



hoogheemraadschap  
Hollands  
Noorderkwartier

## Prins Hendrikzanddijk

### Monitoringsplan

**Auteur**

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier  
Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.

**Corsa nummer:**

16.097773

**Registratienummer**

EDM70-19-308/16-016.685

**Datum**

5 oktober 2016

**Versie**

02

**Status**

definitief

**Afdeling**

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier  
Bevelandseweg 1  
Postbus 250  
1700 AG Heerhugowaard



## Inhoudsopgave

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>   | <b>4</b>  |
| 1.1      | Aanleiding   | 4         |
| 1.2      | Toekomstige situatie: de Prins Hendrikzanddijk           | 4         |
| 1.3      | Uitvoering   | 7         |
| 1.4      | Adaptatiestrategie                                       | 8         |
| 1.5      | Doel van dit rapport                                     | 9         |
| 1.6      | Leeswijzer   | 9         |
| <b>2</b> | <b>Uitgangspunten voor de projectgebonden monitoring</b> | <b>10</b> |
| 2.1      | Meetdoelen en informatiebehoeften                        | 10        |
| 2.1.1    | Waterveiligheid  | 11        |
| 2.1.2    | Natura 2000  | 11        |
| 2.1.3    | Omgevingseffecten  | 12        |
| 2.1.4    | Adaptieve monitoring                                     | 13        |
| 2.2      | Uitwerking in meetplannen                                | 14        |
| <b>3</b> | <b>Meetplan morfologie</b>                               | <b>15</b> |
| 3.1      | Inleiding  | 15        |
| 3.2      | Beschrijving van de meetparameters                       | 15        |
| 3.3      | Grenswaarden   | 16        |
| 3.4      | Veldprotocol en nabewerking                              | 16        |
| 3.4.1    | Dieptemeting onder water                                 | 16        |
| 3.4.2    | Hoogtemeting boven water                                 | 17        |
| 3.5      | Meetgebied en meetlocaties                               | 17        |
| 3.6      | Meetperiode en meetfrequentie                            | 17        |
| 3.7      | Dataoplevering   | 18        |
| 3.8      | Kwaliteitsborging  | 18        |
| <b>4</b> | <b>Meetplan zandverstuiving</b>                          | <b>19</b> |
| 4.1      | Inleiding  | 19        |
| 4.2      | Beschrijving van de meetparameters                       | 19        |
| 4.3      | Grenswaarden   | 19        |
| 4.4      | Veldprotocol en nabewerking                              | 20        |
| 4.5      | Meetgebied en meetlocaties                               | 20        |
| 4.6      | Meetperiode en meetfrequentie                            | 21        |
| 4.7      | Dataoplevering   | 22        |
| <b>5</b> | <b>Meetplan geohydrologie</b>                            | <b>23</b> |
| 5.1      | Inleiding  | 23        |
| 5.2      | Beschrijving van de meetparameters                       | 23        |
| 5.3      | Grenswaarden   | 23        |
| 5.4      | Veldprotocol en nabewerking                              | 23        |
| 5.5      | Meetgebied en meetlocaties                               | 23        |
| 5.6      | Meetperiode en meetfrequentie                            | 24        |
| 5.7      | Dataoplevering   | 25        |
| 5.8      | Kwaliteitsborging  | 25        |
| <b>6</b> | <b>Meetplan areaal habitattypen</b>                      | <b>26</b> |
| 6.1      | Inleiding  | 26        |



**Pagina**

3 van 33

**Datum**

5 oktober 2016

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.2      | Beschrijving van de meetparameters              | 26        |
| 6.3      | Grenswaarden                                    | 26        |
| 6.4      | Veldprotocol en nabewerking                     | 27        |
| 6.5      | Meetgebied en meetlocaties                      | 27        |
| 6.6      | Meetperiode en meetfrequentie                   | 27        |
| 6.7      | Dataoplevering                                  | 28        |
| 6.8      | Kwaliteitsborging                               | 28        |
| <b>7</b> | <b>Meetplan broedvogels en niet-broedvogels</b> | <b>29</b> |
| 7.1      | Inleiding                                       | 29        |
| 7.2      | Beschrijving van de meetparameters              | 30        |
| 7.3      | Grenswaarden                                    | 30        |
| 7.4      | Veldprotocol en nabewerking                     | 30        |
| 7.5      | Meetgebied en meetlocaties                      | 30        |
| 7.6      | Meetperiode en meetfrequentie                   | 31        |
| 7.7      | Dataoplevering                                  | 31        |
| 7.8      | Kwaliteitsborging                               | 31        |
| <b>8</b> | <b>Overzicht</b>                                | <b>32</b> |



## **1 Inleiding**

### **1.1 Aanleiding**

Primaire waterkeringen in Nederland moeten voldoen aan de eisen die in de Waterwet zijn vastgelegd. De veiligheid van een waterkering moet onder meer voldoen aan het voorgeschreven veiligheidsniveau. Voor dijkkringgebied 5, waartoe de Waddenzeedijk Texel behoort, is de normfrequentie 1/4.000 per jaar. Dat betekent dat de waterkering bestand moet zijn tegen hydraulische belastingen (hoogwaterstanden en golfslag) die een overschrijdingskans hebben van 1/4.000 per jaar. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is verantwoordelijk voor het beheer van de Waddenzeedijk Texel. In de tweede toetsronde, gerapporteerd in 2006, bleek dat de Waddenzeedijk Texel op verschillende faalmechanismen niet aan de norm voldoet. Dit betekent niet dat momenteel een grote kans bestaat dat een dijkdoorbraak kan plaatsvinden. Maar om nu en in de toekomst te voldoen aan de wettelijke eisen is een versterking van de waterkering noodzakelijk.

Uit technische verkenningen is gebleken dat een versterking van de Prins Hendrikdijk op traditionele wijze, volgens de geldende normen en ontwerpmethodieken, een zeer fors gedimensioneerde binnenberm noodzakelijk zou maken. Dit zou ten koste gaan van de binnendijks aanwezige landbouwgrond, bebouwing en natuur. Vanuit de omgeving is dan ook een alternatief voorgedragen dat voorziet in een buitendijks gelegen versterking, te weten de Prins Hendrikzanddijk. De Prins Hendrikzanddijk is daarmee een integrale oplossing die de doelstelling voor hoogwaterveiligheid combineert met natuurontwikkeling. Zodoende worden de natuurwaarden in het gebied substantieel vergroot. Hiermee wordt invulling gegeven aan één van de kernopgaven van het Natura 2000-gebied Waddenzee. Een dergelijke oplossing past ook binnen de strategie van het Deltaprogramma.

### **1.2 Toekomstige situatie: de Prins Hendrikzanddijk**

Het plangebied van sectie 9 maakt voor het grootste deel onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Waddenzee. Het plan voorziet in de aanleg van een veiligheidsduin, een strandhaak met schelpenrijk strand en laag dynamische lagunes (luwe zones). Deze zones worden afgeschermd door de strandhaak en de NIOZ havendam.

Het veiligheidsduin is een duingebied dat tevens de kern van de nieuwe zandige zeewering vormt. Het veiligheidsduin komt direct zeewaarts van de bestaande Prins Hendrikdijk te liggen. Het veiligheidsduin sluit in het noorden aan op de versterkte waterkering van sectie 8 en in het zuiden wordt aangesloten op de voorlandkering, die weer aansluit op de versterkte waterkering van sectie 10. Hierdoor wordt het veiligheidsduin een doorlopende en op zichzelf functionerende zandige waterkering tussen sectie 8 en 10 ingepast.

In sectie 9 worden de natuurwaarden vergroot door transformatie van de huidige habitattypen (natuurwaarden) naar andere, op deze locatie hoogwaardigere, habitattypen en leefgebieden van soorten waarvoor een behoud- of uitbreidingsdoelstelling geldt en het vormen van een meer natuurlijke gradiënt van water naar land. De hogere natuurwaarden en de natuurlijke gradiënt



worden gecreëerd met droogvallende platen, slikken, schorren, stranden en jonge duinen die op een logische manier op elkaar aansluiten en in elkaar grijpen. Dit leidt tot hoogwaardigere natuur binnen het plangebied en levert een impuls aan de natuurwaarden in de Waddenzee. Daarnaast draagt de Prins Hendrikzanddijk bij aan de ontstening van de Waddenzee kust door de aanleg van een zachte overgang van eiland naar zee.

In het plangebied zijn meerdere leidingen aanwezig, waaronder twee waterleidingen van drinkwaterbedrijf PWN. Bij de realisatie van de Prins Hendrikzanddijk blijven de kabels en leidingen gehandhaafd. De uitstroomleidingen van het Prins Hendrikgemaal worden verlengd. Het gemaal De Schans wordt verplaatst en vervangen binnen de werkzaamheden van sectie 1 t/m 8 en 10. Het gemaal De Schans mondt uit in de natuurzone. De Prins Hendrikzanddijk wordt als doorlopende waterkering tussen sectie 8 en 10 ingepast. Het veiligheidsduin sluit in het noorden aan op de versterkte waterkering van sectie 8 en in het zuiden wordt aangesloten op sectie 10.

Onderstaande visualisatie van de Prins Hendrikzanddijk geeft de toekomstige situatie weer.

**Afbeelding 1.1 Toekomstige situatie Prins Hendrikzanddijk**



### **Transformatie natuurwaarden Prins Hendrikzanddijk**

Om tot een concrete invulling te komen van de beoogde natuurontwikkeling bij de Prins Hendrikzanddijk zijn minimale arealen voor habitattypen en leefgebieden van soorten vastgesteld.

De binnen het plangebied te ontwikkelen minimum- en maximumarealen van relevante habitats en leefgebieden van soorten zijn in onderstaande tabel samengevat. De tabel geeft in de eerste kolom



de relevante habitats. In de tweede en derde kolom wordt per habitat inzicht gegeven in het minimale en het maximaal te ontwikkelen oppervlak binnen het plangebied en daarmee de onderlinge verdeling van oppervlak binnen het totale plangebied. In de derde kolom is de ontwikkeltijd aangegeven. In alle gevallen dient een totaal aantal van 208 ha aan habitattypen en leefgebied gerealiseerd te worden.

**Tabel 1.1 Te ontwikkelen habitattypen en leefgebieden**

| habitats/leefgebied                                     | minimale oppervlakte | maximale oppervlakte | ontwikkel tijd |
|---|----------------------|----------------------|----------------|
| totaal te realiseren habitattypen/leefgebieden          | 208 ha               | 208 ha               |                |
| H1110A Permanent overstroomde zandbanken getijdengebied | 45 ha                | geen max.            | 0-1 jr         |
| H1140A Slik- en zandplaten getijdengebied               | 50 ha                | geen max.            | 0-1 jr         |
| H1310A Zilte pionierbegroeiingen zeekraal               | 1 ha                 | 5 ha                 | 0-5 jr         |
| H1320 Slijkgrasvelden                                   | 0 ha                 | 5 ha                 | 2-5 jr         |
| H1330A Schorren en zilte graslanden buitendijks         | 20 ha                | geen max.            | 10-15 jr       |
| H2120 Witte duinen                                      | 0 ha                 | 40 ha*               | 3-5 jr         |
| H2130A Grijze duinen kalkrijk                           | 0 ha                 | 40 ha*               | 10-15 jr       |
| H2160 Duindoornstruwelen                                | 0 ha                 | 5 ha                 | 5-10 jr        |
| Schelpenrijk zand/strand/strandhaak                     | 10 ha                | 40 ha                | 0-1 jr         |

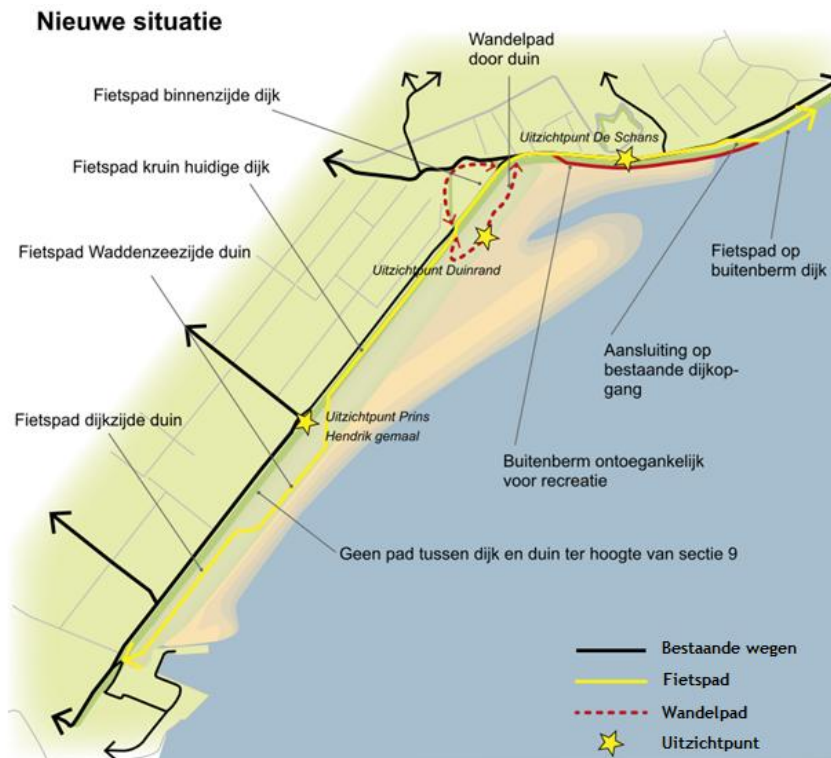
\* Gezamenlijk oppervlak H2120 Witte duinen en H2130A Grijze duinen kalkrijk bedraagt maximaal 40 ha

### **Recreatief medegebruik**

De Prins Hendrikzanddijk is een bijzonder project met een regionale tot landelijke uitstraling. Het gebied wordt op verschillende manieren beleefbaar gemaakt voor het publiek.



## Afbeelding 1.2 Recreatief medegebruik



Op het veiligheidsduin wordt een uitzichtpunt gerealiseerd welke landschappelijk ingepast wordt en visueel wordt afgeschermd om verstoring te voorkomen. Het uitzichtpunt is bereikbaar via een aan te leggen wandelpad. Dit nieuwe uitzichtpunt en wandelpad vormen een onderdeel van een wandelroute die polder Ceres, de Redoute, de Schans en de Prins Hendrikzanddijk met elkaar verbindt. Dit wandelpad wordt zo aangelegd dat deze geen visuele verstoring oplevert richting de luwe zone en het strand. Voor fietsers wordt een fietspad aangelegd over het veiligheidsduin en over de kruin van de bestaande dijk, zodat de mogelijkheid voor een (recreatieve) fietsroute langs het wad blijft bestaan.

### 1.3 Uitvoering

Deze paragraaf gaat in op de wijze van uitvoeren tijdens de aanleg- en gebruiksfase van de Prins Hendrikzanddijk.

#### **Aanlegfase**

De aanlegfase van de Prins Hendrikzanddijk bestaat hoofdzakelijk uit het aanbrengen en inrichten van ongeveer 4,5 miljoen m<sup>3</sup> zand. Het zand voor deze suppleties wordt gewonnen op de Noordzee en per schip aangevoerd naar het plangebied, waar dit verwerkt wordt. Het aanbrengen van het zand vanuit de schepen op het plangebied van de Prins Hendrikzanddijk kan plaatsvinden met behulp van rainbowen of met behulp van een walpersleiding.



Daarnaast is sprake van aanpassingen aan de gemalen De Schans en Prins Hendrik om de functionaliteit daarvan te kunnen blijven waarborgen. Bij gemaal Prins Hendrik is voorzien dat de huidige uitstroomleiding wordt verlengd onder het veiligheidsduin door richting de Waddenzee. Deze werkzaamheden worden voorafgaand aan het aanbrengen van het zand uitgevoerd. De uitstroomconstructie van gemaal De Schans wordt aangepast om aanzanding te voorkomen. De constructies die ter bescherming of aanpassing van de kunstwerken nodig zijn, worden over land of water aangevoerd. Deze constructies worden aangebracht met behulp van het daarvoor noodzakelijke materieel, zoals telescoopkranen of graafmachines.

De voorzieningen voor recreatief medegebruik, waaronder wandelpaden, uitkijkpunt en fietspad worden aan het einde van de realisatie aangebracht. Ook worden de maatregelen voortkomend uit de ruimtelijke inpassing, zoals afrastering, in deze fase aangelegd. De materialen hiervoor worden hiervoor over land of water aangevoerd. De verhardingen worden aangebracht met kranen en graafmachines.

### **Gebruiksfase**

De Prins Hendrikzanddijk is onderhevig aan getij- en weersinvloeden (wind, stromingen, golven) en kan hierdoor eroderen. Een morfologische studie is uitgevoerd waaruit blijkt dat de bruto erosie (verlies) van zand uit het plangebied ongeveer 20.000 m<sup>3</sup>/jaar bedraagt. Om te voldoen aan de gestelde veiligheidsnorm moet de Prins Hendrikzanddijk door middel van zandsuppleties onderhouden worden om deze bruto erosie aan te vullen. Tevens wordt het reguliere beheer van het hoogheemraadschap en de uitwerking van de adaptatiestrategie plaats.

## **1.4 Adaptatiestrategie**

Bij de ontwikkeling van natuur wordt uitgegaan van een adaptieve strategie. Deze wordt hieronder toegelicht en omvat de volgende elementen:

- beheerplan met maatregelen in geval van mogelijke ongewenste ontwikkelingen;
- monitoring en evaluatie van relevante ontwikkelingen;
- financiering van aanvullende maatregelen;
- deskundige begeleiding.

### **Beheerplan met maatregelen in geval van mogelijke ongewenste ontwikkelingen**

In het beheerplan worden alle mogelijke ontwikkelingen van de Prins Hendrikzanddijk beschreven die relevant zijn voor beheer. Dit zijn zowel de verwachte ontwikkelingen die vrijwel zeker optreden en waarbij beheer en bijsturing noodzakelijk is om de diverse type natuurwaarden te laten ontstaan (basisscenario) als onzekere ongewenste ontwikkelingen ("worstcasescenario's") waardoor het ontstaan van de doelnatuur zou kunnen worden gefrustreerd. Ongewenste scenario's vragen per definitie om maatregelen om deze weer in de gewenste richting bij te sturen, maar ook voor gewenste ontwikkelingen is beheer nodig om doelen te bereiken. Het beheerplan voorziet hierin.

### **Monitoring en evaluatie van relevante ontwikkelingen**

Monitoring en (tussen)evaluaties vormen een wezenlijk onderdeel van adaptieve ontwikkeling. Direct na aanleg worden veranderingen in (abiotische) parameters gemeten die bepalend zijn voor de verdere (biotische) ontwikkeling. De gegevens worden regelmatig bijgewerkt en geanalyseerd





ten behoeve van tussenevaluaties. In de tussenevaluaties wordt beoordeeld of de ontwikkelingen voldoen aan de verwachtingen en doelstellingen. Indien dit niet het geval is wordt een inschatting gemaakt van mogelijke oorzaken en worden (mede aan de hand van het beheerplan: zie hieronder) aanbevelingen gedaan voor aanvullende beheermaatregelen. Ook het monitoringsprogramma zelf wordt geëvalueerd en indien nodig worden ook voorstellen gedaan om dit aan te passen.

### **Financiering van aanvullende maatregelen**

Zowel voor de monitoring en evaluatie (inclusief eventuele tussentijdse aanpassingen hierin) als voor de uitvoering van aanvullende beheermaatregelen dient voldoende budget beschikbaar te zijn. Hierover zijn op bestuurlijk niveau afspraken gemaakt en vastgelegd. Op deze manier wordt het risico vermeden dat noodzakelijke aanvullende beheermaatregelen door onvoldoende financiering niet of niet tijdig kunnen worden uitgevoerd.

### **Deskundige begeleiding**

Voor de begeleiding van de uitvoering van de maatregelen, monitoring en evaluatie, wordt een commissie ingesteld van deskundigen op het gebied van morfologie, ecologie en natuurbeheer.

## **1.5 Doel van dit rapport**

Het voorliggende monitoringsplan is tot stand gekomen op basis van de huidige technieken en best beschikbare inzichten op het gebied van monitoring. Gedurende de aanleg- en beheerfase kunnen inzichten, technieken en geprognosticeerde ontwikkelingen wijzigen ten gevolge van omgevingsomstandigheden. In geval dat aantoonbaar wordt onderbouwd dat een voorgestelde wijziging meerwaarde oplevert om de gestelde natuurdoelen te bereiken, dan wordt deze voorgelegd aan de commissie. De commissie oordeelt of de voorgestelde wijziging een meerwaarde is voor de doelstellingen. Is dit het geval, dan wordt de wijziging geaccepteerd en wordt het monitoringsplan geactualiseerd.

Het doel van dit rapport is het geven van de meetplannen benodigd voor de projectgebonden monitoring voor de Prins Hendrikzanddijk. Deze monitoring is één van de onderdelen van de adaptatiestrategie en is uitgewerkt op basis van de projectgebonden meetdoelen en informatiebehoeften, die zijn uitgewerkt in onderzoeksvragen. De meetplannen zijn onderverdeeld in diverse categorieën die zijn ingedeeld naar aard van de werkzaamheden binnen een meetplan. Ieder meetplan bestaat uit een inleiding waarin het meetdoel en de informatiebehoefte specifiek worden gemaakt. Ook is zo goed mogelijk aangegeven wat de key performance indicators (kpi) zijn en is beschreven in hoeverre aangesloten kan worden bij bestaande meetprogramma's. Ieder meetplan behandelt verder het meetgebied en de meetlocaties, de meetperiode en meetfrequentie, dataoplevering en kwaliteitsborging.

## **1.6 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten voor de projectgebonden monitoring beschreven. In hoofdstuk 3 tot en met 7 worden de meetplannen gericht op morfologie, zandverstuiving, geohydrologie, areaal habitattypen en (niet-)broedvogels. Tot slot volgt in hoofdstuk 8 een samenvattend overzicht van de monitoring voor de Prins Hendrikzanddijk.



## 2 Uitgangspunten voor de projectgebonden monitoring

### 2.1 Meetdoelen en informatiebehoeften

De meetdoelen en informatiebehoeften voor de projectgebonden monitoring zijn bepaald aan de hand van vier doelen:

1. **waterveiligheid**<sup>1</sup>. De waterveiligheid dient te allen tijde te worden gegarandeerd. Het veiligheidsduin vormt een waterkerend lichaam dat deze veiligheid moet bieden. Veranderingen in het zandvolume en dwarsdoorsneden (als gevolg van zetting en sedimentdynamiek) moeten worden gemeten om vast te stellen hoeveel zand in het profiel aanwezig is;
2. **Natura 2000**. Het volledige ontwerp van het plan Prins Hendrikzanddijk voorziet in een veiligheidsduin inclusief natuurlijke waddenelementen (habitats en soorten) die de waarde voor Natura 2000 vergroten. In de Passende Beoordeling is een totaalverwachting gegeven op basis van voorspelde effecten op Natura 2000-doelen in de Waddenzee. Verwacht wordt dat als eis in de Natuurbeschermingwet wordt opgenomen dat deze effecten worden gemonitord en dat hierover periodiek aan het bevoegd gezag de provincie Noord-Holland wordt gerapporteerd. De omvang/aantallen, kwaliteit en ontwikkeling van deze habitats en soorten moet vastgelegd en gevolgd worden om de mate van doelrealisatie voor Natura 2000 te toetsen;
3. **omgevingseffecten**. Door verstuuving van zand en veranderingen in de waterhuishouding kunnen gevolgen optreden in de omgeving. Effecten kunnen zich voordoen op de stabiliteit van de bestaande dijk tijdens uitvoering, op hydrologische effecten richting het achterland (onder andere op natuurmonument Ceres, op landbouwgebied of op de kelders van woningen). Bovendien kunnen zettingen optreden in de ondergrond die een effect kunnen hebben op de waterleidingen van drinkwaterbedrijf PWN naar Texel.

---

#### <sup>1</sup> **Onderzoeksdoel: Monitoring voor beter begrip complexe hydraulische en morfologische systeem**

Een duinwaterkering aan de Waddenzeezijde is uniek en geeft een uitermate complexe situatie voor de hydraulische condities en morfologische effecten. Voor deze complexe situatie zijn geen pasklare morfologische of hydraulische modellen beschikbaar waarmee de kustveiligheid beoordeeld kan worden. Beter begrip van de lokale hydraulische belastingen en een beter begrip van de lokale duinafslag leiden tot een betere inschatting van de minimale duindimensies en het noodzakelijke onderhoud. Op basis van beter begrip kan mogelijk het (toets)modelinstrumentarium worden uitgebreid en scherper worden ontworpen. Het ontwikkelen van deze kennis en begrip vereisen een intensief monitoringsprogramma. De monitoring ondersteunend aan het onderzoeksdoel maakt geen onderdeel uit van de projectmonitoring zoals beschreven in voorliggend document. De projectmonitoring is er op gericht om aan te tonen dat het robuust gekozen ontwerp van het veiligheidsduin inderdaad aanwezig is en blijft.



4. **adaptieve monitoring.** Volgend op de aanlegfase van de Prins Hendrikzanddijk volgt een ontwikkelingsfase van meerdere jaren waarin gewenste waddenelementen tot ontwikkeling komen. Tevens gaat een bepaalde mate van erosie/sedimentatie van de Prins Hendrikzanddijk optreden. Het is van groot belang om hierbij een vorm van adaptief beheer toe te passen en om bij te kunnen sturen mocht de doelrealisatie in gevaar komen. Monitoring is een wezenlijk onderdeel van elke adaptatiestrategie. Aan de hand van informatie over veranderingen in abiotische en biotische factoren en een proces van evaluatie tegen indicatoren voor de mate van doelrealisatie, kunnen ongewenste ontwikkelingen tijdig worden onderkend en kan mogelijk worden bijgestuurd. Tevens kan hierbij het monitoringplan zelf worden aangepast.

### **2.1.1 Waterveiligheid**

De waterveiligheid wordt verzorgd door het basisvolume van het veiligheidsduin en de slijtlaag. Het basisvolume van het veiligheidsduin is het minimale volume dat altijd aanwezig moet zijn en de slijtlaag vangt de dagelijkse erosie op. Door de slijtlaag van tijd tot tijd aan te vullen wordt ervoor gezorgd dat bij aanvang van de ontwerpstorm het basisvolume gegarandeerd is.

Het is wenselijk dat zo min mogelijk zandverlies optreedt, maar geleidelijk verlies onder dagelijkse omstandigheden is niet uit te sluiten. De korte termijn variatie van het dwarsprofiel is niet direct relevant voor de veiligheidsfunctie, omdat de slijtlaag de erosie opvangt. Een lange termijn trend van sedimentverlies uit het profiel is dit wel en vraagt op termijn om onderhoudssuppleties. Metingen van het sedimentvolume en dwarsprofielen zijn benodigd om de ontwikkeling van het profiel inzichtelijk te maken en voor toetsing van de veiligheid.

De onderzoeksvragen voor monitoring van de waterveiligheid zijn:

- wat is het profiel en volume van het veiligheidsduin, strand en vooroever en hoe ontwikkelt het volume en profiel zich?
- voldoet het profiel en volume van het veiligheidsduin, strand en vooroever aan de eisen gesteld voor waterveiligheid?

### **2.1.2 Natura 2000**

Als onderdeel van het plan worden diverse Natura 2000-habitattypen gerealiseerd. In het veiligheidsduin kunnen diverse duinhabitats worden ontwikkeld: H2120 Witte duinen, H2130A Grijze duinen kalkrijk en H2160 Duindoornstruwelen. Een deel van het plangebied bestaat blijvend uit H1110A Permanent overstroomde zandbanken. Daarnaast is een areaal H1140 Slikken en platen intergetijdengebied voorzien. Ook is voorzien in een zandige zone met strand en schelpenbanken. Binnen de vloedhaak wordt kwelderareaal ontwikkeld, bestaande uit H1310A Zilte pionierbegroeiingen zeekraal en H1330A Schorren en zilte graslanden buitendijks.

In de Passende Beoordeling is aangegeven welke arealen van welke habitattypen tot ontwikkeling worden gebracht. Monitoring van de arealen habitattypen is waarschijnlijk een voorwaarde voor de natuurbeschermingvergunning voor toetsing en beoordeling van de doelrealisatie aan habitattypen met een instandhoudingsdoelstelling in Natura 2000-gebied Waddenzee.



Ook geeft de Passende Beoordeling een overzicht van broedvogels met een instandhoudingsdoel waarvoor bestaand broedbiotoop verdwijnt (dwergstern en scholekster) en waarvoor nieuw potentieel broedbiotoop ontstaat (o.a. bontbek- en strandplevier, grote stern, noordse stern, dwergstern en kluut). Hiernaast heeft het plan Prins Hendrikzanddijk gevolgen voor niet-broedvogels met een instandhoudingsdoel. In de Passende Beoordeling is hiervan een overzicht gegeven, bijvoorbeeld voor rotgans, smient, wilde eend, eider, brilduiker, steenloper, scholekster, bergeend en aalscholver.

De onderzoeksvragen voor monitoring voor Natura 2000 zijn:

- hoe ontwikkelen zich de oppervlakten aan habitattypen?
- hoe ontwikkelen zich de kwaliteitskenmerken van de habitattypen?
- hoe ontwikkelen zich het aantal broedparen en het broedbiotoop van broedvogels met een instandhoudingsdoel?
- hoe ontwikkelen zich de aantallen niet-broedvogels met een instandhoudingsdoel?

### **2.1.3 Omgevingseffecten**

#### **Verstuiving**

Voor de Prins Hendrikzanddijk is verstuiving ongewenst, daarom is voorgesteld om suppletiemateriaal met een relatief grote korrel diameter toe te passen. Het projectplan voorziet in maatregelen om verstuiving te voorkomen en/of te beperken. Desalniettemin is er nog steeds een kans op zandverstuiving, mogelijk leidend tot volumeverlies van het veiligheidsduin (minimaal), aantasting van de huidige natuurwaarden van Ceres, overlast voor de landbouw (opbrengstderving) en aanwezige infrastructuur.

#### **Geohydrologische effecten**

Veranderingen in de kwelstroom en -kwaliteit kunnen leiden tot gevolgen op de bestaande natuurwaarden van Ceres en mogelijk tot overlast voor de landbouw. Daarnaast kan een eventuele verhoging van de grondwaterstand wateroverlast veroorzaken in kelders van woningen. Het projectplan beschrijft de effecten en maatregelen die voortkomen uit de uitgevoerde geohydrologische studie.

#### **Effecten op watersysteem en baggerinspanning havens**

Als een effect op het watersysteem is in het projectplan benoemd dat erosie van zand en slib uit de Prins Hendrikzanddijk in theorie mogelijk kan leiden tot extra baggerbezwaar van nabijgelegen havens (NIOZ haven, Veerhaven, Haven Oudeschild en de Mokbaai. Het projectplan beschrijft de effecten en maatregelen die voortkomen uit de uitgevoerde studie naar de invloed van de Prins Hendrikzanddijk op het watersysteem.

De onderzoeksvragen voor monitoring van omgevingseffecten zijn:

- hoe groot is de verstuiving van zand naar achterliggend landbouwareaal en beschermd natuurmonument Ceres?
- hoe ontwikkelt zich de grondwaterstand en -kwaliteit in beschermd natuurmonument Ceres en in het achterliggende landbouwgebied?
- zijn effecten op de stabiliteit van de zeedijk als gevolg van hydrologische veranderingen tijdens uitvoering?



- hoe ontwikkelen zich de beschermde natuurwaarden in natuurmonument Ceres als gevolg van verstuing en veranderingen in hydrologie?

#### **2.1.4 Adaptieve monitoring**

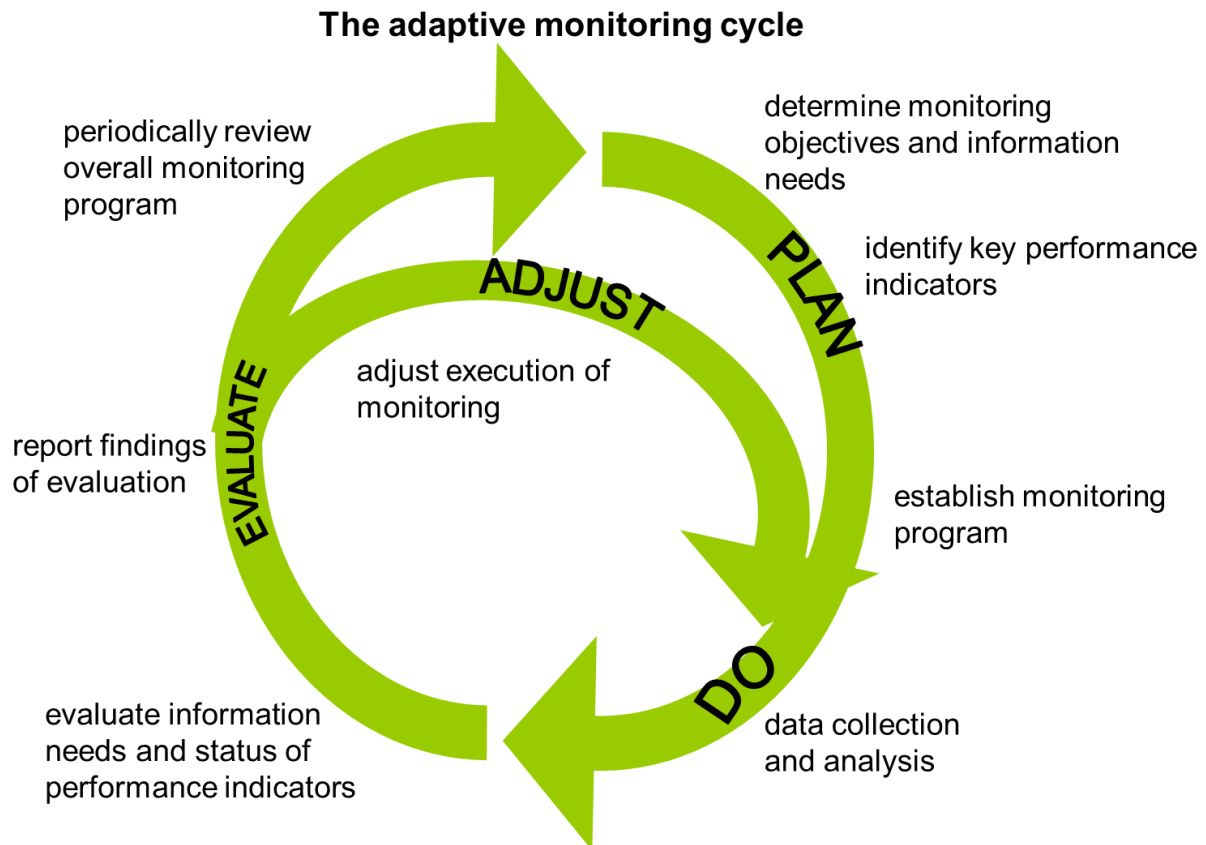
De resultaten van de monitoring worden gebruikt om de mate van realisatie voor Natura 2000, alsmede de mate van erosie/sedimentatie van de slijtlaag, adaptief bij te sturen. Bijsturen kan bijvoorbeeld door veranderingen in het plan aan te brengen van invloed op de morfologie, door het plaatsen van rijshoutdammen of stuifschermen, door het toepassen van harde constructies, etc. Hiervoor is een adaptief beheerplan geschreven. Niet alleen is adaptatie van ingrepen mogelijk, ook de activiteit "monitoring" kan adaptief worden gemaakt. Dit is wat bedoeld wordt met adaptieve monitoring. De verschillende stappen in een adaptief monitoringplan zijn in Afbeelding 2.1 beschreven.

- in de *plan*-fase worden meetdoelen en informatiebehoeften beschreven. Vervolgens worden de "*key performance indicators*" geïdentificeerd waarmee de mate van doelrealisatie bepaald kan worden. Hierop volgend wordt het monitoringsplan uitgewerkt;
- in de *do*-fase vindt de verzameling en analyse van meetgegevens plaats;
- in de *evaluate*-fase wordt geëvalueerd of en in hoeverre aan de informatiebehoefte is voorzien en in hoeverre de indicatoren wijzen op het behalen van de doelstellingen. De bevindingen worden gerapporteerd;
- hierop volgt de *adjust*-fase. Zowel de wijze van uitvoering van de metingen als het monitoringsprogramma kunnen worden aangepast en bijgesteld in de adaptieve cyclus.

Het voorliggende rapport geeft invulling aan de eerste stap (*plan*-fase). De monitoring, de evaluatie en aanpassingen vinden vervolgens cyclisch plaats. Het beheerplan, onderdeel van de adaptatiestrategie, beschrijft de mogelijke maatregelen, die op basis van de monitoring en evaluatie dienen te worden uitgevoerd. De bijsturing is gericht op een natuurlijk evenwicht, zodat monitoring- en beheerinspanning vermindert in de tijd: na elke bijsturing en evaluatie dient het evenwicht van het systeem nader bereikt te worden. De cyclus vindt net zo lang plaats totdat het daadwerkelijke evenwicht is bereikt. De grootste veranderingen en ontwikkelingen vinden plaats in de eerste jaren na aanleg. In de eerste jaren is daarom de monitorings- en beheerinspanning het intensiefste en de doorlooptijd van de cyclus het kleinst. De doorlooptijd van de cyclus verschilt per onderdeel, zoals benoemd in de verschillende monitoringsonderdelen in voorliggend rapport.



**Afbeelding 2.1 De adaptieve monitoring cyclus**



Bron: EcoShape

## 2.2 Uitwerking in meetplannen

Op basis van bovenbeschreven meetdoelen en informatiebehoefte, uitgewerkt in onderzoeksvragen, worden meetplannen voor monitoring beschreven. Deze meetplannen zijn onderverdeeld in diverse categorieën die zijn ingedeeld naar aard van de werkzaamheden binnen een meetplan. Deze meetplannen zijn opgenomen in hoofdstuk 3 tot en met 7.

Ieder meetplan bestaat uit een inleiding waarin het meetdoel en de informatiebehoefte specifiek worden gemaakt. Ook is zo goed mogelijk aangegeven wat de key performance indicators (kpi) zijn en is beschreven in hoeverre aangesloten kan worden bij bestaande meetprogramma's. Ieder meetplan behandelt verder het meetgebied en de meetlocaties en de meetperiode en meetfrequentie. Soms zijn aanvullende zaken als benodigheden en formulieren, dataoplevering en kwaliteitsborging opgenomen.



### **3 Meetplan morfologie**

#### **3.1 Inleiding**

Het bepalen van het volume sediment in het veiligheidsduin vormt onderdeel van de monitoring. Dit is tevens een belangrijke bepaling voor het systeembegrip en het gedrag van de suppletie op lange termijn. Onderscheid bestaat tussen de aanpassingen van het dwarsprofiel op de korte termijn ten gevolge van de afwisseling tussen stormcondities en rustige periodes en de lange termijn ontwikkeling van de suppletie. Dit heeft te maken met het onderscheid tussen kustlangs en kustdwars gedomineerd sedimenttransport. De grootte van het transport wordt in belangrijke mate bepaald door de vorm en het profiel van de suppletie. Binnen het plangebied kan ongewenste geulvorming optreden, bijvoorbeeld nabij harde structuren zoals de uitlaten van spuumiddelen. Dergelijke geulen kunnen het zandvolume aantasten. Tot slot kan ook zandverlies optreden door verstuiving, maar dit leidt niet tot een significant zandverlies, mogelijk wel tot overlast.

Het is van belang de morfologie van het veiligheidsduin en de te ontwikkelen schorren en slikken te monitoren. Dit is vastgesteld in het meetplan morfologie. De (veranderingen in) hoogteligging bepalen de habitattypen, het bodemleven, de mogelijkheden voor kwelderontwikkeling en – zonerings en het foerageergebied voor steltlopers.

Het zand dat erodeert van de Prins Hendrikzanddijk kan leiden tot een vergroot, en ongewenst, baggerbezwaar in de haven van Oudeschild, de NIOZ-haven, de veerhaven en de vaargeul naar de Joost Dourleinkazerne. De mate van erosie van de Prins Hendrikzanddijk wordt gemonitord.

#### **Key performance indicators**

- profielen en volume zand in plangebied;
- snelheid van volumeverandering in plangebied;
- bodemhoogteveranderingen in kwelders en getijdengebieden.

#### **3.2 Beschrijving van de meetparameters**

De meetparameter is de verticale ligging van een punt ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP). De locatie van een meetpunt wordt bepaald ten opzichte van de Rijks Driehoekscoördinaten Amersfoort/RDnew.

Voor een nauwkeurige positionering van meetplatforms (op het land, op het water of in de lucht) wordt tegenwoordig gebruik gemaakt van RTK-DGPS techniek. Hierbij worden door middel van een mobiele telefonieverbinding correctiesignalen voor de positiebepaling doorgegeven aan het meetapparaat. Het meetapparaat kan zich in aan boord van een schip bevinden, op een jetski, op een quad of in een Unmanned Aerial Vehicle (een drone). De resolutie van een RTK-DGPS bedraagt ongeveer 10 – 20 mm in alle richtingen, ook de hoogte. Deze resolutie is voldoende voor de relatief kleine gradiënten in hoogteligging van het in het plangebied te realiseren schorren- en slikkengebied.



### 3.3 Grenswaarden

De grenswaarden zijn de waarden die niet over- of onderschreden mogen worden. De grenswaarde voor het veiligheidsduin, strandhaak en slijtlaag betreffen een minimum profiel of minimumvolume dat aanwezig dient te zijn. Op basis van de gemonitorde snelheid van profielveranderingen en volumeveranderingen wordt voorspeld of het minimumprofiel mogelijk aangetast kan worden.

Het minimumprofiel en het minimale volume van veiligheidsduin, strandhaak en slijtlaag hangen af van het uiteindelijke ontwerp die onder andere afhangt van de zandkwaliteit. De zandkwaliteit en het uiteindelijke ontwerp worden bepaald door de aannemer. Vanuit het ontwerp worden de grenswaarden afgeleid.

De bodemhoogte(veranderingen) in kwelders en getijdengebieden zijn invoer voor het bepalen van de arealen habitattypen, zie meetplan areaal habitattypen.

### 3.4 Veldprotocol en nabewerking

Het meetgebied bestaat uit natte en droge delen. Hiervoor worden verschillende veldprotocollen beschreven afhankelijk van het gebruikte meetplatform.

De grens tussen natte en droge delen is de dieptelijn van NAP -1 meter. Het natte deel loopt van de dieptelijn van NAP -1 meter tot de buitenste grens van het plangebied dat wordt begrensd door de NAP -5 meter dieptecontour in de Texelstroom. Door de delen in het droogvallende gebied tijdens laag water in te meten vanaf een UAV en tijdens hoogwater met een schip, wordt aansluiting verkregen tussen het natte en droge deel van het meetgebied. Tevens kan gebruik gemaakt worden van een jetski die een kleinere diepgang heeft waardoor eenvoudiger een overlap tussen het natte en het droge deel gecreëerd kan worden. Een jetski maakt echter gebruik van een singlebeam omdat op geringe waterdiepten een multibeam weinig reikwijdte heeft.

Het inmeten van het droge en natte deel wordt bij voorkeur simultaan uitgevoerd of binnen een venster van maximaal één week ten opzichte van elkaar en dient te worden afgestemd met lodingen nabij de geulwand.

#### 3.4.1 Dieptemeting onder water

De dieptemetingen dienen een vlakdekkend model op te leveren van de onderwatertopografie met een verticale nauwkeurigheid van minimaal 50 mm op basis van singlebeam echosounder of op basis van een multibeam echosounder. De singlebeam metingen kunnen worden verricht in raaien dwars op het ontwerp (NW-ZO richting) Het vlakdekkende model wordt door interpolatie verkregen. De rastergrootte van de uitvoer op basis van multibeam metingen dient kleiner te zijn dan 5 x 5 cm.

Op het water kan de bodemligging worden bepaald ten opzichte van de GPS-antenne op een meetplatform. De waterdiepte onder de echosounder vermeerderd met de verticale afstand tussen de echosounder en GPS-antenne levert de ligging van de bodem onder water op, in x,y,z RD NAP coördinaten.





### **3.4.2 Hoogtemeting boven water**

Ook de hoogtemetingen dienen een vlakdekkend model op te leveren van de topografie. De nauwkeurigheid in XYZ richting dient minimaal 50 mm te bedragen. De maximale rastergrootte van de uitvoer dient kleiner te zijn dan 5 x 5 cm en minimaal tot een diepte van NAP -1 m te worden uitgevoerd.

De hoogtemetingen boven water kunnen plaatsvinden met een Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Het gebruik van deze kleine luchtvaartuigen neemt een grote vlucht. Door middel van het maken van luchtfoto's met een geometrisch gekalibreerde camera worden hoogtes van een terrein met een nauwkeurigheid van minimaal 50 mm in kaart gebracht in een meetdichtheid van maximaal 100 punten per vierkante meter. Met RTK-DGPS metingen met een minimale nauwkeurigheid van 20 mm worden referentiepunten aangebracht.

Wanneer de vegetatiedichtheid in de loop van het project toeneemt, kan geen compleet hoogtemodel worden gegenereerd, omdat de bovenkant van de vegetatie als bovenkant zand wordt gezien. Dit leidt tot een foutieve bepaling van het volume van het totale veiligheidsduin. Door voldoende referentiepunten/raaien aan te brengen wordt het juiste hoogtebeeld verkregen.

## **3.5 Meetgebied en meetlocaties**

Het meetgebied is beperkt tot het plangebied van de Prins Hendrikzanddijk. Van dit plangebied is het noodzakelijk een vlakdekkende topografie te verkrijgen, waarbij de bovenwater en de onderwaterdelen op elkaar aansluiten. De onderlinge afstand tussen de raaien voor de hoogte- en dieptemetingen is minimaal 30 meter, hierbij geldt hoe kleiner hoe beter. Aanbevolen wordt een verdichting in de meetinspanning te doen nabij de onderwater schelpdierbanken. Voor het bovenwaterdeel bestaan hoge resolutie methode met een UAV.

## **3.6 Meetperiode en meetfrequentie**

T0-metingen van de diepteligging van het plangebied zijn verricht in 2013 en 2016 door Deep BV. De dieptemetingen van de nabijgelegen Texelstroom worden jaarlijks uitgevoerd. In combinatie met hoogtemetingen van de droge delen is een nagenoeg gebiedsdekkende bathymetrie van het plangebied vervaardigd. Vlak voor aanvang van de werkzaamheden aan de Prins Hendrikzanddijk moet een nieuwe T0 meting worden uitgevoerd.

In de eerste vijf jaar worden per jaar vier metingen (3-maandelijks) boven water uitgevoerd en 4 maal per jaar onder water uitgevoerd, ten einde de initiële respons van het kuststelsel op de kunstmatig aangelegde suppletie in kaart te brengen. Na vijf jaar wordt geëvalueerd of de meetfrequentie de volgende vijf jaar kan worden verminderd, of dat het systeem nog zo dynamisch is dat de meetfrequentie wordt voort gezet. Na 10 jaar wordt opnieuw geëvalueerd of de meetfrequentie kan worden teruggebracht. De monitoring wordt in een adaptieve vorm uitgevoerd, hetgeen betekent dat na de evaluaties wordt vastgesteld of en in welke vorm de metingen worden gecontinueerd.

Naast de bovengestelde monitoring dient (een x-aantal keren) adaptief, zowel boven water (DTM middels UAV-meting) als onder water (multibeam) te worden gemeten volgend op een zware storm



(bijvoorbeeld de 1/10 jaar storm). De metingen moeten kort na de storm worden verricht. Zo snel mogelijk, maar in ieder geval binnen 2 weken.

### 3.7 Dataoplevering

Binnen zes weken na elke reguliere meting wordt de data door degene die de monitoring uitvoert opgeleverd tezamen met een veldrapportage aan het hoogheemraadschap. De data bestaat minimaal uit een XYZ bestand (CSV) met alle gemeten hoogtepunten en een vergrid hoogtemodel met een celgrootte van 5x5cm en 50x50 cm in ESRI ArcGIS raster (File Geodatabase).

Met de veldrapportage wordt context geboden bij de opgeleverde data. Aan bod komen:

1. meetgebied;
2. meet- en uitvoeringswijze in het veld;
3. beschrijving van de meetapparatuur;
4. overzicht survey tracks;
5. beschrijving van de weersomstandigheden;
6. opgetreden fysische parameters gedurende periode tussen metingen: windsnelheden, windrichting, golfhoogte, golfrichting, stroomsnelheden, waterstanden op basis van meest nabije weerstations;
7. opmerkingen, bijzonderheden en waarnemingen tijdens de meting.

### 3.8 Kwaliteitsborging

Plaatsbepaling wordt enkel gedaan met RTK-DGPS. Meetpunten waar geen RTK oplossing kan worden berekend worden niet opgeleverd. Alle echosounder meetpunten worden visueel gecontroleerd op uitschieters, welke kunnen ontstaan door luchtbelletjes, sediment in de waterkolom etc. Deze uitschieters worden verwijderd.



## 4 Meetplan zandverstuiving

### 4.1 Inleiding

Voor de Prins Hendrikzanddijk is verstuiving ongewenst. Verstuiving kan goed worden beheerst door het nemen van gepaste maatregelen. In combinatie met de relatief geringe dynamiek aan de Waddenzeezijde van Texel is de verwachting dat weinig verstuiving optreedt. Desalniettemin is nog steeds een kans op zandverstuiving, mogelijk leidend tot volumeverlies van het veiligheidsduin (minimaal), aantasting van de huidige natuurwaarden van Ceres en overlast voor de landbouw (opbrengstderving) en aanwezige infrastructuur.

Doordat de verstuiving is te beheersen, is de verwachting dat verstuiving van zand ten gevolge van de Prins Hendrikzanddijk geen invloed heeft op bestaande natuurwaarden ter plaatse van Ceres en de kwaliteit van de achter de waterkering gelegen landbouw- en weidegronden. Door middel van monitoring wordt bovenstaande verwachting geverifieerd.

#### **Key performance indicators**

- zandverstuiving (debiet aan stuivend zand);
- profielverandering van gebied dat niet onderhevig is aan hydraulische belasting (~boven NAP+3m).

### 4.2 Beschrijving van de meetparameters

Een eerste meetparameter is het debiet aan stuivend zand. Diverse meetinstrumenten bestaan om dit vast te leggen: zand wordt actief aangezogen, zand wordt passief verzameld in een houder, kamer of fles, of het aantal zanddeeltjes wordt akoestisch geteld. Moderne methoden betreffen multispectraal cameratechnieken. In Nederland is een verticaal opgestelde PVC pijp van het type Leatherman een gangbare methode.

Voorgesteld wordt om voor het monitoren van het stuifzand gebruik te maken van een verticaal opgestelde PVC pijp gebaseerd op het principe van de "Leatherman trap", zoals onder andere ook al in gebruik is langs de Noordzeekust van Texel, bij de Zandmotor en bij de kustversterking HPZ.

De profielverandering van gebied dat niet onderhevig is aan hydraulische belasting (~boven NAP+3m) wordt gemeten in het meetplan morfologie (zie hoofdstuk 3).

### 4.3 Grenswaarden

Verstuiving kan goed worden beheerst door het nemen van gepaste maatregelen. Stuifoverlast naar de omgeving en volumeverlies uit het veiligheidsduin worden daarmee voor een groot deel voorkomen. Het opnemen van passende maatregelen en een stuifhinderplan waarmee de verstuiving beheerst wordt zijn onderdeel van de werkzaamheden van de aannemer. Onderdeel van dit plan is de definitie van grenswaarden voor de verstuiving.



De grenswaarden voor de profielverandering hangen samen met het minimale profiel/volume dat wordt bepaald door de aannemer (zie meetplan morfologie).

#### 4.4 Veldprotocol en nabewerking

Zandvangers worden 2-wekelijks geleegd en het zand wordt gewogen. Voor de profielmetingen wordt aangesloten op het meetplan morfologie.

#### 4.5 Meetgebied en meetlocaties

De metingen met zandvangers worden in een aantal raaien uitgevoerd. De grootste kans op verstuiving is nabij de aansluiting van het veiligheidsduin op sectie 8. Daarom is gekozen om 2 raaien te verdelen over de bestaande dijk van sectie 9 en 2 raaien nabij de aansluiting van het veiligheidsduin op sectie 8 te situeren, zie afbeelding 4.1. De oriëntatie van deze meetraaien is loodrecht op de bestaande dijk. De locatie van de 4 benoemde raaien is gegeven in afbeelding 4.1. Situatieafhankelijk kunnen één of twee extra raaien worden toegevoegd.



#### **Afbeelding 4.1 Plaatsing van meetraaien zandvangers**



#### **4.6 Meetperiode en meetfrequentie**

De zandverstuivingen worden het hele jaar door gemeten. Hiermee dient ruim voor de start van de Prins Hendrikzanddijk te worden begonnen om te kunnen beschikken over een nulmeting (tenminste gedurende een geheel jaar).

De verstuiving kan door de juiste maatregelen voorkomen worden. De monitoring zandverstuiving wordt daarom voor een periode van 2 jaar uitgevoerd. Daarna kan jaarlijks worden bepaald of de monsternamen worden gestopt of verder wordt voortgezet en met welke frequentie.



#### 4.7 Dataoplevering

Data wordt opgeleverd in aansluiting op de data systemen van het hoogheemraadschap, Bro en dino. Alle parameters voldoen aan Aquo-standaarden.



## 5 Meetplan geohydrologie

### 5.1 Inleiding

De aanleg van het veiligheidsduin kan geohydrologische gevolgen hebben. Veranderingen die optreden in grondwaterstand, kwelstroom, grondwaterkwaliteit en de kwaliteit van het oppervlaktewater kunnen leiden tot gevolgen op de bestaande natuurwaarden van Ceres en mogelijk tot overlast voor de landbouw. Middels metingen kan worden aangetoond dat het aanbrengen van het veiligheidsduin een beheersbaar effect heeft op de geohydrologische gesteldheid van het gebied.

#### **Key performance indicators**

Veranderingen in grondwaterstand, grondwaterkwaliteit (chloridegehalte) en de kwaliteit van het oppervlaktewater. Het meetdoel betreft het bepalen van de grootte van de veranderingen in de grondwaterstand en chloridegehalte bij natuurmonument Ceres en in het landbouwgebied.

### 5.2 Beschrijving van de meetparameters

De meetparameters bestaat uit de grondwaterstand, de kwaliteit (het chloridegehalte) van het grondwater en de kwaliteit van het oppervlaktewater (chloridegehalte).

### 5.3 Grenswaarden

De aannemer dient op basis van analyse van huidige metingen (T0-meting wordt uitgevoerd door het hoogheemraadschap) de referentiesituatie vast te stellen en middels berekeningen in combinatie met in-situ monitoring aan te tonen dat door zijn werkzaamheden geen negatieve effecten optreden. De grenswaarden volgen uit de analyse van de aannemer naar de optredende effecten.

### 5.4 Veldprotocol en nabewerking

Het monitoren van de waterspanningen gebeurt met automatische drukopnemers. Bij één peilbuis wordt ook de lokale luchtdruk gemeten. Bij alle stations wordt ook de temperatuur gemeten (meetapparatuur kan automatisch corrigeren voor temperatuur). Het chloridegehalte wordt maandelijks gemeten in natuurgebied Ceres en op twee locaties in de landbouwgebieden. Bij de overige peilbuizen wordt bij elke veldinspectie het chloridegehalte gemeten.

### 5.5 Meetgebied en meetlocaties

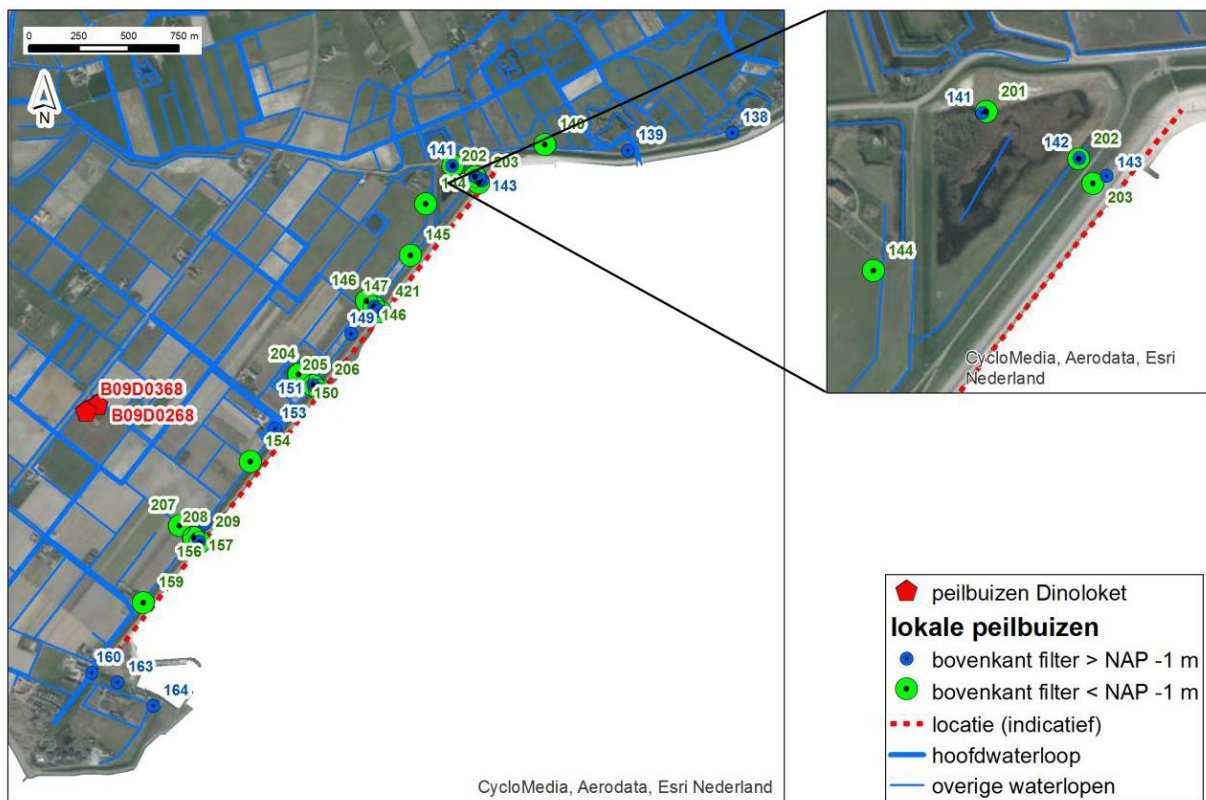
In 2015 heeft grondonderzoek plaatsgevonden waarbij tevens 40 peilbuizen zijn geplaatst [ref. Wiertsema & Partners/Geotechnisch onderzoek, dijkversterking Waddenzeedijk Texel te Den Burg, 61817-1 R36270, 2015].]. De peilbuizen zijn geplaatst in de waterkering en in de polder zoals weergegeven in het meetnet, zie onderstaande afbeelding. In de peilbuizen wordt de grondwaterstand automatisch geregistreerd met drukopnemers. De metingen zijn gestart op 1 juni



2015. Op circa 1 kilometer vanaf de Waddenzee staan enkele peilbuizen waarvan de waarnemingen in Dinoloket zijn opgenomen.

Waarnemingen van het chloridegehalte zijn beschikbaar via Dinoloket (B09D0268)). Tevens wordt bij alle peilbuizen de elektrische geleidbaarheid (EC-waarde) gemeten (het chloridegehalte wordt afgeleid aan de hand van de gemeten EC-waarde). Bij peilbuis 141b (Ceres) wordt sinds augustus 2015 maandelijks de EC-waarde gemeten. Bij peilbuizen 150 en 156 wordt vanaf mei 2016 ook maandelijks de EC-waarde gemeten. Bij de overige 37 peilbuizen wordt vanaf het tweede meetjaar bij elke veldinspectie de EC-waarde en dus het chloridegehalte gemeten.

### Afbeelding 5.1 Meetnet geohydrologie



De oppervlaktewaterkwaliteit (o.a. chloridegehalte) wordt in de huidige situatie waargenomen als onderdeel van het Basis Meetnet Waterkwaliteit (BMW). De locaties van de metingen sluiten aan op het bestaande meetnet en waar nodig worden de metingen aan de kwaliteit van het oppervlaktewater geïntensiveerd.

### 5.6 Meetperiode en meetfrequentie

Voor het plaatsen en meten van peilbuizen bestaat een protocol vanuit het hoogheemraadschap. Dit protocol dient gevolgd te worden. De peilbuizen worden ten minste gedurende twee stormseizoenen gemonitord na realisatie van de Prins Hendrikzanddijk. De T0 monitoring wordt





**Pagina**  
25 van 33

**Datum**  
5 oktober 2016

minstens 1 jaar aangehouden. In de peilbuizen wordt de grondwaterstand automatisch geregistreerd met drukopnemers. De chlorideconcentratie wordt maandelijks bepaald.

## 5.7 Dataoplevering

De data dient dusdanig te worden opgeleverd zodat deze direct kan worden opgenomen in FEWS. De meetresultaten van de reeds geplaatste peilbuizen worden gerapporteerd via een online webportal WePGIS.

## 5.8 Kwaliteitsborging

Controle van de metingen vindt plaats tijdens veldinspecties (minimaal 1 keer per 3 maanden) waarbij door middel van handpeilingen de grondwaterstand wordt gemeten.



## 6 Meetplan areaal habitattypen

### 6.1 Inleiding

Als onderdeel van het plan worden diverse Natura 2000-habitattypen gerealiseerd. In het veiligheidsduin kunnen diverse duinhabitats worden ontwikkeld: H2120 Witte duinen, H2130A Grijs duinen kalkrijk en H2160 Duindoornstruwelen. Een deel van het plangebied bestaat blijvend uit H1110A Permanent overstromde zandbanken. Daarnaast is er een areaal H1140 Slikken en platen intergetijdengebied. Ook is voorzien in een zandige zone met strand en schelpenbanken. Daarnaast wordt kwelderareaal ontwikkeld, bestaande uit H1310A Zilte pionierbegroeiingen zeekraal, H1330A Schorren en zilte graslanden buitendijks en mogelijk H1320 Slijkgrasvelden.

In hoofdstuk 1 is aangegeven welke arealen van welke habitattypen tot ontwikkeling worden gebracht. Monitoring vindt plaats van de ontwikkeling van de arealen van die habitattypen.

#### **Key performance indicators**

De key performance indicators betreffen de arealen per habitatype. De typering van een areaal wordt bepaald aan de hand van de morfologie en de vegetatiebedekking. De morfologie wordt bepaald in het meetplan morfologie, in dit meetplan wordt de vegetatiebedekking bepaald.

### 6.2 Beschrijving van de meetparameters

De meetparameter betreft de oppervlakte van habitattypen binnen het plangebied. Habitattypen zijn gedefinieerd door een combinatie van abiotische en biotische parameters. Voor de onderhavige habitattypen zijn de verticale ligging ten opzichte van NAP en het type vegetatie de kenmerkende meetparameters. De meetparameter verticale ligging wordt in het meetplan morfologie beschreven.

De diepteligging ten opzichte van Lowest Astronomical Tide (L.A.T.) bepaalt de begrenzing tussen H1110 en H1140. Bij Oudeschild is het LAT -117 cm NAP. De bovengrens van H1140 wordt begrensd door de lijn van gemiddeld hoogwater, en door vegetatiebedekking waar het grenst aan de H13-serie (pionierzone en kwelder). Bij Oudeschild is de GHW NAP +64 cm. Voor de indeling van habitattypen is het type vegetatie en bedekkingspercentage kenmerkend.

### 6.3 Grenswaarden

De key performance indicators is het areaal per habitatype. De binnen het plangebied te ontwikkelen minimum- en maximumarealen van relevante habitats en leefgebieden zijn opgenomen in tabel 1.1. De gemeten arealen per habitattypen dienen getoetst te worden aan de minimale en maximale oppervlakten zoals gepresenteerd in tabel 1.1.



## 6.4 Veldprotocol en nabewerking

De arealen en bedekkingspercentages worden bepaald aan de hand van vlakdekkende luchtfoto's en validatie in het veld door middel van vegetatiekartering. De basismeettechniek voor vegetatiekaarten van alle gebieden die onder invloed staan van de zee is door orthogonale luchtopnamen te maken met false colour opnamen (de near infrared band is hierbij belangrijk). De beelden worden vervolgens, aan de hand van de veldmetingen, geïnterpreteerd tot een aantal afgeleide kaarten, zoals de vegetatiezoneringskaart, vegetatiestructuurkaart, Habitattypenkaart, KRW-zoneringskaart, bedreigde vegetatiekaart en grove duintypenkaart (GST), zie: <https://data.overheid.nl/data/dataset/vegetatiekartering-vegwad-vlakken>.

De luchtfoto's kunnen worden gemaakt vanuit een vliegtuig (standaard methode) of door een UAV. Vanwege de intensieve meetfrequentie gedurende de eerste jaren is de inzet van een UAV waarschijnlijk kosteneffectief. Met een UAV kunnen orthogonale multispectrale (false colour) opnamen gemaakt.

False colour luchtfoto's (1:5000) worden geïnterpreteerd via een Digitaal Fotogrammetrisch Systeem. Daarna worden tijdens veldwerk alle kaartvlakken afgelopen (ground-truthing). Vegetatieclassificatie vindt plaats volgens Salt-/TMAP-typologie en grove duintypen (GST). De vegetatieklassen worden, samen met de morfologie, bewerkt tot Natura 2000-habitattypen.

## 6.5 Meetgebied en meetlocaties

Het meetgebied voor de habitattypen betreft het plangebied. Het meetgebied voor de vegetatiekarteringen betreft de begroeide droge of droogvallende delen van het plangebied. De UAV maakt vlakdekkende opnamen met elkaar overlappende luchtopnamen. In het veld worden vegetatieopnamen gemaakt in selectief gekozen kaartvlakken. In dit kleine en relatief homogeen plangebied kunnen waarschijnlijk alle kaartvlakken worden bezocht.

## 6.6 Meetperiode en meetfrequentie

De eerste jaren na aanleg is slechts beperkte vegetatie ontwikkeld. De frequentie is als volgt: 1 maal meten in jaar 3, 1 maal meten in jaar 5, 2 maal meten in de 10 jaar daarna en 2 maal meten in de resterende projectduur (totale projectduur bedraagt 50 jaar).

Metingen vinden plaats in de nazomer (september). De UAV-vlucht en de ground-truthing worden uitgevoerd in een tijdvenster tussen begin augustus en half oktober.



## 6.7 Dataoplevering

Binnen zes weken na elke reguliere veldmeting wordt een veldrapportage geleverd aan het hoogheemraadschap. Met de veldrapportage wordt context geboden bij de opgeleverde data. Aan bod komen:

1. meetgebied;
2. meet- en uitvoeringswijze in het veld;
3. beschrijving van de meetapparatuur;
4. overzicht meetlocaties;
5. beschrijving van de weersomstandigheden;
6. opmerkingen, bijzonderheden en waarnemingen tijdens de meting.

Dataoplevering vindt plaats van polygonen met vegetatieklassen en habitattypen.

Data wordt opgeleverd in aansluiting op de data systemen van het hoogheemraadschap, Bro en Dino. Alle parameters voldoen aan Aquo-standaarden.

## 6.8 Kwaliteitsborging

De data kunnen worden aangeboden aan RWS-CIV voor opslag en kwaliteitsborging.



## **7 Meetplan broedvogels en niet-broedvogels**

### **7.1 Inleiding**

In de Passende Beoordeling is een overzicht opgenomen van instandhoudingsdoelen waarop effecten zijn voorspeld. Voor de broedvogels gaat het om eider, kluut, bontbekplevier, strandplevier, grote stern, noordse stern en dwergstern. Voor een aantal van deze soorten is het oppervlakte schelpenrijk zand/strand van belang als broedgebied. Voor de niet-broedvogels gaat het om aalscholver, rotgans, bergeend, smient, wilde eend, eider, brilduiker, scholekster, kanoet, kluut, bontbekplevier, zilverplevier, kievit, drieteenstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, tureluur, groenpootruiter en steenloper.

Monitoring van broedvogels en niet-broedvogels is nodig om de gevolgen van de Prins Hendrikzanddijk voor de instandhoudingsdoelen van de Waddenzee te kunnen evalueren.

#### **Key performance indicators**

Aantallen broedvogels en niet-broedvogels.

#### **Aansluiting bij bestaande meetnetten**

De specifiek in het kader van de Prins Hendrikzanddijk uit te voeren monitoring zoals in dit hoofdstuk beschreven dient aan te sluiten bij reeds bestaande monitoring. Monitoring van de aantallen broedende wad- en watervogels langs Waddenzee en de Noordzeekustzone vindt plaats als onderdeel van het Netwerk Ecologische Monitoring en in het kader van het TMAP. Het omvat een jaarlijkse inventarisatie van steekproefgebieden. Elke 5 jaar worden alle karakteristieke broedvogelsoorten voor het Waddengebied gebiedsdekkend geïnventariseerd. Waarnemingen worden uitgevoerd door amateur en professionele ornithologen, gecoördineerd door SOVON.

Niet-broedvogels worden in het kader van het Landelijk Meetnet Watervogels (NEM, coördinatie in opdracht van EL&I en RWS) en TMAP in de Waddenzee vijf keer per meetjaar integraal geteld. Dit gebeurt door simultaantelling van vogels op hoogwatervluchtplaatsen in de maanden januari, mei, september, november en één wisselende maand. Waarnemingen worden uitgevoerd door amateur en professionele ornithologen, gecoördineerd door SOVON.

De Prins Hendrikzanddijk maakt onderdeel uit van het telgebied van de Vogelwerkgroep Texel. Maandelijks worden langs de waterkering watervogeltellingen georganiseerd (wavotellingen). Het plangebied van de buitendijkse versterking valt grotendeels binnen telgebied WG1162. Het noordoostelijk gedeelte valt in telgebied WG1165. De Vogelwerkgroep voert tevens broedvogelinventarisaties uit, maar aangezien in de huidige situatie weinig broedende vogels zijn in het plangebied zijn slechts sporadisch tellingen uitgevoerd.



## 7.2 Beschrijving van de meetparameters

De meetparameters betreffen het aantal broedparen en de aantallen niet-broedvogels aanwezig in het plangebied. Overwogen kan worden ook andere soorten te registreren tijdens de inventarisatie, omdat de meerkosten beperkt tot afwezig zijn, maar dit is niet nodig vanuit de monitoringsverplichtingen.

## 7.3 Grenswaarden

De key performance indicators zijn de aantallen broedvogels en niet-broedvogels. Een eis bestaat niet voor de aantallen en daardoor worden geen grenswaarden gedefinieerd. De aantallen zijn wel een belangrijke indicator van het ecologisch functioneren van het gebied. De passende beoordeling geeft aan welke soorten verwacht kunnen worden en geeft tevens verwachtingswaarden voor verschillende soorten. In eerste instantie worden de gevonden aantallen vergeleken met de verwachtingswaarden die de passende beoordeling geeft. Op basis van de vergelijking dient beoordeeld te worden welke maatregelen benodigd zijn.

## 7.4 Veldprotocol en nabewerking

### **Broedvogels**

Inventarisatie op aanwezigheid broedparen. Hiervoor bestaan diverse methoden. Een gebruikelijke methode is het tellen van de aanwezige broedparen en het tellen van nesten. In veel gevallen is het terrein onoverzichtelijk en de mogelijke verstoringdruk hoog en dan wordt overgegaan tot alternatieve methoden.

Bijvoorbeeld voor Eiders in duingebieden wordt gebruikt gemaakt van twee tellingen waarin de aantallen mannetjes en vrouwtjes worden vastgesteld zwemmend in het water nabij de duinen. De eerste telling wordt uitgevoerd vóór de broedperiode. De tweede telling in de broedperiode. Het verschil tussen het aantal vrouwtjes voor en tijdens de broedperiode is een schatting voor het aantal broedende vrouwtjes.

Door het inzetten van bijvoorbeeld een UAV kan boven het plangebied worden gevlogen en filmopnamen worden gemaakt verticaal naar beneden. Dit geeft een goed overzicht van het aantal nesten. Voor koloniebroeders als Grote Stern is dit een uitstekende methode die weinig verstoring oplevert.

### **Niet-broedvogels**

Maandelijkse tellingen van vogels vinden plaats met behulp van telescopen en verrekijkers. Vanaf vaste meetopstellingen wordt het gebied "gescand" en aantallen vogels genoteerd.

## 7.5 Meetgebied en meetlocaties

### **Broedvogels**

Kwelders (kluut), duinen (eider) en zand/schelpenbanken (bontbekplevier, strandplevier, grote stern, noordse stern en dwergstern) en overige voorkomende soorten gebiedsdekkend inventariseren.



**Pagina**  
31 van 33

**Datum**  
5 oktober 2016

### **Niet-broedvogels**

Gehele plangebied gebiedsdekkend inventariseren.

#### **7.6 Meetperiode en meetfrequentie**

T0 is bestaande meetreeks VWG Texel. De eerste jaren na aanleg is slechts beperkte ontwikkeling verwacht. De frequentie voor broedvogels is als volgt: 1 jaarlijkse inventarisatie in jaar 3, 1 jaarlijkse inventarisatie in jaar 5, 2 jaarlijkse inventarisaties in de 10 jaar daarna en 2 jaarlijkse inventarisaties in de resterende projectduur. De frequentie voor niet-broedvogels is als volgt: 1 jaar maandelijkse inventarisaties in jaar 3, 1 jaar maandelijkse inventarisaties in jaar 5, 2 jaar maandelijkse inventarisaties in de 10 jaar daarna en 2 jaar maandelijkse inventarisaties in de resterende projectduur.

#### **7.7 Dataoplevering**

Data wordt opgeleverd in aansluiting op de data systemen van het hoogheemraadschap.

#### **7.8 Kwaliteitsborging**

Professionele tellers worden ingezet voor de werkzaamheden.



## 8 Overzicht

De monitoring voor de Prins Hendrikzanddijk is samengevat in onderstaande tabel. Benadrukt wordt dat uitgegaan wordt van een adaptieve monitoringsstrategie. Metingen en frequentie kunnen derhalve gedurende de projectduur worden aangevuld of bijgesteld.

| meetplan                        | key performance indicators  | type meting  | meetgebied en meetlocaties          | effectmonitoring  |
|---------------------------------|---|--|-------------------------------------|---|
| Morfologie                      | - profielen en volume<br>- snelheid van volumeverandering<br>- bodemhoogteveranderingen | DTM met UAV  | Gebiedsdekkend boven water          | Jaar 1-5: 1 x per kwartaal;<br>jaar 6-50: 1 x per jaar.   |
|                                 |   | Dieptemeting   | Gebiedsdekkend onder water          | T0: 1 maal<br>jaar 1-5: 1 keer per kwartaal;<br>jaar 6-50: 1 x per jaar   |
|                                 |   | Stormmeting (onder en boven water)   | Gebiedsdekkend onder en boven water | 2 x   |
| Zandverstuiving                 | - zandverstuiving   | Zandvangens  | 5 zandvangens in 4 raaien           | T0: 1 jaar<br>2 jaar  |
| Geohydrologie                   | - veranderingen in grondwaterstand en -kwaliteit<br>- kwaliteit oppervlaktewater        | peilbuizen   | 40 peilbuizen                       | T0: > 1 jaar<br>2 stormseizoenen na realisatie  |
| Areaal habitattypen             | arealen per habitattype   | Arealen met behulp van hoogte/dieptemetingen;<br>bedekkingspercentages m.b.v. fc orthofoto's | Gebiedsdekkend                      | T0: geen<br>1 x in jaar 3;<br>1 x in jaar 5;<br>2 x in de 10 jaar daarna;<br>2 x in de resterende projectduur.                          |
| Broedvogels en niet-broedvogels | aantallen   | Broedvogels  | Gebiedsdekkend                      | T0: bestaande meetreeks VWG Texel<br>1 x in jaar 3;<br>1 x in jaar 5;<br>2 x in de 10 jaar daarna;<br>2 x in de resterende projectduur. |





| <b>meetplan</b> | <b>key performance indicators</b> | <b>type meting</b> | <b>meetgebied en meetlocaties</b> | <b>effectmonitoring</b>  |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|--|
|                 | aantallen                         | Niet-broedvogels   | Gebiedsdekkend                    | T0: bestaande meetreeks VWG Texel<br>maandelijks in jaar 3;<br>maandelijks in jaar 5;<br>2 jaar maandelijks in de 10 jaar daarna<br>2 jaar maandelijks in de resterende projectduur. |