

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
Postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
fax 076 514 44 42
www.witteveenbos.nl

onderwerp morfologische ontwikkeling Oesterdam
project aanbestedingsvoorbereiding Oesterdam
opdrachtgever Rijkswaterstaat Zeeland
projectcode RW1809-367
referentie RW1809-367/winb/028
opgemaakt door mw. dr.ir. M.W.J. Smit
goedgekeurd door ir. M.H.P. Jansen
status definitief
datum opmaak 31 juli 2012
bijlagen bodemligging

paraaf



aan Rijkswaterstaat Zeeland

B. de Winder
K. van Westenbrugge
C.M. Moeliker
I. Taroenodikromo
ir. L.A. Verschuren
mw. ir. M. de Gunst

kopie Witteveen+Bos

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Als gevolg van de bouw van de Oosterscheldewerken is de doorstromopening in de Oosterscheldemonding verkleind, waardoor het getijvolume fors is verminderd. Het gevolg van het verminderde getijvolume is dat de geulen in de Oosterschelde kleiner worden door opvulling: de geulen hebben zandhonger. Het materiaal waarmee de geulen zich opvullen is afkomstig van zandplaten, schorren, slikken en oevers van de Oosterschelde. Daarnaast stroomt het water te langzaam om zand uit de geulen op de platen en slikken te krijgen. Hierdoor neemt de oppervlakte van de platen, slikken en schorren in de Oosterschelde af en nemen de oppervlakte van het intergetijdengebied en de droogvalduur van de slikken en schorren af. Deze morfologische gevolgen van zandhonger hebben negatieve effecten op natuur, veiligheid, landschap en economie.

1.2. Probleemstelling

De Oosterschelde verleent met haar dynamische getijdenstromingen van nature een leefgebied aan een grote variëteit aan flora en fauna. Het gebied kent een rijk bodemleven met unieke soorten, waarbij vele vissen, wadvogels en zeehonden van voedsel worden voorzien. De Oosterschelde is van internationaal belang voor overwinterende watervogelsoorten en trekvogels. Vooral steltlopers zijn voor hun voedsel afhankelijk van het intergetijdengebied. Door de zandhonger vermindert zowel het areaal als de droogvalduur van deze

platen en slikken en ontstaat een tekort aan voedsel. Hiermee zullen op termijn de populaties steltlopers in de Oosterschelde afnemen.

De dijken rondom de Oosterschelde moeten hoge waterstanden en golven kunnen keren. Als een dijk direct grenst aan een diepe geul of een uitgestrekte watervlakte kunnen golven hoog oplopen. De bekleding en de hoogte van de dijk moeten daartegen bestand zijn. Ligt er een zandplaat, slik of schor als een vooroever voor de dijk, dan zullen de golven gedempt worden en minder kracht uitoefenen op de dijk. De vooroevers in de Oosterschelde verliezen deze functie wanneer ze verdwijnen door de zandhonger. Hierdoor neemt het voorland af en dat heeft effect op de levensduur van de dijken.

Naast de gevolgen voor natuur en veiligheid, heeft de zandhonger ook invloed op de landschappelijke waarden en sociaaleconomische belangen in het gebied. Zo neemt als gevolg van de zandhonger de afwisseling in het landschap van de Oosterschelde af en kunnen er negatieve effecten optreden voor de scheepvaart, doordat zand en slib in de vaargeulen wordt afgezet.

1.3. Doelstelling

Aanhakend op bovenstaande probleemstelling, zijn de volgende doelstellingen geformuleerd voor het project Veiligheidsbuffer Oesterdam (dit betreft een deel van de Oesterdam):

- ontwikkelen van een oplossing om het zandhongerprobleem ter plaatse van de Oesterdam aan te pakken, zodanig dat het unieke landschap met slikken en platen de komende vijftig jaar behouden kan blijven;
- ontwikkelen van een duurzaam veilige oplossing voor de Oesterdam, zodanig dat de Oesterdam gevrijwaard is van te hoge golfaanval en grote investeringen in aanpassing van de dijk gedurende de eerste 30 jaar;
- uitgaande van een integrale aanpak met betrekking tot veiligheid, natuur en economie;
- tot slot dient het project bij te dragen aan kennisontwikkeling en de ontwikkeling van flexibel, klimaatbestendig en kosteneffectief kustmanagement door middel van een proefproject op ware schaal.

1.4. Doelstelling notitie morfologische ontwikkeling

Het doel van deze notitie is om de te verwachten morfologische ontwikkelingen ten gevolge van het voorkeursalternatief (VKA) en het ontwerp voor de zandwinning te beschrijven. Tevens wordt beschreven welke data beschikbaar is en wat de bandbreedte van de verwachte morfologische ontwikkeling is, mede op basis van de beschikbare data. Voorts wordt gebruik gemaakt van de kennis opgedaan en uitgewisseld tijdens de workshop georganiseerd door Ecoshape (d.d. 27 juni 2012, [ref. 1.]).

1.5. Structuur van het document

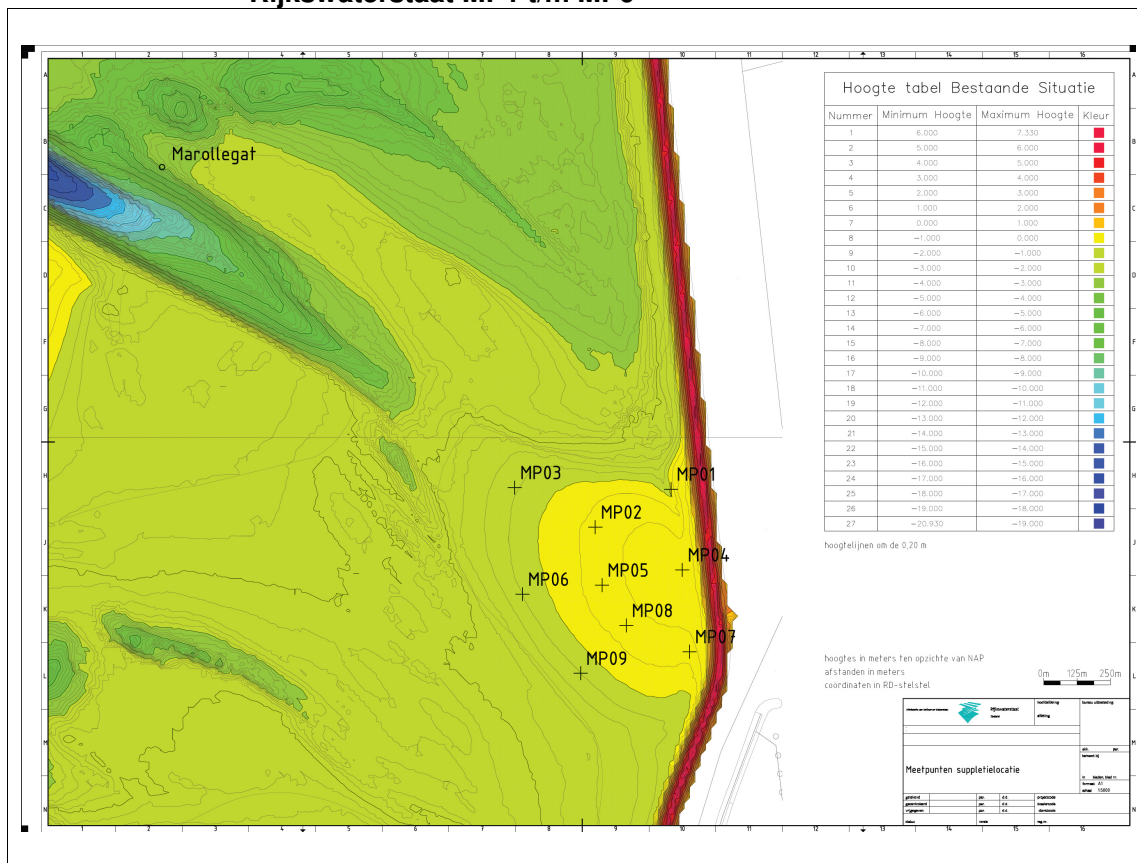
De gebruikte data en beperkingen daarin wordt beschreven in hoofdstuk 2. Vervolgens wordt de autonome morfologische ontwikkeling en de morfologische ontwikkeling van de suppletie locatie en de winlocaties beschreven in hoofdstuk 3 en 4. Tot slot worden in hoofdstuk 5 conclusies, beperkingen en risico's van de analyse weergegeven.

2. GEBRUIKTE DATA EN BRONNEN

Ten behoeve van het voorspellen van de morfologische ontwikkeling zijn diverse bronnen geraadpleegd:

- golfhoogtes, windsnelheden en windrichtingen gemeten bij station Marollegat in de periode januari 2009 tot en met december 2011 [ref. 2.] (afbeelding 2.1);
- vaklodingen uitgevoerd door Rijkswaterstaat van de jaren 1990, 2001, 2010 [ref. 3.];
- dieptegemiddelde stroomsnelheden in de Oosterschelde afkomstig uit het Scalooost model [ref. 6.]. Alleen de modelresultaten in de diepere delen rond de locatie zijn gebruikt. Er wordt verwacht dat de resultaten op de plaat minder betrouwbaar zijn, daar het daar ondieper is (inter-getijdengebied), nabij de rand van het model is en er weinig uitvoerstromingsnelheden worden getoond (drie voor de hele plaat). Daarnaast wordt verwacht dat de stromingsrichting in de diepere delen niet beïnvloed wordt door de gekozen condities (springtij van 13 juli 1999). Voor de ondiepe delen kan dat wel het geval zijn ten gevolge van de invloed van wind en golven;
- Rijkswaterstaat Zeeland heeft van 28 oktober tot 28 december 2011 ter plaatse van de suppletielocatie golfhoogtes, waterstanden en stroomsnelheden gemeten [ref. 7.] (afbeelding 2.1). De meetpunten 1, 2 en 3 zijn bemeaten in november 2011. De wind was in die periode zelden harder dan 10 m/s en uit richtingen variërend van noordoost, oost tot zuid. Eind november 2011 waaide de wind gedurende enkele dagen met ongeveer 5 Bft (rond de 8 - 10 m/s) uit zuidwestelijke richting. De overige meetpunten (meetpunt 4 t/m 9) zijn in december 2011 bemeaten. Over het algemeen kwam de wind in deze periode uit het zuidwesten en varieerde van 5 tot 15 m/s. In de eerste twee weken zijn er drie periodes van hooguit 24 uur waarin de wind snelheden van 7 Bft (rond 15 m/s) bereikt uit het zuidwesten. Half december draaide de wind naar het noordwesten en bereikte snelheden tot 5 Bft (rond 9 m/s). Rond 24 december 2011 kwam de wind gedurende 7 uur met 7 Bft uit het noordwesten. Tevens zijn er subtidaal, ten noordwesten (meetpunt 10) en ten westen (meetpunt 11) van de suppletielocatie golfhoogtes gemeten gedurende 2 weken (respectievelijk begin november en eind november) (de locaties zijn niet opgenomen in de afbeelding in verband met het ontbreken van informatie). De lokaal gemeten data waren op het moment van schrijven nog onbewerkt en ongevalideerd en hierdoor slechts deels bruikbaar voor de analyse van de morfologische ontwikkeling. De data van de stroomsnelheden is beperkt gebruikt;
- de Hogeschool Zeeland heeft een proef gedaan met minisuppleties van 21 tot 24 mei 2012 [ref. 8.]. Kleine 'pannenkoeken' van zand werden aangebracht op verschillende plekken op de suppletielocatie. Na enkele dagen werd gekeken hoe deze pannenkoeken zich vervormd hadden. Deze data toonde over het algemeen een verschuiving plaatopwaarts van het sediment. De wind was in deze periode rustig (tot 7 m/s) en kwam met name uit het westen tot noordwesten;
- uit boorgegevens uit 1983 en 1984 blijkt dat de locatie redelijk zandig is, waarbij een korreldiameter van 150 μm tot ongeveer 170 μm werd aangetroffen in de bovenste laag van de suppletielocatie [ref. 9.];
- waterbodemonderzoek op zandwinlocaties Lodijksche Gat en Wemeldinge [ref. 10.];
- voorkeursvariant van de zandsuppletie [ref. 11.];
- ontwerplogboek aanbestedingsvoorbereiding veiligheidsbuffer Oesterdam [ref. 12.];
- slotgemiddelden van getij Bergsche Diepsluis West [ref. 13.];
- veldbezoek door Witteveen+Bos d.d. 15 juli 2012.

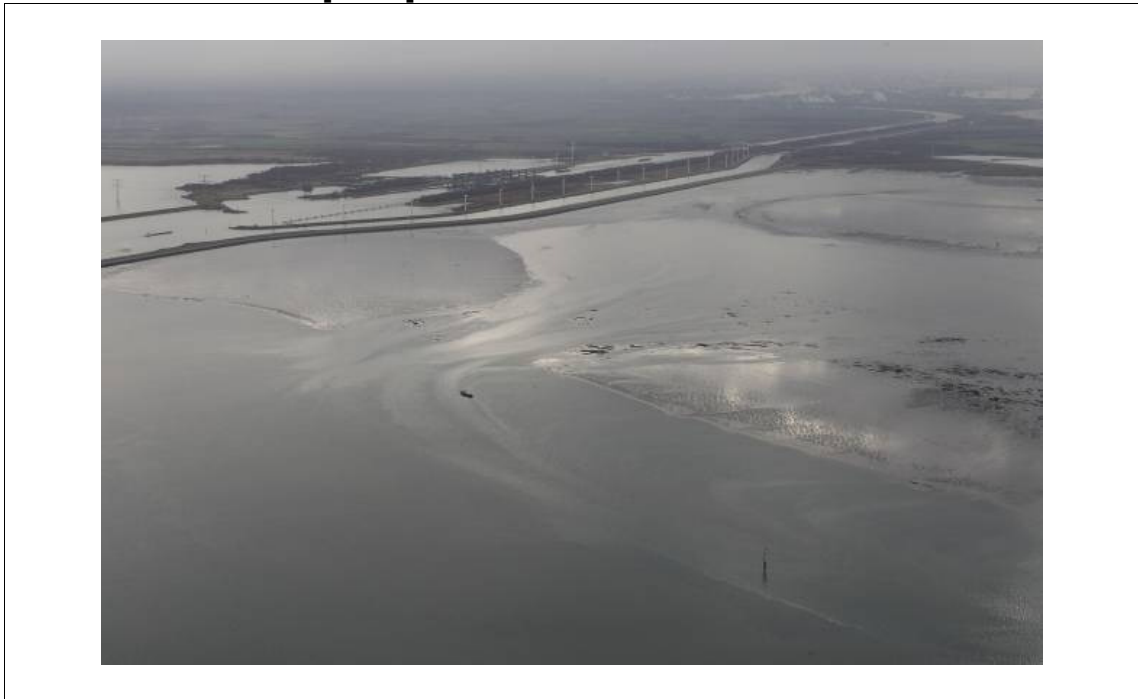
Afbeelding 2.1. Suppletielocatie met meetlocaties Marollegat en de metingen van Rijkswaterstaat MP1 t/m MP9



3. MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING SUPPLETIELOCATIE

De suppletielocatie grenst aan de Oesterdam, is 1.000m lang, 200 m breed in het zuiden en 750 m breed in het noorden. De plaat loopt op vanaf ongeveer NAP -1,1 m naar het hoogste deel van de plaat nabij de dam op NAP - 0,5 m en staat elk getij onder water (afbeelding 3.1 en afbeelding 3.2).

Afbeelding 3.1. Suppletielocatie gezien vanaf het noordwesten richting het zuidoosten [ref. 4.]



Afbeelding 3.2. Bovenaanzicht van de suppletielocatie uit 2005 [ref. 5.], suppletielocatie (grijs)



3.1. Autonome morfologische ontwikkeling suppletielocatie

3.1.1. Keuze data voor analyse suppletielocatie

De lokaal gemeten data door Rijkswaterstaat [ref. 7.] voor de periode november en december 2011 zou een informatief beeld kunnen geven van de lokale golfhoogtes. De data is momenteel onbewerkt en ongevalideerd en kon daarom niet worden gebruikt in de huidige voorspelling. Daarnaast behelst de data een periode met overwegend zuidwestelijke wind en oostelijke wind. De invloed van golven vanuit het noorden, welke tevens van belang is voor de morfologische ontwikkeling, zal hieruit niet nader kunnen worden geanalyseerd. Uit deze dataset zijn de stroombeelden gebruikt.

Naast deze dataset zijn de golfhoogtes, windsnelheden, winrichtingen gemeten bij Marollegat gebruikt [ref. 2.] en vaklodingen [ref. 3.], stroomsnelheden uit modelberekeningen [ref. 6.], de informatie over de minisuppleties [ref. 8.] en lokale boorgegevens [ref. 9.]. Hoofdstuk 2 geeft een uitgebreide beschrijving van deze data.

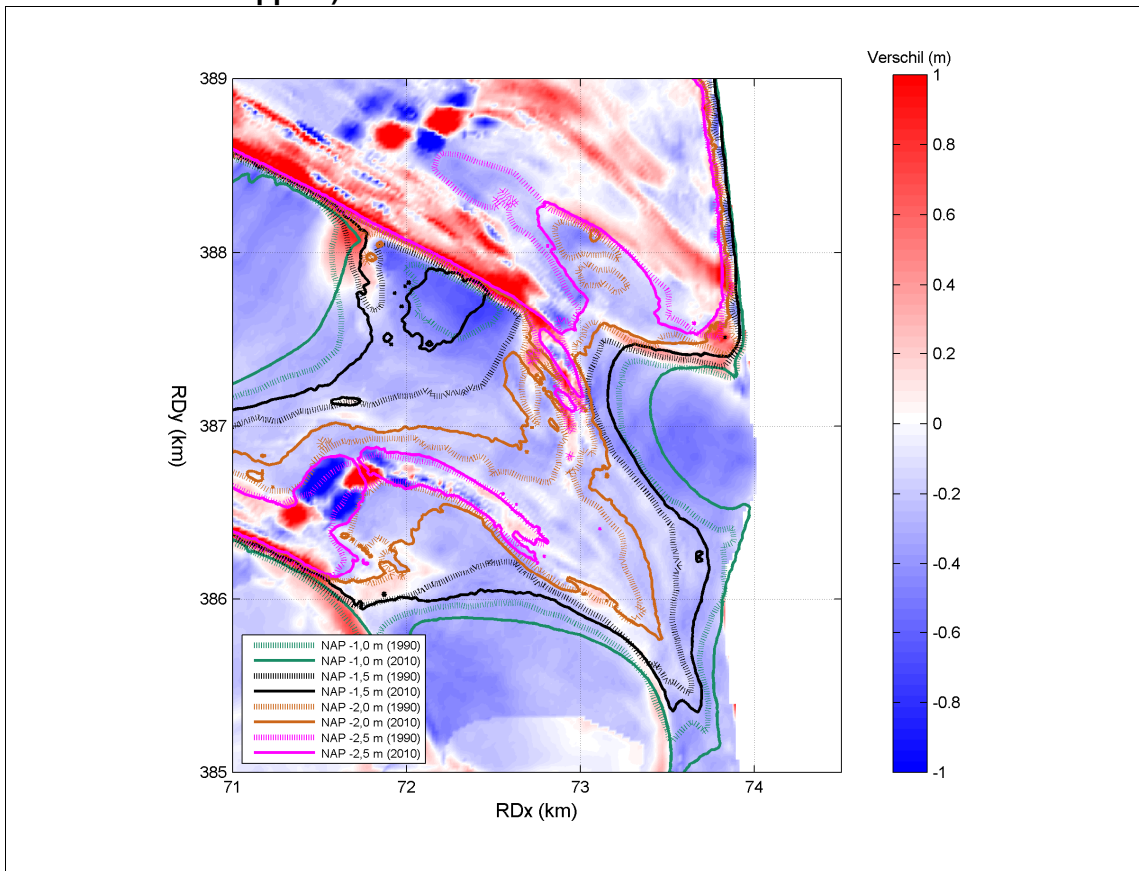
3.1.2. Huidige situatie suppletielocatie

Ten gevolge van het veranderd getijdeprisma in de Oosterschelde na de bouw van verschillende dammen en de Oosterscheldekering, ontstond zogeheten zandhonger. De combinatie van golven en stroming transporteert het sediment naar de rand van de platen en naar de geulen waardoor het totaal areaal aan platen in de Oosterschelde afneemt. De vaklodingen uit 1990, 2001 en 2010 tonen erosie van de locatie waar de suppletie gaat plaatsvinden en sedimentatie ten noorden hiervan (afbeelding 3.3). De plaat wordt kleiner en verplaatst in noordelijke richting. Het is daarom aannemelijk dat het zand dat van de plaat verdwijnt, deels naar de noordzijde wordt verplaatst.

De huidige vorm van de suppletielocatie is ontstaan door een combinatie van aandrijvende krachten van het getij en golven en de beschikbaarheid van sediment. Door de beperkte beschikbaarheid van hydrodynamische en morfologische gegevens, kan de autonome ontwikkeling alleen beschreven worden op basis van aannames met betrekking tot de dominante processen en sedimentsamenstelling. Deze dominante processen worden hieronder beschreven op basis van de huidige vorm van de suppletielocatie. Deze processen zullen, indien correcte hypothesen zijn gesteld, ook de autonome ontwikkeling bepalen.

Metingen uit 1983 en 1984 toonden dat de bovenste laag van de locatie een sedimentdiameter kent van 150 μm tot ongeveer 170 μm [ref. 9.], wat kan worden omschreven als matig fijn zand. De Oesterdam was gereed in 1986. De bovenste laag kan daarom door veranderde hydrodynamische condities nog behoorlijk zijn aangepast ten opzichte van de boringen. Tijdens een bezoek aan de locatie (d.d. 15 juli 2012), was het grootste deel van de plaat redelijk zandig (weinig cohesief, afbeelding 3.4, links). Alleen in het zuidwestelijke deel, wat het meest in de luwte ligt, was de ondergrond slikkig: bij het lopen zakten de laarzen enkele centimeters weg (afbeelding 3.4, rechts). Het meer zandige deel zal zich wat sneller aanpassen dan het slikkigere deel, daar het niet-cohesieve sediment makkelijker wordt opgepikt. Over de gehele plaat zijn kleine ribbels (hoogte enkele centimeters, afbeelding 3.4) te zien, wat typisch duidt op de werking van golven over het gebied.

Afbeelding 3.3. Verschil in bodem ligging tussen 2010 en 1990 op basis van vaklodingen; hoogtecontouren van 2010 (doorgetrokken) en 1990 (gestippeld)

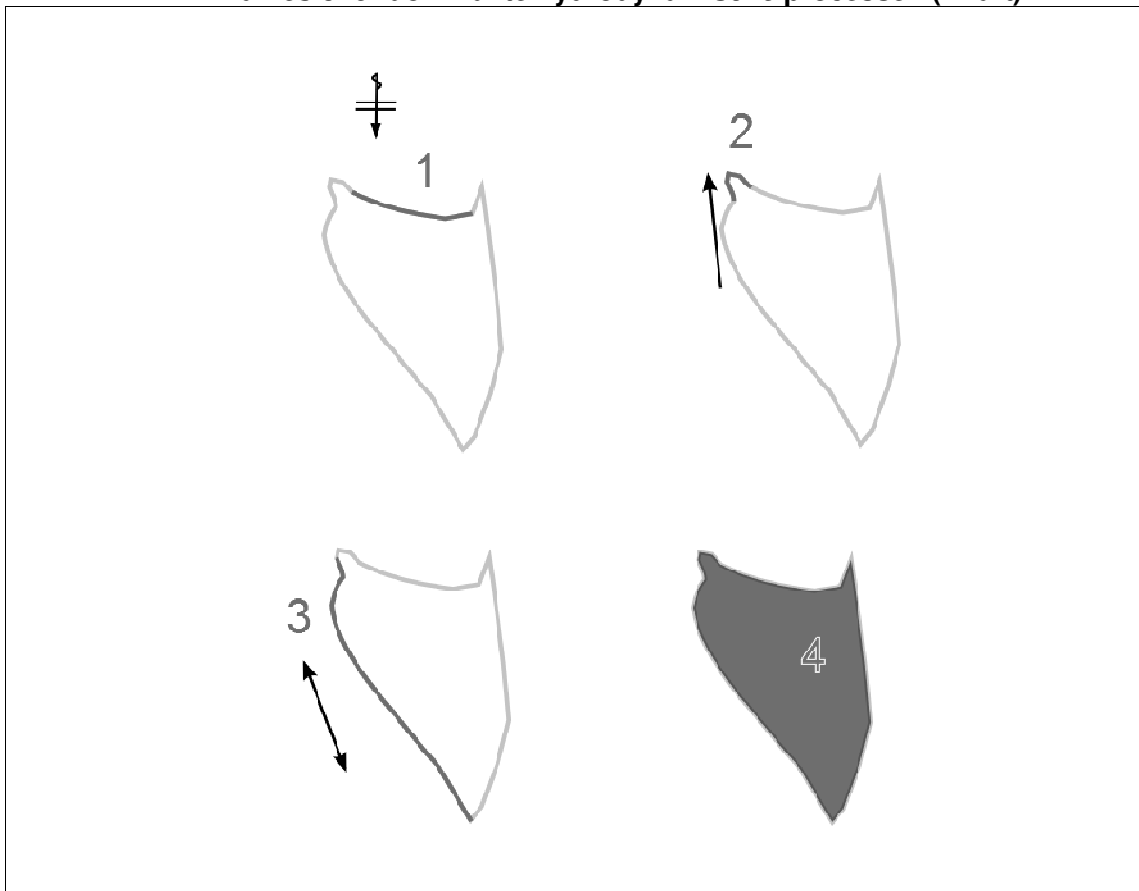


Afbeelding 3.4. Indicatie van mate van zandigheid van ondergrond middels afdrucken van voetstappen op grootste gedeelte van plaat (links) en aan zuidzijde (rechts)



De vorm van het gebied wordt in 4 delen verdeeld en verklaard (afbeelding 3.5). De noordzijde, deelgebied 1, heeft een behoorlijk rechte en steile rand. Er wordt aangenomen dat tijdens stormen uit het westen en noordwesten op deze zijde de grootste golven zullen aankomen, deze leiden tot versteiling van de noordrand. Onder invloed van golven en stroming wordt sediment vanaf de plaat naar de rand getransporteerd. Deelgebied 2, de uitbouw richting het noorden (dieptecontour op NAP - 2,5 m in afbeelding 3.3), toont een vorm die typisch door langsstroom bepaald wordt, ten gevolge van een residuele in dit geval noordwaarts gerichte stroming. Het derde deel is de vorm van de suppletielocatie aan de westzijde: dit is een afgeronde vorm. Een dergelijke vorm ontstaat door de interactie van een plaat met de stroming door het getij in combinatie met golven. De stroming is noordwest-zuidoost georiënteerd langs de betreffende rand (afbeelding 3.5), wat overeenkomt met de vorm van deze zijde. Deelgebied 4 betreft de bovenkant van de plaat: deze heeft zeer flauwe hellingen en is erg plat. Een dergelijke vorm komt overeen met de afwezigheid van hoge golven, matig fijn zand, en de hoogteligging van het gebied, gemiddeld ongeveer - 1 m NAP, waardoor het afwisselend onder en boven water is. De plaat erodeert (contourlijnen op NAP - 1 m in afbeelding 3.3) ten gevolge van de beperkte aanvoer van sediment vanuit de omgeving.

**Afbeelding 3.5. Deelgebieden (donkergrijs) van suppletielocatie (lichtgrijs) met aan-
names over dominante hydrodynamische processen (zwart)**



3.1.3. Autonome morfologische ontwikkeling

Verwacht kan worden dat de huidige situatie zich verder ontwikkelt: het noordelijke deel (deel 1) zal een rechte rand blijven. De rand zal steeds verder noordelijk komen te liggen. De uitbouw van de spit richting het noorden (deel 2) zal hooguit ten gevolge van golven uit het noordwesten worden beperkt. De westelijke zijde (deel 3) zal dezelfde vorm behouden daar geen wijzigingen aan het getij worden verwacht en zal terugtrekken. De hoogte van de plaat (deel 4) zal wellicht wel iets kunnen veranderen. Uit de autonome ontwikkeling van de Oosterschelde is te verwachten dat deze verder erodeert, hiermee komt deze dieper te liggen. Uit de minizandsuppleties werd gezien dat tijdens rustige condities het opgebrachte materiaal zich plaatopwaarts verplaatst ([ref. 8.]). Er wordt vanuit gegaan dat de erosie van de bovenkant van de plaat met name tijdens stormen plaatsvindt. De buitenste randen van de plaat zullen daarom verder landwaarts verschuiven, analoog aan de verschuiving van de hoogtelijnen tussen 1990 en 2010 (afbeelding 3.3).

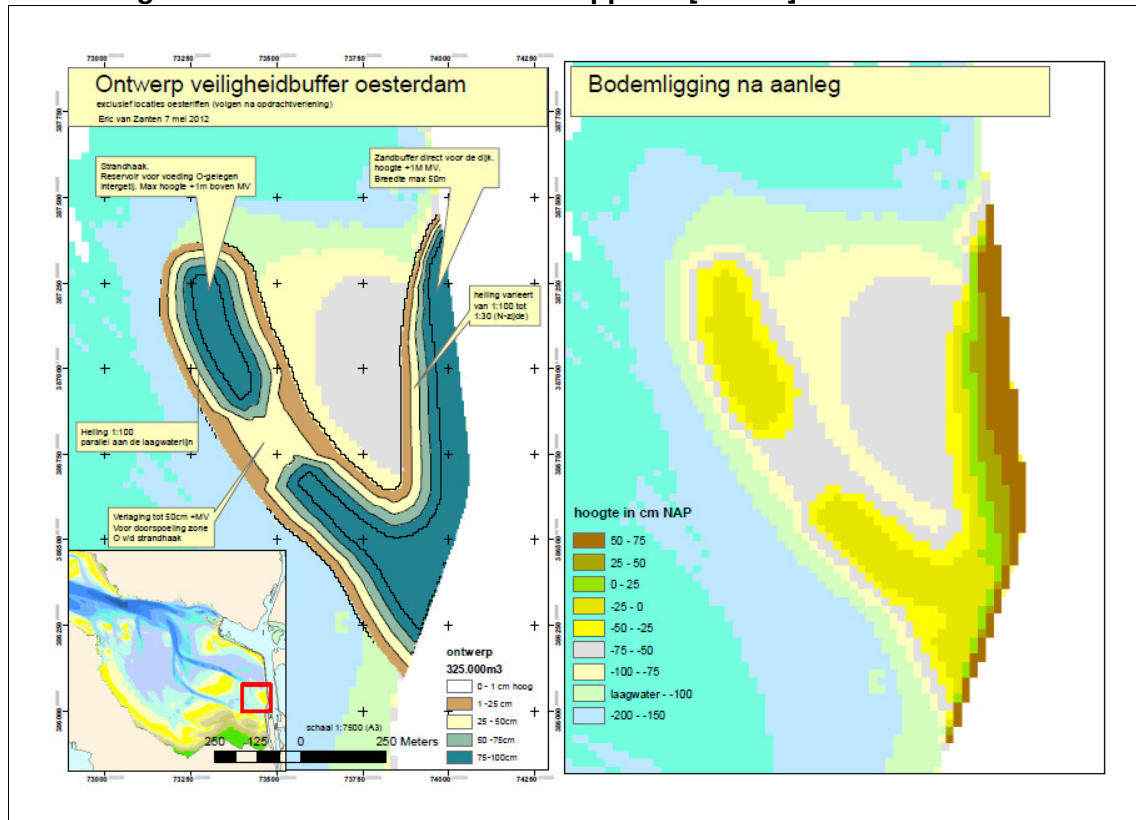
3.2. Verwachte morfologische ontwikkeling van voorkeursvariant suppletieontwerp

Zonder uitgebreide analyse van huidige hydrodynamische condities en een aanvullende modelstudie is niet met zekerheid te voorspellen hoe de toekomstige suppletie zich zal ontwikkelen in de tijd. Alleen de processen die een dominante rol kunnen spelen kunnen genoemd worden, over hoe de uiteindelijke balans tussen die processen zal uitpakken is momenteel geen eenduidige conclusie te trekken. Daarom zijn twee hypothesen betreffende de dominante golfcondities opgesteld. Vervolgens wordt het effect van de verwachte

getijdestroming na aanleg geschetst met de resulterende morfologische ontwikkeling. De eerste hypothese veronderstelt dat rustige condities -welke vaak optreden- dominant zijn in de morfologische ontwikkeling. De tweede hypothese stelt dat de zeldzamere periodes met harde wind en hoge golven dominant zijn.

Het voorkeursalternatief van de suppletie behelst een verhoging van de plaat, het aanleggen van een verhoogd deel aan de westzijde van de plaat (een 'haak'), onderbroken door een doorspoelopening en een verhoging langs de dijk, aan de oostzijde van de plaat (afbeelding 3.6).

Afbeelding 3.6. Voorkeursalternatief van suppletie [ref. 11.]



3.2.1. Invloed van golven

Hypothese 1: matige wind en lage golven vanuit het zuidwesten

De golven zijn maximaal enkele decimeters hoog en komen uit zuidwestelijke richting. Tijdens laag water vormt de verhoging (de 'haak') aan de zuidwestkant van de suppletie een golfbreker, welke de daarachter gelegen plaat zal beschermen. Door de suppletie ontstaat een luwte op de plaat waardoor er minder erosie/meer sedimentatie zal zijn. De opgebrachte verhoging aan de westzijde zal zich door de combinatie van golven die lokaal breken en de langs de plaat lopende getijdestroming herverdelen. Afhankelijk van de nieuwe situatie in de getijdestroming zal het sediment deels op de plaat terecht komen en deels naar de noordkant of naar de doorspoelopening verplaatst worden. Golfgedreven transport kan leiden tot sluiten van de doorspoelopening en uitbreiding van de top van de haak in noordelijke richting. Op het centrale deel is een opwaartse verplaatsing van sediment te verwachten, zoals geobserveerd werd in de proef met minisuppleties [ref. 8.].

Hypothese 2: harde wind en hoge golven uit west tot noordwest

De golven zijn minder dan 1 m hoog en komen uit noordwestelijke richting. Door refractie over de lokale bathymetrie zullen golven net als in de huidige situatie bijdraaien en de noordzijde van de suppletielocatie bereiken, waarbij ze sediment kunnen opwoelen. Het getij of een golfgeïnduceerde retourstroom zal dit sediment meevoeren. Wanneer de waterstand boven de plaathoogte begint uit te komen, is het mogelijk dat een stroming ontstaat die de kom aan de noordzijde of aan de zuidwestzijde via de doorspoelopening verlaat. Deze kan lokaal zorgen voor extra erosie.

3.2.2. Getijdestroming

Momenteel stroomt het getij bij eb vanuit het zuiden richting het noordoosten langs de plaat. Bij vloed stroomt het vanuit het noorden naar het zuidoosten (afbeelding 3.7, links). De residuele stroming is nu noordwaarts gericht en zorgt voor sedimentatie aan de noordzijde van de plaat.

Na aanleg van de suppletie zal de stroming langs de westzijde van de suppletie gelijk blijven: noordwest gericht met eb en zuidoost gericht met vloed (afbeelding 3.7, midden en rechts), hierdoor wordt verwacht dat langs de westzijde een residuele stroming richting het noorden zal blijven optreden, met sedimentatie aan de noordwestzijde, ter plaatse van de 'spit'. De residuele stroming over de plaat zou door de aanleg van de suppletie kunnen veranderen.

Eb

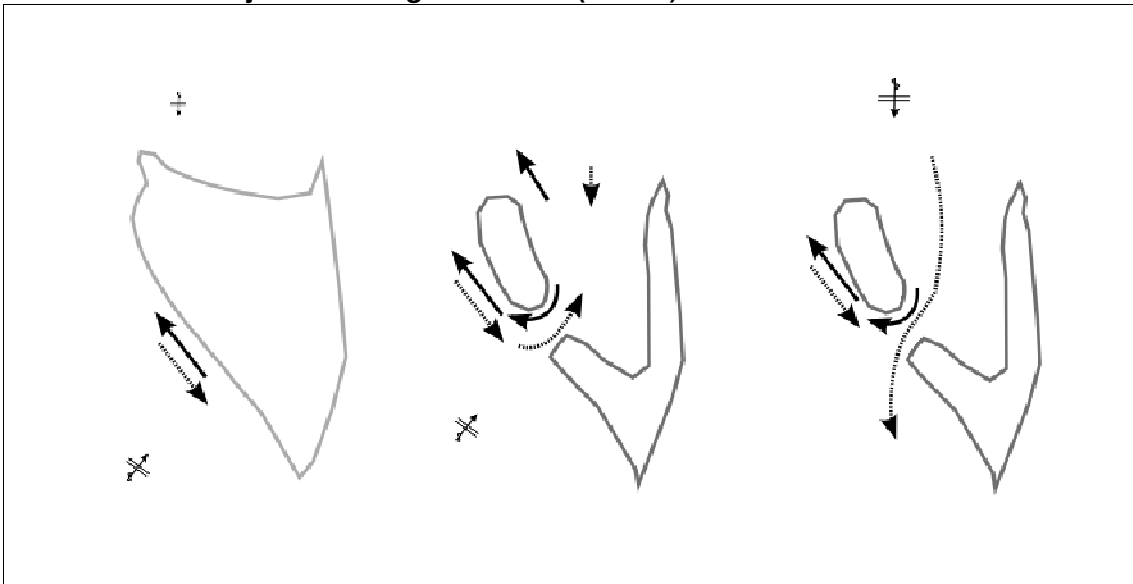
Met afgaand water zal de stroming zowel richting het noorden aan de noordzijde van de plaat, als ook richting het zuiden gaan, via de doorspoelopening. In de opening zal daarvoor een ebgeul ontstaan (afbeelding 3.7, midden, doorgetrokken pijl). De ebstroom aan de zuidwestzijde van de plaat ter plaatse van de doorspoelopening verandert van momenteel noordwestelijk georiënteerd (aanname) naar zuidelijk georiënteerd na de suppletie. Er wordt verwacht dat hierdoor minder sediment over de plaat naar de noordzijde getransporteerd zal worden.

Vloed

Er zijn twee mogelijkheden met betrekking tot stroming over de plaat met opkomend water. De eerste mogelijkheid treedt met name op indien de ebgeul nog niet gevormd is in de doorspoelopening en bij rustige condities. Het opkomend water komt langzaam aan de noordzijde over de plaat op, terwijl via de doorspoelopening reeds water vanuit het zuiden de plaat opkomt (afbeelding 3.7, midden), daar de snelheid in het diepere water ten westen van de geul hoger is dan over de ondiepe plaat. In dit geval zal er een noordwaarts gerichte stroming zijn door de doorspoelopening en is er een noordelijke stroming de plaat op met vloed. De beperking van sedimentaanvoer aan de noordzijde, ten gevolge van de veranderde ebstrooming, zoals hierboven beschreven, zal dan meevallen.

Als tweede mogelijkheid wordt verwacht dat in het geval van stormachtige condities uit het noordwesten, het water in zuidelijke richting de plaat op zal stromen en door de doorspoelopening de plaat zal verlaten. Wanneer het water bij vloed boven de verhoogde westelijke delen staat, zal het water over de gehele plaat en de verhoogde westelijke delen richting het zuiden lopen (afbeelding 3.7, rechts). In dit geval treedt zowel bij eb als bij vloed een zuidwaarts gerichte stroming op over de plaat door de doorspoelopening. In dit geval zal de sedimentatie aan de noordzijde verminderen en zal daar minder zand verloren worden. Door de luwte aan de oostkant van de plaat wordt verwacht dat de plaat zich zal ophogen nabij de dijk.

Afbeelding 3.7. Scenario's voor getijdestromingen, ebstroom (doorgetrokken lijn), vloedstroom (onderbroken lijn): huidige stroming (links), verwachte stroming vloedstroom noordwaarts door opening met rustige condities (midden), verwachte zuidwaartse vloedstroom door opening bij stormachtige condities (rechts)



3.3. Verwachte morfologische ontwikkeling van voorkeursvariant suppletieontwerp in combinatie met oesterriffen

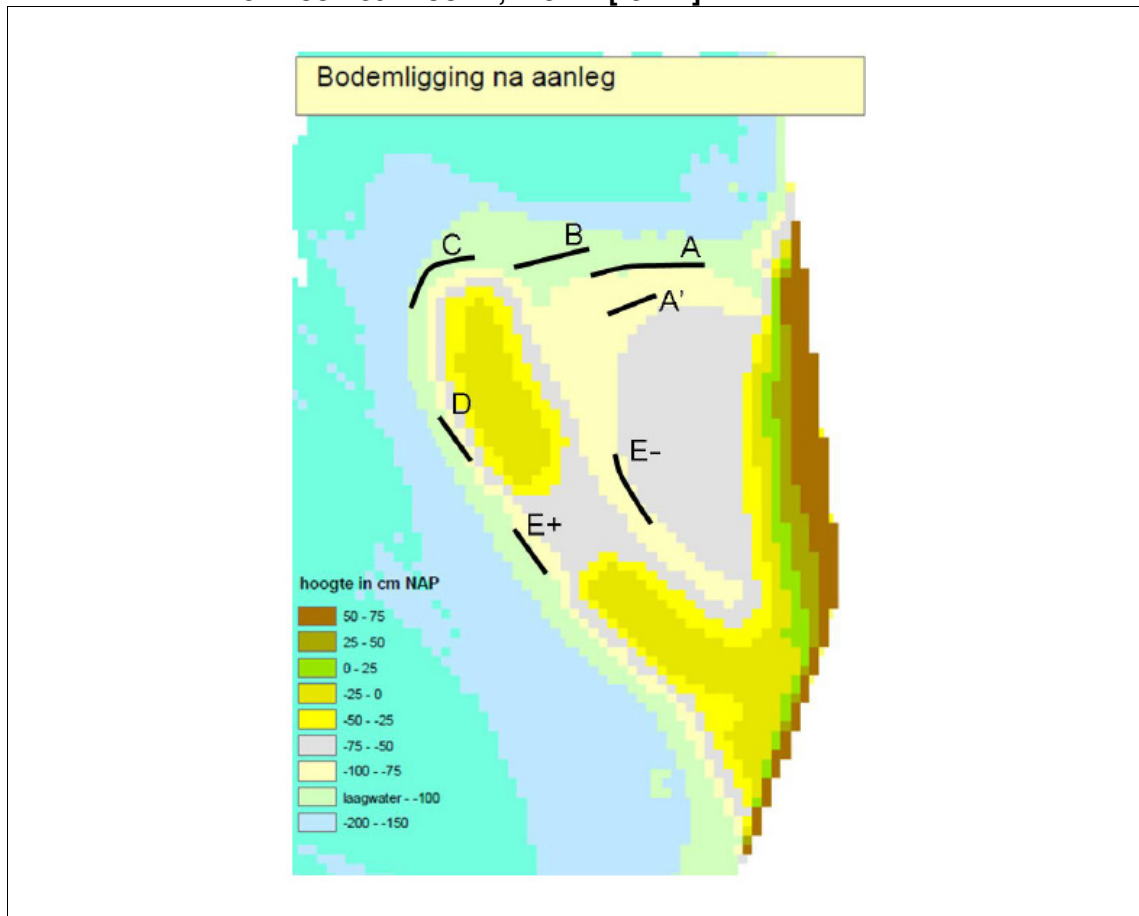
Ecoshape organiseerde op 27 juni 2012 een workshop waar ondermeer Witteveen+Bos aan deelnam [ref. 1.]. Gedurende deze workshop werd gekeken of het plaatsen van oesterriffen nuttig zou zijn voor dit project en wat de beste locaties zouden zijn, gezien de verwachte morfologische ontwikkeling. In deze workshop werd uitgegaan van ervaring van reeds geplaatste riffen bij Vianen en de Val in de Oosterschelde. Uit deze projecten is gebleken dat de riffen met name een effect hebben op de golven wanneer de waterstand relatief laag is. De golven breken of worden sterk gedissipeerd op het rif, in plaats van op het achterliggende intergetijdengebied. Dit betekent dat de hoogte van het rif en de significante golfhoogte de effectiviteit bepalen. Met een flauwe bodemhelling is het invloedsgebied groter dan met een steilere helling.

De voorgestelde riffen zijn enkele decimeters hoog en opgebouwd uit een draadmetalen constructie met daarin oesterschelpen. Op deze schelpen kan zich nieuw oesterbroed afzetten, waardoor het een levend rif kan worden.

3.3.1. Ontwerp oesterriffen door Ecoshape

Er zijn drie voorkeurslocaties voor de riffen aangegeven door Ecoshape: locatie A, D en E (afbeelding 3.8), de overige onderzochte locaties worden hier buiten beschouwing gelaten. Locaties A en D beogen de golven te dissiperen en daarmee het achterliggende gebied te beschermen. Locatie A is met name bedoeld als bescherming tijdens ruigere condities en om tevens het 'noordwaarts gerichte sedimenttransport' tegen te gaan [ref. 1.]. Locatie E, buiten of binnen de doorspoelopening, is gekozen met het idee om ofwel te beschermen tegen golven uit het zuidwesten (locatie E binnen), ofwel tevens het tegenhouden van de stroming (locatie E buiten).

Afbeelding 3.8. Overwogen locaties van oesterriffen, met door Ecoshape aangegeven voorkeur voor A, D en E [ref. 1.]



3.3.2. Morfologische effecten oesterriffen

De riffen op locatie A zouden daar mede worden geplaatst om te onderzoeken in hoeverre ze het 'noordwaarts gerichte sedimenttransport' tegengaan. Met de huidige bevindingen betreffende het residuele transport over de plaat, wat ook zuidwaarts zou kunnen zijn, (paragraaf 3.2.2), lijkt deze tweede reden weg te kunnen vallen. De eerste reden -bescherming tegen golven - blijft valide.

De locaties A en D beogen beiden bescherming te bieden tegen golven en dragen daarom positief bij aan het behoud van de algehele suppletie. Van locatie E is dit met minder zekerheid te zeggen in verband met de onzekerheid van de richting van de getijdestroming. Het plaatsen van een rif zou invloed kunnen hebben op de getijdestroming en bijdragen aan het afsluiten van de doorspoelopening. Een andere mogelijkheid is dat zich juist geulen vormen langs de riffen. Op elke voorgestelde locaties met oesterriffen zal het rif lokaal de bodem vasthouden. Op locatie E kan dit vergaande geulvorming tegenhouden.

3.4. Meest negatieve ontwikkeling voorkeursontwerp

Het is ongewenst als de plaat achter de verhoogde rand zo ver erodeert, dat deze geen toegevoegde waarde heeft voor het bodemleven en foeragerende vogels. Indien de doorspoelopening zich zou sluiten, zal er minder stroming optreden op de achterliggende plaat, waardoor deze wellicht een minder gezonde nutriëntenbalans heeft. Dit kan effecten heb-

ben op de ecologische waarde van dit deel. Deze ontwikkeling is met de huidig beschikbare beperkte dataset niet uit te sluiten. Alleen door monitoring en studie van de data kunnen de processen worden gevolgd en zou tijdig kunnen worden ingegrepen.

Tevens zou het deel achter de verhoogde rand zich kunnen gaan ophogen door de rustigere hydrodynamische condities. Om een droge plaat te creëren, zal zoveel sediment nodig zijn, dat dit gezien de huidige erosieve omstandigheden, onwaarschijnlijk wordt geacht. Als het zou gebeuren is dat goed in het kader van dijkveiligheid, maar minder gewenst vanuit een ecologisch standpunt.

4. MORFOLOGISCHE ONTWIKKELING ZANDWINLOCATIES

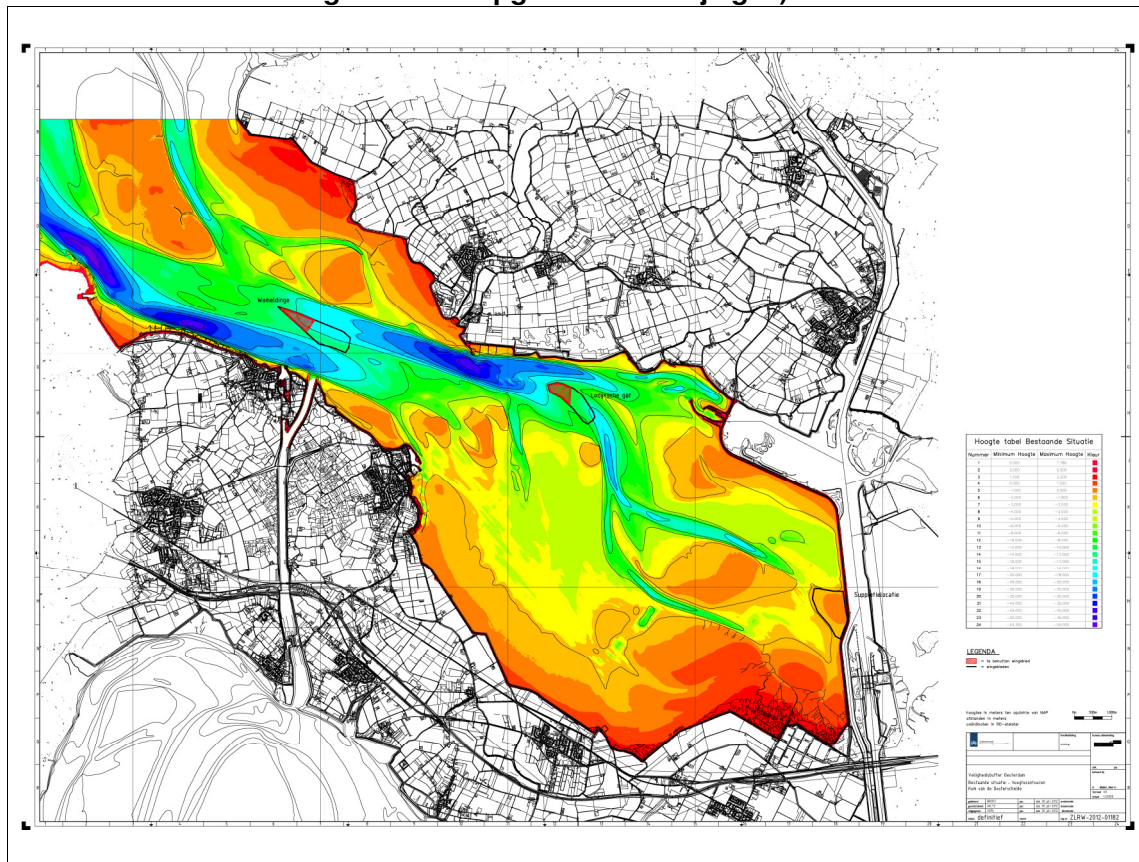
4.1. Inleiding

Twee locaties zijn aangewezen als zandwinlocatie: Wemeldinge en Lodijsche Gat (afbeelding 4.1). De winlocaties zijn respectievelijk 22 ha en 55,6 ha groot, het voorgesteld wingebed is op elke locatie hooguit 22 ha. In totaal wordt beoogd hier 300.000 tot 600.000 m³ zand te winnen [ref. 12.]. Het zand kan op beide locaties of eventueel geheel op één locatie gewonnen worden. In de aan te vragen vergunning wordt uitgegaan van een maximaal areaal per locatie van 22 ha met een diepte van 3 m. Tevens wordt de mogelijkheid gegeven om een kleiner areaal te kiezen, en tot maximaal 5 m diepte te ontgraven. Voor de beschrijving van de morfologische ontwikkeling wordt uitgegaan van een areaal van 22 ha en een diepte van 5 m. Dit leidt tot een groter volume dan benodigd, maar geeft een indruk van de maximaal te verwachten morfologische effecten. Tevens wordt ervan uitgegaan dat, indien het aangewezen zandwingebed onder een helling ligt, het te winnen deel als een plak van gelijke diepte wordt weggehaald: de helling blijft gelijk, de bodem zelf zal dieper liggen.

Na een beschrijving van informatie die voor beide locaties geldt, wordt per locatie aangegeven wat de lokale hydrodynamische condities zijn, de autonome morfologische ontwikkeling en de te verwachten morfologische ontwikkeling in het geval een ontgroning plaats vindt.

Tot slot wordt de mogelijke invloed op stroomsnelheden toegelicht, wat van belang kan zijn voor mosselpercelen.

Afbeelding 4.1. Bodemligging Oosterschelde in 2010 [ref. 3.] met zandwinlocaties (zwarte lijn) Wemeldinge (links) en Lodijsche gat (rechts) (de afbeelding is tevens opgenomen in bijlage I)



4.1.1. Data voor analyse zandwinlocaties

Voor de inschatting van de morfologische veranderingen ten gevolge van zandwinning op de zandwinlocaties zijn lokale boringen gebruikt [ref. 10.], vaklodingen van Rijkswaterstaat [ref. 3.], jaargemiddelden van waterstandsgegevens [ref. 13.] en lokale resultaten van het Scalooost stromingsmodel [ref. 6.]. Dit stromingsmodel heeft voor beide locaties de stromingen gedurende een springtij op 13 juli 1990 uitgerekend, op basis van een bodem van 2010. Voor beide locaties zijn ook berekeningen gedaan in het geval van een ontgronding. Deze ontgronding is echter groter qua oppervlakte en heeft een andere vorm dan nu beoogd wordt. Tijdens communicatie met Rijkswaterstaat Zeeland, Meetadviesdienst Zeeland werd verteld dat de gekozen ontgronding in het model 1.500 m lang is, 500 m breed (dit geeft een oppervlak van 75 ha) en 6,9 m diep. De berekende snelheden na ontgronding zijn daarom alleen indicatief gebruikt ter illustratie van de te verwachten kwalitatieve trend: toename of afname van stroomsnelheden. Zonder nadere modelberekeningen kunnen geen nauwkeurige kwantitatieve uitspraken worden gedaan over te verwachten veranderingen in stroomsnelheden.

4.1.2. Bodemsamenstelling

Er zijn boringen gedaan tot 4,95 m beneden de waterbodem op zowel de locatie Wemeldinge (Afbeelding 4.1) als Lodijsche Gat (Afbeelding 4.1) [ref. 10.]. Voor het baggeren wordt uitgegaan van een maximale diepte van 5 m beneden de waterbodem.

Over de bodem ter plaatse van de zandwinlocaties wordt het volgende geconcludeerd.

Wemeldinge

De waterbodem is tot de maximale onderzoeksdiepte (4,95 m-wb) beschreven als zwak tot matig siltig zand, plaatselijk schelphoudend. Afwisselend zijn sporen klei, slib of veen waargenomen. De waterbodem ter plaatse van de zandwinlocatie Wemeldinge ligt van NAP - 10,10 m tot - 18,50 m.

Lodijksche gat

De waterbodem bestaat tot de maximale onderzoeksdiepte (4,90 m -wb) hoofdzakelijk uit siltig zand. Plaatselijk bevat het zand sporen van slib/veen of is het zand zwak humeus bevonden. Incidenteel zijn enkele dunne bodemlagen aangetroffen die afwijken van het algemene beeld. De waterbodem ter plaatse van het Lodijksche gat is gelegen tussen NAP - 9,5 m en NAP - 20,10 m.

Tijdens veldwerkzaamheden zijn met uitzondering van de incidentele sliblaagjes of slibbijmenging geen waarnemingen gedaan die duiden op mogelijke verontreinigingen.'

Over de chemisch-analytische kwaliteit wordt geschreven dat het materiaal ter plaatse van beide zandwinlocaties beoordeeld is als 'zijnde vrij toepasbaar/verspreidbaar in zout water'.

Over het algemeen ligt het percentage zand in de te baggeren specie boven de 60 % (zijnde 95,8 %) [ref. 10.].

4.1.3. Hydrodynamische processen

Op beide locaties is de waterdiepte groter dan op de suppletielocatie. De zandwinlocaties zullen met name stroming ten gevolge van het getij ervaren en daarmee getijgedreven sedimenttransport. De golven zijn windgedreven en zullen in verband met de grote diepte (meer dan 10 m beneden NAP) geen effect van de bodem ondervinden waardoor geen sprake zal zijn van sedimenttransport ten gevolge van golven.

Het getijverschil ligt tussen 2,91 m (doodtij) en 3,79 m (springtij) op basis van slotgemiddelden van Bergsche Diepsluis West [ref. 13.].

4.2. Autonome morfologische ontwikkeling zandwinlocatie Wemeldinge

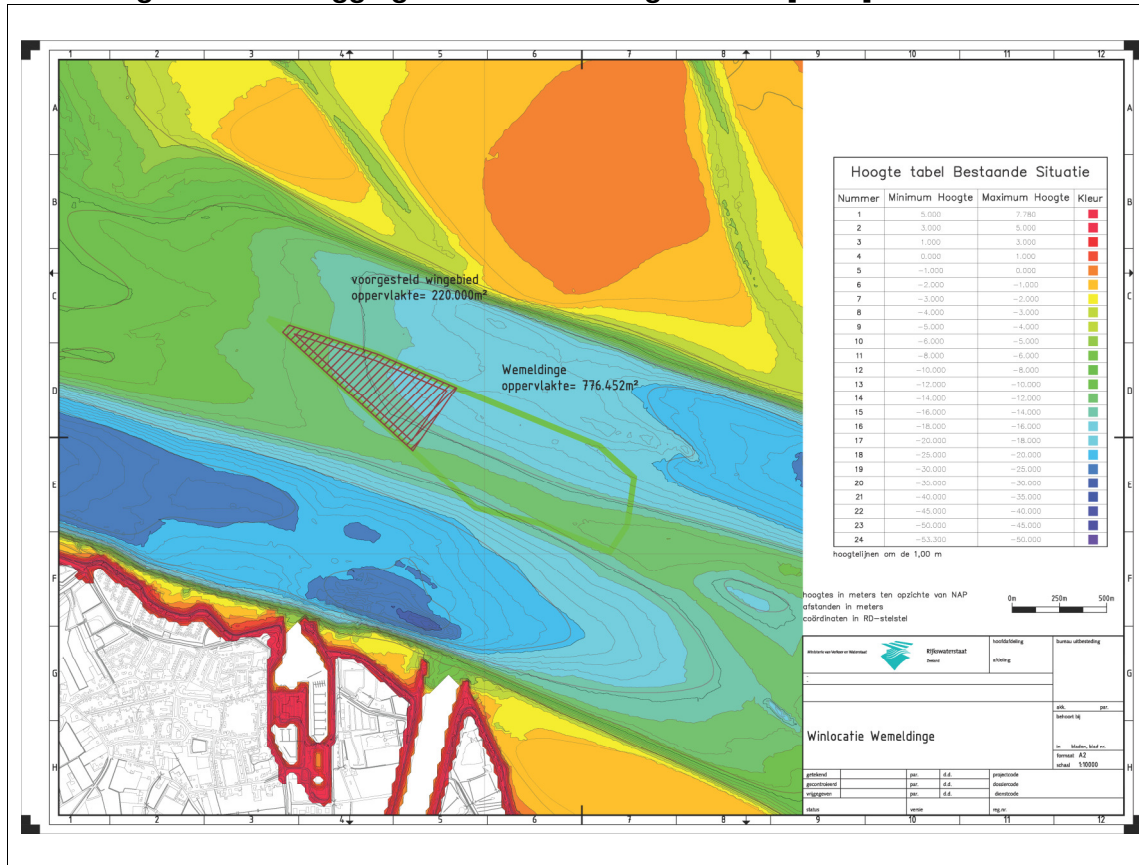
4.2.1. Huidige zandwinlocatie Wemeldinge

Het voorgesteld wingebied op de locatie Wemeldinge heeft een areaal van 22 ha wat volledig benut kan worden (afbeelding 4.2).

Bodemligging

Bij de zandwinlocatie Wemeldinge is de noordwestelijke kant van het voorgesteld wingebied ondieper dan de oostelijke kant (afbeelding 4.2).

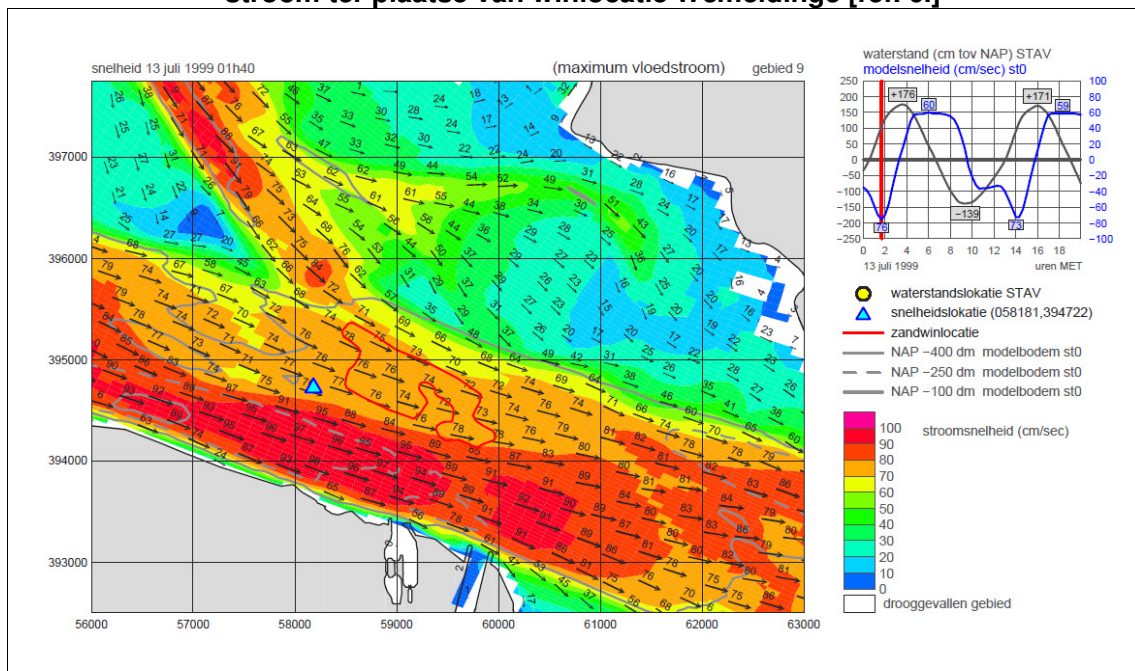
Afbeelding 4.2. Bodemligging locatie Wemeldinge in 2010 [ref. 3]



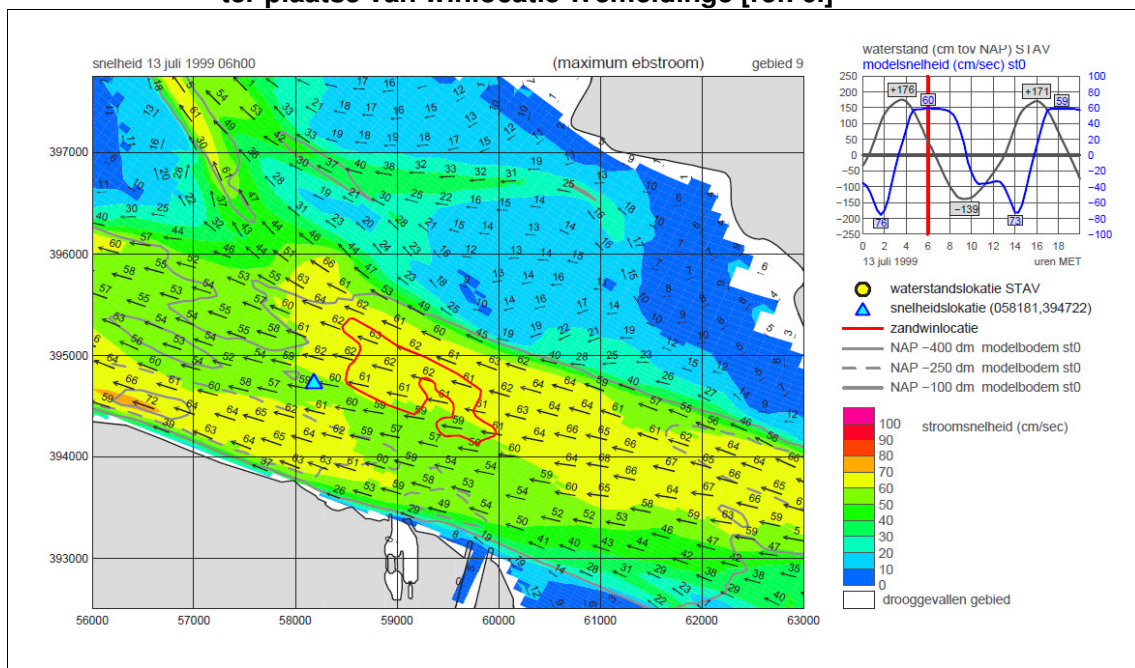
Hydrodynamisch model

Modelberekeningen van Rijkswaterstaat [ref. 6.] tonen de berekende maximale vloed- en ebstromen rond de zandwinlocaties in het geval een springtij optreedt in de situatie met en zonder zandwinnig. Hiervoor is het springtij van 13 juli 1999 gebruikt en een bodem uit 2010. Ter plaatse van de winlocatie Wemeldinge is de vloedstroom zuidoost georiënteerd met snelheden oplopend tot 0,75 m/s (afbeelding 4.3). Tijdens de maximale ebstroom is de stroomrichting noordwest en bereikt een snelheid tot 0,62 m/s (afbeelding 4.4). Bij de berekeningen van de stromingen met zandwinning, welke in het model verschilt van het uit te voeren ontwerp, werden snelheden aangetroffen die met hooguit 0,25 m/s afnamen ter plaatse van de winlocatie. Nabij werden ook kleine verhogingen voorspeld, binnen een zeer beperkt invloedsgebied.

Abbeelding 4.3. Stromingen berekend met Scalooost model voor maximale vloedstroom ter plaatse van winlocatie Wemeldinge [ref. 6.]



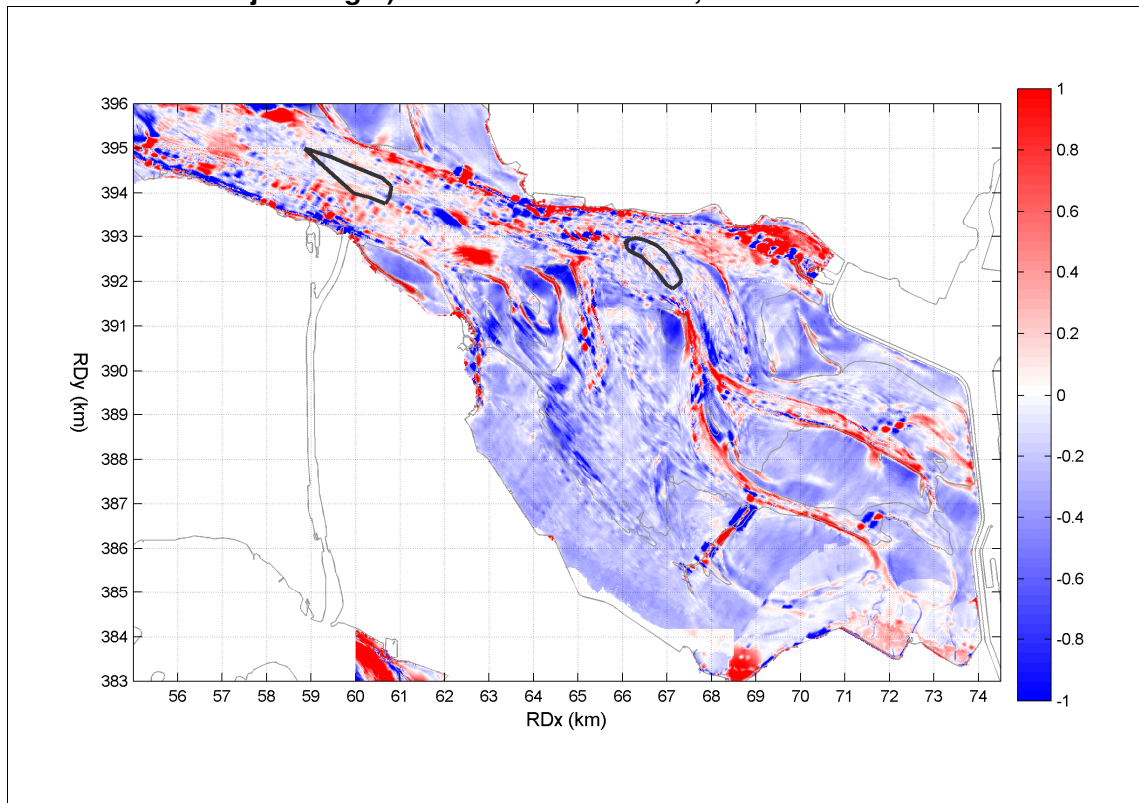
Abbeelding 4.4. Stromingen berekend met Scalooost model voor maximale ebstroom ter plaatse van winlocatie Wemeldinge [ref. 6.]



4.2.2. Autonome morfologische ontwikkeling Wemeldinge

Ter plaatse van de winlocatie Wemeldinge zijn de autonome morfologische veranderingen van de bodem gering geweest. In 20 jaar tijd is er lokaal sprake geweest van zowel sedimentatie als erosie tot rond 0,2 m (afbeelding 4.5).

Afbeelding 4.5. Verschil in bodemligging Oosterschelde 2010 - 1990 [ref. 3.] voor de zandwinlocaties (aangegeven in zwart, links Wemeldinge, rechts Lodijsche gat). Rood is sedimentatie, blauw is erosie



4.3. Verwachte morfologische ontwikkeling na zandwinning van zandwinlocatie Wemeldinge

Bij Wemeldinge wordt een maximale ontgrondingsdiepte van 5 m voorgesteld. Er kan hier uit een deel van het gebied (gelet op eisen dat alleen het westelijk deel gebruikt zou worden en dat alleen buiten de vaargeul gebaggerd zou worden) ontgrond worden.

Nadat een ontgrondingsput is gerealiseerd zal lokaal de snelheid naar beneden gaan: de diepte neemt toe, eenzelfde hoeveelheid water moet daar doorheen, waardoor de snelheid afneemt. Dit betekent dat ter plaatse van de ontgrondingskuil voornamelijk sedimentatie optreedt. Hierdoor zullen de aangebrachte hellingen aan de randen van de ontgrondingskuil verflauwen en zal de bodem van de kuil ondieper worden. Dit zal met name gebeuren in de richting parallel aan de stromingsrichting, dus noordwest richting zuidoost.

Gezien de geringe verandering in voorspelde stromingen en het geringe invloedsgebied, worden slechts beperkte morfologische veranderingen verwacht.

4.4. Autonome morfologische ontwikkeling zandwinlocatie Lodijsche Gat

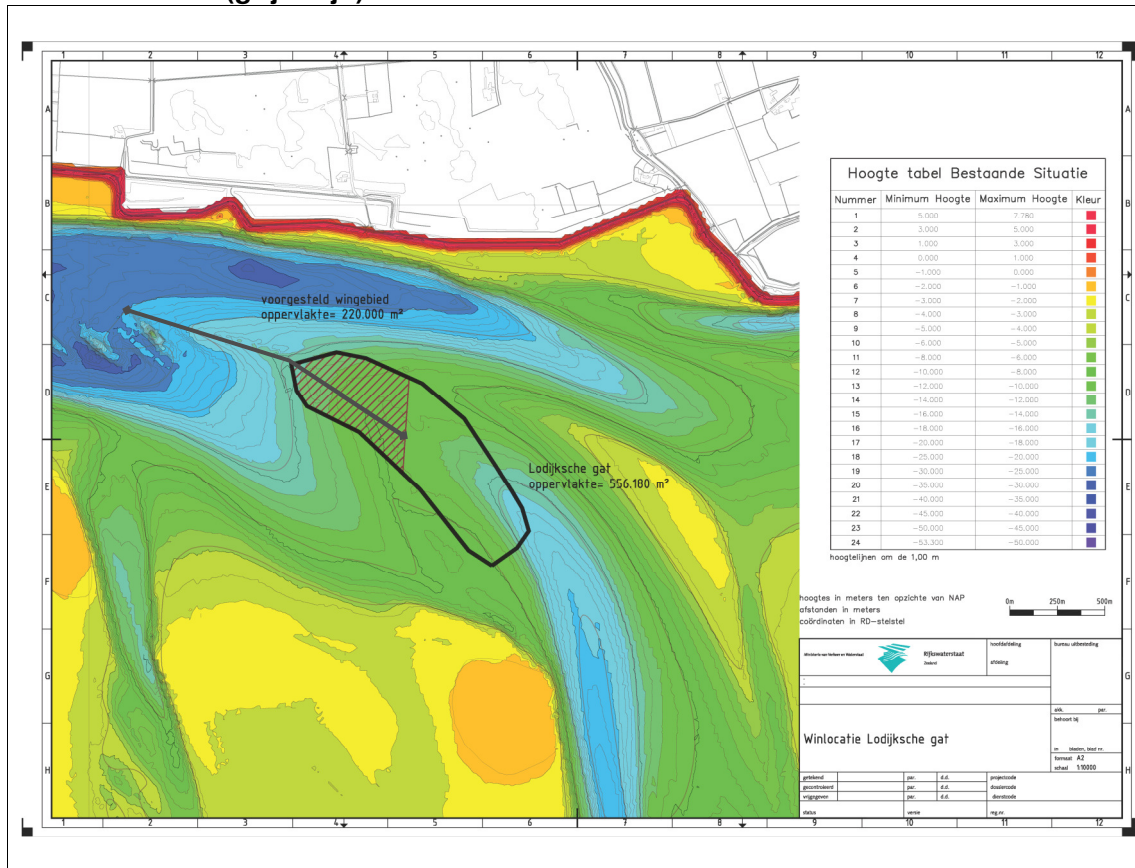
4.4.1. Huidige situatie Lodijsche Gat

De winlocatie Lodijsche Gat heeft een areaal van 55,6 ha waarvan maximaal 22 ha gebruikt zal worden (het voorgesteld wingebied in afbeelding 4.6).

Bodemligging

De bodem varieert in diepte. In het voorgesteld wingebied (de westelijke kant van de winlocatie) is de noordwestzijde dieper (rond NAP - 12 m) dan de oostelijke zijde (rond NAP - 10 m) (afbeelding 4.6).

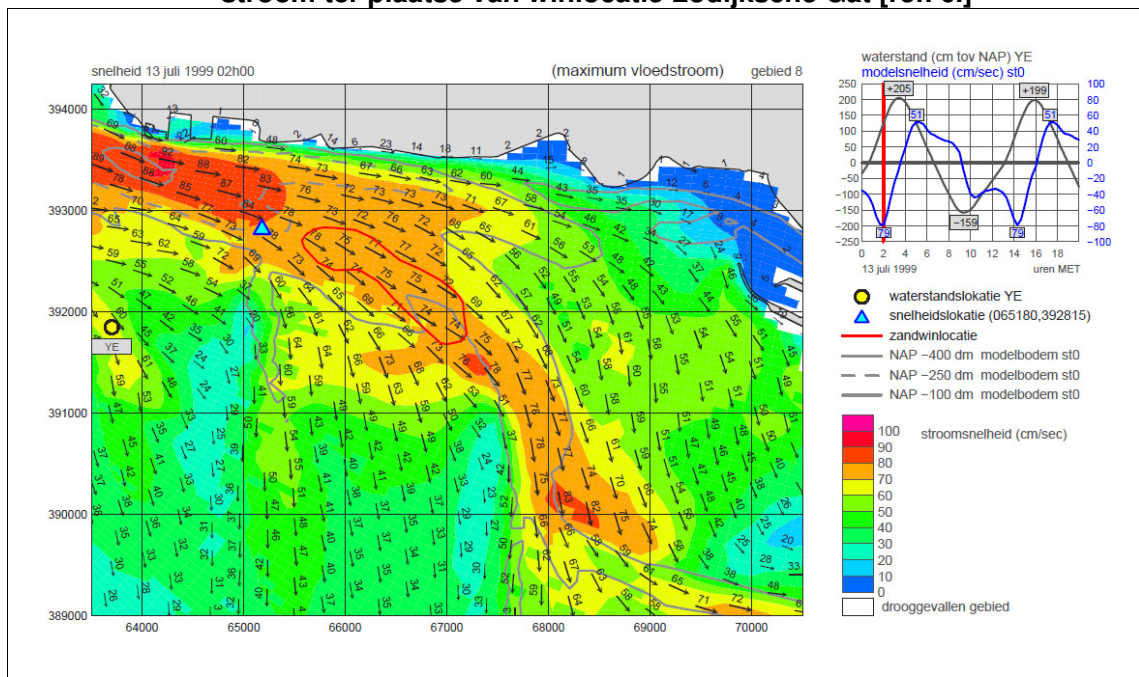
Afbeelding 4.6. Bodemligging locatie Lodijsche Gat in 2010 [ref. 3.] met 'kam' (grijze lijn)



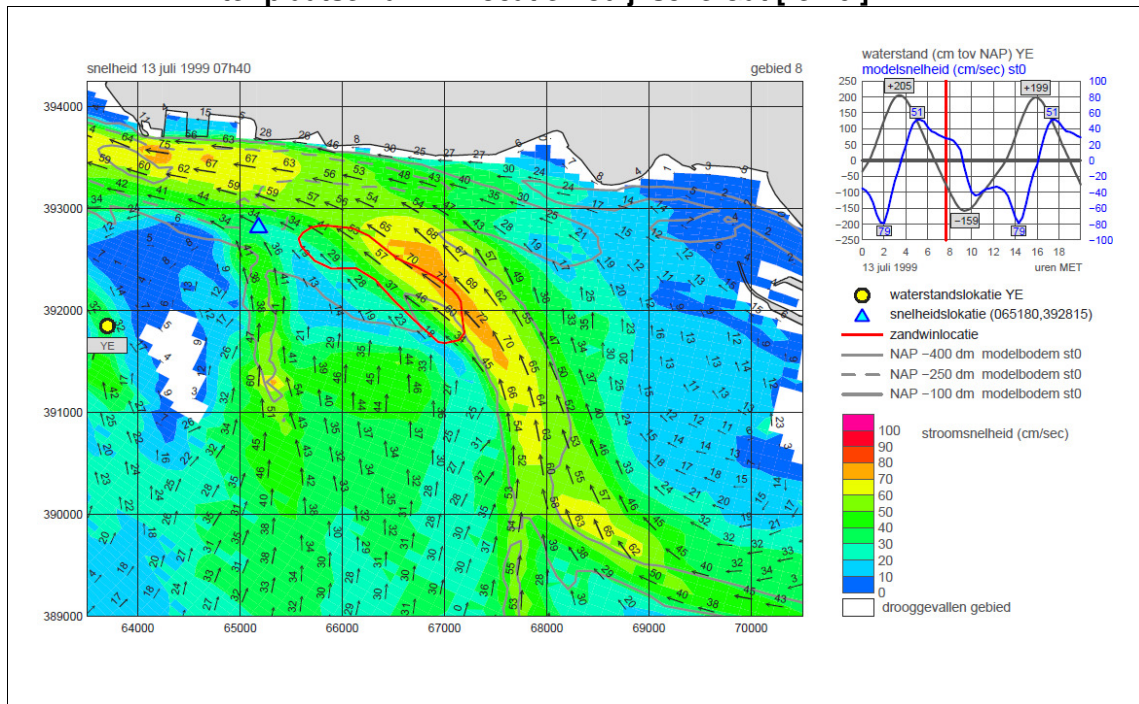
Hydrodynamisch model

Ter plaatse van de winlocatie Lodijsche gat zijn de berekende maximale vloedstromen tevens in zuidoostelijke richting met snelheden tot 0,75 m/s (afbeelding 4.7). De maximale ebstroom is in noordwestelijke richting met een snelheid tot 0,6 m/s (afbeelding 4.8). Berekeningen tijdens maximum vloedstroom met zandwinning, welke groter is dan het huidig voorgesteld wingebied, tonen een afname van hooguit 0,1 m/s aan ter plaatse van de winning en een toename van hooguit 0,1 m/s ten zuidoosten van de winning [ref. 6]. Tijdens maximale ebstroom is er rond de winning een toename berekend van minder dan 0,1 m/s en een afname ter plaatse van de winning van ruim 0,1 m/s [ref. 6].

Afbeelding 4.7. Stroomingen berekend met Scalooost model voor maximale vloedstroom ter plaatse van winlocatie Lodijsche Gat [ref. 6.]



Afbeelding 4.8. Stroomingen berekend met Scalooost model voor maximale ebstroom ter plaatse van winlocatie Lodijsche Gat [ref. 6.]



4.4.2. Autonome morfologische ontwikkeling Lodijsche Gat

Direct ten noordwesten van de zandwinlocatie Lodijsche Gat bevinden zich verschillende bodemvormen welke migreren in de tijd (de afwisseling met rood en blauw aan de noordwestzijde van de winlocatie in afbeelding 4.5). Dit wordt veroorzaakt door de interactie van

getijdestroming en de lokale bathymetrie. Ter plaatse van de winlocatie lijkt erosie op te treden aan de noordwestzijde zelf, hier heeft de bestaande bodem een kam richting de verhoging ter plaatse van het midden van de winlocatie (grijze lijn in afbeelding 4.6). Het hoogste deel van deze kam (zuidoostelijk stuk) toont enige erosie, terwijl sedimentatie optreedt bij het laagst gelegen deel (noordwestelijk stuk van de kam). Ten gevolge van de noordwest- (eb) en zuidoost- (vloed) georiënteerde stroming, zal het sediment van het hoge deel van de kam en het aansluitende hogere deel zich daaromheen verspreiden.

4.5. Verwachte morfologische ontwikkeling na zandwinning van zandwinlocatie Lodijsche Gat

Indien zand wordt gewonnen op de locatie Lodijsche gat, hangt de verdere morfologische ontwikkeling af van de vorm (hoogte, diepte) waarop zand wordt afgegraven. Indien de bovenkant van de 'kam' wordt weggehaald, zal de huidige erosie van dat deel niet meer optreden.

Zand van het ondiepere deel direct ten oosten van het voorgesteld wingebied, zal wellicht sneller eroderen dan momenteel, ten gevolge van hogere snelheden ten zuidoosten van het wingebied. Het sediment zal zich verspreiden over de ontgrondingskuil en ten noordwesten van de locatie. Kortgezegd wordt sedimentatie in de kuil verwacht en erosie van het hoger gelegen deel.

4.6. Effecten op mossel- en oesterpercelen

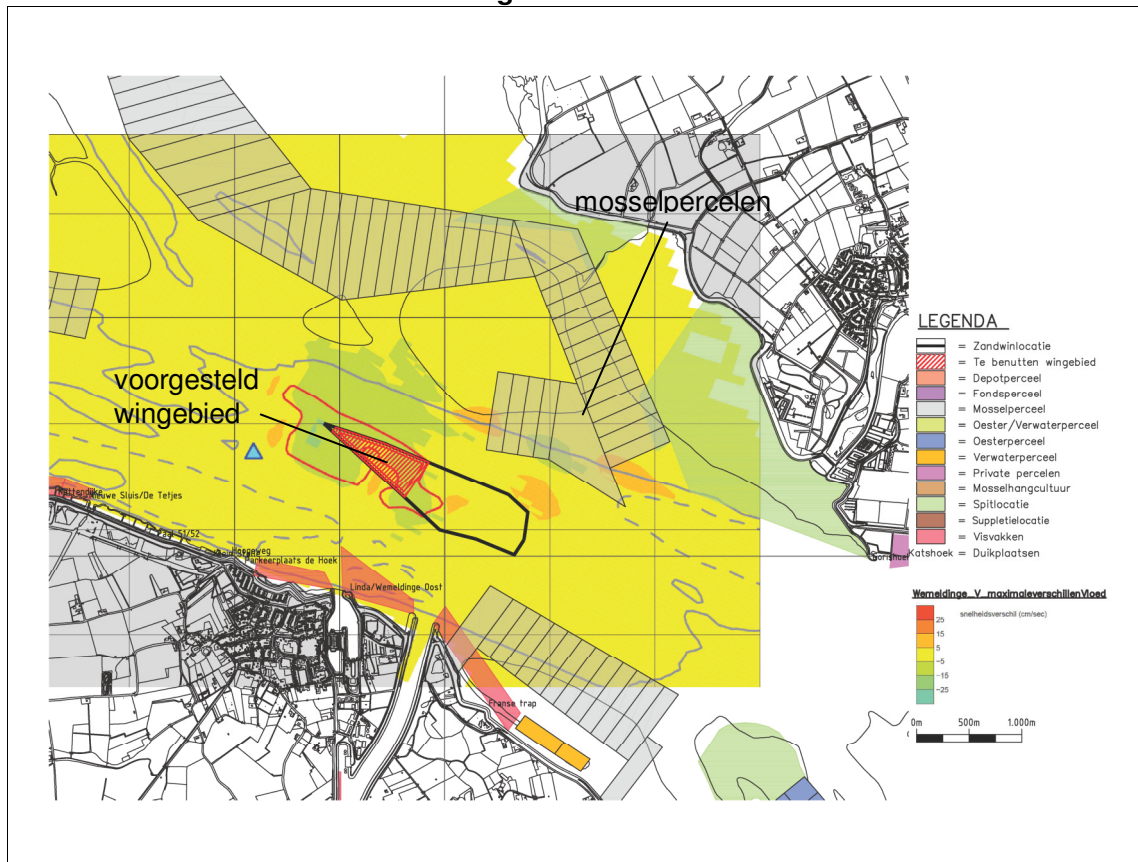
Nabij de zandwinlocaties zijn mossel- en oesterpercelen. Wanneer de stroming verandert, kan dit effect hebben op deze percelen. Deze paragraaf geeft een indicatie waar stroomsnelheidsveranderingen ter plaatse van percelen zouden kunnen optreden. Hierbij dient te worden aangemerkt dat de gebruikte modelresultaten [ref. 6.] gebruik maken van een ontgroning die er anders uitziet dan de voorgestelde ontgroning. Er wordt verwacht dat de werkelijk optredende verschillen kleiner zullen zijn, daar de te ontgronden gebieden kleiner zijn.

4.6.1. Zandwinlocatie Wemeldinge

Nabij winlocatie Wemeldinge zijn enkele mosselpercelen waar een geringe verandering van stroomsnelheden is berekend: deze percelen liggen ten noordoosten van het voorgesteld wingebied (afbeelding 4.9). De verandering betreft alleen de zuidelijke punt van deze mosselpercelen. De berekende verschillen betreffen een maximale toename van 0,05 tot 0,15 m/s en een maximale afname van hooguit 0,15 tot 0,25 m/s.

De modelresultaten bevatten alleen de hydrodynamische condities tijdens een springtij en zijn doorgerekend met een groter areaal en diepere ontgrondingskuil dan momenteel beoogd, daarom wordt verwacht dat de verschillen kleiner zullen zijn dan hierboven beschreven. Hiermee zouden de snelheidsverschillen ter plaatse van mosselpercelen volledig weg kunnen vallen.

Afbeelding 4.9. Stroomsnelheidsveranderingen uit modelresultaten op 13 juli 1999 01:40 uur (maximum vloedstroom) [ref. 6.] en mosselpercelen nabij winlocatie Wemeldinge



4.6.2. Zandwinlocatie Lodijsche Gat

Bij de locatie Lodijsche Gat worden geen verschillen berekend in nabijgelegen mossel- of oesterpercelen. Alleen ten noorden van de locatie, tegen de wal aan, ter plaatse van de visvakken, wordt een mogelijke afname van stroomsnelheden berekend tussen 0,05 tot hooguit 0,15 m/s.

5. CONCLUSIE

5.1. Suppletielocatie

De suppletie zal de erosie van de plaat verminderen ten opzichte van de huidige situatie of kan zelfs tot sedimentatie leiden. De condities op de plaat zelf zullen rustiger worden, waardoor deze slikkiger zal worden. De morfologische ontwikkeling van de suppletielocatie is sterk afhankelijk van de verandering in getijdestroming over de plaat. Indien de ebstroming aan de zuidzijde via de doorspoelopening van de plaat af zal stromen, zal de sedimentatie aan de noordzijde afnemen en zal bij de doorspoelopening een ebgeul ontstaan.

De plaatsing van oesterriffen kan lokaal de erosie van het opgebrachte zand vertragen.

5.2. Zandwinlocaties

Voor beide zandwinlocaties wordt verwacht dat de ontgrondingskuil geleidelijk terug zal opvullen met sediment. In eerste instantie zullen de hellingen van de kuil verflauwen. Nabij zandwinlocatie Wemeldinge worden naast het opvullen van de ontgrondingskuil weinig andere morfologische effecten verwacht. Nabij Lodijsche Gat zal het hogere deel direct ten oosten van het voorgesteld wingebied sterker eroderen dan momenteel en zal sedimentatie optreden in het lager gelegen deel ten noordwesten van de zandwinlocatie.

Snelheden kunnen lokaal veranderen, wat beperkt effect kan hebben voor de snelheid op nabijgelegen percelen, maar deze voorspelling is zeer conservatief.

5.3. Risico's, onzekerheden en kansen

Zonder nadere analyse van bestaande onbewerkte en ongevalideerde data of het ontwikkelen van een lokaal model van de suppletielocatie is geen nauwkeurige en zekere voorspelling te doen van de te verwachten morfologische ontwikkeling op de plaat en de effecten van oesterriffen. Nadere analyse zal informatie geven voor het monitoringsplan betreffende locaties waar opnieuw gemeten dient te worden na uitvoering en locaties die nieuw dienen te worden toegevoegd. Tevens zal nadere analyse informatie opleveren die ten behoeve komt van de leerdoelen van het project: strategisch suppleren.

Van de suppletielocatie waren geen recente bodemsamenstellingsgegevens beschikbaar. Tevens was geen lokale, recente bodemligging beschikbaar. Derhalve zijn vaklodingen uit 2010 gebruikt. Er wordt verwacht dat de plaat momenteel nog dezelfde vorm zal hebben, maar dat de bovenkant wellicht nog iets verder geërodeerd is ten opzichte van 2010. Verwacht wordt dat de voorliggende kwalitatieve beschrijvingen van de te verwachten morfologische effecten gelijk blijven. Het zou kunnen dat bij het suppleren, meer volume benodigd is dan gepland op basis van de vaklodingen uit 2010, om de gewenste hoogtes te behalen.

De bestaande, uitgebreide set modelresultaten was zeer bruikbaar en informatief. Bij het gebruik dienen een aantal kanttekeningen geplaatst te worden. De gebruikte modelresultaten betreffen berekeningen over slechts één springtij in 1999. Dit geeft geen totaal beeld van mogelijke stromingen. Een springtij tijdens een storm zou tot sterkere stromingen kunnen leiden, terwijl tijdens gemiddeld en doodtij de stromingen lager zullen zijn. In de berekeningen waarin een ontgroning is toegepast, is een groter areaal, met een grotere diepte ontgrond dan momenteel gepland staat. Daarom zullen de optredende stromingsverschillen ten gevolge van ontgroning kleiner zijn.

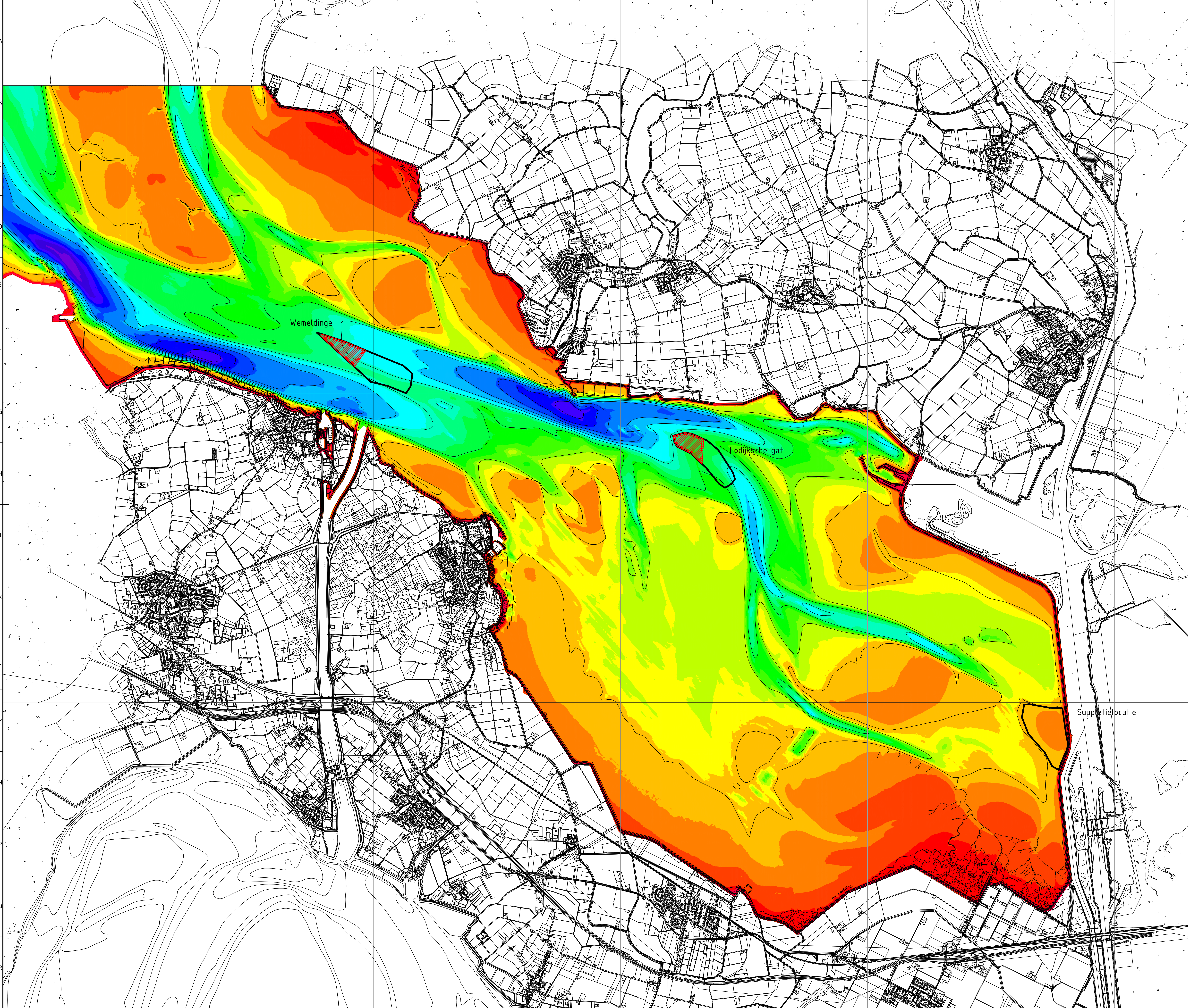
6. REFERENTIES

1. Ecoshape (2012). Veiligheidsbuffer Oesterdam: morfologische ontwikkeling van de suppletie en implementatie van oesterriffen als erosieremmende maatregel in het ontwerp.
2. www.hmcz.nl; website onderhouden door Rijkswaterstaat waar data kan worden gedownload.
3. <http://opendap.deltares.nl/thredds/catalog/opendap/rijkswaterstaat/DienstZeeland/catalog.html>.
4. kustfoto genomen 17-11-2008, <https://beeldbank.rws.nl/MediaObject/Details/342216>.
5. www.maps.google.nl.
6. Rijkswaterstaat Zeeland, Meetadviesdienst Zeeland (21 februari 2012). Memo Oosterschelde, stroomsnelheden Veiligheidsbuffer Oesterdam en figuren met daarin modelresultaten over gehele getij voor suppletielocatie en zandwinlocaties Wemeldinge en Lodijsche Gat ontvangen 22 juni 2012.

7. Meetinformatiedienst Zeeland (Edwin Paree) (5 maart 2012). Overzicht monitoring T0 Veiligheidsbuffer Oesterdam.
8. Ysebaert, T. (2012). Minisuppleties Oesterdam 21-24 mei 2012.pptx.
9. Boringen Oesterdam, uitgevoerd in 1983, 1984, ontvangen van Rijkswaterstaat.
10. mhpoly (2012). waterbodemonderzoek Zandwinlocaties Oosterschelde Lodijksche Gat en Wemeldinge, projectnummer 12031V1.
11. Rijkswaterstaat, Eric van Zanten, 7 mei 2012, Bijlage 5.pdf, Ontwerp veiligheidsbuffer Oesterdam, Bodemligging na aanleg.
12. Witteveen + Bos (2012). Ontwerplogboek aanbestedingsvoorbereiding veiligheidsbuffer Oesterdam. Projectcode RW1809-367. 24 juli 2012.
13. http://www.rijkswaterstaat.nl/geotool/waterhoogte_tov_nap.aspx.

BIJLAGE I BODEMLIGGING OOSTERSCHELDE

Bodemligging Oosterschelde in 2010 [ref. 3.] met zandwinlocaties (zwarte lijn) Wemeldinge en Lodijksche gat



Hoogte tabel Bestaande Situatie

Nummer	Minimum Hoogte	Maximum Hoogte	Kleur
1	5.000	7.780	Red
2	3.000	5.000	Orange
3	1.000	3.000	Yellow
4	0.000	1.000	Light Green
5	-1.000	0.000	Green
6	-2.000	-1.000	Light Blue
7	-3.000	-2.000	Blue
8	-4.000	-3.000	Dark Blue
9	-5.000	-4.000	Very Dark Blue
10	-6.000	-5.000	Dark Purple
11	-8.000	-6.000	Light Purple
12	-10.000	-8.000	Light Blue
13	-12.000	-10.000	Medium Blue
14	-14.000	-12.000	Dark Blue
15	-16.000	-14.000	Very Dark Blue
16	-18.000	-16.000	Dark Purple
17	-20.000	-18.000	Light Purple
18	-25.000	-20.000	Light Blue
19	-30.000	-25.000	Medium Blue
20	-35.000	-30.000	Dark Blue
21	-40.000	-35.000	Very Dark Blue
22	-45.000	-40.000	Dark Purple
23	-50.000	-45.000	Light Purple
24	-53.300	-50.000	Light Blue

LEGENDA
 = te benutten wingebed
 = wingebedden

hoogtes in meters ten opzichte van NAP
 afstanden in meters
 coördinaten in RD-stelsel



		hoofdafdeling afdeling		bureau uitbesteding 	
Veiligheidsbuffer Oesterdam Bestaande situatie - hoogtecontouren Kom van de Oosterschelde				alk. per. behoort bij	
In bladen: blad nr. formaat: A0 schaal: 1:25000				alk. per. behoort bij	
getekend	BRPF2	per.	4.4.30 juli 2012	projectleider	
gecontroleerd	WIL12	per.	4.4.30 juli 2012	ontwerper	
uitgegeven	VERL	per.	4.4.30 juli 2012	denkstude	
status	definitief	versie		reg.nr.	ZLRW-2012-01182