in de huidige situatie. Voor de effecten binnen het plangebied wordt verder verwezen naar hoofdstuk 5.

Op basis van het grote mitigerende effect (> 100 %) van een kwelsloot op agrarisch peil kan worden geconcludeerd dat voor een optimaal extern en intern effect mogelijk een hoger slootpeil in de kwelsloot kan worden gehanteerd. Uit de resultaten van de berekeningen, waarbij sprake is van een slootpeil van NAP -0,65 m in de kwelsloot, blijkt dat de externe effecten op de grondwaterstand en de stijghoogte nog volledig gemitigeerd worden. De resultaten van deze berekeningen zijn, ten opzichte van de huidige situatie en de situatie met een kwelsloot op het peil van -0,9 m NAP, weergegeven in onderstaand figuur 4.2. De zone met een netto grondwaterstandverlaging binnen het plangebied is in dat geval circa 50 m breed.



Figuur 4.2 Effecten kwelsloot Waterdunen met verhoogd peil op NAP -0.65m.

Geconcludeerd kan worden dat ook een kwelsloot op het (huidige) zomerpeil nog voor voldoende afscherming zorgt om een risico op schade als gevolg van vernatting en verzilting te voorkomen. In de praktijk moet wel een forse sloot worden aangelegd om voldoende bufferende werking te bereiken. In hoofdstuk 6 wordt op basis van de benodigde afvoercapaciteit nader ingegaan op het gewenste dwarsprofiel (breedte en diepte) van de kwelsloot.

4.3 Beschouwing resultaten

Door de realisatie van het getijdegebied gaat, zonder maatregelen, in de aangrenzende percelen buiten het plangebied de grondwaterstand en de stijghoogte in het watervoerende pakket maximaal 10 cm omhoog. Als gevolg hiervan neemt het risico op schade als gevolg van vernatting en verzilting toe.

Verder blijkt uit de berekeningen dat door de aanleg van een kwelsloot aan de binnenrand van het plangebied, waarbij het peil op ongeveer zomerpeil (-0,6 m. NAP) ligt, dit risico op schade als gevolg van vernatting en verzilting kan worden voorkomen. Qua drooglegging wordt hiermee ook voldaan aan het “OOR” kader uit het omgevingsplan van de provincie Zeeland. Hierin staan de drooglegginsnormen genoemd, die zijn gerelateerd aan verschillende functies. [3]

[3] Omgevingsplan provincie Zeeland 2006-2012

Relevant voor de beslissing om al dan niet een kwelsloot aan te leggen, is de mate waarin sprake is van een risico op schade. Dit betekent dat het effect van een stijging van de grondwaterstand en stijghoogte met maximaal 10 cm. in het perspectief van het risico op schade gezien moet worden. Oftewel: hoe erg is deze 10 cm. ten opzichte van de huidige situatie?

De kans op schade als gevolg van **vernatting** bij een grondwaterstandsstijging van 10 cm. ten opzichte van de relatief lage grondwaterstanden in de zomer (een GLG van veelal meer dan 1,2 m –mv) is, zowel voor de functies wonen als landbouw, nihil. Dit geldt ook voor de kans op schade als gevolg van vernatting bij een grondwaterstandstijging van 10 cm in de winter voor de functie landbouw.

De kans op schade als gevolg van vernatting bij een grondwaterstandsstijging van 10 cm ten opzichte van de relatief hoge grondwaterstanden in de winter (grondwaterstanden tot 30 cm –mv) is naar verwachting voor de functie wonen (recreatiepark ‘t Heem en Schoneveld) echter wel groot. Om schade te voorkomen wordt de realisatie van een kwelsloot hier zodoende relevant geacht. De kwelsloot biedt kansen voor het recreatiepark om haar eigen afwatering te verbeteren en dit aan te sluiten op het afwateringsysteem van Waterdunen.

De kans op schade als gevolg van **verzilting** bij een grondwaterstandsstijging en toename van de stijghoogte van 10 cm. bij de aangrenzende agrarische percelen wordt eveneens nihil geacht. Dit heeft enerzijds te maken met de ten opzichte van deze 10 cm. relatief dikke zoetwaterlens (5 tot 10 m), en anderzijds met de reeds relatief hoge gehalten aan chloride in het huidige brakke tot zoute oppervlaktewater (tussen de 1.000 mg/l aan het eind van de winter, tot 8.000 mg/l aan het eind van de zomer). Dit maakt dat er geen sprake is van het benutten van het oppervlaktewater voor irrigatie, en dat er geen kans is op (extra) zoutschade door aantasting van de zoetwaterlens dan wel door achterwaartse verzilting.

5 Mogelijke effecten en mitigerende maatregelen binnen plangebied

Dit hoofdstuk gaat nader in op de mogelijke hydrologische effecten van het introduceren van gedempt getij en zout water in het plangebied op kwetsbare functies binnen het plangebied. Ook de mogelijke mitigerende maatregelen komen hierbij aan de orde.

5.1 Mogelijke effecten binnen het plangebied

Het introduceren van gedempt getij (met gemiddeld hogere waterpeilen) en zout water in het plangebied kan leiden tot een risico op schade aan functies binnen het plangebied.
Mogelijke risico's op schade kunnen het gevolg zijn van vernatting en/of verzilting.

Vernatting

Het huidige streefpeil voor het oppervlaktewaterpeil varieert tussen NAP -0,9 m in de winter en NAP -0,6 m in de zomer. De grondwaterstanden bij een gemiddelde maaiveldligging van +1,0 m NAP fluctueren gemiddeld tussen de +0,5 m en -0,5 m NAP en liggen dus gemiddeld op ongeveer 0,0 m NAP.
Door de inrichting van Waterdunen wordt het watersysteem aangepast en stijgt het oppervlaktewaterpeil op jaarbasis van gemiddeld NAP -0,75 m naar 0,0 m NAP. Hiermee zullen ook de grondwaterstanden in het gebied stijgen en treedt in principe een vernatting van het gebied op.
Kwetsbare functies voor **vernatting** zijn de binnen het plangebied liggende woningen, opstallen en bijbehorende tuinen. Deze vernatting kan het gevolg zijn van verhoogde grondwaterstanden of oppervlaktewaterpeilen. Woningen en opstallen kunnen daardoor problemen krijgen met onder andere optrekkend vocht, schimmel op de muren, en water in kruipruimtes of kelder. In de tuinen kunnen bomen en struiken door te hoge grondwaterstanden afsterven.

Verzilting

In de Oud-Breskenspolder heeft de zoetwaterlens, op basis van eerste metingen, globaal een dikte van tussen de 5 a 10 m. Het oppervlaktewater in de Oud-Breskenspolder is brak met een chloridegehalte tussen 1.000 (eind winter) en 8.000 mg/l (eind zomer). Het zoete grondwater wordt in de huidige situatie benut door de gewassen.
Door de inrichting van Waterdunen stijgt het oppervlaktewaterpeil op jaarbasis van gemiddeld NAP -0,75 m naar NAP. Daarbij zal sprake zal zijn van een gedempte getijbeweging waarbij het peil fluctueert van NAP -0,55 m bij eb tot NAP + 0,55 m bij vloed. Er is op deze wijze sprake van een gemiddelde amplitude van 55 cm. Bij doodtij en springtij is deze amplitude respectievelijk circa 33 cm en 77 cm. Tevens zal door instroming via de getijdegeul en het gedeeltelijk afgraven van de deklaag meer zout water in de ondergrond infiltreren. Als gevolg hiervan zal de

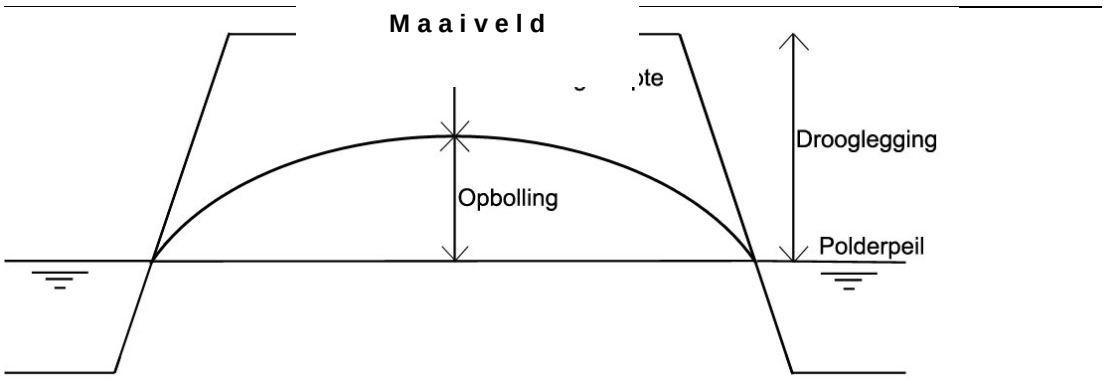
zoetwaterlens binnen het plangebied naar verwachting voor een belangrijk deel verdwijnen en treedt een verzilting van het plangebied op. Binnen het plangebied is verzilting in relatie tot de natuurontwikkeling daarbij ook een belangrijk doel van het project Waterdunen.
Dezelfde functies die kwetsbaar zijn voor vernatting (woningen, opstallen en tuinen) zijn ook mogelijk kwetsbaar voor verzilting. Daarbij kan bijvoorbeeld schade optreden als gevolg van corrosie, en zoutschade aan bomen en struiken.

Ten behoeve van het in beeld brengen van het risico op schade als gevolg van vernatting in relatie tot woonfuncties (inclusief opstallen en tuinen), vindt in de volgende paragraaf een analyse plaats van de effecten op de ontwateringsdiepte daar waar sprake is van woonfuncties. Daarbij wordt ook ingegaan op de mitigerende maatregelen die getroffen kunnen worden.

5.2 Vernatting en verzilting: effecten en maatregelen

5.2.1 Analyse ontwateringsdiepte

Om te bepalen of de bestaande gebouwen en tuinen binnen het plangebied te maken kunnen krijgen met (grond)wateroverlast en met een daarmee eventueel gepaard gaand risico op verzilting, is de ontwateringsdiepte van belang. In onderstaande figuur 5.1 wordt duidelijk gemaakt wat onder het begrip ontwateringsdiepte wordt verstaan.



Figuur 5.1 Technische begrippen omtrent grondwater

Onderstaande tabel 5.1 toont de gehanteerde normen voor de minimale ontwateringsdiepten voor verschillende situaties.

Tabel 5.1 Ontwateringsdiepten [4]

Functie	Minimale ontwateringdiepte (m - mv)	Specificatie
Woning zonder kruipruimte	0,50	Voor huizen zonder kruipruimten wordt een maximale gws van 0,50 m beneden vloerpeil gehanteerd.
Woningen met kruipruimte	0,70	Voor huizen met kruipruimte wordt een maximale gws van 0,20 m beneden kruipruimte gehanteerd.
Wegen	0,70	Onder wegen wordt een maximale gws van 0,70 m beneden maaiveld gehanteerd om opvriezen te voorkomen.
Tuinen en plantsoenen	0,50	Voor tuinen en plantsoenen worden een maximale gws van 0,50 m beneden maaiveld gehanteerd.

In de huidige situatie ligt het winterstreefpeil in de Oud-Breskenspolder op NAP -0,90 m. De afstand tussen de kavelsloten is gemiddeld circa 500 m. Bij deze inrichting ligt de gemiddelde grondwaterstand in de agrarische percelen rond NAP (gemiddelde opbolling door neerslag en kwel is dus circa 90 cm). Bij de toekomstige inrichting van Waterdunen varieert de waterstand in de getijdegeulen dagelijks tussen NAP -0,55 m en NAP +0,55 m. Bij springtij is sprake van een maximale waterstand van +0,77 m NAP.

De grondwaterstand zal deze dagelijkse fluctuatie, mede gezien de beperkte doorlatendheid van de bodem (zware zavel tot klei), slechts zeer beperkt kunnen volgen. Dit betekent dat de grondwaterstand (exclusief opbolling) in vrijwel het gehele gebied voornamelijk wordt bepaald door de gemiddelde waterstand in het gebied (dus rond NAP), en dat alleen in een smalle zone direct grenzend aan de getijdegeulen nog sprake zal zijn van enige merkbare dagelijkse fluctuatie.

Om een eerste beeld te krijgen van de mogelijke probleemlocaties waar, zonder aanvullende maatregelen, sprake zou kunnen zijn van natschade, is vervolgens nog een inschatting nodig van de maximale opbolling van het grondwater ten opzichte van NAP. Uit de figuren 4.1 en 4.2 komt

[4] Bron: Cultuurtechnisch Vademecum (2000)

een gemiddelde opbolling van het grondwater tot circa +0,55 m NAP naar voren. Omdat de gemiddelde opbolling in werkelijkheid aanzienlijk kleiner zal zijn als gevolg van de korte afstand tussen de toekomstige getijdegeulen, gaan we ervan uit dat het maximale grondwaterpeil in Waterdunen overeenkomt met het maximaal hoogwater-niveau van Waterdunen, oftewel +0,77 m NAP.

Op basis hiervan is bij de toets op de ontwateringsdiepte uitgegaan van een maximale grondwaterstand van NAP +0,77 m. Voor de benodigde ontwateringsdiepte is uitgegaan van 70 cm voor de gebouwen en 50 cm voor de tuinen (zie tabel 5.1). De ontwateringsdiepte is zichtbaar gemaakt in de bijgevoegde kaart in bijlage 3. Deze kaart laat voor het gebied en de verschillende locaties de ontwateringsdiepte zien bij de maximale grondwaterstand (NAP +0,77 m), en geeft tevens aan op welke locaties sprake is van een te geringe ontwateringsdiepte in de nieuwe situatie. Dit betreft de locaties ‘Slikkenburgse weg 5’, ‘Slikkenburgse weg 1’, ‘Nieuwesluisweg 11’, ‘Walendijk 4’, ´Walendijk 2´ en ´Zandertje 19´ (weergegeven op figuur 5.4 t/m 5.8) en de buurtschappen Killetje en Zandertje.

Figuur 5.4 Locatie Slikkenburgseweg 5. Bron foto's: Bouw- en management service Nederland b.v.

Figuur 5.5 Walendijk 4. Bron foto's: Bouw- en management service Nederland b.v.

Figuur 5.6 Locatie Nieuwesluisweg 11. Bron foto's: Bouw- en management service Nederland b.v.

Figuur 5.7 Walendijk 2. Bron foto's: Bouw- en management service Nederland b.v.

Figuur 5.8 Zandertje 19. Bron foto's: Bouw- en management service Nederland b.v

5.2.2 Verzilting

Door de dagelijkse eb- en vloedbeweging komt zout water het planbied binnen. Dit betekent dat in het plangebied tot in elk geval het vloedniveau (+0,55 m NAP) sprake is van een zoute ontwikkeling van het grond- en oppervlaktewater. De hier aanwezige zoetwaterlens zal daarmee verdwijnen.

Ook de zone tot aan het springvloedniveau (+0,77 m NAP) zal een zekere mate van zoute ontwikkeling doormaken, al zal dit leiden tot een meer brakke situatie.
De hogere delen van Waterdunen die zich buiten de invloed van het zoute water in de getijdekreken bevinden (dus de gebieden met een ligging boven globaal 0,75 m NAP, voornamelijk langs de randen van het gebied gelegen) zullen voornamelijk onder invloed van het zoete regenwater blijven. De vegetaties op de lagere delen van deze zone kunnen daarbij nog wel in (direct of indirect) contact staan met het brakke tot zoute grondwater, de vegetaties op de hogere delen zullen onder invloed blijven van het zoete regenwater.
Op kaart (bijlage 4) is de globale zoet- en zoutontwikkeling van het grondwater aangegeven.

Uit deze kaart mag tevens blijken dat de beoogde kwelsloot langs de binnenrand van het plangebied zich bevindt in de zone waar vooral sprake is van een ontwikkeling onder invloed van zoet (grond)water. Daarnaast heeft de aanleg van de kwelsloot ook zijn eigen effect op de grondwaterstanden en de ontwikkeling van de zoetwaterlens ter plaatse. In hoofdstuk 4 (onder andere de figuren 4.1 en 4.2) is hier reeds kort op ingegaan. Daarbij is geconstateerd dat in een zone van circa 50 tot 100 m breed (afhankelijk van het peil in de kwelsloot) langs de kwelsloot de grondwaterstand binnen het plangebied zelfs lager wordt dan in de huidige situatie. In deze zone langs de kwelsloot zal daardoor sprake blijven van een zoet grondwater.

5.2.3 Maatregelen

Belangrijke maatregelen om schade als gevolg van vernatting en verzilting in het plangebied te voorkomen, betreffen maatregelen die een oplossing vormen voor de aangegeven probleemgebieden waar sprake kan zijn van onvoldoende ontwateringsdiepte. Daarnaast dient de afvoer van het overtollige water gewaarborgd te blijven, waarvoor het afvoersysteem moet worden aangepast.

Door realisatie van de kwelsloot rondom het plangebied kan de peilsteiging van het grondwater binnen het plangebied beperkt blijven. Berekeningen wijzen uit dat deze peilstijging in elk geval beperkt kan worden met 5 tot 25 cm ten opzichte van de situatie zonder kwelsloot. Om de grondwaterstandsverlaging binnen het plangebied voor de functie (zilte) natuur te beperken heeft daarbij een peil rond het zomerstreefpeil (-0,6 m NAP) de voorkeur. Bij dit slootpeil worden ook de externe effecten op de grondwaterstand en de stijghoogte nog volledig gemitigeerd.
Tevens kan de kwelsloot rondom het plangebied een belangrijke functie vervullen in de afvoer van het overtollige water.

Zoals blijkt is de ontwateringsdiepte voor de in dit hoofdstuk genoemde probleemgebieden onvoldoende. Door het realiseren van sloten rondom deze percelen en deze sloten aan te sluiten op de aanliggende kwelsloot of hoofdwatergang (het afvoersysteem) kan voldoende drooglegging geboden worden om natschade te voorkomen. Daarnaast is het van belang dat deze afvoersloten niet leiden tot een zodanige verlaging van de ontwateringsdiepte dat kans op schade als gevolg van zetting kan optreden. De opgave hierbij is om via de te realiseren nieuwe waterhuishouding de huidige hydrologische situatie op de betreffende locaties zo weinig mogelijk te wijzigen. Om daarbij natschade te voorkomen zal uitgegaan worden van de minimale drooglegging van 1,1 m voor bebouwing zoals die in het Omgevingsplan provincie Zeeland 2006-2012) is opgenomen. Dit vormt het uitgangspunt bij het verdere ontwerp van de afwatering binnen het gebied.

De bebouwing op de genoemde percelen verkeert overigens niet op alle plekken in optimale staat. Bij een eerdere inspectie – en enquête ronde door Bouw – en management service Nederland B.V. zijn al scheuren geconstateerd bij een aantal woningen. Het voorkomen van zettingschade heeft hier dus de hoogste prioriteit.

Afwateringstrajecten

Door de inrichting van het getijdengebied Waterdunen dient, om voldoende afwatering te realiseren en om het risico op nat- en zoutschade te voorkomen, de ondergenoemde trajecten te worden gerealiseerd of gewijzigd. De trajecten die hieronder zijn genoemd worden visueel weergegeven op de toekomstige watersysteemkaart (bijlage 5). Hoofdstuk 6 gaat in op de nadere detaillering van deze watergangen.

- **Traject N1a**: (Killetje); aanpassen watergang tussen Killetje 2 en 6 en de aanleg van een nieuwe kwelsloot parallel aan het inlaatkanaal
- **Traject N1b en N1c**: (Killetje); aanleg van nieuwe kwelsloot (deel N1b) en garanderen voldoende drooglegging ten behoeve van Zandertje 19 (handhaven N1c)
- **Traject N2a**: (Zandertje Noord); nieuwe afwateringsloot Zandertje-noord met aantakking op bestaande watergang
- **Traject N2b**: (Zandertje Noord); verbeteren bestaande afwateringsloot Zandertje-noord met aantakking op bestaande watergang
- **Traject N3**: (Zandertje Zuid); nieuwe kwelsloot aan de zuidkant van de woningen Zandertje-zuid en verbetering bestaande watergang; verdroging van de Karrevelden dient hierbij voorkomen te worden
- **Traject N4**: (Walendijk 4); nieuwe afwatering rondom het perceel van Walendijk 4, met directe aansluiting op (het huidige peil van) de hoofdwatergang; dit traject kan ook onderdeel worden van hoofdwatergang N1 (voor uitwerking zie hoofdstuk 6)
- **Traject N5**: deels nieuw en deels te verbeteren/handhaven watergang langs Schoneveld, met name ten behoeve van voldoende afvoercapaciteit vanuit Schoneveld; daarbij vindt een koppeling plaats aan het kwelsloottraject N6
- **Traject N6**: nieuwe kwelsloot west van Schoneveld vanaf N3 ten behoeve van afvoer en het voorkomen van uitstralingseffecten naar buiten het plangebied
- **Traject N7**: nieuwe kwelsloot ten zuiden van het Heem (vanaf N6) ten behoeve van afvoer en het voorkomen van uitstralingseffecten naar buiten het plangebied
- **Traject N8**: nieuwe watergang tussen het Heem en Nolletjesdijk; in de nadere uitwerking is N8 onderdeel geworden van de nieuwe kwelsloot N7
- **Traject N9**: nieuwe kwelsloot langs Puiendijk vanaf N10
- **Traject N10**: nieuwe kwelsloot langs Nolletjesdijk/Hogedijk vanaf N7
- **Traject N11**: bestaande hoofdafwatering Breskens langs de zuidzijde plangebied
- **Traject N12**: (Slikkenburgseweg 1 en 5); nieuwe kwelsloot rondom het perceel van de Slikkenburgseweg 1 en Slikkenburgseweg 5 om voldoende drooglegging te bieden voor bebouwing en tuin; deze sloot sluit aan op de bestaande sloot langs de Slikkenburgse weg
- **Traject N13**: nieuwe kwelsloot rondom het perceel van de Nieuwesluisweg 11 om hier voldoende drooglegging te bieden; deze sloot sluit aan op de kwelsloot traject N6
- **Traject N1**: nieuwe hoofdwatergang ten behoeve van de afvoer ven het overtollig water; bij deze hoofdwatergang worden de huidige streefpeilen (-0,9m en -0,6m. NAP) gehandhaafd; deze hoofdwatergang biedt daarmee tevens voldoende drooglegging voor perceel Walendijk 2

Voor de verdere uitwerking van deze genoemde trajecten wordt verwezen naar het volgende hoofdstuk.

6 Uitwerking nieuwe watersysteem

Dit hoofdstuk beschrijft gedetailleerd de maatregelen die nodig zijn voor het tegengaan van negatieve effecten (verzilting, grondwateroverlast et cetera). Deze maatregelen zijn gebaseerd op de beschikbare gegevens en de analyses die zijn gemaakt met behulp van GIS en grondwaterberekeningen. Deze maatregelen komen voort uit de informatie die is beschreven in de voorgaande hoofdstukken.

6.1 Ontwateringsstructuur probleemlocaties

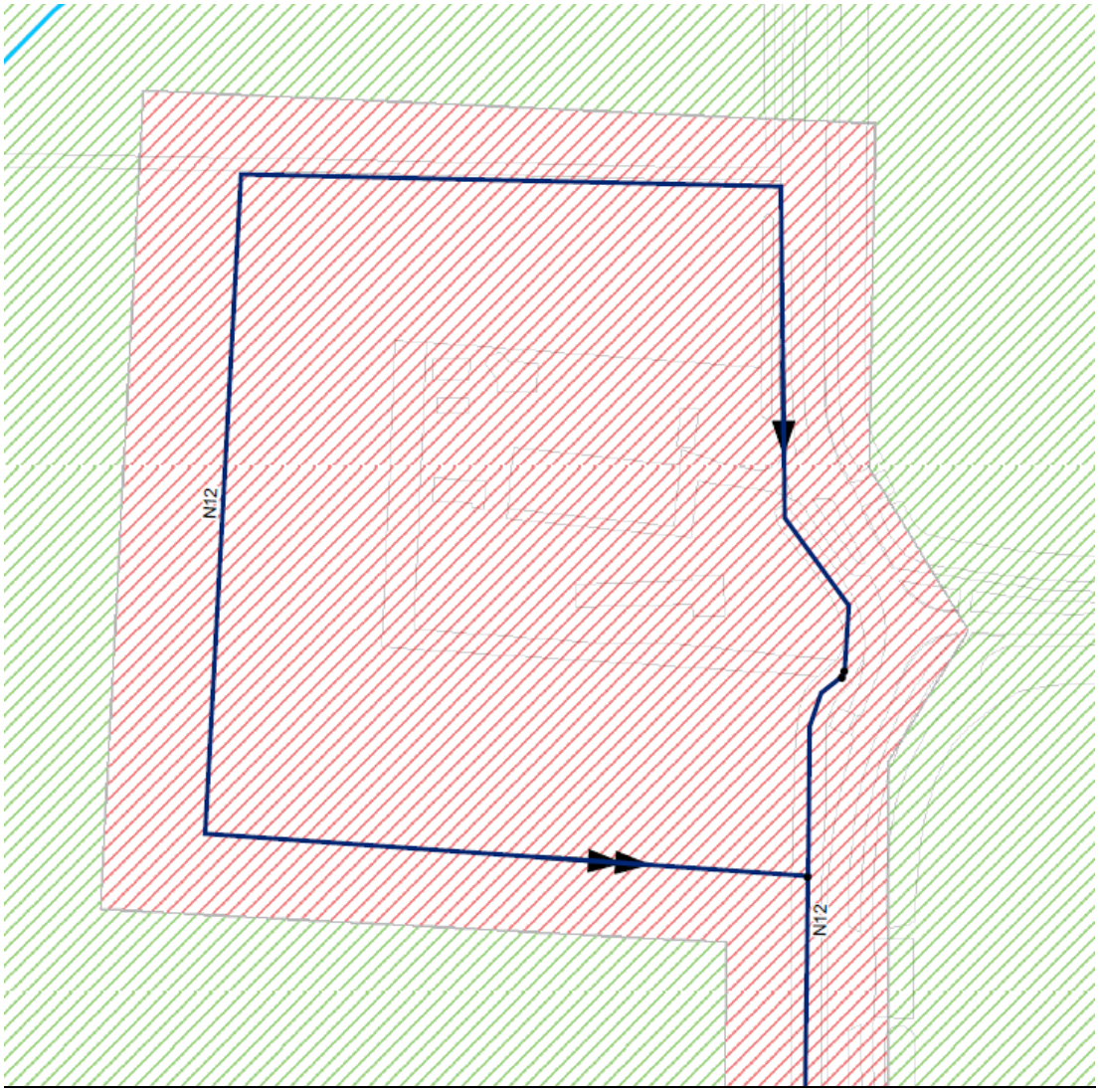
De figuren 6.1 t/m 6.8 tonen de voorgestelde ligging van de te realiseren sloten of watergangen rondom de individuele percelen in het plangebied met een beperkte ontwateringdiepte als gevolg van de realisatie van Waterdunen (voortkomend uit de met rood omcirkelde probleemgebieden op de kaart in bijlage 3). Het betreft hier de onderstaande percelen. De probleemgebieden ’t Zandertje en ’t Killetje komen in paragraaf 6.3 aan de orde.

- Slikkenburgseweg 5
- Walendijk 4
- Walendijk 2
- Nieuwesluisweg 11
- Zandertje 19
- Hogedijk 1
- Slikkenburgseweg 1
- Puiendijk 1

De kaart met het toekomstig watersysteem in bijlage 5 toont de resulterende waterstructuur en de daarbij behorende trajecten als onderdeel van het gehele plangebied. De bijbehorende drooglegging als gevolg van de realisatie van het watersysteem is te zien op de kaart in bijlage 8.

Voor de betreffende percelen geldt in principe dat zoveel mogelijk gestreefd wordt naar het bieden van:

- Het handhaven van de huidige drooglegging
- Een minimale drooglegging van 1,1 meter
- Nieuwe sloten met een zo klein mogelijke invloed op de grondwaterstanden buiten de betreffende percelen (natuurfunctie)

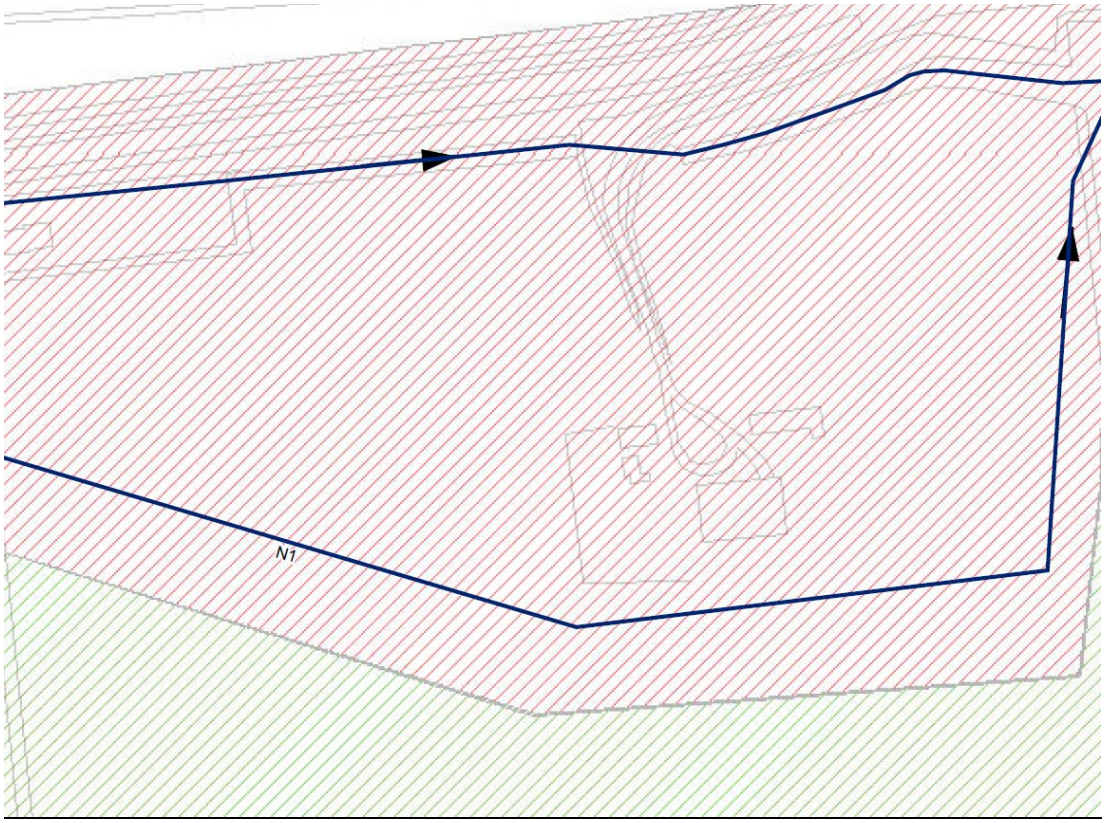


Figuur 6.1 Ontwateringsloot rondom het perceel Slikkenburgseweg 5. (Traject N12)

De kenmerken van de nieuwe ontwatering bij het perceel Slikkenburgseweg 5 zijn:[5]

- Talud watergang: 1:2
- Bodembreedte watergang: 0,70 m
- Huidige waterstand (wegsloot): - 0,56 m NAP
- Maaiveld (gemiddeld): 1,25 m NAP
- Te handhaven drooglegging: 1,81m

[5] Gebaseerd op de inventarisatierapportages van Bouw- & Managementservice Nederland

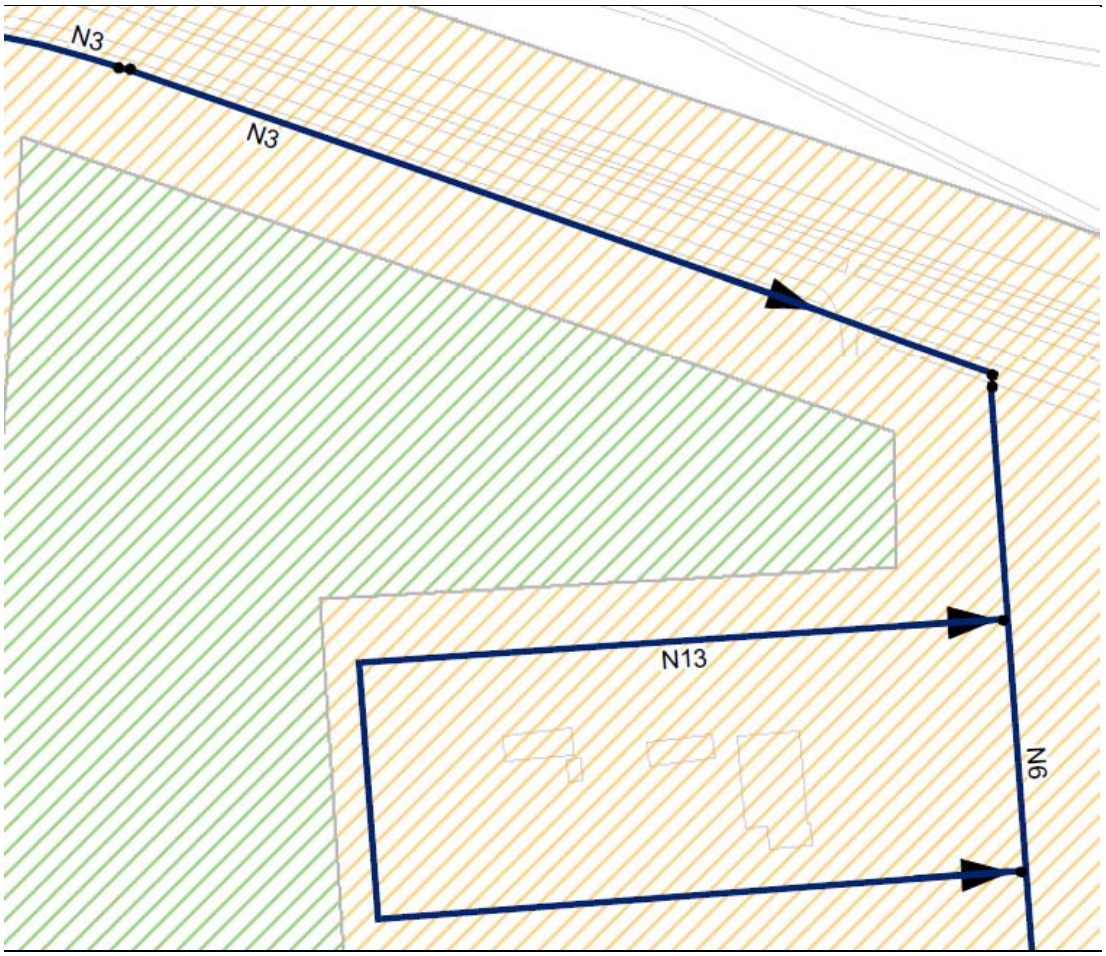


Figuur 6.2 Ontwatering via hoofdwatergang rondom het perceel Walendijk 4. (Traject N1)

De kenmerken van de nieuwe ontwatering bij het perceel Walendijk 4 zijn:[6]

- Talud watergang: 1:2
- Bodembreedte watergang: 6,75 m
- Huidige waterstand (afwateringssloot ten noorden van perceel): -0,65 m NAP
- Maaiveld (gemiddeld) 0,45 m NAP
- Te handhaven drooglegging 1,10 m

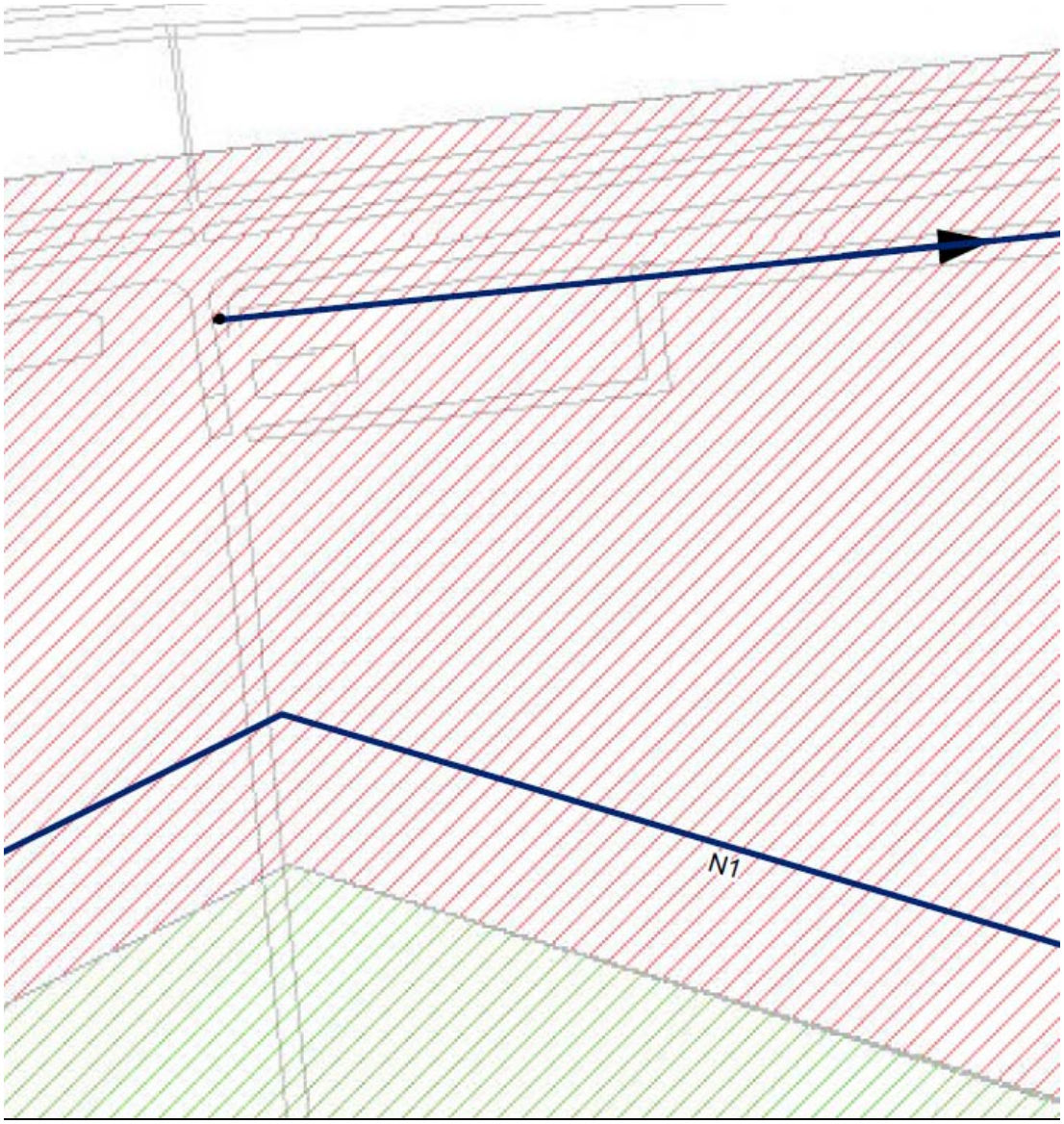
[6] Gebaseerd op de inventarisatierapportages van Bouw- & Managementservice Nederland



Figuur 6.3 Ontwateringsloot rondom het perceel Nieuwesluisweg 11. (Traject N13)

De kenmerken van de nieuwe ontwatering bij het perceel Nieuwesluisweg 11 zijn:

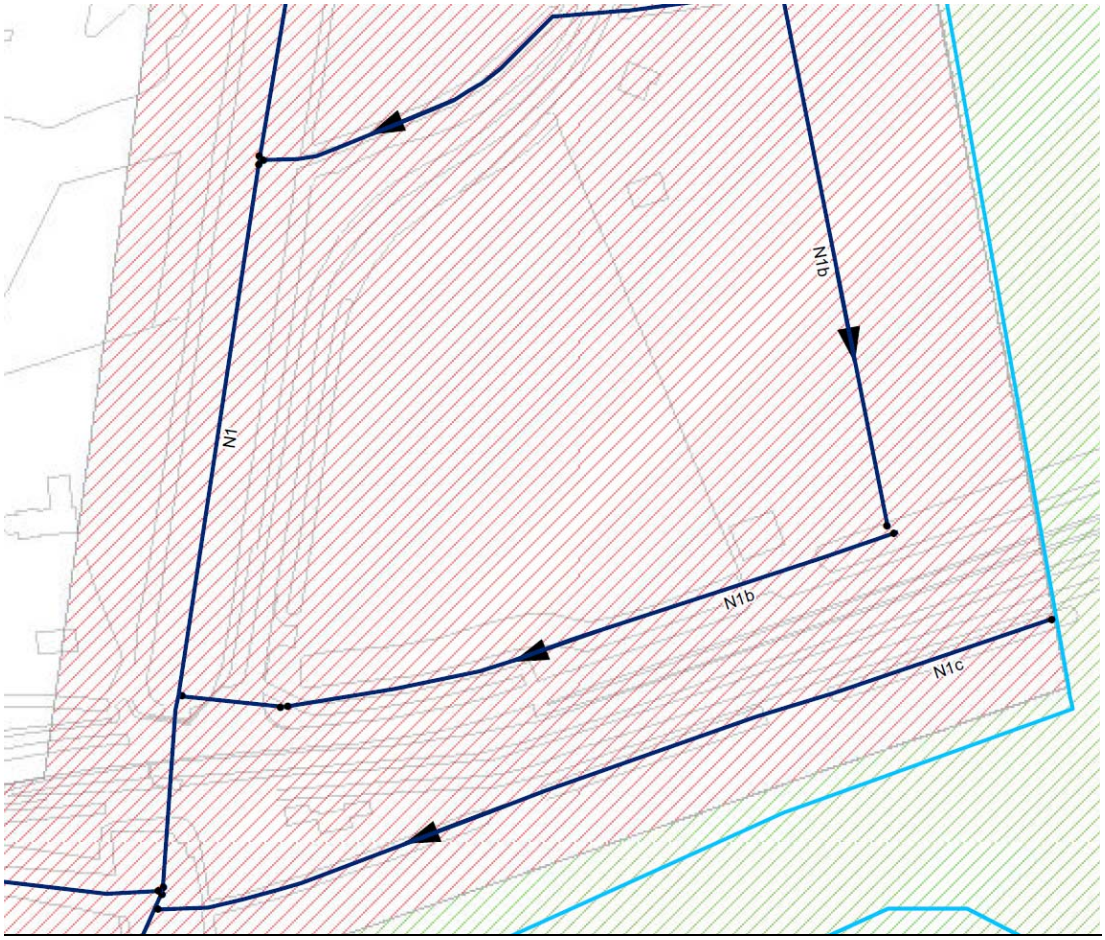
- Talud watergang: 1:2
- Bodembreedte watergang: 0,70 m
- Huidige waterstand (perceelsloot, niet in de legger opgenomen): 0,04 m NAP
- Maaiveld (gemiddeld) 1,15 m NAP
- Te handhaven drooglegging 1,10 m



Figuur 6.4 Ontwatering middels hoofdwatergang bij het perceel Walendijk 2 (Traject N1) en huidige sloot langs dijk

De kenmerken van de nieuwe ontwatering (N1) bij het perceel Walendijk 2 zijn:

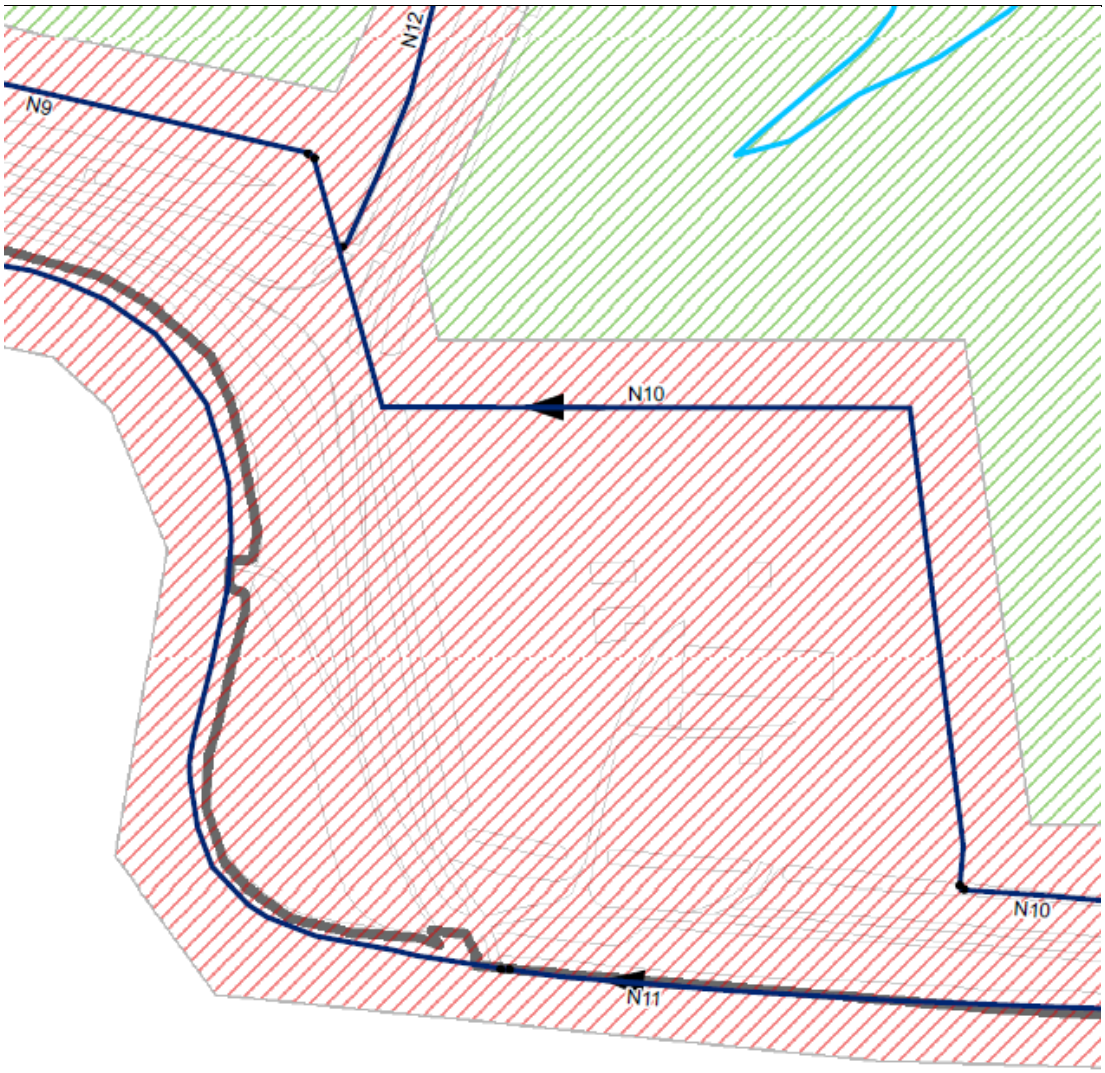
- Talud watergang: 1:2
- Bodembreedte watergang: 6,75 m
- Huidige waterstand (perceelsloot): -0,58 m NAP
- Maaiveld (gemiddeld) 0,04 m NAP
- Te handhaven drooglegging 0,62 m



Figuur 6.5 Ontwateringsloot rondom het perceel Zandertje 19. (Traject N1c)

De kenmerken van de ontwatering bij het perceel Zandertje 19 zijn:

- Talud watergang: 1:2
- Bodembreedte watergang: 0,70 m
- Huidige waterstand (perceelsloot): -0,44 m NAP
- Maaiveld (gemiddeld) 1,55 m NAP
- Te handhaven drooglegging 1,99 m



Figuur 6.6 Locatie Hogedijk 1, met aan de noord- en oostkant het afwateringstraject N10.

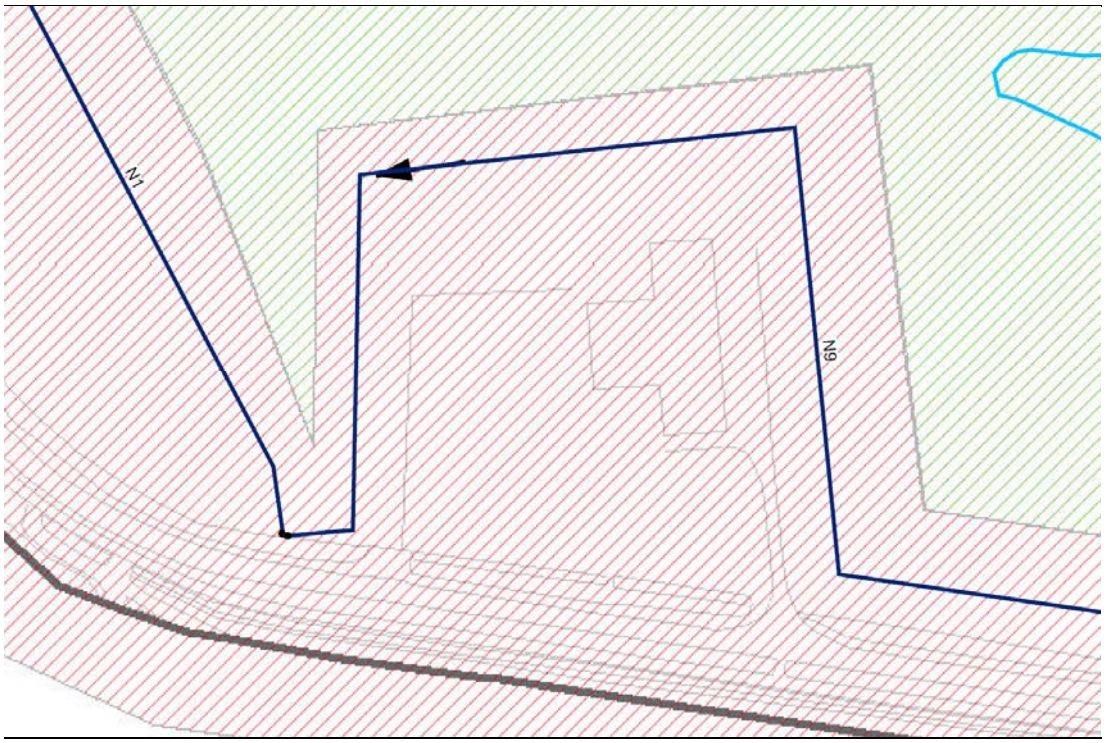
De kenmerken van het perceel Hogedijk 1 zijn:

- Talud watergang (N10): 1:2
- Bodembreedte watergang: 2,5 m
- Maaiveld (gemiddeld) 1,95 m NAP
- Huidige waterstand (perceelsloot ten noorden): -0,60 m NAP
- Te handhaven drooglegging 2,55 m

Figuur 6.7 Locatie Slikkenburgseweg 1, met aan de oostkant traject N12 en aan de zuidkant N9.

De kenmerken van het perceel Slikkenburgseweg 1 zijn:

- Talud watergang (N12): 1:2
- Bodembreedte watergang: 0,7 m
- Maaiveld (gemiddeld) 1,50 m NAP
- Huidige waterstand (perceelsloot ten zuiden): -0,57 m NAP
- Te handhaven drooglegging 2,07 m



Figuur 6.8 Locatie Puiendijk 1, dat is omringd door het afwateringstraject N9.

De kenmerken van het perceel Puiendijk 1 zijn:

- Talud watergang (N9): 1:2
- Bodembreedte watergang: 2,5 m
- Maaiveld (gemiddeld) 1,50 m NAP
- Huidige waterstand (perceelsloot ten noorden): -0,18 m NAP
- Te handhaven drooglegging 1,68 m

6.2 Ontwateringstructuur resterende locatie

Figuur 6.9 toont de toekomstige afwateringsstructuur op het resterende individueel perceel binnen het plangebied Waterdunen. Dit perceel is, zoals blijkt uit de kaart met probleemgebieden in bijlage 3, niet kritisch als het gaat om drooglegging ter plaatse van het erf. Een afwateringstraject met een voldoende laag peil is hier echter wel van belang langs de nieuw te realiseren toegang(sweg) tot het erf. Het gaat hierbij om het volgende perceel:

- Langeweg 103

De kaart met het toekomstig watersysteem in bijlage 5 toont de resulterende waterstructuur en de daarbij behorende trajecten als onderdeel van het gehele plangebied.

Figuur 6.9 Locatie Langeweg 103,

De kenmerken van het perceel Langeweg 103 zijn:

- Talud watergang (N14): 1:2
- Bodembreedte watergang: 0,70 m
- Maaiveld (gemiddeld) 1,70 m NAP
- Huidige waterstand (aanname op basis van nabij gelegen waterstandsmetingen) -0,6 m NAP
- Te handhaven drooglegging 2,30 m

6.3 Ontwerp dwarsprofielen nieuwe afwateringstrajecten

In deze paragraaf wordt het ontwerp van de dwarsprofielen voor de nieuwe afwateringstrajecten uitgewerkt. Ook de oplossing voor waterafvoer en drooglegging van de probleemgebieden (buurtschappen) 't Killetje en Zandertje worden hier beschouwd.
Voor het ontwerp van het dwarsprofiel per traject is uitgegaan van de volgende belastingen:

- Neerslag 10 mm/dag (= 1 m^3/m/dag bij afwaterende breedte 100 m)[7]
- Kwel 3 mm/dag (= 0.3 m^3/m/dag bij afwaterende breedte 100 m)

Voor het ontwerp van de afwateringstrajecten ten behoeve van het plangebied is uitgegaan van een afvoersysteem langs de rand (aan de binnenzijde) van het plangebied via een kwelslotensysteem. Vervolgens zijn voor de nieuwe afwatering van de recreatieparken "Schoneveld"en "het Heem" in eerste instantie 2 varianten [8] onderzocht, te weten:

1. Afwatering via de bestaande hoofdafwatering van Breskens langs de zuidzijde (buitenkant) van het plangebied (traject N11). Uitgangspunt daarbij was dat geen verbreding van deze watergang wenselijk was
2. Afwatering via de nieuwe kwelsloot langs de zuidgrens van het plangebied (traject N10/N9)

Uit berekeningen is vervolgens gebleken dat variant 1 leidt tot een significant extra risico op wateroverlast. Zodoende is gekozen voor variant 2. Deze variant is nader geoptimaliseerd door de afvoer van Schoneveld en 't Heem aan de west- en zuidzijde via de kwelsloot in het plangebied te laten verlopen. De resultaten van dit uiteindelijk ontwerp van het watersysteem (zie bijlage 5) worden hieronder weergegeven.

Het ontwerp van de dwarsprofielen voor de genoemde afwateringstrajecten is gebaseerd op een maximaal toelaatbare opstuwing. De weergegeven maten van de watergangen betreffen een minimaal vereist profiel om het debiet te kunnen verwerken. Vanuit het waterschap worden er flauwere taluds vereist dan in de minimale profielen staat aangegeven. Vanuit het beleid van het waterschap Scheldestromen is een talud van 1:2 gewenst. De dimensionering van het watersysteem is weergegeven in de tabellen 6.1 en 6.2.

[7] *uitgangspunt is dat de rest van het neerslagoverschot afstroomt richting het getijdegebied binnen Waterdunen*

[8] *Deze varianten zijn beschreven in bijlage 9*.

traject	afvoer Q	waterdiepte d	bodembreedte b	talud n	Weerstand Ks	natte doorsn.A	natte omtrek P	hydr-straal R	verhang S	stroomsnelheid v	bid	trajectlengte L	verval h	cum verval
	(m3/s)	(m)	(m)	(1: ...)	(m(1/3)/s)	(m2)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(-)	(m)	(m)	(m)
N1	0,003	0,10	0,70	1,25	25	0,0825	1,0	0,1	0,00006	0,04	7,00	500	0,03	
N2a	0,007	0,15	0,70	1,25	25	0,133125	1,2	0,1	0,00008	0,05	4,67	370	0,03	
N2b	0,008	0,15	0,70	1,25	25	0,133125	1,2	0,1	0,00011	0,06	4,67	235	0,02	
N3	0,024	0,23	2,50	1,25	25	0,641125	3,2	0,2	0,00002	0,04	10,87	940	0,02	0,34
N6	0,089	0,48	2,50	1,25	25	1,488	4,0	0,4	0,00002	0,06	5,21	1000	0,02	0,32
N7	0,183	0,53	2,50	1,25	25	1,676125	4,2	0,4	0,00006	0,11	4,72	1250	0,08	0,30
N10	0,210	0,58	2,50	1,25	25	1,8705	4,4	0,4	0,00006	0,11	4,31	1780	0,11	0,22
N9	0,237	0,63	2,50	1,25	25	2,071125	4,5	0,5	0,00006	0,11	3,97	1770	0,10	0,10

Tabel 6.1 Dimensionering kwelsloot en afwaterinsgsysteem per watergangtraject [9]

Afwateringsgebieden, afvoeren en huidige dwarsprofielen per traject					kwelsloot inclusief SCHONEVELD / HEEM			
	trajectN1a	trajectN2a	trajectN2b	trajectN3	trajectN6	trajectN7	trajectN10	trajectN9
oppervlak onverhard	4,1	5,5		5	29,8	52,1		
oppervlak verhard	0,5	0,5		0,3	12,6	13,6		
oppervlak totaal ha	4,6	6	1	5,3	42,4	65,7		
neerslagafvoer m3/s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
kwelafvoer m3/s	0	0	0	0,000	0	0	0,000	0,000
totaal afvoer m3/s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
cum.afvoer m3/s	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
bodemhoogteB mNAP	-1,1	-0,3	0,15	-0,4	-1,35	-1,4	-1,45	-1,5
bodemhoogteE mNAP	-1	-0,4	-0,4	-0,45	-1,4	-1,45	-1,5	-1,55
lengte m	150	370	235	940	1000	1250	1780	1770
verhang	-0,00067	0,00027	0,00234	0,00005	0,00005	0,00004	0,00003	0,00003
huidige breedte	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
talud	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
streefpeil mNAP	-0,9	0	0	0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
waterdiepte tov sp	0,15	0,35	0,13	0,43	0,48	0,53	0,58	0,63

Figuur 6.2 Afwateringsgebieden, afvoeren en huidige dwarsprofielen per traject [10]

[9] *Vanuit het beleid van het waterschap Scheldestromen is een talud van 1:2 gewenst. Tabel geeft de minimale taluds weer.*
[10] *Vanuit het beleid van het waterschap Scheldestromen is een talud van 1:2 gewenst. Tabel geeft de minimale taluds weer.*

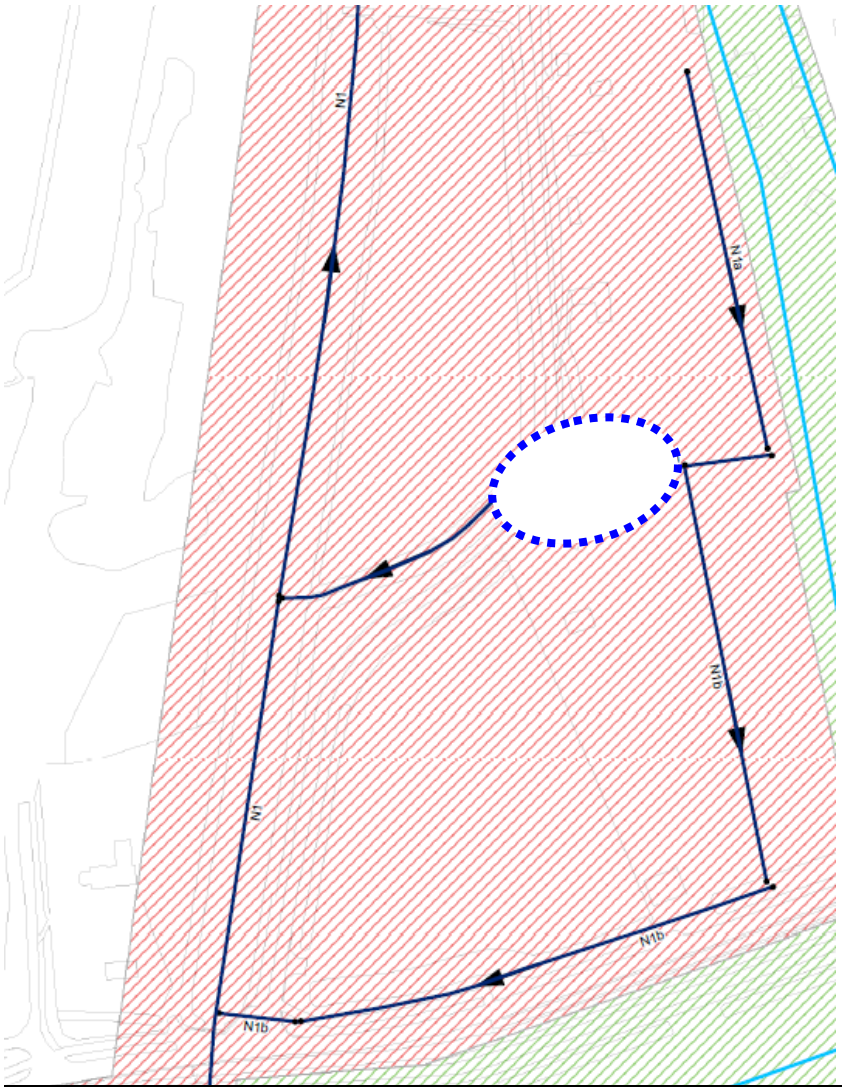
In de onderstaande tabel (6.3) is weergegeven welke watergangen aangepast moeten worden (voornamelijk verbreding watergangen). Dit overzicht is opgesteld naar aanleiding van een vergelijking tussen de huidige en toekomstige situatie.

Traject	Bodembreedte (minimaal vereist) (m)	talud (minimaal vereist) (1: ...)	Bodembreedte (Huidig) (m)	Talud (huidig) (1: ...)	Watergang aan te passen? Ja/Nee
N1	6,75	1,25	n.v.t.	n.v.t.	Nee
N1a/ N1b	0,7	1,25	0,7	1,5	Nee
N2a	0,7	1,25	0,7	1,5	Nee
N2b	0,7	1,25	0,7	1,5	Nee
N3	2,5	1,25	0,7	1,5	Ja(aanpassen bodembreedte)
N4	0,7	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N5	2	1,25	0,7	1,5	Ja(aanpassen bodembreedte)
N6	2,5	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N7	2,5	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N8	2	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N9	2,5	1,25	0,7	1,5	Ja(aanpassen bodembreedte)
N10	2,5	1,25	0,7	1,5	Ja(aanpassen bodembreedte)
N11	2,5	1,25	2,5	1,5	Nee
N12	0,7	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N13	0,7	1,25	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 6.3 Overzicht benodigde aanpassingen trajecten binnen Waterdunen [11]

[11] Vanuit het beleid van het waterschap Scheldestromen is een talud van 1:2 gewenst. Tabel geeft de minimale taluds weer. Daarnaast is traject N8 in de uitwerking onderdeel geworden van traject N7.

Traject N1a en N1b: Killetje (afwatering+kwelsloot)



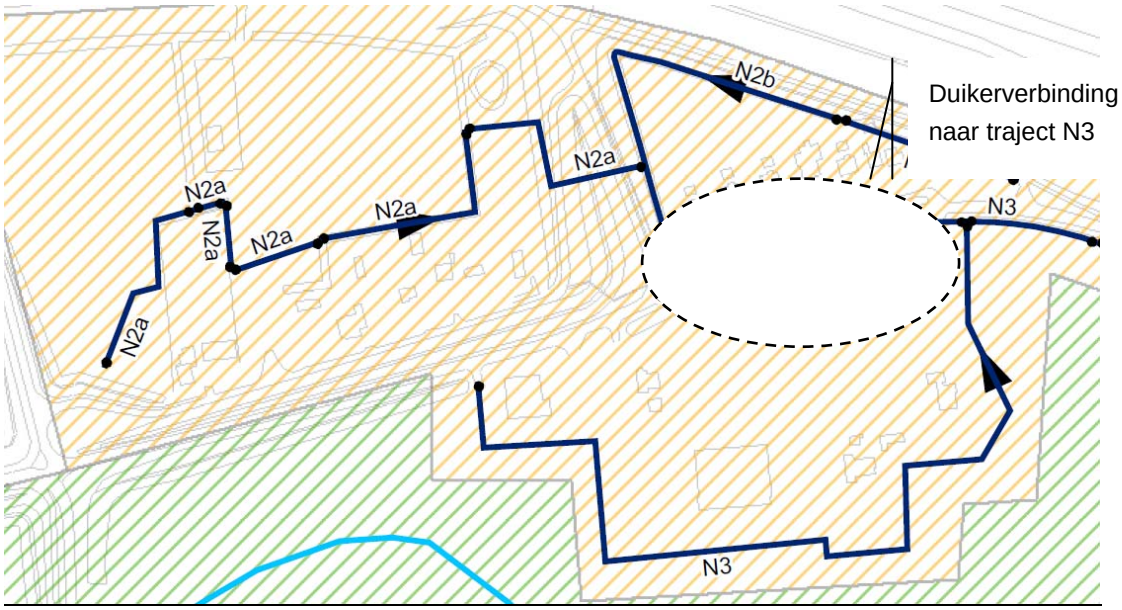
Figuur 6.10 Trajecten N1a, N1b en het noordelijke gedeelte van N1. Het gedeelte van de watergang dat met de blauwe stippellijn is omcirkeld, wordt in de toekomst mogelijk gedempt vanwege perceelsuitbreiding. [Watersysteemkaart toekomstige situatie]

Het inlaatkanaal heeft door introductie van een hoger en fluctuerend peil invloed op de grondwaterstand en op verziltingsrisico's van de percelen langs het Killetje. Ook vanuit het nieuw in te richten duingebied ten oosten van het inlaatkanaal zal naar verwachting sprake zijn extra

kweldruk en daarmee invloed op de grondwaterstanden. Gezien de relatief lage ligging van delen van het Killetje (onder andere Killetje 6) is hier sprake van een risico op natschade.
Om vernatting te voorkomen wordt een nieuwe kwelsloot aangelegd parallel aan en ten westen van het inlaatkanaal. Op basis van een afwaterend oppervlak van 4,6 ha en een maatgevende belasting van 10 mm/dag is de afvoer van deze watergang bepaald op 0,005 m^3/s. De benodigde afvoercapaciteit kan worden gerealiseerd met een minimum dwarsprofiel met bodembreedte 70 cm, taluds 1:1.25 en een waterdiepte van 10 cm. (Deze informatie is ook opgenomen in tabel 6.1 en 6.2).

Daarnaast bestaat er de wens van de provincie om een gedeelte van watergang N1a te dempen (zoals weergegeven op figuur 6.10). Omdat dit het risico op natschade niet zal doen toenemen en de afwatering via traject N1b hydraulisch gezien niet voor problemen zorgt, kan een demping van de watergang hier uitgevoerd worden, mits de watergang van N1b aan de minimale afmetingen voldoet, zoals beschreven in tabel 6.1.
In het kader van het toekomstige peilbesluit moet hier een goede afweging worden gemaakt ten aanzien van de bodemdiepten in de trajecten N1a en N1b. Gezien de toekomstige invloed van het relatief hoge peil van het inlaatkanaal, de kweldruk vanuit de duinen en de relatief hoge grondwaterstand op een van de bebouwde percelen van ’t Killetje, dient voldoende drooglegging hier wel gegarandeerd te worden. Geadviseerd wordt dan ook om de nieuwe sloten verder te ontwerpen aan de hand van de huidige bodemdiepte in het bestaande deel van traject N1a.

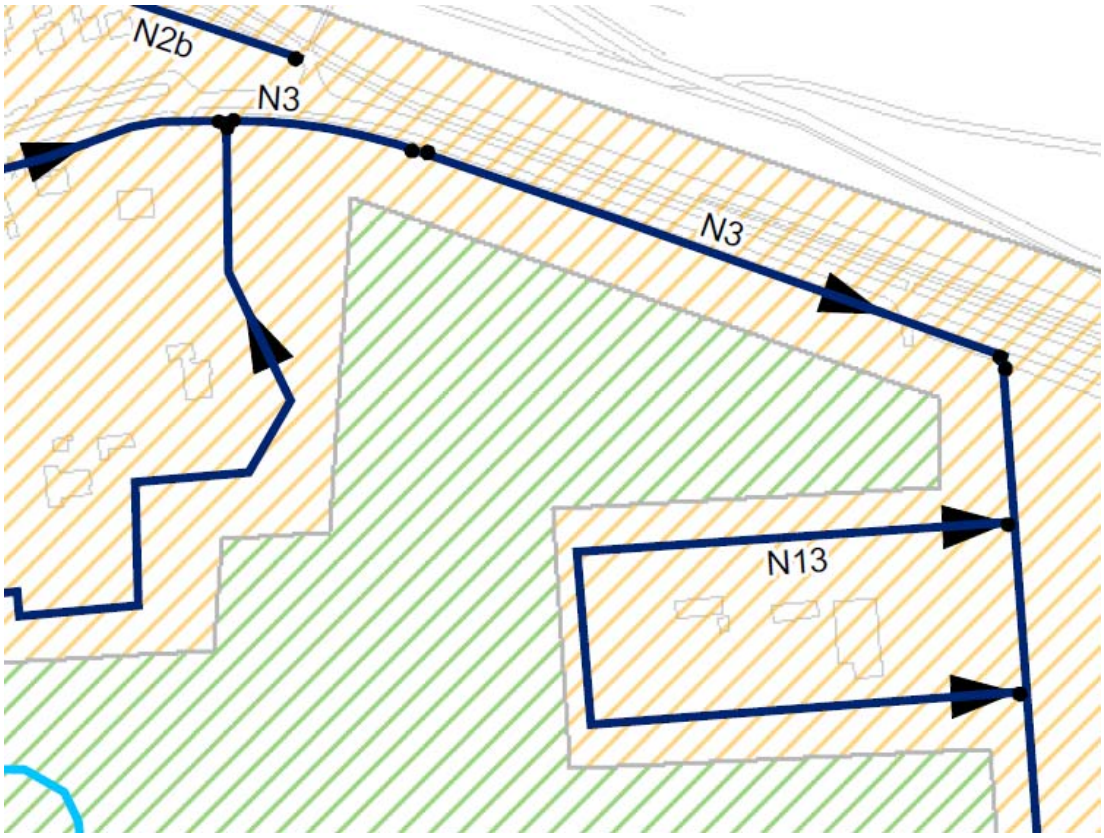
Trajecten N2a en N2b: Zandertje-noord

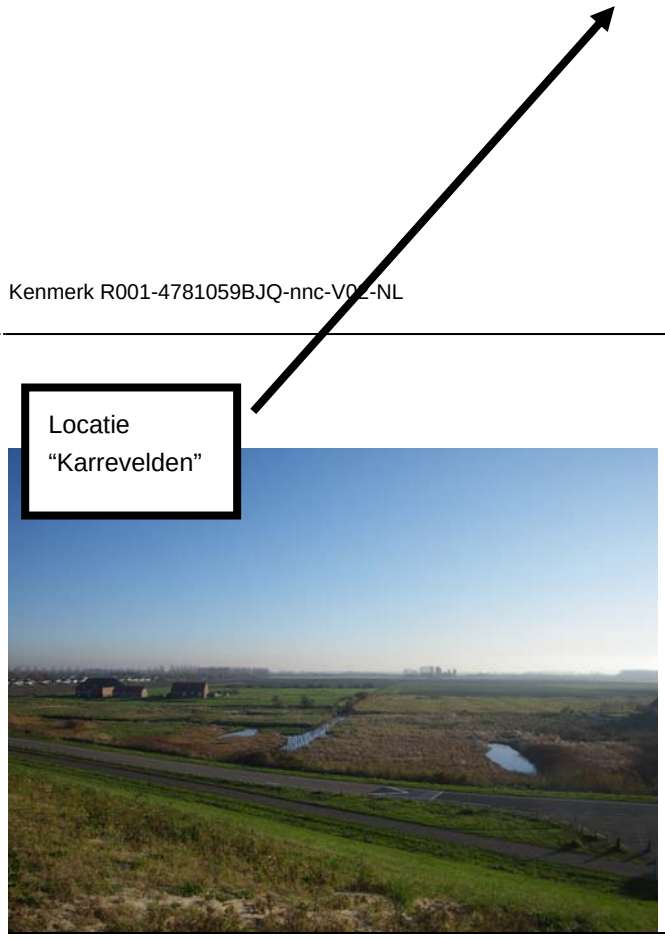


Figuur 6.11 Trajecten N2a en N2b. [Watersysteemkaart toekomstige situatie]

De bebouwing die behouden blijft in de toekomstige situatie, watert zowel deels via het westen als via het zuiden af. Dit betreft het gedeelte dat ten noorden van het Zandertje ligt en ten oosten van de Slikkenburgse Weg. De maaiveldhoogte en daarmee de ontwateringsbasis ligt hier 50 tot 100 cm boven het winterstreefpeil van het peilvak. De afwatering in westelijke richting (traject N2a) dient te worden omgekeerd omdat de afvoerroute langs de Slikkenburgse Weg komt te vervallen. De afwatering via traject N2b kan worden gehandhaafd. Figuur 6.11 toont dit traject. De benodigde afvoercapaciteit op beide trajecten kan worden gerealiseerd met een minimum dwarsprofiel met bodembreedte 70 cm en taluds 1:1.25 (zie tabel 6.1). De afvoer naar de nieuwe kwelsloot (traject N3) vindt plaats via een duiker onder het Zandertje met lengte 24 m en diameter rond 300 mm. Bij maatgevende afvoer is de opstuwing over deze duiker 3 cm.

Traject N3: Zandertje-zuid



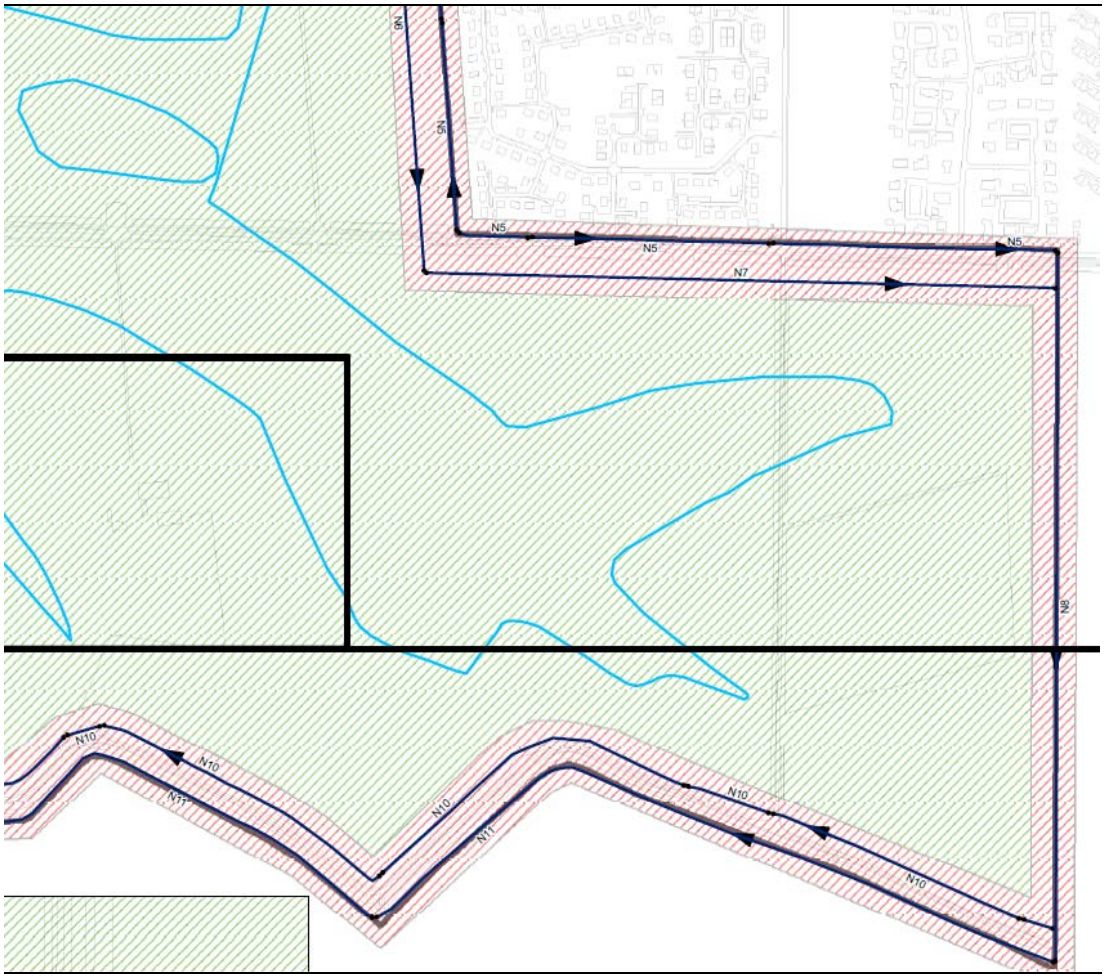


Figuur 6.12 Trajecten N3 en N13. [Watersysteemkaart toekomstige situatie]

De blijvende bebouwing ten zuiden van het Zandertje dient te worden afgeschermd tegen vernatting en/of verzilting door aanleg van een nieuwe kwelsloot vanaf de westkant van het Zandertje tot aan de noordoostzijde van het plangebied. De bestaande watergang aan de zuidkant van het Zandertje heeft een bodembreedte van 70 cm en een bodemhoogte van NAP -0,1 m. De totale maatgevende afvoer (op basis van neerslag en kwel) op traject N3 is bepaald op 0,024 m^3/s. Het dwarsprofiel van de kwelsloot krijgt een bodembreedte van 2,5 m bij een in principe gelijkblijvende bodemhoogte.

Op basis van dit profiel kan op traject N3 naar verwachting de huidige waterstand (die rond of net iets boven NAP ligt) worden gehandhaafd. Dit hoge peil is van belang voor de instandhouding van de natte natuurpercelen van de Karrevelden (zie figuur 6.12). Benedenstrooms van de ‘Karrevelden’ zal vervolgens een regelbare stuw (of eventueel een verhoogde duiker) van belang zijn om hier een hoger peil te behouden ten opzichte van het lagere peil (NAP -0,6 / -0.9m) dat noodzakelijk is op onder meer het (overgrote deel van het) traject N6. Hiermee wordt een hydrologisch uitstralingseffect naar ’t Heem en Schoneveld voorkomen. Zoals aangegeven bij de mitigerende maatregelen is een ontwateringspeil van circa NAP -0,65 m in een dergelijk kwelsloot-traject voldoende om risico op schade te voorkomen.

Traject N6/N7/N10/N9: Kwelsloot Zandertje - Zwarte Gat



Figuur 6.13 Trajecten N5, N6, N7. [Watersysteemkaart toekomstige situatie]

De nieuwe kwelsloot langs de oost- en zuidrand van het plangebied wordt bovenstrooms vooral gevoed door de afwatering en kwel van het Zandertje. De ondiepe sloot (N13) rondom de boerderij aan de Nieuwesluisweg11 wordt gekoppeld aan deze kwelsloot om hier voldoende drooglegging te realiseren. Om hier een voldoende drooglegging van minimaal 1,0 m ter realiseren, wordt in deze sloot een maximaal peil van rond NAP voorzien. Hierdoor worden negatieve effecten uitgesloten.

Stroomafwaarts wordt de kwelsloot gevoed door kwel en neerslagwater vanuit een strook van circa 100 m breed (ontwateringsflux 1,3 m^3/m/dag). De maatgevende belasting van de kwelsloot loopt daarmee op van 0,089 m^3/s op traject N6 naar 0,237 m^3/s op traject N9 (zie tabel 6.1).

Bij een bodembreedte van 2,5 m en een bodemhoogte tussen NAP -1,35 m en NAP -1,45 m is de waterdiepte circa 50 cm en de maximale stroomsnelheid kleiner dan 0.1 m/s. Het totale verval in de kwelsloot tussen het Zandertje en de monding bij het Zwarte Gat bedraagt dan bij maatgevende belasting 25 cm. Bij toepassing van dit dwarsprofiel voor de kwelsloot is de nieuwe afwatering van het Zandertje hydraulisch op orde en zorgt de kwelsloot tevens voor voldoende bescherming tegen externe vernatting en/of verzilting van aangrenzende percelen.

6.4 Extreme situaties

Om te kijken wat het watersysteem doet bij extreme neerslaggebeurtenissen is berekend wat er gebeurt als er zich buien voor doen die eens in de 10 en 50 jaar voorkomen. Hierbij is als uitgangspunt gebruikt dat de aangrenzende 100 meter naast de watergang ook daadwerkelijk afwatert op het kwelslotensysteem van Waterdunen.

Bij een afvoercapaciteit van 10 mm/dag moet bij een neerslaggebeurtenis (T=10) 40 mm geborgen worden. Bij een T= 50 moet er 60 mm worden geborgen. Als men hier uitgaat van de een afwaterende breedte van 100 m (rest watert af naar getijdegeulen) en een slootwaterbreedte van 5 m, dan varieert de peilstijging tussen 0,80 m bij T=10 en 1.20m bij T=50. Bij het agrarische zomerpeil (NAP -0,65 m) zullen dan de laagste oevers inunderen, bebouwing en infrastructuur inunderen niet. Dit blijkt uit de laatste kolom in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Peilstijging in kwelsloot waterdunen bij extreme buien (afvoercapaciteit 10 mm/dag)

Gebeurtenis	neerslag	duur	afvoer	berging	factorA	peilstijging	waterpeil bij	peilmax	maaiveld1	drooglegging	maaiveld2	drooglegging2
					(strook	T=xx	afvoer 10mm/d	T=xx				
	mm	dagen	mm	mm	100m)	m	mNAP	mNAP	mNAP	m	mNAP	m
T=10	54	1	10	44	20	0,88	-0,60	0,28	1,00	0,72	0,75	0,47
	80	4	40	40	20	0,80	-0,60	0,20	1,00	0,80	0,75	0,55
T=50	71	1	10	61	20	1,22	-0,60	0,62	1,00	0,38	0,75	0,13
	100	4	40	60	20	1,20	-0,60	0,60	1,00	0,40	0,75	0,15

Bij een afvoercapaciteit van 5 mm/dag moet bij een neerslaggebeurtenis (T=10) 60 mm geborgen worden. Bij een T= 50 moet er 80 mm worden geborgen. Als men hier uitgaat van de een afwaterende breedte van 100 m (rest watert af naar getijdegeulen) en een slootwaterbreedte van 5 m, dan varieert de peilstijging tussen 1.20m bij T=10 en 1.60m bij T=50. Bij het agrarische zomerpeil (NAP -0,65 m) zullen dan de laagste oevers inunderen, bebouwing en infrastructuur inunderen niet. Dit blijkt uit de laatste kolom in tabel 6.4

Tabel 6.4 Peilstijging in kwelsloot waterdunen bij extreme buien (afvoercapaciteit 5 mm/dag)

Gebeurtenis	neerslag	duur	afvoer	berging	factorA	peilstijging	waterpeil bij	peilmax	maaiveld1	drooglegging	maaiveld2	drooglegging2
					(strook	T=xx	afvoer 10mm/d	T=xx				
	mm	dagen	mm	mm	100m)	m	mNAP	mNAP	mNAP	m	mNAP	m
T=10	54	1	5	49	20	0,98	-0,60	0,38	1,00	0,62	0,75	0,37
	80	4	20	60	20	1,20	-0,60	0,60	1,00	0,40	0,75	0,15
T=50	71	1	5	66	20	1,32	-0,60	0,72	1,00	0,28	0,75	0,03
	100	4	20	80	20	1,60	-0,60	1,00	1,00	0,00	0,75	-0,25

6.5 Te dempen en te graven watergangen

Als gevolg van de ontwikkelingen in Waterdunen zullen de volgende hoeveelheden worden gedempt en gegraven [12]:

	Afname	*Toename*
- Verbreding bestaande watergangen:		**5.215 m²**
- Nieuw te graven watergangen:		**21.508 m²**
- Nieuw te graven krekensysteem:		**1.087.567 m²**
- Te dempen watergangen:		**-16.925 m²**
Totale toename aan oppervlaktewater:		**1.097.365 m²**

De kaart met te dempen en aan te passen watergangen is opgenomen in bijlage 6.

6.6 Schaderegelingen

Indien er, ondanks de in dit rapport beschreven maatregelen, toch schade ontstaat op bestaande percelen in- en rondom het plangebied Waterdunen liggen, heeft de provincie Zeeland in het besluit “Regeling nadeelcompensatie Verkeers- en vervoersvoorzieningen” de schaderegeling beschreven. [13] De volledig uitgewerkte regeling is terug te vinden in nummer 42 en 43 van het Provinciaal blad van Zeeland (2010). Deze documenten zijn terug te vinden op de website van de provincie Zeeland (www.zeeland.nl) en Waterdunen (www.waterdunen.com).

[12] Deze gegevens zijn gebaseerd op een gis analyse zoals deze op kaart is weergegeven in bijlage 6

[13] Besluit van Provinciale Staten van Zeeland d.d. 1 oktober 2010, nr. 10024589 RMW-184, houdende vaststelling Regeling Nadeelcompensatie Verkeers- en Vervoersvoorzieningen en provinciale projecten provincie Zeeland 2010.

7 Bronvermelding

7.1 Literatuur

- *Inlaatduiker Waterdunen, Oranjewoud, juli 2006*
- *MER Waterdunen (Milieu-Effect Rapport), Oranjewoud, december 2006*
- *Mogelijkheden voor estuariene natuurontwikkeling en integrale Gebiedsontwikkeling in Waterdunen, Waardenburg, april 2008*
- *Monitoringsplan Waterdunen en omgeving, Deltares, mei 2008*
- *Vervolgonderzoek gedempt getij, Soresma, april 2009*
- *Aanvullend MER Waterdunen, Oranjewoud, februari 2010*
- *Toetsingsadvies over het aanvullende milieueffectrapport Project Waterdunen, MER Commissie, juni 2010*
- *Plan Waterdunen, nulmeting grondwater, Deltares, juni 2010*
- *Rapport peilwijziging, watervergunning Waterdunen, Oranjewoud 2011*
- *Inrichtingsplan Waterdunen (VHP, oktober 2009)*
- *Provinciaal Inpassingsplan Waterdunen, vastgesteld door Provinciale Staten van Zeeland op 1 oktober 2010*

7.2 Websites

- www.waterdunen.com
- www.zeeland.nl
- www.dinoloket.nl

Bijlage

1

Hoogtekaart

Plangebied

Topografie (GBKN)

AHN

Meter

- < 0
- 0 - 0,25
- 0,25 - 0,5
- 0,5 - 0,75
- 0,75 - 1,0
- 1,0 - 1,25
- 1,25 - 1,5
- 1,5 - 1,75
- 1,75 - 2,0
- 2,0 - 2,25
- 2,25 - 2,5
- 2,5 - 2,75
- 2,75 - 3,0
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6
- 6 - 7
- 7 - 8
- 8 - 9
- 9 - 10
- 10 - 17

0 250 500 m

N

Tauw

Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever

Provincie Zeeland

Project

Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel

AHN

Datum #		Schaal	
Get. TOM		1:4000	
Gec. #			
Projectnummer	Tekeningnummer	Status	Formaat
4781059	3	CONCEPT	A0

TOM 4-11-2011 17:08 4781059_10003R.MXD

Bijlage

2

Watersysteemkaart - huidige situatie

Zomerpeil: -0,6 m +NAP
Winterpeil: -0,9 m +NAP

Tauw
Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Watersysteemkaart

Datum #		Schaal
Get. TOM		1:4000
Gec. #		

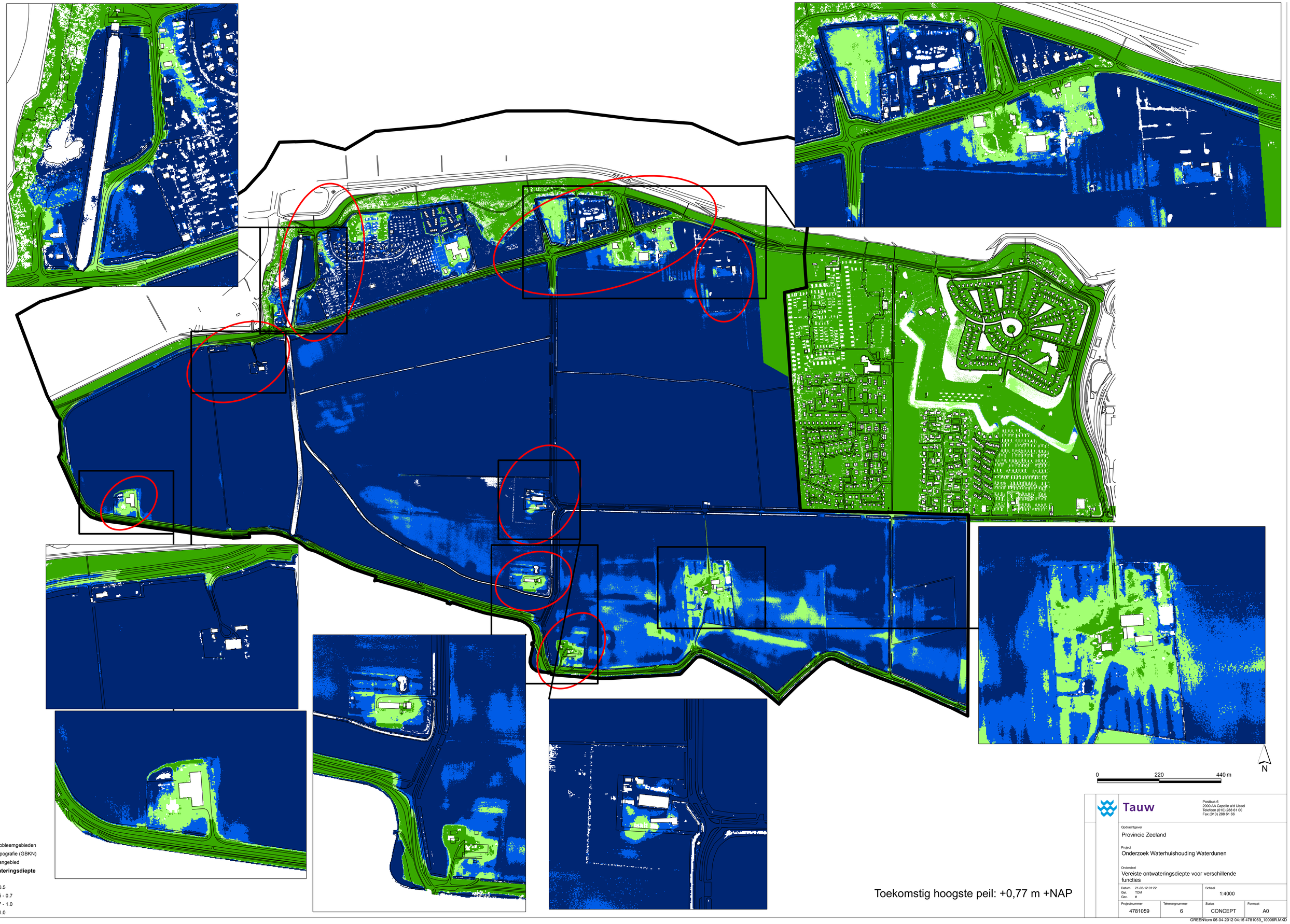
Projectnummer	Tekeningnummer	Status	Formaat
4781059	5	CONCEPT	A0

GREENtom 16-02-2012 11:43 4781059_10005R.MXD

Bijlage

3

Ontwateringsdiepte en probleemgebieden



Toekomstig hoogste peil: +0,77 m +NAP

Tauw
Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Vereiste ontwateringsdiepte voor verschillende functies

Datum 21-03-12 01:22 Get. TOM Gec. #		Schaal 1:4000	
Projectnummer 4781059	Tekeningnummer 6	Status CONCEPT	Formaat A0

GREENtom 06-04-2012 04:15 4781059_10006R.MXD

Bijlage

4

Zoet-zout kaart

Plangebied
Topografie (GBKN)

Zoet/zout-grens toekomstige situatie

Meter t.o.v. NAP

- < 0,75 - Zout
- > 0,75 & < 1,00 - Brak
- > 1,00 - Zoet

Tauw

Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Zoet/Zout-kaart
Nieuwe situatie

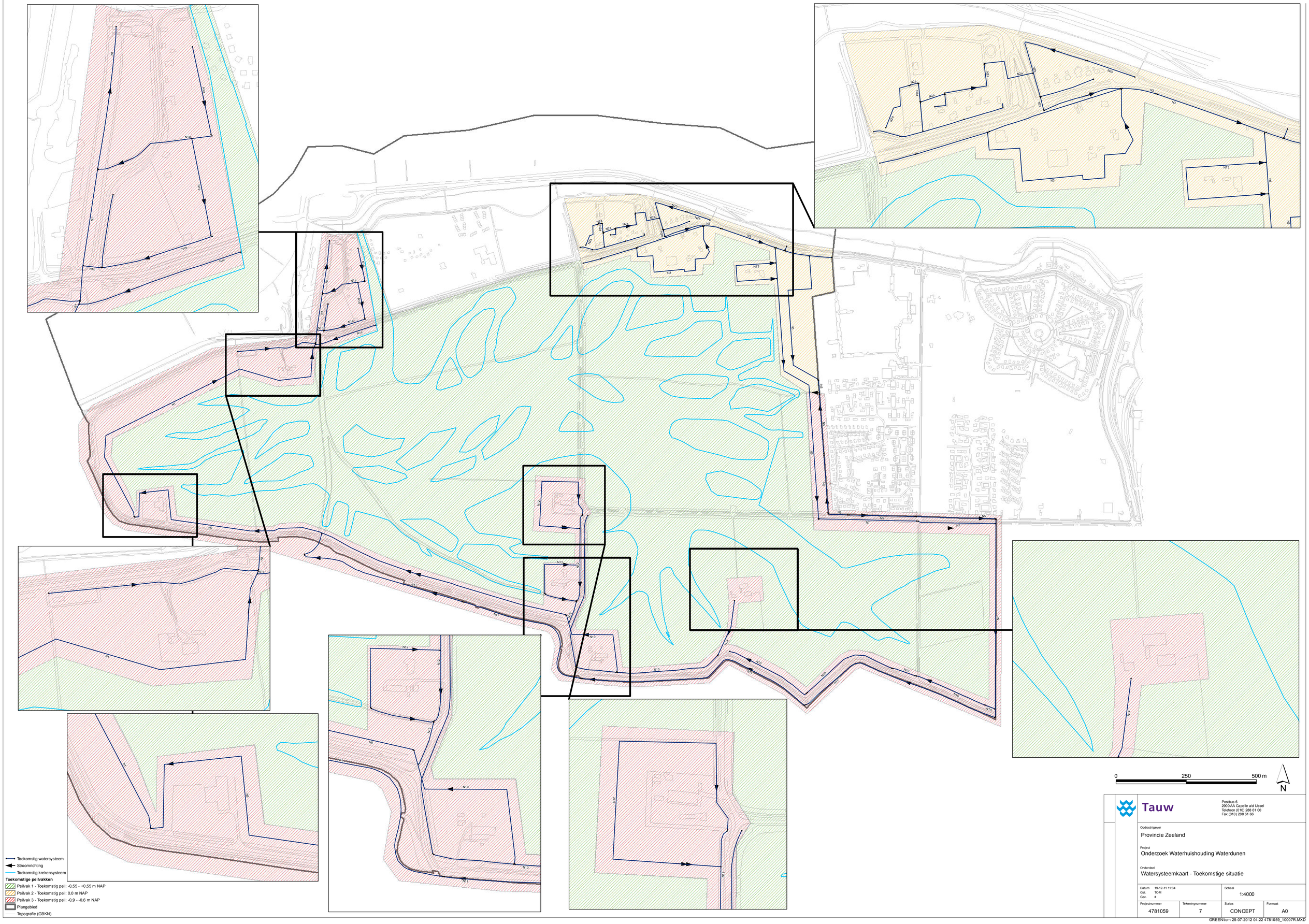
Datum 02-02-12 12:55 Get. TOM Gec. #		Schaal 1:3718	
Projectnummer 4781059	Tekeningnummer 10	Status CONCEPT	Formaat A0

GREENitom 13-03-2012 10:59 4781059_10010R.MXD

Bijlage

5

Watersysteemkaart – toekomstige situatie



Tauw
Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Watersysteemkaart - Toekomstige situatie

Datum	19-12-11 11:34	Schaal
Get.	TOM	1:4000
Gec.	#	

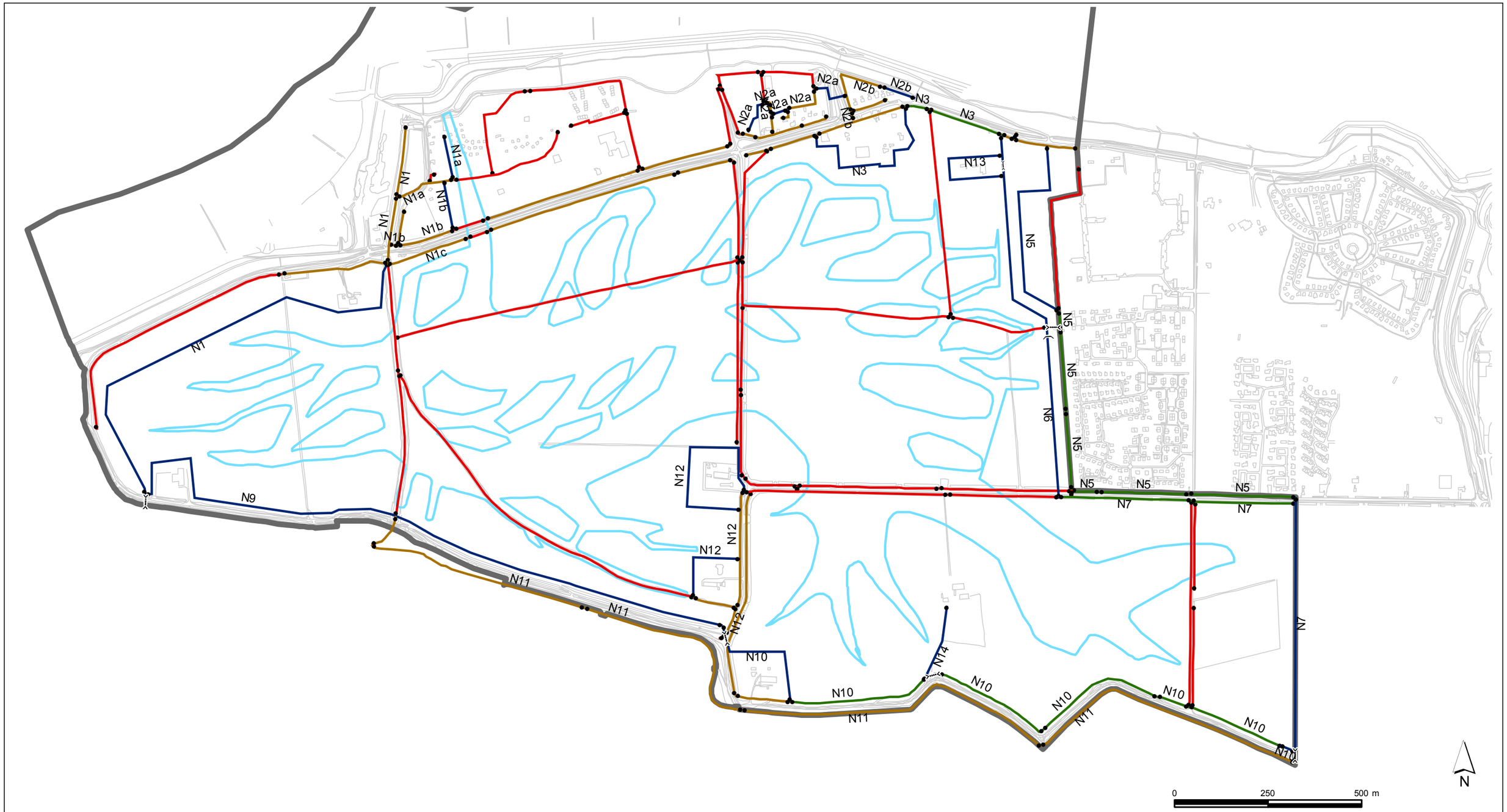
Projectnummer	Tekeningnummer	Status	Formaat
4781059	7	CONCEPT	A0

GREENtom 25-07-2012 04:22 4781059_10007R.MXD

Bijlage

6

Te dempen en te graven watergangen



Watersysteem

- Bestaande watergang
- Bestaande watergang verbreden
- Nieuw te graven watergang
- Te dempen watergang
- Duiker (nieuw)
- Stuw (nieuw)
- Toekomstig krekensysteem
- Plangebied
- Topografie (GBKN)

Tauw

Postbus 6
2900 AA Capelle a/d IJssel
Telefoon (010) 288 61 00
Fax (010) 288 61 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Te dempen en te graven watergangen

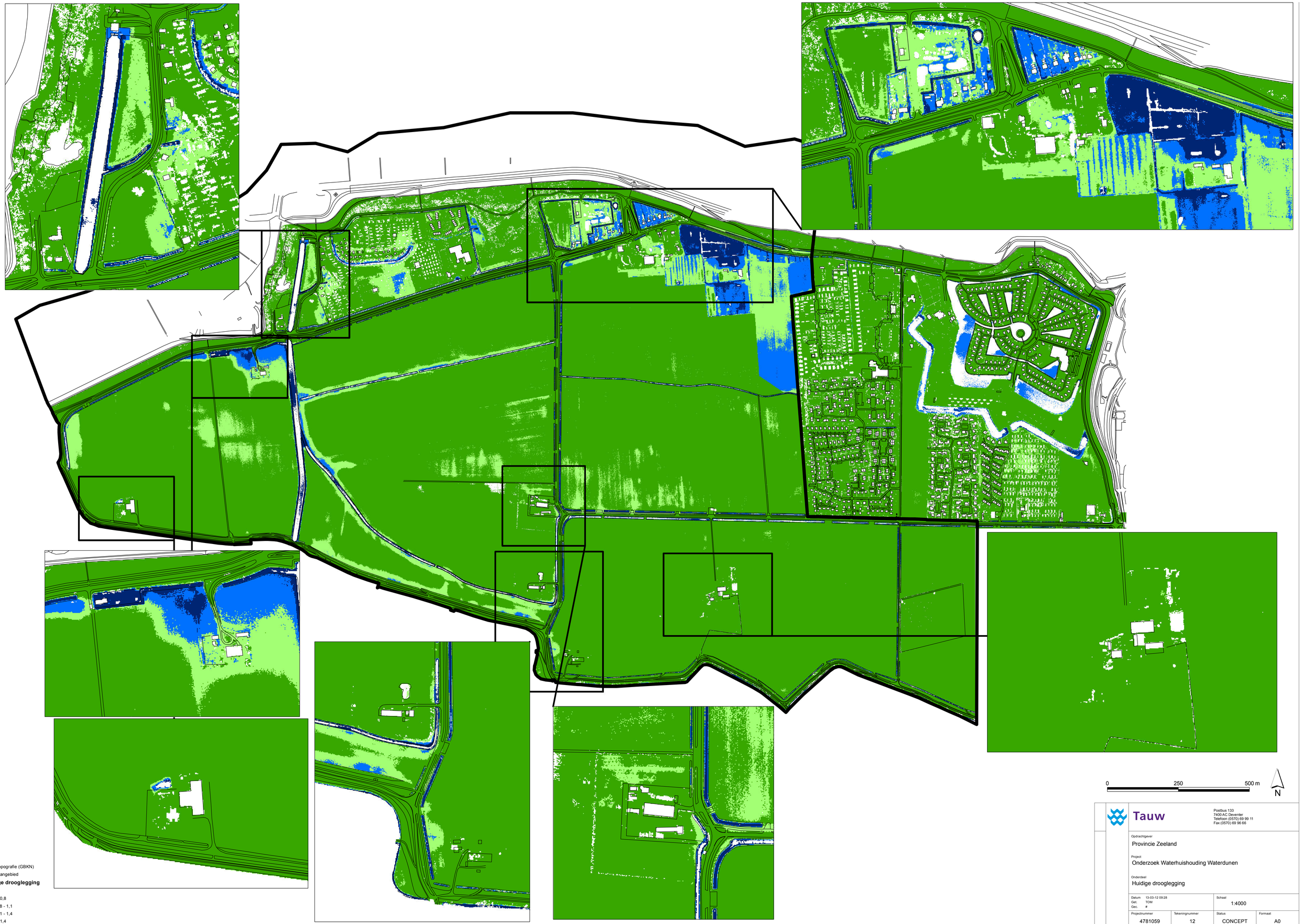
Datum: 02-01-12 05:11 Get. TOM Gec. #		Schaal 1:10000	
Projectnummer 4781059	Tekeningnummer 8	Status CONCEPT	Formaat A3

GREEN\tom 25-07-2012 03:55 4781059_10008R.MXD

Bijlage

7

Kaart met huidige drooglegging



Tauw
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Huidige drooglegging

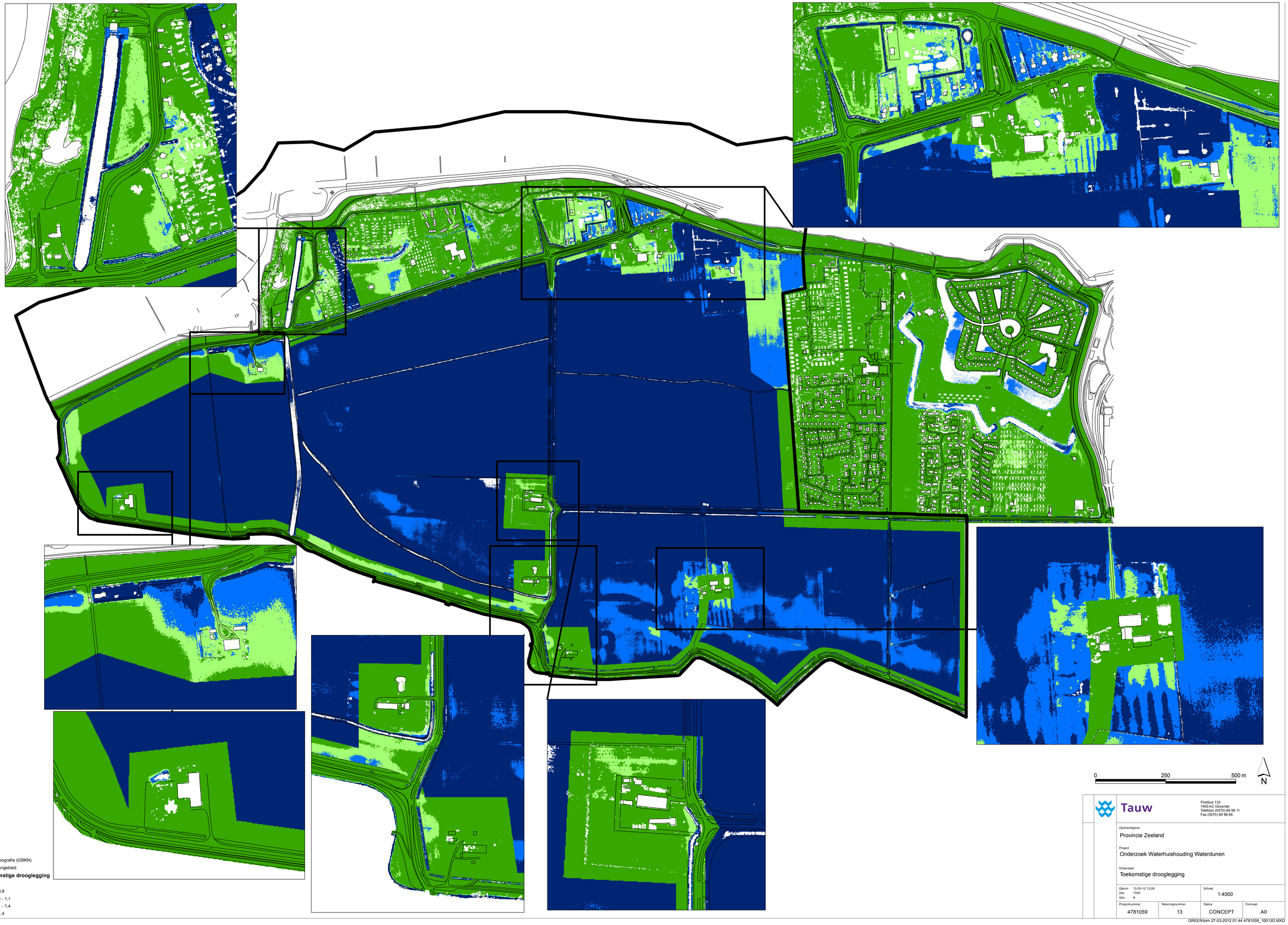
Datum 13-03-12 09:28 Get. TOM Gec. #		Schaal 1:4000	
Projectnummer 4781059	Tekeningnummer 12	Status CONCEPT	Formaat A0

GREENitom 27-03-2012 02:24 4781059_10012D.MXD

Bijlage

8

Kaart met toekomstige drooglegging



Topografie (GBKN)

Plangebied

Toekomstige drooglegging

Meter

- < 0,8
- 0,8 - 1,1
- 1,1 - 1,4
- > 1,4

Tauw

Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon (0570) 69 99 11
Fax (0570) 69 96 66

Opdrachtgever
Provincie Zeeland

Project
Onderzoek Waterhuishouding Waterdunen

Onderdeel
Toekomstige drooglegging

Datum 13-03-12 12:08 Get. TOM Gec. #		Schaal 1:4000	
Projectnummer 4781059	Tekeningnummer 13	Status CONCEPT	Formaat A0

GREENtom 27-03-2012 01:44 4781059_10013D.MXD

Bijlage

9

Alternatieve scenario’s afwatering Waterdunen

Alternatieve afwatering Schoneveld / het Heem

Variant 1: Afwatering Schoneveld / het Heem via watergang buiten plangebied

De huidige afwatering (en ontwatering) van de gebieden Schoneveld en het Heem functioneert onvoldoende waardoor periodiek wateroverlast optreedt. De bestaande afwateringsrichting door het plangebied Waterdunen komt te vervallen. Als alternatief is een nieuwe afwatering ontworpen langs de oostgrens van het plangebied (traject N5+N8) die aansluit op de bestaande hoofdafwatering langs het plangebied vanaf Breskens naar het gemaal Nieuwesluis (traject N11). De hydraulische opstuwing per watergangtraject is terug te vinden in tabel 1.

De bestaande watergang langs de west- en zuidzijde van Schoneveld heeft een bodembreedte van 70 cm en een bodemhoogte boven winterstreefpeil. De nieuwe primaire watergang (traject N5) krijgt een bodembreedte van 200 cm en een bodemhoogte van 35 cm onder winterstreefpeil (tabel 6.1). Indien (op een deel van het traject) onvoldoende ruimte is voor verbreding van dit traject, zal ten behoeve van de afvoer een koppeling met de kwelsloot moeten worden gerealiseerd.

Traject N8 betreft een nieuwe watergang met een bodembreedte van 200 cm en een bodemhoogte van 45 cm onder winterstreefpeil. De totale opstuwing die plaats zal vinden op de trajecten N5 en N8 bij een maatgevende belasting is 10cm.

De bestaande watergang langs de zuidkant van de Nolletjesdijk, Hogedijk en Puijendijk (traject N11) heeft een bodembreedte van 2,5 m en een bodemhoogte tussen NAP -1,4 m en NAP -1.95 m. De huidige maatgevende afvoer is circa 0.58 m^3/s (aanname afwateringsgebied 500 ha). De extra afvoer vanuit Schoneveld / het Heem bedraagt 0.125 m^3/s. Bij de huidige maatgevende afvoer bedraagt de opstuwing op traject N11 (lengte 2850 m, waterdiepte 80 cm) circa 43 cm.

Tabel 1 Hydraulische opstuwing per watergangtraject (variant 1)

traject	afvoer	waterdiepte	bodembreedte	talud	weerstand	verhang	stroomsnelheid	trajectlengte	verval	cum verval
	(m3/s)	(m)	(m)	(1: ...)	(m(1/3)/s)	(m/m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
N1a	0.005	0.10	0.70	1.25	25	0.00017	0.06	150	0.03	
N2a	0.007	0.15	0.70	1.25	25	0.00008	0.05	370	0.03	
N2b	0.008	0.15	0.70	1.25	25	0.00011	0.06	235	0.02	
N3	0.024	0.23	2.50	1.25	25	0.00002	0.04	940	0.02	0.25
N6	0.039	0.28	2.50	1.25	25	0.00003	0.05	1000	0.03	0.23
N7	0.058	0.33	2.50	1.25	25	0.00003	0.06	1250	0.04	0.21
N10	0.085	0.38	2.50	1.25	25	0.00004	0.08	1780	0.08	0.17
N9	0.111	0.43	2.50	1.25	25	0.00005	0.08	1770	0.09	0.09
	AFWATERING SCHONEVELD / HEEM VIA AGRARISCHE WATERGANG									
N5	0.049	0.35	2.00	1.25	25	0.00003	0.06	1500	0.04	0.74
N8	0.125	0.45	2.00	1.25	25	0.00008	0.11	700	0.06	0.69
N11	0.704	0.80	2.50	1.25	25	0.00022	0.25	2850	0.63	0.63

Conclusie

Door de extra belasting vanuit Schoneveld / het Heem neemt de opstuwing met 20 cm toe tot in totaal 63 cm (tabel 6.1). Dit betekent mogelijk een significant extra risico op wateroverlast voor het bovenstrooms gelegen Breskens. Een verbreding van deze watergang om deze extra opstuwing te compenseren betekent een ruimteclaim op het agrarische gebied en is thans niet haalbaar. Het gebruik van deze bestaande route voor de afwatering van Schoneveld / het Heem wordt daarom afgeraden.

Variant 2: Afwatering Schoneveld / het Heem via kwelsloot binnen plangebied

Als alternatieve afwateringsroute voor Schoneveld / het Heem zal de nieuwe kwelsloot langs de zuidgrens van het plangebied worden ingezet. De trajecten N5 en N8 worden bij variant 2 op dezelfde wijze uitgevoerd als bij variant 1. Benedenstrooms van traject N8 wordt een verbinding gemaakt naar de kwelsloot binnen het plangebied (traject N10 en N9). De maatgevende belasting op deze trajecten neemt hierdoor toe met 0.125 m^3/s toe (tabel 2).

Bij toepassing van het dwarsprofiel van de kwelsloot volgens variant 1 (bodembreedte 2.50 m en waterdiepte 25 tot 45 cm) leidt deze extra belasting tot een totale opstuwing van meer dan 1 m. Dit is niet acceptabel en betekent een belangrijke verstoring van de werking van de kwelsloot. Binnen het plangebied is ruimte om het dwarsprofiel van de kwelsloot groter uit te voeren en zo de opstuwing te verminderen. Dit kan zowel door verbreding als verdieping van het dwarsprofiel. Bij de bodemhoogte volgens variant 1 is een verdubbeling van de bodembreedte nodig (tot 5 m) om de opstuwing terug te brengen tot 25 cm.

Een beter alternatief is een extra verdieping van de kwelsloot op traject N10-N9 met 20 cm. Hierdoor wordt de waterdiepte 45 tot 65 cm met een opstuwing van 22 cm. Deze extra verdieping is tevens gunstig voor de afschermende werking tegen vernatting en verzilting buiten het plangebied. Bij een talud van 1:1.25 en een maaiveldhoogte van circa NAP +1 m neemt de breedte van kwelsloot aan maaiveld toe van 5.5 naar 6 m.

Tabel 2 Hydraulische opstuwing per watergangtraject (variant 2)

traject	afvoer	waterdiepte	bodembreedte	talud	weerstand	verhang	stroomsnelheid	trajectlengte	verval	cum verval
	(m3/s)	(m)	(m)	(1: ...)	(m(1/3)/s)	(m/m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)
N1a	0.005	0.10	0.70	1.25	25	0.00017	0.06	150	0.03	
N2a	0.007	0.15	0.70	1.25	25	0.00008	0.05	370	0.03	
N2b	0.008	0.15	0.70	1.25	25	0.00011	0.06	235	0.02	
N3	0.024	0.23	2.50	1.25	25	0.00002	0.04	940	0.02	0.30
N6	0.039	0.28	2.50	1.25	25	0.00003	0.05	1000	0.03	0.28
N7	0.058	0.33	2.50	1.25	25	0.00003	0.06	1250	0.04	0.26
	AFWATERING SCHONEVELD / HEEM VIA KWELSLOOT									
N5	0.049	0.35	2.00	1.25	25	0.00003	0.06	1500	0.04	0.32
N8	0.125	0.45	2.00	1.25	25	0.00008	0.11	700	0.06	0.27
N10	0.210	0.58	2.50	1.25	25	0.00006	0.11	1780	0.11	0.22
N9	0.237	0.63	2.50	1.25	25	0.00006	0.11	1770	0.10	0.10

De verbinding tussen de afwatering van recreatiepark Schoneveld/ ‘tHeem en de kwelsloot kan op verschillende manieren goed functioneren. De berekeningen op basis van het verhard oppervlak in de verschillende gebieden voor de 2 verschillende varianten is terug te vinden in tabel 3.

Een goed alternatief is om een overlaatconstructie aan te leggen in combinatie met een open verbinding naar de agrarische hoofdafwatering buiten het plangebied. Afhankelijk van de drempelhoogte zal alleen bij hoge slootpeilen en afvoeren overtollig water via de kwelsloot worden afgevoerd. Door deze overlaat wordt bovenstroomse overlast bij piekafvoeren voorkomen.

Tabel 3 Afwateringsgebieden, afvoeren en huidige dwarsprofielen per traject

Afwateringsgebieden, afvoeren en huidige dwarsprofielen per traject					kwelsloot zonder SCHONEVELD / HEEM				kwelsloot inclusief SCHONEVELD / HEEM			
	trajectN1a	trajectN2a	trajectN2b	trajectN3	trajectN6	trajectN7	trajectN10	trajectN9	trajectN6	trajectN7	trajectN10	trajectN9
oppervlak onverhard	4,1	5,5		5					29,8	52,1		
oppervlak verhard	0,5	0,5		0,3					12,6	13,6		
oppervlak totaal ha	4,6	6	1	5,3					42,4	65,7		
neerslagafvoer m3/s	0,005	0,007	0,001	0,006	0,012	0,014	0,021	0,020	0,049	0,076	0,021	0,020
kwelafvoer m3/s	0	0	0	0,003	0,003	0,004	0,006	0,006	0	0	0,006	0,006
totaal afvoer m3/s	0,005	0,007	0,001	0,009	0,015	0,019	0,027	0,027	0,049	0,076	0,027	0,027
cum.afvoer m3/s	0,005	0,007	0,008	0,024	0,039	0,058	0,085	0,112	0,089	0,183	0,210	0,237
bodemhoogteB mNAP	-1,1	-0,3	0,15	-0,4	-1,15	-1,2	-1,45	-1,5	-1,35	-1,4	-1,45	-1,5
bodemhoogteE mNAP	-1	-0,4	-0,4	-0,45	-1,2	-1,25	-1,5	-1,55	-1,4	-1,45	-1,5	-1,55
lengte m	150	370	235	940	1000	1250	1780	1770	1000	1250	1780	1770
verhang	-0,00067	0,00027	0,00234	0,00005	0,00005	0,00004	0,00003	0,00003	0,00005	0,00004	0,00003	0,00003
huidige breedte	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
talud	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
streefpeil mNAP	-0,9	0	0	0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
waterdiepte tov sp	0,15	0,35	0,13	0,43	0,28	0,33	0,58	0,63	0,48	0,53	0,58	0,63