

Technische beschrijving dijkverbetering bijlage MER; versie 15 maart 2016

1. Inleiding

Dit document beschrijft zowel voor de dijkverbetering als voor de koppelprojecten de technische aspecten en de wijze van uitvoering. Voor dit project geldt als kader de contractvorm UAV-GC. Bij deze contractvorm wordt geen gedetailleerd ontwerp of een wijze van uitvoering voorgeschreven, maar wordt de aannemer zoveel mogelijk vrijheid gelaten om te kiezen voor een werkwijze die voldoet aan de eisen van het waterschap. Vanwege de contractvorm is de onderstaande beschrijving op hoofdlijnen.

2. Dijkversterking

2.1 Beschrijving werk dijkverbetering

Hieronder volgt een toelichting op de opgaven voor de dijk. De verschillende opgaven zijn weergegeven op onderstaande overzichtskaart. Hieronder worden deze opgaven toegelicht.

2.1.1. Stabiliteit en kruinhoogte

De ontwerpogave voor macrostabiliteit en de aardbevingsogave maken een verbreding van de binnendijkse steunberm nodig. In onderstaande kaartbeeld is aangeduid waar verbreding vanwege stabiliteitsogave in verband met de hoogwaterogave ("ontwerpogave voor stabiliteit") en verhoging ("hoogteogave") plaatsvindt. De verbreding en verhoging van de dijk zijn reeds behandeld in hoofdstuk 4 van het MER en bijlage 2 bij het MER (bovenaanzichtkaarten en dwarsprofielen voor MER-alternatieven 1 en 2).

Voor zowel alternatief 1 als 2 geldt dat bij aanpassingen aan het talud de bovenste kleilaag (ca 80 cm) tijdelijk wordt weggenomen. Na het aanbrengen van de extra grond voor verbreding en of verhoging wordt de kleibekleding weer teruggebracht. De onderhoudsweg aan de binnenzijde wordt gehandhaafd maar kan wel worden verschoven ten opzichte van de huidige ligging.

2.1.2. Bekleding (buitentalud)

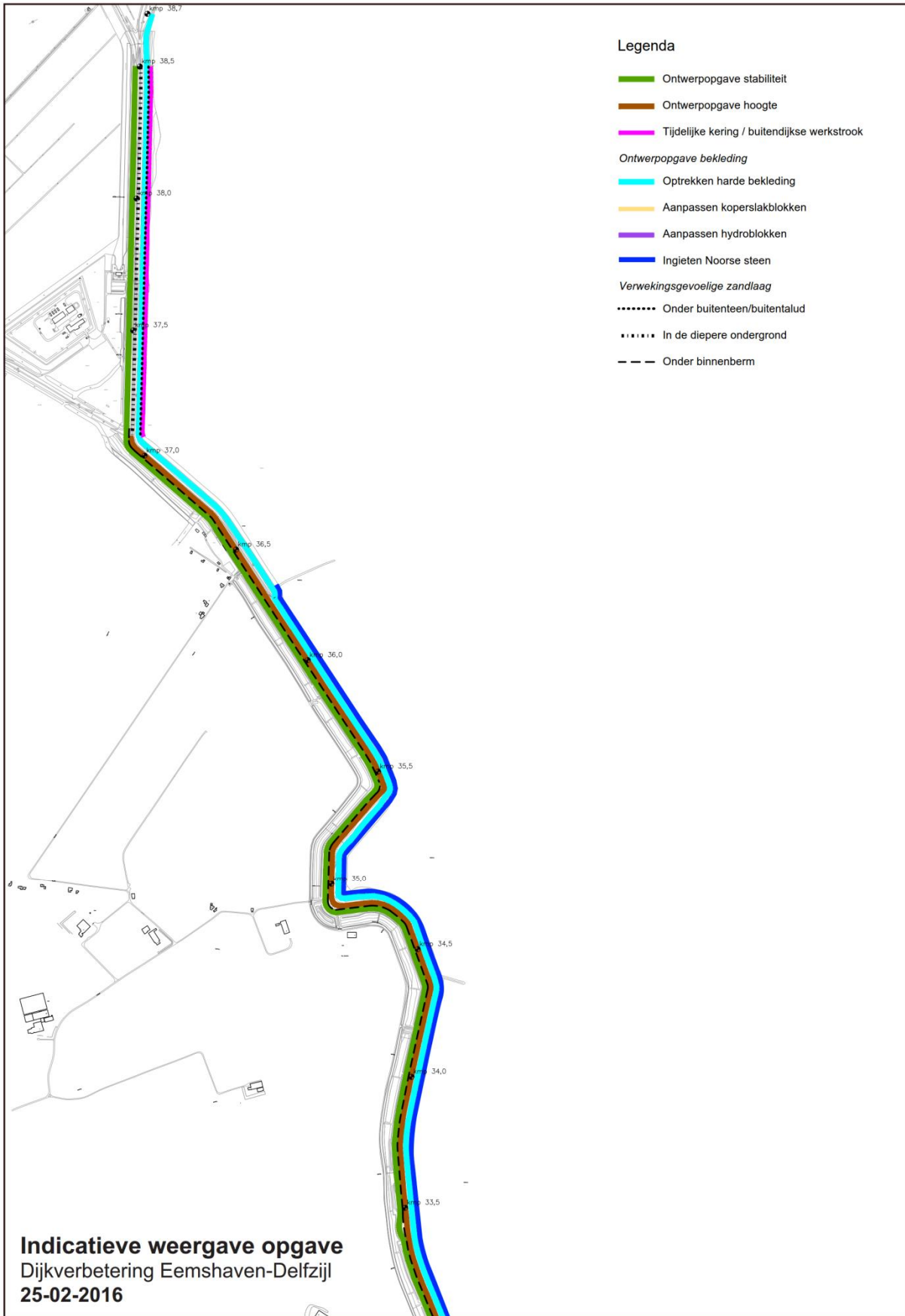
De opgave voor bekleding is ook weergegeven op onderstaand kaartbeeld. Ten eerste wordt de harde bekleding aan de buitenzijde over de gehele lengte ca 12 km (dus vanaf het centrum van Delfzijl tot aan km 38,7) 'opgetrokken' tot een niveau van ca. NAP +6,5 tot +9,5 meter. Ter hoogte van Delfzijl zal het optrekken van de harde bekleding ca 6 meter (NAP-hoogte) bedragen, naar het noorden toe neemt dit af tot ca 1 meter (NAP-hoogte). De huidige strook grasbekleding op het buitentalud wordt hierdoor smaller.

Nabij het Eemshotel (km 27,0-27,5) en bij Voolhok (km 29,0-29,5) worden de aanwezige koperslakblokken vervangen omdat deze niet aan de eisen voor dijkveiligheid voldoen. Daarnaast moeten ter hoogte van Delfzijl Noord (km 28,1) over ca 40 meter de bestaande bekleding (hydroblocks) worden vervangen.

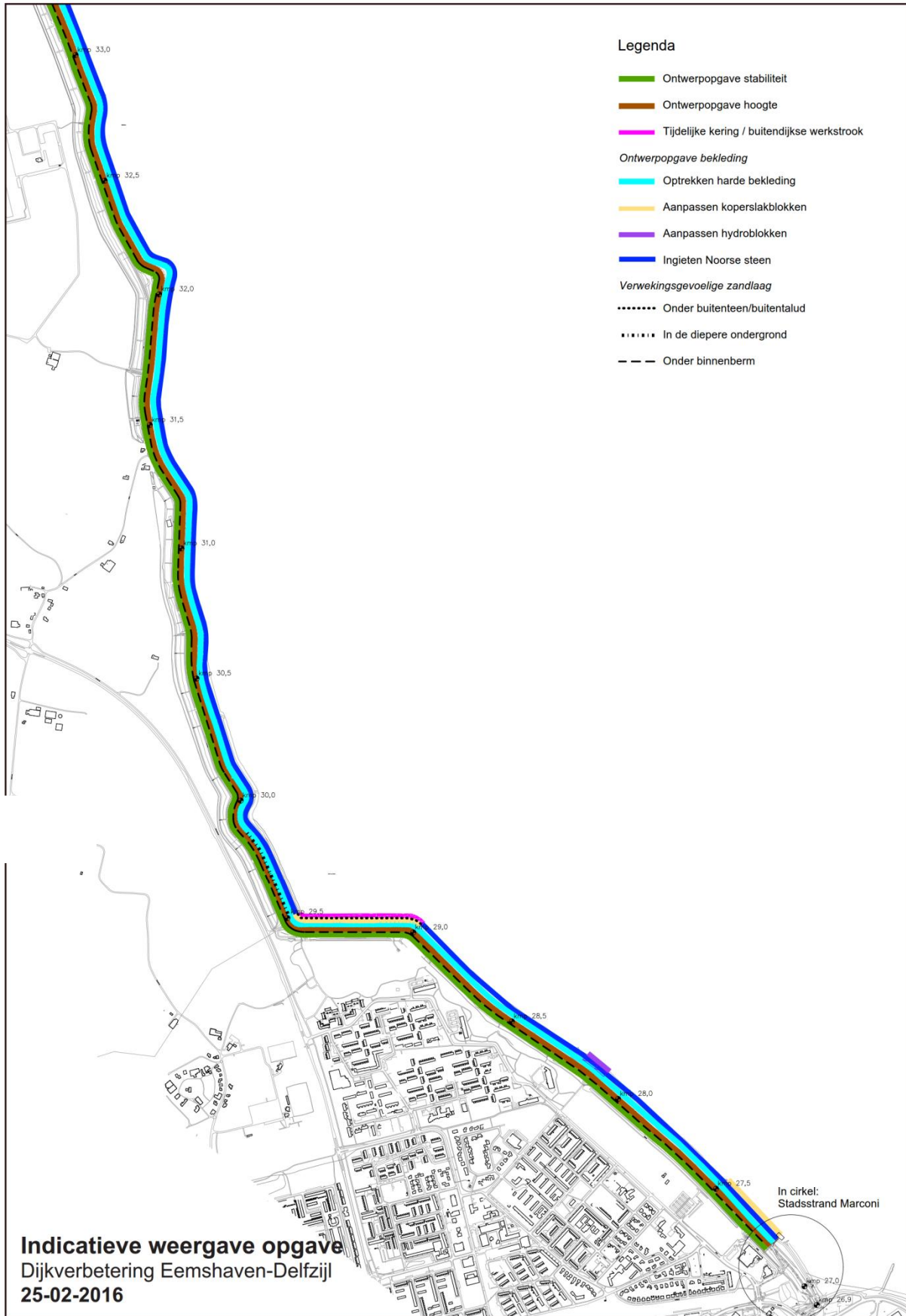
2.1.3. Verwekingsgevoelige lagen

De opgave voor verwekingsgevoelige lagen is ook weergegeven op onderstaand kaartbeeld. Deze lagen bevinden zich in de ondiepe ondergrond (enkele meters) en in de diepere ondergrond (ca 0-10 meter), en aan beide zijden van de dijk. Ingeval van een aardbeving vormen deze lagen een risico voor de stabiliteit van de dijk.

De ondiepe verwekingsgevoelige lagen onder de binnenberm liggen over de gehele lengte met uitzondering van de Oostpolderdijk (dus van km 27,0 tot 37,1). Bij de Oostpolderdijk (km 37,1 tot 38,5) en Voolhok (km 29,0-29,5) is onder het buitentalud een ondiepe verwekingsgevoelige laag aanwezig. De verwekingsgevoeligheid kan worden opgelost door het afgraven en opnieuw opbouwen van de betreffende laag (waarbij dan ook de bekleding weer moet worden hersteld). Ook andere effectieve methoden behoren tot de mogelijkheden. Bij de Oostpolderdijk (km 37,1-38,5) en ten noorden van Voolhok (km 29,5-29,8) bevinden zich verwekingsgevoelige lagen in de diepere ondergrond. Deze lagen zitten te diep voor de optie van afgraven en opnieuw opbouwen. Een mogelijkheid om deze laag aan te pakken is het plaatsen van damwanden. Andere effectieve methoden behoren ook tot de mogelijkheden.



Opgaven noordelijk deel



Opgaven zuidelijk deel

2.1.4. Waterhuishouding

Alternatief 1 (grondoplossing) leidt op enkele plekken tot demping van oppervlaktewater. De belangrijkste dempingen zijn hieronder weergegeven. Waar demping plaatsvindt wordt hetzelfde aantal m² nieuw oppervlaktewater teruggebracht. Bij alternatief 2 (constructieve oplossing) is demping en verplaatsing van oppervlaktewater niet noodzakelijk.

Hoofdwatergang	Demping MER- alt 1	Demping alt 2
Oostpolderbermkanaal	1,7 ha (50%)	0
Spijksterriet	0,7 ha (100%)	0
Hoofdwatergang tussen Nieuwstad en NAM-locatie Bierum	3,2 ha (100%)	0
Nansum	0,1 ha	0
Delfzijl-Noord (diverse sloten en vijvers)	3,3 ha	0
Totaal	9 ha	0 ha

De watercompensatie voor MER-alternatief 1 (grondoplossing) is voorzien in de directe nabijheid van de dempingen. Dit geldt zowel voor het systeem in Delfzijl-Noord (vijvers) als voor het systeem in het landelijke gebied (diverse hoofdwatergangen parallel aan de dijk).

Gemaal Ladysmith aan de rand van het stedelijk gebied van Delfzijl en gemaal Spijksterpompen bij de Oostpolderdijk blijven gehandhaafd.

2.1.5. Kabels en leidingen

De bestaande dijk wordt gekruist door een aardgasleiding van Gasunie en een veenkoloniale afvalwaterleiding van waterschap Hunze & Aa's. Bij handhaving van deze bestaande leidingen zal ter bescherming van de leidingen een technische voorziening nodig zijn. Dit geldt zowel voor de grondoplossing als voor de damwandenoplossing.

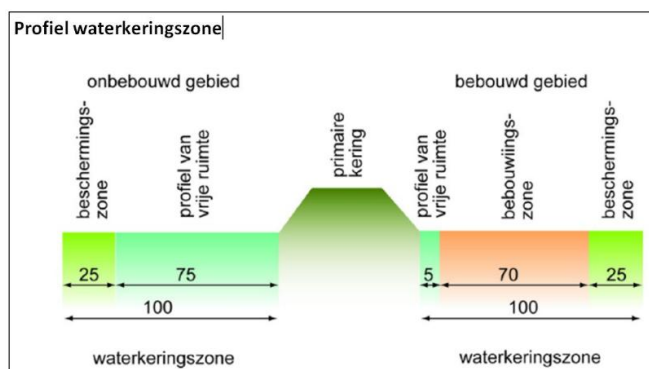
In de berm van de onderhoudsweg van de bestaande dijk liggen (op waterschapsgrond) drie leidingen: een glasvezelkabel van Groningen Seaports, een middenspanningsleiding van Enexis en een drinkwaterleiding van het waterschap (voor schapen). De genoemde leidingen zullen worden verlegd.

2.1.6. Beheer en onderhoud (gebruiksfase)

Na de realisatie van de dijkverbetering vindt het reguliere beheer en onderhoud plaats. De grasbekleding wordt weer begraasd door schapen. Ook recreatief gebruik van de dijk is weer mogelijk. Dit medegebruik heeft een extensief karakter, maar door realisatie van koppelprojecten (zie hieronder) kan het recreatief gebruik toenemen ten opzichte van de huidige situatie.

2.1.7. Waterkeringszone (gebruiksfase)

Buiten de kernzone, waarin de primaire kering ligt, bevindt zich de 'waterkeringszone' van 100 meter waarin beperkingen gelden voor grondgebruikers (zie figuur 3.4). Er is onderscheid gemaakt tussen onbebouwd en bebouwd gebied. Kort samengevat moet het "profiel van vrije ruimte" in principe volledig worden gevrijwaard van nieuwe bebouwing, met uitzondering van bebouwing van zwaar maatschappelijk belang, als kan worden aangetoond dat deze bebouwing niet elders plaats kan vinden. In de "bebouwingszone" en de "beschermingszone" moet een voorafgaande toetsing plaatsvinden door de keringbeheerder (het waterschap) of bebouwing kan worden toegevoegd. Bij verbreding van de primaire kering zal de waterkeringszone mee opschuiven.



2.2. Wijze van uitvoering werk dijkverbetering

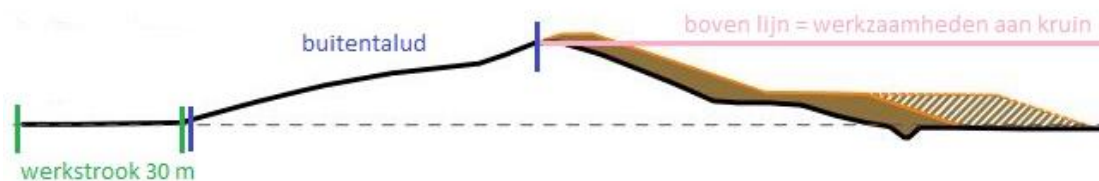
Het waterschap laat ruimte voor de aannemer om te kiezen voor de optimale uitvoeringswijze. Dit geldt zowel voor alternatief 1 (grondoplossing) als voor alternatief 2 (constructieve oplossing). Enkel daar waar specifieke wetgeving of de rechtszekerheid dit vereisen, worden uitvoeringszaken vastgelegd. Hieronder wordt kort en indicatief ingegaan op de verwachte wijze van uitvoering van het werk.

2.2.1 Werkzaamheden op de dijk

Op het werk zijn kranen voor het weggraven, aanbrengen en modelleren van grond. Ook kan grondtransport met dumpers en vrachtwagens plaatsvinden. Als grond wordt opgespoten zijn pompstations nodig. Als de aannemer kiest om de buitenbekleding te werken met waterbouwasfalt, is de plaatsing van een mobiele asfaltinstallatie en/of een puinbreker mogelijk wenselijk. Of dit gebeurt en zo ja waar wordt aan de aannemer overgelaten en is in dit stadium onbekend. Het plaatsen van damwanden kan door middel van trillen of drukken. Het intrillen van damwanden leidt tot geluid en trillingen in de bodem. Een alternatieve methode is het drukken van damwanden; dit is een geluidarme en trillingsarme techniek.

Tijdens de uitvoering moet de dijk aan het vereiste veiligheidsniveau blijven voldoen. Tijdens het stormseizoen (1 oktober tot 1 april) mogen geen werkzaamheden aan de bekleding van het buitentalud plaatsvinden.

Om verstoring van Natura 2000 waarden (m.n. eenden) in de Bocht van Watum te voorkomen, stelt het bevoegd gezag voor de Natuurbeschermingswet voorwaarden aan de werkzaamheden aan de kruin en het buitentalud (zie onderstaande afbeelding). Deze voorwaarden houden in dat in elk uitvoeringsjaar in de maanden juni t/m september op de meest noordelijk gelegen 6,7 km van het dijktraject te allen tijde 2 km aaneengesloten ongestoorde dijk lengte aanwezig moet zijn. Ongestoord betekent: gelegen buiten de 45 dB L_{max} geluidcontouren van dijkversterkings-werkzaamheden op het noordelijke deel (6,7 km) en/of zuidelijke deel (km 32,0 en zuidelijker).



2.2.2 Werkterreinen

Algemeen

Het gehele eigendomsgebied van het waterschap (incl. voor het project verworven gronden) kunnen ten tijde van de uitvoering door de aannemer worden gebruikt. De aannemer kan in de uitvoeringsperiode ook gebruik maken van de primaire watergangen van het waterschap, mits deze watervoerend blijven. Ook het plangebied voor koppelproject dubbele dijk beschikbaar als werkterrein. Daarnaast kan de aannemer met particulieren afspraken maken om hun grond te gebruiken in de aanlegfase.

Werkstrook buitendijks

Voor het verwijderen dan wel hergebruiken van de bekleding aan de buitenzijde - die lager op het talud is gelegen dan het niveau NAP+2,5m - is een werkstrook nodig. Deze werkstrook wordt voorzien voor de Oostpolderdijk (km 37,0 - 38,5) en Delfzijl Voolhok (km 29,0 - 29,5). Zie kaartbeeld in paragraaf 2.1. De totale lengte van de benodigde werkstrook bedraagt dus ca 2 km. Voor de werkstrook wordt uitgegaan van een breedte van ca 30 meter van vanaf de teen van de dijk. In dit gebied wordt het slib weggegraven en een tijdelijke dijk van ca 2,5 m boven NAP aangebracht als bescherming tegen hoogwater buiten het stormseizoen.



Figuur xx werkstrook buitendijks (dijkverbetering Nieuwstad, 2009)

Depots

De aannemer zal (binnendijks) locaties nodig hebben waar tijdelijk bouw materiaal zoals zand, klei, damwanden en dergelijke tijdelijk in depot kan zetten. De aannemer zal zelf moeten bepalen waar hij depots inricht. Indien het koppelproject "dubbele dijk" tot uitvoering komt, zal het plangebied voor dit koppelproject ter beschikking wordt gesteld voor gebruik als depot voor de dijkverbetering.

Ontziltingsproces

Als zout zand wordt aangevoerd, zal de aannemer behoefte hebben aan een mogelijkheid om het zand te ontzilten. Ontzilten is het doorspoelen van zout zeezand met zoet water, met als doel het zoutgehalte omlaag te brengen zodat het zand kan worden toegepast in de dijk (norm voor toepassing is 200 mg chloride per kg/ds). Voor een ontziltingsproces is ruimte nodig, en moeten voorzieningen worden getroffen om ongewenste zoutbelasting voor de omgeving te voorkomen. De aannemer bepaalt of en waar hij een ontziltingsproces gaat uitvoeren. Het plangebied voor het koppelproject "Dubbele dijk" wordt ook ter beschikking wordt gesteld voor ontziltling.

2.2.3. Aan- en afvoer materiaal

Voor de dijkverbetering vindt aanvoer van grond en materiaal plaats. Hieronder wordt geschetst welke hoeveelheden materiaal mogelijk aan- en afgevoerd moeten worden voor de dijkverbetering. Tot hoeveel transportbewegingen dit kan leiden, wordt behandeld in hoofdstuk 6 van het MER.

Materiaal voor verbreding en verhoging dijk

- Grondoplossing: voor extra hoogte en breedte is aanvoer van ca 2 mln m³ grond nodig
- Constructieve oplossing (damwanden): voor de macrostabiliteit is de aanvoer van 24 km (2 x 12 km) aan damwandplanken nodig. Dit komt overeen met ca. 70.000 ton. Daarnaast is in deze variant nog ca. 400.000 m³ grond nodig ten behoeve van de kruinverhoging.

Materiaal voor bekleding

Voor het optrekken van de harde bekleding is de aanvoer van de toplaag en funderingsmateriaal nodig. Ter illustratie: als de nieuwe bekleding in asfalt wordt uitgevoerd is mogelijk een aanvoer van ca 350.000 ton nodig (deklaag en funderingsmateriaal). Dit geldt zowel voor de grondoplossing als voor de constructieve oplossing

Machines en personeel

Daarnaast zijn transportbewegingen nodig voor aan- en afvoer van machines en personeel. In dit stadium is dit niet te kwantificeren.

Transportroutes over land

Het benodigde materiaal kan zowel over land als over zee worden aangevoerd. Transport over land kan dit leiden tot hinder en onveiligheid voor omwonenden. Met de wegbeheerders in de omgeving worden afspraken gemaakt over transportroutes. Nabij de Eemshaven zijn (onder voorwaarden) routes over wegen van Groningen Seaports, particuliere partijen en/of het waterschap zelf om de dijk te bereiken. De gemeente Delfzijl stelt voor primair gebruik te maken van grotere wegen zoals de N997 ten noorden van de kern Delfzijl (Hogelandsterweg) en de N991 (Oosterveldseweg). Bij gebruikmaking van deze wegen kan dan bij Voolhok resp. bij het Maringterrein de dijk bereikt worden. De aannemer kan ook met grondeigenaren afspraken maken over de aanleg van een tijdelijke bouwweg. Voor de aanleg is dan nog een separate vergunning nodig.

Transportroutes over zee

Transport over zee is in principe mogelijk. Per schip kan zowel zout zand vanuit zee als zoet zand vanuit het binnenland worden aangevoerd. Voor mogelijk gebruik van zout zand moet het zoutgehalte wel eerst sterk worden teruggebracht om de grond binnendijs te mogen toepassen (norm voor toepassing= 200 mg/kgds chloride). In onderstaand overzicht zijn een aantal mogelijke scenario's weergegeven voor het transport over zee.

Scenario	Werkwijze
1. Zeezand via haven Eemshaven	Het (zee) zand wordt door een sleephopperzuiger (TSHD) in Eemshaven aangevoerd. Vervolgens zijn er twee opties: a. Het zand wordt hydraulisch in een depot gespoten. Nadat het zand is ontwaterd en ontzilt wordt het via vrachtwagens naar het dijktracé getransporteerd. b. Zeezand wordt direct vanuit het schip hydraulisch naar het dijkvak gespoten.
2. Zeezand via overslaglocatie langs het dijktracé.	In plaats van gebruik van de Eemshaven wordt nu de Bocht van Watum benut. De sleephopperzuiger vaart de Bocht van Watum in naar een aldaar te realiseren overslaglocatie. Het zand wordt door de sleephopperzuiger zelf hydraulisch in een opslagdepot (op land) gespoten. De kleinere sleephopperzuigers die de Bocht van Watum kunnen invaren hebben (met drempel) een getijdenvenster van +/- 7 uur.
3. Zoet zand via de haven van Delfzijl	Zoet zand dat in het binnenland wordt gewonnen, wordt met beunschepen over de Eems of over het Eemskanaal naar Delfzijl getransporteerd. Vervolgens zijn er twee opties : a. het zand door middel van een kraan in vrachtwagens geladen en getransporteerd naar het dijktracé. b. de beunschepen worden door middel van een bakkenzuiger hydraulisch gelost. Het zand wordt vervolgens naar de dijk gespoten met een persleiding.
4. Zoet zand via overslaglocatie dijktracé	Net als bij scenario 2 wordt de Bocht van Watum benut, nu echter niet door sleephopperzuigers maar door beunschepen. Deze schepen kunnen zelf het zand niet hydraulisch lossen, hiervoor moet daarom een bakkenzuiger aanwezig zijn (bijv. op een ponton). Deze bakkenzuiger spuit het zand vanuit het beunschip naar het dijktracé.

Voor scheepvaartverkeer op de Eems geldt het Scheepvaartreglement Eemsmonding. Daarnaast zijn de Eems en de Bocht van Watum Natura 2000-gebied, de scheepvaartactiviteiten (inclusief voorzieningen voor lossen) moeten plaatsvinden binnen de kaders van de Natuurbeschermingswet.

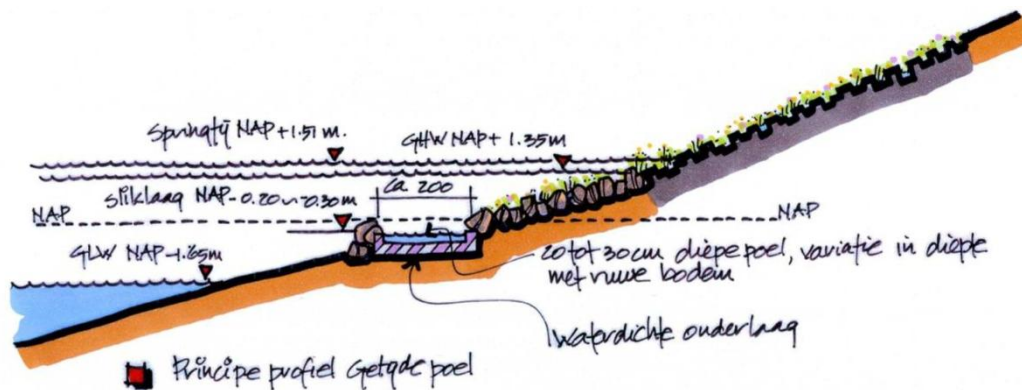
Ter voorkoming van het verstoren van Natura 2000-waarden in de Bocht van Watum (m.n. eenden) stelt het bevoegd gezag voor de Natuurbeschermingswet voorwaarden aan de periode waarin in de Bocht van Watum gevaren kan worden.

3. Technische beschrijving Rijke dijk en Vogelbroedeiland

3.1 Beschrijving werk (technisch)

Getijdepoelen

De poelen worden zo laag mogelijk in de getijdezone aangelegd. Hier is de kans op dichtslibbing door de langere golfduur kleiner zoals blijkt uit ervaringen in de Oosterschelde. Dit betekent dat de poelen in het onderste deel van het dijktafval worden aangelegd, maar niet direct tegen het slik aan, omdat dit de kans op dichtslibbing weer vergroot. De getijdepoelen worden aangelegd op een variërende hoogte van circa 20 – 30 cm boven het slik op NAP -30 cm tot NAP -20 cm. Hiermee liggen de poelen circa 135 – 145 cm boven gemiddeld laagwater en 165 – 155 cm onder gemiddeld hoogwater. Er worden zoveel als mogelijk poelen aangelegd in grootte oplopend van circa 5 x 2 m (nabij stadsstrand Delfzijl), tot 10 x 2 m, 12 x 2 m, 15 x 2 m en 20 x 2 m richting Eemshaven. De poelen hebben een diepte van circa 30 cm om te snelle opwarming in de zomer te voorkomen. Het materiaal dat voor de poelen gebruikt wordt kan bestaan uit vrijkomend materiaal van de bekleding die vervangen moet worden. Voor de kleine poelen nabij het stadstrand wordt uitgegaan van betonnen bakken, deze hebben ook een recreatief en educatief karakter.



Strekdammen

Op het traject liggen circa 11 strekdammen variërend in lengte van circa 13 – 240 m (zie onderstaande overzichtskaart). De maatregelen variëren van het aanleggen van een T-structuur, het draaien van de strekdam en het inkorten van de strekdam. Dit wordt hieronder toegelicht.

T-structuur (nrs 9 en 11)

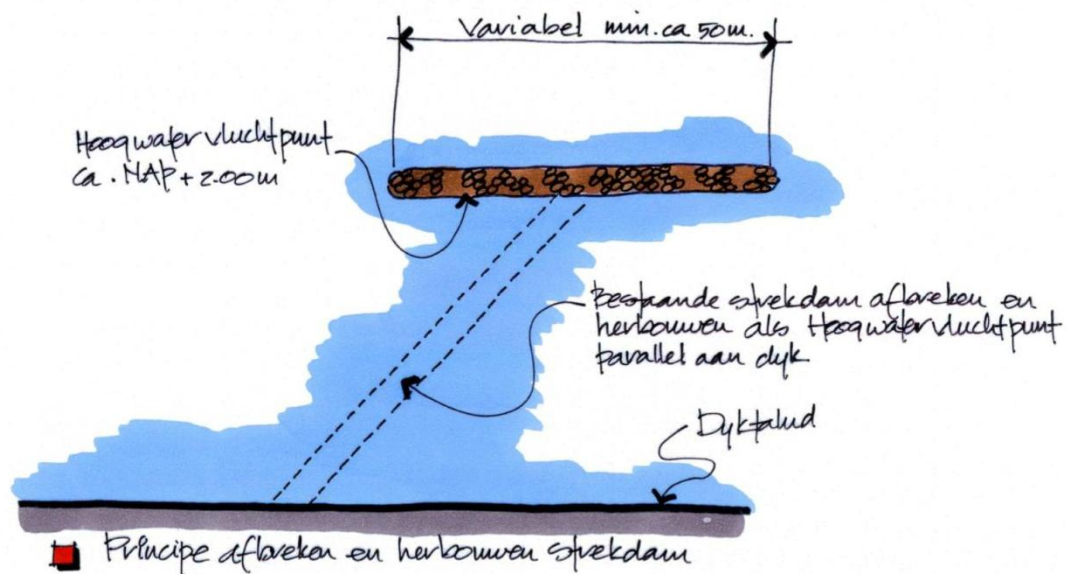
Sommige dammen zijn geschikt als hoogwatervluchtplaats en worden hiervoor ook al wel gebruikt. De functionaliteit van de strekdammen als hoogwatervluchtplaats is vooral afhankelijk van de lengte. Dit hangt samen met de verstoringafstand van vogels. De maximale verstoringafstand van vogels is circa 200m. Dit betekent dat twee strekdammen (9 en 11) nu lang genoeg zijn voor een verstoringvrije hoogwatervluchtplaats. Deze worden geoptimaliseerd door ze te ontkoppelen van de kust en ze te verlengen evenwijdig aan de geul in de vorm van een T. Hiermee wordt tegelijkertijd extra bescherming gegeven tegen de westwaartse verschuiving van de geul. Voor het verlengen van de strekdammen kan het materiaal worden gebruikt, dat vrij komt bij de ontkoppeling. De ontkoppeling moet voldoende breed zijn: minimaal 50 tot 100 m vanaf de teen van de dijk afhankelijk van de huidige lengte. Hiermee wordt ongewenste versterking van de stroming en erosie voorkomen. In de oksel van de T wordt een schelpenstrand aangelegd als broedplaats voor vogels. Verondieping vindt plaats met klei, afgedekt met een laag schelpen van circa 20cm. Om te voorkomen dat de schelpen wegspoelen wordt het strandje opgesloten door een stortstenen dam. De strekdammen worden iets hoger dan de strandjes aangelegd om een goede bescherming voor erosie te kunnen bieden. De strandjes liggen op 20 cm boven de gemiddelde hoogste hoogwaterstand in het broedseizoen (NAP +2,50 m). De afmeting van een strand is circa 10 m x 10 m.



Figuur 12 nummering strekdammen

Draaien strekdam (nrs 6, 7 en 8)

De kortere strekdammen buiten de stedelijke zone (strekdam 6, 7 en 8) worden gedraaid langs de geul herplaatst om te kunnen functioneren als aanvullende hoogwatervluchtplaatsen. Deze strekdammen geven in deze positie over een langere lengte dan nu bescherming tegen het migreren van de geul richting de dijk. Tegelijkertijd ontstaat er achter de strekdammen meer stroming die er voor zal zorgen dat de plaat niet te snel opslibt, een ontwikkeling die door de huidige positie van de strekdammen juist wordt versterkt en ecologisch ongewenst is voor het bodemleven dat niet te lang droog mag liggen tijdens laagwater. De fundamenteën van de strekdammen blijven op hun huidige plek om geulvorming te voorkomen. Alleen het bovenste deel van de huidige strekdammen wordt dus verwijderd. Daar waar materiaal tekort is kan dit aangevuld worden met vrijkomende verharding uit de bekleding of met stortsteen.



Figuur xx Strekdammen 6, 7 en 8 gedraaid als hoogwatervluchtplaats

Inkorten strekdam

De strekdammen 1 t/m 5 liggen voor de dijk bij Delfzijl en zijn door versterking niet geschikt voor optimalisatie als hoogwatervluchtplaats. De strekdam 2 grenst niet aan de geul en heeft geen veiligheidsfunctie. Deze wordt deels ingekort. Het materiaal wordt gebruikt voor optimalisatie van de overige strekdammen of de getijdpoelen.

Palenbos

Er worden ca 30 palen geplaatst. De palen moeten dusdanig worden geplaatst dat ze sedimentatie niet (teveel) bevorderen en dat er voldoende stroming tussen de palen mogelijk blijft. De verwachting is dat als de aangroei van mosselen succesvol is, ze uiteindelijk door hun eigen gewicht van de palen af zullen vallen. Door het plaatsen van stortstenen aan de voet- en tussen de palen wordt gezorgd voor een goed vervangend substraat zodat de mosselen zich daaraan kunnen hechten. De sedimentatiesnelheid is hierbij van belang; als de sedimentatie te snel gaat verdwijnen de stenen onder het slib/ zand en is het niet zinvol. Of deze stenen blijven liggen hangt af van de stroomsnelheid; mogelijk moeten ze worden verankerd. De stenen en palen bieden ook een aanvullend habitat voor andere flora en fauna die gebonden is aan een hard substraat.

Vogelbroedeiland

Het vogelbroedeiland is bedoeld als veilige broedplaats voor sterns en visdieven. De locatie dient als hoogwatervluchtplaats buiten het broedseizoen. Het eiland zal bij najaarstormen minimaal een keer moeten overstroomd worden om te voorkomen dat er permanente begroeiing optreedt en het eiland schoon gespoeld kan worden van vogelmest. Daarom wordt het eiland op NAP +2,80 m aangelegd (rekening houdend met bodemdaling en zeespiegelstijging over 25 jaar). Het eiland wordt opgebouwd tot NAP + 2,10 m (ook weer rekening houdend met bodemdaling en zeespiegelstijging over 25 jaar). Hiervoor kan eventueel keileem uit de vaargeul Eemshaven-Eems worden gebruikt. Dit wordt afgestrooid met 50 cm zeezand. Het afdek materiaal van het eiland bestaat uit grove kiezels of schelpen in een laag van circa 20 cm. Op het nieuwe maaiveld van het eiland is het gewenst hoogteverschillen van 50 cm aan te brengen om in te kunnen spelen op wisselende waterstanden en de voorkeur van de verschillende soorten vogels. Het eiland dient een organische vorm te krijgen, passend bij de vorm en de hoogtevariatie van de platen in de Eems. Door het eiland langgerekt in noord-zuidrichting te leggen wordt de kans op aangroei beperkt.

3.2. Wijze van uitvoering werk

Getijdpoelen, strekdammen

Het koppelproject wordt tegelijkertijd met de dijkverbetering uitgevoerd. De werkzaamheden worden gecombineerd met werkzaamheden aan het buitentalud (o.a. kruinverhoging, bekleding) die voor de

dijkverbetering nodig zijn. Voor het verplaatsen van materieel wordt gebruik gemaakt van de dijk zelf of de tijdelijke werkstrook indien deze aangelegd wordt. Werkzaamheden kunnen ook vanaf het water uitgevoerd worden mits de waterdiepte voldoende groot is om vanaf pontons en kleine schepen te kunnen werken.

Vogelbroedeiland

Het werk wordt gecombineerd met het werk van de vaargeulverruiming van Eemshaven naar de Noordzee. Het vrijkomende materiaal hieruit wordt gebruikt om het eiland aan te leggen. Werkzaamheden zullen vanaf het water plaats vinden, evenals de aanvoer van materiaal en materieel. Met kleinere beunschepen of bakken wordt het materiaal vanaf de vaargeul op de droogvallende plaat gelegd met kranen. Vervolgens wordt de buitencontour versterkt met stortsteen. Voor het broedeiland wordt ca 150.000 m³ materiaal aangebracht.

4. Technische beschrijving Dubbele dijk

De dubbele dijk bestaat uit een tweede kering die achter de eerste kering wordt aangelegd. In de huidige primaire kering komt een in- en uitlaatconstructie. Dit koppelproject is technisch nog niet volledig uitgewerkt, de beschrijving is daarom iets meer op hoofdlijnen.

4.1 Beschrijving werk (technisch)

De dimensies van de tweede dijk zijn afhankelijk van de functie die deze tijdens de pilot gaat vervullen. De kruinhoogte varieert nog tussen de 2 en ca 5 m+NAP, en kan ook verschillen in de lengterichting van de dijk. De tweede dijk wordt aangelegd met grond dat uit het tussenliggende gebied wordt gehaald. Hiervoor zijn enkele 100.000-en kuubs aan materiaal nodig.

De inlaatconstructie (getijdeduiker) wordt in de dijk gebouwd. De duiker moet het getij vrij in en uit laten stromen en sluit bij een waterstand van 2,00+NAP (het zgn sluitpeil).

4.2. Wijze van uitvoering werk

In een gebied van circa 40 hectare zal het maaiveld worden verlaagd. Dit materiaal kan benut worden voor het versterken van de steunberm aan de binnenzijde van de huidige dijk en voor de aanleg van de tweede dijk.

Voor het realiseren van de getijdeduiker wordt een tijdelijke damwand geplaatst om droog de duiker aan te kunnen leggen. De duiker zal worden gefundeerd door palen aan te brengen tot op de pleistocene zandlaag (die op ca 20 meter onder de dijk ligt). Van en naar de duiker zal een geul ontstaan, om nadelige effecten door erosie aan de teen van dijk te voorkomen zal ter plaatse van de opening stortsteen worden aangebracht..

5. Technische beschrijving Stadsstrand Marconi

5.1 Beschrijving werk (technisch)

Om ruimte te maken voor de dijkverlegging wordt bestaande infrastructuur verwijderd. Ook zal het gebouw waarin het Muzeeaquarium is gehuisvest worden aangepast. De bunker in dit gebouw wordt gehandhaafd.

Op het nieuw aan te leggen dijktracé wordt gedurende ca 9 maanden een voorbelasting (ca 150.000 m³) aangebracht. De voorbelasting is een grondlichaam dat door zijn gewicht zorgt voor stabilisatie van de ondergrond. Er zal voldoende afstand worden aangehouden tot de spoorlijn die naar het bedrijventerrein Oosterhorn loopt. Na de periode van voorbelasting kan het grondlichaam worden bewerkt tot een volwaardig dijklichaam inclusief bekleding. De hoogte van de nieuwe dijk bedraagt ca 10,6 m + NAP.

Na de aanleg van het nieuwe dijktracé en het weghalen van de bestaande dijk, zal de gemeente Delfzijl het strand aanleggen en de dijk verder inrichten. Het strand krijgt een hoog deel en een laag deel, gescheiden door een steenbestorting die het hoge strand beschermt tegen erosie. Het totale strand zal een oppervlakte krijgen van ruim 2 ha.

Ter hoogte van het Eemshotel worden een parkeerterrein en een Toeristisch Overstap Punt (TOP) op het talud van de dijk aangelegd. Deze voorzieningen worden zo gebouwd dat de stabiliteit van de kering geborgd is.

5.2. Wijze van uitvoering werk

De werkzaamheden voor de nieuwe dijk en het weghalen van de bestaande dijk worden gecombineerd met werkzaamheden aan het talud die voor de dijkverbetering nodig zijn. Wat betreft aanvoerroutes, materieel e.d. wordt daarom verwezen naar par. 2.2. Bijzonder kenmerk voor het nieuwe dijkgedeelte is dat dit ook in het stormseizoen (1 oktober – 1 april) gebouwd kan worden zolang de bestaande zeedijk dan nog aanwezig is.

6. Fietspad Kiek over diek en TOP Hoogwatum

6.1 Beschrijving werk (technisch)

Waar het fietspad op de kruin ligt, heeft het een breedte van 2 meter. Waar het fietspad niet op de kruin ligt, wordt het gecombineerd met de onderhoudsweg op het binnentalud.

Het TOP Hoogwatum ligt naast de primaire kering. Voor deze TOP wordt een (half)verhard toegangspad en een (half)verharde parkeerplaatsen aangelegd.

6.2. Wijze van uitvoering werk

Aanleg fietspad geïntegreerd in de dijkverbeteringswerkzaamheden. De werkzaamheden voor het fietspad worden gecombineerd met werkzaamheden aan het talud die voor de dijkverbetering nodig zijn. Wat betreft aanvoerroutes, materieel e.d. wordt daarom verwezen naar par. 2.2.

7. Dankzij de Dijken, fase 1

7.1 Beschrijving werk

Windturbines

Een windturbine zet de energie uit wind om in elektriciteit door de draaiing van de rotorbladen via een generator. De belangrijkste onderdelen van de windturbine zijn (zie figuur 1):

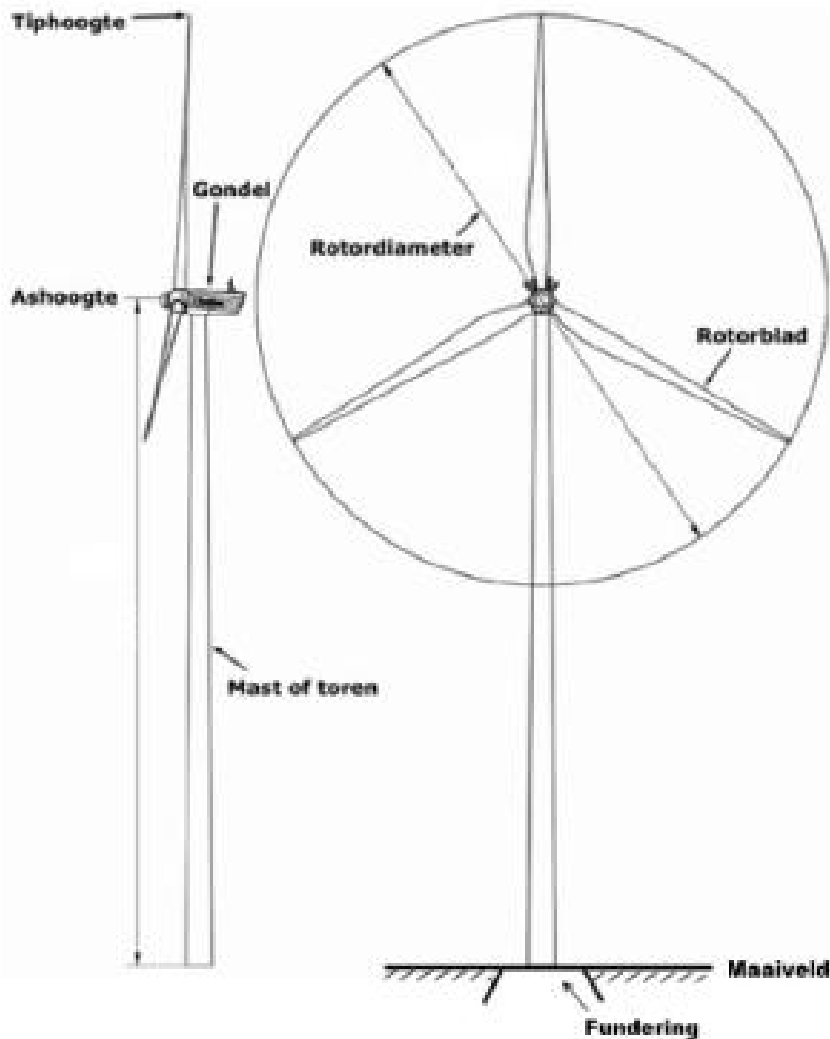
- De fundering: middels de fundering is de windturbine verankerd aan de grond. Ook verlaat de kabel via de fundering de windturbine. Deze kabel verbindt de windturbine met het transformatorstation;
- De mast: onderin of naast de mast staat de transformator die opgewekte elektriciteit naar het spanningsniveau van de kabel brengt, die de elektriciteit verder transporteert;
- De gondel : met daarin de generator (omzetten van de draaiing van de rotorbladen in elektriciteit) en waar de rotor aan bevestigd wordt;
- Drie rotorbladen.

De aansturing van de windturbine vindt geautomatiseerd plaats. Het functioneren van de windturbine en de prestatie kan op afstand gevolgd en indien wenselijk bijgestuurd worden.

De windturbines voldoen aan de internationale norm NEN-61400. Op grond van deze norm bevat de windturbine diverse veiligheidssystemen om ervoor te zorgen dat bij falen van onderdelen of bij extreme weersomstandigheden de windturbine niet beschadigt. Onder andere bevat de windturbine een remsysteem dat ervoor zorgt dat de rotorbladen uit de wind worden gedraaid bij te hoge windsnelheden. Daarnaast is er een bliksembeveiliging die ervoor zorg draagt dat inslaande bliksem buiten kwetsbare delen van de windturbine naar de grond leidt. Ook kunnen de windturbines uitgerust worden met ijsdetectie (en eventueel preventie) en stilstandsvoorzieningen om ijsafval en slagschaduw hinder te voorkomen.

De meeste windturbines gaan in bedrijf bij windsnelheden van ongeveer 3-5 m/s (2 Beaufort) en gaan uit bedrijf bij windsnelheden tussen de 26- 34 m/s (10-12 Beaufort), de windsnelheid ter hoogte van de rotor is daarbij bepalend.

Afhankelijk van de uiteindelijke hoogte moeten de windturbines uitgerust worden met hindernislichten voor luchtvaartveiligheid.



Figuur 1 Overzicht afmetingen en benamingen windturbine

Civieltechnische en elektrische infrastructuur

Naast de feitelijke constructie van de windturbines is voor een windpark infrastructuur nodig. Deze infrastructuur bestaat uit civieltechnische en elektrische werken. Civieltechnische werken zijn: wegen, funderingen en (kraan)opstelplaatsen voor de constructie en het onderhoud van de windturbines. De elektrische werken bevatten de kabels voor zowel het transport van de elektriciteit en eventuele bouwwerken voor correcte aansluiting op het bestaande elektriciteitsnetwerk. Onder deze bekabeling vallen ook kabels (veelal glasvezel) voor aansluiting van de windturbines op het internet ten behoeve van het informatiesysteem. Voor correcte inpassing in het elektriciteitsnetwerk zijn voor het aansluitpunt op het hoogspanningsnet een transformatorstation en schakelstations benodigd. De opstelplaats blijft ook na de installatie van de windturbine gehandhaafd. Fabrikanten en/of verzekeraars garanderen dat de windturbine een minimaal aantal dagen per jaar technisch beschikbaar is en vergoeden eventuele gemiste elektriciteitsproductie. Voorwaarde is wel dat de windturbine te allen tijde bereikbaar is voor eventuele (nood-)reparaties. Hierdoor vallen de opstelplaatsen en transportwegen richting de windturbines onder de permanente infrastructurale werken.

De transportwegen en opstelplaatsen moeten geschikt zijn voor de grote afmetingen en gewicht van de vrachtwagens. Afhankelijk van het uiteindelijke windturbine type kunnen de dimensies van de opstelplaats en toegangswegen aangepast worden. De grootte van de benodigde opstelplaatsen is sterk afhankelijk van het windturbine type. Voor de grote klasse (6 MW) is het uitgangspunt een opstelplaats van circa 50 bij 85 meter. Voor de kleinere klasse (3 MW) is een opstelplaats van circa 15 bij 40 meter afdoende. De fundering van de windturbine zelf bestaat veelal uit een ronde constructie

van beton en staal. Deze fundering wordt ondersteund met geheide palen en mogelijk aanvullende maatregelen, zoals een damwand, ten behoeve van de dijkconstructie.

7.2 Wijze van uitvoering werk

De bouw van de windturbines vindt plaats (deels) gelijktijdig met en (deels) in aansluiting op de dijkverbetering zodat de windturbines en bijbehorende hulpconstructies geïntegreerd kunnen worden in de dijk.

Om een windturbine te realiseren wordt als eerste de benodigde ruimte gerealiseerd voor het opstellen van de hijskranen en de opslag van materialen. Deze opstelplaats kan op/in het binnentalud gelegen zijn. De opstelplaats dient voldoende draagkrachtig te zijn om de belastingen van de hijskraan te kunnen dragen. Dit wordt gerealiseerd door de opstelplaats op te bouwen met een voldoende dikke laag zand met daarop een laag granulaat. Het granulaat geeft ook voldoende sterkte voor de transportbewegingen die op en naar de locatie plaatsvinden. De aanleg van de opstelplaats neemt ca. 4 weken in beslag.

Het bestaande pad langs de dijk is te smal om de transporten veilig plaats te laten vinden. Het pad wordt daarom verbreed tot vier meter en tevens wordt de bestaande verharding vervangen om zekerheid te verkrijgen met betrekking tot de draagkracht van het pad. Benodigde bochtverbredingen voor lang transport kunnen in tijdelijke vorm worden aangelegd door middel van rijplaten of halfverharding.

De windturbine wordt aangesloten op het elektriciteitsnet via een middenspanningskabel. Deze wordt in open ontgraving aangebracht. Kruisingen met watergangen, andere kabels e.d. worden indien nodig gerealiseerd met behulp van een gestuurde boring.

Na realisatie van de opstelplaats wordt gestart met de bouw van de fundatie van de turbine. Deze bestaat uit een gewapend betonnen fundering die gebouwd wordt op heipalen. De vorm en afmetingen van het blok en de funderingspalen zijn afhankelijk van de leverancier van de turbine. Na de bouw van het blok wordt de bouwput aangevuld en afgewerkt gelijk aan het aanliggende dijklichaam. De bouw van een fundatie neemt ca. 6 weken in beslag.

Wanneer de fundatie gereed is wordt gestart met het opbouwen van de turbine. Deze bestaat uit een mast van stalen delen, hierop worden een gondel en generator en de bladen gemonteerd. Afhankelijk van het weer kan de montage van de turbine in ca. twee weken plaatsvinden. Bij harde wind kan niet worden gewerkt en is de montagetijd langer.

Gedurende de bouw dient rekening te worden gehouden met circa 50 betonvrachtwagens en bouwvoertuigen per turbinefundering en 35 vrachtwagens voor de turbineonderdelen per turbine. Na de bouw en de ingebruikname van de turbines worden de tijdelijke maatregelen verwijderd en wordt de omgeving ter plaatse weer in oorspronkelijke staat hersteld.